

Septembre 2010
Révision 0



COMMUNE DE CHARLIEU

**Schéma Directeur d’Alimentation en Eau
Potable**

**PHASE 3
Proposition de scénarii**

Orig.	JMC – 17/09/10	NB –17/09/10	NB –17/09/10	
Rev	Auteur	Vérifié	Validé	Remarques

SOMMAIRE

1	PREAMBULE.....	5
1.1	TERRITOIRE D’ETUDE	5
1.2	OBJET DU SCHEMA DIRECTEUR	5
2	PROPOSITIONS D’AMENAGEMENTS	7
2.1	RAPPEL DU DIAGNOSTIC DE FONCTIONNEMENT DES INFRASTRUCTURES.....	7
2.2	OUVRAGES DE PRODUCTION	8
2.2.1	<i>Sources du Cergne.....</i>	8
2.2.1.1	Démarches administratives	8
2.2.1.2	Usages de l’eau	8
2.2.1.3	Vulnérabilité.....	10
a -	Captages	10
b -	Conduite d’adduction	10
2.2.1.4	Etat des ouvrages	11
2.2.1.5	Capacité de production	12
2.2.1.6	Qualité de l’eau.....	12
a -	Contexte	12
b -	Site de traitement.....	13
c -	Modalités de raccordement des sources.....	14
d -	Dimensionnement de la station de traitement	18
2.2.1.7	Zone d’alimentation.....	22
a -	Aire d’alimentation actuelle	22
b -	Proposition de modification	22
2.2.2	<i>Puits de la Doux.....</i>	27
2.2.2.1	Démarches administratives	27
2.2.2.2	Zone d’alimentation.....	28
2.2.2.3	Usages de l’eau	28
2.2.2.4	Etat des ouvrages	28
2.2.2.5	Capacité de production	28
a -	Décolmatage des puits	29
b -	Conditions d’exploitation des puits	29
2.2.2.6	Modification du débit d’exploitation	33
2.2.2.7	Vulnérabilité de la ressource	35
2.2.2.8	Qualité de l’eau.....	37
a -	Contexte	37
b -	Site de traitement.....	38
c -	Dimensionnement du traitement.....	39
d -	Conclusion.....	44
2.2.2.9	Conclusion.....	45
2.3	COMPLEMENT D’ALIMENTATION EN EAU	47
2.3.1	<i>Augmentation de la production communale</i>	48
2.3.1.1	Sources	48
2.3.1.2	Puits.....	48
a -	Puits rive droite	48
b -	Recherche en eau complémentaire.....	50
2.3.2	<i>Achat d’eau externe</i>	50
2.3.2.1	SIADep	50
a -	Interconnexion SIADep / Roanne.....	50
b -	Interconnexion SIADep / Charlieu	52
c -	Haut service	53
d -	Conclusion.....	54
2.3.2.2	SIE Vallée du SORNIN.....	55
2.4	SECURITE D’ALIMENTATION EN EAU	55
2.4.1	<i>Interconnexions.....</i>	55
2.4.2	<i>Réservoirs</i>	55
2.4.2.1	Autonomie et renouvellement de l’eau	55

a -	Réservoirs des Brosses	56
b -	Réservoirs du Pailleron	57
➤	Dysfonctionnements	57
➤	Modifications du cheminement hydraulique	57
2.4.2.2	Diagnostic des réservoirs	59
2.4.3	Défense incendie sur le site de MANITOWOC POTAIN.....	60
2.5	ECONOMIES D'EAU	62
2.5.1	Rendement du réseau.....	62
2.5.2	Réduction des consommations en eau potable.....	62
2.5.2.1	Rappel des besoins en eau	62
2.5.2.2	Economies d'eau envisageables.....	63
a -	Principe	63
b -	Autres mesures envisageables.....	65
2.6	DISTRIBUTION.....	67
2.6.1	Renouvellement du réseau	67
2.6.2	Renouvellement des branchements	68
2.7	SITUATION DE CRISE	68
2.7.1	Etiage sévère sur le bassin du Sornin	68
2.7.2	Crue du Sornin / problème de turbidité des ressources.....	68
2.7.3	Pollution accidentelle	69
2.7.4	Défaillance du traitement	69
2.7.5	Réservoir hors service.....	69
2.7.6	Rupture de la conduite de distribution.....	70
2.7.7	Synthèse	70
2.8	SYNTHESE.....	74
2.8.1	Coûts récapitulatifs.....	74
2.8.2	Variantes proposées.....	76
2.8.3	Proposition de scénario	77
2.8.3.1	Puits de la Doux / complément en eau.....	77
2.8.3.2	Phasage des aménagements	80
2.8.4	Conclusion	81

1 PREAMBULE

1.1 Territoire d'étude

La Ville de Charlieu assure la production et la distribution de l'eau potable à une population de près de 3 800 personnes, réparties entre un bourg dense et un territoire semi-rural.

La commune comporte environ 1 990 abonnés.

Il est recensé quelques gros consommateurs en eau potable (hôpital, ets Manitowoc-Potain, SAEM Abattoirs).

En revanche, il n'est pas recensé d'activité touristique singulière pouvant avoir un impact saisonnier sur la consommation en eau potable.

1.2 Objet du schéma directeur

La commune a connu un fort déclin économique sur la période 1975-1990, puis une stabilisation depuis cette période.

Les perspectives de développement envisagées dans les prochaines années laissent présager une augmentation de la consommation en eau potable.

La commune souhaite disposer des éléments lui permettant d'anticiper la mise en place ou le renforcement des équipements pour faire face à la demande en eau future.

Les objectifs de la mission sont de :

- garantir à la population actuelle et future de solutions durables pour une alimentation en eau en quantité et en qualité suffisante,
- prendre en compte les orientations d'urbanisme afin que le schéma directeur soit cohérent avec le développement des constructions et équipements.

La présente étude est décomposée en 4 phases :

- Phase 1 : diagnostic de la situation actuelle, et perspectives d'évolution
- Phase 2 : modélisation, campagne de mesure et calage du modèle hydraulique
- Phase 3 : élaboration de propositions et études technico-économiques
- Phase 4 : établissement du schéma directeur d'assainissement

Les phases 1 et 2 de l'étude ont permis d'établir un bilan de l'état et du fonctionnement des ouvrages de production et de distribution d'eau de la commune.

Les investigations de terrain ont notamment permis :

- la visite de l'ensemble des singularités du réseau,
- la visite des ouvrages de production et de distribution,
- la réalisation d'une campagne de mesures portant sur l'ensemble des compteurs divisionnaires et des réservoirs, ainsi que sur les pressions en différents points du réseau,
- la constitution d'un modèle hydraulique permettant de simuler le fonctionnement du réseau en situation actuelle et future.

Un certain nombre d'anomalies, de dysfonctionnements ou de faiblesses, existantes ou à venir ont été recensées.

Chaque problème ou insuffisance mis en évidence fait l'objet, dans le cadre de la présente étude de phase 3, d'une analyse technique et économique pour définir une à plusieurs solutions palliant les dysfonctionnements et déficits mis en évidence.

2 PROPOSITIONS D'AMENAGEMENTS

2.1 Rappel du diagnostic de fonctionnement des infrastructures

A partir des résultats des visites de la Phase 1 et des simulations de fonctionnement des réseaux en situation actuelle et future lors de la Phase 2 de l'étude, il a été possible de dégager les principales anomalies et faiblesses.

Les points sensibles répertoriés du réseau AEP sont les suivants :

- une faible capacité de production des sources du Cergne à l'été,
- un colmatage des crépines des puits de la Doux,
- une ressource insuffisante en situation de pointe future, lorsque les sources sont à l'été,
- la nécessité de traitement de la ressource,
- une difficulté de répartition des ressources (sources du Cergne / pompage de la Doux) entre les 2 réservoirs du Pailleron,
- une difficulté d'équilibre du niveau entre les deux réservoirs du Pailleron,
- un problème de dimensionnement des ouvrages de production de la Doux (exhaures / bache / pompage bas service), conduisant à une difficulté d'approvisionnement des réservoirs du Pailleron, notamment en période d'été des sources,
- un temps de séjour de l'eau important dans le nouveau réservoir du Pailleron, et surtout dans le réservoir des Brosses,
- des pertes de charges importantes sur le bas service, pouvant pénaliser la pression de service en situation de pointe future.

Les aménagements traitant ces dysfonctionnements sont regroupés dans les chapitres suivants.

2.2 Ouvrages de production

2.2.1 Sources du Cergne

2.2.1.1 *Démarches administratives*

La procédure de DUP et de définition des périmètres de protection est en cours.

La finalisation de la démarche et la réalisation des travaux préconisés permettront une meilleure protection de la ressource vis-à-vis des risques accidentels de pollution.

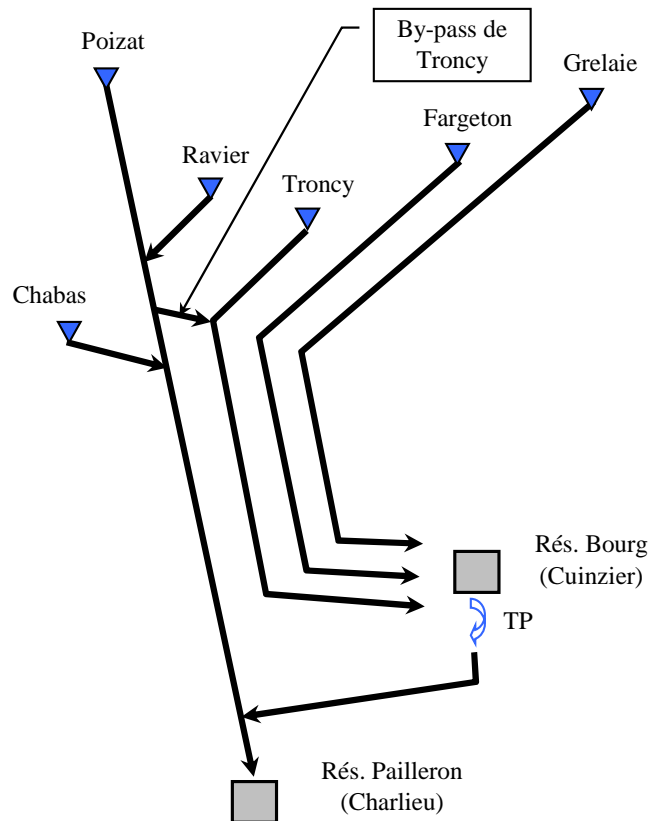
Procédure DUP Sources	
Finalisation de la procédure	Pour mémoire
Total	- €HT

2.2.1.2 *Usages de l'eau*

La production des sources résulte de l'exploitation de plusieurs captages :

- sources de Poizat, Ravier et Chabas situées sur la commune du Cergne, mais appartenant à la commune de Charlieu,
- trop-plein issu du mélange des sources de Troncy, Grelaie et Fargeton, exploitées par la commune de Cuinzier. Ces sources sont également mélangées avec les sources de Poizat et Ravier, ces dernières provenant du by-pass de Troncy (répartiteur).

Le schéma suivant présente le fonctionnement du réseau d'adduction des sources :



La convention établie entre les 2 collectivités ne fixe pas les conditions de répartition de la ressource.

La commune de Cuinzier a cependant un droit d'eau sur les sources du Cergne : elle utilise prioritairement l'eau en période d'étiage et cède le volume excédentaire (par trop plein) en situation moyenne.

Une clarification des conditions de répartition de l'eau entre les communes de Charlieu et Cuinzier est nécessaire, ainsi qu'une simplification et une mutualisation du fonctionnement en production (traitement, cf § 2.2.1.3).

Convention d'exploitation des sources	
Clarification de la répartition de la production des sources, entre les communes de Charlieu et Cuinzier	- €HT
Total	- €HT

2.2.1.3 Vulnérabilité

a - Captages

D'un point de vu quantitatif, la production des sources de Charlieu (30 à 600 m³/j) n'est pas suffisante pour assurer les besoins futurs (890 m³/j en moyenne et 1 630 m³/j en pointe).

D'un point de vue qualitatif, les captages correspondent à une ressource superficielle vulnérable. La mise en place des périmètres de protections et la réalisation des travaux identifiés permettront de sécuriser les ressources vis-à-vis des pollutions accidentelles.

Pour Charlieu, la diversification de la ressource (puits de la Doux) permet de sécuriser l'alimentation en eau.

La commune de Cuinzier est plus vulnérable, tant d'un point de vue quantitatif que qualitatif, les sources constituant sa seule ressource en eau.

Dans ce contexte, l'étude prospective pour l'AEP sur le bassin du Sornin propose une utilisation prioritaire des sources de Cuinzier et de Charlieu, pour l'alimentation en eau potable de Cuinzier. En effet, le positionnement altimétrique et géographique des sources et de Cuinzier rend possible la dérivation de la totalité des sources de Charlieu pour alimenter la commune de Cuinzier.

De ce fait, l'exploitation de sources situées sur des bassins d'alimentation différents permet de sécuriser la production d'eau de cette commune.

Compte-tenu de cette stratégie, **le traitement des sources sera organisé en un ouvrage unique, dimensionné pour la capacité de production de l'ensemble des sources. Cet ouvrage sera situé au plus près des abonnés situés en amont, afin de réduire les étapes de pompage et limiter les coûts de fonctionnement.**

b - Conduite d'adduction

La conduite d'adduction est âgée (pose en 1903) et relativement longue (14 km). La conduite est essentiellement constituée en fonte grise de DN 100 mm à 150 mm. Seule une partie de la conduite a été renouvelée en DN 125 mm en 1995, sur 950 ml environ, soit environ 7 % du linéaire total.

Par ailleurs, la conduite achemine une eau à caractère agressif pouvant potentiellement la corroder.

La conduite d'adduction des sources est stratégique :

- à l'échelle du BV du Sornin, la pression sur la ressource en eau nécessite une politique générale d'économie d'eau avec, en particulier, la réduction des fuites,
- pour la ville de Charlieu, une perte d'eau traitée serait un gaspillage économique (coût direct des réactifs et de l'énergie au niveau du traitement, coût indirect de l'énergie au niveau des puits de la Doux utilisés pour compenser la baisse de rendement des sources).

Ainsi, même si la conduite d'adduction ne semble pas, à ce jour, être sujette à des fuites significatives, il sera nécessaire de la sécuriser en procédant à son renouvellement.

Le renouvellement pourra être envisagé en 2 tranches :

- priorité 1 : tronçon aval entre Cuinzier et Charlieu (eau traitée) sur un linéaire de 9.4 km en DN 125 mm. Ce diamètre permettra de transiter le débit maximum produit par les sources en cas de pointe de consommation (by-pass temporaire de la station de traitement),
- priorité 2 : tronçon amont entre la source de Poizat et Cuinzier (eau brute) sur un linéaire de 4.8 km en DN 100 mm. Un rapprochement entre les 2 collectivités permettra de statuer sur l'opportunité de poser une conduite d'adduction commune aux sources de Poizat, Grelaie et Fargeton, situées sur la commune de Le Cergne. Dans ce cas, le renforcement sera réalisé en diamètre plus important.

La collectivité profitera du renouvellement des conduites pour procéder à un inventaire exhaustif des singularités, fonctionnelles ou non, disposées au fil de l'eau. Il sera procédé à une réhabilitation dans les règles de l'art des ouvrages défaillants (brise-charge...) afin d'éviter tout risque de contamination accidentelle de l'eau. Les ouvrages non fonctionnels seront définitivement supprimés.

Les coûts des aménagements sont présentés dans le tableau suivant :

Renouvellement conduite d'adduction des sources	
Conduite DN 100 mm, 4 800 ml	864 000 €HT
Conduite DN 125 mm, 9 400 ml	1 739 000 €HT
Total	2 603 000 €HT

2.2.1.4 Etat des ouvrages

Les ouvrages de captage des sources sont vieillissants mais fonctionnels.

Des améliorations sont nécessaires en plus des travaux préconisés par le rapport hydrogéologique :

- réfection de la chambre de captage de Ravier,
- déplacement latéral du brise-charge de Chabas, hors chaussée,
- suivi des débits par drains (jaugeages manuels).

Les coûts des aménagements sont présentés dans le tableau suivant :

Réhabilitation des captages	
Travaux de réhabilitation listés dans la DUP	112 000 €HT
Réfection chambre de captage de Ravier	20 000 €HT
Déplacement du brise-charge de Chabas	12 000 €HT
Total	144 000 €HT

2.2.1.5 Capacité de production

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

La capacité de production au niveau des points de prélèvements n'est pas connue compte tenu de l'absence de points de comptage et de suivi.

Elle est uniquement appréciée à partir des volumes mesurés au débouché de la conduite d'adduction au niveau du réservoir du Pailleron.

Les valeurs caractéristiques pour la période 2003-2008 sont :

- étiage : 30 m³/j,
- pointe : 600 m³/j,
- moyenne : 370 m³/j.

L'équipement de compteurs sur chacune des sources permettra un suivi régulier de la production.

Les coûts des aménagements sont présentés dans le tableau suivant :

Production des sources	
Pose de compteurs en sortie de chaque captage (3)	18 000 €HT
Total	18 000 €HT

2.2.1.6 Qualité de l'eau

a - Contexte

Les paramètres limitant la conformité de l'eau captée sont récapitulés dans le tableau suivant :

	Puits de la Doux (n° 1et 2)	Seuils / références qualité
Equilibre calco-carbonique Conductivité	Eau agressive et corrosive	Référence 180 à 1000 µS/cm (20°C)
Manganèse	0	Limite : 50 µg/l
Turbidité	0.5 à 1.1 NFU	Limite : 1 NFU Réf : 0.5 NFU
pH	6.6 à 6.9	Réf : 9 à 6.5

L'eau captée est une eau douce (TAC de l'ordre de 2 °F). Le pH est à tendance 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. Cependant, l'équilibre calco-carbonique met en évidence une eau agressive, ayant une tendance à la corrosion.

Pour pallier aux non-conformités sur ce paramètre, il est indispensable de mettre en place un traitement de reminéralisation pour les sources de Charlieu, mais aussi pour celles de Cuinzier.

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.

La mise en place d'un turbidimètre est nécessaire au départ de chaque source (rejet si dépassement du seuil de potabilité).

Les coûts des aménagements sont détaillés dans le tableau suivant :

Suivi de la qualité des sources	
Pose d'un turbidimètre en sortie de chaque captage (3)	15 000 €HT
Total	15 000 €HT

La commune de Cuinzier devra également mettre en place des turbidimètres sur chacune de ses sources (soit 3 turbidimètres).

b - Site de traitement

Dans le cadre du Schéma Directeur AEP de Cuinzier, 2 sites possibles pour la station de traitement ont été étudiés :

- réservoir de Mont Rolland : seule la source de Grelaie (alimentation gravitaire) serait alors traitée tant que la production de la source est suffisante pour alimenter la totalité de la commune. En cas d'insuffisance de la source, le complément serait assuré par pompage (station du Bourg) à partir des sources de Fargeton et Troncy, ces sources étant alors traitées au réservoir de Mont Rolland,
- Réservoir du Bourg : le traitement serait réalisé par alimentation gravitaire. Le réservoir de Mont Rolland serait alimenté systématiquement par pompage (eau traitée).

Compte-tenu de la problématique d'insuffisance de ressources pour la commune de Cuinzier, de la nécessité de traiter l'ensemble des sources des 2 collectivités, et dans un souci de réduction des coûts d'investissement et de fonctionnement, il est recommandé :

- une mutualisation des moyens,
- un regroupement des installations sur un seul site,
- une alimentation gravitaire de la station de production par le maximum des sources.

Par conséquent, il est proposé de retenir le site du réservoir du Bourg pour accueillir la station de traitement.

Avantages :

- production d'une eau conforme au plus près de la ressource, permettant d'assurer une sécurisation pour la commune de Cuinzier, et un complément pour Charlieu,
- réduction des coûts,
- souplesse de fonctionnement.

Inconvénients :

- transit d'eau traitée entre Cuinzier et Charlieu, nécessitant de fiabiliser la conduite de transfert (renouvellement).

c - Modalités de raccordement des sources

L'ensemble des sources de Cuinzier est dirigé vers le réservoir du Bourg (TP 532 mNGF, alimentation gravitaire). La source de Grelaie, compte-tenu de son altitude, n'alimente cependant pas ce réservoir (VF), mais celui de Mont Rolland situé plus haut (TP 607 mNGF).

Les sources de Poizat (670 mNGF) et de Ravier (577 mNGF) exploitées par la commune de Charlieu) peuvent, compte-tenu de leur altitude, alimenter également le réservoir du Bourg. Le maillage de Troncy (564 mNGF) permet déjà, par ailleurs, de détourner quotidiennement une partie de la production de ces sources (environ la moitié) vers le réservoir du Bourg.

Par contre, la source de Chabas (555 mNGF), ne peut pas être raccordée sur le maillage de Troncy, car située en contre-bas.

De plus, l'existence sur la conduite d'adduction de Cuinzier, d'un point haut (555 mNGF) au droit de la butte du Mont Rolland, rend délicat la pose d'une nouvelle conduite d'adduction gravitaire pour diriger cette source vers le réservoir.

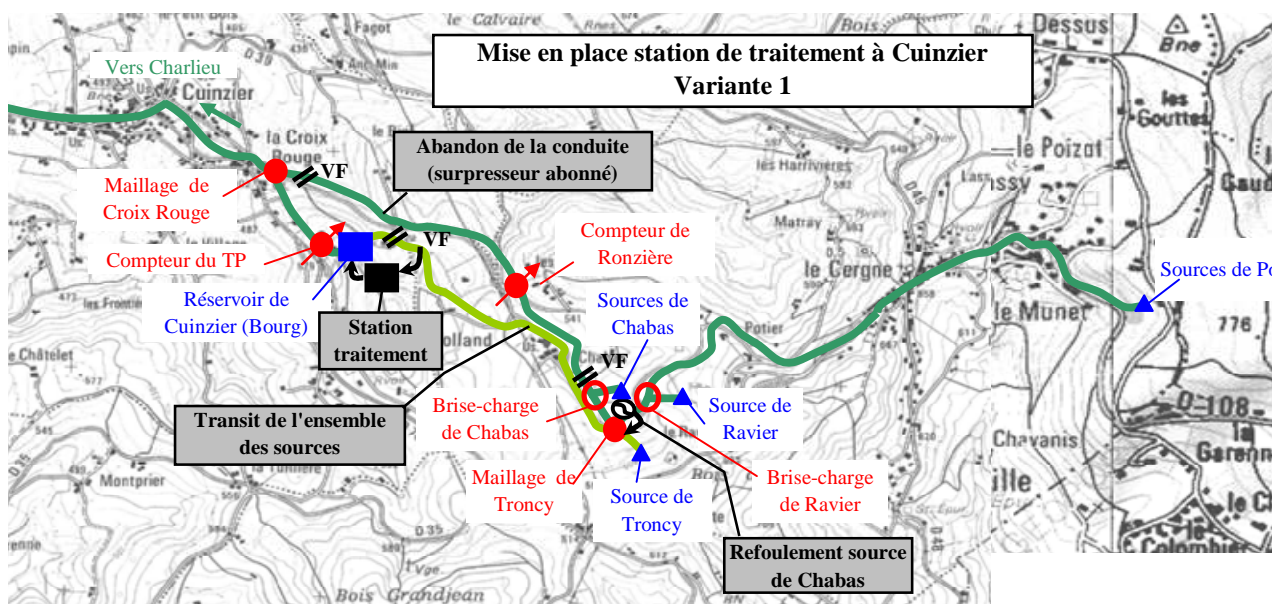
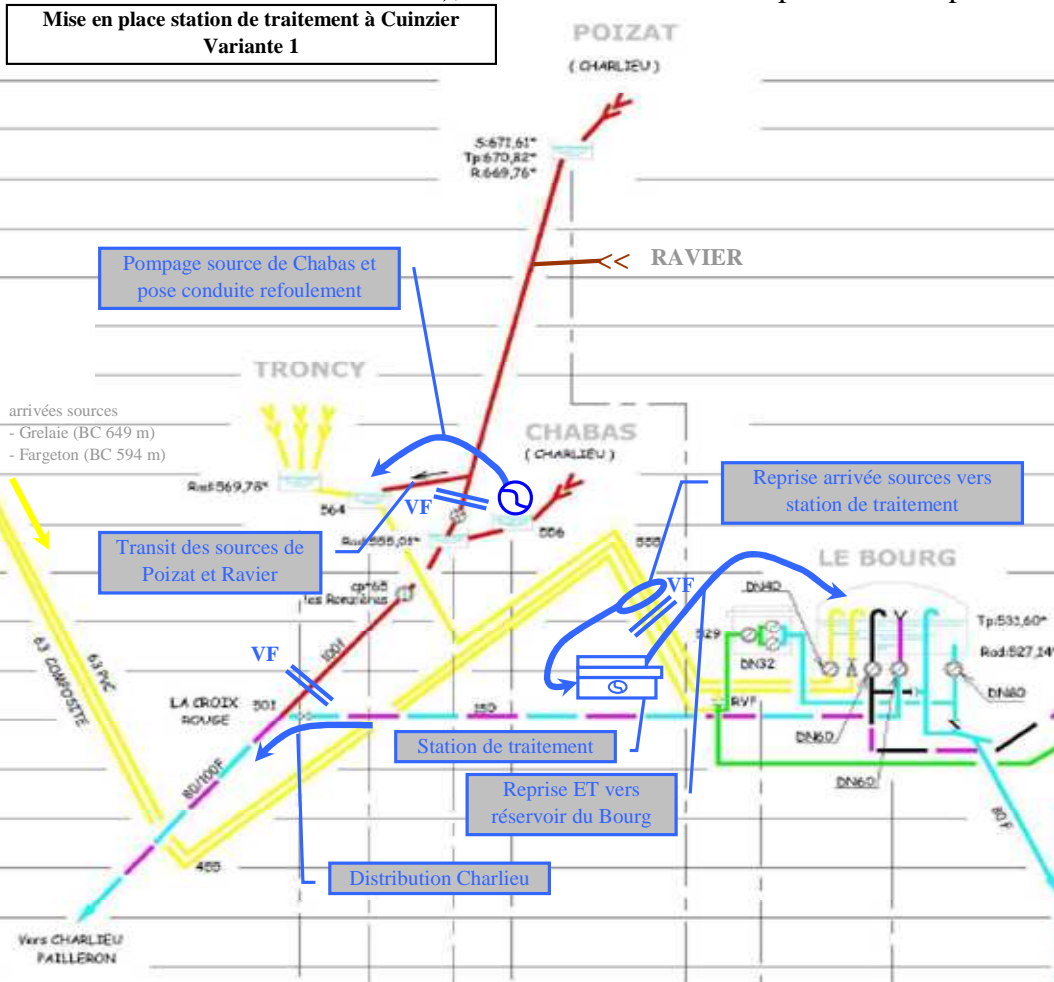
Compte-tenu de cette contrainte, 2 variantes de raccordement des sources de Charlieu sont proposées :

➤ Adduction sources Charlieu - Variante 1

Le fonctionnement proposé est le suivant :

- Transit de la totalité des sources de Poizat et de Ravier par le maillage de Troncy, jusqu'au réservoir du Bourg par la conduite existante F135,
- Mise en place d'une station de reprise avec aspiration dans le captage de Chabas comprenant :
 - o pompes immergées à débit variable de 1 à 4 m³/h (débit figurant dans le dossier DUP) pour une HMT de 15 m environ, dans la bêche de captage de Chabas,
 - o petit local annexe adossé au captage abritant l'armoire électrique, le coffret de commande, la télétransmission, l'hydraulique, le comptage, ...

- système de régulation (enclenchement / arrêt sur niveau d'eau dans la bache),
- Pose d'une conduite de refoulement DN 50 sur 80 ml jusqu'au maillage de Troncy,
- Abandon du tronçon de la conduite d'adduction des Ronzières, entre le maillage de Troncy et celui de la Croix Rouge. Cette conduite DN 100 pourra toutefois être réutilisée, pour alimenter l'abonné de Ronzière (branchement actuellement piqué sur la conduite d'adduction), sous réserve de mise en place d'un supresseur.



Les coûts des aménagements sont présentés dans le tableau suivant :

Station de traitement - Adduction des sources – Variante 1	
Station de reprise source de Chabas - 4 m ³ /h, 15 mCE	20 000 €HT
Conduite de refoulement de Chabas - DN 50, 80 ml	12 000 €HT
Surpresseur abonné Ronzière	20 000 €HT
Chemisage conduite Ronzière, 1 200 ml DN 50	60 000 €HT
Total	112 000 €HT

Avantages :

- Absence de pose de conduite (chemisage ancienne conduite adduction pour alimenter 1 abonné).

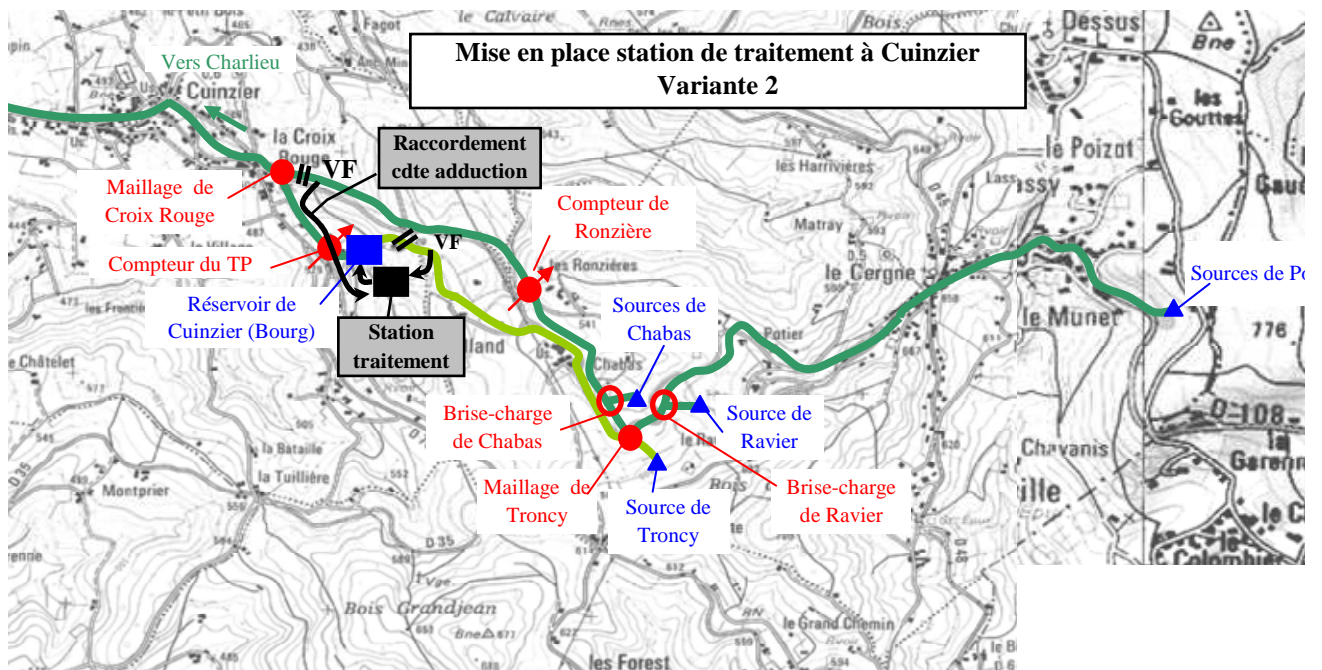
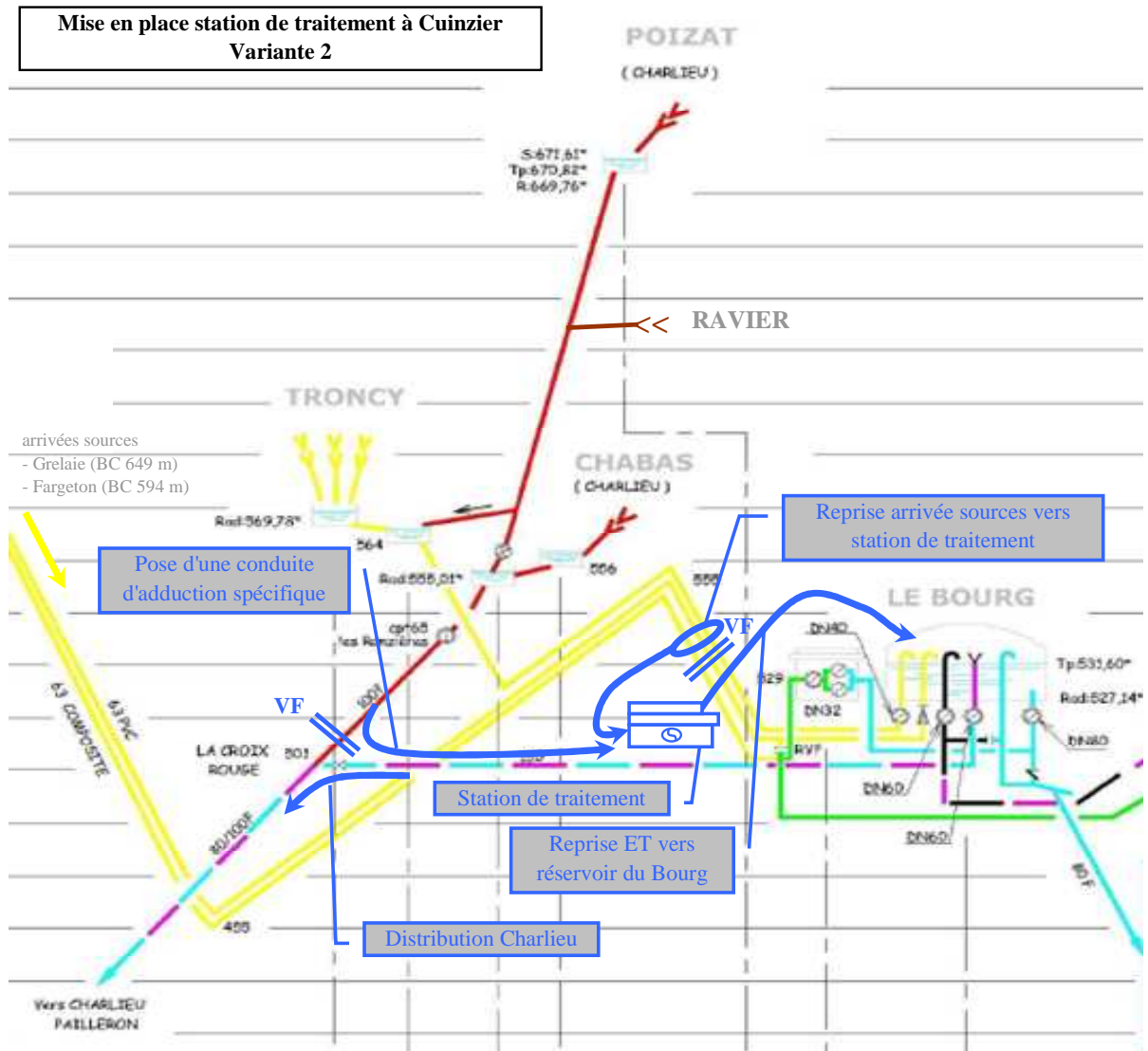
Inconvénients :

- pompage de la source de Chabas (coût de fonctionnement),
- surpresseur pour un abonné (coût très important).

➤ Adduction sources Charlieu - Variante 2

Le fonctionnement proposé est le suivant :

- Transit des sources dans les mêmes conditions qu'actuellement,
- Fermeture de la conduite d'adduction des Ronzières, immédiatement en amont du maillage de la Croix Rouge. Pose d'une conduite d'adduction pour les sources de Poizat, Ravier et Chabas, DN 100 sur 550 ml, entre la Croix Rouge et la station de traitement (en parallèle à la conduite DN150 utilisée pour le TP).



Les coûts des aménagements sont présentés dans le tableau suivant :

Station de traitement - Adduction des sources – Variante 2	
Raccordement sources de Charlieu - DN 100, 550 ml	99 000 €HT
Total	99 000 €HT

Avantages :

- Alimentation gravitaire des sources.

Inconvénients :

- Pose d'une conduite sur 550 ml pour raccorder les sources de Charlieu sur l'usine de traitement.

d - Dimensionnement de la station de traitement

➤ **Capacité nominale**

Le tableau suivant précise les capacités de production des différentes sources ou groupement de sources, pour différentes situations (données issues des productions mensuelles enregistrées par l'exploitant) :

Sources	Débit (m³/j)		
	Pointe	Etiage (sept 2003)	Moyenne (2003-2008)
Fargeton	91	9	43
Grelaie	140	17	86
Troncy (+ by-pass Poizat / Ravier)	192	60	173
Total Cuinzier	423	86	302
Charlieu (rés. Pailleron)	600	30	370
TP Cuinzier	260	15	185
Charlieu hors TP Cuinzier (Poizat / Ravier / Chabas)	340	15	185
Total sources	763	101	487

La capacité de production totale des sources est de :

- 490 m³/j en moyenne,
- 760 m³/j en pointe,
- 100 m³/j à l'étiage.

Les besoins en eau des 2 collectivités sont les suivants :

	Besoins 2020 (m³/j)	
	Moyens	Pointe
Cuinzier	120	190
Charlieu	885	1 630
Total	1 005	1 820

Le bilan ressources / besoins pour la commune de Cuinzier est le suivant, en prenant en compte la production de la totalité des sources :

	Bilan ressources / besoins (m³/j)	
	Moyens	Pointe
Production totale sources	490	100
Besoins Cuinzier	120	190
Adéquation ressources / besoins	370	-90

La totalité des ressources sera excédentaire en situation moyenne (370 m³/j) et permettra de couvrir une partie des besoins de Charlieu (42 %).

En revanche, en situation de pointe, le déficit de ressource pour alimenter Cuinzier atteindra -20 m³/j (étiage en période de besoins moyens) à -90 m³/j (étiage en période de forte consommation), ce qui imposera un complément à partir du réseau du SIADEP (interconnexion existante), éventuellement complété par des restrictions des usages de l'eau.

La production de Charlieu en période d'étiage sera complétée par les puits de la Doux.

Par conséquent, la production des sources retenue pour alimenter Charlieu à horizon 2020 est la suivante :

	Production des sources (m³/j) à l'horizon 2020	
	Moyenne	Pointe
Sources	370	0

La station sera dimensionnée pour les besoins suivants :

- Capacité de production moyenne des sources : 490 m³/j arrondi à 500 m³/j (25 m³/h à raison d'un fonctionnement 20 h/j),
- Capacité de production minimum des sources (étiage) : 100 m³/j (5 m³/h à raison d'un fonctionnement 20 h/j),
- Répartition de la production en situation moyenne 2020, à hauteur de 75 % (370 m³/j) pour la ville de Charlieu et 25 % (120 m³/j) pour Cuinzier.

Pour rappel, la station de déminéralisation a été dimensionnée, dans le schéma directeur de Cuinzier, pour un débit nominal de 180 m³/j pour un montant de 130 000 €HT (valeur 2006).

➤ Filière de traitement

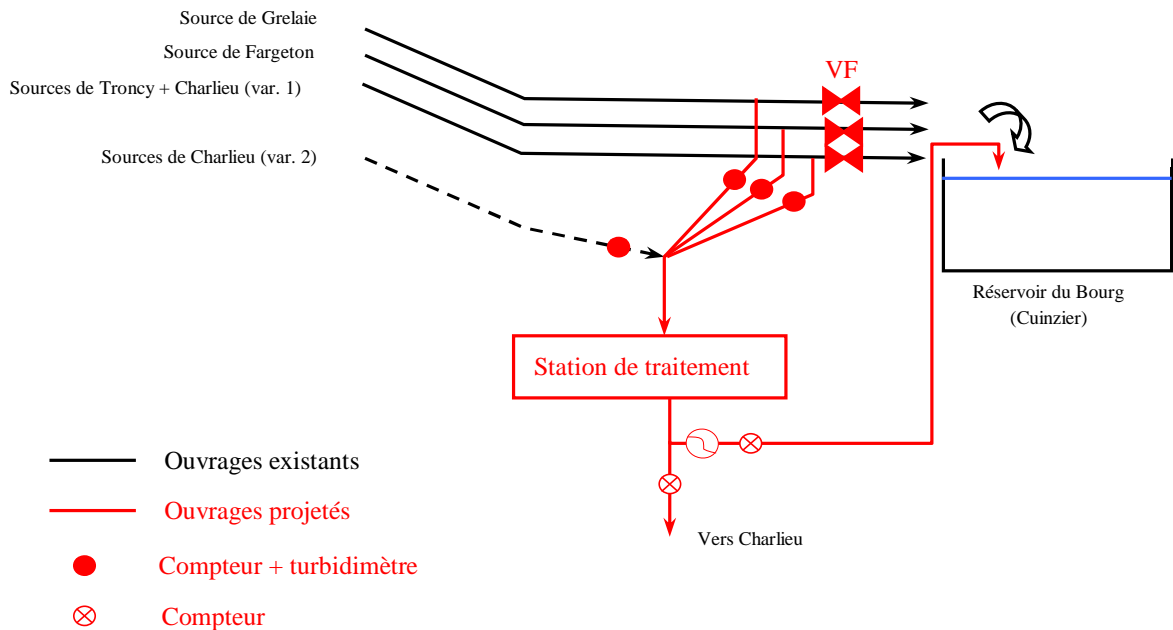
La station de traitement comprendra :

- Un local abritant les équipements,
- L'arrivée des conduites Eau Brute des sources (3 dans la variante 1, 4 dans la variante 2) équipées chacune d'un compteur, d'un turbidimètre et d'une vanne de décharge automatique. En cas de dépassement du seuil de turbidité, l'eau sera rejetée avant traitement. De cette façon, seules les sources de bonne qualité seront maintenues en exploitation pendant la durée du pic de turbidité,
- Le raccordement des conduites d'adduction sur une seule conduite EB,
- Le traitement de reminéralisation,
- Une bâche de contact,
- 1 conduite Eau Traitée avec analyseur en continu du pH et de la turbidité,
- unité de désinfection par chlore gazeux (réactif compatible avec la désinfection existant à Charlieu) comprenant un piquage eau motrice et un point d'injection sur conduite fermée,
- départ de 2 conduites de production, chacune équipée d'un compteur permettant :
 - o l'alimentation gravitaire du réservoir du bourg de Cuinzier,
 - o l'alimentation du réservoir du Pailleron (Charlieu) par raccordement sur la conduite DN 150 de la Croix Rouge (suppression de l'alimentation par fonctionnement du TP du réservoir du Bourg de Cuinzier),
- les équipements de télésurveillance et téléalarmes.
- un by-pass de la station pour permettre, en période de forte production des sources, un secours à Charlieu en cas de problème sur les puits. L'absence de traitement temporaire, hormis la désinfection, ne devrait pas avoir de conséquence directe en terme de qualité de l'eau pour les abonnés.

La régulation par robinet flotteur permettra un remplissage prioritaire du réservoir de Cuinzier, le surplus alimentant les réservoirs de Charlieu.

Le réservoir de Mont Rolland sera exclusivement alimenté par le surpresseur du réservoir du Bourg (utilisé actuellement en complément). Sur la base des besoins de ce service enregistrés en 2007-2008 (16 000 m³/an soit 45 m³/j), et avec les pompes en place de 9 m³/h, le surpresseur fonctionnera environ 5 h/j.

Le principe du traitement est détaillé dans le schéma suivant :



La filière de traitement adapté consistera à une reminéralisation par injection de chaux et de gaz carbonique, avec objectif de porter l'eau à son pH de saturation (eau à l'équilibre).

L'installation de reminéralisation comprend :

- une cuve de stockage du CO₂,
- un circuit d'injection du CO₂
- un silo à chaux,
- 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 bêche de contact des réactifs,
- 2 pompes de reprise,
- un automate et une télésurveillance.

Les débits d'injection des réactifs (chaux et CO₂) seront asservis au comptage en entrée de la filière, afin de permettre un ajustement plus fin.

Une étude plus approfondie (essai pilote) sera nécessaire afin de statuer sur la faisabilité et les résultats de ce type de traitement.

Les coûts des aménagements sont présentés dans le tableau suivant :

Station de traitement des sources	
Reminéralisation - 5 à 25 m ³ /h (fonctionnement 20 h/j)	320 000 €HT
Total	320 000 €HT

Avantages :

- Très faible consommation énergétique (fonctionnement en charge),
- Comptabilisation de l'eau traitée au départ de Charlieu afin d'obtenir, par différence avec le débit comptabilisé à l'arrivée des réservoirs, le rendement de la conduite.

Inconvénients :

- Coût d'exploitation.

2.2.1.7 Zone d'alimentation

a - Aire d'alimentation actuelle

Les sources alimentent gravitairement le BS de Charlieu (réservoir de Pailleron).

Un by-pass (PVC63) situé dans la chambre des vannes de la nouvelle cuve du réservoir du Pailleron, et raccordé sur la conduite de refoulement DN 250 des puits, fonctionne comme un trop-plein : il 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 PVC 40 en entrée de station).

L'eau est ensuite pompée pour alimenter le réservoir des Brosses (moyen service).

b - Proposition de modification

Une modification hydraulique permettrait une alimentation gravitaire du Moyen Sservice (réservoir des Brosses), actuellement alimenté exclusivement par la station de pompage de la Doux.

Le tableau suivant présente la capacité de production des sources pour alimenter le moyen service en situation actuelle et future :

	Situation			
	Actuelle		2020	
	Moyenne	Pointe	Moyenne	Pointe
Production sources (m ³ /j)	370	30	370	0
Besoins Moyen Sservice (Brosses) (m ³ /j)	80	140	160	290
Excédent sources (m³/j)	290	-110	210	-290

Les sources permettent d'alimenter la totalité du moyen service avec un excédent supérieur à 200 m³/j en situation moyenne.

En revanche, en situation de pointe, un complément de 105 m³/j (situation actuelle) à 290 m³/j (situation future) sera nécessaire (soit 5 à 15 m³/h sur 20 h/j).

L'excédent de production des sources permettra d'alimenter le Bas Service, avec un complément à partir des puits de la Doux. La répartition de la production entre les sources et les puits pour assurer les besoins du Bas service figure dans le tableau suivant :

	Situation			
	Actuelle		2020	
	Moyenne	Pointe	Moyenne	Pointe
Besoins Bas Service (Pailleron) (m ³ /j)	600	1060	710	1300
Excédent sources (m ³ /j)	290	0	210	0
Complément puits (m³/j)	310	1060	500	1300

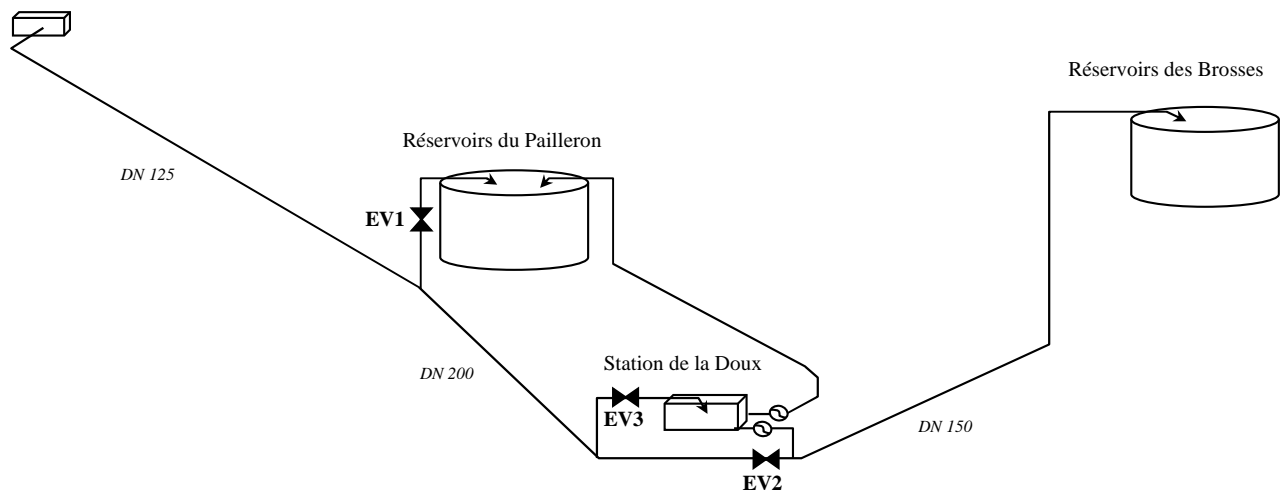
Les puits seront utilisés en situation moyenne, pour compléter les sources à hauteur de 310 m³/j (situation actuelle) à 500 m³/j (situation future), soit 5 à 9 h/j de pompage sur la base d'un débit d'exploitation de 60 m³/h.

En situation de pointe, les puits seront utilisés à hauteur de 1 060 m³/j (situation actuelle) à 1 300 m³/j (situation future), soit 18 à 22 h/j de pompage sur la base d'un débit d'exploitation de 60 m³/h.

A noter que la sollicitation des puits en situation future correspondra au plafond d'exploitation recommandé des ouvrages : **un complément de ressource (3^{ème} puits ou achat d'eau) sera nécessaire pour assurer une souplesse suffisante en exploitation, en période de pointe.**

Le principe de fonctionnement est de permettre de redescendre l'eau des sources, à partir du réservoir du Pailleron vers la station de la Doux, en utilisant l'ancienne conduite DN 200 de refoulement du puits 3, selon le schéma suivant :

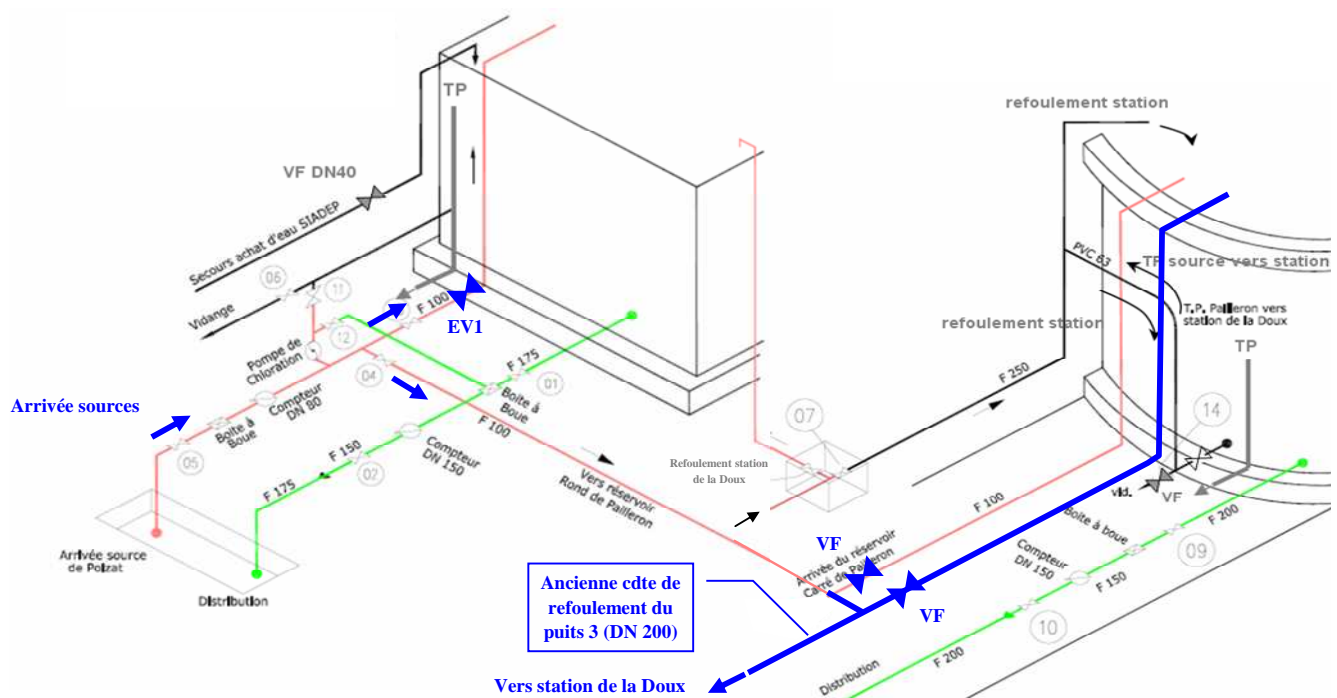
Station de traitement de Cuinzier



Les aménagements proposés sont les suivants :

- raccordement direct de la conduite d'adduction des sources, sur la conduite DN 200 de trop-plein des sources au réservoir du Pailleron (déverse dans la bache de production) avec pose d'une électrovanne sur la conduite d'adduction en entrée du réservoir du Pailleron (EV1),
- réalisation d'un by-pass du puits 3, et pose d'une conduite DN 125 sur 220 ml, entre le puits 3 et la station de la Doux, jusqu'à la conduite DN 150 d'alimentation du réservoir des Brosses,
- pose d'une électrovanne (EV2) et conservation de l'électrovanne permettant le remplissage de la bache de la Doux (EV3, VF),
- modification des consignes de remplissage du réservoir des Brosses :
 - o remplissage prioritaire du réservoir des Brosses par les sources (EV1-VF et EV2-VO), et secondaire du réservoir du Pailleron lorsque le niveau haut est atteint dans le réservoir des Brosses (EV1-VO et EV2-VF),
 - o complément par pompage (puits) dans le réservoir des Brosses, en-deçà d'un seuil NB (EV1-VO et EV2-VF), les sources alimentant alors le réservoir du Pailleron (complétée par pompage des puits).

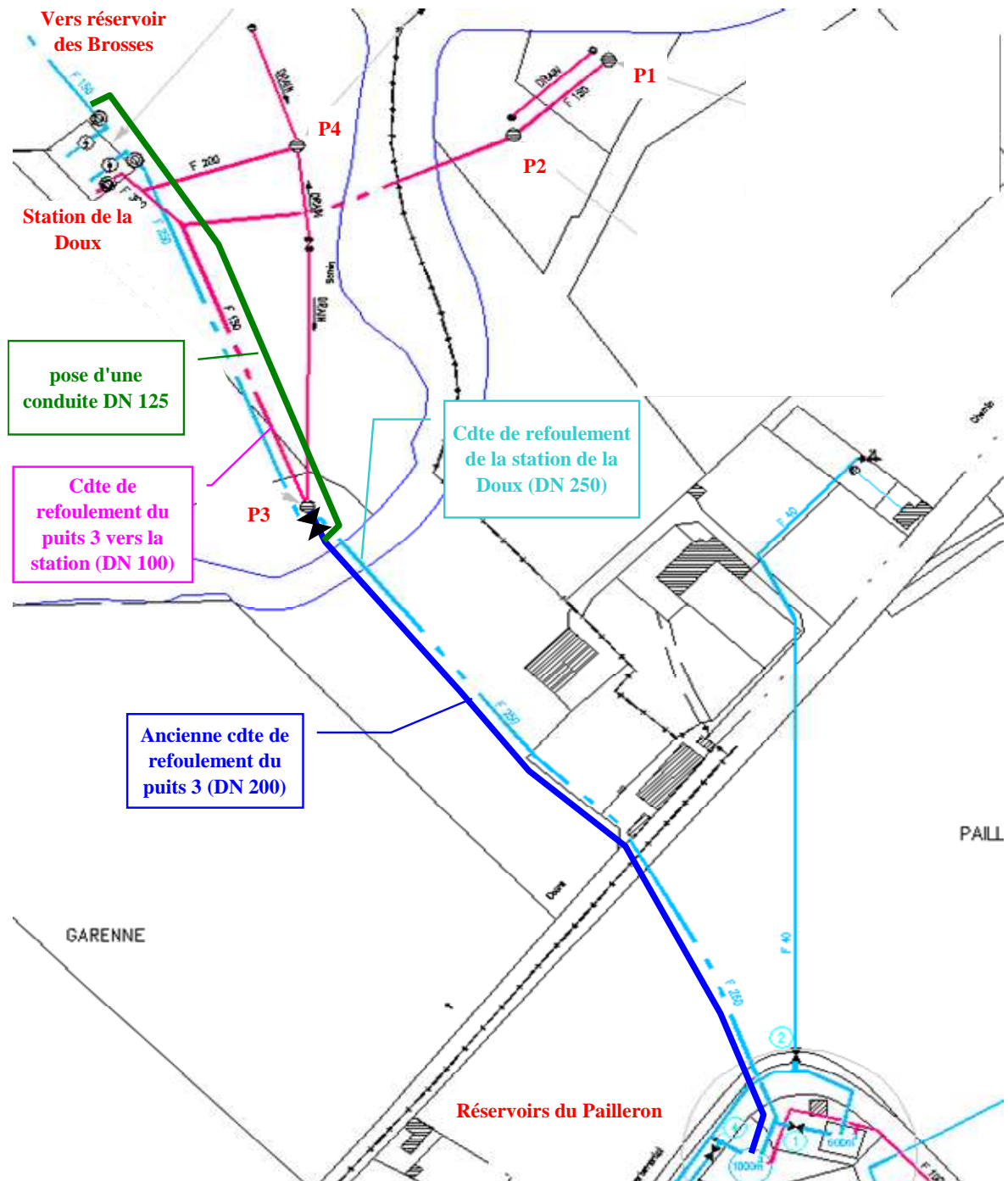
Le schéma suivant permet de visualiser les aménagements hydrauliques dans les réservoirs du Pailleron :



L'électrovanne EV1 sera positionnée sur la conduite d'alimentation de l'ancienne cuve. La déverse des sources dans la nouvelle cuve sera condamnée, ainsi que l'arrivée de l'ancien refoulement du puits 3 dans ce même ouvrage.

La création d'un maillage, dans la nouvelle cuve, entre la conduite des sources et l'ancienne conduite de refoulement, permettra de descendre l'eau vers la station de la Doux.

Le schéma suivant présente le tracé supposé de l'ancienne conduite de refoulement DN 200 du puits 3 vers le réservoir du Pailleron (nouvelle cuve) :



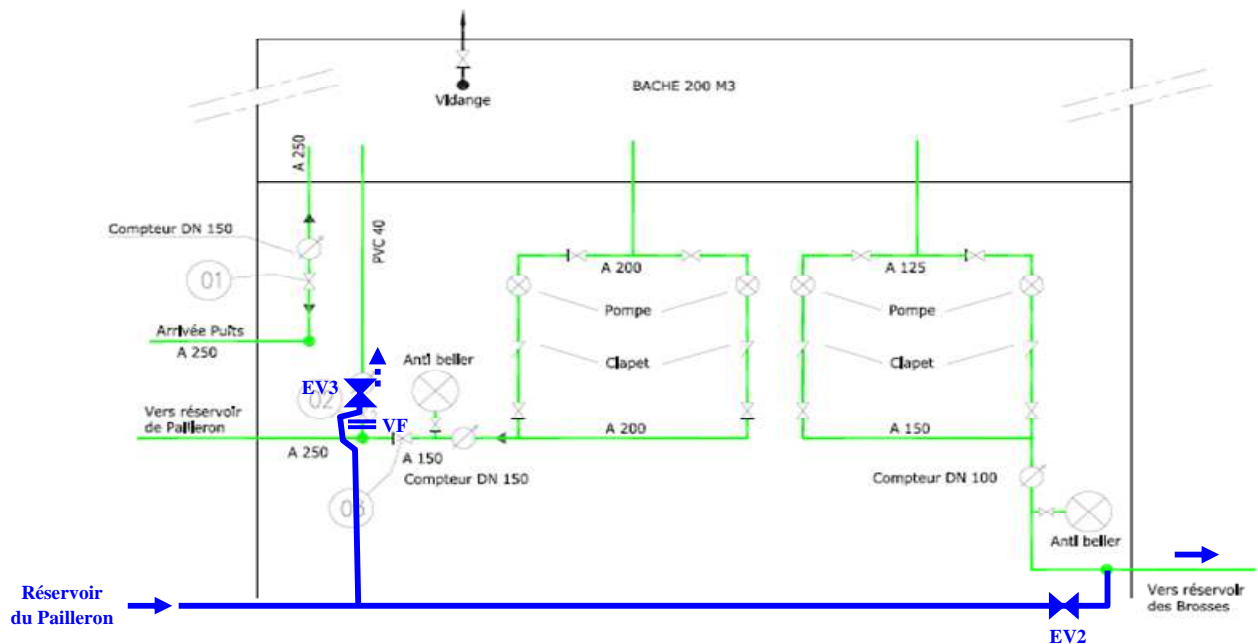
L'utilisation de cette ancienne conduite DN 200 permettrait de redescendre l'eau jusqu'au droit du puits 3 :

- soit en l'utilisant directement si son état est correct,
- soit par tubage (DN 150) si son état est jugé dégradé.

Ces solutions évitent ainsi la réalisation de tranchées et facilitent le franchissement de rivière.

A partir du puits 3, l'utilisation de l'ancienne conduite de refoulement DN 100 permettra de transiter l'eau jusqu'à la station de la Doux (raccordement DN 200 / DN 100 à prévoir au droit du puits 3).

Le schéma suivant précise le maillage et le jeu d'électrovannes nécessaires à la station de la Doux, pour alimenter gravitairement le réservoir des Brosses par les sources, à partir du Pailleron.



Les travaux nécessaires sont les suivants :

- réalisation d'un maillage DN 125 mm sur 15ml,
- pose de l'électrovanne EV2 et raccordement sur l'EV3 (étant déjà en place), avec isolement de la conduite de refoulement(VF),
- installation d'un automate et raccordement des 2 électrovannes.

Ce mode de fonctionnement permettra, en situation future, une économie correspondant à l'énergie nécessaire pour élever 160 m³/j d'eau à une hauteur de 70 mCE.

Avantages

- travaux sommaires limités à la réalisation de 3 by-pass et modification des consignes de fonctionnement,
- réduction des coûts de pompage sur le MS.

Inconvénients

- tubage de l'ancienne conduite de refoulement si elle est jugée en mauvais état,
- pose du tronçon entre le puits 3 et la station de la Doux, dans le futur Périmètre de Protection Immédiat des captages (si puits 3 remis en exploitation).

Les coûts des aménagements sont présentés dans le tableau suivant :

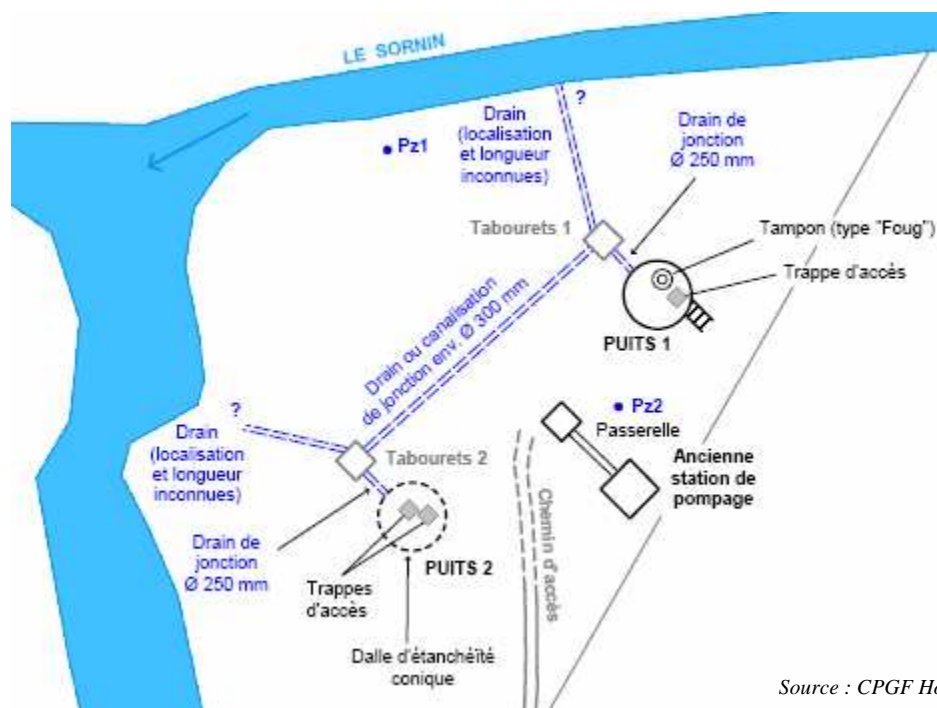
Alimentation directe du Moyen Service par les sources	
Raccordement des sources sur la conduite DN 200 + électrovanne et 2 vannes (fermées)	10 100 €HT
By-pass puits 3, pose DN 125 sur 220 ml et raccordement à la station de la Doux sur DN 150 + électrovanne	50 000 €HT
Automatismes	7 000 €HT
Total	67 100 €HT

2.2.2 Puits de la Doux

2.2.2.1 Démarches administratives

Les périmètres de protection ne sont pas définis. La procédure de protection de la ressource est initialisée (étude hydrogéologique préalable) et devra être poursuivie (rapport hydrogéologique et DUP).

L'instauration des périmètres de protection permettra la protection de la ressource vis-à-vis de tout risque accidentel de pollution à proximité des captages.



Source : CPGF Horizon

2.2.2.2 Zone d'alimentation

Les puits alimentent en totalité le Moyen Service (réservoir des Brosses), et, en complément des sources du Cergne, le Bas Service de Charlieu (réservoir de Pailleron).

Il est proposé, dans un souci de réduire les coûts de pompage (*cf* § 2.2.1.7), de modifier la répartition concernant l'utilisation des puits entre les services, avec complément apporté au réservoir des Brosses (alimentation préférentielle par les sources).

2.2.2.3 Usages de l'eau

La commune de Charlieu exploite et utilise les puits de la Doux pour ses besoins propres.

2.2.2.4 Etat des ouvrages

Les captages sont vieillissants mais fonctionnels. Des améliorations sont nécessaires :

- création de servitudes et d'un accès aux ouvrages,
- renforcement de la clôture côté versant,
- étanchéité des trappes d'accès du puits 1 à revoir,
- mise en place d'équipement de protection du personnel (échelle à crinoline, garde-corps sur passerelles...),
- reprise des trappes d'accès du puits 2 et démontage des anciennes colonnes d'exhaure.

Ces dispositions seront complétées par les remarques issues de l'avis hydrogéologique dans le cadre de la définition des périmètres de protection.

Les coûts des aménagements identifiés sont présentés dans le tableau suivant :

Réhabilitation et accès aux puits	
Servitudes et accès	30 000 €HT
Renforcement de clôture	12 700 €HT
Etanchéité trappes accès puits 1	5 000 €HT
Reprise des trappes accès puits 2 et démontage anciennes colonnes d'exhaures	20 000 €HT
Equipements de protection collective	14 000 €HT
Total	81 700 €HT

2.2.2.5 Capacité de production

La capacité de production des puits est, en fonction des contraintes :

- Débit théorique d'exploitation (pompes en place) : 100 m³/h,
- Débit réel d'exploitation (colmatage des crépines) : 70 m³/h,
- Plafond d'exploitation recommandé, avec drains : 60 m³/h (1 200 m³/j),
- Plafond d'exploitation recommandé, sans drains : 30 m³/h (600 m³/j).

Deux problématiques nécessitent des interventions au niveau des captages :

- dépassement du débit critique en exploitation des ouvrages,
- colmatage des puits.

Par ailleurs, un choix doit être fait sur l'opportunité de conserver ou non les drains des puits, qui, de part leur relation avec la rivière, conduisent à augmenter la vulnérabilité des puits en cas de pollution accidentelle de cette dernière.

a - Décolmatage des puits

Les puits sont colmatés à 90 %, ce qui réduit leur capacité de production actuel et à terme. Un décolmatage sera nécessaire afin d'améliorer la production des puits et assurer leur pérennité. Une vérification préalable de la constitution et de l'état des crépines (risque d'effondrement en cas de crépine fortement corrodée maintenue en place par les concrétions) permettra de valider le choix de cette opération.

De façon globale, un entretien régulier des puits, par la suite, permettra la pérennisation des ouvrages.

Les coûts des aménagements sont présentés dans le tableau suivant :

Décolmatage des puits P1 et P2	
Diagnostic de faisabilité	1 000 €HT
Décolmatage des puits	60 000 €HT
Total	61 000 €HT

b - Conditions d'exploitation des puits

➤ **Conservation des drains**

La capacité maximum de production des ressources propres à la collectivité (hors achat d'eau au SIADEP) est présentée dans le tableau suivant :

	Situation			
	Actuelle		Future	
Production propre (m³/j)	Moyenne	Etiage	Moyenne	Etiage
Sources	370	30	370	0
Puits	1 200	1 200	1 200	1 200
Total	1 570	1 230	1 570	1 200

La production des sources est de 370 m³/j en situation moyenne actuelle. En situation d'étiage, la production actuelle est de 30 m³/j, et considérée nulle en situation future (alimentation prioritaire de la commune de Cuinzier).

Le plafond d'exploitation des puits correspond à 1 200 m³/j.

La capacité totale des ressources sera de 1 570 m³/j en situation moyenne, et 1 200 m³/j à l'étiage (puits seuls).

Le bilan des ressources / besoins pour la ville de Charlieu, en situation future est synthétisé dans le tableau suivant, dans le cas de la conservation des drains et en considérant uniquement la production en eau, propre à la collectivité :

	Situation					
	Actuelle		2020		2030	
Volumes (m ³ /j)	Moyenne	Pointe	Moyenne	Pointe	Moyenne	Pointe
Production propre	1570	1230	1570	1200	1570	1200
Besoins	700	1230	890	1630	945	1740
Bilan ressources / besoins	+870	0	+680	-430	+625	-540

L'adéquation ressources-besoins met en évidence, à l'horizon futur :

- un excédent de ressources en situation moyenne (environ + 650 m³/j),
- un déficit marqué en situation de pointe à l'étiage des sources (-430 m³/j en 2020 à -540 m³/j en 2030).

Dans ce contexte, la collectivité devra recourir à un complément de ressource en période de pointe.

Le complément d'eau nécessaire par service, en considérant arbitrairement un achat au SIADEP, se décompose comme suit :

	Situation					
	Actuelle		2020		2030	
Volumes (m ³ /j)	Moyenne	Pointe	Moyenne	Pointe	Moyenne	Pointe
Complément externe total	0	0	0	430	0	540
Dont SIADEP HS	20	30	20	40	20	40
Dont SIADEP BS	débit sanitaire	0	débit sanitaire	390	débit sanitaire	500

L'achat d'eau au SIADEP pour alimenter en totalité le HS (situation existante) sera réalisé par la conduite actuelle, avec un débit quotidien de 20 à 40 m³/j.

L'achat d'eau au SIADEP pour compléter le BS sera réalisé par le maillage existant entre les 2 collectivités. Il sera retenu le cas le plus défavorable pour définir le complément nécessaire, soit **500 m³/j en situation de pointe 2030 (25 m³/h sur 20 h/j). La capacité du maillage (30 m³/h) sera suffisante pour satisfaire la demande.**

L'achat d'eau en situation moyenne correspond au rinçage de la conduite pour éviter toute stagnation d'eau. Pour un linéaire évalué à environ 700 ml en DN 150, le débit nécessaire pour permettre un renouvellement de l'eau en 48 h, est de 0.3 m³/h. Le volume du débit sanitaire correspond ainsi à moins de 3 000 m³/an. A titre indicatif, les besoins en eau de l'entreprise MANITOWOC-POTAIN sont de l'ordre de 4 000 m³/an. La consommation en eau de cette entreprise correspond approximativement au débit sanitaire de la conduite.

A noter qu'en situation moyenne, la collectivité se trouve en condition de pouvoir exporter de l'eau vers une autre collectivité, avec toutefois une capacité limitée (650 m³/j soit 32 m³/h sur 20 h/j).

Dans le cas de l'interconnexion avec le SIADEP, la capacité hydraulique du réseau de Charlieu, en situation moyenne future, sera limitée à 25 m³/h (soit 600 m³/j), avec une pression résiduelle de service de 3 bars au point de livraison.

En l'absence de convention, il n'est pas possible d'établir le coût d'achat d'eau au SIADEP.

L'interconnexion devra faire l'objet de l'aménagement d'une chambre de comptage des volumes vendus et achetés.

Les coûts d'achat sont présentés dans le tableau suivant :

Achat d'eau au SIADEP pour le complément au Bas Service	
Etablissement d'une convention d'achat	- €HT
Conduite d'interconnexion (chiffage SDAEP SIADEP)	87 500 €HT
Chambre de comptage	10 000 €HT
Total	97 500 €HT

➤ Abandon des drains

La suppression des drains, motivée par la production d'une eau moins chargée en fer / manganèse, et une moindre vulnérabilité de la ressource (relation des drains avec la rivière), entrainerait une diminution de la capacité des puits de 30 m³/h (600 m³/j).

Ainsi, le bilan des ressources / besoins en situation future serait le suivant, dans le cas d'une suppression des drains :

	Situation					
	Actuelle		2020		2030	
Volumes (m ³ /j)	Moyenne	Pointe	Moyenne	Pointe	Moyenne	Pointe
Production propre	970	630	970	600	970	600
Besoins	700	1230	890	1630	945	1740
Bilan ressources / besoins	+270	-600	+80	-1030	+25	-1140

L'adéquation ressources-besoins met en évidence, à l'horizon futur :

- un excédent de ressources marginal en situation moyenne (environ + 80 à +25 m³/j selon l'horizon considéré),
- **un déficit marqué en situation de pointe à l'étiage des sources (-1 030 m³/j en 2020 à -1 140 m³/j en 2030).**

Les besoins de la ville de Charlieu seront tout juste satisfait en situation moyenne.

Dans ce contexte, la collectivité devra recourir à un complément de ressource quotidien en période d'étiage.

Le complément d'eau nécessaire par service, en considérant arbitrairement un achat au SIADEP, se décompose comme suit :

	Situation					
	Actuelle		2020		2030	
Volumes (m ³ /j)	Moyenne	Pointe	Moyenne	Pointe	Moyenne	Pointe
Complément externe total	0	-600	0	-1030	0	-1140
Dont SIADEP HS	20	30	20	40	20	40
Dont SIADEP BS	débit sanitaire	570	débit sanitaire	-990	débit sanitaire	-1100

L'achat d'eau au SIADEP pour alimenter le HS sera réalisé par la conduite actuelle, avec un débit de 20 à 40 m³/j.

L'achat d'eau au SIADEP pour compléter le BS en situation de pointe, sera réalisé par le maillage existant entre les 2 collectivités. Il sera retenu le cas le plus défavorable pour définir le complément nécessaire, soit 1 100 m³/j en situation de pointe 2030 (55 m³/h sur 20 h/j).

La capacité du maillage (30 m³/h) ne sera plus suffisante pour satisfaire la demande, et ce dès l'horizon 2020, sans réalisation de renforcements conséquents côté SIADEP, non envisagés à ce jour.

En situation moyenne, l'achat d'eau correspondra au minimum au débit sanitaire dans la conduite d'interconnexion, avec possibilité d'achat d'un volume temporairement plus important pour conforter la production interne en période d'étiage et de pointe.

➤ Conclusion

Il paraît délicat, dans un contexte hydrologique tendu localement (ville de Charlieu) et à l'échelle du bassin d'alimentation (pression sur la ressource du bassin du Sornin), de proposer une solution consistant à accroître le déficit en eau, et à dépendre d'un achat d'eau auprès d'une collectivité voisine.

Par conséquent, d'un point de vu quantitatif et avec les captages actuellement exploités, il est conseillé de conserver les drains des puits, ce qui permettrait également à la Ville de Charlieu de disposer d'une production en eau excédentaire en situation moyenne (+650 m³/j).

En revanche, compte-tenu de la vulnérabilité de la ressource, un effort supplémentaire devra être consenti pour la protéger contre toute pollution accidentelle pouvant survenir à proximité de la rivière du Sornin (étude hydraulique, station d'alerte...).

2.2.2.6 Modification du débit d'exploitation

Chaque puits est équipé de 2 pompes de 50 m³/h (fonctionnement en alternance des pompes), et les 2 puits fonctionnent en même temps. Ainsi, les équipements en place (100 m³/h) ont une capacité supérieure à la valeur d'exploitation recommandée (60 m³/h). Le pompage au-delà du débit critique peut conduire à un endommagement des ouvrages (vitesse d'entrée dans les crépines trop élevées, ce qui induit la précipitation de fer et de manganèse avec colmatage des équipements).

La modification du débit d'exploitation est analysée au regard des conditions de maintien ou de suppression des drains.

➤ Cas du maintien des drains

2 variantes sont proposées dans le cas du maintien en activité des drains :

- **Variante 1 : renouvellement d'une pompe de 50 m³/h par puits, par une pompe de 30 m³/h et modification des automatismes de pompage, avec possibilité d'alternance :**
 - 2 puits en simultané (2 x 30 m³/h),
 - 1 puits à la fois (1 x 50 m³/h).

Les coûts des aménagements sont présentés dans le tableau suivant (coût des modifications des automatismes donné à titre indicatif, attente de devis exploitant) :

Modification de l'exploitation des puits – Conservation des drains – Variante 1	
Renouvellement 2 pompes (30 m ³ /h, HMT 12 mCE)	4 000 €HT
Modification automatismes	5 000 €HT
Total	9 000 €HT

Avantages :

- gestion souple en exploitation,
- renouvellement des pompes limité à 1 par puits.

Inconvénients :

- modification des automatismes.

- **Variante 2 : conservation des pompes existantes et modification des automatismes de pompage, pour permettre le fonctionnement d'un seul puits à la fois ($1 \times 50 \text{ m}^3/\text{h}$).** Ce fonctionnement :

- o pourra convenir en situation moyenne (l'excédent de ressource ne sera plus que de $450 \text{ m}^3/\text{j}$ contre $650 \text{ m}^3/\text{j}$ sur la base de pompes de $60 \text{ m}^3/\text{h}$),
- o sera limitant en période de pointe, puisqu'il faudrait pomper pendant 24 h sur la nappe pour atteindre un débit journalier correspondant au plafond d'exploitation ($1\,200 \text{ m}^3/\text{j}$).

Le fonctionnement exceptionnel des 2 puits en simultané pourra néanmoins être réservé aux périodes de pointe, sous réserve d'un avis hydrogéologique favorable.

Les coûts des aménagements sont présentés dans le tableau suivant (coût des modifications des automatismes donné à titre indicatif, attente de devis exploitant) :

Modification de l'exploitation des puits – Conservation des drains – Variante 2	
Modification automatismes	5 000 €HT
Total	5 000 €HT

Avantages :

- absence de renouvellement des pompes.

Inconvénients :

- gestion plus délicate des puits par rapport aux possibilités de production ($50 \text{ m}^3/\text{h}$ au lieu de $60 \text{ m}^3/\text{h}$) pouvant conduire dans certaines conditions au maintien des consignes actuelles (2 puits en fonctionnement simultané soit $100 \text{ m}^3/\text{h}$) préjudiciables aux ouvrages,
- modification des automatismes,
- excédent de production inférieur à la variante 1 en situation moyenne ($+450 \text{ m}^3/\text{j}$ au lieu de $+650 \text{ m}^3/\text{j}$).

➤ Cas de suppression des drains

En cas de suppression des drains (plafond d'exploitation limité à $600 \text{ m}^3/\text{j}$ soit $30 \text{ m}^3/\text{h}$), il serait nécessaire de procéder au renouvellement de l'ensemble des pompes (4), avec 2 variantes de fonctionnement :

- **Variante 1 : renouvellement de l'ensemble des pompes à $15 \text{ m}^3/\text{h}$ sans modification des automatismes de pompage :**
 - o 2 puits en simultané ($2 \times 15 \text{ m}^3/\text{h}$).

Les coûts des aménagements sont présentés dans le tableau suivant :

Modification de l'exploitation des puits – Suppression des drains – Variante 1	
Renouvellement 4 pompes (15 m ³ /h, HMT 12 mCE)	6 000 €HT
Total	6 000 €HT

Avantages :

- absence de modification des automatismes.

Inconvénients :

- renouvellement de l'ensemble des pompes.

- **Variante 2 : renouvellement de l'ensemble des pompes, soit une pompe de 15 m³/h et une de 30 m³/h par puits, et modification des automatismes de pompage, avec possibilité d'alternance :**
 - o 2 puits en simultané (2 x 15 m³/h),
 - o 1 puits à la fois (1 x 30 m³/h).

Les coûts des aménagements sont présentés dans le tableau suivant (coût des modifications des automatismes donné à titre indicatif, attente de devis exploitant) :

Modification de l'exploitation des puits – Suppression des drains – Variante 2	
Renouvellement 4 pompes (2x15 m ³ /h et 2x30 m ³ /h), HMT 12 mCE	7 000 €HT
Modification automatismes	5 000 €HT
Total	12 000 €HT

Avantages :

- gestion souple en exploitation.

Inconvénients :

- renouvellement de l'ensemble des pompes,
- modification des automatismes.

2.2.2.7 Vulnérabilité de la ressource

L'étude hydrogéologique a mis en évidence une faible protection de surface à proximité des puits. L'instauration des périmètres de protection permettra de mieux protéger la ressource contre des pollutions accidentelles.

Il a également été mis en évidence la relation des puits (et notamment des drains) avec la rivière, ce qui entrainerait une contamination rapide de l'eau captée en cas de pollution directe du cours d'eau.

La mise en place d'une station d'alerte en amont du champ captant permettra de détecter une pollution accidentelle et d'enclencher une gestion de crise. La réalisation d'une campagne préalable de traçage dans la rivière permettra de déterminer les conditions de progression d'un polluant (capture par les berges, dilution, effet protecteur des berges dans certaines conditions...) en vue de déterminer l'implantation de la station d'alerte.

Il convient néanmoins de nuancer les risques encourus, compte-tenu de la faible urbanisation sur le bassin d'alimentation des captages.

Les principaux risques sont liés :

- à l'activité agricole (préparation et épandage de pesticides, engrais...),
- au transport de matières dangereuses (fuel...),
- au dysfonctionnement de stations d'épuration.

Une modélisation de nappe complémentaire permettra de déterminer la vitesse de transfert théorique d'un polluant depuis la rivière vers les puits, pour 2 conditions de captage (cas d'une obturation ou du maintien en fonctionnement des drains). La connaissance de ce paramètre pourra améliorer la réactivité en cas de crise (tenue d'obturateurs en stock, procédure d'obturation des drains par une société spécialisée...), et orienter le choix en terme de maintien ou non des drains.

Enfin, la sécurisation en production pourra être renforcée par réservation, sur la future station de traitement, d'un emplacement dédié, en cas de crise, à l'installation temporaire d'une unité de traitement mobile (type filtre fermé sous pression) qui sera adaptée au polluant à traiter.

Les coûts des aménagements sont présentés dans le tableau suivant :

Vulnérabilité de la nappe	
Campagne de traçage	5 000 €HT
Modélisation vitesse de transfert pollution	5 000 €HT
Station d'alerte	40 000 €HT
Total	50 000 €HT

2.2.2.8 Qualité de l'eau

a - Contexte

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

	Puits de la Doux (n° 1et 2)	Seuils / références qualité
Equilibre calco-carbonique Conductivité	Eau agressive et légèrement corrosive	Référence 180 à 1000 $\mu\text{S/cm}$ (20°C)
Manganèse	26 à 65 $\mu\text{g/l}$ (pointes supérieures à 100, crue du Sornin)	Limite : 50 $\mu\text{g/l}$
Turbidité	0.23 hors pics Pics 2.45 NFU en moyenne (pointes à 19)	Limite : 1 NFU Réf : 0.5 NFU
pH	7.05	Réf : 9 à 6.5

L'eau captée est une eau douce (titre hydrotimétrique et TAC de 8°F). Le pH est compris dans la plage de la référence de qualité.

L'équilibre calco-carbonique met en évidence une eau agressive mais peu corrosive. Pour pallier aux non-conformités sur ce paramètre, il est indispensable de mettre en place un traitement de reminéralisation.

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 entraine l'apparition de manganèse et de fer.

Le fer est présence mais les concentrations sont toujours en deçà de la limite de qualité (200 $\mu\text{g/l}$). Un traitement n'est donc pas nécessaire (sauf si depuis 2008 des analyses montrent une augmentation des concentrations avec dépassement de la limite de qualité)

Le manganèse est présence avec des concentrations pouvant aller jusqu'à 22 000 $\mu\text{g/l}$ (problème d'analyse ou de prélèvement, relargage ?), avec une moyenne de 75 $\mu\text{g/l}$ en 2005 et 30.6 $\mu\text{g/l}$ en 2007. Un traitement est obligatoire (limite de qualité 50 $\mu\text{g/l}$).

Les teneurs en manganèse sont plus importantes en période de hautes eaux (pointes > 100 $\mu\text{g/l}$).

L'eau captée présente également des pics de turbidité 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 des épisodes (2 h à 10 jours, moyenne de 2 jours). Ces dépassements sont essentiellement observés à l'automne (hautes eaux) et dans une moindre mesure en été (consécutif aux orages).

La recherche en eau réalisée récemment n'a pas permis de trouver, à proximité du champ captant actuel, une ressource exempte de fer / manganèse.

L'étude hydrogéologique réalisée par CPGF HORIZON a mis en évidence l'impact négatif des drains équipant les puits, sur la teneur en fer / manganèse (apport préférentiel de la rivière créant un milieu réducteur favorable au relarguage de ces éléments sous forme dissoute). Cependant, même si le colmatage de ces drains permettrait un abattement de la teneur en fer et manganèse, cette dernière resterait suffisamment élevée pour nécessiter un traitement.

Les drains des puits étant directement en relation avec la rivière (prélèvement assimilés à une eau de surface), la DDASS demande également un traitement spécifique de la matière organique, en plus des paramètres obligatoires, dans le cas de la conservation des drains. Les concentrations en COT (Carbone Organique Total) sont comprises entre 1.5 mg/l à 2.2 mg/l (6 valeurs), la moyenne étant de 1.8 mg/l. Deux valeurs sont supérieures à la référence de qualité (2 mg/l), et il n'est pas noté de changement anormal sur ces 6 valeurs.

Il n'est pas observé de dépassement de la norme sur les autres paramètres analysés.

Par conséquent, la mise en place d'une station de traitement est nécessaire pour les paramètres suivants :

- manganèse,
- COT,
- turbidité,
- caractère agressif de l'eau,
- paramètres bactériologiques.

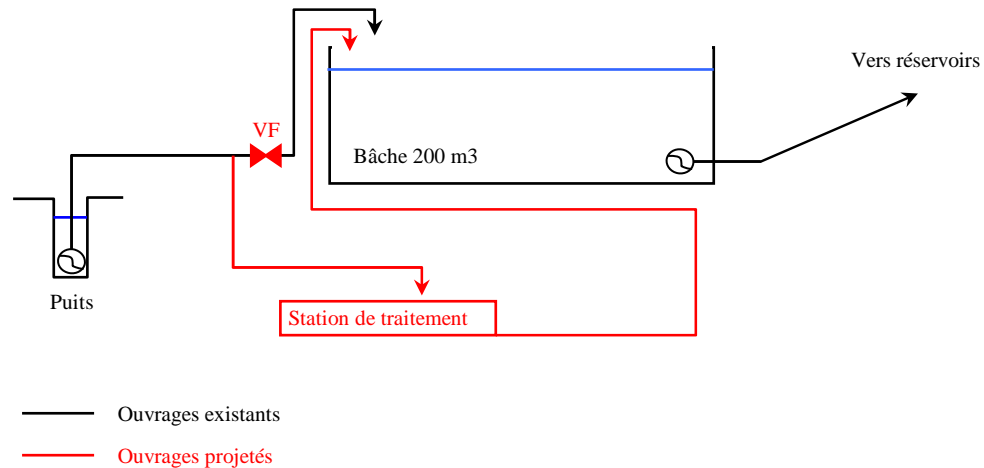
b - Site de traitement

La station de traitement sera localisée dans la station de production de la Doux.

c - Dimensionnement du traitement

➤ **Principe**

Le schéma de principe de la station de traitement est le suivant :



➤ **Filière de traitement**

Les aménagements proposés sont les suivants :

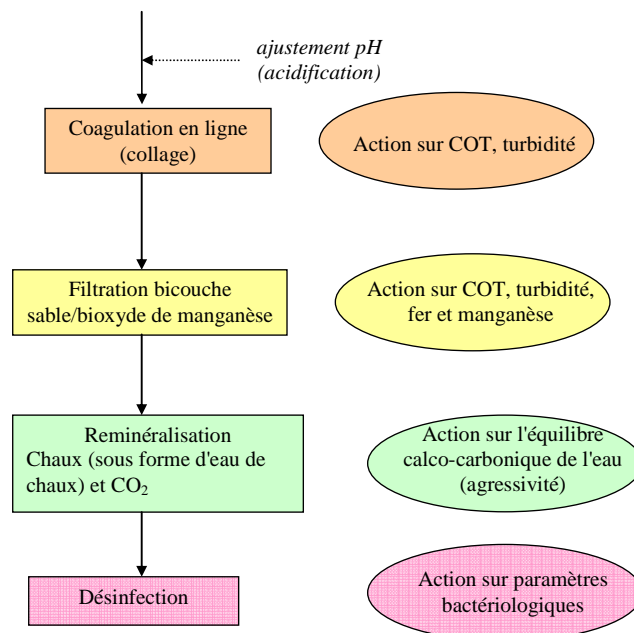
- Chacun des deux puits sera équipé d'un turbidimètre afin de permettre l'arrêt d'un puits éventuellement plus chargé en matières. L'ensemble des appareils de mesures seront reliés à l'unité de télésurveillance,
- Détournement de la conduite de refoulement des puits par une conduite DN 300 mm, jusqu'à la filière de traitement,
- Mise en place d'une sonde de pH,
- Mise en place d'une filière de coagulation en ligne (action sur COT et turbidité),
- Réservation d'un by-pass pour traitement poussé de la matière organique si besoin (mise en place ultérieure si nécessité),
- Construction d'une station de traitement du fer et du manganèse par filtration sur un massif de sable et de bioxyde de manganèse (filtres fermés),
- Construction d'une station de reminéralisation par injection de chaux et de CO₂, avec bâche de contact, et sonde de pH,
- Mise en place de pompes de reprise,

- Turbidimètre eau traitée,
- Désinfection,
- Stockage de l'eau traitée dans la bâche existante,
- Remplacement des pompes du bas service (Pailleron, 150 m³/h) par des pompes de plus faible capacité.

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 satisfaisante,
- une eau à l'équilibre calco-carbonique.

Il est toutefois noté que le traitement de reminéralisation par ajout de chaux entrainera une augmentation de la turbidité de l'eau.



➤ Traitement de la matière organique

Le traitement complet de la matière organique est un procédé lourd à mettre en place, avec un investissement important.

Cependant, dans le contexte des puits de Charlieu, le COT étant présent dans l'eau à des teneurs égales ou proches de la référence de qualité (2 mg/l), il est proposé une filière de traitement simple et adaptée.

La mise en place du traitement de la matière organique est organisée en 3 phases :

- dans un premier temps, mise en place d'une filière de coagulation en ligne (précédé d'un ajustement éventuel du pH), avec pour effet de permettre un abattement du COT, mais également de la turbidité, par filtration sur le traitement du fer et du manganèse,
- suivi des paramètres sur plusieurs mois (entrée et sortie de traitement), en condition normales et en période de pic de turbidité, en vue d'évaluer le fonctionnement de la filière de traitement,
- dans un second temps, si le traitement de la matière organique s'avère inefficace, ajout d'une filière de traitement complet de ce paramètre.

➤ **Traitement du fer et du manganèse**

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).

De plus, la filière de filtration permettra d'abattre une partie de la turbidité de l'eau, sous réserve d'une étape de coagulation réalisée en amont), notamment en période normale.

Le suivi de la turbidité en entrée et en sortie d'usine permettra d'établir l'abattement de la station (en période normale et en cas de pic sur l'eau brute).

Cependant, en cas de dépassement d'une consigne sur le paramètre turbidité (limite de qualité), l'eau sera rejetée, sous réserve :

- d'un stock d'eau permettant une autonomie suffisante dans les réservoirs,
- d'une durée de pic de turbidité courte (2 h à 10 jours sur la période 2006-2008, avec une moyenne de 2 jours),
- d'une production suffisante des sources pour équilibrer le déficit de ressources.

➤ **Traitement de reminéralisation**

L'installation de reminéralisation comprend :

- une cuve de stockage du CO₂,
- un circuit d'injection du CO₂
- un silo à chaux,
- 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 bêche de contact des réactifs,
- 2 pompes de reprise,
- un automate et une télésurveillance.

➤ **Désinfection**

Le poste de chloration existant sera maintenu en fonctionnement, afin d'assurer une désinfection de l'eau, avec effet rémanent en réseau. Le maintien des analyseurs en sortie des réservoirs permettra de contrôler les teneurs aux points de mise en distribution.

➤ **Autres aménagements**

Il est également prévu les aménagements suivants :

- la création d'une bêche d'eaux sales (lavage des ouvrages et des surfaces). Cette filière de traitement va produire des eaux "sales" issues du lavage des filtres et des "boues" issues du saturateur à chaux (impureté de la chaux).
Les eaux de lavage peuvent être classées en deux catégories correspondant aux différentes phases de lavage :
 - les eaux de lavage : eaux chargées en matière en suspension, à traiter (épaississement) ou à rejeter vers le réseau d'eaux usées,
 - les eaux de rinçage : non chargées, peuvent être rejetées dans le milieu récepteur après accord avec la police de l'eau.
- 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,

- compte-tenu de la vulnérabilité de la nappe vis-à-vis de la rivière, la station pourra également disposer d'un emplacement réservé pour accueillir une unité mobile adaptée à la substance à traiter en cas de pollution accidentelle de la rivière. Le dispositif sera réduit à son strict minimum, à savoir :
 - la réalisation d'une plate-forme d'aménagement à l'air libre (non abritée) pour accueillir 2 filtres,
 - la reprise de l'hydraulique au voisinage du site de traitement.

Le principe est de pouvoir mettre en service très rapidement une unité opérationnelle, basée sur la location des filtres adaptés à la pollution à traiter. Le délai de réaction sera fonction de la disponibilité des filtres auprès du prestataire de service.

➤ **Avantages**

Par rapport au dimensionnement établi dans le cadre de l'AVP, ce scénario permet d'éviter :

- la pose de la conduite de raccordement des sources à la station de traitement,
- la création d'une bache de mélange des eaux,
- la mise en place d'un système de régulation de l'apport des différentes ressources.

Une partie des installations pourra être implantée dans le bâtiment existant, une autre nécessitant une extension.

Ce procédé permettra, par ajout d'une étape de coagulation, d'abattre une partie de la turbidité et de la matière organique présentes dans l'eau.

➤ **Précautions**

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).

d - Conclusion

Le dimensionnement de la station de traitement est fonction des variantes concernant l'exploitation des puits (variantes 1 et 2), mais aussi du choix en terme de complément de ressources (variantes 2 et 3, cf § 2.3.1.2) :

Variantes	Exploitation des puits	Débit nominal	Traitement	Coût
1	P1+P2 avec drains	60 m ³ /h (1 200 m ³ /j)	Reminéralisation Fe / Mn MO	815 000 €HT
2	P1+P2 sans drains	30 m ³ /h (600 m ³ /j)	Reminéralisation Fe / Mn	730 000 €HT
3	P1+P2 avec drains + P3	90 m ³ /h (1 800 m ³ /j)	Reminéralisation Fe / Mn MO	945 000 €HT
4	P1+P2 sans drains + P3	60 m ³ /h (1 200 m ³ /j)	Reminéralisation Fe / Mn	815 000 €HT

Le coût est calculé à +/-20 %, et ne tient pas compte :

- de prescriptions architecturales spécifiques,
- de fondations spéciales,
- de poste de transformation.

La création d'une réservation pour accueillir une s'élève, en option, à 150 000 €HT.

Selon les hypothèses retenues (faibles teneurs en matières organiques présentes dans l'eau, à un niveau proche de la référence qualité), le traitement de la matière organique n'aura pas d'effet sur le coût de l'opération. Ce traitement repose en effet sur le principe de coagulation puis filtration, dispositif également proposé pour abattre une partie de la turbidité.

Ainsi, en première approche, le choix qui sera fait concernant le maintien ou la suppression des drains dans les puits, n'aura pas d'effet significatif sur le coût de la station, lié au traitement ou non de la matière organique.

Le coût de la station sera essentiellement fonction de sa capacité nominale.

Il convient toutefois de rappeler, que **dans le cas où les teneurs en matières organiques seraient épisodiquement plus importantes, et que la filière de traitement proposée ne permettrait pas un abattement suffisant**, il serait alors nécessaire de recourir à un **traitement poussé de la matière organique, avec un coût d'investissement conséquent.**

2.2.2.9 Conclusion

Le tableau suivant synthétise les 4 variantes de fonctionnement des puits de la Doux, étudiées en fonction du complément de ressources qui sera retenu (cf § 2.3.1.2) :

Exploitation des puits	Contraintes d'exploitation	Traitement		Bilan de production	Vulnérabilité ressource / milieu hydraulique superficiel
		Capacité	Objet		
P1 + P2 avec drains	Variante 1 Renouvellement d'une pompe / puits (30 m ³ /h)+ modification automatismes (1 puits seul à 50 m ³ /h ou 2 puits ensemble à 2x30 m ³ /h)	50 à 60 m ³ /h	RemineralisationFe / Mn MO	Situation moyenne : excédent +650 m ³ /j	Forte
	Variante 2 Conservation des pompes et modification automatismes (1 puits seul à 50 m ³ /h)			Situation de pointe : déficit -500 m ³ /j	
P1 + P2 sans drains	Variante 1 Renouvellement de 2 pompes / puits (15 m ³ /h) sans modification automatismes (2 puits ensemble à 2x15 m ³ /h)	30 m ³ /h	RemineralisationFe / Mn	Situation moyenne : limite d'équilibre	Présente
	Variante 2 Renouvellement de 2 pompes / puits (15+30 m ³ /h) et modification automatismes (1 puits seul à 30 m ³ /h ou 2 puits ensemble à 2x15 m ³ /h)			Situation de pointe : déficit -1100 m ³ /j	
P1 + P2 avec drains + P3	IdemP1 + P2 avec drains	90 m ³ /h	RemineralisationFe / Mn MO	Situation moyenne : excédent +1 250 m ³ /j Situation de pointe : excédent +100 m ³ /j	Forte
P1 + P2 sans drains + P3	IdemP1 + P2 sans drains	60 m ³ /h	RemineralisationFe / Mn	Situation moyenne : excédent +650 m ³ /j Situation de pointe : déficit -500 m ³ /j	Présente

La conservation des drains :

- permettra à la collectivité de conserver une souplesse relative en terme de production d'eau, cette dernière étant excédentaire en situation moyenne (+ 650 m³/j). En revanche, la collectivité est dépendante d'une ressource externe en situation de pointe (500 m³/j),
- maintiendra une vulnérabilité de la ressource en cas de pollution accidentelle du Sornin : des mesures spécifiques de protection et de gestion seront prises,
- contraindra à la mise en place d'une filière de traitement de la matière organique. Cependant, en première approche, le surcoût de traitement sera négligeable.

- nécessitera une modification des automatismes de fonctionnement des puits et un renouvellement partiel des pompes d'exhaure. La collectivité pourra toutefois s'affranchir du renouvellement des pompes, mais avec une contrainte d'exploitation plus marquée (moins de souplesse).

La suppression des drains :

- accentuera la dépendance de la Ville de Charlieu vis-à-vis d'une ressource externe, avec un déficit marqué en situation de pointe ($- 1\,100\text{ m}^3/\text{j}$) et l'absence de marge en situation moyenne,
- réduira la vulnérabilité de la ressource en cas de pollution accidentelle du Sornin, sans toutefois l'écarter : des mesures spécifiques de protection et de gestion seront, *a priori*, tout de même nécessaires,
- évitera la mise en place d'une filière de traitement de la matière organique,
- réduira la teneur en fer / manganèse dans l'eau captée, mais celle-ci devrait tout de même justifier la mise en place d'une station de traitement,
- nécessitera un renouvellement de l'ensemble des pompes d'exhaure, la modification des automatismes de fonctionnement étant optionnelle, et permettant une meilleure souplesse en exploitation.

La remise en exploitation du puits 3, couplée à la conservation des drains des puits situés en rive gauche du Sornin :

- permettra à la collectivité de conserver une indépendance en matière de production d'eau, et d'être en situation de vendre de l'eau à une collectivité limitrophe. Cependant, il convient de noter que, dans le cas d'une interconnexion avec le SIADEP :
 - o le syndicat dispose d'un excédent de ressource en situation moyenne, par conséquent il n'est vraisemblablement pas concerné par un achat régulier,
 - o la capacité hydraulique du réseau de Charlieu ne permettra pas d'exporter un débit supérieur à $25\text{ m}^3/\text{h}$ (soit $500\text{ à }600\text{ m}^3/\text{j}$).

Un excédent de production de $1\,250\text{ m}^3/\text{j}$ n'aurait d'intérêt que dans le cas où la production des sources serait cédée à une autre collectivité située en amont du bassin versant.

Le recours à une ressource extérieure sera uniquement réservée à une situation de crise (travaux, secours, pollution),

- maintiendra une vulnérabilité de la ressource en cas de pollution accidentelle du Sornin : des mesures spécifiques de protection et de gestion seront prises,
- portera le traitement à une capacité supérieure ($90\text{ m}^3/\text{h}$),

- contraindra à la mise en place d'une filière de traitement de la matière organique. Cependant, en première approche, le surcoût de traitement sera négligeable.
- nécessitera une modification des automatismes de fonctionnement des puits et un renouvellement partiel des pompes d'exhaure. La collectivité pourra toutefois s'affranchir du renouvellement des pompes, mais avec une contrainte d'exploitation plus marquée (moins de souplesse).

Enfin, la remise en exploitation du puits 3, couplée à la suppression des drains des puits situés en rive gauche du Sornin :

- permettra à la collectivité de conserver une souplesse relative en terme de production d'eau, cette dernière étant excédentaire en situation moyenne (+ 650 m³/j).

Dans ces conditions, la ville est en situation de pouvoir céder tout ou partie de la production de ses sources, à une collectivité située en amont du bassin versant du Sornin.

En revanche, Charlieu est dépendante d'une ressource externe en situation de pointe (500 m³/j).

- réduira la vulnérabilité de la ressource en cas de pollution accidentelle du Sornin, sans toutefois l'écarter : des mesures spécifiques de protection et de gestion seront, *a priori*, tout de même nécessaires,
- évitera la mise en place d'une filière de traitement de la matière organique,
- nécessitera un renouvellement de l'ensemble des pompes d'exhaure, la modification des automatismes de fonctionnement étant optionnelle, et permettant une meilleure souplesse en exploitation.

2.3 Complément d'alimentation en eau

Un complément de ressource sera nécessaire pour satisfaire les besoins de pointe.

Deux possibilités de complément de ressource en eau sont possibles :

- interne, en augmentant la production en eau communale (création d'un troisième puits),
- externe, par achat d'eau à une collectivité limitrophe.

Ces prospectives sont détaillées dans les paragraphes suivants.

2.3.1 Augmentation de la production communale

2.3.1.1 Sources

L'augmentation de la production des sources, par réalisation de nouveaux captages, reste marginale.

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 contre-bas 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 (comportant notamment un étiage marqué), avec une vulnérabilité identique.

2.3.1.2 Puits

a - Puits rive droite

La capacité de production des puits P1 et P2, disposés en rive gauche du Sornin, sera plafonnée à 60 m³/h dans le cas de la conservation des drains, et réduite à 30 m³/h en cas de suppression des drains.

La commune dispose de 2 autres puits, en rive droite du Sornin, dont l'exploitation a été arrêtée depuis 1990 par arrêté préfectoral en raison d'un dépassement systématique des limites de qualité pour le paramètre manganèse (jusqu'à 20 fois la norme pour le puits 4, et 2 fois la norme pour le puits 3).

Les 2 puits sont équipés de drains.

Les équipements des puits sont néanmoins toujours en place, équipés chacun de pompes de 50 m³/h.

Le puits 3 demeure utilisable en secours.

Une étude hydrogéologique réalisée par CPGF HORIZON en 1991 mentionne les débits critiques suivants :

- Puits 3 : 55 m³/h,
- Puits 4 : 45 m³/h.

Les puits 3 et 4 semblent distincts, le pompage sur un ouvrage n'influençant pas l'autre.

Seule la remise en activité du puits 3 semble à première vue envisageable, compte-tenu des très fortes teneurs en manganèse mesurées sur le puits 4, et de la suspicion de sa relation directe avec le Sornin (présence sporadique d'une contamination bactérienne et températures élevées de l'eau en période estivale).

Par mesure de sécurité, pour tenir compte d'un vieillissement possible du puits 3, ou de la nécessité d'obturer les drains en cas de relation directe avec la rivière, il sera considéré dans notre réflexion, une capacité de production unitaire identique aux puits 1 et 2 sans drains, soit 30 m³/h.

Cette capacité de production théorique pour le puits 3 (600 m³/h sur 20 h/j) permettrait de couvrir le déficit en situation de pointe (500 m³/j).

La remise en exploitation de ce captage pourrait également permettre de se substituer à la suppression des drains des puits 1 à 2. Ce fonctionnement permettrait ainsi de maintenir la capacité de production actuelle des puits, tout en réduisant la vulnérabilité vis-à-vis du Sornin.

Une étude hydrogéologique complémentaire sera nécessaire pour vérifier :

- le débit d'exploitation recommandé du puits 3 (et éventuellement du puits 4), en fonctionnement seul ou groupés,
- l'effet induit par chaque groupe de pompage (rive gauche / rive droite) sur la rive opposée,
- la capacité de pompage maximum simultané par l'ensemble des puits, et notamment l'impact du prélèvement sur le milieu hydraulique superficiel (Sornin).

Les ouvrages devront être réhabilités (renouvellement des équipements, décolmatage et traitement chimique) et il est conseillé de supprimer le seuil établi dans le Sornin à l'aval du puits 3.

Les périmètres de protection devront englober ces 2 ouvrages supplémentaires.

Le prélèvement en rivière devra rester en adéquation avec la capacité hydraulique du milieu naturel.

Les coûts des aménagements sont présentés dans le tableau suivant :

Remise en fonctionnement des puits 3 / 4	
Etude hydrogéologique complémentaire	5 000 €HT
Réhabilitation du puits 3 (renouvellement des équipements, décolmatage et traitement chimique)	35 000 €HT
Réhabilitation du puits 4 (secondaire)	35 000 €HT
Raccordement sur la station de traitement	10 000 €HT
Total	85 000 €HT

Avantages

- autonomie de la collectivité
- faible impact sur le dimensionnement de la station de traitement
- maintien de l'interconnexion avec le SIADEP utilisable en secours ou à un horizon plus lointain.

Inconvénients

- extension des périmètres de protection aux puits 3 et 4,
- vulnérabilité *a priori* identique pour les puits des 2 rives, dépendant de la même ressource (étude hydrogéologique complémentaire).

b - Recherche en eau complémentaire

L'étude hydrogéologique réalisée en 2010 par CPGF HORIZON a mis en évidence les conditions d'implantation d'un nouveau puits à proximité du champ captant actuel :

- en bordure du Sornin : la contrainte est d'ordre qualitatif (fer et manganèse sous forme dissoute en milieu réducteur), au détriment de l'aspect quantitatif,
- sur le versant : la contrainte est d'ordre quantitatif (faible capacité de l'aquifère) au détriment de l'aspect qualitatif (contexte non réducteur, faibles teneurs en fer et manganèse).

A la vue de ces résultats, il semble préférable d'utiliser les puits existants abandonnés en raison des fortes teneurs en fer / manganèse, plutôt que de créer un nouvel ouvrage (environ 450 000 €HT) qui produira vraisemblablement une eau de qualité proche (c'est-à-dire médiocre), nécessitant dans tous les cas un traitement.

2.3.2 Achat d'eau externe

Compte-tenu de la localisation géographique de Charlieu, limitée au Nord et à l'Est par le SIE Vallée du Sornin, et au Sud et à l'Ouest, par le SIADEP, les solutions d'achats d'eau externes concerneront ces 2 collectivités.

2.3.2.1 SIADEP

Le réseau du SIADEP est interconnecté avec le réseau de Roanne situé au sud-ouest, et celui de Charlieu situé à l'est. La prise en compte des volumes disponibles et des modalités de transfert pour compléter les besoins en eau de Charlieu nécessite une approche au niveau des 2 interconnexions.

a - Interconnexion SIADEP / Roanne

➤ **Besoins en eau SIADEP / Charlieu**

Le SIADEP dispose d'un excédent de production suivant :

	Besoins (m ³ /j)		Ressources (m ³ /j)	Bilan ressource / demande (m ³ /j)	
	Moyens	Pointe		Moyens	Pointe
2008	1 829	2 875	3 500	1 671	625
2020	2 330	3 685	3 500	1 170	-185
2030	2 500	3 890	3 500	1 000	-390

La ressource propre du SIADEP sera **excédentaire, en situation future moyenne** (environ 1 000 m³/j). Elle sera, en revanche, **déficitaire en situation future de pointe**. La

collectivité devra alors compléter sa ressource par achat d'eau auprès de collectivités externes.

Pour rappel, le bilan ressources / besoins pour Charlieu est synthétisé dans le tableau suivant :

	Bilan ressource / demande Charlieu (m ³ /j)			
	Conservation des drains		Abandon des drains	
	Moyens	Pointe	Moyens	Pointe
2010	870	0	270	-600
2020	680	-430	80	-1 030
2030	625	-540	25	-1 140

Ainsi, en situation de pointe, le déficit de ressource total pour les 2 collectivités, est le suivant :

	Bilan ressource / demande Charlieu + SIADEP (m ³ /j)			
	Conservation des drains		Abandon des drains	
	Moyens	Pointe	Moyens	Pointe
2010	2541	625	1941	25
2020	1850	-615	1250	-1215
2030	1625	-930	1025	-1530

Le déficit global de ressource en situation de pointe, sera de - 615 m³/j en 2020, à - 930 m³/j en 2030, dans le cas où Charlieu conserve sa capacité de production actuelle des puits. Dans le cas de la suppression des drains, le déficit global atteindra - 1 215 m³/j en 2020, à - 1 530 m³/j en 2030.

Le tableau suivant présente le complément nécessaire, en situation de pointe et sur 20 h/j, pour compléter les ressources de Charlieu et du SIADEP :

	Débit complémentaire (m ³ /h, 20 h/j)	
	Conservation des drains	Abandon des drains
2020	31	61
2030	47	77

Le complément de ressource global nécessaire en situation de pointe, dans le cas de la conservation de la capacité des puits de Charlieu, sera compris entre 31 et 47 m³/h aux horizons 2020 et 2030. Le complément sera porté entre 61 et 77 m³/h dans le cas d'une baisse de capacité de production des puits de Charlieu.

➤ Capacité de l'interconnexion SIADEP / Roanne

Le SIADEP dispose d'une interconnexion en DN 200 avec la ville de Roanne. La convention d'achat d'eau porte sur un débit de 75 m³/h, soit 1 800 m³/j, avec un plafond de 100 000 m³/an. L'achat d'eau est destiné à un secours exceptionnel.

Par conséquent, le débit d'achat défini par la convention (75 m³/h) est suffisant pour permettre l'alimentation du SIADEP et de Charlieu en situation de pointe future, dans le cas de la conservation de la capacité de production des puits de Charlieu (31 à 47 m³/h).

Dans le cas d'une baisse de production des puits de Charlieu, les besoins (61 à 77 m³/h) atteindrons le plafond défini par la convention à l'horizon 2030.

A titre indicatif, le tableau suivant présente, sur la base du plafond annuel prévu par la convention (100 000 m³/an), la durée maximum du secours, dans les conditions des débits établis précédemment :

	Fréquence de fonctionnement du complément (semaines)	
	Conservation des drains	Abandon des drains
2020	23	12
2030	15	9

Les conditions de la convention permettront, avec les hypothèses retenues, un secours au SIADEP et à Charlieu durant au minimum 9 semaines (soit 2 mois), ce qui semble suffisant pour satisfaire les demandes en période de pointe.

Il sera néanmoins nécessaire de vérifier les conditions hydrauliques réelles de la conduite d'interconnexion en situation future, en vue de valider les débits définis par la convention.

A noter que le schéma directeur de la ville de Roanne a bien pris en compte, dans le cadre du renforcement de ses ouvrages de production, les volumes d'eau nécessaires pour alimenter l'ensemble des interconnexions existantes avec les collectivités voisines. Le volume total nécessaire pour les interconnexions représente, en situation future, 700 000 m³/an, dont 100 000 m³/an pour les besoins du SIADEP.

Il est cependant précisé que la fourniture en eau de la totalité des interconnexions n'est pas toujours garantie, notamment en situation de cumul d'un jour de pointe sur la ville de Roanne, et d'une demande de pointe en secours simultanée sur l'ensemble des interconnexions. C'est pourquoi, afin d'éviter un surdimensionnement des installations de traitement, il a été retenu le principe de disposer d'une capacité de traitement de 10 000 m³/j réservé aux interconnexions, soit 75 % du volume moyen journalier futur du total des interconnexions (équivalent à 13 540 m³/j dont 1 800 m³/j pour le SIADEP).

b - Interconnexion SIADEP / Charlieu

➤ **Capacité d'achat d'eau au SIADEP**

Le schéma directeur du SIADEP stipule que le réseau du SIADEP et l'interconnexion entre le BS et le SIE Pouilly permettent un secours de Charlieu, en situation actuelle, à hauteur de 23 m³/h.

La capacité pourra être portée à 30 m³/h maximum, avec une pression de 3 bars au point de livraison, sous réserve de quelques renforcements mineurs sur le réseau du SIADEP (renforcement de 700 ml de DN 80 en DN 100).

Le tableau suivant présente le complément en eau nécessaire pour Charlieu, en situation de pointe future :

	Débit complémentaire pour Charlieu en pointe (m ³ /h, 20 h/j)	
	Conservation des drains	Abandon des drains
2 020	22	52
2 030	27	57

Dans le cas de la conservation de la capacité de production des puits, l'interconnexion avec le SIADEP sera suffisante (30 m³/h) pour assurer le complément en situation de pointe future (22 à 27 m³/h).

En revanche, en cas de suppression des drains, le complément (52 à 57 m³/h), nécessitera un renforcement conséquent côté SIADEP, non retenu à ce jour dans le Schéma Directeur AEP du SIADEP.

➤ Capacité de vente d'eau au SIADEP

De son côté, la capacité maximum que pourra fournir la ville de Charlieu au SIADEP, sous une pression résiduelle de 3 bars au point de livraison, sera :

- situation actuelle moyenne : 30 m³/h,
- situation future moyenne : 25 m³/h,
- situation future de pointe (à titre indicatif car la ressource de Charlieu ne sera généralement pas en mesure de pouvoir fournir un excédent de production) : 15 m³/h.

Il est rappelé que Charlieu disposera d'un excédent de production en situation moyenne, de :

- 650 m³/j dans le cas de la conservation des drains sur les puits ou de remise en exploitation du puits 3,
- faible voire nul dans le cas de la suppression des drains.

Il sera retenu une capacité de fourniture d'eau au SIADEP équivalente à 25 m³/h en situation moyenne, sous une pression résiduelle de 3 bars. L'exportation d'un débit supérieur nécessiterait des renforcements importants non envisageables à ce jour.

c - Haut service

L'achat d'eau au SIE Pouilly pour alimenter le HS (mise en pression par le réservoir de la Goutte du Charme) fait l'objet d'une convention en date du 14/01/02. Cette dernière établit l'engagement de la ville de Charlieu à acheter un volume d'eau minimum de 10 000 m³/an (soit 27 m³/j en moyenne). Le Syndicat s'engage à fournir à la collectivité de Charlieu une quantité maximale de 500 m³/j.

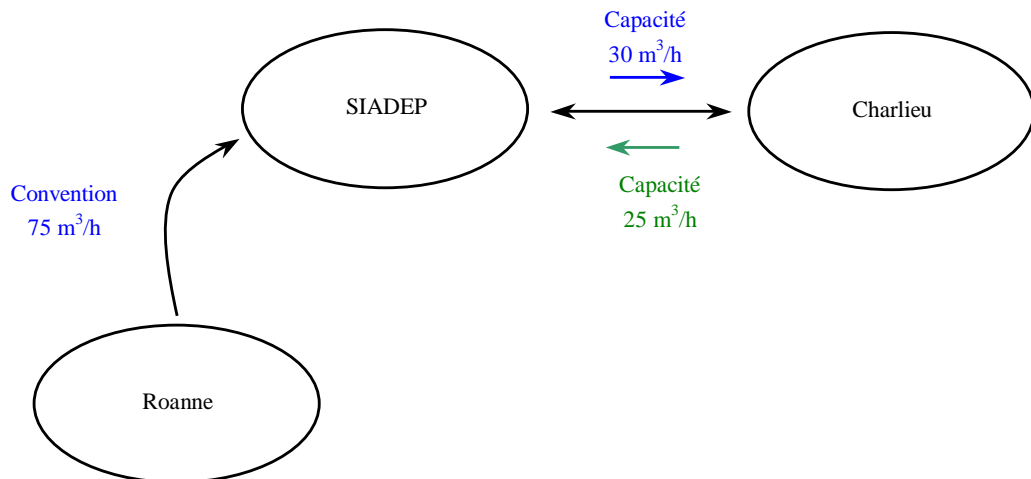
Le tableau suivant synthétise les besoins actuels et futurs pour le HS :

Distribution (m ³ /j)	Situation			
	Actuelle		2020	
	Moyenne	Pointe	Moyenne	Pointe
HS (achat d'eau)	20	30	20	40

Les besoins moyens sont, en situation moyenne, inférieurs au volume minimum prévu par la convention (27 m³/j). Les besoins de pointe sont évalués à 40 m³/j en situation de pointe future, soit nettement inférieurs au débit maximum défini (500 m³/j).

d - Conclusion

Les conditions de fourniture d'eau entre les 3 collectivités sont rappelées dans le schéma ci-après :



La pérennisation de la vente d'eau du SIADEP au haut service de Charlieu permettra de satisfaire les besoins futurs.

La réalisation d'un maillage entre le réseau BS de Charlieu et le SIADEP aura pour conséquence :

Avantages

- Diversification des ressources,
- Utilisation d'interconnexions existantes,
- Convention d'achat d'eau entre le SIADEP et la Roannaise suffisante.

Inconvénients

- Mélange des eaux à étudier (réactifs),
- Vérification de la capacité hydraulique de l'interconnexion entre la ville de Roanne et le SIADEP.

2.3.2.2 SIE Vallée du SORNIN

Il n'existe pas d'interconnexion entre les réseaux d'eau potable de la commune de Charlieu et de ceux du SIE Vallée du Sornin.

Le SIE Sornin a réalisé une recherche d'eau complémentaire pour pallier l'arrêt d'exploitation du captage d'Iguerande.

L'étude hydrogéologique a porté sur le dimensionnement d'ouvrages répondant aux besoins du SIE Sornin et des communes engagées à l'époque dans la démarche (Chauffailles...). Il n'est pas prévu à ce jour d'étendre la capacité de production pour d'autres collectivités.

Par conséquent, il n'existe pas, à ce jour, de possibilité pour Charlieu de bénéficier d'un complément en eau pérenne, à partir du SIE Vallée du Sornin.

2.4 Sécurité d'alimentation en eau

2.4.1 Interconnexions

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 deux interconnexions externes avec le SIE Pouilly (HS et BS), permettant de répondre aux besoins en eau de tout ou partie de la population en cas de problème imposant la coupure d'une ressource.

Enfin, en distribution il existe plusieurs interconnexions entre les services du réseau de Charlieu, utilisables en secours.

2.4.2 Réservoirs

2.4.2.1 *Autonomie et renouvellement de l'eau*

En situation actuelle, l'autonomie de distribution théorique (réservoirs supposés pleins et non alimentés) est très correcte sur le bas service, de l'ordre 2 jours en situation moyenne, et 1 jours en situation de pointe.

L'autonomie du haut service est largement excédentaire, soit supérieur à 10 jours d'autonomie en situation moyenne et 5 jours en situation de pointe, conduisant à un vieillissement significatif de l'eau (risque de dégradation de la qualité de l'eau).

En situation future, l'autonomie du réservoir de Pailleron sera sensiblement identique, tandis que celle des Brosse sera divisée par 2.

Compte-tenu des insuffisances globales des ressources à l'échelle du bassin versant, et de la problématique liée aux pics de turbidité épisodiques, la collectivité devra conserver sa capacité globale de stockage, pour faire face aux situations de crises.

De plus, le maintien d'un stock d'eau suffisant 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.

Toutefois, certaines mesures viseront à assurer un meilleur renouvellement de l'eau dans les ouvrages.

a - Réservoirs des Brosse

Compte-tenu du temps de séjour important en situation actuelle, il est proposé une modification des consignes de remplissages du réservoir, modulables en fonction des périodes de l'année.

A titre d'exemple, le niveau d'eau maximum devant être maintenu dans la cuve pour assurer une autonomie de 3 j, réserve incendie comprise est la suivante :

Situation	Réservoir des Brosse - Niveau maximum d'eau	
	Actuelle	Future
Moyenne	1.3 m	2.5 m
Pointe	2.0 m	4.0 m

Les consignes seront évolutives en fonction de l'accroissement des besoins dans les prochaines années. Sur la base des hypothèses établies, le réservoir devra être utilisé sur toute sa capacité en situation future de pointe.

Les coûts des aménagements sont présentés dans le tableau suivant :

Modification des consignes de remplissage du réservoir des Brosse	
Modification des paramétrages	500 €HT
Mise en place seuil niveau haut modulable	1 000 €HT
Total	1 500 €HT

b - Réservoirs du Pailleron

➤ Dysfonctionnements

Le réglage de la répartition des ressources (sources d'une part, et puits d'autre part) entre les 2 réservoirs du Pailleron est relativement délicat en l'absence de moyen de contrôle (compteurs). La répartition est en effet régulée grossièrement par un jeu de vannes bridées situées au débouché des conduites d'adduction.

Cette difficulté a deux effets :

- d'un point de vue quantitatif, une répartition aléatoire des volumes produits entre les 2 cuves,
- d'un point du vue qualitatif, un renouvellement de l'eau dans les cuves non maîtrisé pouvant entraîner un temps de séjour de l'eau important, variable selon les cuves (temps de séjour plus long dans la nouvelle cuve que dans l'ancienne), et une difficulté réelle d'ajustement des doses de réactifs nécessaire à la désinfection des eaux brutes de natures différentes.

Par ailleurs, l'exploitant a des difficultés pour contrôler l'équilibre du niveau d'eau entre les cuves, le réseau maillé en distribution (et notamment en sortie immédiate des réservoirs) ne permettant pas une mise à l'équilibre satisfaisante.

➤ Modifications du cheminement hydraulique

Il est proposé une simplification du cheminement de l'eau dans les cuves, avec un fonctionnement en série, permettant :

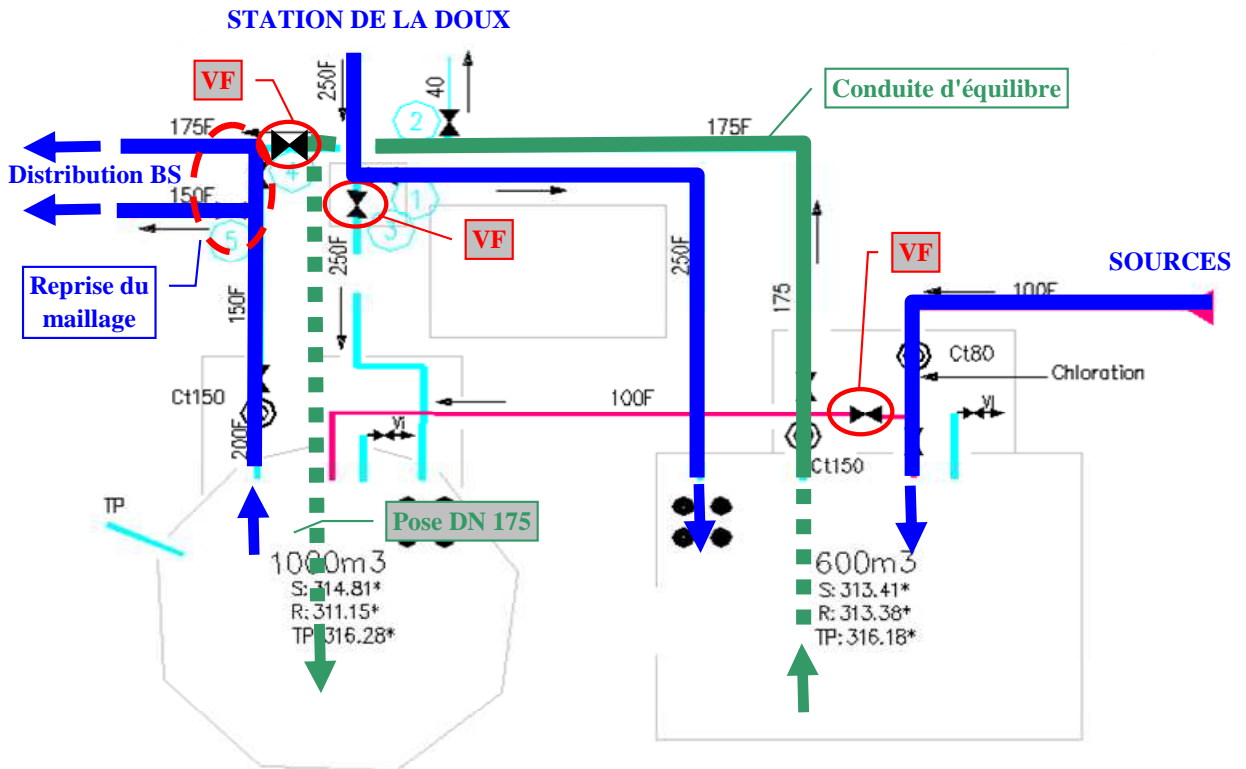
- un contrôle et une régulation des entrants dans un seul ouvrage,
- un circuit de l'eau imposé permettant un meilleur renouvellement de l'eau stockée,
- le maintien de la capacité de stockage.

Les aménagements proposés sont les suivants :

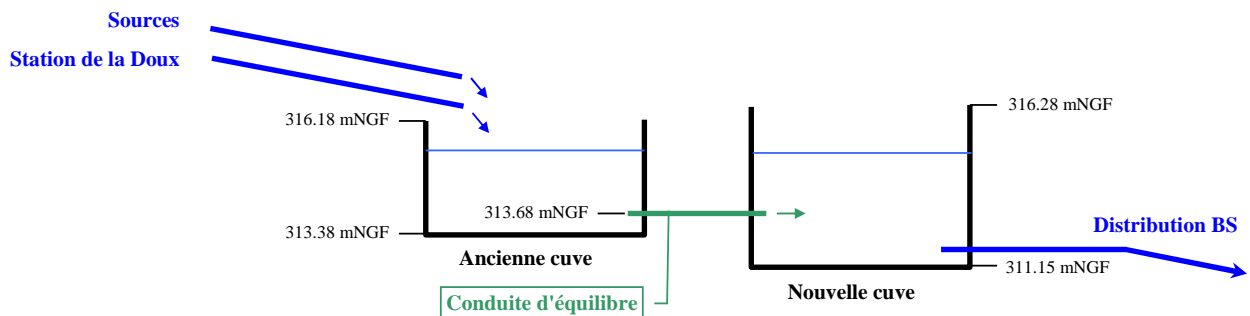
- alimentation d'une seule cuve par les sources et la station de la Doux, afin d'assurer un mélange optimum des eaux d'origines différentes, et une régulation adaptée (commande d'enclenchement du pompage en fonction du niveau d'eau),
- création d'une conduite d'équilibre entre les 2 cuves,
- mise en distribution par la seconde cuve,

Compte-tenu des cotes altimétriques des ouvrages, il est proposé l'alimentation de l'ancienne cuve, et la mise en distribution par la seconde, selon les schémas de principe suivants :

Vue en plan



Vue en coupe



Les conduites d'alimentation de la nouvelle cuve (arrivée sources et station de la Doux) seront fermées.

La conduite de distribution de l'ancienne cuve (DN 175) sera utilisée pour établir une liaison hydraulique entre les 2 cuves :

- déconnexion du maillage avec la distribution de la nouvelle cuve,
- pose d'une conduite DN 175 jusqu'à la nouvelle cuve.

L'arrivée et le départ de la conduite d'équilibre seront positionnés à l'opposé des conduites d'alimentation (ancienne cuve) et de distribution (nouvelle cuve), afin de favoriser un meilleur brassage de l'eau.

Le maillage au départ des 2 conduites DN 150 et DN 175 en sortie du nouveau réservoir, suspecté être le siège de pertes de charges importantes, sera renouvelé.

La réalisation préalable d'un relevé topographique des altitudes TP et radier des 2 ouvrages permettra de vérifier les cotes altimétriques connues des réservoirs et de valider la faisabilité du fonctionnement envisagé.

Les coûts des aménagements sont présentés dans le tableau suivant :

Simplification du fonctionnement des réservoirs du Pailleron	
Pose conduite d'équilibre DN 175 – 30 ml	5 900 €HT
Reprise maillage départ distribution	6 000 €HT
Relevé topographique	500 €HT
Total	12 400 €HT

Avantages

- aménagements simples et réduits,
- circulation de l'eau imposée.

Inconvénients

- travaux en partie sous RD.

2.4.2.2 Diagnostic des réservoirs

Au même titre que les canalisations, les ouvrages principaux, et principalement les réservoirs, subissent un vieillissement affectant notamment le génie civil (béton) et les équipements (robinetterie).

A terme, les altérations subies par ces éléments peuvent sérieusement remettre en cause l'exploitation des ouvrages : fissuration du génie civil, perte d'étanchéité des cuves, etc.

Un entretien régulier ainsi qu'une surveillance régulière doivent permettre d'apprécier la pérennité des ouvrages.

Au cours de nos visites des installations, il n'a pas été recensé de dysfonctionnements majeurs concernant l'état des ouvrages visibles (hormis un défaut d'étanchéité entre la cuve et la chambre des vannes du réservoir des Brosses. Cependant, compte tenu des difficultés d'accessibilité (réservoirs semi-enterrés), de la spécificité de l'évaluation des atteintes et des faiblesses du génie civil d'ouvrages comme les réservoirs, il n'est pas possible de définir précisément dans le cadre du Schéma Directeur l'ampleur des travaux de réfection ou de renouvellement à programmer.

Aussi, la réalisation d'une expertise précise des ouvrages les plus anciens par des intervenants spécialisés est indispensable, notamment pour vérifier l'état des cuves.

C'est seulement à partir des conclusions de l'expertise qu'une politique d'intervention sur les ouvrages principaux pourra être réellement définie.

Les coûts des investigations sont présentés dans le tableau suivant :

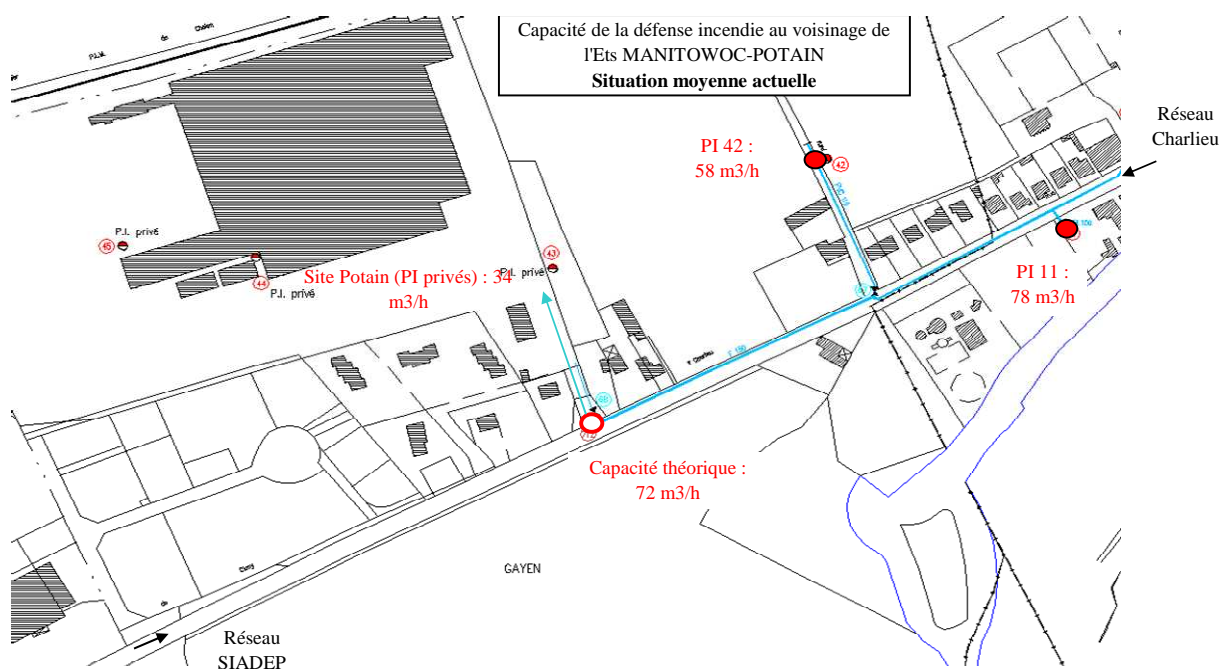
Expertise des réservoirs	
3 réservoirs	3 000 €HT
Total	3 000 €HT

2.4.3 Défense incendie sur le site de MANITOWOC POTAIN

La défense incendie exigée sur le site de l'entreprise MANITOWOC POTAIN est de 180 m³/h.

La défense incendie est assurée à partir des réseaux eau potable de Charlieu et du SIADEP, alimentant chacun des poteaux incendie spécifiques.

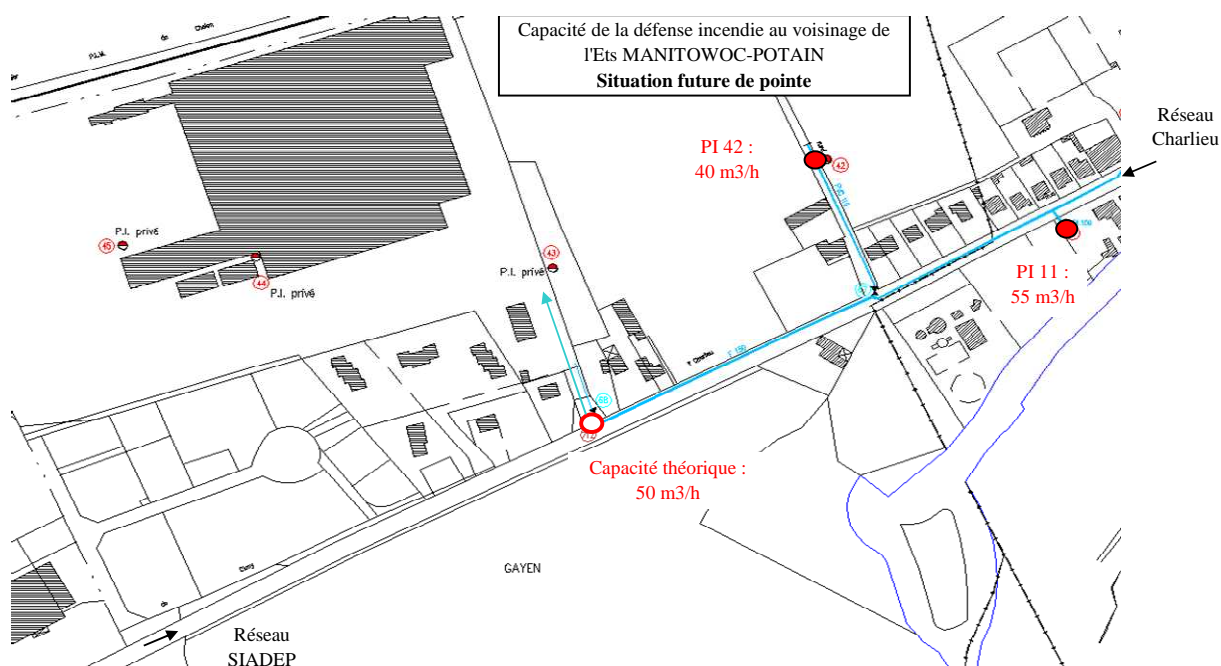
En situation moyenne actuelle, la capacité hydraulique du réseau de Charlieu pour assurer la défense incendie sur le site industriel et à son voisinage, sous une pression résiduelle de 1 bar, est présentée dans le schéma suivant (prise en compte du renouvellement DN 250 au Pont de Pierre) :



Le modèle hydraulique met en évidence une capacité hydraulique de 72 m³/h au droit du branchement de l'entreprise.

En revanche, la capacité en réseau privé n'est que de 34 m³/h environ (soit la moitié de la capacité potentielle), ce qui traduit des **pertes de charges conséquentes sur branchement et en réseau privé.**

En situation future de pointe, la capacité hydraulique estimée sera la suivante :



La capacité hydraulique au droit du branchement de l'entreprise est estimée à seulement 50 m³/h en situation future de pointe.

De son côté, le réseau du SIADEP dispose d'une capacité hydraulique de 64 m³/h en situation moyenne actuelle, pour assurer la défense incendie. Les renforcements retenus dans le cadre du Schéma Directeur du SIADEP permettront de porter la capacité hydraulique à 94 m³/h.

Par conséquent, nous retiendrons les capacités suivantes des réseaux pour assurer la défense incendie du site :

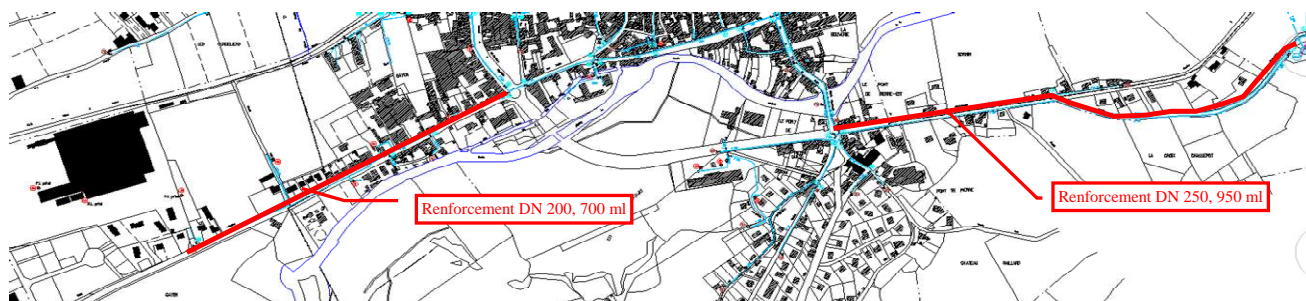
Réseau	Situation moyenne actuelle	Situation future de pointe
Charlieu	72 m³/h	50 m³/h
SIADEP	64 m³/h	94 m³/h
Total	136 m³/h	144 m³/h

La capacité hydraulique des réseaux (136 m³/h en situation actuelle, 144 m³/h en pointe) est insuffisante pour assurer la défense incendie du site. Un complément est nécessaire :

- soit par renforcement des conduites sur le réseau de Charlieu, complété par un renforcement du réseau privé,
- soit par création de bâches incendie sur le site de MANITOWOC POTAIN.

Le renforcement nécessaire sur le réseau de Charlieu pour atteindre une capacité de 86 m³/h au droit de l'entreprise impose le renforcement :

- de la conduite DN 175 située en sortie des réservoirs du Pailleron, en DN 200 sur près de 950 ml,
- de la conduite DN 150 depuis le boulevard de la République jusqu'au branchement de l'entreprise, en DN 200 sur près de 700 ml.



Ces renforcements représentent une étendue de travaux et un coût non justifiés du point de vue de la seule problématique de la défense incendie.

Un complément par bâches nécessiterait un stockage sur site de 80 m³ minimum. Le coût d'aménagement n'est pas chiffré (hors budget eau potable).

2.5 Economies d'eau

2.5.1 Rendement du réseau

Le rendement de réseau est bon (> 90 % pour le rendement hydraulique) et l'ILP caractérise un réseau en bon état (< 2 m³/j/km). Compte-tenu de l'insuffisance de la ressource en situation de pointe future, il sera nécessaire de maintenir la performance du réseau à ce niveau.

2.5.2 Réduction des consommations en eau potable

En solution alternative, il est proposé, sous une approche environnementale, des actions visant à réduire les prélèvements sur la ressource par diminution des consommations en eau potable.

2.5.2.1 Rappel des besoins en eau

Dans le cadre de l'amélioration de l'approvisionnement en eau potable, il est proposé d'utiliser le « gisement d'eau » potentiel issu des économies d'eau pouvant être réalisé au niveau des usagers eux mêmes.

L'analyse des volumes facturés fait globalement ressortir une diminution moyenne de la consommation par abonné depuis 2005 de -12 %/an (145 m³/an/abonné en 2005 contre 112 en 2007).

Cette diminution est essentiellement constatée sur la tranche de consommation la plus importante ($> 1\,000\text{ m}^3/\text{an}$, soit de l'ordre de 20 % du volume total consommé), qui représente seulement 16 abonnés (soit moins de 1% du nombre total d'abonnés). Parmi eux, les entreprises Manitowoc-Potain, SAEM Abattoirs et l'hôpital, représentent environ 6 % des consommations totales de la commune.

La consommation moyenne par abonnés de la tranche $< 1\,000\text{ m}^3/\text{an}$ (99% des abonnés, 80 % des consommations) est stable, de l'ordre de $96\text{ m}^3/\text{an}$ en 2007, ce qui correspond aux valeurs habituellement rencontrées pour les réseaux de type semi-rural.

Les besoins en eau des abonnés communaux et appareils publics sont :

Abonnés	Consommations annuelles 2007 (m^3/an)	% de la consommation totale
Abonnés Communaux (24)	11 769	5 %
Appareils publics (22)	4 240	2 %
Total (46)	16 009	7 %

2.5.2.2 Economies d'eau envisageables

a - Principe

Il est relativement délicat de déterminer quelle sera la poursuite des économies d'eau réalisable par les abonnés.

Néanmoins, la réalisation par la collectivité, de campagnes de sensibilisation et de communication auprès des usagers, pourrait permettre la poursuite de la démarche globale d'économies d'eau initiée depuis la sécheresse de 2003.

En période d'été, deux mesures peuvent être envisagées :

- la mise en place de restrictions et le contrôle de leurs applications pourra permettre de passer la période de pointe, en limitant le déficit en eau,
- la mise en place d'une télérelève en continu des compteurs des abonnés avec centralisation journalière pour, en période d'été, détecter les consommations non respectueuses des consignes d'économie et détecter finement les pertes aussi bien en partie privée qu'en partie publique (branchements + canalisations).

- Abonnés domestiques

A titre indicatif, une économie d'eau supplémentaire de $10\text{ m}^3/\text{an}/\text{abonné domestique}$ (tranche $< 1\,000\text{ m}^3/\text{j}$, ce qui porterait la consommation de cette tranche à $85\text{ m}^3/\text{an}/\text{abonné}$) permettrait une économie d'eau de $70\text{ m}^3/\text{j}$ à l'horizon 2020, et $77\text{ m}^3/\text{j}$ à l'horizon 2030.

L'économie d'eau pourra à la fois porter sur une réduction des usages (par exemple, remplacement des bains par des douches...), la mise en place de dispositifs moins gourmands en eau (appareils électroménager de classe A, limiteurs d'eau...) et sur une diversification de la ressource.

Dans ce dernier cas, l'encouragement en la constitution de réserves en eau privées (collecte et stockage des eaux pluviales) pour des usages ne nécessitant pas le recours à l'eau potable pourra s'avérer intéressante pour réduire la sollicitation des sources en situation moyenne.

Ce dispositif consiste principalement à alimenter les chasses d'eau et l'arrosage, sous réserve de mise en place d'une conduite en eau spécifique clairement identifiée et non maillée avec le réseau privé ou public d'alimentation en eau potable.

Par contre, ce dispositif sera peu pertinent en situation d'étiage, le déficit pluviométrique à l'origine de la situation d'étiage (en milieu karstique notamment) ne pouvant pas permettre non plus la reconstitution du stock d'eau privé.

L'effort devra en priorité être porté sur les futurs logements, avec mise en place de cuves de rétention pour l'alimentation en eau des toilettes, et d'appareillages spécifiques (robinetteries avec limiteur de débit, chasses d'eau à faible capacité).

Les besoins en eau des toilettes représentent en moyenne, 20 % des besoins en eau des ménages.

Il est estimé que la mise en place de techniques alternatives pourrait permettre une économie d'eau à hauteur de 26 à 44 % des besoins en eau, soit la totalité des besoins liés à l'utilisation des toilettes.

A titre indicatif, en supposant que l'ensemble des toilettes équipant les nouvelles constructions, soit alimenté par l'eau de pluie, l'économie d'eau envisagée est de 20 m³/j en 2020, et 30 m³/j en 2030.

Ainsi, les actions visant à réaliser des économies d'eau seront prioritairement portées sur les nouveaux logements.

- Bâtiments communaux

L'équipement des bâtiments publics en cuves de stockage des eaux de pluies permettra également des économies.

Les actions seront prioritairement portées en renouvellement des robinetteries équipant les points d'eau (chasses à faible capacité, dans les écoles notamment, robinets à bouton-poussoir...).

- Gros consommateurs

La tranche > 1 000 m³/j représente un besoin de 80 m³/j, dont 30 m³/j pour les 3 plus gros consommateurs (Manitowoc-Potain, SAEM Abattoirs et l'hôpital).

Comme pour les abonnés domestiques, l'économie d'eau pourra à la fois porter sur une réduction des usages ou réorganisation des process (modification du process pour les

industries...), et sur une diversification de la ressource (citernes privées alimentées par les eaux pluviales).

➤ Chiffrage estimatif

Ces mesures ne sont pas directement chiffrables, elles dépendent des outils pédagogiques mis en place. De plus, ces aménagements font essentiellement appel à des investissements privés.

A noter que le 9^{ème} programme de l'Agence de l'Eau soutien les actions conduites par les collectivités dans le domaine de la préservation et la gestion de la ressource en eau, afin de garantir les usages.

➤ Avantages / inconvénients des aménagements

Les aménagements proposés dans le cadre de cette solution présentent les principaux avantages et inconvénients suivants :

Avantages / intérêts de la solution :

- Campagnes de sensibilisation réalisables à moindre coût,
- Investissements publics limités.

Inconvénients de la solution :

- Aménagements essentiellement d'ordre privé, dont la réalisation effective et les impacts ne sont pas quantifiables et reposent sur la sensibilisation et la volonté des abonnés,
- Nécessité d'une volonté politique forte de communication et d'implication des abonnés,
- Mise en place de contrôles rigoureux des restrictions en période d'étiage,
- Solution non suffisante à elle seule, mais peut contribuer à l'atteinte des objectifs, couplée à d'autres mesures.

b - Autres mesures envisageables

➤ Principe

- Restriction de remplissage des piscines

Le remplissage des piscines privées peut constituer un volume non négligeable, et une demande de pointe en eau importante si plusieurs piscines sont remplies simultanément.

La collectivité pourra prendre des dispositions réglementaires interdisant soit systématiquement le remplissage des piscines dans une période définie de l'année, soit en fonction de la situation d'étiage, afin de limiter le débit de pointe. De même, des

prescriptions pourront être prises dans les documents d'urbanisme afin de limiter, pour les nouvelles résidences, la construction de piscines, ou en limiter le volume.

- Equipement de comptage sur l'ensemble des branchements

La collectivité devra vérifier l'existence et poursuivre si besoin l'équipement en compteur de l'ensemble des branchements. La généralisation des facturations permettra de réaliser des économies.

Les points d'eau publics devront être équipés, selon la pertinence de chaque usage, d'équipements économiques (chasses à double capacité, bouton-poussoir, pilotage de l'arrosage public...).

Enfin, l'augmentation de la tarification de l'eau constitue une mesure incitative à la diminution des consommations (cf. suppression de la dégressivité).

- Restriction de développement de l'urbanisme

La collectivité pourra prendre les mesures adaptées en termes d'urbanisme, afin de limiter la croissance démographique :

- à la capacité de production locale en eau potable,
- à la capacité d'autoépuration du milieu hydraulique superficiel, après rejet des eaux usées traitées par les stations d'épuration.

La pertinence de cette solution vise à adapter le développement économique à la capacité d'alimentation / restitution du bassin naturel et d'en réduire le déséquilibre.

Cette mesure pourra être valorisée en l'intégrant comme un critère permettant à cette zone de conserver son caractère rural.

➤ Chiffrage estimatif

Ces mesures ne sont pas directement chiffrables.

➤ Avantages / inconvénients des aménagements

Les aménagements proposés dans le cadre de cette solution présentent les principaux avantages et inconvénients suivants :

Avantages / intérêts de la solution :

- Campagnes de sensibilisation réalisables à moindre coût,
- Absence d'investissement public.

Inconvénients de la solution :

- Mesures pouvant être perçues comme une entrave aux libertés individuelles et au développement économique de la collectivité,

- Nécessité d'une volonté politique forte de communication et d'implication des abonnés,
- Solution non suffisante à elle seule, mais peut contribuer à l'atteinte des objectifs, couplée à d'autres mesures.

2.6 Distribution

2.6.1 Renouvellement du réseau

Le réseau de distribution représente un linéaire de 37 km, auquel se rajoute 14.2 km de conduite d'adduction des sources, soit un linéaire total de 51 km. La date de pose du réseau est supposé en 1927 (construction des puits). Le rythme de renouvellement est le suivant :

	Période		
	1927-1990	1990-1999	1999-2009
Linéaire renouvelé (km)	inconnu	5.42	2.02
Rythme moyen (km/an)	-	0.60	0.20

Le rythme moyen de renouvellement du réseau enregistré sur la période 1990-2009 est de 390 m/an, ce qui correspond pour le réseau de distribution, en maintenant ce rythme, à un renouvellement total du réseau en 95 ans.

Il est considéré que la durée de vie moyenne d'un réseau est de l'ordre de 70 à 100 ans.

La collectivité devra donc maintenir son rythme minimum de renouvellement des conduites en distribution, équivalent à 390 ml/an.

La priorité de renouvellement portera sur la conduite d'adduction des sources, soit 14.2 km. Au rythme de renouvellement envisagé, ce programme représente 36 années, ce qui n'est pas acceptable.

Par conséquent, le renouvellement de la conduite d'adduction des sources devra faire l'objet d'un financement spécifique d'urgence.

Le coût annuel de renouvellement des conduites de distribution, figure dans le tableau suivant, dans l'hypothèse d'un DN moyen de 125 mm :

Renouvellement des conduites de distribution	
Renouvellement DN 125 - 390 ml /an	73 000 €HT/an
Renouvellement 35 brcht / an	70 000 €HT/an
Total	143 000 €HT/an

2.6.2 Renouvellement des branchements

Le renouvellement des branchements en plomb est une priorité, en présence d'une eau agressive.

Il restait 364 branchements en plomb en 2007. Compte-tenu du rythme moyen de renouvellement sur la période 2002-2007, soit 35 branchements par an, le renouvellement de l'ensemble du parc nécessitera une durée de 8 ans, ce qui paraît long.

2.7 Situation de crise

Il est identifié plusieurs situations de crises, pour lesquelles il a été identifié et testé des solutions de secours.

2.7.1 Etiage sévère sur le bassin du Sornin

En cas d'étiage sévère sur le Sornin, le Haut Service ne sera pas influencé (alimentation par le SIADEP). Le Moyen Service sera alimenté en secours à partir du Haut Service.

Les puits seront utilisés prioritairement pour l'alimentation du BS, dont les besoins seront complétés par achat d'eau au SIADEP, dans la limite de la capacité hydraulique de la conduite d'interconnexion, soit 600 m³/j (couvre, en cas d'arrêt total des puits, 67 % des besoins du BS en situation moyenne, et 37 % en pointe).

L'étiage des sources n'aura pas d'impact direct, puisque ce scénario correspond à la situation prévue en période de pointe (apport nul des sources) : production maximum des puits et complément par achat d'eau au SIADEP.

Ces mesures seront accompagnées d'une restriction des usages en eau.

Ces conditions seront aggravées en cas d'étiage simultané sur la Loire : les capacités de production du SIADEP, d'une part, et de Roanne, d'autre part, seront affaiblies, ce qui réduira fortement les possibilités de secours auprès de collectivités externes.

2.7.2 Crue du Sornin / problème de turbidité des ressources

Il n'existe aucune donnée concernant la turbidité des sources. Même si il est présumé un impact des fortes pluies sur la turbidité, il n'a jamais été mesuré de teneurs en turbidité permettant de classer l'eau non conforme. La pose de turbidimètres en sortie de chaque source permettra d'établir la vulnérabilité de chacune, et de rejeter si besoin l'eau captée durant le pic de turbidité.

En cas de pic de turbidité sur la nappe du Sornin, l'étape de coagulation placée en tête de traitement agira sur la turbidité et les matières organiques, en permettant ensuite de retenir, au niveau de la filière de filtration, une partie des éléments présents dans l'eau (contre-lavage plus fréquent qu'en période normale). Ce fonctionnement sera adapté jusqu'à un seuil de turbidité sur l'eau brute jugé tolérable. Au-delà de ce seuil, l'eau sera rejetée à la rivière.

En cas d'arrêt total des puits, la production des sources et l'achat d'eau au SIADEP permettront d'alimenter totalement les besoins en eau en situation moyenne, et partiellement en pointe (37%).

Des restrictions d'usages seront nécessaires.

Ces conditions seront aggravées en cas de crue simultanée sur la Loire : les capacités de production du SIADEP, d'une part, et de Roanne, d'autre part, seront affaiblies, ce qui réduira fortement les possibilités de secours auprès de collectivités externes. Cependant, compte-tenu de caractéristiques de bassins versants très différentes entre les deux cours d'eau (temps de concentrations), il semble en première approche peu probable d'avoir un long recouvrement des 2 crues (durée et une période de crue certainement différentes).

2.7.3 Pollution accidentelle

Compte-tenu de la dispersion des sources sur le bassin amont, il est très peu probable d'être confronté à une pollution sur plusieurs ressources en même temps.

Seule la production de la source incriminée sera arrêtée, ce qui n'impactera pas très significativement la production totale des sources.

Le complément en eau sera assuré par les puits et l'achat d'eau au SIADEP.

En cas de pollution sur le Sornin, la mise en place d'une station d'alerte permettra une réactivité suffisante en vue de stopper les puits avant mise en distribution d'une eau contaminée. En cas d'arrêt total des puits, l'achat d'eau au SIADEP et la production des sources permettront de sécuriser les besoins moyens, mais seulement 37 % des besoins de pointe.

La restriction des usages sera nécessaire.

2.7.4 Défaillance du traitement

En cas de défaillance du traitement, l'eau sera tout de même mise en distribution. Si le dysfonctionnement concerne la désinfection, une désinfection manuelle (pastilles de javel dans les réservoirs) constituera cependant une solution de secours efficace.

Le dysfonctionnement temporaire des stations de reminéralisation et de traitement du manganèse n'aura pas d'incidence directe sur la santé.

En revanche, une défaillance conduisant à une élévation anormale de la turbidité en distribution sera accompagnée d'un renforcement de la désinfection.

2.7.5 Réservoir hors service

En cas d'une rupture d'alimentation d'un réservoir, les solutions d'alimentation sont :

- pour le Haut Service : absence de secours. Les abonnés seront privés d'eau,
- pour le Moyen Service : secours par le maillage avec le Haut Service. La capacité hydraulique de la conduite du Haut Service permettra un secours à hauteur de 15 m³/h (300 m³/j),

- pour le Bas Service :
 - o secours partiel par le maillage avec le Moyen Service. La capacité hydraulique de la conduite du Moyen Service permettra un secours à hauteur de 16 m³/h (320 m³/j),
 - o secours partiel par le SIADEP.

Les interconnexions permettront ainsi un secours :

- en situation moyenne pour l'ensemble des services, à l'exception du Haut Service, pour lequel aucun secours n'est possible à partir des infrastructures du réseau de Charlieu,
- en situation de pointe uniquement pour l'ensemble des besoins du Moyen Service, ceux du Bas Service étant couverts à hauteur de 75 %.

2.7.6 Rupture de la conduite de distribution

En cas de rupture de la conduite d'adduction du Bas Service, le doublement du tuyau (DN 175 et DN 150) entre les réservoirs et le Pont de Pierre permet une continuité de service. Seul le tronçon unique DN 250 en fonçage sous le Sornin (Pont de Pierre) est le plus vulnérable. Il s'agit d'une conduite neuve posée début 2010. Le maillage avec le SIADEP, complété par le maillage interne avec le Moyen Service, permettra un secours total en situation moyenne, et à hauteur de 70 % des besoins de pointe. Plus en aval, le réseau maillé du centre-ville permet une sécurisation totale.

En revanche, une rupture des conduites de distribution sur le Haut et le Moyen Services entraînerait une coupure d'eau aux abonnés situés à l'aval. Le risque doit cependant être pondéré par le nombre d'abonnés desservis. Ces 2 services ne représentent au total que 25 % des besoins en eau.

2.7.7 Synthèse

Le tableau suivant synthétise les situations de crise pouvant être rencontrées, ainsi que les solutions de gestion :

Situations de crise	Ouvrages	Etat	Gestion de crise	Taux de couverture des besoins (horizon 2020)		Contrainte	Mesures complémentaires
				Moyenne	Pointe		
Étiage sévère BV Sornin	puits	Étiage Sornin	interconnexion SIADEP - BS	84% du BS	46% du BS	Sources à l'étiage Étiage simultané de la Loire	restrictions des usages
			alimentation SIADEP - HS	100%	100%		restrictions des usages
			secours SIADEP - HS	100%	100%		restrictions des usages
	sources	absence de production	Complément par les puits / interco SIADEP	100%	100%		restrictions des usages recours interconnexion SIADEP - HS en pointe
Crue / pb turbidité	puits	Pic turbidité > 10 NFU	traitement jusqu'à seuil max. à déterminer (rejet au-delà) Interconnexion SIADEP + complément sources	100%	37%	Crue de la Loire	interconnexion SIADEP restrictions des usages
	sources	absence de données	-	-	-		
Pollution accidentelle	puits	arrêt d'exploitation	sources + interconnexion SIADEP	100%	37%	/	restrictions des usages
	sources	arrêt partiel d'exploitation	Complément par les puits / interco SIADEP	100%	100%	/	restrictions des usages en pointe
Défaillance du traitement	puits	Eau non conforme	distribution eau non conforme (paramètres minéralisation et manganèse)	100%	100%	Pic turbidité	avertissement population (personnes sensibles)
	sources	Eau non conforme	distribution eau agressive	100%	100%	/	avertissement population (personnes sensibles)
Réservoir hors service	BS	Réservoir hors service / non alimenté	complément par interco SIADEP secours partiel par MS	100% du BS	70% du BS	/	restrictions des usages en pointe
	MS		secours partiel par le HS	100% du MS	100% du MS	/	restrictions des usages en pointe
	HS		/	0%	0%	/	
Rupture conduite maîtresse en distribution	BS	Absence d'alimentation du secteur concerné	sécurisation par double conduite en distribution complément interco SIADEP secours partiel par MS	100% du BS	70 à 100% du BS	/	restrictions des usages en pointe
	MS		/	0%	0%	/	
	HS		/	0%	0%	/	

Les situations de crise majeures identifiées, qui conduiront à des interruptions de l'alimentation en eau les plus pénalisantes, sont les suivantes :

Services	Situations de crise	Taux de couverture (horizon 2020)		
		Situation	Service	Total
BS	Etiage sévère BV Sornin	Pointe	46%	37%
Ville Charlieu	Crue / pb turbidité	Pointe	37%	37% à 75 %
Ville Charlieu	Pollution accidentelle	Pointe	37%	37% à 75 %
BS	Insuffisance du stockage	Pointe	70%	56%
BS	Rupture conduite maîtresse en distribution	Pointe	70 à 100 %	56% à 100 %
MS	Rupture conduite maîtresse en distribution	Moyenne et pointe	0%	82%
HS	Rupture conduite maîtresse en distribution	Moyenne et pointe	0%	98%
HS	Insuffisance du stockage	Moyenne et pointe	0%	98%

Les aléas les plus pénalisants pour l'alimentation en eau de la Ville de Charlieu sont par ordre décroissants :

- **un étiage sévère impactant significativement la production des puits.** Le taux de couverture de l'alimentation en eau en période de pointe serait seulement de 37 %, pénalisant essentiellement le bas service (secours uniquement par le SIADEP limité à la capacité hydraulique du réseau soit 600 m³/j, les sources étant considérées à l'étiage), le Moyen service étant secouru par le Haut Service,
- **une crue (pic de turbidité) ou une pollution accidentelle affectant les puits du Sornin** (arrêt d'exploitation) en situation de pointe : seulement **37 %** des besoins pourraient être couverts, l'alimentation en eau reposant sur la production des sources et sur le maillage avec le SIADEP (sources supposées à l'étiage), **porté à 75 %** des besoins en cas d'une production des sources équivalente à leur capacité moyenne,
- **un dysfonctionnement du stockage des réservoirs du Pailleron (BS), ou une rupture de la conduite DN 250 de franchissement du Sornin (Pont de Pierre) en période de pointe** : le taux de couverture de l'alimentation en eau serait seulement de **56 %**, pénalisant essentiellement le bas service (secours par le SIADEP complété par le maillage avec le Haut Service),

- enfin, les aléas concernant le **Haut et le Moyen Services** (rupture des conduites en distribution, dysfonctionnement concernant l'autonomie de réserve du Haut Service) auront systématiquement un impact important sur le service considéré (coupure d'eau aux abonnés situés en aval). L'impact sera toutefois peu conséquent à l'échelle de la Ville, compte-tenu du faible nombre d'abonnés desservis (taux de couverture compris **entre 82 et 98 %**).

Par conséquent, les aléas les plus pénalisants sont ceux en liaison avec les puits du Sornin (étiage sévère, crue importante ou pollution accidentelle) pouvant conduire, en situation extrême, à un arrêt de production.

Il convient toutefois de signaler que, dans ces conditions, le manque d'eau sera essentiellement constaté en **période de pointe**. Compte-tenu de la durée limitée de la pointe de consommation (généralement 1 mois, saison variable mais préférentiellement l'été), cela implique une occurrence faible de survenue d'un aléa en période de forte demande en eau.

A titre indicatif, le tableau suivant donne un aperçu des situations à risque plus important de survenu d'un aléa en période de pointe de consommation :

		Hiver	Printemps	Eté	Automne
Aléas	Etiage sévère			X	X
	Crue / pic turbidité			X	X
	Pollution accidentelle	X	X	X	X
Pointe de consommation		x	x	X	x

Les périodes estivales et automnales sont celles ayant le plus de chance d'être sujettes à un aléa climatique survenant en période de pointe de consommation.

2.8 Synthèse

2.8.1 Coûts récapitulatifs

Le tableau suivant récapitule l'ensemble des aménagements proposés et les coûts associés :

Procédure DUP Sources	
Finalisation de la procédure	pour mémoire
Convention d'exploitation des sources	
Clarification de la répartition de la production des sources, entre les communes de Charlieu et Cuinzier	-
Renouvellement conduite d'adduction des sources	
Conduite DN 100 mm, 4 800 ml	864 000 €HT
Conduite DN 125 mm, 9 400 ml	1 739 000 €HT
Total	2 603 000 €HT
Réhabilitation des captages (sources)	
Travaux de réhabilitation listés dans la DUP	112 000 €HT
Réfection chambre de captage de Ravier	20 000 €HT
Déplacement du brise-charge de Chabas	12 000 €HT
Total	144 000 €HT
Comptage production des sources	
Pose de compteurs en sortie de chaque captage (3)	18 000 €HT
Total	18 000 €HT
Suivi de la qualité des sources	
Pose d'un turbidimètre en sortie de chaque captage (3)	15 000 €HT
Total	15 000 €HT
Raccordement des sources - Variante 1	
Station de reprise source de Chabas - 4 m3/h, 15 mCE	20 000 €HT
Conduite de refoulement de Chabas - DN 50, 80 ml	12 000 €HT
Surpresseur abonné Ronzière	20 000 €HT
Chemisage conduite Ronzière, 1 200 ml DN 50	60 000 €HT
Total	112 000 €HT
Raccordement des sources - Variante 2	
Raccordement sources de Charlieu - DN 100, 550 ml	99 000 €HT
Total	99 000 €HT
Station de traitement des sources	
Reminéralisation - 4 à 25 m3/h (fonctionnement 20 h/j)	320 000 €HT
Total	320 000 €HT
Alimentation directe du Moyen Service par les sources	
Raccordement des sources sur la conduite DN 200 + électrovanne et 2 vannes (fermées)	10 100 €HT
By-pass puits 3, pose DN 125 sur 220 ml et raccordement à la station de la Doux sur DN 150 + électrovanne	50 000 €HT
Automatismes	7 000 €HT
Total	67 100 €HT
Réhabilitation et accès aux puits 1 et 2	
Servitudes et accès	30 000 €HT
Renforcement de clôture	12 700 €HT
Etanchéité trappes accès puits 1	5 000 €HT
Reprise des trappes accès puits 2 et démontage anciennes colonnes d'exhaures	20 000 €HT
Equipements de protection collective	14 000 €HT
Total	81 700 €HT

Décolmatage des puits P1 et P2	
Diagnostic de faisabilité	1 000 €HT
Décolmatage des puits	60 000 €HT
Total	61 000 €HT
Interconnexion SIADEP pour le complément au Bas Service	
Etablissement d'une convention d'achat	-
Conduite d'interconnexion (chiffrage SDAEP SIADEP)	87 500 €HT
Chambre de comptage	10 000 €HT
Total	97 500 €HT
Modification de l'exploitation des puits - Conservation des drains - Variante 1	
Renouvellement 2 pompes (30 m3/h, HMT 12 mCE)	4 000 €HT
Modification automatismes	5 000 €HT
Total	9 000 €HT
Modification de l'exploitation des puits - Conservation des drains - Variante 2	
Modification automatismes	5 000 €HT
Total	5 000 €HT
Modification de l'exploitation des puits - Suppression des drains - Variante 1	
Renouvellement 4 pompes (15 m3/h, HMT 12 mCE)	6 000 €HT
Total	6 000 €HT
Modification de l'exploitation des puits - Suppression des drains - Variante 2	
Renouvellement 4 pompes (2x15 m3/h et 2x30 m3/h), HMT 12 mCE	7 000 €HT
Modification automatismes	5 000 €HT
Total	12 000 €HT
Vulnérabilité de la nappe	
Campagne de traçage	5 000 €HT
Modélisation vitesse de transfert pollution	5 000 €HT
Station d'alerte	40 000 €HT
Total	50 000 €HT
Station de traitement des puits (reminéralisation + Fe/Mn)	
Station de traitement - Variante 1 - P1+P2 avec drain - 60 m3/h	815 000 €HT
Station de traitement - Variante 2 - P1+P2 sans drain - 30 m3/h	730 000 €HT
Station de traitement - Variante 3 - P1+P2 avec drain + P3 - 90 m3/h	945 000 €HT
Station de traitement - Variante 4 - P1+P2 sans drain + P3 - 60 m3/h	815 000 €HT
Option plate-forme traitement pollution	150 000 €HT
Remise en fonctionnement des puits 3 / 4	
Etude hydrogéologique complémentaire	5 000 €HT
Réhabilitation du puits 3 (renouvellement des équipements, décolmatage et traitement chimique)	35 000 €HT
Réhabilitation du puits 4 (secondaire)	35 000 €HT
Raccordement sur la station de traitement	10 000 €HT
Total	85 000 €HT
Modification des consignes de remplissage du réservoir des Brosses	
Modification des paramétrages	500 €HT
Mise en place seuil niveau haut modulable	1 000 €HT
Total	1 500 €HT
Simplification du fonctionnement des réservoirs du Pailleron	
Pose conduite d'équilibre DN 175 - 30 ml	5 900 €HT
Reprise maillage départ distribution	6 000 €HT
Relevé topographique	500 €HT
Total	12 400 €HT

Expertise des réservoirs	
3 réservoirs	1 000 €HT
Total	1 000 €HT
Economies d'eau	
non chiffrable	-
Renouvellement des conduites de distribution	
Renouvellement DN 125 - 390 ml /an	73 000 €HT/an
Renouvellement 35 brcht / an	70 000 €HT/an
Total	143 000 €HT/an

2.8.2 Variantes proposées

Les tableaux suivant récapitulent l'ensemble des variantes d'aménagements proposées, et les coûts associés :

Modification d'exploitation des puits		Montant
Conservation des drains	Variante 1 - 2x30 m ³ /h + modification automatismes	9 000 €HT
	Variante 2 - 4x50 m ³ /h + modification automatismes	5 000 €HT
Suppression des drains	Variante 1 - 4x15 m ³ /h	6 000 €HT
	Variante 2 - 2x15 m ³ /h + 2x30 m ³ /h + modification automatismes	12 000 €HT

Station de traitement des puits	Montant
Variante 1 - P1+P2 avec drain - 60 m ³ /h	815 000 €HT
Variante 2 - P1+P2 sans drain - 30 m ³ /h	730 000 €HT
Variante 3 - P1+P2 avec drain + P3 - 90 m ³ /h	945 000 €HT
Variante 4 - P1+P2 sans drain + P3 - 60 m ³ /h	815 000 €HT

Option plate-forme traitement pollution	150 000 €HT
---	-------------

Raccordement des sources	Montant
Variante 1 (pompage source Chabas)	112 000 €HT
Variante 2 (raccordement sources Charlieu)	99 000 €HT

Les solutions proposées en terme de maintien ou de suppression des drains, quant à l'exploitation des puits, n'a qu'une incidence mineur sur le montant de l'opération (coût global entre 6 000 et 12 000 €HT).

Le montant de la station de traitement des puits sera fonction essentiellement de sa capacité nominale : entre 730 000 €HT (30 m³/h) et 945 000 €HT (90 m³/h).

Enfin, le coût des solutions de raccordement des sources de Charlieu sur la station de traitement de Cuinzier est identique (entre 100 000 et 115 000 €HT).

2.8.3 Proposition de scénario

2.8.3.1 *Puits de la Doux / complément en eau*

La proposition d'aménagements nous paraissant la plus pertinente pour la ville de Charlieu est la suivante :

- suppression des drains des puits 1, 2 et 3, et remise en exploitation du puits 3,
- construction d'une station de traitement des puits adaptée à la capacité de production requise, soit 1 200 m³/j (60 m³/h),
- maintien de l'interconnexion avec le SIADEP (capacité 600 m³/j), pour un complément en période de pointe uniquement (500 m³/j en 2030).

Ce scénario permettra de conserver une capacité de production des puits identique à la situation actuelle, suffisante pour assurer l'autonomie de la collectivité en situation future, tout en fiabilisant une interconnexion externe (SIADEP) capable de compléter la production en cas de pointe de consommation ou de situation de crise.

Les aménagements sont listés dans le tableau suivant :

Catégorie	Aménagements	Montant
Sources	Procédure DUP Sources	-
	Convention d'exploitation des sources	-
	Réhabilitation des captages (sources)	144 000 €HT
	Comptage production des sources	18 000 €HT
	Suivi de la qualité des sources	15 000 €HT
	Sous-total Sources	177 000 €HT
Puits	Réhabilitation et accès aux puits 1 et 2	81 700 €HT
	Décolmatage des puits P1 et P2	61 000 €HT
	Modification de l'exploitation des puits - Variante 2 - 2x15 m3/h + 2x30 m3/h + modification automatismes	12 000 €HT
	Vulnérabilité de la nappe	50 000 €HT
	Remise en fonctionnement des puits 3 / 4	85 000 €HT
	Sous-total Puits	289 700 €HT
Réservoirs	Alimentation directe du Moyen Service par les sources	67 100 €HT
	Modification des consignes de remplissage du réservoir des Brosses	1 500 €HT
	Simplification du fonctionnement des réservoirs du Pailleron	12 400 €HT
	Expertise des réservoirs	1 000 €HT
	Sous-total Réservoirs	82 000 €HT
Traitement	Raccordement des sources - Variante 1 (pompage source Chabas)	112 000 €HT
	Station de traitement des sources	320 000 €HT
	Station de traitement des puits - Variante 4 - P1+P2 sans drain + P3 - 60 m3/h	815 000 €HT
	Option plate-forme traitement pollution	150 000 €HT
	Sous-total Traitement	1 397 000 €HT
Réseau	Renouvellement conduite d'adduction des sources	2 603 000 €HT
	Interconnexion SIADEP pour le complément au Bas Service	97 500 €HT
	Renouvellement des conduites de distribution	143 000 €HT/an
	Sous-total Réseau	2 700 500 €HT 143 000 €HT/an
Alternatives	Economies d'eau	-
TOTAL		4 646 200 €HT
		143 000 €HT/an

Le montant total est évalué à 4 646 200 €HT en engbbant l'option de plate-forme de traitement en cas de pollution (4 496 200 hors plate-forme), auquel s'ajoute le renouvellement annuel du réseau de distribution, soit 143 000 €HT/an.

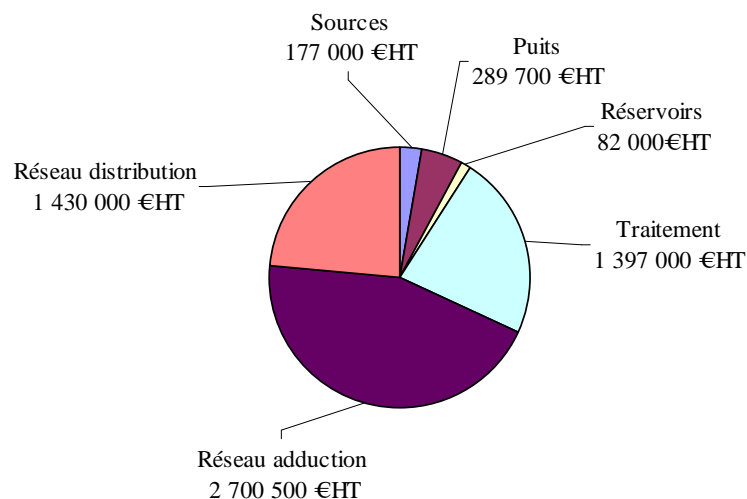
Il est à noter que les coûts de l'interconnexion avec le SIADEP, ainsi que la station de traitement de Cuinzier, seront mutualisés avec ces 2 collectivités. A titre indicatif, la répartition est estimée ci-après :

Station de traitement des sources	Débit nominal	Répartition	Montant
Part Charlieu	375 m3/h	75%	240 000 €HT
Part Cuinzier	125 m3/h	25%	80 000 €HT
Total	500 m3/h	100%	320 000 €HT

Interconnexion SIADEP	Capacité hydraulique	Répartition	Montant
Part Charlieu	30 m3/h	55%	53 200 €HT
Part SIADEP	25 m3/h	45%	44 400 €HT
Total	55 m3/h	100%	97 500 €HT

Les travaux par thèmes se répartissent de la façon suivant (calcul du renouvellement des conduites sur 10 ans) :

Propositions d'aménagement - Répartition des coûts



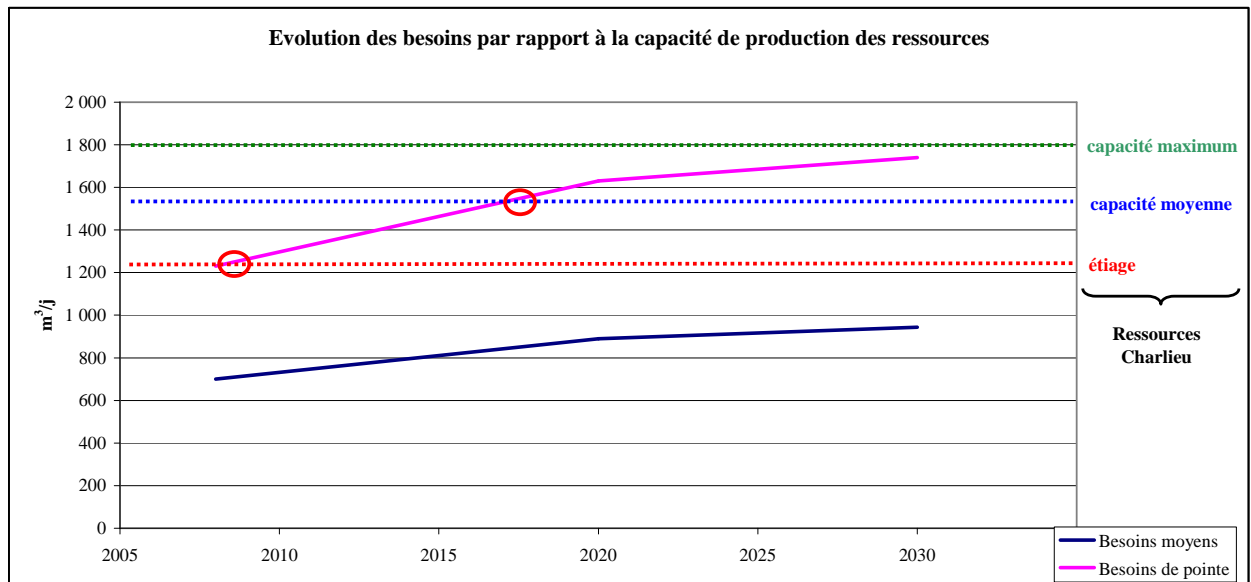
Le renouvellement du réseau constitue à lui seul 68 % des investissements, répartis en priorité pour le renouvellement de la conduite d'adduction des sources (44 %), et ensuite pour le réseau de distribution (24 %).

Le coût de construction des stations de traitement représente 23 % des investissements.

Les autres aménagements (puits, sources, réservoirs) représentent chacun moins de 5 % du coût total des opérations.

2.8.3.2 Phasage des aménagements

Le graphique suivant présente l'évolution linéarisée des besoins en eau pour Charlieu en situation future, au regard de la capacité de production de la ressource :



Le graphique met en évidence :

- une ressource toujours excédentaire, y compris à l'étiage, pour faire face aux besoins moyens en eau,
- une **ressource déficitaire** pour faire face aux **besoins de pointe**, avec 2 échéances fonction de la situation hydraulique des sources :
 - à partir de 2008 si la pointe est concomitante à une période d'étiage des sources,
 - à partir de 2017 environ, si la pointe intervient en période de production moyenne des sources.

Cette approche se traduit par la nécessité de recourir à un **complément de ressource (SIADÉP) en période de forte consommation** :

- **jusqu'en 2017 environ, uniquement en cas d'étiage des sources,**
- **systématiquement à partir de 2017 environ, dès lors que la production des sources ne sera pas supérieure à leur capacité moyenne.**

En revanche, la capacité maximum de production des sources (période humide) reste suffisante pour subvenir aux besoins de pointe au-delà de 2030 : le recours à un complément n'est alors pas nécessaire.

Cependant, pour des raisons de dimensionnement, la station de reminéralisation de Cuinzier sera dimensionnée sur la base de la capacité moyenne de production des sources. La réalisation d'un by-pass de la station de traitement permettra de maintenir une capacité de production des sources adaptée aux besoins de pointe. L'absence de traitement de reminéralisation, ponctuelle et limitée dans le temps, ne devra pas avoir d'effet direct sur la qualité de l'eau.

Ce phasage permet :

- de concentrer l'effort financier à court terme pour réaliser la station de traitement des puits,
- différer les aménagements ultérieurs non prioritaires à court terme.

2.8.4 Conclusion

Les conditions de fonctionnement des services pour alimenter la ville de Charlieu à l'horizon 2030 sont synthétisées sur le schéma suivant, avec les aménagements nécessaires :

