

Avril 2009
Révision 0



COMMUNE DE CHARLIEU

Schéma Directeur d’Alimentation en Eau Potable

PHASE 1 **Diagnostic de la situation actuelle et perspectives d’évolution**

Orig.	JMC – 28/04/09	NB – 28/04/09		
Rev	Auteur	Vérifié	Validé	Remarques

SOMMAIRE

1	LA COLLECTIVITE	5
1.1	LOCALISATION	5
1.2	LES CHIFFRES CLES DE L' ANNEE 2007	5
1.3	CONTEXTE PHYSIQUE.....	5
1.4	CONTRAINTES	6
1.4.1	ZPPAUP	6
1.4.2	Zone inondable	6
1.4.3	Protection de l'environnement.....	6
1.5	CONTEXTE SOCIO-ECONOMIQUE	6
1.5.1	Démographie et évolution.....	6
1.5.2	Activités.....	7
1.6	URBANISME	10
1.6.1	Structure de l'habitat.....	10
1.6.2	Projets et zones urbanisables.....	11
1.7	GESTION DU SERVICE DE L'EAU POTABLE	14
2	LE SYSTEME DE DISTRIBUTION D'EAU POTABLE.....	15
2.1	HISTORIQUE.....	15
2.2	LES OUVRAGES VISITES.....	15
2.3	FONCTIONNEMENT DU RESEAU	15
2.3.1	Production d'eau brute : captages et exhaure.....	15
2.3.2	Production d'eau traitée : station de traitement.....	16
2.3.3	Mise en distribution d'eau traitée : station de pompage	17
2.3.4	Distribution.....	18
2.4	CARACTERISTIQUES DU RESEAU	21
2.4.1	Linéaires et matériaux constitutifs.....	21
2.4.2	Compteurs divisionnaires	22
2.4.3	Renouvellement de conduites.....	22
2.5	DYSFONCTIONNEMENTS	23
2.5.1	Ouvrages de production.....	23
2.5.2	Station de traitement.....	23
2.5.3	Pompages.....	23
2.5.4	Réservoirs	24
2.5.5	Réseau.....	24
2.6	DEFENSE INCENDIE	28
2.7	PROJETS ET ETUDES REALISEES.....	29
3	LA RESSOURCE EN EAU.....	30
3.1	LES INFRASTRUCTURES.....	30
3.1.1	Puits du Sornin	30
3.1.2	Sources du Cergne.....	32
3.2	L'HYDROGEOLOGIE	40
3.3	VULNERABILITE DES RESSOURCES	41
3.3.1	Puits.....	41
3.3.2	Sources du Cergne.....	44
3.3.3	Bilan des ressources	45
3.4	TRAITEMENT	47
3.4.1	Traitement de la production	47

3.4.2	Projets de traitement.....	47
3.4.3	Traitement sur le réseau	51
3.5	QUALITE DE L'EAU.....	51
3.5.1	Réseau d'alimentation en eau potable.....	51
3.5.2	La réglementation en eau potable : Code de la Santé Publique.....	51
3.5.3	Évolution de la qualité de l'eau.....	54
3.6	BRANCHEMENTS EN PLOMB	61
3.7	SECURITE D'APPROVISIONNEMENT	61
3.7.1	Diversification des ressources	61
3.7.2	Interconnexions.....	61
3.7.3	Autonomie de réserve.....	62
4	PRODUCTION, DISTRIBUTION ET CONSOMMATION.....	64
4.1	ANALYSE DES VOLUMES PRODUITS ET MIS EN DISTRIBUTION	64
4.1.1	Analyse de la production	64
4.1.2	Analyse des volumes importés	66
4.1.3	Analyse des volumes exportés.....	67
4.1.4	Analyse des volumes techniques	67
4.1.5	Analyse des volumes mis en distribution.....	67
4.1.6	Coefficient de pointe	69
4.2	ANALYSE DES CONSOMMATIONS	70
4.2.1	Évolution du nombre d'abonnés.....	70
4.2.2	Analyse globale des volumes consommés (comptabilisés).....	71
4.2.3	Répartition des volumes consommés.....	74
4.2.4	Analyse du parc des compteurs individuels	79
4.3	RATIOS CARACTERISTIQUES DU RESEAU	81
4.3.1	Rendement.....	81
4.3.2	Indice linéaire de perte.....	82
5	ESTIMATION DE LA DEMANDE EN EAU FUTURE.....	84
5.1	ESTIMATION DES BESOINS FUTURS EN EAU DES USAGERS.....	84
5.1.1	Estimation de l'évolution du nombre d'abonnés	84
5.1.2	Estimation de l'évolution des besoins par abonnés	86
5.1.3	Bilan de l'évolution des consommations.....	87
5.2	ESTIMATION DES VOLUMES CONSOMMES NON COMPTABILISES.....	88
5.3	ESTIMATION DES PERTES EN DISTRIBUTION	89
5.4	VOLUMES A FOURNIR AUX COLLECTIVITES VOISINES	89
5.5	BILAN DE LA DEMANDE FUTURE EN EAU	90
6	ADEQUATION RESSOURCE - DEMANDE.....	91
6.1	CAPACITES DE PRODUCTION	91
6.2	SITUATION ACTUELLE	91
6.3	SITUATION FUTURE.....	92

1 LA COLLECTIVITE

SIEGE	PRESIDENT	EXPLOITANT	SUPERFICIE (km ²)	POPULATION
Ville de CHARLIEU 12 RUE Jean Morel 42190 CHARLIEU	M. LAPALLUS	VEOLIA(affermage)	6.7	3 793

1.1 Localisation

La commune de Charlieu est située au Nord du département de la Loire, à 15 km au Nord-Est de Roanne.

La commune de Charlieu appartient à la Communauté de communes du Pays de Charlieu.

La commune est entourée de plusieurs structures d'alimentation en eau potable :

- le IE Vallée du Sornin au Nord et à l'Est,
- 1 SIE Pouilly sous Charlieu au Sud et à l'Ouest.

1.2 Les chiffres clés de l'année 2007

Les volumes produits, consommés et le nombre d'abonnés 2007 figurent dans le tableau suivant :

	ABONNES	PRODUCTION (m ³)	CONSOMMATION (m ³)	VOLUMES IMPORTES (m ³)	VOLUMES EXPORTES (m ³)
Commune de CHARLIEU	1 989 (3 793 habitants)	243 518	222 236	9 223	-

1.3 Contexte physique

Le relief sur la commune de Charlieu est étagé en 2 niveaux :

- la plaine du Sornin, située à environ 270 mNGF, est orientée selon un axe Nord-Est / Sud-Ouest. La plaine est relativement étroite (environ 750 m de large), et est empruntée par les principales voies de circulation (RD 487 de Chauffailles à Roanne, voie de chemin de fer). La rivière « le Sornin » coule dans la plaine et rejoint la Loire à Pouilly sous Charlieu, environ 6 km en aval.
- les coteaux en pente douce, encadrant la plaine côté Nord (commune de St Bonnet de Cray) et côté Sud (commune de Chandon), culminent à environ 360 mNGF.

En raison de son historique (site médiéval), l'habitat est regroupé en un bourg relativement dense situé dans la plaine, en bordure de la rivière «le Sornin», où vit la majorité de la population. Un habitat pavillonnaire s'est développé secondairement sur le coteau au Nord du Bourg, le long des routes de Fleuries et des Brosses.

La commune couvre une superficie approximative de 7 km².

1.4 Contraintes

1.4.1 ZPPAUP

En raison de son patrimoine historique, la commune de Charlieu fait l'objet d'une ZPPAUP (Zone de Protection du Patrimoine Architectural Urbain et Paysager) autorisant la construction d'ouvrages publics sous réserve d'une intégration paysagère.

1.4.2 Zone inondable

Les captages et la station de pompage sont situés en zone d'inondation du Sornin. Cette contrainte nécessite :

- de limiter les ouvrages enterrés,
- de mettre au-dessus de la cote des plus hautes eaux les équipements sensibles,
- d'assurer l'étanchéité et la résistance des ouvrages situés sous la cote des plus hautes eaux.

1.4.3 Protection de l'environnement

Le site du Pont de Pierre est classé en ZNIEFF (protection d'une colonie de chauves-souris).

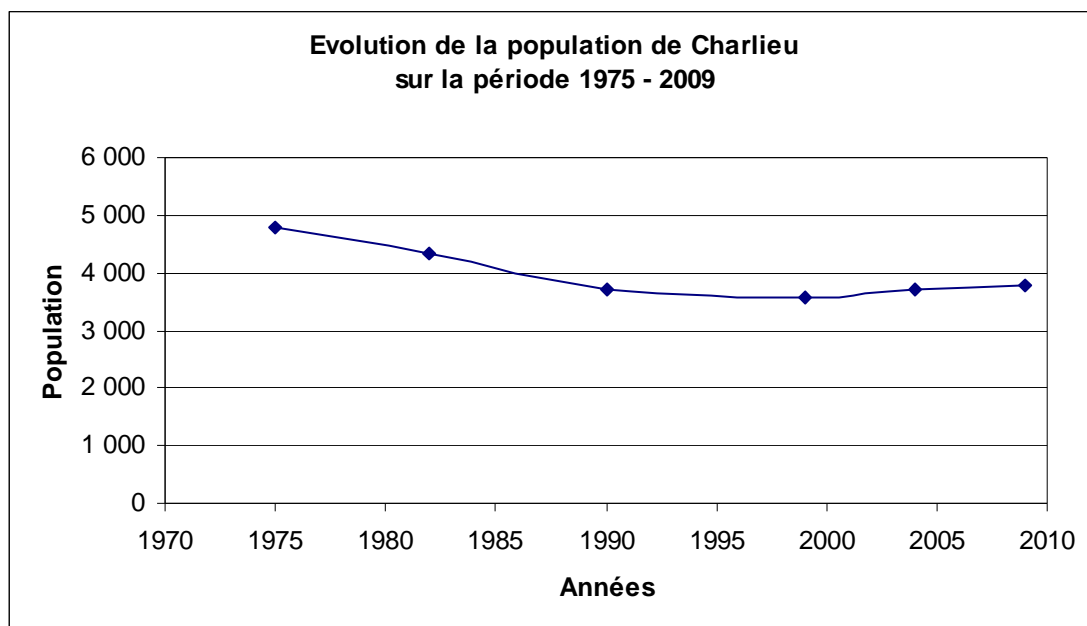
Il existe également une ZNIEFF au nord de la commune, sur le coteau (protection des bocages).

1.5 Contexte socio-économique

1.5.1 Démographie et évolution

Le tableau et le graphique ci-dessous présentent l'évolution de la population depuis 1975, sur la base des données INSEE et des renseignements collectés lors de la visite de la commune.

	1975	1982	1990	1999	2004	2009
Population	4 789	4 322	3 727	3 582	3 727	3 793
Evolution sur période		-9.8	-13.8	-3.9	4.0	1.8
Evolution annuelle		-1.46%	-1.83%	-0.44%	0.80%	0.35%



Entre 1975 et 1990, la population de la commune a fortement déclinée, passant de 4 789 à 3 727 habitants, soit -1.66% /an en moyenne. Le déclin s'est amorcé en 1968, et s'est poursuivi jusqu'au recensement de 1999, à un rythme cependant moins soutenu (-0.44% /an en moyenne).

La commune connaît à nouveau un attrait depuis cette période, puisqu'il est enregistré une augmentation de population depuis 1999 ($+0.57\%$ /an en moyenne). A noter cependant que cette croissance reste faible, comparée au déclin enregistré avant 1990. A titre indicatif, le nombre d'habitants en 2009 est à peu près équivalent à celle comptabilisée en 1990.

La population recensée en janvier 2009 est de **3 793 habitants**.

1.5.2 Activités

1.5.2.1 Industrie et artisanat

Les différentes zones d'activités existantes et projetées sont reportées dans le tableau suivant.

Zone d'Activité			Devenir
Existence d'une ZA	Gestion de la zone	Superficie	
ZI de SAINT BONNET	Communauté de Communes du Pays de Charlieu	6 ha	Stable Zone non aménagée en totalité
ZA Les Navettes	Communauté de Communes du Pays de Charlieu	4.5 ha	Stable Zone non aménagée en totalité

La commune possède deux zones d'activités économiques, dont la Communauté de Communes de Charlieu assure la gestion.

L'activité des zones est, en première approche, estimée stable dans les prochaines années. Les consommations en eau potable sur ces zones ne devraient pas évoluer significativement.

1.5.2.2 Agriculture

L'activité agricole est présente sur le territoire communal. Il est recensé 5 exploitations agricoles. Deux sont situées au nord du Bourg (hameaux « les Perrelles » et « Malfarat ») et sont alimentées par le réservoir des Brosses (moyen service), et trois sont décentralisées au Nord – Est de la commune. Parmi ces trois exploitations, celle située au lieu-dit « Domaine de la Grange » est alimentée par le réseau surpressé de Montrocher, tandis que les 2 autres, situées en rive droite du ruisseau des Equetteries, sont alimentées par le SIE de la Vallée du Sornin.

L'élevage bovin constitue la principale activité des exploitations.

Cette activité est estimée stable dans les prochaines années.

1.5.2.3 Équipements et établissements accueillant du public

Les équipements ou établissements accueillant du public peuvent représenter des demandes en eau importantes du fait de la concentration des consommations en ces points. Un recensement de ces établissements est donc nécessaire pour l'étude de la consommation de l'eau potable.

Sur la commune, il est recensé les établissements suivants :

Type	Localisation	Capacité
Lycée Jérémie de la Rue	Rte de St Bonnet	40 internes
Collège Notre Dame	Bld des Capucins	
Ecole primaire	Rue Charnay	
Collège Servet	Rue Riottier	
Hôpital	Rue des Ursulines	120 lits
Foyer – résidence personnes âgées	Bld des Capucins	83 studios
Salle des fêtes		200 places
Salle de spectacles Cinéma Bibliothèque	Place St Philibert	300 places
Gymnases	Rue Riottier Rue du Stade	

Type	Localisation	Capacité
Piscine		
Halte Garderie Musées	Rue de l'hôtel Dieu	
MJC	Rue du Pont de Pierre	
Abbaye Bénédictine	Place de l'Abbaye	
Résidences HML Charnay Leriché	Rue du 8 mai 1945	

La plupart des établissements accueillant du public sont les écoles (crèches, maternelles, primaires et secondaires) avec restaurants scolaires et internat pour certains, l'hôpital, les résidences (personnes âgées, HLM), les salles associatives de loisirs (culture, sports...).

Ces établissements ne seront pas amenés à évoluer significativement en terme de capacité d'accueil.

Il est toutefois prévu une extension de l'hôpital. Le projet ne mentionne pas l'augmentation du nombre de chambres, mais plutôt une amélioration du confort (chambres avec douches...).

Il n'existe pas d'autres projets, à ce jour, de construction ou d'arrêt d'autres établissements publics.

Ainsi, de manière globale, les consommations de ces établissements peuvent donc être considérées stables à peu évolutives dans le futur.

1.5.2.4 *Tourisme*

En raison d'un riche patrimoine, la commune de Charlieu est attractive pour les visiteurs. Les structures d'accueil sont cependant peu nombreuses. Il est recensé :

- le camping du Pré de la Doux, d'une capacité de 100 emplacements.
- un hôtel de 27 chambres situé route du Beaujolais

Ainsi, sur la base de 2 personnes par emplacement / chambre, la population supplémentaire liée au tourisme est estimée au maximum à 254 personnes (pour une hypothèse d'un taux de remplissage 100 %).

En marge de ces structures d'accueil touristiques, il est recensé un faible nombre de résidences secondaires (*cf. § 1.6.1 Structure de l'habitat*).

Il est en effet dénombré 53 habitations secondaires sur la base du recensement INSEE 2004. La capacité d'accueil de la population saisonnière supplémentaire dans le cas de l'occupation de la totalité des résidences secondaires est estimée (selon le nombre de personnes par résidence retenu égal à 2) à 106 personnes.

La population saisonnière peut ainsi être estimée, dans le cas d'un taux de remplissage de 100 % des structures d'accueil, à 360 personnes, réparties pour 55 % en camping, 29 % en résidences secondaires et 15 % en hôtellerie.

La variation de population en période de pointe (estivale), et dans le cas d'un taux d'occupation de 100 %, peut être estimée entre + 9.5 % par rapport à la population résidente. Cette part n'est par conséquent pas très significative, d'autant plus si l'on considère, dans le même temps, la fermeture des collèges et lycées fréquentés en partie par les étudiants des villages extérieurs (consommation en eau moindre pendant les vacances).

Par conséquent, sur la base de la seule variation saisonnière de population, il n'est pas attendu de pointe de consommation en eau potable importante par rapport à la consommation moyenne.

1.6 **Urbanisme**

1.6.1 **Structure de l'habitat**

1.6.1.1 ***Type de logements : résidences principales et secondaires***

Les types d'habitations recensés lors du recensement INSEE de 2004 sont présentés ci-dessous.

	Nombre	Pourcentage
Résidences principales	1 776	90 %
Résidences secondaires et logements occasionnels	53	3 %
Logements vacants	141	7 %
Total	1 970	

La part de résidences principales par rapport à l'ensemble des logements est de 90 %.

Les résidences secondaires représentent 3 % du parc des résidences totales. Le parc de logements vacants est significatif (7 %) en raison du déclin de population enregistré jusqu'en 1999.

1.6.1.2 ***Logements individuels et collectifs***

En raison de son patrimoine architectural, les immeubles collectifs constituent l'essentiel du parc des résidences principales (61.8 % du parc). Il s'agit de petits collectifs centrés sur le Bourg. Les maisons individuelles représentent 33 % des logements et sont principalement situées sur le coteau, au nord du Bourg.

1.6.1.3 Occupation des logements

Le nombre moyen de **personnes par ménage était de 2.0** en 1999.

Cette valeur est inférieure aux valeurs départementales (Loire) et nationales, égales à 2.4 habitants par logement.

1.6.1.4 Densité d'habitat

La densité d'habitat en 2009 est de 266 habitants par km².

Ce ratio est plutôt fort par rapport aux valeurs du département et aux valeurs nationales (respectivement 152 et 108 habitants / km²), en raison d'un habitat dense et essentiellement constitué en petit collectif, sur un territoire réduit (environ 7 km²).

Cette organisation du territoire a un impact sur le réseau eau potable : le réseau sera compact, avec un taux d'abonnés au mètre linéaire important.

1.6.2 Projets et zones urbanisables

Les projets et potentiels d'urbanisation ont été recensés à partir de la visite réalisée auprès de la collectivité.

1.6.2.1 Document d'urbanisme

La commune dispose d'un POS.

1.6.2.2 Urbanisation future potentielle

Le développement urbain envisagé correspond essentiellement à la densification du tissu déjà urbanisé.

Les secteurs d'urbanisation sont recensés dans le tableau ci-après.

	Horizon 2020		Horizon 2030		Commentaires
	Nombre potentiel de constructions	Type	Nombre potentiel de constructions	Type	
Les Ursules "Haut"	25	logements individuels			1.9 ha 6 à 7 lots construits début 2009 secteur urbanisé à échéance 2010
Les Ursules "Bas"	95	logements petit collectif			3.2 ha en court de construction secteur urbanisé à échéance 2010
Les Cordeliers	20	logements individuels			1.4 ha échéance 2010
Les Perelles Basses "Est"	15	logements individuels			1.3 ha échéance 2015
Les Perelles Basses "Ouest"	60	logements individuels			4.5 ha échéance 2020
Total	215		?		échéance 2020

Compte tenu des informations recueillies auprès des élus de la commune, le nombre maximum de constructions nouvelles possibles sur le territoire d'ici 2020 est de l'ordre de **215**. L'essentiel des constructions est déjà en cours de réalisation, les secteurs concernés (les Ursules et les Cordeliers) devant théoriquement être aménagés à court terme (ce qui représente environ 140 lots d'ici 2010). Le troisième secteur constructible (les Perelles Basses, soit environ 75 lots) sera loti à un horizon 10 ans, en deux phases.

Compte-tenu de leur localisation, les secteurs « les Ursules » et « les Perelles » seront alimentés en eau potable par le moyen service (réservoir des Brosses).
Le secteur des Cordeliers sera alimenté en eau potable par le bas service (réservoir du Pailleron).

L'évolution du nombre de constructions à une échéance plus lointaine (horizon 2030) n'est pas connue par les élus.

1.6.2.3 Population future estimée

Compte tenu de l'évolution de la population jusqu'à ce jour, de l'urbanisation potentielle et du contexte actuel, l'estimation de la population à l'horizon 10 ans et 20 ans, est présentée dans le tableau suivant.

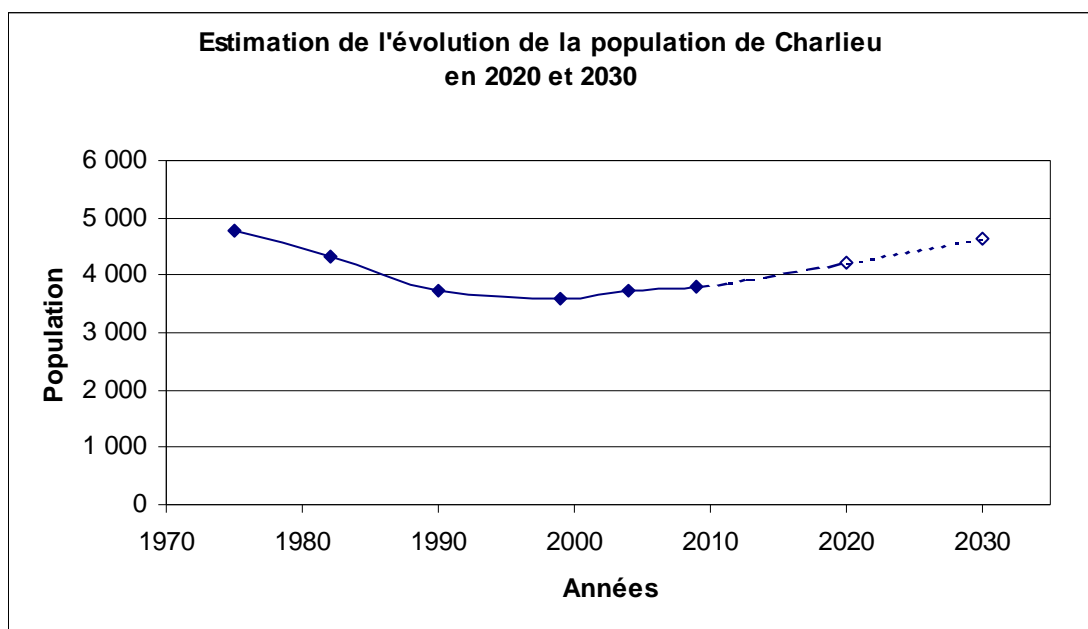
Communes	2009	2020	2030
Population estimée	3793	4223	4656
Evolution (%/an)		+ 0.98 %/an	+ 0.98 %/an

Sur la base du nombre de constructions futures retenu, et pour un ratio de 2 habitants / foyer, le nombre d'habitants supplémentaires est estimé à + 430 à l'horizon **2020**, ce qui correspond à une population de près de **4 225 habitants**. La croissance démographique correspondante est de + 0.98 %/an en moyenne.

En l'absence de perspective d'évolution précise à une échéance plus lointaine (2030), nous avons estimé, en première approche, la poursuite de cette évolution. Cette hypothèse conduit à estimer la population à près de **4 660 habitants en 2030**.

A noter que les perspectives d'évolution de la commune sont entachées d'incertitudes, en raison de la situation économique internationale et de l'incertitude de la stabilité du bassin d'emploi local.

Le graphique suivant présente la continuité de l'évolution de population établie à partir des données collectées :



D'après ces estimations, le nombre d'habitants estimé en 2020 serait à peu près comparable à celui enregistré en 1982, tandis que celui estimé en 2030 serait de l'ordre de la population de 1975.

1.7 **Gestion du service de l'Eau Potable**

La production et la distribution d'eau ont été confiées en affermage à la société VEOLIA depuis le 01/08/1990.

Les prestations confiées à la société VEOLIA sont les suivantes :

- Compteurs eau froide
- Distribution
- Elévation
- Gestion clientèle
- Production
- Branchements

Gestion du service	Application du règlement du service, fonctionnement, surveillance et entretien des installations, relève des compteurs.
Gestion des abonnés	Accueil des usagers, facturation, traitement des doléances client.
Mise en service	des branchements
Entretien	De la voirie, des branchements, des canalisations, des captages, des clôtures, des compteurs, des équipements électromécaniques, du génie civil
Renouvellement	des branchements, des compteurs, des équipements électromécaniques, du génie civil des ouvrages, des canalisations < 6 m

La collectivité prend en charge le renouvellement de la voirie, des canalisations et des captages.

L'ensemble du patrimoine appartient à la commune.

2 LE SYSTEME DE DISTRIBUTION D'EAU POTABLE

2.1 Historique

La commune de Charlieu était initialement alimentée en eau potable par les sources du Cergne. L'exploitation des sources a débutée en 1903. La conduite d'adduction est d'origine, seul un tronçon de 1120 m localisé en sortie de Cuinzier a été renouvelé en 1995 (PVC 125 mm).

Les puits de captage du Pré de la Doux ont été réalisés secondairement (1927 pour les puits 1 et 2, vers 1980 pour les puits 3 et 4) plus pour compléter la production des sources, avérée insuffisante pour répondre à l'augmentation des besoins en eau liés au développement économique de la région.

2.2 Les ouvrages visités

La connaissance du réseau de la commune, pour être complète, doit prendre en compte les ouvrages constituant son réseau. Ainsi, les principaux ouvrages ont été visités les 11 et 18 mars 2009. Les visites ont porté sur :

- 4 puits,
- 3 sources,
- 3 réservoirs et 1 bâche,
- 1 station de pompage,
- 1 station de reprise,
- 10 compteurs,
- 6 singularités (brise-charge, réducteurs de pression).

Les fiches des ouvrages visités figurent en annexe 1. La synthèse des visites est présentée ci-après.

2.3 Fonctionnement du réseau

2.3.1 Production d'eau brute : captages et exhaure

La commune de Charlieu dispose de deux ressources en eau :

- les sources du Cergne, qui alimentent le réservoir du Pailleron (bas service).
- les puits du Pré de la Doux, qui alimentent la station de production du Pré de la Doux. La station alimente :
 - le réservoir du Pailleron (bas service) en complément des sources,
 - le réservoir des Brosses (moyen service).

2.3.1.1 Sources du Cergne

La commune exploite 3 sites de captages situés sur la commune de le Cergne, situées d'amont en aval : sources du Poizat, source de Ravier et sources de Chabas.

La commune de Cuinzier a un droit d'eau sur les sources du Cergne : elle utilise prioritairement une partie de l'eau captée par Charlieu, en période d'étiage, et cède à cette dernière le volume excédentaire (TP) le reste du temps.

L'eau captée par les sources est acheminée au réservoir du Pailleron par une conduite d'adduction en fonte grise de DN 100 mm à 150 mm, datant de 1903 (longueur 14 km). Seule une partie de la conduite a été renouvelée en DN 125 mm en 1995.

L'exploitant réalise une visite mensuelle des chambres de réunion des captages.

2.3.1.2 Puits du Pré de la Doux

Le champ captant, situé sur les rives du Sornin, est composé de quatre puits. Deux puits sont situés en rive droite, et deux en rive gauche. Seuls les puits situés en rive gauche (puits n°1 et 2) sont utilisés pour :

- compléter la production des sources du Cergne sur le bas service,
- alimenter le moyen service.

Les puits 3 et 4 ne sont plus exploités en raison de la teneur en manganèse importante de l'eau captée.

De ce fait, la production d'eau par les puits n'est pas continue au cours de l'année, et présente généralement un maximum en période estivale et début d'automne, qui correspond généralement à la période d'étiage des sources.

L'eau captée est refoulée à la bache de la station de production de la Doux.

2.3.2 Production d'eau traitée : station de traitement

L'eau produite subit une simple désinfection au chlore gazeux. Il existe 3 points de traitement :

- production des puits du Pré de la Doux : en sortie de la bache, sur la conduite d'aspiration de chacun des services
- production sources du Cergne : à l'arrivée de la conduite d'adduction dans le réservoir du Pailleron (chambre des vannes ancienne cuve).

Le dosage de la chloration sur les sources n'est pas asservi au débit. La régulation est réglée sur une consigne de 10 à 15 g/h.

Deux analyseurs de chlore en continu sont disposés en sortie des réservoirs du Pailleron et des Brosses. Ces mesures sont complétées par des analyses au chloromètre portable, une fois par semaine.

En complément, un turbidimètre analyse en continu l'eau dans la bache de production.

2.3.3 Mise en distribution d'eau traitée : station de pompage

La station de pompage du Pré de la Doux est constituée d'une bache eau brute de 200 m³ et de deux services de pompage :

- moyen service refoulant vers le réservoir des Brosses,
- bas service refoulant vers le réservoir du Pailleron en complément de la production des sources.

Pour rappel, le haut service est alimenté par l'achat d'eau au SI de Pouilly.

Les caractéristiques des équipements figurent dans le tableau suivant :

	Bas service	Moyen service
Nb pompes	2	2
Débit unitaire	150 m ³ /h	50 m ³ /h
HMT	50 m	120 m
Puissance	37 kW	30 kW
Régulation	Ballon 750 l	Ballon 750 l
Comptage	oui	oui

Les conditions de fonctionnement sont reportées dans le tableau suivant :

Régulation		
Moyen service	horaire : plage 0h00 à 5h00	Appel niveau bas hors plage horaire définie
	arrêt dès niveau haut atteint	
Bas service	horaire : plage 5h00 à 24h00	Appel niveau bas hors plage horaire définie
	arrêt dès niveau haut atteint	

Les plages de fonctionnement des pompes par services sont alternées :

- pompage nocturne prioritaire pour le moyen service,
- pompage diurne prioritaire pour le bas service.

Cette répartition a pour objectif de réduire la sollicitation de la bache de production, ce qui permet ainsi de répartir la durée de fonctionnement des pompes d'exhaures sur 24 h.

En pratique, le pompage du moyen service fonctionne un jour sur 2 ou 3, et le pompage du bas service est nécessaire en complément uniquement (en cas de production des sources insuffisante par rapport aux besoins).

Les volumes produits sont comptabilisés par des compteurs reliés au système de télésurveillance :

- en entrée de la bâche, sur la conduite d'alimentation
 - par les exhaures des puits,
 - en by-pass dans le cas de l'alimentation par les sources (fonctionnement du TP du réservoir du Pailleron)
- en entrée de la bâche, sur la conduite de refoulement de chacun des services.

Les compteurs ont été renouvelés au cours de l'été 2008, en raison d'un écart entre la somme des volumes pompés et utilisés pour l'eau motrice de chloration, et les volumes produits.

Un by-pass (PVC63) situé dans la chambre des vannes de la nouvelle cuve du réservoir du Pailleron fonctionne comme un trop-plein et permet, lorsque les sources débitent beaucoup, de déverser l'excédent à la station de la Doux (bâche de production) par la conduite de refoulement (électrovanne sur by-pass en entrée de station).

La station est équipée par un système de télésurveillance (PERAX P400).

L'électricité est fournie par le réseau public au moyen d'un transformateur d'une puissance de 78 kVA. La station ne dispose d'aucune alimentation électrique en secours (groupe électrogène).

La vérification périodique des équipements électriques a été réalisé en début d'année 2007. La vérification triennale des 2 ballons anti-béliers de la station du Pré de la Doux a été effectuée en mars 2007.

2.3.4 Distribution

2.3.4.1 *Réservoirs : régulations et consignes de remplissage*

Les caractéristiques principales des réservoirs sont reportées dans le tableau suivant, à partir des informations fournies par l'exploitant :

Site	Type	Service	Volume théorique (m3)	Cote TP (m)	Commentaire
Exhaure Pré de la Doux	Bâche de production	production	200	277	
Pailleron	Réservoir (ancienne cuve)	bas service	600	316,18	
	Réservoir (nouvelle cuve)	bas service	1 000	316,28	
Les Brosses	Réservoir	moyen service	1 000	350,82	

Site	Type	Service	Volume théorique (m3)	Cote TP (m)	Commentaire
Surpresseur Montrocher	Bâche de reprise	bas service surpressé	20	278,9	
Achat SI Pouilly	Réservoir	haut service	100	382,19	Hors service
Total			2 920		
Total disponible (réservoirs en service)			2 600		

Il existe 5 ouvrages de stockage d'eau dont :

- 2 bâches (production et reprise de Montrocher) présentant une capacité de 220 m3, mobilisable uniquement par pompage,
- 2 réservoirs (Pailleron 2 cuves et les Brosses) d'une capacité totale de 2 600 m3, dont l'eau est mobilisable gravitairement pour alimenter le bas et le moyen service,
- 1 réservoir de 100 m3 hors service, initialement utilisé pour alimenter le haut service à partir de l'achat d'eau au SI de Pouilly. Les abonnés sont alimentés directement depuis 1991.

Chaque réservoir est équipé d'un système de télésurveillance et de téléalarme permettant le suivi du niveau d'eau dans les cuves et l'information immédiate en cas de problèmes quantitatifs.

Les cuves des réservoirs du Pailleron et des Brosses sont vidangées et lavées une fois par an.

2.3.4.2 Surpresseur

Le surpresseur de Montrocher est composée de deux groupes de pompage dont les caractéristiques sont les suivantes :

- Débit : 2 m3/h,
- HMT : 110 m,
- Puissance : 1.5 Kw,
- Vitesse : 2 900 t/min.

L'enclenchement de la station de pompage est commandé par la pression dans la conduite de refoulement. Les conditions de fonctionnement sont reportées dans le tableau suivant :

Enclenchement pompage		Arrêt pompage	
horaire	continu	horaire	continu
régulé	appel seuil bas de pression (8 bars)	régulé	appel seuil haut de pression (10 bars)

Le fonctionnement du pompage est de type surpresseur (pompage à la demande), maintenant une pression dans le réseau desservi, entre 8 et 10 bars.

La canalisation de refoulement est équipée d'un compteur relié en télétransmission.

La station de reprise est automatisée et sous télésurveillance.

Les 2 pompes et le ballon anti-bélier ont été renouvelées en 2007.

La station ne dispose pas de groupe électrogène de secours.

2.3.4.3 Réseau

Le synoptique altimétrique du réseau (établi par VEOLIA, complété par nos soins), est présenté page suivante.

L'eau produite par la station de la Doux (environ 277 mNGF) est refoulée dans les réservoirs :

- du Pailleron (bas service, 2 cuves de 1000 et 600 m³ chacune, TP 316.28 et 316.18 m), par une conduite DN 250 mm,
- des Brosses (haut service, 1 cuve de 1000 m³, TP 350.82 m), par une conduite DN 150 mm.

Les deux conduites sont en refoulement vierge.

Le réservoir du Pailleron est alimenté en priorité par les sources du Cergne.

Un by-pass (PVC63) situé dans la chambre des vannes de la nouvelle cuve du réservoir du Pailleron fonctionne comme un trop-plein et permet, lorsque les sources débitent beaucoup, de déverser l'excédent à la station de la Doux (bâche de production) par la conduite de refoulement (électrovanne sur by-pass en entrée de station).

De plus, un maillage permet d'alimenter en secours le réservoir du Pailleron (ancienne cuve) à partir du SI de Pouilly. La capacité du secours reste très limitée en raison du diamètre de la conduite de maillage (DN 40 mm).

Le réservoir du Pailleron alimente le bas service par deux conduites maillées de DN 175 et 150 mm. Ce service concerne la majorité des abonnés à savoir :

- le bourg,
- la ZI de St Bonnet et la ZA des Navettes,
- le service supprimé de Montrocher,
- les abonnés de la commune de St Nizier sous Charlieu,
- les abonnés de la commune de Chandon.

Le réseau du bas service est fortement maillé en DN 150 et 100 mm principalement (vannes ouvertes).

Le réservoir des Broses alimente le moyen service par une conduite DN 150 puis 80 mm. Ce service concerne les abonnés situé sur le coteau (secteurs la Manne, les Broses Basses, la Gerbette).

Le haut service est alimenté par l'interconnexion avec le SI Pouilly sous Charlieu (achat d'eau depuis 1963). La mise sous pression est assurée par le SI Pouilly (réservoir de la Goutte du Charme). La convention du 14/01/02 établit l'engagement de la ville de Charlieu à acheter un volume d'eau minimum de 10 000 m³/an. Le Syndicat s'engage à fournir à la collectivité de Charlieu une quantité maximale de 500 m³/j.

La mise en distribution est réalisée au moyen de conduites de DN 100 et 80 mm pour alimenter les secteurs les Broses Ouest, le Plateau, les Broses Est et en partie la Manne Nord, la Côte et le Moulin Brulé.

Le bas service est maillé avec le haut service en 2 points :

Maillage	Conduite amont	Conduite aval	Observations
Route de Fleurie (vers Foyer)	Moyen service (F150)	Bas service (F150)	Absence de réducteur de pression (F150) Absence de compteur
Lotissement Montplaisir	Moyen service (F100)	Bas service (F100)	Réducteur de pression + compteur

Il existe 2 points de maillage entre le haut et le moyen service :

- au droit du réservoir des Broses, permettant d'alimenter en secours le réservoir des Broses (robinet flotteur maintenu fermé),
- dans le lotissement de la Manne (vanne fermée, absence de réducteur de pression).

Il n'existe pas de maillage entre le haut et le bas service. Cependant les conduites des 2 services sont relativement proches l'une de l'autre sur un secteur (la Gerbette). A noter, en première approche, que le diamètre relativement faible des conduites du haut service permettrait difficilement un secours efficace du bas service.

Il existe une interconnexion de secours entre le bas service et le SI de Pouilly au droit de la ZA de St Bonnet. Le schéma directeur du SI de Pouilly établit la capacité de secours à hauteur de 31 m³/h.

2.4 Caractéristiques du réseau

2.4.1 Linéaires et matériaux constitutifs

Le réseau comporte 34.8 km de conduites (hors branchements), du diamètre 40 à 200 mm. Les conduites sont progressivement renouvelées par des canalisations en fonte et en PVC. La répartition actuelle par matériaux figure dans le tableau suivant :

Données à compléter.

2.4.2 Compteurs divisionnaires

Les volumes distribués sont comptabilisés par des compteurs divisionnaires répartis sur le réseau (Cf Synoptique). Les numéros de compteurs ont été définis par nos soins pour les besoins de l'étude :

N°	Ouvrage	Service	Diamètre	Télérelève
C5	Réservoir du Pailleron (ancien)	Bas service	150	Oui
C6	Réservoir du Pailleron (nouveau)	Bas service	150	Oui
C8	Réservoir des Brosses	Moyen service	80	Oui
C7	Réseau	Haut service	60	Oui
C9	Station de reprise	Bas service surpressé	32	Oui

L'ensemble des compteurs en distribution est relié à l'unité de télérelève.

2.4.3 Renouvellement de conduites

Si l'on considère que le réseau a été posé en même temps que la réalisation des premiers puits (1927), l'âge des réseaux est actuellement de près de 82 ans. On considère que la durée de vie moyenne d'un réseau est de l'ordre de 70 à 100 ans.

Afin de maintenir un âge moyen de réseau satisfaisant, il est nécessaire de procéder à des renouvellements.

Le tableau suivant récapitule les linéaires de conduites renouvelées au cours des dernières années (le linéaire renouvelé inclut les tronçons remplacés à l'identique ou renforcés) :

Données à compléter

Le réseau renouvelé est réduit au cours des dernières années.

Le plan n°1 joint présente l'âge du réseau. Le diagnostic est établi à partir de l'exploitant et de sa connaissance du réseau. Les tronçons renouvelés sont figurés.

Le plan concerne les renouvellements réalisés après 1990. Aucune information ne nous a été transmise pour l'historique antérieur.

L'exploitant a mentionné, dans son rapport d'exploitation de 2007, l'intérêt de renouveler dans les prochaines années les conduites situées :

- rue du Pont de Pierre,
- rue Farinet (plus branchements en plomb),
- chemin des Pensemolles (conduite cassante).

L'exploitant tient à jour une liste des vannes de sectorisation renouvelées.

L'exploitant réalise un contrôle annuel des singularités (ventouses, réducteurs de pression...).

2.4.3.1 Plans de réseau

L'exploitant dispose de plans complets du réseau de distribution en eau potable, sur lesquels sont reportés la nature et le diamètre des canalisations, ainsi que le positionnement des singularités (vannes de sectionnement, purges, stabilisateurs de pression, compteurs, poteaux incendie).

Le positionnement des fuites réparées et leur nature sont consignés depuis 1991.

Les plans sont relativement complets. La mise à jour des plans ne fait pas l'objet de cette étude.

2.5 Dysfonctionnements

Les dysfonctionnements relevés suite aux différents rapports consultés, aux discussions avec l'exploitant et à nos visites de terrain sont consignées ci-après.

2.5.1 Ouvrages de production

Les dysfonctionnements sont listés dans le § 3.2.

2.5.2 Station de traitement

La clôture de l'accès à la station de production devra être améliorée. Il a été constaté des dégradations sur la façade du bâtiment.

Il a été constaté, lors de notre visite, le vol de l'échelle d'accès au puits n°4.

2.5.3 Pompages

Le robinet flotteur équipant la conduite d'alimentation de la bache du surpresseur de Montrocher était bloqué en position ouverte lors de notre visite. Ce défaut a déjà été constaté par l'exploitant, et est vraisemblablement à l'origine, selon l'exploitant, d'une non-conformité bactériologique de l'eau (parois latérales de l'ouvrage noyées, lessivant les impuretés éventuelles).

Tous les pompages sont équipés d'une protection niveau bas en cas de manque d'eau dans la bache d'aspiration.

L'alternance de fonctionnement est réalisée manuellement par sélecteur.

L'exploitant ne signale pas de coups de béliers à l'enclenchement et à l'arrêt des pompes.

2.5.4 Réservoirs

Il n'est pas relevé de défauts majeurs sur les ouvrages de stockage, hormis une infiltration d'eau dans le réservoir des Brosses, entre la chambre des vannes et la cuve.

2.5.5 Réseau

2.5.5.1 *Vulnérabilité du réseau à la corrosion et localisation des fuites*

Le rendement du réseau est bon.

L'exploitant réalise une campagne annuelle de recherche de fuites. La méthodologie employée consiste à :

- positionner des prélocalisateurs de fuites sur le réseau,
- identifier les tronçons fuyards,
- affiner la localisation des fuites sur les tronçons identifiés fuyards, par corrélateur acoustique.

Il n'est pas réalisé de campagne nocturne de recherche de fuite.

Les compteurs de sectorisation sont équipés de systèmes de télérelève des index.

Un nouveau logiciel de traitement d'informations à partir des données en télétransmission (compteurs de sectorisation) sera prochainement mis en place. Cet outil permettra de suivre journalièrement l'évolution des débits minimums nocturnes par service. L'exploitant aura ainsi une connaissance quasiment en temps réel de l'évolution des volumes nocturnes transités, ce qui lui permettra d'augmenter sa réactivité pour la recherche et la réparation des fuites.

Le nombre de fuites réparées sur branchements et sur conduites depuis 2002 est reporté dans le tableau suivant :

	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Nb fuites sur canalisation	8	3	11	7	3	9
Nb fuites par km de canalisation	0.2	0.09	0.82	0.2	0.09	0.26
Nb de fuites sur brcht	11	7	10	14	4	10
Nb de fuites pour 100 brcht	0.6	0.4	0.57	0.8	0.23	0.56
Nb de fuites totales réparées	19	10	21	21	7	19

Environ 40 % des réparations de fuites concernent les canalisations. Ce constat met en évidence l'intérêt du renouvellement des branchements (60 % des fuites).

Les fuites réparées depuis 1991 sont positionnées sur le plan n°1.

2.5.5.2 Risques de retour d'eau

La plupart des branchements, notamment ceux posés depuis une quinzaine d'années, sont systématiquement équipés de clapets anti-retour (abonnés domestiques) ou de disconnecteurs (abonnés industriels). Les branchements les plus anciens, notamment ceux des abonnés pouvant présenter un risque sévère de contamination du réseau public en cas de retour d'eau (industries, exploitations agricoles) devront être équipés de dispositifs de sécurisation.

Le diagnostic et la mise en conformité des branchements pourra être réalisée au cours du renouvellement des compteurs abonnés.

2.5.5.3 Perception de l'eau par les abonnés

a - Turbidité de l'eau

Il est ponctuellement mesuré sur le réseau des valeurs importantes de turbidité, en raison de la remise en suspension des dépôts de fer et de manganèse accumulés dans le réseau. Ces remises en suspension sont plus importantes lors d'interventions sur le réseau (purges, manœuvres de poteaux incendie, réparations...). Les dépôts de matières ont essentiellement comme origine la turbidité résiduelle en sortie de station de production.

b - Goût de l'eau

Il n'est pas recensé de plaintes concernant le goût de l'eau.

2.5.5.4 Pression de service

a - Consigne de réglage des stabilisateurs de pression

Il existe un seul réducteur de pression sur le réseau du haut service.

Singularité	Localisation	Service	P amont	P aval
Réducteur de pression	Route de Fleurie	Haut Service (VEG SIE Pouilly)	?	2.0 à 2.5 bars

Aucune difficulté de réglage de la consigne n'est signalée.

b - Insuffisances de pression

Aucune plainte pour manque de pression sur le réseau n'est enregistrée.

2.5.5.5 Qualité de mesure des compteurs et débitmètres

Nous avons estimé, par compteur, les débits horaires (Q_{moy} , Q_{min} et Q_{max}) sur la base des débits moyens journaliers transités (à partir des relèves d'index réalisés en 2007 par l'exploitant).

- Q_{moy} (m³/h) = débit moyen journalier / 24
- Q_{min} (m³/h) = Q_{moy} * rendement de 75 %
- Q_{max} (m³/h) = Q_{moy} * coefficient de pointe de 2

Le débit minimum horaire a été calculé d'après le rendement. Le rendement de chaque antenne a été estimé arbitrairement à 90 %, qui correspond au rendement moyen à l'échelle de la commune. Le débit maximum a été calculé d'après le coefficient de pointe. Ce dernier a été pris comme hypothèse égal à 1.8, qui correspond généralement aux pointes horaires sur les réseaux de type semi-urbain.

Il a ensuite été déterminé, pour chacun des trois débits horaires calculés (Q_{moy} , Q_{min} et Q_{max}) et transités par le compteur, dans quelle gamme de mesure du compteur ils se situent et le % d'erreur tolérable associé (Cf fiches de compteur, annexe).

L'objectif est de déterminer si la classe du compteur est correctement déterminée par rapport aux débits transités.

Pour les compteurs situés sur réseau en refoulement, la qualité de mesure a été appréciée d'après trois paliers de débit :

- débit unitaire d'une pompe en fonctionnement (donnée constructeur),
- débit unitaire d'une pompe en fonctionnement plus ou moins 15 % correspondant à la possibilité de variation du débit sur la courbe de fonctionnement de la pompe.

a - Compteurs

Les caractéristiques métrologiques (Q_{min} , Q_t , Q_{max}) sont définies pour chaque compteur à partir du débit nominal (Q_n) et de la classe du compteur. La réglementation donne le pourcentage d'erreur maximum tolérable par plage de débit, selon les conditions de mesure sur banc d'essai ou en service. En service, l'erreur tolérable est présentée dans le tableau suivant :

	% erreur tolérable (en réseau)
< Q_{min}	Hors gamme de mesure
Q_{min} - Q_t	10 %
Q_t - Q_n - Q_{max}	4 %
> Q_{max}	Hors gamme de mesure

b - Débitmètres

Pour le type de débitmètre en place, la plage de mesure des vitesses d'écoulement dans la manchette doit être comprise entre 0.25 et 10 m/s. Pour cette gamme de mesure, la précision varie de 0.25 à 0.5 % selon le type de capteur utilisé. En deçà ou au-delà de cette gamme, les mesures ont lieu hors gamme de mesure. Les plages de vitesses détaillées et les conditions de mesures sont détaillées dans le tableau suivant :

Vitesse écoulement (m/s)	Qualité de mesure
<0.25	Hors gamme
0.25 à 1	Correcte
1 à 2	Optimale
2 à 10	Correct
> 10	Hors gamme

c - Non respect des conditions de pose

Il a été vérifié le respect des longueurs droites amont et/ou aval (n fois le DN du compteur). Ces longueurs droites ont pour objectif de stabiliser l'écoulement, sans effet perturbateur causé par une singularité (cônes, vannes de réglage, réducteur de pression, té, coude...). Les prescriptions à respecter sont données par les constructeurs.

Constructeur		Longueur droite minimum	
		Amont	Aval
Débitmètre		5	2
Compteur Schlumberger / Actarys	Woltmag M	non	Non
	Autres	0 à 15 selon type singularité	Non
Compteur SOCAM / SENSUS	WS	Non	Non
	Autres	3 (pour compteur jusqu'à DN 300), 5 au-delà	Non

d - Bilan

Sur la base des relèves d'index de compteurs fournis par l'exploitant, les volumes comptabilisés par chaque compteur en 2008 sont récapitulés dans le tableau suivant. Il est estimé, en fonction des caractéristiques de compteurs, la fiabilité de mesure de chacun.

Compteur		Diamètre (mm)	Débit transité (m3/h)					Estimation de la fiabilité de la mesure
			Moyen (mesuré)	Pointe (estimé)	Minimum (estimé)	Erreur théorique (%)	Plage de mesure débit moyen	
C1	Refoulement puits	80	100	115	85	4%	Qn-Qmax	Correctement dimensionné Longueur droite amont non respectée
C2	Refoulement bas service	150	150	173	128	4%	Qt-Qn	Correctement dimensionné Longueur droite amont non respectée
C3	Refoulement haut service	150	50	58	43	4%	Qt-Qn	Correctement dimensionné Longueur droite amont non respectée
C4	Arrivée sources (Pailleron)	80	25	30	1	4%	Qt-Qn	Correctement dimensionné Longueur droite amont respectée
C5	Distribution Pailleron (cdte DN175)	150	15	2	27	4%	Qt-Qn	Correctement dimensionné Longueur droite amont respectée
C6	Distribution Pailleron (cdte DN150)	150	20	2	36	4%	Qt-Qn	Correctement dimensionné Longueur droite amont respectée
C7	Achat d'eau Pouilly	80	30	3	54	4%	Qt-Qn	Correctement dimensionné Longueur droite amont respectée
C8	Distribution les Brosses	80	4	0	7	4%	Qt-Qn	Correctement dimensionné Longueur droite amont respectée
C9	Supresseur Montrocher	32	2	2.3	1.7	4%	Qt-Qn	Correctement dimensionné Longueur droite amont respectée

L'ensemble des organes de comptage sont adaptés aux débits transités.

2.6 Défense incendie

La réglementation en vigueur (circulaire de décembre 1951) prévoit, pour les zones de risque « normal », que les poteaux incendie branchés sur le réseau eau potable puissent être alimentés en continu pendant 2 heures à un débit de 60 m3/h, sous une pression résiduelle de 1 bar minimum. Ce débit impose donc une réserve en eau de 120 m3. Les hydrants doivent être disposés entre 200 et 400 m du site à protéger.

Les établissements sensibles vis-à-vis du risque d'incendie recensés sont les établissements recevant du public, les industries, et les exploitations agricoles (granges, stockage de foin).

Seul le réservoir des Brosses... dispose d'une réserve incendie de 120 m³,
Par conséquent, l'absence de réserve sur le service du Pailleron traduit une non-conformité de la défense incendie. Cependant, il convient de considérer qu'en cas de sinistre, et par conséquent en cas de vidange du réservoir (commande d'enclenchement de la station de pompage), la station de pompage du Pré de la Doux est capable de fournir un débit de 150 m³/h pendant plusieurs heures.

Seul le service surpressé ne dispose véritablement pas de réserve incendie.

Il n'existe aucune bache incendie enterrée sur le territoire d'étude.

2.7 Projets et études réalisées

Il existe actuellement un projet de construction d'une station de traitement (reminéralisation et traitement du fer / manganèse).

Cf § 3.5. Traitement.

3 LA RESSOURCE EN EAU

3.1 Les infrastructures

3.1.1 Puits du Sornin

3.1.1.1 *Localisation*

Le champ captant, situé sur les rives du Sornin, est composé de quatre puits. Deux puits sont situés en rive droite, et deux en rive gauche.

Les puits situés en rive droite (puits n° 3 et 4) sont situés sur la commune de Charlieu. Ils sont accessibles à partir de la desserte à la station de production en eau potable. Il s'agit des puits les plus récents (1987-88 / 1975 ?), mais ils ne sont plus exploités depuis le début des années 1990, compte-tenu de la présence dans l'eau de fortes teneurs en fer et manganèse. Le puits 3 demeure néanmoins utilisable en secours.

Les équipements des puits sont toujours en place.

Les puits situés en rive gauche (puits n° 1 et 2) sont situés sur la commune de Charlieu, dans un méandre de rivière. Ils ont été réalisés en 1927.

Il est également signalé la présence de fer et de manganèse dans l'eau, mais les teneurs sont cependant moindres que les puits de la rive droite.

3.1.1.2 *Caractéristiques*

Le puits 1 a les caractéristiques suivantes :

- cuvelage béton cylindrique (diamètre 3 m) sans barbacanes
- virole métallique à nervure repoussée (diamètre 1 m) située en fond d'ouvrage (captage de la nappe)
- profondeur : - 6.0 m / TN
- protection des crues par une réhausse du cuvelage (+ 1.6 m / TN)
- accès par une trappe et un tampon « Foug ».
- accès par une échelle, à la plateforme
- débit d'exploitation : 2 pompes immergées de 50 m³/h (HMT 12 m) fonctionnant en alternance

Le puits 2 a les caractéristiques suivantes :

- cuvelage béton cylindrique (diamètre 3 m) sans barbacanes
- captage d'eau probablement par le fond de l'ouvrage
- profondeur : - 4.0 m / TN
- protection des crues par une réhausse du cuvelage (+ 1.95 m / TN)
- accès par 2 trappes
- accès par une échelle, à la plateforme

- débit d'exploitation : 2 pompes immergées de 50 m³/h (HMT 12 m) fonctionnant en alternance.

L'alimentation des deux puits est mixte : outre leur équipement de captage propres (virole, barbacanes), ils possèdent chacun un drain DN 250 mm orienté en direction du Sornin (direction exacte et longueur inconnues). Chacun des drains est collecté par un tabouret situé à proximité des puits. Les deux tabourets évacuent l'eau collectée vers leur puits respectif, et sont de plus liaisonnés entre eux (drain ou canalisation DN 300 mm).

3.1.1.3 Exploitation

La mise en route des puits est commandée par le niveau d'eau dans la bache de production. Les 2 puits s'enclenchent simultanément.

Les 2 puits fonctionnent simultanément (une pompe par puits) avec un débit unitaire de 50 m³/h. Le débit d'exploitation est donc de 100 m³/h. Le bilan annuel de fonctionnement est donné dans le tableau suivant :

		Temps de fonctionnement (h/an)	Nb jour fonctionnement /an	Temps de fonctionnement moyen (h/j)	Volume produit (m ³ /an)	Débit d'exploitation (m ³ /h)
Puits 1	pompe 1	548	256	2,14	27392	50,0
	pompe 2	575	252	2,28	28728	50,0
	total	1123	254	4,42	56120	50,0
Puits 2	pompe 1	551	268	2,06	27470	49,9
	pompe 2	524	240	2,18	26160	49,9
	total	1075	254	4,23	53630	49,9
TOTAL		1099	254	4,33	109750	99,9

Chaque pompe fonctionne en moyenne près de 2 h/j.

D'après ces informations, la capacité maximale théorique des exhaures telle qu'utilisée actuellement est de 100 m³/h, soit 2 000 m³/jour sur une base de pompage de 20 h/j.

3.1.1.4 Dysfonctionnements

➤ Puits 1

Le rapport d'inspection vidéo réalisé en 1999 par SATIF a mis en évidence :

- légère corrosion de l'échelle d'accès au niveau d'eau
- présence de dépôts noirâtres sur l'ensemble du cuvelage
- crépines de pompes colmatées à 90 % par des formations ferro-manganiques (présence également sur la colonne d'exhaure)
- présence de sédiments sablo-limoneux en fond de puits
- matériaux divers sur l'annulaire : gravat, béton...

➤ Puits 2

Le rapport d'inspection vidéo réalisé en 1999 par SATIF a mis en évidence :

- présence de dépôts noirâtres sur l'ensemble du cuvelage
- crépines de pompes colmatées
- matériaux divers en fond d'ouvrage : tubes, planches, morceaux de crépine...

Les anciennes pompes du puits 2 ainsi que les anciennes colonnes d'exhaure sont toujours présentes dans l'ouvrage, la dépose étant impossible en raison du mauvais positionnement des trappes d'accès.

➤ Au cours de notre visite, nous avons constaté, pour ces 2 puits :

- l'absence de servitudes et de chemin d'accès (passage par une propriété privée)
- la clôture à renforcer (interdiction de l'accès du périmètre immédiat aux troupeaux)
- la vulnérabilité à préciser (pratiques culturales en amont du versant, étanchéité des fossés de collecte (stagnation d'eau)
- les trappes d'accès aux ouvrages non étanches (précipitations)
- l'absence d'équipements de protection individuelle sur les échelles d'accès à l'intérieur des puits, et sur les plateformes
- la plateforme du puits 2 est épisodiquement submergée (période de hautes eaux)
- la plateforme du puits 1 est difficilement accessible en raison de l'encombrement par les anciennes colonnes d'exhaure et le mauvais positionnement des trappes d'accès.

Aucun des puits n'a fait l'objet d'un entretien (nettoyage, dessablage, décolmatage) depuis leur création.

Le génie civil de la coupole du puits 2 est dégradée (éclats). Nous avons constaté qu'un arbuste pousse sur la coupole du puits 2. Il devra être arraché et l'étanchéité externe de la coupole devra être reprise.

La passerelle du puits 1 était noyée lors de notre visite.

3.1.2 Sources du Cergne

3.1.2.1 Localisation

La commune exploite 3 sites de captages situés sur la commune de le Cergne, situées d'amont en aval :

	Sites de captages		
	Poizat	Ravier	Chabas
Altitude	677 à 717	580	560
Nb de sources	9 en service (n° 1 à 9) + 2 HS (n° 10 et 11)	1	1

Les 3 sites de captages sont localisés sur la commune de Le Cergne. La source du Poizat est située à l'Est du Chef-lieu, tandis que les sources du Ravier et de Chabas, distantes l'une de l'autre d'environ 200 m, sont localisées à l'ouest du Chef-lieu. Les captages ont été réalisés en 1903.

3.1.2.2 Conduite d'adduction

L'eau captée par les sources est acheminée au réservoir du Pailleron par une conduite d'adduction en fonte grise de DN 100 mm à 150 mm, datant de 1903. Seule une partie de la conduite a été renouvelée en DN 125 mm en 1995.

La commune de Cuinzier a un droit d'eau sur les sources du Cergnes : elle utilise prioritairement l'eau en période d'étiage et cède le volume excédentaire (TP) en période.

Il existe un maillage entre la conduite d'adduction des sources de Charlieu et la conduite d'adduction de la source de Cuinzier (source de Troncy). Le maillage est localisé entre les sources de Troncy et de Chabas (en amont du raccordement de cette dernière sur la conduite d'adduction de Charlieu), sous le chemin communal n°4. Le débit de production évacué par la conduite d'adduction de Charlieu peut être régulé au moyen d'une vanne :

- en hiver, alimentation de Charlieu par les sources de Poizat, Ravier et Chabas,
- en été, alimentation prioritaire du réservoir de Cuinzier par les sources de Charlieu (Poizat et Ravier). Dans ce cas, seule la source de Chabas alimente directement Charlieu, le complément étant assuré par les puits, et éventuellement par la surverse du trop-plein du réservoir de Cuinzier.

Lors de notre visite du 18 mars 2009, la vanne était ouverte à moitié, avec répartition identique des volumes produits par les sources de Poizat et de Ravier, entre Cuinzier et Charlieu.

Le réservoir de Cuinzier (Bourg) est alimenté par les sources de Troncy, de Grelaie et de Fargeton. Il est également alimenté, en période estivale notamment (fonctionnement du maillage de Troncy), par les sources de Poizat et de Ravier.

Le trop-plein du réservoir est équipé d'un compteur. La surverse du trop-plein est raccordée par une canalisation spécifique, à la conduite d'adduction des sources de Charlieu (lieu-dit la Croix Rouge). Ainsi, en fonction de la production des sources, et des besoins de la commune de Cuinzier, la commune de Charlieu est alimentée soit par :

- la source de Chabas seule,
- les sources de Chabas / Ravier / Poizat,
- le mélange des sources de Chabas / Ravier / Poizat + Troncy / Grolaille / Fargeton (surverse TP rés. Cuinzier).

De ce fait, la commune de Cuinzier devra procéder à la mise en conformité de ses captages (études en cours) afin de garantir la qualité de l'eau produite pour compléter les besoins de Charlieu.

Les différentes singularités identifiées sur la conduite d'adduction figurent sur le schéma figurant en annexe 1, et sont listées dans le tableau ci-dessous, d'amont en aval :

Singularité	Localisation	Altitude (mNGF)	Objet	Etat
Sources de Poizat	Poizat (Le Cergne)	669		Cf prescriptions
Source de Ravier	Ravier (Le Cergne)	580		Cf prescriptions
Brise-charge avec trop-plein	Ravier (Le Cergne)	565	Permet le mélange des eaux de Poizat avec Ravier	Regard probable situé sous enrobé (non accessible)
Maillage de Troncy	Chabas (Le Cergne)	560	Permet la répartition des eaux captées par les sources de Poizat / Ravier entre Charlieu ou Cuinzier	correct
Sources de Chabas	Chabas (Le Cergne)	560		Cf prescriptions
Brise-charge avec trop-plein	Chabas (Le Cergne)	553.6	Permet le mélange des eaux de Poizat / Ravier avec Chabas	Regard sous voirie Tampon non étanche Forte vulnérabilité de l'eau (acte de malveillance ou accident)
Compteur	Ronzières (Le Cergne)	545	Permet de mesurer la production des sources de Poizat, Ravier et Chabas	Boîte à boue nécessitant un nettoyage mensuel (boues et matières organiques) Compteur bruyant
Purge	Ronzières (Le Cergne)	520.5		?
Brise-charge	Biot (Cuinzier)	520		Supprimé
Compteur	Réservoir Cuinzier	529	Permet de mesurer la production (surverse TP réservoir)	Correct
Ventouse	Mont-Rose (Cuinzier)	554	Sur conduite TP réservoir Cuinzier	?
Interconnexion	Croix-rouge (Cuinzier)		Permet de compléter la production des sources de Charlieu par l'excédent de production de Cuinzier	Branchement situé sous enrobé (non accessible)

Singularité	Localisation	Altitude (mNGF)	Objet	Etat
Brise-charge	Croix-rouge (Cuinzier)	502.7		Supprimé
Brise-charge	Mairie (Cuinzier)	470		Supprimé
Brise-charge	Dépôt (Cuinzier)	432		Supprimé
Brise-charge	Scierie (Mars)	372.2		Supprimé
Stabilisateur de pression amont	Pont de Fer (Mars)	350	Situé sur conduite de décharge. Permet de soutirer de l'eau en cas de pression amont supérieure à la consigne (3 bars ?)	Vanne fermée Jamais utilisé Tampon HS
Purge	Four à Chaux (Mars)	352		?
Vanne de décharge	Chandon (ancienne mine)	353		?
Ventouse	Goutte Thessonnière	356		?
Comptage et chloration	Arrivée réservoir du Pailleron	313.38	Production sources le Cergne	Correct

Les volumes produits par les sources de Poizat / Ravier / Chabas sont comptabilisés par le compteur des Ronzières. Une boîte à boue protège le compteur contre les éléments solides qui pourraient l'endommager. La boîte à boue sur ce site nécessite un nettoyage mensuel. Une quantité significative de fines, divers débris et matières organiques (vers de terre...) est soustraite du boîtier à chaque intervention. Le compteur est équipé d'une conduite en by-pass, ce qui facilite les interventions.

Le stabilisateur amont, situé au droit de Mars, n'est pas utilisé et son utilisation n'est pas justifiée.

Le brise-charge de Chabas, qui permet le mélange des eaux produites par cette source, avec les eaux produites par les sources de Poizat et Ravier, est situé sous la voie communale n°4. Un tampon hydraulique non étanche et non verrouillé permet l'accès direct à l'ouvrage. Ce type d'ouvrage constitue un point noir pour la vulnérabilité de l'eau captée.

Il est identifié un certain nombre de risques de pollution possibles :

- ruissellement sur voirie de produits de traitement phytosanitaire des bords de route,
- lessivage de voirie (métaux, hydrocarbures...),
- déverse accidentelle de produits dangereux (risque de confusion avec réseau d'assainissement en cas de travaux sur voirie...)

3.1.2.3 Conclusion

Les sources du Cergne font l'objet d'une DUP en vu de protéger les captages contre toute pollution d'origine accidentelle et chronique.

Il s'avère, suite à nos visites des ouvrages, que la conduite d'adduction puisse présenter certaines faiblesses d'étanchéité qui pourraient conduire à la vulnérabilité de l'eau captée.

Par conséquent, il sera nécessaire de :

- **compléter la connaissance du réseau d'adduction, en localisant et vérifiant l'état des ouvrages pour lesquels aucune information n'est disponible,**
- **vérifier l'exactitude de renseignement des ouvrages supprimés (brise-charge),**
- **procéder à une réhabilitation des ouvrages défailants présentant une vulnérabilité pour l'eau captée.**

La réhabilitation portera notamment sur le brise-charge de Chabas, pour lequel il est , en première approche, fortement recommandé de :

- dériver l'ouvrage hors de la chaussée (sur talus ou en bordure de champ, voire du le périmètre du captage de Chabas, si il est vérifié que la conduite puisse supporter une augmentation de pression d'environ 1 bar),
- réaliser une chambre étanche pour éviter tout risque de pénétration d'eau à partir du terrain encaissant,
- sur-élever l'ouvrage pour éviter tout risque d'intrusion d'eau de ruissellement,
- placer un regard étanche et verrouillé,
- clôturer l'enceinte et apposer un écriteau renseignant sur la nature de l'ouvrage.

3.1.2.4 Autorisations de prélèvement et situation administrative

a - Sources du Cergne

La commune de Charlieu a engagé une démarche de mise en place des périmètres de protection pour les sources du Cergnes en 2007. Le dossier DUP pour l'instauration des périmètres de protection et des servitudes est actuellement en cours de finalisation. L'enquête publique pourra être réalisée prochainement. L'arrêté préfectoral de DUP sera délivré en fonction des conclusions de l'enquête.

Le dossier s'appuie sur le rapport hydrogéologique réalisé en août 2004.

Les prescriptions générales, reprises dans le dossier de DUP, sont détaillées ci-après.

Les prescriptions pour le périmètre de protection immédiat de chaque site sont les suivantes :

- acquisition foncière par la commune de CHARLIEU,
- clôture du périmètre et affichage de panneaux d'information,
- étanchéité des ouvrages de captage et des chambres de réunion (génie civil et fermeture),
- protection des points de collecte par un local bétonné comportant une fermeture étanche,
- seule l'activité d'exploitation des ouvrages est autorisée,
- les arbres situés à moins de 5 m (10 m souhaitable) doivent être abattus et évacués,
- entretien des espaces enherbés par fauchage, évacuation après intervention, des coupes et des branchages,
- interdiction d'utilisation de traitement chimique
- suppression des zones de stagnation des eaux superficielles (détournement par fossé).

Les prescriptions pour le périmètre de protection rapproché de chaque site sont les suivantes :

- interdiction de travaux susceptible de détourner tout ou partie des eaux captées (préservation quantitative de la ressource),
- interdiction d'activités, de construction d'ouvrages et de travaux susceptibles d'induire une altération de la qualité de l'eau captée (pollution de type microbienne, organique ou chimique, chronique ou saisonnière) : pâturage intensif, apport de fumiers ou lisier hors plan de fertilisation raisonné, stockage de matières polluantes, traitement intensif des cultures, des fossés, création de réseaux d'assainissement sauf raccordement d'habitations en assainissement autonome, restriction des constructions de bâtiments...

Le PPR concerne le bassin versant d'alimentation supposé des sources

Il n'est pas défini de périmètre de protection éloigné.

La carte des périmètres est jointe en annexe 1 (fiches d'ouvrages).

Les prescriptions propres à chaque captage, figurant dans le dossier DUP, sont listées dans le tableau ci-après. *Les compléments d'informations suite à nos visites sont reportés en italique :*

	Sites de captages		
	Poizat	Ravier	Chabas
Vulnérabilité sur site	<ul style="list-style-type: none"> - Absence de clôture - Zone boisée (ONF) - Regards non surélevés et tampons non étanches 	<ul style="list-style-type: none"> - Absence de clôture sur l'ensemble du pourtour - Tampon non étanche 	<ul style="list-style-type: none"> - PPI traversé par une canalisation de ruisseau (DN 500 mm) non étanche - <i>Zone en partie boisée</i>
Vulnérabilité externe (contexte environnemental)	<ul style="list-style-type: none"> - Quelques habitations situées en amont (AC) - Prairies en amont - Chemin rural n°1 en amont 	<ul style="list-style-type: none"> - Route départementale n°31 et quelques habitations situées en amont - Prairies pâturées et cultures en amont - <i>Présence de troupeaux à proximité immédiate du captage</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - Chemin communal n°4 situé en amont immédiat - Prairies pâturées et cultures en amont
Prescriptions proposées sur site (PPI)	<ul style="list-style-type: none"> - Acquisition des parcelles B784, B74, B76 et B844 - Clôture du périmètre immédiat - Surélévation des regards de jonction - Mise en état des fermetures et aération des ouvrages - Détournement des eaux des captages 10 et 11 qui devront être abandonnés - Evacuation des troncs et branchages - Remblai (matériaux propres) de la mare située vers la source n°9, drainage et évacuation des eaux hors du PPI - <i>Réfection de l'étanchéité du bac de collecte (chambre en bordure de route)</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - Acquisition des parcelles D88, D101 et D102 - Surélévation du regard - Etanchéité du dispositif de fermeture - Suppression de la stagnation des eaux de ruissellement sur le site - Clôture du périmètre immédiat 	<ul style="list-style-type: none"> - Parcelles D112 et D113 appartenant à la commune de Charlieu - Mise en état des fermetures et aération de l'ouvrage - Débroussaillage et abattage d'arbres à proximité des drains - Remplacement de l'échelle d'accès - Renouvellement ou détournement de la conduite (ruisseau)
Prescriptions proposées à proximité du site (limite de PPI)	<ul style="list-style-type: none"> - Détournement des eaux de ruissellement (voirie et prairie) arrivant sur le site, par un fossé étanche 		<ul style="list-style-type: none"> - Détournement des eaux de ruissellement (voirie et prairie) arrivant sur le site, par un fossé étanche
Prescriptions particulières proposées à l'extérieur du site (PPR)	Cf prescriptions générales		

La commune de Charlieu est propriétaires des parcelles incluses dans le PPI de la source de Chabas. En revanche, le maître d'ouvrage n'est pas propriétaire de l'ensemble des parcelles incluses dans le PPI des sources de Ravier et du Poizat. L'ensemble des sites de captage est classé en zone NC.

Le dossier de DUP recommande de nettoyer régulièrement et de remettre en état les ouvrages. Une attention particulière devra être apportée aux dispositifs de fermeture et d'aération des ouvrages.

Nous complétons ces recommandations sur 3 points :

- *un dispositif de détection anti-intrusion pourra être mis en place sur les regards de jonction des captages, les chambres de captage et les brise-charge,*
- *les arbres situés à proximité immédiate des drains de la source de Chabas ont été coupés. Il reste cependant des arbres situés à environ 10 m des drains. Les intrusions racinaires devront être coupées et une surveillance de l'évolution de croissance permettra de statuer sur la nécessité d'abattre d'autres arbres,*
- *les chambres de captage doivent être nettoyées régulièrement afin de retirer les matières décantables et éviter leur entraînement vers le réseau,*
- *l'absence de bac de décantation et de bac « pied sec » dans le regard de collecte de la source de Ravier, couplée à l'exiguïté de la chambre, ne permettent pas une exploitation de l'ouvrage dans de bonnes conditions (chute d'éclats de rouilles lors de la descente à l'échelle, pose des pieds dans l'eau...). Un agrandissement de la chambre, avec mise en place de 2 bacs (décantation / « pieds sec » et échelle en retrait du fil de l'eau permettrait à l'exploitant de réaliser ses interventions sans risque de souiller l'eau captée,*
- *la clôture des ouvrages doit permettre l'interdiction de pâture des troupeaux à proximité immédiate des captages.*

Les coûts des travaux préconisés dans le dossier DUP pour la mise en conformité des captages est reporté dans le tableau suivant :

	Sites de captages		
	Poizat	Ravier	Chabas
Coût estimatif	59 200 €HT	13 200 €HT	38 650 €HT

Le coût total des travaux de réhabilitation des captages représente 111 050 €HT.

Par ailleurs, l'hydrogéologue préconise la mise en œuvre d'un suivi de chaque drain afin d'améliorer la connaissance du fonctionnement des ouvrages et d'apprécier l'efficacité des mesures de protection. Le suivi pourra porter sur les mesures suivantes :

- débit,
- température,
- conductivité.

Ces mesures pourront être complétées par des analyses périodiques (eaux brutes).

b - Puits du Sornin

Aucune démarche de protection de la ressource n'a été engagée concernant les puits du Pré de la Doux.

Cependant, le cabinet CPGF HORIZON a réalisé une étude hydrogéologique en 2008, comportant des pompages d'essai, afin de :

- comprendre le fonctionnement du champ captant et de caractériser la répartition des apports de versant et de la rivière,
- préciser l'origine de la contamination en fer et en manganèse,
- permettre la détermination des périmètres de protection immédiat par l'hydrogéologue agréé.

A l'issue de l'étude, le cabinet propose 2 solutions :

Solution A

- inspection vidéo des drains et de la conduite de liaison
- travaux de décolmatage des puits (traitement à l'acide)
- obturation définitive des drains si l'amélioration du rendement des puits est suffisant pour assurer la production d'eau en période d'étiage.

Il est souligné que l'amélioration du rendement des puits suite au décolmatage pourra favoriser l'alimentation par la zone réduite, et donc induire une augmentation des teneurs en fer et manganèse.

Solution B

- prospection géophysique en vue de caractériser la géométrie de l'aquifère
- réalisation d'un nouvel ouvrage de captage (puits à drains ou tranchée parallèle à la rivière), permettant d'obtenir un débit suffisant avec une eau de qualité requise (faibles teneurs en manganèse)

3.2 L'hydrogéologie

3.2.1.1 *Puits du Sornin*

Les puits captent les alluvions actuelles et anciennes du Sornin, qui ne forment qu'un seul aquifère. Les caractéristiques de la nappe sont :

- perméabilité : $1,5 \cdot 10^{-3}$ m/s
- transmissivité : $6 \cdot 10^{-3}$ m²/s
- coefficient d'emmagasinement : 5 %

L'aquifère est composé de sables de granulométrie hétérogène, avec une alternance de galets et de graviers concassés et roulés. Son épaisseur est faible en bordure de rivière (2.90 m) et semble plus importante sur le versant (3.9 à 7 m).

L'aquifère est libre au droit du champ captant, mais il devient semi-captif à captif en direction du versant.

Le Sornin constitue le niveau de base de l'aquifère : il draine le versant en période d'étiage, et il alimente la nappe en période de crue ou en régime dynamique (pompage dans les puits).

L'aquifère est alimenté à la fois par les eaux météoritiques et les apports de versant. La campagne de mesure a mis en évidence que la rivière participe à l'alimentation des puits en régime dynamique.

Le rayon d'influence est de l'ordre de 100 m, mais il s'étend plus rapidement en direction du versant lorsque les drains sont obturés. Les berges du Sornin ne semblent donc pas colmatées.

3.2.1.2 Sources du Cergne

Les sources sont situées sur des terrains granitiques, recouverts en surface par leurs produits d'altération, d'épaisseur très variable et éventuellement remaniés en colluvions de pente. Cet horizon superficiel est le siège de nappes de versant qui donnent localement naissance à des sources pérennes quand le réservoir aquifère est suffisant.

Ces nappes sont caractérisées par des variations importantes de débit et par une dépendance étroite par rapport aux précipitations sur le bassin versant.

3.3 Vulnérabilité des ressources

3.3.1 Puits

3.3.1.1 *Vulnérabilité qualitative*

a - Protection de surface

La couverture de l'aquifère à proximité des captages ne permet pas une bonne protection de l'aquifère (terre végétale d'environ 0.30 m d'épaisseur). En revanche, la couverture argileuse du versant (1.50 à 7 m d'épaisseur) offre une bonne protection naturelle de l'aquifère.

Ainsi, compte-tenu des problèmes de contamination bactériologique récurrente de l'eau captée, il semble nécessaire, en première approche, de renforcer la protection du champ captant à l'amont de son périmètre immédiat :

- renforcement de la clôture sur l'ensemble du pourtour (sauf rive) et du portail d'accès pour interdire l'accès aux troupeaux,
- mise en place d'un fossé de collecte étanche permettant de détourner les eaux de ruissellement provenant du versant, avec point de rejet dans le Sornin en aval du champ captant.

b - Contexte environnemental

Les sites sensibles pouvant être à l'origine d'une pollution sont les suivants :

• **Agriculture**

Aucune activité céréalière n'est recensée en amont des captages. Une exploitation agricole est située en amont immédiat des captages (200 m). La prairie en amont est destinée au pâturage (bovins).

L'activité agricole ne semble pas avoir un impact sur la qualité de la ressource, en raison de la protection naturelle de l'aquifère (couverture épaisse imperméable) et des conditions réductrices (favorisant la dénitrification à l'origine de la présence d'ammonium et de nitrites).

• **Qualité du Sornin**

Il a été mis en évidence la relation existant entre la nappe et le Sornin, notamment en période de crue.

D'un point de vue qualitatif, les analyses SEQ-Eau réalisées en amont et en aval du champ captant mettent en évidence :

- une bonne qualité globale et l'absence d'eutrophisation
- une tendance à l'altération de la qualité en aval de Charlieu sur les paramètres matières organiques et oxydables, ainsi que les matières phosphorées, en hiver et surtout en été (réduction de la dilution des rejets de station en période de basses eaux)
- une tendance à la dégradation de l'eau pour les nitrates, en amont et en aval du champ captant en été (phénomène de réduction de la dilution des rejets des stations de St Denis la Cabane et Charlieu) et en hiver (lessivage des amendements agricoles et élevage)

La réalisation d'une simulation hydraulique pourra permettre de quantifier, en cas de pollution sur la rivière, la vitesse du transfert vers les ouvrages de captage.

En première approche, le Sornin constitue un axe de vulnérabilité potentielle en cas de pollution accidentelle.

Par extension, l'ensemble des collectivités disposant de puits situés en bordure immédiate du Sornin, et alimentés préférentiellement ou en partie par cette ressource présentent la même vulnérabilité.

- **ZI**

Aucune activité industrielle n'est recensée à proximité des captages.

- **Assainissement**

D'après le cabinet CPGF, le point de rejet de la station d'épuration de St Denis de Cabanne, situé 3 km en amont des captages, est suffisamment éloigné pour garantir l'absence de pollution de l'eau captée.

Il sera nécessaire de vérifier les conditions d'assainissement de la ferme située en amont immédiat des puits 1 et 2, ainsi que les conditions de stockage des fumures (plate-formes avec rétention des jus...).

- **Réseau routier, SNCF et fluvial**

Le risque de pollution accidentelle par le réseau routier est jugé faible compte-tenu de l'éloignement des puits de ces axes.

Il pourra être nécessaire de détourner les fossés de collecte de ces axes routier, du périmètre de captage des eaux (étude hydrogéologique complémentaire).

- **Risque d'inondation**

D'un point de vue hydrologique, le Sornin présente une amplitude significative des débits (enregistrement station de Tigny, située à 2500 m du champ captant) :

- débit moyen interannuel : 7.080 m3/s
- débit hautes eaux d'hiver (novembre à mai) : 6.95 à 13.50 m3/s
- débit basses eaux d'été (juin à octobre) : 1.64 à 5.03 m3/s
- étiage (débit quinquennal) : 0.076 m3/s
- débit maximal : 339 m3/s

Les débordements de la rivière sont fréquents en hiver, avec pour effet une inondation des terrains situés dans le périmètre immédiat des captages. Des pointes de turbidité sont observées au cours des périodes d'inondation.

Les puits de captage ont été inondés en décembre 2003 et novembre 2008. Il a été noté une augmentation notable de la turbidité (au-dessus de la limite de qualité) ce qui a entraîné la procédure de déclaration d'eau impropre à la consommation (information des abonnés sensibles et limitation des besoins).

Le taux de chloration a été augmenté afin de réduire les risques de contamination bactériologique.

A ces périodes, les sources ont été utilisées à pleine capacité, ainsi que l'achat d'eau à Pouilly.

3.3.1.2 Vulnérabilité quantitative

Les pompages d'essai ont mis en évidence un débit critique global de 65 m³/h sur l'ensemble du champ captant (2 puits en pompage simultané par une pompe chacun, et alimentation avec les drains). En situation de drains obturés, le débit critique global chute à 30 m³/h.

De ce fait, le débit d'exploitation (100 m³/h) est nettement supérieur à la valeur recommandée (65 m³/h). Le dépassement du débit critique se traduit par une vitesse d'entrée dans les crépines trop élevées, ce qui induit la précipitation de fer et de manganèse (colmatage des équipements).

Par conséquent, le cabinet recommande, afin de pérenniser les ouvrages, de diminuer le débit d'exploitation à 60 m³/h.

La production sera maintenue par une augmentation des temps de pompage, qui passeraient ainsi de 4.3 h/j en moyenne à 7.2 h/j.

D'après ces informations, la capacité maximale réellement disponible des exhaures serait de 1 200 m³/jour sur une base de pompage de 20 h/j.

Par ailleurs, la diminution du débit d'exploitation pourrait également permettre, selon le cabinet, d'améliorer la qualité de l'eau (diminution de la turbidité notamment).

3.3.2 Sources du Cergne

3.3.2.1 Vulnérabilité qualitative

Les eaux captées circulant à faible profondeur, il y a lieu de considérer les nappes de versant comme vulnérables.

La mise en place des périmètres de protection permettra de sécuriser la ressource.

3.3.2.2 Vulnérabilité quantitative

La capacité de production des sources du Cergne n'est pas connue.

Le débit des sources est très variable au cours de l'année et dépendant des conditions pluviométriques.

Les jaugeages réalisés dans le cadre de notre mission sont présentés ci-après. Nous avons également reporté, pour information, les débits mesurés en figurant dans le dossier DUP.

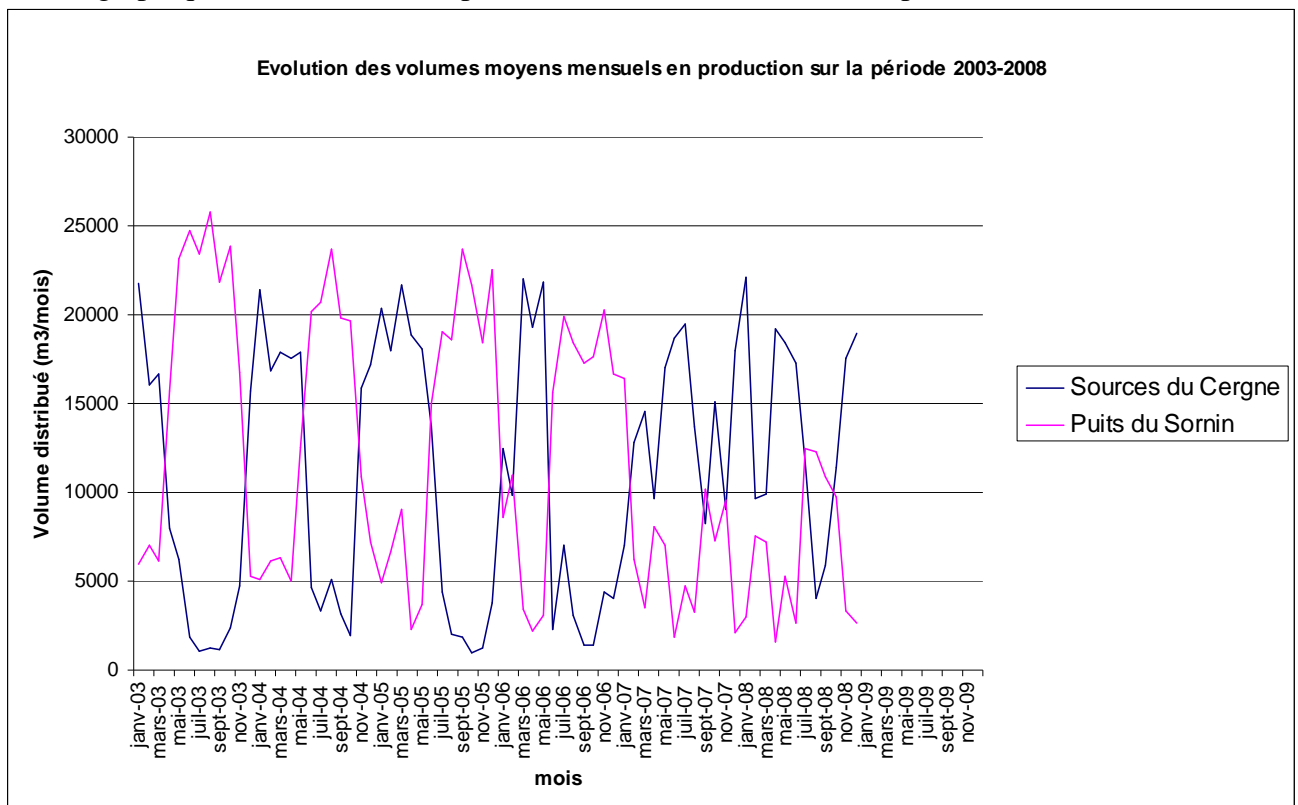
	Débit (m3/h)		Site de mesure le 18/03/09
	24/07/2001	18/03/2009	
Sources du Poizat (mesuré)	6.15	16.49	chambre de départ (somme des drains)
Source de Ravier (mesuré)	0.9	2.23	drain
Total Poizat + Ravier (calculé)		18.72	-
<u>Maillage Troncy (vanne 1/2 ouverte)</u>			
Départ Cuinzier (calculé)		9.36	-
Départ Charlieu (mesure brise-charge Chabas)		9.36	-
Chabas	3.96	non jaugé	
<u>Brise-charge de Chabas</u>			
Arrivée source de Chabas		4.79	départ Chabas
Arrivée sources de Poizat + Ravier		9.36	conduite adduction
Total		14.15	
Compteur de Ronzière		11.99	regard
TP réservoir de Cuinzier : surverse (calculée)		15.31	-
Arrivée réservoir du Pailleron		27.3	compteur

A noter la différence de débit mesurée entre le brise-charge de Chabas (14.15 m3/h) et le compteur de Ronzière, laissant suspecter soit :

- une perte de volume en route,
- un sous-comptage de Ronzière (compteur bruyant).

3.3.3 Bilan des ressources

Le graphique suivant illustre la production des 2 ressources sur la période 2003-2007.



Les deux ressources exploitées par la commune ne sont pas utilisées de manière continue au cours de l'année.

En effet, les sources sont utilisées toute l'année, mais elles disposent d'un potentiel de production très variable :

- maximum en hiver et au printemps, avec une production mensuelle de l'ordre de 18 000 à 20 000 m³ (soit 590 à 650 m³/j)
- un étiage estival marqué et soutenu, la production mensuelle pouvant chuter jusqu'à 3 000 voir 1 000 m³ (soit 32 à 95 m³/j).

Les étiages des années 2007 et 2008 ont été moins marqués en raison d'une pluviométrie plus importante en période estivale que les autres années. La production mensuelle enregistrée a été respectivement de l'ordre de 10 000 m³ et 4 000 m³ (soit 130 à 325 m³/j).

A l'inverse, les puits sont généralement sollicités de manière plus importante l'été, en période d'étiage des sources.

La production mensuelle de pointe a atteint entre 18 000 et 23 000 m³ de 2003 à 2006 (soit 580 à 750 m³/j).

Il est à noter que la pluviométrie abondante au premier semestre 2007 a permis d'utiliser au maximum les sources et de modifier l'équilibre de production habituel. Le recours au pompage des puits du Pré de la Doux est réduit depuis cette période.

Pour le cas particulier de l'année 2003 (sécheresse exceptionnelle), les besoins ont pu être satisfaits. Bien que le débit des sources du Cergne aient été très faible, le complément a pu se faire par une sollicitation plus importante des puits du Pré de la Doux et par une augmentation des achats d'eau au SIE de Pouilly sous Charlieu.

Néanmoins, la sollicitation des puits du Pré de la Doux a été poursuivie jusqu'à l'automne et en hiver, ce qui a eu pour effet la mise en distribution d'une eau turbide sur cette période (eau chargée en fer et manganèse).

De plus, les fortes précipitations de décembre 2003 ont provoqué une nette augmentation de la turbidité de l'eau de production (sources et puits), ce qui a conduit à prendre un arrêté de restriction de l'usage de l'eau. De l'eau en bouteille a été distribuée par l'exploitant sur la période du 4 au 8 décembre.

Dans le détail, l'analyse des compteurs situés le long de la conduite d'adduction a permis de préciser l'apport des différentes origines de l'eau produite par les sources du Cergne.

Le compteur de Ronzières mesure la totalité de la source de Chabas et le surplus des sources de Poizat et du Ravier, non prélevées par la commune de Cuinzier. Les volumes mensuels minimum mesurés en étiage sont de 445 m³, soit 15 m³/j.

La surverse du trop-plein du réservoir de Cuinzier (prélèvement des sources de Poizat, Ravier et ressources propres) peut fournir, à l'étiage, un volume mensuel de 500 m³, soit 16 m³/j.

Au total, l'étiage le plus sévère a été enregistré en entrée du réservoir du Pailleron en octobre 2005, correspondant à un volume mensuel de 950 m³, soit 30 m³/j.

A cette période, la production mensuelle des puits s'est élevée à 21 700 m³, soit 700 m³/j.

En considérant la production globale annuelle des sources, la répartition entre le compteur de Ronzière et la surverse du trop-plein du réservoir de Cuinzier est quasiment égale :

- Ronzière : 53 % de la production,
- TP Cuinzier : 47 %.

3.4 Traitement

3.4.1 Traitement de la production

Il n'existe aucun traitement des ressources exploitées, à l'exception d'une chloration (chlore gazeux) en production :

- sur la conduite d'adduction des sources du Cergne, en entrée des réservoirs du Pailleron,
- en sortie de la bâche de production de la station du Pré de la Doux (puits), sur chacune des deux conduites de refoulement.

3.4.2 Projets de traitement

L'avant projet et le cahier des charges ont été réalisés en 2008 par le cabinet SAUNIER. Ce dossier prévoit, dans l'ordre du cheminement hydraulique :

- le détournement de l'eau de sources à l'arrivée du réservoir du Pailleron, par la pose d'une conduite de transfert DN 100 mm sur 600 ml, jusqu'à une bâche de mélange des eaux (passage sous 2 routes départementales et sous le Sornin par tranchées ouvertes ou fonçage),
- le remplacement des pompes d'exhaure des puits (30 m³/h)
- le détournement de la conduite de refoulement des puits par une conduite DN 300 mm, jusqu'à une bâche de mélange des eaux,
- la mise en place d'un turbidimètre, d'un débitmètre et d'une vanne de régulation en entrée de la bâche de mélange, sur chacune des conduites d'adduction (sources / puits) afin de permettre de fermer l'arrivée des sources ou de stopper les pompes en cas de dépassement d'une valeur limite de turbidité. Une chambre sera créée sur la conduite de transfert des sources, et sera équipée :
 - du débitmètre à l'arrivée des sources permettant de contrôler la vanne motorisée d'arrivée des sources (débit contrôlé), le fonctionnement des pompes d'exhaures des puits, les débits d'injection des réactifs,
 - une conduite d'alimentation de la bâche de mélange équipée d'une crépine et d'une électrovanne,
 - un trop-plein

Chacun des deux puits sera équipé d'un turbidimètre afin de permettre l'arrêt d'un puits éventuellement plus chargé en matières. L'ensemble des appareils de mesures seront reliés à l'unité de télésurveillance,

- la construction d'une station de traitement du fer et du manganèse (eau de nappe uniquement) par filtration sur un massif de sable et de bioxyde de manganèse,
- la construction d'une bache enterrée de mélange des eaux brutes de source et des puits après traitement du fer et du manganèse,
- la mise en place d'une station de reprise, avec 2 pompes à débit variable de 45-90 m³/h,
- la construction d'une station de reminéralisation par injection de chaux et de CO₂,
- la mise en place de sondes de mesures du pH dans la cuve de mélange des réactifs (station de reminéralisation) et en sortie (eau traitée), reliés à l'unité de télésurveillance,
- le remplacement des pompes du bas service (Pailleron, 150 m³/h) par des pompes à débit 45 – 90 m³/h.

Il est également prévu les aménagements suivants :

- la création d'une bache d'eaux sales (lavage des ouvrages et des surfaces),
- la mise en place d'un automate,
- l'aménagement d'un chemin d'accès à la station (enrobé) et d'une desserte intérieure,
- la clôture du site et la mise en place d'un portail d'accès.

La station sera alimentée en priorité par les sources. Néanmoins, la bache de mélange aura pour fonction de permettre une répartition constante de l'eau de la nappe et des sources, dans des conditions prédéfinies en fonction du débit des sources, dès lors que le recours aux 2 ressources est indispensable pour la production d'eau potable.

Les opérations d'automatisation permettront :

- le réglage de la vanne de régulation sur l'eau brute des sources en fonction du débit enregistré,
- le fonctionnement des pompes d'exhaure des puits en fonction de la plage de débit des sources.

L'arrivée des 2 conduites de transfert sera réalisée par le fond afin d'éviter toute chute d'eau préjudiciable pour le traitement de reminéralisation à mettre en œuvre.

Il a été défini initialement un volume de la bache de 180 m³ (temps de mélange de 2 heures au débit nominal de 90 m³/h). Cependant, si la collectivité souhaite utiliser le maximum des sources, la bache devra avoir un volume de 500 m³.

Le dimensionnement de la station de traitement de reminéralisation a été réalisé à partir de la situation la plus pénalisante, c'est-à-dire l'alimentation de la station uniquement à partir des sources.

L'installation comprend :

- une cuve de stockage du CO₂,
- un circuit d'injection du CO₂
- un silo à chaux de 15 m³,
- un circuit de distribution de la chaux,
- une cuve de préparation du lait de chaux,
- un circuit de distribution du lait de chaux
- un saturateur dynamique pour la préparation de l'eau de chaux,
- un bac de stockage de l'eau de chaux,

- un circuit de distribution de l'eau de chaux,
- un circuit de distribution de l'eau de service,
- une bache de contact des réactifs de 45 m³,
- 2 pompes de reprise de l'eau de mélange à débit variable (45 à 90 m³/h),
- un automate et une télésurveillance.

Les débits d'injection des réactifs (chaux et CO₂) seront asservis aux débitmètres situés sur l'alimentation par les sources et les puits, afin de tenir compte de la qualité des eaux brutes induite par le mélange des 2 ressources.

Le traitement du fer / manganèse par filtration bi-couche sable / bioxyde de manganèse (MnO₂) permettra :

- d'éliminer le fer et le manganèse au sein d'un même ouvrage,
- d'éviter l'emploi d'un réactif oxydant en continu,
- de diminuer la turbidité naturelle de l'eau par action de la filtration.

Le bioxyde de manganèse agit sur l'eau à traiter de deux manières :

- par action catalytique (le matériau de filtration servant de support à l'adsorption du manganèse dissous)
- par action oxydante (oxydation du manganèse et du fer ferreux permettant la précipitation de ces éléments)

Deux analyseurs de chlore sont disposés sur le réseau, en sortie des réservoirs du Pailleron et des Brosses.

Une partie des installations pourra être implantée dans le bâtiment existant, une autre nécessitant une extension (bache de mélange, pompes de reprise et bache de contact des réactifs), et enfin une partie étant installée à l'extérieur (stockage des réactifs et circuits de distribution).

La station devra permettre d'obtenir, en toutes circonstances, le respect des exigences réglementaires en vigueur dans le cadre de la distribution d'une eau de consommation et notamment :

- une turbidité inférieure à 0.5 NFU en sortie de filière,
- une eau à l'équilibre calco-carbonique (pH = 8, TAC = 8, TH = 8).

La capacité de traitement nominal est de 90 m³/h durant 20 h/j, soit 1 800 m³/j.

La mission est décomposée en une tranche ferme et plusieurs tranches conditionnelles. Les tranches conditionnelles sont les suivantes :

- extension du bâtiment,
- mise en place d'un traitement du fer et du manganèse,
- construction d'une bache d'eaux sales,
- reprise de la façade du bâtiment existant,
- remplacement des pompes d'exhaure des puits.

Les coûts sont présentés dans le tableau suivant, dans le cas de la réalisation d'une bâche de mélange de 180 m³ ou de 500 m³ (optimisation des sources) :

	Tranche ferme (€HT)	Tranches conditionnelles (€HT)	Total (€HT)
Bâche 180 m ³	660 000	160 500	820 500
Bâche 500 m ³	840 000	160 500	1 000 500

**Le dimensionnement de la station devra permettre d'obtenir une dureté supérieure à 15°F pour être efficace (réduction de l'effet corrosif sur les canalisations).
De plus, le pH obtenu devra se situer au-dessus du pH de saturation.**

La collectivité a le choix entre un traitement de reminéralisation :

- indépendant pour chaque ressource (1 traitement au réservoir du Pailleron pour les sources et 1 traitement à la station du Pré de la Doux),
- commun entre les 2 ressources à la station du Pré de la Doux.

Véolia a établi en 2005 un comparatif technico-économique entre ces deux solutions. Il a été mis en évidence :

- un coût d'investissement sensiblement identique (le traitement indépendant des ressources étant 7 % plus cher),
- un coût de fonctionnement plus avantageux pour un traitement en commun (réduction des réactifs et de la maintenance)
- une économie d'infrastructure (utilisation en partie des bâtiments existants)

L'inconvénient notable de la solution d'une station commune située au Pré de la Doux (point bas) réside dans la nécessité de pomper l'eau de source pour la mettre en distribution après traitement, alors qu'elle est disponible gravitairement (augmentation du coût énergétique, usure des pompes...). Si cette solution est retenue, il sera impérativement nécessaire de conserver l'alimentation directe du réservoir du Pailleron (by-pass de la station de traitement), afin de permettre une alimentation gravitaire du bas service (secours) en cas de panne sur le réseau électrique.

A noter qu'il existe d'autres filières de reminéralisation telle que la filtration sur calcaire marin de type neutralite (attention néanmoins, rupture alimentation en matière première, d'autres matériaux sont utilisables sous réserve de vérifications). Ce type de filière peut permettre de réaliser une filtration d'appoint, notamment si le traitement de la turbidité des sources est justifié.

La station ne prend pas en compte l'éventualité d'un traitement des sources sur le paramètre turbidité (traitement continu ou ponctuel).

Il est recommandé de réaliser un essai pilote afin de vérifier les conditions de traitement et l'impact sur la qualité de l'eau (définition des consignes de débit du lait de chaux afin de ne pas induire une augmentation de la turbidité de l'eau traitée).

Les tranches conditionnelles concernant la mise en place d'un traitement du fer et du manganèse et le remplacement des pompes d'exhaure des puits semble nécessaires.

3.4.3 Traitement sur le réseau

Il n'existe pas de poste relai de chloration sur le réseau.

3.5 Qualité de l'eau

3.5.1 Réseau d'alimentation en eau potable

Le réseau d'alimentation en eau potable peut être schématisé par trois étapes successives qui sont de l'amont vers l'aval : la ressource en eau (eau brute), la production d'eau (eau traitée) et la distribution d'eau.

3.5.2 La réglementation en eau potable : Code de la Santé Publique

3.5.2.1 La réglementation

a - Généralités

En 1992, l'OMS a émis des recommandations concernant la qualité des eaux destinées à la consommation humaine. Ces recommandations ont conduit à une nouvelle **directive européenne en 1998 (la directive 98/83/CE)**. Cette directive a été transposée en droit français, par le décret **2001 – 1220 du 20 décembre 2001**. Ce décret a été codifié dans le **code de la santé publique aux articles R. 1321-1 à R. 1321-66**, modifié par le décret 2007-49 du 11 janvier 2007 relatif à la sécurité sanitaire des eaux destinées à la consommation humaine.

Les grands principes de la directive européenne et appliqués dans le code de la santé publique sont les suivants:

- le point de conformité des eaux distribuées se situe au point de consommation (c'est-à-dire au robinet) et non en sortie d'usine (sauf cas particulier) ;
- les valeurs paramétriques se répartissent en deux classes : celles qui ont une incidence sur la santé de l'homme, appelées *limites de qualité* et celles qui rendent compte du bon fonctionnement des installations de traitement et de distribution, nommées *références de qualité* ;
- des paramètres de qualité supplémentaires ou des limites plus contraignantes peuvent être retenus par les états membres. En France, c'est le cas pour les chlorites introduits comme référence de qualité à 0.2 mg/l, la microcystine-LR (toxine algale) introduite comme limite de qualité à 1 µg/l et la turbidité. Ce dernier paramètre est considéré comme indicateur de bon fonctionnement par la directive européenne 98/93, mais aucune limite n'est imposée ; il devient par contre limite de qualité dans le décret français à **1 NTU** et apparaît également dans le tableau de références de qualité à **0.5 NTU**. Il est à noter que pour les eaux issues de ressources surfaciques ou karstiques, ces valeurs de

turbidité sont mesurées au point de mise en distribution (en sortie de réservoir) et non au point de consommation (c'est-à-dire au robinet) ;

- les ressources non conformes doivent faire l'objet de mesures correctives ou de restrictions d'utilisation. Pour les paramètres chimiques, des dérogations au respect des limites peuvent être accordées dans certains cas ;
- les consommateurs doivent être tenus informés de la qualité des eaux ;
- le contrôle de bon fonctionnement de ce dispositif est à la charge des états membres. En France, le Préfet est au cœur du système de contrôle et le distributeur est tenu d'appliquer un programme précis d'autocontrôles.

b - Les paramètres clés

- Le plomb :

La limite de qualité de la directive européenne pour le plomb est de **10 µg/l**. Le décret français autorise un délai pour la mise en place de cette limite : du 25/12/03 au 25/12/2013, la limite est de **25 µg/l**, puis à partir du 25/12/2013, la limite est de **10 µg/l**.

Cette disposition a été prise puisque sur un plan financier, il est impossible de remplacer toutes les canalisations en plomb dans un délai aussi court.

Cependant, il est spécifié que toutes les mesures doivent être prises pour réduire le plus possible la teneur en plomb dans l'eau au cours de la période nécessaire et la priorité est donnée aux cas où les concentrations sont les plus élevées.

- La turbidité :

Le code de la santé publique fixe comme **limite de qualité** au point de mise en distribution **1 NFU** pour les eaux d'origine superficielle ou pour les eaux souterraines de milieux fissurés (eaux d'origine karstique principalement), qui présentent une turbidité périodique importante et supérieure à 2 NTU. Contrairement aux autres paramètres de qualité, les points de mesure sont réalisés au point de mise en distribution (en sortie de réservoir) et non au robinet.

Pour les installations d'un débit inférieur à 1 000 m³/j ou qui desservent des unités de distribution de moins de 5 000 habitants, ces limites s'appliquent à compter du 25 décembre 2008. Jusqu'à cette date d'application, la limite de qualité au point de mise en distribution est de **2 NTU**.

Les mesures appropriées devront tout de même être prises pour réduire le plus possible la turbidité au cours de cette période.

De plus, le nouveau décret indique comme **référence de qualité**, **0.5 NTU** au point de mise en distribution et **2 NTU** au robinet.

- Les paramètres bactériologiques :

Concernant la qualité bactériologique, ce sont les *Escherichia coli* et les *entérocoques* qui sont mesurés, et ne doivent pas apparaître dans les analyses.

De manière plus générale, le code de la santé publique stipule que « *les eaux destinées à la consommation humaine, doivent [...] : ne pas contenir un nombre ou une concentration de micro-organismes, de parasites, ou de toutes autres substances constituant un danger potentiel pour la santé des personnes [...]* » (Article R1321-2).

En conclusion, les valeurs seuils à retenir sont les suivantes :

types analyses	paramètres	limite de qualité	référence de qualité	unité	remarques
bactériologiques	entérocoques	0		/100ml	
	escherichia coli	0		/100ml	
Physico-chimiques	ammonium		0.1	mg/l	Il est à noter que si l'ammonium est d'origine naturelle dans l'eau, la référence de qualité est de 0.5 mg/l. N'ayant aucune information concernant la provenance de cet élément, la référence de 0.1 mg/l sera utilisée dans ce rapport.
	chlore libre		absence d'odeur et de saveur et pas de changement anormal		Une circulaire du 11/10/2001 oblige les préfets à demander aux exploitants de toutes les unités de distribution d'eau, et prioritairement de celles qui alimentent une population supérieure à 10 000 habitants, de prendre leurs dispositions pour assurer une concentration minimale en chlore libre résiduel de 0,3 mg/l en sortie des réservoirs et de 0,1 mg/l en tout point du réseau de distribution.
	conductivité		180 1000	µS/cm à 20°C	
	fluorures	1.5		mg/l	
	Fer		200	µg/l	
	Manganèse		50	µg/l	
	Nitrates nitrites somme nitrates-nitrites	50 0.1 1		mg/l mg/l mg/l	
	pH		6.5 9	unité pH	
	Dureté ou titre hydrotimétrique*				< 15°F : eau douce, dite agressive > 15°F et < 35°F : eau dure > 35°F : eau très dure
	turbidité	1 au point de mise en distribution	0.5 au point de mise en distribution 2 au robinet	NTU	La limite de qualité est valable pour les eaux d'origine superficielle ou pour les eaux souterraines de milieux fissurés (eaux d'origine karstique principalement), qui présentent une turbidité périodique importante et supérieure à 2 NTU. Norme en vigueur à partir du 25 décembre 2008 pour les installations desservant moins de 5 000 habitants ou fournissant moins de 1 000 m³/j d'eau. Norme en vigueur à partir du 25 décembre 2003 pour les autres types d'installations
	pesticides	0.1 pour chaque pesticide sauf aldrine, dieldrine, heptachlore, heptachlorépoxyde : 0.03 0.5 somme pesticides détectés et quantifiés		µg/l	

- Dans les paragraphes suivants : le taux de conformité et analyses non conformes indiqués pour la dureté correspondent aux valeurs inférieures à 15°F.

3.5.3 Évolution de la qualité de l'eau

La distribution d'eau fait l'objet d'un contrôle sanitaire des services de l'état et d'une surveillance hebdomadaire du gestionnaire.

L'analyse de qualité de l'eau est basée sur les analyses réalisées par la DDASS sur les dernières années (2003-2007), complétées par les observations tirées des analyses d'autocontrôle de l'exploitant.

3.5.3.1 *Eau brute*

a - Sources du Cergne

L'eau captée est une eau douce (TAC de l'ordre de 2 °F). Le pH est acide (6.6 à 6.9), avec des valeurs proches de la limite de qualité (6.5).

L'eau est faiblement minéralisée (conductivité à 25°C de 102 à 144 µS/cm).

L'eau est globalement de bonne qualité. L'équilibre calco-carbonique mais en évidence une eau agressive, ayant une tendance à la corrosion.

La turbidité est de l'ordre de 0.5 NFU.

Trois analyses réalisées par la DDASS ont mis en évidence une turbidité de 0.77 NFU (min. 0.55 NFU, max .1.1 NFU). Le point de prélèvement devra être vérifié.

Il n'a pas été mesuré la présence de manganèse.

Il est mesuré très peu de nitrates (moyenne de 7.53 mg/l sur 26 analyses, maximum de 14.9 mg/l).

Il n'est identifié aucune pollution par les pesticides ni par les substances toxiques.

Les captages concernant des eaux peu profondes sensibles aux pollutions microbiennes, il est probable de mesurer des traces de contamination bactériologique (coliformes thermotolérants, entérocoques fécaux et E. coli). Seule 2 analyses sur 11 ont mis en évidence la présence d'entérocoques.

b - Puits du Sornin

L'eau captée est une eau douce (titre hydrotimétrique et TAC de 8°F. Le pH est neutre (7.05), supérieur à la référence qualité (6.5).

L'eau est globalement de bonne qualité. L'équilibre calco-carbonique met en évidence une eau agressive, mais peu corrosive.

Il est mesuré très peu de nitrates et l'ammonium est présent à de faibles concentrations dans l'eau brute, ce qui met en évidence le caractère réducteur de l'aquifère.

Ce milieu réducteur entraîne cependant l'apparition de manganèse et de fer. Les teneurs en manganèse sont comprises entre 26 et 65 µg/l, ce qui entraîne un dépassement de la référence qualité (50 µg/l).

	Nb analyses	Teneurs en manganèse (µg/l)		
		moy.	min.	max.
Puits 1	102	65	0	2 530
Puits 2	33	26	0	440
Puits 3	81	477	0	22 000
Puits 4	25	103	0	550

Il a été mesuré un pic à 500 µg/l le 30/03/05.

Il a également été mesuré maximum de teneur en fer de 3 mg/l en mars 2005 (référence 200 µg/l)

Les concentrations les plus importantes sont mesurées en début d'année (période de hautes eaux). Les teneurs en manganèse sont parfois corrélées aux teneurs en fer.

Les prélèvements réalisés au cours de la campagne de mesures réalisée par le cabinet CPGF HORIZON ont mis en évidence une double origine du manganèse dans l'eau captée :

- la présence naturelle de fer et de manganèse dans l'eau captée par l'ensemble des ouvrages du bassin d'étude (à proximité de la rivière et sur le versant). Ce constat permet de caractériser les conditions réductrices de l'aquifère. En période de hautes eaux (hiver), la nappe peut être captive sous la couverture argileuse, et ainsi accentuer l'effet réducteur de l'aquifère.
- des teneurs en manganèse supérieures dans le puits 2 par rapport au puits 1. L'obturation des drains permet de diminuer la concentration en manganèse dans le puits 2, ce qui laisse supposer que les drains captent l'eau dans la zone réductrice de la rivière.

Par conséquent, la seule obturation des drains ne permettrait pas de supprimer la présence de manganèse dans l'eau, cet élément étant également présent dans l'eau provenant du versant.

Il est régulièrement constaté une contamination bactériologique (coliformes thermotolérants, entérocoques fécaux et E. coli), ce qui témoigne d'une contamination fécale. Ces germes peuvent provenir de la surface (infiltration des eaux de ruissellement) ou de la rivière toute proche.

Au cours de notre visite, nous avons observé la présence de déjections bovines au pied des puits, et la présence d'eau de ruissellement de ferme (lisier ?) à proximité de la clôture du périmètre immédiat. D'après ces observations, et compte-tenu de la texture des terrains

dans le périmètre immédiat des captages (piézomètres 1 et 2) mettant en évidence une couverture de l'aquifère relativement faible et peu perméable, il est possible que la contamination bactérienne provienne des eaux de surface dans le périmètre immédiat des captages.

Cette hypothèse n'écarte pas l'origine hydraulique possible des contaminations. Par conséquent, une étude complémentaire de vulnérabilité, en vue de la définition des périmètres de protection et des servitudes attenantes semble nécessaire.

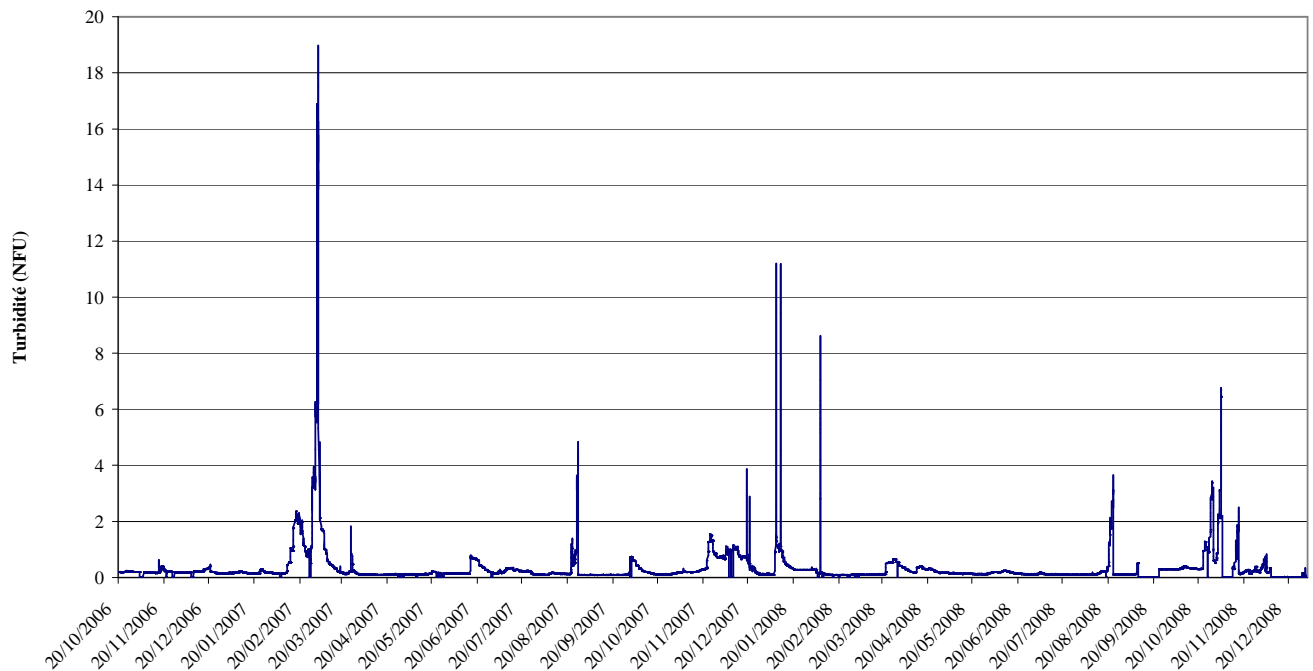
Il n'est identifié aucune pollution de synthèse d'origine agricole (absence de pesticides et nitrates en très faibles concentrations).

A noter toutefois des traces de pesticides mesurées :

Ouvrage	Date	Pesticides (µg/l)
Réservoir des Brosses	11/07/00	0.084 (atrazine)
puits 1	18/07/01	0.066 (atrazine)
Réservoir des Brosses	05/09/01	0.045 (atrazine)
puits 1	11/07/02	0.068 (atrazine)
Réservoir des Brosses	11/07/02	0.068 (atrazine)
puits 1	05/07/04	0.062 (diuron)
Réservoir des Brosses	22/06/04	0.052 (atrazine)

Le graphique ci-après représente les mesures de turbidité réalisées par l'analyseur en continu situé dans la station de production de la Doux (prélèvement d'eau brute dans la bache). L'interprétation est réalisée sur la période du 20/10/06 au 31/12/08. Les « trous » (absence de données ou mesures aberrantes) n'ont pas été intégrés à l'analyse.

Bâche eau brute "Pré de la Doux"
Evolution de la turbidité de 2006 à 2008
(pas de temps horaire)



La turbidité a été analysée par classes de valeurs correspondant aux limites et références de qualité sur la paramètre turbidité (0.5, 1 et 2 NFU).

■ Turbidité < 0.5 NTU

La turbidité moyenne mesurée des valeurs inférieures à 0.5 NTU (référence qualité au point de mise en distribution) est de 0.18 NTU.

La valeur minimum de turbidité correspondant au « bruit de fond » est égale à 0.1 NTU.

Le niveau de turbidité 0.5 NFU n'est pas dépassé pendant 86 % du temps au cours de la période analysée.

■ Turbidité < 1 NTU

La turbidité moyenne mesurée des valeurs inférieures à 1 NTU (limite de qualité au point de mise en distribution) est de 0.23 NTU.

Le niveau de turbidité 1 NFU n'est pas dépassé pendant 94 % du temps au cours de la période analysée.

■ Turbidité > 1 NTU

La turbidité moyenne mesurée des valeurs supérieures à 1 NTU (limite de qualité au point de mise en distribution) est de 2.45 NTU.

Le niveau de turbidité 1 NFU est dépassé pendant 6 % du temps au cours de la période analysée (soit 21 jours par an en moyenne).

■ Turbidité > 2 NTU

La turbidité moyenne mesurée des valeurs supérieures à 2 NTU (référence de qualité au robinet abonné) est de 4.18 NTU.

Le niveau de turbidité 2 NFU est dépassé pendant 2 % du temps au cours de la période analysée (soit 8 jours par an en moyenne).

Les pics supérieurs à 1 NTU ont été enregistrés en 20 épisodes. Leur durée varie de 2 h à 9.5 jours, avec une moyenne de 2 jours.

Par conséquent, sur la base de cette analyse, la qualité de l'eau est conforme à la limite de qualité au point de mise en distribution sur la paramètre turbidité, pour 94 % du temps (0.23 NFU en moyenne).

Les dépassements de la limite de qualité (1 NFU) sont mesurés pour 6 % du temps. L'eau n'est pas conforme (2.45 NFU en moyenne, maximum 19 NFU).

Les dépassements de la valeur 2 NFU sont mesurés pour seulement 2 % du temps. L'eau n'est pas conforme (4.19 NFU en moyenne, maximum 19 NFU).

L'eau subit une simple désinfection au chlore gazeux en sortie de la bâche d'eau brute (asservissement au pompage sur chaque service).

3.5.3.2 Point de mise en distribution (eau traitée)

Les analyses réalisées au niveau du point de mise en distribution (sortie de station de traitement et réservoir du Pailleron) sont présentées dans le tableau ci-après sur le paramètre manganèse :

	Nb analyses	Teneurs en manganèse (µg/l)		
		moy.	min.	max.
Réservoir du Pailleron	134	9	0	140
Station de la Doux	71	6	0	360

Les teneurs moyennes sont inférieures à la référence de qualité (50 µg/l) sur les 2 points de mise en distribution.

Il est toutefois mesuré des dépassements ponctuels de la valeur référence :

- 6 analyses dépassant 50 µg/l en sortie du réservoir du Pailleron (80 µg/l en moyenne),
- 1 analyse dépassant 50 µg/l en sortie du réservoir du Pailleron (360 µg/l).

Les analyses de la turbidité sont présentées dans le tableau suivant :

	Nb analyses	Turbidité (NFU)		
		moy.	min.	max.
Réservoir du Pailleron	53	0,6	0,0	1,5
Station de la Doux	36	0,4	0,1	1,4

Les valeurs sont du même ordre de grandeur que les analyses réalisées sur l'eau brute. Cela tend à démontrer que la turbidité des sources du Cergne est légèrement supérieure à 0.5 NTU en situation moyenne.

3.5.3.3 Eau distribuée

a - Bactériologie

En 2007, il a été réalisé 2 prélèvements non conformes sur le service surpressé de Montrocher (juin et octobre).

Une analyse non-conforme a été mesurée en 2004.

En 2006, 3 prélèvements se sont avérés non conformes : service du Pailleron en décembre, et 2 sur l'achat d'eau au SIADEP en octobre et en mai.

b - Physico-chimique

En 2007, une non-conformité a été mesurée sur le branchement de prélèvement. Ce branchement a été renouvelé.

En 2005 et 2006, une analyse non conforme de plomb a également été notée.

Les équipements de désinfection ont été renouvelés en 2005.

3.5.3.4 Conclusion

L'eau des deux ressources présente une conductivité très faible, inférieure à 180 $\mu\text{S}/\text{cm}$, ce qui traduit une eau corrosive.

Une eau agressive et corrosive a pour effet :

- une dégradation accélérée des canalisations par corrosion,
- de détériorer la qualité organoleptique de l'eau,
- de dissoudre le plomb dans les branchements constitués de ce matériau.

La mise en place d'une station de reminéralisation permettra :

- de respecter les références de qualité imposées par la réglementation concernant l'agressivité de l'eau,
- d'augmenter la durée de vie des conduites en fonte.

La présence de fer et de manganèse peut engendrer :

- de réduire l'efficacité du traitement de chloration en favorisant la création d'un biofilm bactérien,
- d'obturer les conduites par concrétionnement d'oxydes de fer,
- la présence de goût et odeurs,
- une coloration jaune-marron pour le fer et noire pour le manganèse.

Les paramètres limitant la conformité de l'eau captée est récapitulée dans le tableau suivant :

	Sources du Cergne	Puits de la Doux (n° 1 et 2)	Seuils / références qualité
TH Conductivité	Eau agressive et corrosive 102-144 $\mu\text{S}/\text{cm}$	Eau agressive et légèrement corrosive	$< 15^\circ\text{F}$ $> 180 \mu\text{S}/\text{cm}$
Manganèse	0	26 à 65 (pointes supérieures à 100)	$< 50 \mu\text{g}/\text{l}$
Turbidité	0.5 à 1.1	0.23 hors pics Pics 2.45 NFU en moyenne (pointes à 19)	$< 1 \text{ NFU}$
pH	6.6 à 6.9	7.05	> 6.5

La conductivité des 2 ressources est très faible, inférieure à $180 \mu\text{S}/\text{cm}$, ce qui est caractéristique d'une eau corrosive. Pour pallier aux non-conformités sur ce paramètre, il apparaît indispensable de mettre en place un traitement de reminéralisation.

L'eau des puits du Sornin est vulnérable sur le paramètre manganèse, et elle présente des dépassements ponctuels (dépassements continus non vérifiés). Elle présente également des pics de turbidités supérieurs à 1 NFU, pendant lesquels l'eau n'est pas conforme, et nécessite soit un traitement, soit une dilution, soit l'arrêt d'exploitation pendant la durée du pic (2 h à 10 jours, moyenne de 2 jours).

Une relation entre turbidité et teneur en manganèse pourra être recherchée pour préciser le fonctionnement des puits.

Les renseignements concernant la turbidité des sources sont peu nombreux. Il semble tout de même que l'eau atteigne régulièrement des valeurs de turbidité comprise entre 0.5 et 1.1 NFU, ce qui pourrait nécessiter des investigations complémentaires en vue de définir la gestion de la ressource.

Il est à noter, qu'en l'absence de traitement, les teneurs en manganèse mesurées au point de mise en distribution (réservoir du Pailleron et station de la Doux) sont en moyenne de 6 à 9 $\mu\text{g}/\text{l}$. Cela peut s'expliquer en sortie du réservoir du Pailleron (dilution de l'eau des puits par les sources), mais semble difficile à expliquer pour la station de la Doux (26 à 65 $\mu\text{g}/\text{l}$).

3.6 **Branchements en plomb**

Il est recensé un certain nombre de branchements en plomb sur la commune.

	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Nb branchements totaux	1743	1755	1753	1746	1757	1777
Nb branchements plomb	221	493	464	423	393	364
branchements plomb supprimés	67	29	17	41	30	29

Près de 35 branchements en plomb sont supprimés par an. Il reste 364 branchements en plomb en 2007, soit 20 %.

En maintenant le rythme de renouvellement actuel, l'ensemble du parc des branchements en plomb sera renouvelé dans 10 ans.

3.7 **Sécurité d'approvisionnement**

3.7.1 **Diversification des ressources**

Actuellement, la commune dispose de 2 ressources, ce qui lui permet de disposer d'une certaine souplesse en cas de pollution ou d'étiage.

Il existe également plusieurs interconnexions avec les collectivités voisines permettant de répondre aux besoins en eau de tout ou partie de la population en cas de problème imposant la coupure d'une ressource.

Cette situation permet en théorie à la commune de disposer d'une certaine souplesse en cas de pollution de sa ressource, de panne importante au niveau de la station de pompage, ou de casse importante sur le réseau.

A noter qu'il existe, en complément, une zone humide localisée à environ 300 m en amont de la source de Ravier, en tête de talweg. Cette zone humide est située en contrebas de la RD31, à proximité du hameau Ravier. Ce site a fait l'objet d'une reconnaissance, il y a de nombreuses années (sondage tractopelle), mais n'a jamais été aménagé en vue de capter les eaux. En première approche, et en l'absence d'éléments plus précis, il y a lieu de considérer que la capacité de production est du même ordre de grandeur que les autres sources (avec notamment un étiage marqué), avec une vulnérabilité identique.

3.7.2 **Interconnexions**

Il existe plusieurs interconnexions entre le réseau d'adduction et de distribution de Charlieu, et les collectivités voisines :

3.7.2.1 *En production*

Les maillages permettent :

- à Charlieu de fournir de l'eau à Cuinzier par prélèvement sur la ressource (sources de Poizat et de Ravier via le maillage de Troncy),
- à Cuinzier de fournir son excédent d'eau à Charlieu (trop-plein du réservoir du Bourg).

Ces deux interconnexions sont utilisées en continu. Aucune convention ne fixe les volumes d'échange. Les volumes réellement échangés ne sont pas connus.

Il existe également une interconnexion permettant d'alimenter en secours le réservoir du Pailleron par le SI de Pouilly. Cette interconnexion est cependant limitée compte-tenu du diamètre de la conduite (DN 40 mm). Elle n'a jamais été utilisée.

3.7.2.2 *En distribution*

Il existe deux interconnexions avec le réseau du SI Pouilly :

- avec le haut service, utilisée en continu (achat d'eau),
- avec le bas service, utilisée en secours (capacité 31 m3/h).

La convention du 14/01/02 établit l'engagement de la ville de Charlieu à acheter un volume d'eau minimum de 10 000 m3/an. Le Syndicat s'engage à fournir à la collectivité de Charlieu une quantité maximale de 500 m3/j.

3.7.3 *Autonomie de réserve*

En cas d'interruption de la production, il est possible d'estimer l'autonomie dont chaque service dispose, c'est à dire le rapport du volume de stockage sur les besoins journaliers du service.

L'estimation réalisée ci-dessous est basée sur les volumes mis en distribution en 2008, et en considérant l'arrêt de tout pompage (la réserve de la bache de la station de pompage de la Doux est par conséquent jugée indisponible).

	Réservoir du Pailleron	Réservoir des Brosses
Volume stockage (m3)	1600	1000
Réserve incendie (m3)	0	120
Réserve utile (m3)	1600	880
Besoins moyens (m3/j)	540	70
Coeff. pte mensuel	1.8	1.8
Besoins en pointe (m3/j)	972	126
Autonomie moyenne (j)	3.0	12.6
Autonomie en pointe (j)	1.6	7.0

On considère de manière générale que l'autonomie de réserve est satisfaisante, lorsque la réserve utile (réserve totale déduite de la réserve incendie) assure une autonomie d'une journée moyenne de consommation.

Compte tenu de la capacité totale des réservoirs, l'autonomie de distribution théorique est très correcte sur le bas service, de l'ordre 3 jours en situation moyenne, et 1.6 jours en situation de pointe.

L'autonomie du haut service est largement excédentaire, 12 jours d'autonomie en situation moyenne et 7 jours en situation de pointe conduisant à un vieillissement significatif de l'eau (risque de dégradation de la qualité de l'eau).

4 **PRODUCTION, DISTRIBUTION ET CONSOMMATION**

4.1 **Analyse des volumes produits et mis en distribution**

Les volumes mis en distribution correspondent à la somme des volumes introduits dans le réseau de distribution.

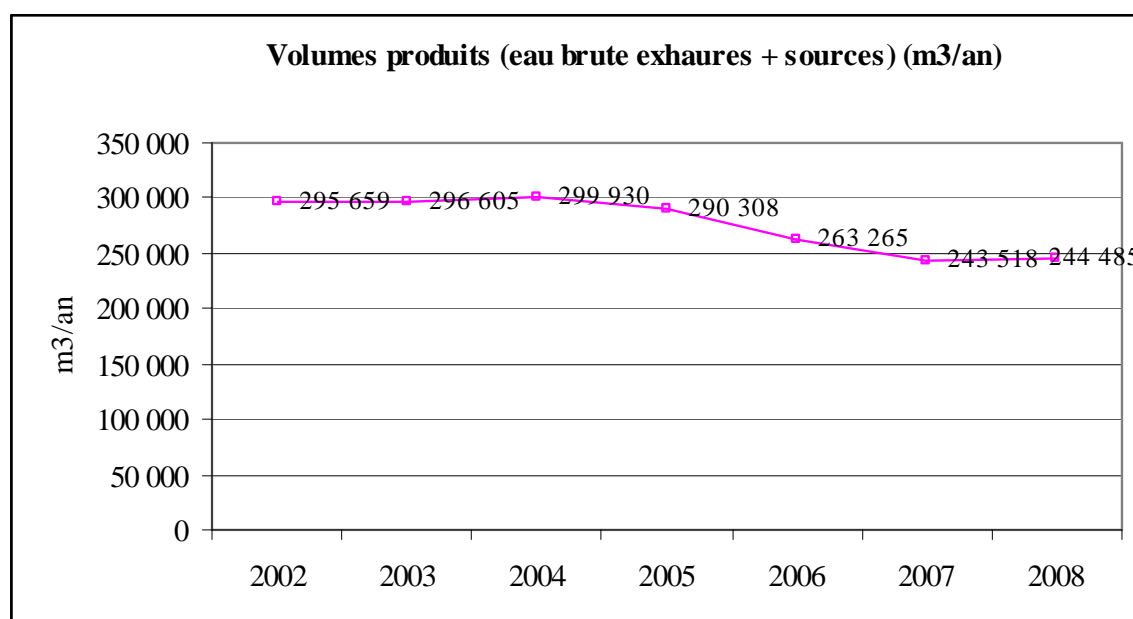
Ils représentent généralement la somme des volumes d'eau produits (issus des captages) et importés. Selon les cas (localisation et type d'exportation) et dans l'optique de représenter le plus objectivement possible l'état du réseau, on y soustrait ou non les volumes exportés vers les collectivités voisines.

4.1.1 **Analyse de la production**

4.1.1.1 ***Historique des volumes prélevés***

Les volumes totaux prélevés comptabilisés en entrée de la station de la Doux (eau brute puits du Sornin) et à l'arrivée des sources du Cergne dans le réservoir du Pailleron sont présentés dans le tableau suivant et le graphique suivant. L'analyse est présentée par années civiles.

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Prélèvement TOTAL (m3/an)	295 659	296 605	299 930	290 308	263 265	243 518	244 485
Evolution (%/an)		0.32%	1.12%	-3.21%	-9.32%	-7.50%	0.40%



Évolution des volumes prélevés entre 2002 et 2008

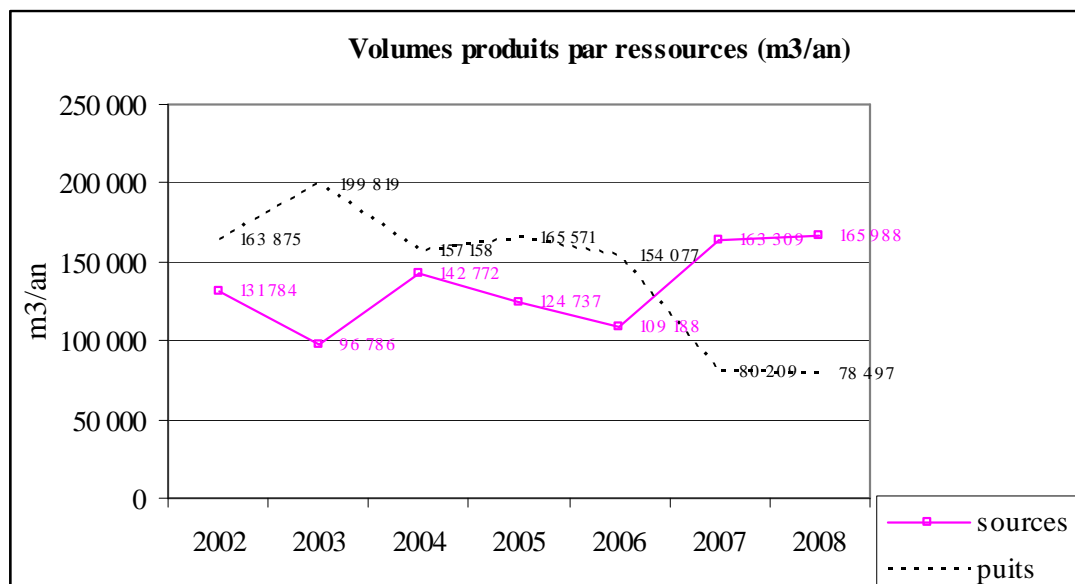
Les volumes prélevés entre 2002 (295 659 m³) et 2008 (244 485 m³) présentent une diminution significative (-17 %).

La baisse de production est essentiellement constatée de 2005 à 2007 (-6.7 %/an en moyenne).

La production constatée en 2008 est identique à celle de 2007.

La répartition des prélèvements entre les puits du Sornin et les sources du Cergne est décomposée dans le tableau suivant :

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Prélèvements Puits du Sornin (m³/an)	163 875	199 819	157 158	165 571	154 077	80 209	78 497
Pourcentage de prélèvement puits / prélèvement total	55%	67%	52%	57%	59%	33%	32%
Prélèvements Sources du Cergne (m³/an)	131 784	96 786	142 772	124 737	109 188	163 309	165 988
Pourcentage de prélèvement sources / prélèvement total	45%	33%	48%	43%	41%	67%	68%



Il est constaté deux phénomènes :

- l'utilisation des puits en complément de la production des sources. L'année 2003 illustre bien ce phénomène, les puits ayant été sollicités de manière plus importante en cette année de sécheresse des sources (étiage sévère),

- une inversion de la répartition de la production entre les 2 ressources, les puits étant davantage sollicités entre 2002 et 2006 (à hauteur de près de 60 % de la production totale) par rapport aux sources (en moyenne 40 % de la production). A partir de 2007, environ 68 % de la production est assurée par les sources, les puits ne constituant plus que 32 % de la production.

L'utilisation des sources pour assurer la production principale permet :

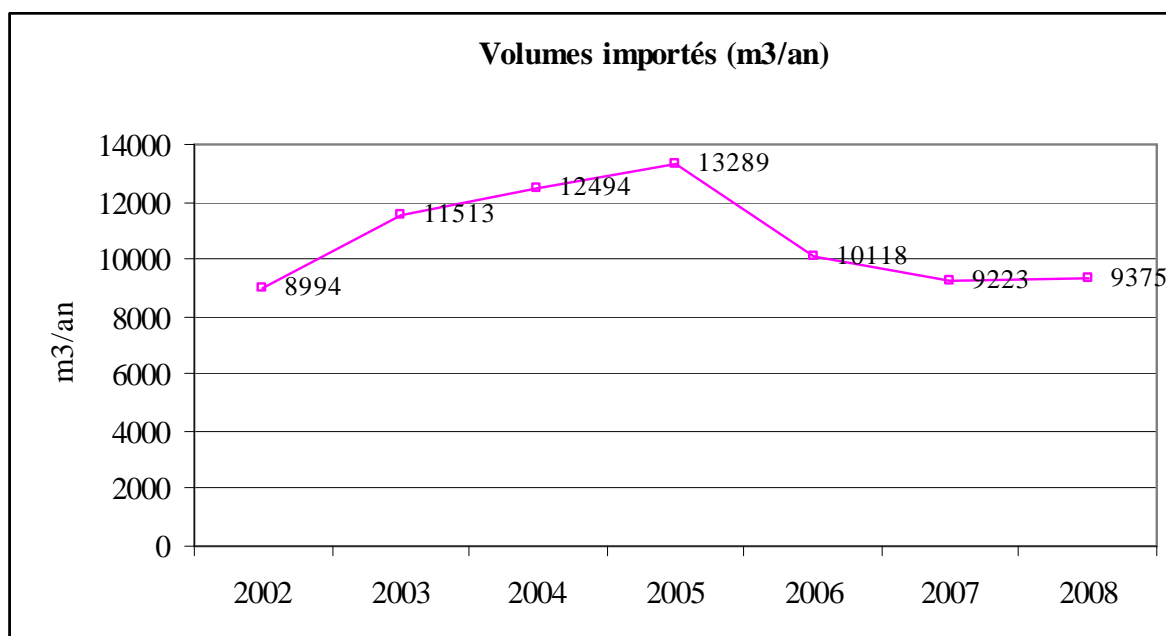
- de réduire les coûts énergétiques liés aux pompages (exhaures et station de reprise),
- de limiter les non-conformités en production sur le paramètre manganèse (puits du Sornin).

4.1.2 Analyse des volumes importés

Le Syndicat importe de l'eau au SI de Pouilly.

Les volumes comptabilisés au point d'achat d'eau (alimentation du haut service) sont présentés dans le tableau suivant et le graphique suivant. L'analyse est présentée par années civiles.

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Volumes importé (haut service) (m3/an)	8994	11513	12494	13289	10118	9223	9375
Evolution (%/an)		28.01%	8.52%	6.36%	-23.86%	-8.85%	1.65%



Évolution des volumes importés entre 2002 et 2008

Il est noté une augmentation significative du volume importé entre 2002 et 2005, en 2 phases :

- une augmentation brutale de +28 % en 2003, ce qui traduit un recours à un approvisionnement externe en période d'étiage sévère des sources,
- une augmentation constante de +7.4 %/an en moyenne en 2004 et 2005 pour atteindre 13 290 m3 importés en 2005.

En 2007 et 2008, le volume exporté était de 9 300 m3/an en moyenne.

Le volume moyen importé sur la période considérée a été de 10 700 m3/an. Ce volume correspond à la convention signée entre la ville de Charlieu et le SI de Pouilly, qui stipule l'obligation pour la ville d'acheter un volume minimum de 10 000 m3/an.

4.1.3 Analyse des volumes exportés

Le Syndicat n'exporte aucun volume d'eau vers une commune externe ou un autre syndicat.

4.1.4 Analyse des volumes techniques

L'eau prélevée (eau brute) est utilisée pour alimenter les circuits d'injection de chlore. Les volumes comptabilisés à la station de production sur les deux services de pompage correspondent à 530 m3/an en moyenne sur la période analysée (moins de 0.5 % du volume produit).

L'eau motrice est réinjectée au volume mis en distribution (chloration) et ne constitue de ce fait, pas véritablement un volume prélevé.

4.1.5 Analyse des volumes mis en distribution

Le volume mis en distribution correspond au volume introduit dans le réseau de distribution d'eau potable.

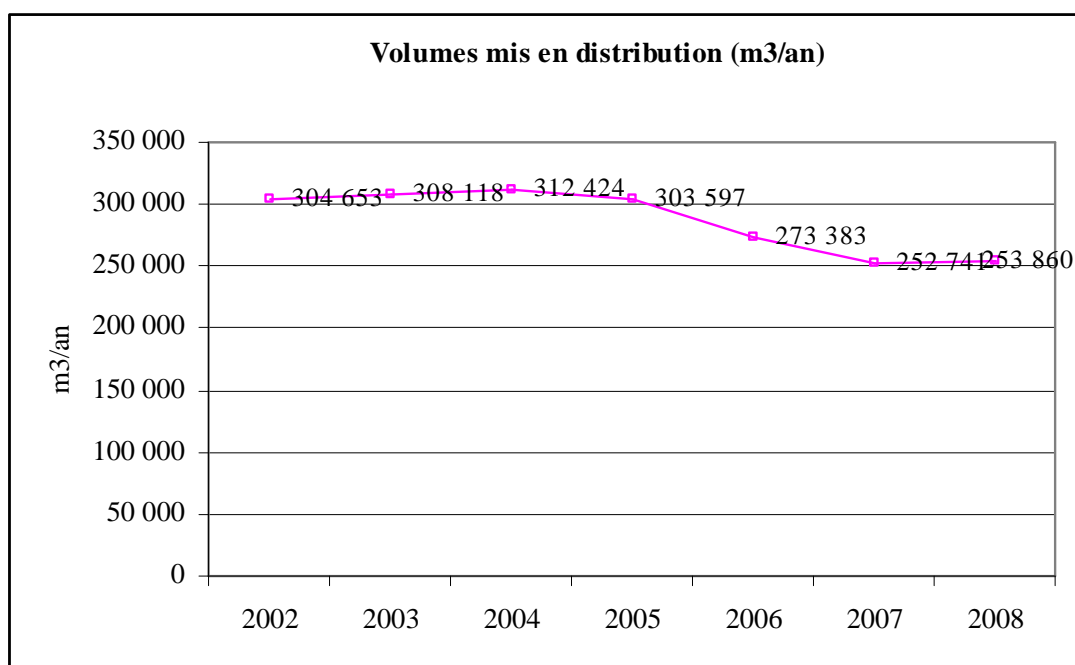
Il résulte de la somme algébrique des volumes produits, importés et exportés :

$$\text{Volume mis en distribution} = \text{volume produit} + \text{volume importé} - \text{volume exporté} - \text{volumes techniques 2.}$$

Il est noté l'absence de volumes exportés.

Les volumes correspondants sont présentés dans le tableau et le graphique suivant :

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Prélèvements Puits du Sornin (m3/an)	163 875	199 819	157 158	165 571	154 077	80 209	78 497
Prélèvements Sources du Cergne (m3/an)	131 784	96 786	142 772	124 737	109 188	163 309	165 988
Volumes importé (haut service) (m3/an)	8994	11513	12494	13289	10118	9223	9375
Volume mis en distribution total (m3/an)	304 653	308 118	312 424	303 597	273 383	252 741	253 860
Evolution (%/an)		1.14%	1.40%	-2.83%	-9.95%	-7.55%	0.44%



Évolution des volumes introduits dans le réseau entre 2002 et 2008

L'évolution des volumes mis en distribution est quasiment identique à l'évolution des volumes produits.

Il est noté :

- une augmentation moyenne de +1.25 %/an de 2002 à 2004,
- une diminution en 2005, pour atteindre un niveau identique au volume mis en distribution en 2002,
- une diminution importante de – 8.75 %/an en moyenne en 2005 et 2006,
- une stabilisation des volumes en 2008 à un niveau identique à celui de 2007 (235 300 m3/an en moyenne sur les 2 années).

Les volumes d'eau importés représentent en moyenne 3.7 % du volume mis en distribution sur la période analysée.

4.1.6 Coefficient de pointe

L'étude des variations saisonnières des volumes mis en distribution au cours des dernières années permet de déterminer le volume mis en distribution lors de la période de pointe.

La comparaison de cette valeur de pointe avec le volume moyen mis en distribution permet de calculer le coefficient de pointe de mise en distribution.

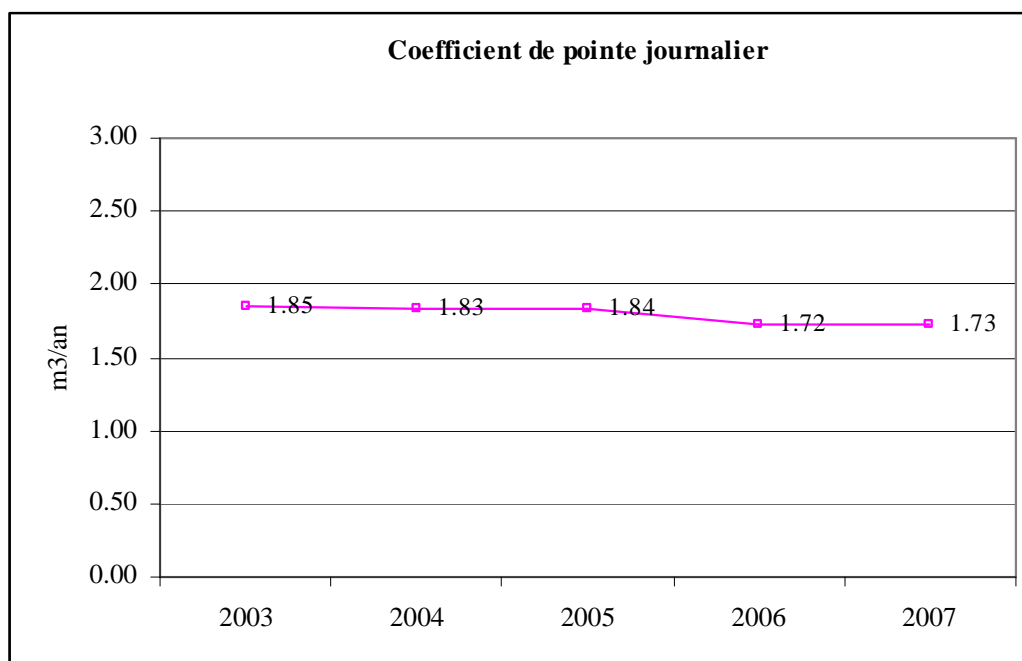
Ce coefficient de pointe peut alors être utilisé pour estimer, à partir d'un besoin en eau moyen, le volume maximum à produire pour la période considérée.

Le tableau et le graphique suivant présentent une comparaison des volumes journaliers mis en distribution, ainsi que les coefficients de pointe journaliers.

	2003	2004	2005	2006	2007
Volume moyen mis en distribution (m3/j)	844	856	832	749	692
Volume de pointe mis en distribution (m3/j)	1 560	1 570	1 530	1 289	1 198
Coefficient de pointe de mise en distribution journalier	1.85	1.83	1.84	1.72	1.73

Les pointes de consommation sont généralement observées en période estivale (juin, juillet et août).

D'autres pointes sont observées, selon les années, en janvier, mars et novembre.



Évolution du coefficient de mise en distribution de pointe journalier

Le coefficient de pointe mensuel est globalement stable. Il est cependant possible de distinguer 2 périodes :

- un coefficient de pointe journalier stable entre 2003 et 2005 (1.84 en moyenne),
- un coefficient inférieur en 2006 et 2007 (1.73).

4.2 Analyse des consommations

L'ensemble des habitations et établissements de la commune sont raccordés sur le réseau d'alimentation en eau potable, à l'exception de 2 abonnés (fermes) situées au Nord-Est commune (les Tuileries). Ces 2 abonnés sont alimentés par SIE de la Vallée du Sornin.

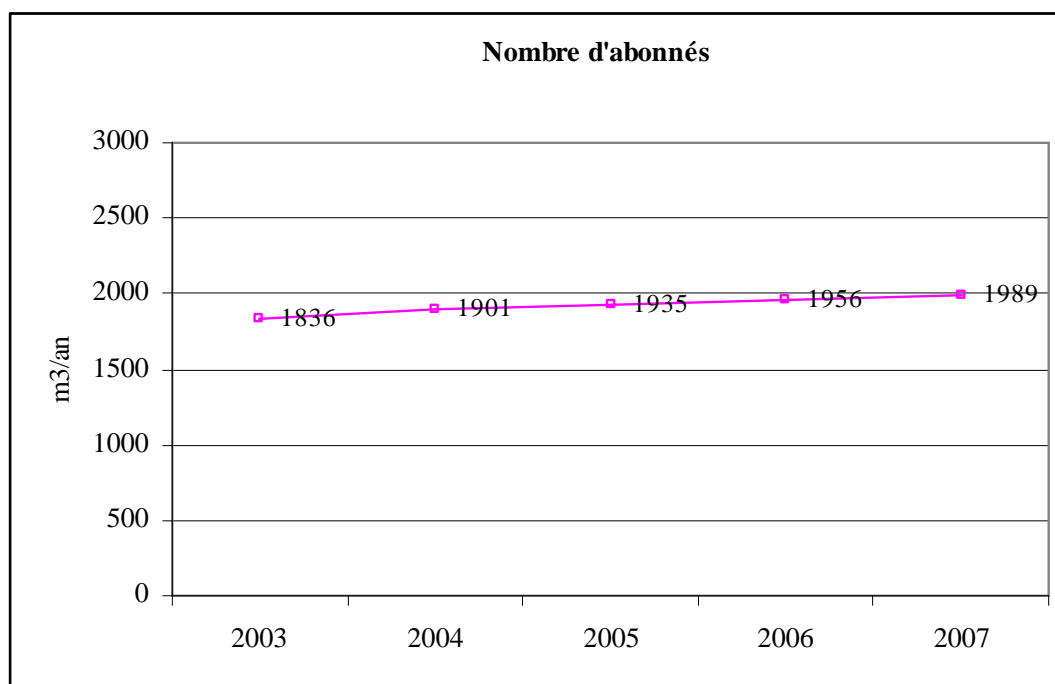
Des abonnés de collectivités voisines sont également alimentés par le réseau de Charlieu :

- Chandon : environ 65 abonnés,
- St Nizier sous Charlieu : environ 22 abonnés,
- St Bonnet de Cray : environ 2 abonnés.

4.2.1 Évolution du nombre d'abonnés

Le tableau et le graphique suivant présentent l'évolution du nombre d'abonnés (données issues des CRT fournis par l'exploitant) :

	2003	2004	2005	2006	2007
Nombre total d'abonnés	1836	1901	1935	1956	1989
Évolution annuelle du nombre d'abonnés		3.54%	1.79%	1.09%	1.69%



Évolution du nombre d'abonnés entre 2003 et 2007

Entre 2003 et 2007, le nombre d'abonnés a augmenté en moyenne de +2.02 % par an, soit 153 abonnés supplémentaires sur cette période (soit en moyenne + 38 abonnés / an). Cette augmentation traduit une attractivité du territoire.

La progression est globalement constante.

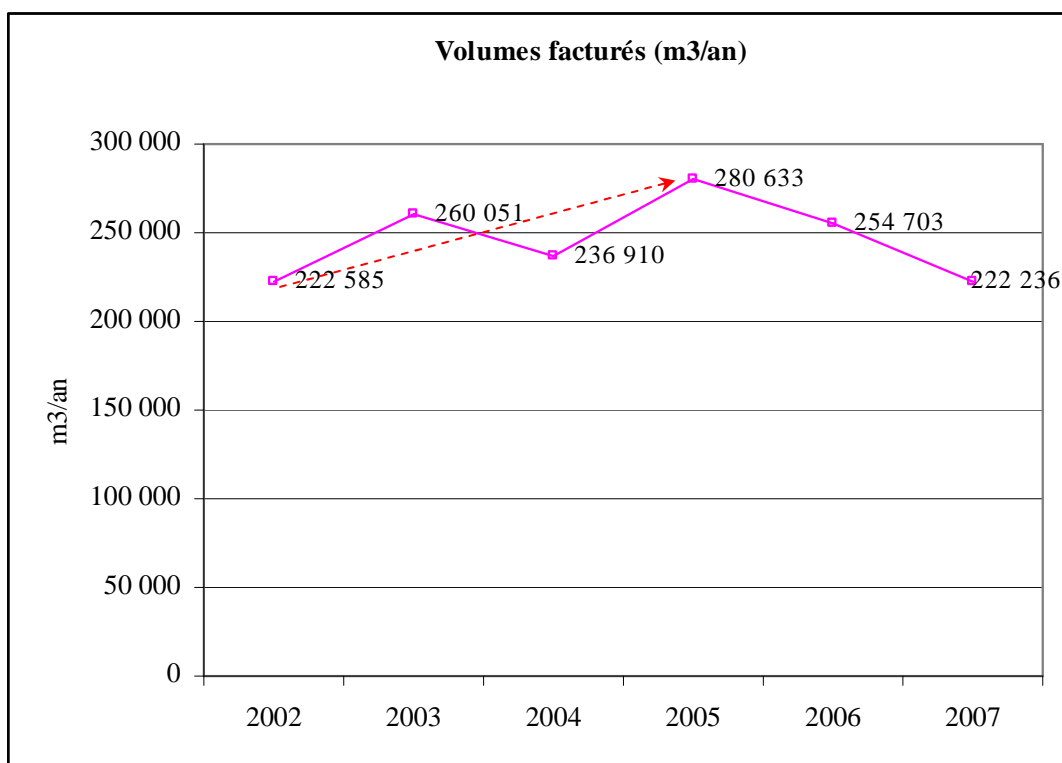
L'augmentation du nombre d'abonnés est essentiellement liée aux abonnés domestiques.

4.2.2 Analyse globale des volumes consommés (comptabilisés)

Remarque : Les volumes consommés présentés ci-après correspondent aux volumes calculés par année civile (données issues des CRT fournis par l'exploitant).

Le tableau et le graphique suivant présentent l'évolution du volume consommé :

	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Volumes consommés comptabilisés (m³/an)	222 585	260 051	236 910	280 633	254 703	222 236
Évolution annuelle des volumes consommés	-12.87%	16.83%	-8.90%	18.46%	-9.24%	-12.75%



Évolution des volumes annuels comptabilisés entre 2002 et 2007

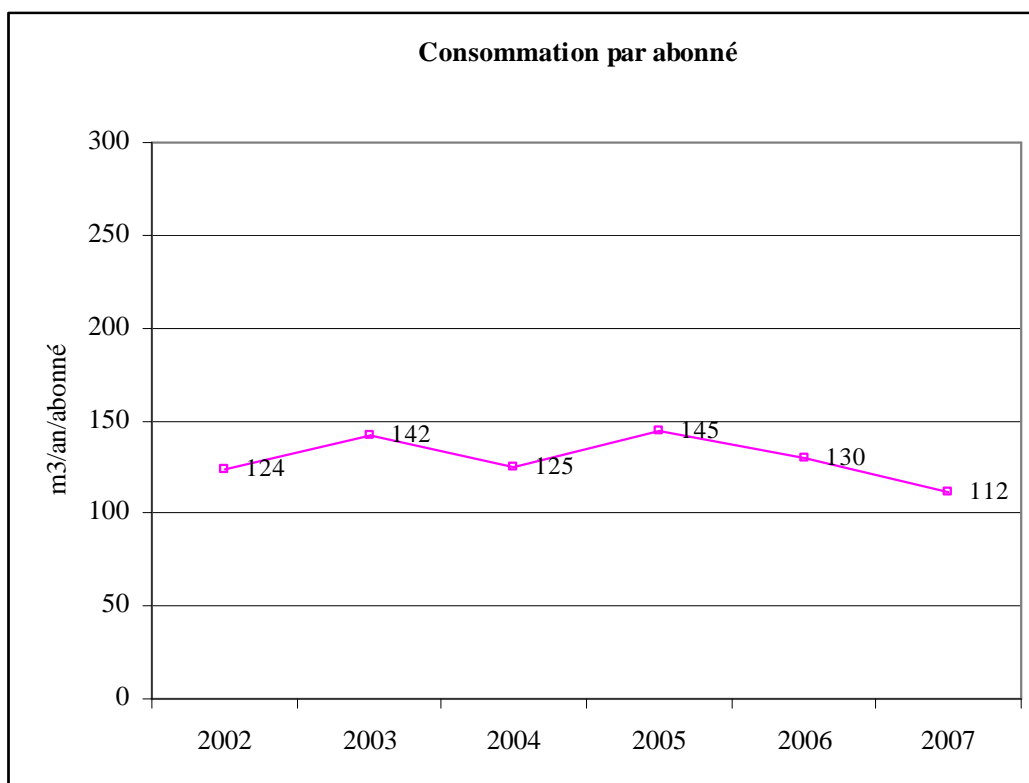
Les volumes facturés entre 2002 et 2005 présentent une tendance à l'augmentation, passant de 222 585 m3/an en 2002 à 280 633 m3/an en 2005 (l'année 2003 étant plus marquée par l'augmentation, l'année 2004 étant moins marquée).

A noter cependant, que d'après l'exploitant, la forte augmentation des volumes vendus en 2005 correspond à un décalage de la relève de 2004, qui induit une durée de consommation augmentée sur la facturation de 2005. Corrigé de l'effet de décalage, l'augmentation des volumes est seulement de + 4.7 %.

Il est noté une diminution des volumes facturés entre 2005 et 2007 (-11 %/an en moyenne). Le volume facturé en 2007 est revenu à un niveau identique à 2002, soit 222 400 m3/an en moyenne.

Le tableau suivant présente l'évolution des volumes consommés par an et par abonné :

	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Nombre total d'abonnés	1 800	1 836	1 901	1 935	1 956	1 989
Volumes consommés comptabilisés (m3/an)	222 585	260 051	236 910	280 633	254 703	222 236
Volumes consommés par abonnés (m3/an)	124	142	125	145	130	112
Évolution annuelle des volumes consommés par abonnés		14.54%	-12.01%	16.37%	-10.21%	-14.19%



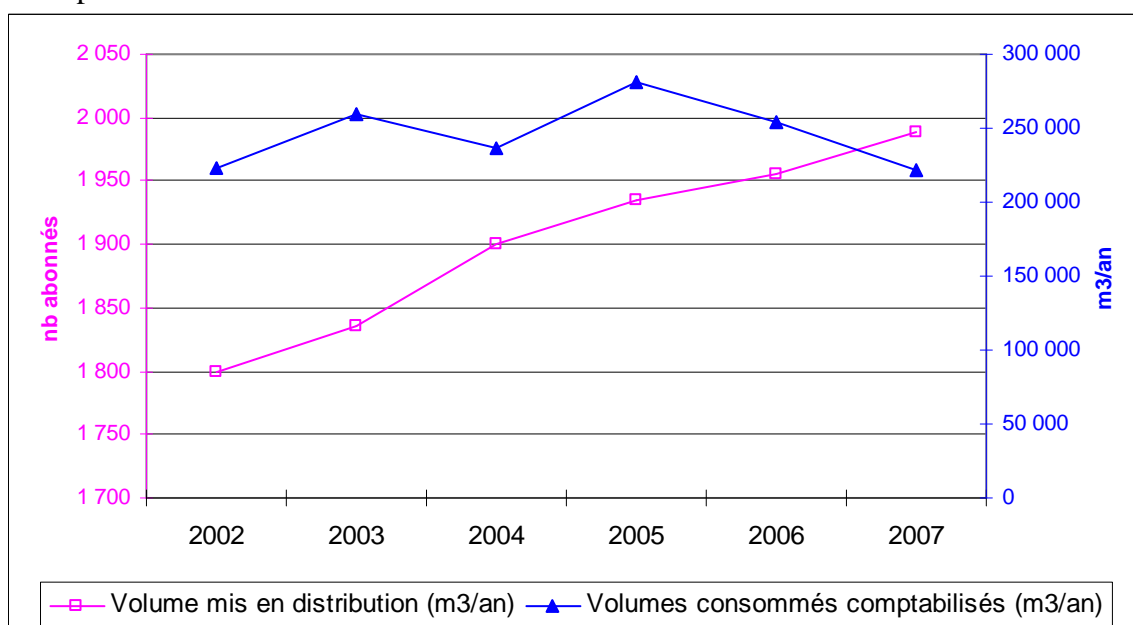
Évolution des volumes annuels consommés par abonné entre 2002 et 2007

L'évolution de la consommation par abonné concorde avec l'évolution des volumes facturés précédemment analysée.

La consommation enregistrée entre 2002 et 2005 a variée entre 125 et 145 m3/an/abonné.

Les consommations calculées en 2006 et 2007 sont en diminution de -12 %/an en moyenne (130 puis 112 m3/an/abonné).

Le graphique suivant compare les évolutions du nombre d'abonnés et des volumes facturés sur la période.



*Comparaison du nombre d'abonnés et des volumes annuels consommés comptabilisés
entre 2002 et 2007*

Ces courbes ne mettent pas en évidence de relation claire entre l'évolution du nombre d'abonnés et l'évolution des volumes facturés.

4.2.3 Répartition des volumes consommés

4.2.3.1 *Par type de consommateurs*

Les volumes consommés présentés dans ce paragraphe sont extraits du fichier de rôle des eaux pour la période de 2003 à 2007, fournis par l'exploitant.

Parmi les abonnés, il est possible de différencier plusieurs types de consommateurs.

Nous pouvons différencier :

- les abonnés domestiques,
- les abonnés industriels,
- les abonnés collectifs,
- les abonnés communaux,
- les appareillages publics.

L'analyse est présentée dans le tableau suivant :

Type abonnés	2007			
	Nb abonnés	Répartition	Volume facturé	Répartition
domestiques	1 925	97%	173 981	78%
industriels	6	0.3%	13 832	6%
collectifs	12	0.6%	18 414	8%
communaux	24	1.2%	11 769	5%
appareils publics	22	1.1%	4 240	2%
Total	1 989	100%	222 236	100%

Le nombre d'abonnés domestiques représentent 97 % des abonnés, et leur consommation représente 78 % des besoins totaux, soit près de 174 000 m³ en 2007.

Les autres types d'abonnés présentent de l'ordre de 1 % du nombre total d'abonnés.

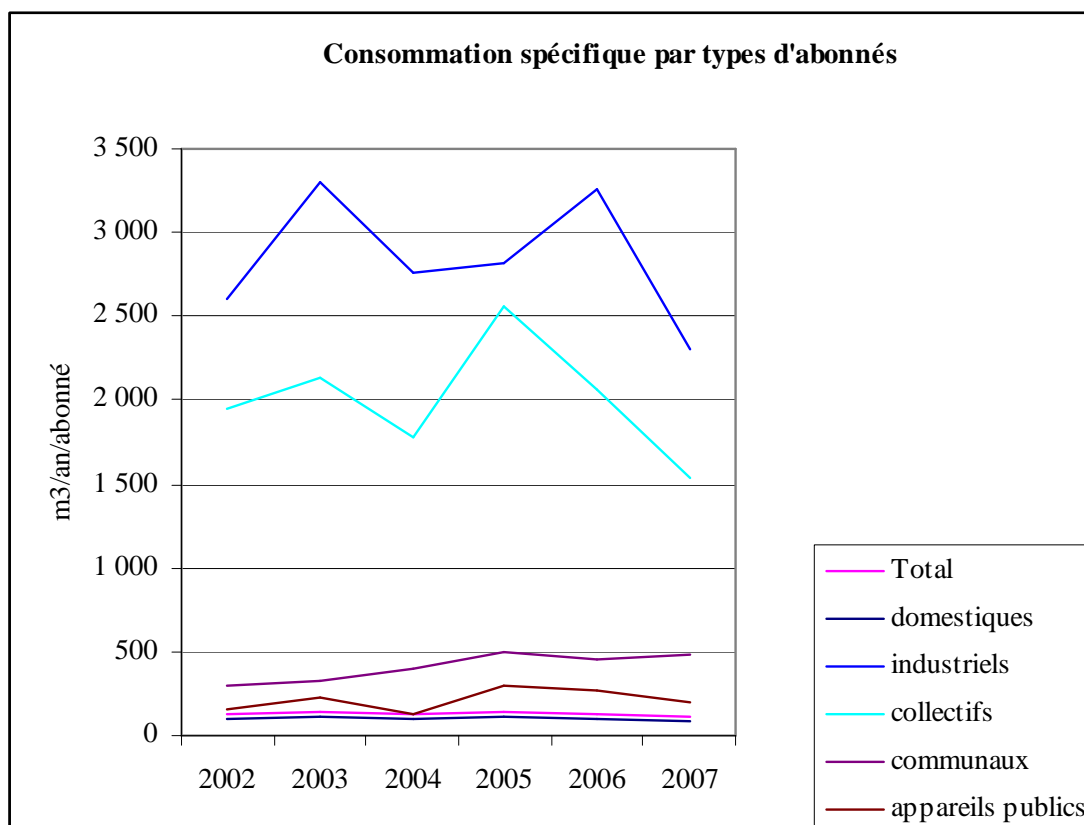
Les besoins des abonnés collectifs représentent 8 % des besoins totaux (18 400 m³).

Viennent ensuite les abonnés industriels et communaux, qui consomment chacun respectivement de l'ordre de 13 800 et 11 800 m³, soit près de 6 % chacun des besoins totaux. Les besoins des appareils publics sont inférieurs (4 200 m³).

Seul le nombre d'abonnés domestique a évolué significativement sur la période 2002-2007, passant de 1 733 à 1 925. Les autres abonnés sont restés stables.

Le tableau et le graphique ci-après présentent l'évolution de la consommation spécifique par type d'abonnés, sur la période considérée :

Types d'abonnés	2002	2003	2004	2005	2006	2007
domestiques	99	113	100	111	100	90
industriels	2 605	3 299	2 761	2 818	3 253	2 305
collectifs	1 953	2 138	1 780	2 561	2 060	1 535
communaux	296	328	397	493	454	490
appareils publics	160	231	126	292	270	193
Total	124	142	125	145	130	112



Il est enregistré les évolutions suivantes par types d'abonnés :

a - Abonnés industriels

Ils représentent entre 6 et 8 abonnés selon les années.

La consommation moyenne est de 2 840 m3/an/abonné. Deux pics ont été enregistrés en 2003 et 2006 à près de 3 300 m3/an/abonné.

A noter que d'après l'exploitant, il est enregistré en 2006 une augmentation des consommations industrielles, notamment les abattoirs de Charlieu (+1600 m3) et l'entreprise POTIN à St Nizier sous Charlieu (+ 1400 m3).

b - Abonnés collectifs

Ils représentent 12 abonnés.

La consommation moyenne est de 2 000 m³/an/abonné. Une valeur élevée de consommation par abonné a été enregistrée en 2005 (2 500 m³/an/abonné) en raison, d'après l'exploitant, de d'une consommation supplémentaire pour le lycée et le collège Michel Serret par rapport à 2004 en raison de fuites et de travaux (3800 m³).

c - Abonnés communaux

Ils représentent entre 24 et 27 abonnés selon les années.

La consommation moyenne est de 410 m³/an/abonné. La consommation spécifique a augmenté entre 2002 et 2005 (300 à 490 m³/an/abonné). La consommation est stabilisée depuis 2005 à environ 490 m³/an/abonné.

L'exploitant signale une augmentation en 2005 des volumes facturés sur les bâtiments publics (+1850 m³ pour les bâtiments des terrains de sport).

d - Appareils publics

Ils représentent entre 22 et 25 abonnés selon les années.

La consommation moyenne est de 210 m³/an/abonné. La consommation spécifique a été plus importante en 2003, 2005 et 2006 (260 m³/an/abonné).

e - Abonnés domestiques

La consommation moyenne est de 102 m³/an/abonné. La consommation spécifique a été plus importante en 2003 et 2005 (112 m³/an/abonné).

4.2.3.2 **Gros Consommateurs**

Parmi les abonnés étudiés précédemment, les plus gros consommateurs (>1 000 m³/an au moins une année sur la période étudiée) sont présentés dans le tableau (données issues du listing de l'exploitant).

Abonnés	Localisation	Commune	Consommations annuelles (m ³ /an)			
			2008	2007	2006	2005
REGROUPEMENT BAT CX	ENSEMBLE POINTS EAU (HOTEL DE VILLE)	CHARLIEU	5 092	3 221	10 184	11 640

Abonnés	Localisation	Commune	Consommations annuelles (m3/an)			
			2008	2007	2006	2005
POTAIN	ZONE INDUSTRIELLE, ROUTE DE POUILLY	ST NIZIER SOUS CHARLIEU	4 022	8 044	7 857	8 025
S.A.E.M. ABATTOIR	RUE DU BRIONNAIS	CHARLIEU	3 877	7 753	7 301	11 020
HOPITAL LOCAL	RUE DES URSULINES	CHARLIEU	3 706	7 412	7 430	8 783
LES BROSSES HLM (LE TOIT FAMILIAL)	AVENUE DES MESANGES (RUE PIERRE DEPIERRE)	CHARLIEU	1 975	3 950	4 658	4 978
PISCINE	CHEMIN DU CAMPING (HOTEL DE VILLE)	CHARLIEU	1 611	3 222	800	4 175
FOYER RES PTE PROVENCE	RUE DE LA GARE	CHARLIEU	1 485	2 970	2 705	2 518
FOYER RES PTE PROVENCE	ROUTE DE FLEURY	CHARLIEU	1 083	2 165	2 168	2 203
RELAIS DE L'ABB HOTEL	ROUTE DU BEAUJOLAIS	CHARLIEU	1 030	2 060	1 809	1 759
TOIT FAMILIAL LERICHE	R PROFESSEUR LERICHE (RUE PIERRE DEPIERRE)	CHARLIEU	1 023	2 046	1 862	2 138
NOTRE DAME	RUE CACHERAT	CHARLIEU	989	1 978	1 702	1 545
FOYER A.D.A.P.E.I.	RUE DR VITAUT	CHARLIEU	838	1 675	1 317	1 354
COLLEGE MICHEL SERVET	RUE RIOTTIER	CHARLIEU	710	1 419	1 541	4 225
T.A.L.	RUE JEAN JAURES	CHARLIEU	531	1 062	888	2 290
ECOLE MATERNELLE	BOULEVARD JACQUARD (HOTEL DE VILLE)	CHARLIEU	500	999	1 360	1 572
DRUERE DANIEL	ROUTE DE FLEURY	CHARLIEU	462	924	1 074	1 119
Total			28 934	50 900	54 656	69 344

Les 16 abonnés identifiés représentent 0.8 % des abonnés totaux pour 20 à 25 % du volume total facturé.

Les besoins en eau de ces abonnés sont passés de 69 344 m³ en 2005, à 28 934 m³ en 2008 (soit -58 % sur la période). L'ensemble des abonnés est concerné par cette tendance.

Les plus gros consommateurs (> 2 000 m³/an) sont représentés par des abonnés communaux (Regroupement de bâtiments communaux) et industriels (Ets POTAIN, SAEM ABATTOIR et HOPITAL).

4.2.3.3 Abonnés sensibles

La liste des abonnés sensibles figure dans le tableau suivant :

Nom	Adresse
Hôpital local	202 Rue Ursulines
Lycée polyvalent J. Rue	Rte de St Bonnet
restaurant le Sornin	6 Place Bouverie
Salon Sylvie coiffure	2 Bd Jacquard
PROTHERY Raphaëlle	13 Bd Jacquard
Inst Notre Dame	9T rue Cachérat
Vivrière Jean Marc	1 place St Philibert
Imagin'Hair	100 rue Chanteloup
Morel Jean	28 rue andré farinet
Nouvelle version	20 Rue Charles de Gaulles
Foyer Res Pte Provence	71 Route de Fleury
Hôpital local	128 rue des Ursulines
Collège Michel Servet	14 Rue Riottier
Caserne Pompiers RL	1 Rue Dorian
Halte garderie	1B Rue Ancien Hôtel Dieu
Ecole Maternelle	4 Boulevard Jacquard
Ecole primaire	Rue Chantemerle
Ecole primaire	Avenue Charnay
Piscine	Chemin du Camping
Coiffure Marie Joséphine	7 Boulevard Louis Valorge
S.A.E.M. Abattoir	Rue du Brionnais
Comète Nature	10 rue Grenette
Salon Francoise et Michel	22 Rue Chanteloup
Salon Mill Coupe	22 rue Jean Morel
L'Echalote	29 rue Chanteloup
Le p'tit Normand	8 rue Chanteloup
Pizzeria l'Etna	31 rue Jean Morel
Restaurant relais de l'Abbaye	La Montaly
Restaurant Saint Louis	29 rue André Farinet
restaurant le Viet Nam	16 rue Moulins

4.2.4 Analyse du parc des compteurs individuels

Cette étape a un double objectif :

- valider effectivement les données du comptage,
- fournir un outil de décision pour la gestion du parc de compteur.

A partir des données fournies par l'exploitant, un état des lieux et l'historique du parc des compteurs a été dressé.

4.2.4.1 *Évolution du parc de compteurs*

L'évolution du nombre de compteurs, ainsi que le nombre de compteurs renouvelés annuellement figurent dans le tableau suivant :

Année	Renouvellement compteurs	Nb compteurs	% de renouvellement
2002	28	1805	1.6%
2003	61	1878	3.2%
2004	58	1900	3.1%
2005	95	1935	4.9%
2006	138	1970	7.0%

Le nombre de compteurs renouvelés est de l'ordre de 2 à 7 % du parc existant, soit en moyenne 76 compteurs par an sur la période 2002-2006.

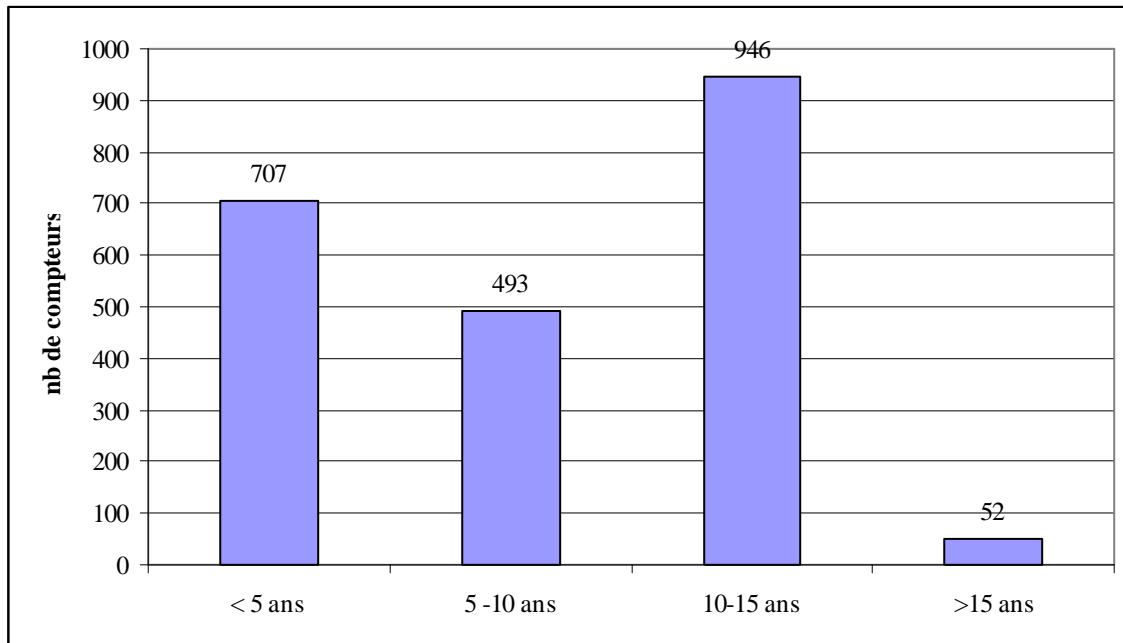
4.2.4.2 *Caractéristiques du parc de compteurs*

Le type, les caractéristiques et années de pose des compteurs du réseau permettent de déterminer, outre l'âge moyen du parc, l'erreur moyenne de ce dernier.

En effet, d'une manière générale, le vieillissement des organes de comptage induit un phénomène de 'sous comptage'.

Connaissant l'âge moyen du parc compteur, il est donc possible d'estimer, à partir de ce modèle, l'erreur moyenne pondérée et le volume consommé non comptabilisé à cause du 'sous comptage'.

Les informations concernant le parc de compteurs sont regroupées dans le graphique suivant, sur la base du listing abonné transmis par l'exploitant :



Certains compteurs qui ne sont plus utilisés sont encore enregistrés dans le listing, ce qui induit une incertitude sur le traitement des données (- de 10 % d'erreur).

Néanmoins, d'après ces données, 32 % des compteurs du Syndicat sont âgés de moins de 5 ans, 54 % de moins de 10 ans et 98 % de moins de 15 ans.

L'âge moyen du parc des compteurs est de 9 ans environ, ce qui représente un parc assez jeune, avec un bon taux de renouvellement.

Il est possible de simuler très grossièrement l'erreur de comptage globale du parc.

Ainsi, pour un âge moyen du parc compteur de 9 ans, l'erreur de comptage peut être évaluée à - 4 %.

Sur le périmètre d'étude, où le volume total comptabilisé en 2007 était de l'ordre de 222 236 m³, une telle erreur moyenne de comptage représente potentiellement 8 900 m³/an.

La politique de renouvellement de compteur doit se poursuivre à ce rythme.

Il est, de plus, tout particulièrement judicieux de veiller au bon fonctionnement des compteurs des plus gros consommateurs afin de limiter significativement l'erreur de comptage de ces dernières.

4.3 Ratios caractéristiques du réseau

4.3.1 Rendement

4.3.1.1 Généralités

La définition intuitive du rendement est généralement le **rendement primaire**.

C'est le rendement le plus simple à calculer. Il ne prend en compte que les volumes comptabilisés pour les comparer aux volumes mis en distribution.

C'est le rapport entre les volumes comptabilisés par les compteurs des abonnés, et les volumes mis en distribution (production + achats - ventes en gros).

$$R1 = \frac{V \text{ comptabilisé}}{V \text{ mis en distribution}} \times 100$$

Ce rapport ne permet pas de comparer l'état de deux réseaux de configurations différentes. En première analyse, pour un réseau donné, c'est plus l'évolution de ce rendement qui importe plutôt que sa valeur absolue.

Le **rendement hydraulique** est plus complet car il permet de comparer la quantité d'eau utilisée sciemment (par les clients et le service des eaux) à la quantité nécessaire à une qualité constante de distribution.

Il traduit la notion de perte d'eau.

$$R2 = \frac{V \text{ comptabilisé} + V \text{ non comptabilisé} + V \text{ service} + V \text{ défauts de comptage}}{V \text{ mis en distribution}} \times 100$$

Ce ratio est le véritable rendement technique d'un réseau.

Ce rendement utilise l'erreur moyenne du parc compteur pour estimer le volume non comptabilisé suite aux défauts des dispositifs de comptage. Il fait également appel à une estimation des volumes consommés mais non comptabilisés (consommateurs sans compteurs) et à une évaluation des besoins techniques du service des eaux (nettoyage de réservoirs, purges de réseau,...).

4.3.1.2 Rendements

Depuis l'arrêté du 2 mai 2007, les rendements fournis par l'exploitant ne sont plus calculés sur l'année civile, mais sur la période de facturation. Cette méthode permet d'obtenir des indicateurs de performance du réseau plus proches de la réalité. Cependant, dans le cadre de notre étude, et notamment en vue de comparer l'évolution des rendements sur un mode de calcul identique, nous conserverons un calcul basé sur l'année civile.

Le tableau suivant présente les rendements calculés pour le réseau de la commune.

		2002	2003	2004	2005	2006	2007
Volume produit (m³)	A	295 659	296 605	299 930	290 308	263 265	243 518
Volume importé (m³)	B	8 994	11 513	12 494	13 289	10 118	9 223
Volume exporté (m³)	C	0	0	0	0	0	0
Volume mis en distribution (m³)	D=A+B-C	304 653	308 118	312 424	303 597	273 383	252 741
Volume comptabilisé (m³)	E	222 585	260 051	236 910	280 633	254 703	222 236
Volume non comptabilisé et besoins de service (estimation ; m³)	F	3 140	3 800	2 400	3 309	3 475	2 716
Volume défaut comptage (estimation ; m³)	G	8 903	10 402	9 476	11 225	10 188	8 889
Volume utilisé (estimation ; m³)	I=E+F+G	234 628	274 253	248 786	295 167	268 366	233 841
Volume des pertes (estimation ; m³)	J=D-I	70 025	33 865	63 638	8 430	5 017	18 900
Rendement primaire	R1=E/D	73.1%	84.4%	75.8%	92.4%	93.2%	87.9%
Rendement hydraulique	R2=I/D	77.0%	89.0%	79.6%	97.2%	98.2%	92.5%

Ainsi, le rendement primaire de la commune est bon, supérieur à 70 % entre 2002 et 2007. Toutefois, comme indiqué précédemment, ce rendement prend en compte les volumes non comptabilisés et besoins de service de la même façon que les volumes perdus liés aux fuites.

Le rendement hydraulique, qui considère ces volumes comptabilisés liés à une utilisation volontaire et nécessaire, reflète de manière plus précise les volumes perdus. Sur la commune, ce rendement est très bon, aux alentours de 92 % en 2007.

4.3.2 Indice linéaire de perte

4.3.2.1 Généralités

L'indice linéaire de consommation permet de déterminer la catégorie de réseau selon un ratio du volume consommé par km de réseau.

La notion d'Indice Linéaire de Perte permet de rapporter le volume des pertes en distribution à l'importance du réseau.

Il est ainsi possible de comparer l'état physique de deux réseaux.

Il est calculé de la façon suivante :

$$IP = \frac{V \text{ mis en distribution} - V \text{ utilisé}}{365 \times \text{Linéaire du réseau}}$$

Il peut être comparé aux valeurs guides considérées comme acceptables par l'Agence de l'Eau (en m³/j/km) :

Catégorie de réseau	Rural	Semi rural	Urbain
	ILC < 10	10 < ILC < 30	ILC > 30
Bon	IP < 1.5	IP < 3	IP < 7
Acceptable	1.5 < IP < 2.5	3 < IP < 5	7 < IP < 10
Médiocre	2.5 < IP < 4	5 < IP < 8	10 < IP < 15
Mauvais	IP > 4	IP > 8	IP > 15

S'il n'est pas disponible, le nombre de branchements est pris égal au nombre d'abonnés.

4.3.2.2 Indice linéaire de perte

Le tableau suivant présente les indices linéaires de perte calculés pour le réseau de la commune. Le calcul a été réalisé sur les mêmes bases que le calcul du rendement (période, estimations).

		2002	2003	2004	2005	2006	2007
Volume des pertes (estimation)	J=D-I	70 025	33 865	63 638	8 430	5 017	18 900
Nombre de branchements	K	1 743	1 755	1 753	1 746	1 757	1 777
Linéaire du réseau hors brchts (km)	L	34.759	34.35	34.35	34.35	34.35	34.8
Branchements par linéaire de réseau	M=K/L	50.1	51.1	51.0	50.8	51.1	51.1
Indice Linaire de Perte (m3/j/km)	IP=J/365/L	5.5	2.7	5.1	0.7	0.4	1.5
Indice Linaire de consommation (m3/j/km)	ILC=E/365 /L	17.5	20.7	18.9	22.4	20.3	17.5

L'indice linéaire de consommation est globalement stable sur la période, entre 17 et 23 m³/j/km. Le réseau de la commune est classé en type semi-rural.

L'indice de perte linéaire a évolué entre 3 à 5.5 m³/j/km de 2002 à 2004, à moins de 2 m³/j/km à partir de 2005.

Ainsi, d'après les valeurs de référence de l'Agence de l'eau, l'état du réseau est jugé en bon état (indicateur < 3 m³/j/km).

5 ESTIMATION DE LA DEMANDE EN EAU FUTURE

La demande en eau future correspond aux volumes d'eau à introduire dans le réseau pour satisfaire les besoins futurs des différents usagers.

Elle comprend ainsi :

- les besoins futurs en eau des usagers eux-mêmes,
- les volumes d'eau consommés non comptabilisés,
- les volumes d'eau perdus en distribution,
- le cas échéant, les volumes à fournir aux collectivités voisines.

5.1 Estimation des besoins futurs en eau des usagers

L'estimation des besoins futurs des usagers est menée en deux temps :

- Définition de l'évolution du nombre d'abonnés :
 - sur la base de l'évolution observée au cours des dernières années,
 - à partir de la connaissance des projets locaux (zones d'activités, zones d'urbanisation futures, ...) après consultation des documents d'urbanisme et enquête auprès de la collectivité.
- Définition de l'évolution des consommations par abonné.

Le produit des deux paramètres permet de définir l'évolution globale des besoins.

5.1.1 Estimation de l'évolution du nombre d'abonnés

5.1.1.1 *Évolution historique des abonnés*

Entre 2003 et 2007, l'augmentation moyenne du nombre d'abonnés était d'environ +38 abonnés par an.

A partir de ces éléments et en considérant le maintien du taux de croissance, il est possible de réaliser une projection du nombre d'abonnés à l'horizon 2020, puis 2030 :

Nb abonnés	<i>Estimations d'après le nb abonnés</i>	
2009	2020	2030
1989	2407	2787

Selon cette hypothèse, le nombre d'abonnés augmenterait de 418 à l'horizon 2020 (soit + 1.75 %/an en moyenne) puis de 380 supplémentaires jusqu'en 2030 (soit + 1.48 %/an en moyenne).

L'estimation présentée ici est donc une hypothèse 'haute' d'évolution du nombre d'abonnés de la commune.

5.1.1.2 Évolution basée sur les prévisions d'urbanisation

A partir du questionnaire envoyé à la commune, une estimation du nombre d'habitations nouvelles à l'horizon 2020 a été réalisée.

Compte tenu des zones urbanisables des communes, environ 215 habitations nouvelles pourraient être construites d'ici 2020 (par rapport au nombre de résidences existantes en 2009), soient environ 19 constructions par an.

En supposant le maintien de cette évolution pendant la période de 2009 à 2030, et en considérant qu'une habitation correspond à 1 abonné, on obtient l'estimation suivante :

Nb abonnés	Estimations d'après nb de logements	
2009	2020	2030
1989	2204	2394

Cette estimation ne tient pas compte de la construction d'habitat collectif. Ce type d'habitation sera cependant restreint, et ne concernera que du petit collectif.

De même il n'est pas tenu compte du nombre d'abonnés industriels éventuel.

L'estimation présentée ici est donc une hypothèse 'basse' d'évolution du nombre d'abonnés de la commune.

5.1.1.3 Synthèse de l'estimation de l'évolution du nombre d'abonnés

Étant données les différentes estimations du nombre futur d'abonnés présentées ci-dessus, nous retiendrons pour la suite de l'étude l'hypothèse basse, qui semble plus réaliste vis-à-vis des perspectives d'évolution :

Estimations nb d'abonnés	
2020	2030
2 205	2 395

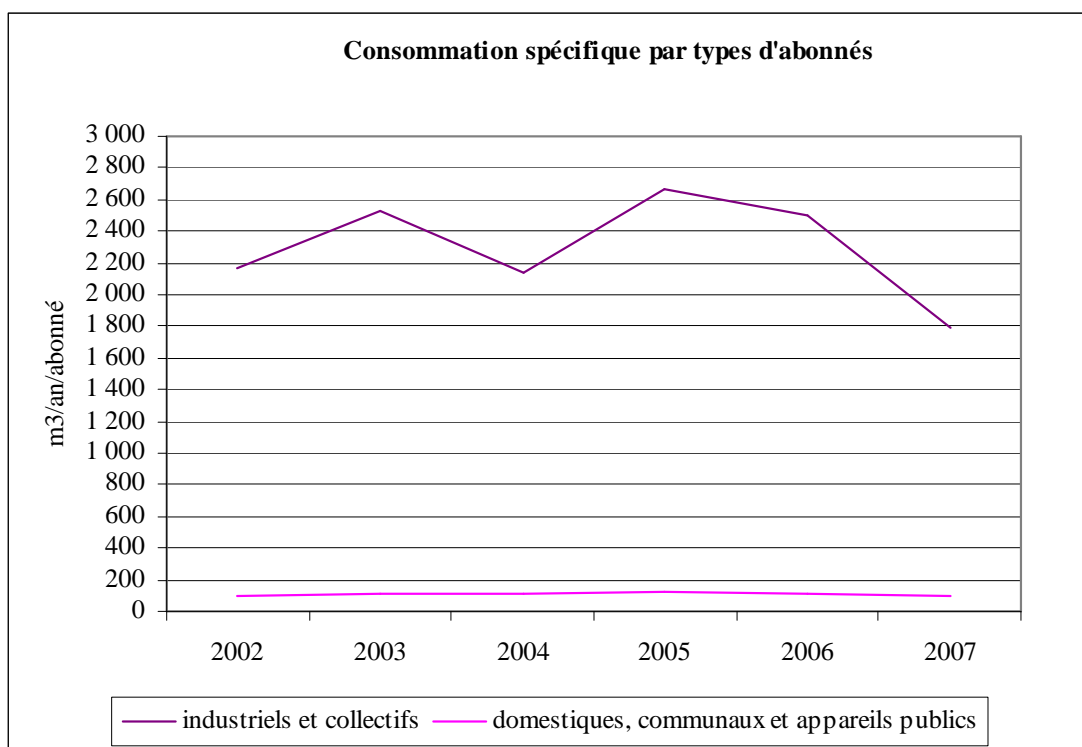
Sur la base du nombre d'habitants par abonné observé sur la commune (1.9 habitants/abonné), ces estimations représente une population totale de 4 190 personnes pour l'horizon 2020 et 4 550 habitants en 2030.

5.1.2 Estimation de l'évolution des besoins par abonnés

En 2007, le volume annuel moyen facturé par abonné s'établissait à 112 m³/an/abonné. Il n'est cependant pas noté d'évolution significative à la baisse au cours des dernières années. Toutefois, compte-tenu de la sensibilisation des populations vis-à-vis des problèmes environnementaux et de la tendance de consommation en réalisant des économies d'eau (choix d'appareillages électroménager moins consommateurs en eau, réduction des volumes de chasse d'eau, récupération de l'eau de pluie pour l'arrosage, etc...) nous nous référerons aux consommations de l'année 2007, plus faibles que les années antérieures, pour caractériser les consommations en situation future.

Le graphique suivant présente l'évolution des consommations par type d'abonnés, répartis en 2 classes de consommations :

- les consommations spécifiques < 1 000 m³/an/abonné, représentées par les abonnés domestiques, communaux et appareils publics,
- les consommations spécifiques > 1 000 m³/an/abonné, représentées par les abonnés industriels et collectifs.



La consommation des abonnés « < 1 000 m³/an » a fluctué autour d'une valeur moyenne de 108 m³/an de 2002 à 2007, avec des pointes à 119 m³/an/abonné en 2003 et 2005, et des valeurs moyennes de 105 m³/an/abonné en 2002, 2004 et 2006.

Nous retiendrons la valeur de 2007, plus faible (96 m³/an/abonné), mais caractérisant davantage les baisses de consommation enregistrées de manière globale sur diverses collectivités, en situation future.

La consommation des abonnés « > 1 000 m³/an » a été assez irrégulière sur la même période, oscillant entre 1791 et 2663 m³/an/abonné.

Nous retiendrons la valeur moyenne de 2298 m³/an/abonné.

En faisant la distinction par type d'abonné, il s'avère donc être, en 2007, de l'ordre de :

- 96 m³/an/abonné pour les abonnés domestiques et assimilés (< 1 000 m³/an), qui représentent 99 % des abonnés,
- 2 298 m³/an/abonné pour les gros consommateurs (> 1 000 m³/an), qui représentent 1 % des abonnés.

Le volume réellement consommé par les abonnés diffère du volume facturé (c'est-à-dire le volume comptabilisé) car il convient de prendre en compte le volume d'eau consommé qui n'est pas comptabilisé suite aux erreurs de comptage du parc compteur.

Il a été vu précédemment que, pour la collectivité, cette erreur globale de comptage pouvait être estimée sommairement autour de -4 % du volume annuel comptabilisé.

Ainsi, le volume moyen réellement consommé par les abonnés domestiques et assimilés peut être estimé à :

$$96 / (1-0.04) = \mathbf{100 \text{ m}^3/\text{an}/\text{abonné}}$$

Concernant les abonnés domestiques, communaux et appareils publics, nous prendrons donc pour hypothèse un volume annuel consommé de **100 m³/an/abonné**.

De même, le volume moyen réellement consommé par les gros consommateurs peut être estimé à :

$$2\,298 / (1-0.04) = \mathbf{2\,395 \text{ m}^3/\text{an}/\text{abonné}}$$

Concernant les gros consommateurs, nous prendrons donc pour hypothèse un volume annuel consommé de **2 395 m³/an/abonné**.

Concernant l'évolution de cette 'tranche de consommation', compte tenu des perspectives de stabilité de l'activité (hors création ou extension de zones artisanales), nous retiendrons un maintien de la consommation soit : **2 395 m³/an jusqu'à l'horizon 2030 pour 19 abonnés**.

5.1.3 Bilan de l'évolution des consommations

D'après les calculs précédents, nous retiendrons les hypothèses suivantes sur le nombre d'abonnés futurs :

2020 : 2 205 abonnés domestiques et assimilés + 19 abonnés gros consommateurs

2030 : 2 395 abonnés domestiques et assimilés + 19 abonnés gros consommateurs

Les consommations en eau potable sur les zones artisanales et industrielles ne devraient pas évoluer significativement.

Compte tenu de la consommation spécifique retenue par abonné, de la consommation des gros consommateurs, et des consommations liées aux projets de zones d'activités, les consommations futures estimées sont les suivantes :

	2020	2030
abonnés domestiques	$2\,205 \times 100 \approx$ 220 500 m ³ /an	$2\,395 \times 100 \approx$ 239 500 m ³ /an
gros consommateurs	$19 \times 2\,395 =$ 45 500 m ³ /an	$19 \times 2\,395 =$ 45 500 m ³ /an
zones industrielles et artisanales	néant	néant
Total	266 000 m³/an	285 000 m³/an

5.2 Estimation des volumes consommés non comptabilisés

Au niveau d'un réseau de distribution d'eau potable, il peut exister des consommateurs utilisant de l'eau à bon escient mais sans passer par un dispositif de comptage.

Ces utilisateurs, connus et autorisés, correspondent généralement à des services publics :

- Service Incendie (besoins pour l'extinction d'incendies et essais des équipements),
- Bouches de lavage et d'arrosage,
- Fontaines et toilettes publiques,
- etc.

Dans le cas de la commune, l'ensemble des points de consommation est en principe équipé de compteurs, on peut donc considérer que les seules consommations non comptabilisées correspondent aux besoins du service de lutte contre incendie.

De plus, l'exploitation du réseau de distribution implique l'utilisation, en toute connaissance de cause, de volumes d'eau pour le nettoyage des réservoirs et des canalisations, les purges de réseau et les écoulements permanents volontaires pour la lutte contre le gel.

Ce sont donc des volumes consommés à bon escient et indispensables au bon fonctionnement du service mais qui ne font pas l'objet de comptage.

Il est donc nécessaire de procéder à l'estimation de ces différents volumes afin de prendre en compte les besoins de production futurs.

Les besoins de service sont actuellement de l'ordre du 1% des volumes mis en distribution.

Le réseau de distribution ne devant pas connaître d'extensions majeures dans les années à venir (les évolutions envisagées en terme de population doivent avoir lieu au niveau de zones déjà urbanisées), on peut considérer que les volumes consommés non comptabilisés resteront similaires aux estimations actuelles.

Les volumes correspondant pour 2020 et 2030 sont donc les suivants :

- **Volume consommé non comptabilisé : 1 % du volume mis en distribution soit :**
 - en 2020 : 3 090 m³/an
 - en 2030 : 3 280 m³/an

5.3 Estimation des pertes en distribution

Pour estimer la demande en eau à l'échéance 2020 puis 2030, il est nécessaire de prendre en compte le rendement du réseau afin d'intégrer les pertes d'eau en distribution.

Entre 2005 et 2007, le réseau de la collectivité présentait un rendement hydraulique de l'ordre de **92 %** et un indice linéaire de perte net de **proche de 1 m³/j/km**.

En situation future, l'indice linéaire de consommation devrait pouvoir se maintenir. Ces valeurs actuelles de pertes en distribution caractérisant un réseau en bon état pour une zone semi-rurale, nous retiendrons l'indice correspondant à la valeur limite pour maintenir le réseau en bonne qualité, soit **3.0 m³/j/km**.

Afin de tenir compte d'un maintien des pertes en distribution, nous considérerons cet indice de perte constant jusqu'en 2030.

Les documents d'urbanisme projettent généralement les zones d'habitat futur regroupées à proximité de l'habitat actuel. Le réseau de distribution ne devrait par conséquent pas s'étendre énormément par rapport à la situation actuelle. Sur la base d'une extension de 100 m par an en moyenne, le réseau aura augmenté de 2 km en 2030.

Les pertes estimées sont donc les suivantes :

	2020	2030
Linaire de réseau (km)	35.8	36.8
Indice linéaire de pertes (m ³ /j/km)	3.0	3.0
Total : pertes estimées	39 200 m ³ /an	40 300 m ³ /an
Estimation retenue	39 800 m³/an	

La valeur moyenne est retenue pour 2020 et 2030.

5.4 Volumes à fournir aux collectivités voisines

En l'absence d'interconnexions fonctionnelles et utilisées quotidiennement entre la commune et d'autres collectivités, aucun volume à fournir à d'autres collectivités ne sera analysé ce stade de l'étude. Les possibilités d'interconnexions et les capacités d'alimentation seront étudiées en phase 3.

5.5 Bilan de la demande future en eau

A partir des éléments et hypothèses présentés précédemment, la demande future en eau estimée est la suivante :

		2020	2030
Volumes consommés	Consommation domestique	220 500	239 500
	Gros consommateurs	45 500	45 500
	Créations et extensions de zones industrielles	néant	Néant
	Volumes utilisés non comptabilisés	3 090	3 280
Pertes en distribution		39 800	39 800
Volumes exportés		0	0
Besoins futurs moyens		308 900 m³/an soit 845 m³/j	328 100 m³/an soit 1 000 m³/j

Besoins futurs en pointe

Les coefficients de pointe journaliers des besoins en eau ont été calculés pour les années 2003 à 2007. Le coefficient de point était de 1.84 sur la période 2003-2005, puis de 1.73 en 2006-2007.

Nous retiendrons le coefficient de pointe 1.73. Cependant, étant donné la possibilité qu'une pointe supérieure se reproduise, il est préférable de prendre en compte une seconde hypothèse de consommation de pointe afin de tenir compte de cette éventualité dans le futur : un coefficient de pointe journalier de 1.84.

Coefficient de pointe de consommation journalier : 1.73 / 1.84

A partir de ces valeurs et d'un volume de pertes en distribution non soumis à ces pointes, on obtient alors les besoins de production en pointe suivants :

	Coefficient pte journalier	2020	2030
Besoins futurs en pointe	1.73	1 460 m³/j	1 730 m³/j
	1.84	1 555 m³/j	1 840 m³/j

6 ADEQUATION RESSOURCE - DEMANDE

6.1 Capacités de production

La capacité de production maximale recommandée par l'hydrogéologue agréé pour les puits du Sornin est de 60 m³/h, soit 1 200 m³/j (sur la base de 20 h de fonctionnement journalier).

Les sources ont une capacité de production moyenne de 600 m³/j, et une capacité à l'étiage de 30 m³/j.

Au total, la capacité des ressources est par conséquent de 1 800 m³/j en situation moyenne et 1 230 m³/j en situation d'étiage des sources.

La capacité de la station de la future station de traitement du Pré de la Doux telle qu'elle est à ce jour définie, est de 90 m³/h soit 1 800 m³/j.

Par ailleurs, la commune achète de l'eau au SI de Pouilly pour alimenter le haut service à hauteur de 30 m³/j en moyenne. Si besoin, et sous réserve que la ressource du SI Pouilly soit à l'étiage, le Syndicat peut fournir exceptionnellement 500 m³/j d'eau à Charlieu.

6.2 Situation actuelle

La comparaison de la demande actuelle en eau avec la capacité de production permet de déterminer l'adéquation entre la ressource et la demande :

Capacité de production	Demande actuelle eau brute (moyenne 2003-2007)		Bilan ressource/demande actuel	
	Moyens	Pointe journalière	Moyens	Pointe journalière
Moyen : 1 800 m ³ /j	795 m ³ /j	1 430 m ³ /j	+ 1 005 m ³ /j	- 200 m ³ /j
Etiage : 1 230 m ³ /j				

Ainsi, en situation actuelle, la ressource propre à la commune est suffisante pour satisfaire la demande en situation moyenne.

En période de pointe, et si les sources ne sont pas à l'étiage, alors l'ensemble de la ressource propre à la commune (1 800 m³/j) est capable de satisfaire les besoins (1 430 m³/j) avec un volume excédentaire modeste. En revanche, si la ressource est en l'étiage sévère (1230 m³/j), alors l'ensemble des besoins ne peut pas être satisfait : le déficit est de – 200 m³/j.

Dans ce cas, la commune fait appel au SI de Pouilly pour augmenter l'achat d'eau pendant la période de pénurie.

Dans la réalité, la coïncidence d'une pointe de consommation avec un étiage sévère de la ressource en eau est rare et nécessite des restrictions d'eau.

6.3 Situation future

La comparaison de la demande future calculée et de la capacité de production permet de déterminer l'adéquation entre la ressource et la demande à l'horizon 2020.

2020					
hypothèse	Capacité de production	Demande future		Bilan ressource/demande future	
		Moyen	Pointe journalière	Moyen	Pointe journalière
hypothèse basse	Moyen : 1 800 m ³ /j	845 m ³ /j	1 460 m ³ /j	+ 385 m ³ /j (étiage) à + 955 m ³ /j (moyen)	<u>Ressources disponible</u> + 245 m ³ /j (hyp. haute) à + 340 m ³ /j (hyp. basse)
hypothèse haute	Etiage : 1 230 m ³ /j		1 555 m ³ /j		<u>Ressources à l'étiage</u> - 230 m ³ /j (hyp. basse) à - 325 m ³ /j (hyp. haute)

En situation future 2020, la ressource en eau propre à la collectivité sera capable de satisfaire la demande en eau moyenne, que la ressource soit à l'étiage ou non (excédent de +385 à + 955 m³/j).

En situation de pointe, les besoins seront satisfaits avec un excédent de + 245 à + 340 m³/j (selon l'hypothèse du coefficient de pointe retenue haute / basse) si la ressource n'est pas à l'étiage.

En revanche, la ressource propre à la collectivité sera en déficit pour la période de pointe si les sources sont à l'étiage : - 230 à -325 m³/j selon l'hypothèse retenue (basse / haute).

Dans ce cas, le niveau de déficit sera un peu plus important que le déficit évoqué plus haut, en situation actuelle : une restriction des usages et le recours au SI de Pouilly devraient cependant permettre d'alimenter l'ensemble des abonnés sans trop de difficultés.

Le besoin maximum (325 m³/j) reste supportable par le SI de Pouilly, tel que le permet la convention, à condition toutefois que la situation soit exceptionnelle et sur une durée très réduite.

La comparaison de la demande future calculée et de la capacité de production permet de déterminer l'adéquation entre la ressource et la demande à l'horizon 2030.

2030					
hypothèse	Capacité de production	Demande future		Bilan ressource/demande future	
		Moyen	Pointe journalière	Moyen	Pointe journalière
hypothèse basse	Moyen : 1 800 m ³ /j	1 000 m ³ /j	1 730 m ³ /j	+ 230 m ³ /j (étiage) à + 800 m ³ /j (moyen)	<u>Ressources disponible</u> - 40 m ³ /j (hyp. haute) à + 70 m ³ /j (hyp. basse)
hypothèse haute	Etiage : 1 230 m ³ /j		1 840 m ³ /j		<u>Ressources à l'étiage</u> - 500 m ³ /j (hyp. basse) à - 610 m ³ /j (hyp. haute)

En situation future 2030, la ressource en eau propre à la collectivité sera également capable de satisfaire la demande en eau moyenne, que la ressource soit à l'étiage ou non (excédent de +385 à + 955 m³/j).

En situation de pointe, les besoins seront tous justes satisfaits si la ressource n'est pas à l'étiage (bilan de ressource -40 à +70 m³/j, selon l'hypothèse du coefficient de pointe retenue haute / basse).

En revanche, la ressource propre à la collectivité sera fortement en déficit pour la période de pointe si les sources sont à l'étiage : - 500 à -610 m³/j selon l'hypothèse retenue (basse / haute).

Dans ce cas, le niveau de déficit sera plus important que le déficit évoqué plus haut, en situation actuelle : une restriction des usages et le recours au SI de Pouilly ne pourront pas permettre de gérer efficacement la situation de crise.

Les besoins nécessaires (500 à 610 m³/j) seront supérieurs aux capacités que le SI de Pouilly est capable de fournir en situation exceptionnelle (500 m³/j).

A noter que le maintien du rendement du réseau à son niveau actuel permettra de réaliser des économies d'eau qui permettront de mieux gérer les périodes de pointe en situation d'étiage des sources.

La capacité de la station de traitement (90 m³/h soit 1 800 m³/j) telle qu'elle a été étudiée semble suffisante pour garantir le bon fonctionnement de la filière.

Le modèle hydraulique précisera la capacité de pompage la station du Pré de la Doux pour assurer la mise en distribution par pompage pour les situations moyennes et de pointe futures.