

- Département de l'Isère -

Régie Municipale d'Eau de Saint Marcellin

1bis rue Ampère – BP20 – 38161 Saint Marcellin – 04.76.64.01.81

ETUDE DE SECURISATION DES RESSOURCES EN EAU POTABLE

Schéma Directeur d'Alimentation en Eau Potable

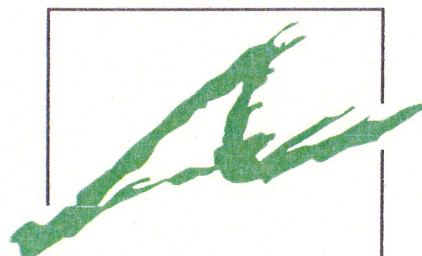
RAPPORT DE PRESENTATION PHASE 2 : ELABORATION DES SCENARI

**agence
de l'eau**

**RHÔNE MEDITERRANEE
CORSE**

2-4, allée de l'ind - 69100 LYON Cedex 07
04 72 71 26 00 - contact.doc@eaumc.fr

*Dossier 554-02
Novembre 2011*



A L P
ETUDES
Ingénieurs – Conseils

Bureau d'Études Techniques
137, rue Mayoussard - CENTR'ALP
38430 MOIRANS

Tél. : 04 76 35 39 58
Fax : 04 76 35 67 14
E.mail : alpetudes@alpetudes.fr

SOMMAIRE

SOMMAIRE	1
PHASE 2 : IDENTIFICATION DES OBJECTIFS ET PROPOSITIONS DE SCENARII ...	3
PREAMBULE - IDENTIFICATIONS DES OBJECTIFS	3
A. RESSOURCES	4
A.1. ABANDON OU CONSERVATION DES RESSOURCES DE FONT CHAUDE ET PRE BUISSON	4
A.1.1. <i>Problématique</i>	4
A.1.2. <i>Estimation des coûts de réhabilitation des 2 ressources</i>	5
A.1.3. <i>Estimation du coût de fonctionnement du puits de Loriol</i>	6
A.1.4. <i>Comparaison économique</i>	7
A.1.5. <i>Synthèse sur « Abandon ou conservation des ressources de Font Chaude et Pré Buisson »</i>	8
A.2. ABANDON OU CONSERVATION DES DRAINS DE COURBON	9
A.2.1. <i>Diagnostic approfondi des drains de Courbon</i>	9
A.2.1.1. <i>Diagnostic visuel</i>	9
A.2.1.2. <i>Mesures des débits</i>	9
A.2.1.3. <i>Pompage et traçage</i>	11
A.2.1.4. <i>Schéma altimétrique</i>	11
A.2.1.5. <i>Conclusion sur le diagnostic des sources de Courbon</i>	12
A.2.1.6. <i>Protection de la source de Courbon</i>	12
A.2.2. <i>Estimation des coûts de réhabilitation des drains de Courbon</i>	13
A.2.3. <i>Estimation du coût de fonctionnement des forages de Courbon</i>	15
A.2.3.1. <i>Pour la commune de Saint Marcellin</i>	15
A.2.3.2. <i>Pour la commune de Chatte</i>	17
A.2.3.3. <i>Récapitulatif pour Saint Marcellin et Chatte</i>	18
A.2.4. <i>Comparaison économique</i>	19
A.2.5. <i>Synthèse sur « Abandon ou conservation des drains de Courbon »</i>	20
A.3. DIAGNOSTIC ET ESSAI DES SITES DE POMPAGE	21
A.3.1. <i>Site de Loriol</i>	21
A.3.2. <i>Site de La Scie</i>	22
A.3.3. <i>Site de Courbon</i>	23
A.3.4. <i>Conclusion générale sur les 3 sites de production</i>	24
B. SECURISATION DU RESEAU D'ADDUCTION	26
B.1. SECURISATION DU RESEAU D'ADDUCTION PAR LES 2 TUNNELS	27
B.2. SECURISATION DU RESEAU D'ADDUCTION PAR LE SUD – NOUVEAU RESEAU D'ADDUCTION	28
B.3. COMPARATIF DES 2 SCENARII DE SECURISATION	29
C. AUGMENTATION DE LA CAPACITE DE STOCKAGE	30
C.1. VOLUME DE STOCKAGE	30
C.2. CREATION DE BACHE DANS LA VALLEE DU MERDARET	30
C.3. NOUVEAU RESERVOIR	30
C.3.1. <i>Position en altitude</i>	30

C.3.2. Position géographique	31
D. INTERCONNEXION AVEC LES COLLECTIVITES VOISINES.....	32
E. AMELIORATION DU FONCTIONNEMENT DU RESEAU.....	33
E.1. AMELIORER LE RENDEMENT DU RESEAU	33
E.1.1. Installation de systèmes de comptage sur l'adduction.....	33
E.1.2. Poursuite des recherches de fuite.....	35
E.1.3. Mise en place de compteur divisionnaire.....	36
E.2. SUPPRESSION DU TROP-PLEIN AU RESERVOIR DE BELLEVUE	36
E.3. AUTRES MESURES A PREVOIR	37
E.3.1. Achat groupe électrogène.....	37
E.3.2. Renouvellement des vannes de sectionnement	37
E.3.3. Suivi de la nappe	38
E.3.4. Création d'un forage unique à Courbon.....	38
F. RENOUELEMENT DU RESEAU	39
F.3. ESTIMATION PATRIMOINE ET DOTATION AUX AMORTISSEMENTS.....	39
F.4. RENOUELEMENT DU RESEAU	40
G. RECAPITULATIF	41
ANNEXES.....	43

PHASE 2 : IDENTIFICATION DES OBJECTIFS ET PROPOSITIONS DE SCENARII

Préambule - Identifications des objectifs

La Régie Municipale des Eaux de Saint Marcellin (R.E.S.M.) a repris la gestion du réseau d'eau en été 2008, jusqu'alors exploitée par la S.A.U.R.

La R.E.S.M. a dans un premier temps réalisé des travaux d'organisation du service, de cartographie pour approfondir la connaissance de son réseau d'eau.

A présent, la collectivité souhaite établir un programme d'actions sur le réseau d'eau potable, notamment sur le réseau d'adduction. Les travaux proposés devront répondre aux dysfonctionnements actuellement constatés mais également anticiper les attentes futures.

Les scénarii développés permettront de répondre aux interrogations suivantes :

- Faut-il sécuriser un seul des 2 tunnels et si oui lequel ?
- Faut-il sécuriser les 2 tunnels ?
- Faut-il développer une solution alternative en réponse également à la capacité supplémentaire de stockage à mettre en œuvre à terme ?
- Quelle est la qualité du réseau d'adduction ?
- Comment résoudre les problèmes d'instabilité de la canalisation d'amenée des eaux au tunnel de Plan depuis les sources de Chevrières ?
- Faut-il organiser la production par l'utilisation de tout ou partie des captages actuels drain et/ou forage ?
- Quelles sont les capacités de transit avec les exploitations voisines en schéma d'urgence et à long terme ?

Après réflexion avec le maître d'ouvrage, les scénarii développés pour répondre aux différentes interrogations sont les suivants :

- Conservation ou abandon des sources de Font Chaude et Pré Buisson ?
- Augmentation de la capacité de stockage ?
- Sécuriser le réseau d'adduction par les 2 tunnels ou solutions alternatives ?
- Proposer des améliorations du fonctionnement du réseau.

A. RESSOURCES

A.1. **Abandon ou conservation des ressources de Font Chaude et Pré Buisson**

A.1.1. **Problématique**

- Les sources s'écoulent gravitairement jusqu'au réservoir de Plan.
- Pour respecter le profil de pente, la conduite d'adduction en amont du tunnel du Plan se situe dans une zone de glissement de terrain. Elle subit régulièrement des ruptures.
- Les eaux s'écoulent à l'air libre dans le tunnel du Plan.
- Les sources ne sont pas protégées (pas de D.U.P.).
- Le puits de Lorient vient en complément des 2 sources.
- La conduite d'adduction est ancienne et le tracé n'est pas connu précisément.
- La conduite d'adduction est en ciment Ø300 mm, non étanche.
- Le trop-plein des sources se fait au niveau du réservoir de Bellevue.
- Les ressources de Saint Marcellin sont situées dans la plaine de Chevières (à l'est de la colline) et le trop-plein des sources se fait dans au niveau du réservoir de Bellevue (centre ville de Saint Marcellin). Cette situation n'est pas acceptable sur le plan hydrologique. La ressource non utilisée doit être restituée dans son milieu naturel initial. Ce principe impose des aménagements pour ne prélever sur les ressources gravitaires uniquement les besoins en eau.
- La conduite d'adduction des sources en amont du tunnel du Plan ne peut être inspectée en l'état car il n'y a pas de regard d'accès suffisamment rapproché et le tracé est mal connu. Vu l'âge de la conduite, le maître d'ouvrage souhaite estimer directement les coûts de son renouvellement.
- Le tracé de la conduite d'adduction devra être modifié pour éviter la zone de glissement de terrain. Le nouveau tracé passe par un point bas, ce qui impose un fonctionnement en siphon et la mise en place de conduites pression.
- Le maître d'ouvrage souhaite canaliser les eaux dans une conduite Ø250mm dans le tunnel du Plan (demande l'A.R.S.); cependant, la pente dans le tunnel est très faible (0,048%) et ne permet pas de fonctionner en écoulement gravitaire dans un Ø250. Il faudrait au minimum une canalisation en Ø400mm, voire Ø500mm pour transiter les besoins de **l'ensemble** de la commune.

Les travaux de protection des 2 ressources (D.U.P., achat P.P.I., clôture, travaux d'étanchéité, ...) et la reprise de la conduite d'adduction représentent des travaux importants. La collectivité se pose aujourd'hui la question de conserver ou d'abandonner ces 2 ressources compte-tenu de l'ampleur des travaux à réaliser.

A.1.2. Estimation des coûts de réhabilitation des 2 ressources

Les travaux pour la protection des 2 ressources et le renouvellement de la conduite d'adduction en Ø250mm * (conduite fonte pression - diamètre actuel) jusqu'à l'entrée du tunnel du Plan sont estimés à **1 143 000 € HT**.

(*) Le renouvellement en Ø150mm (conduite fonte pression) jusqu'à l'entrée du tunnel du Plan a été estimé à **938 000 € HT**.

Pour respecter un profil gravitaire, la conduite d'adduction devra être posée dans le domaine privé, parallèle au cours d'eau, ce qui impose des contraintes de réalisation (interception de la nappe, arbres à abattre, création de servitude, ...).

Le tableau présente l'estimation des travaux :

	Unité	Quantité	Prix unitaire €HT	Prix €HT
MISE EN CONFORMITE CAPTAGE DE PRE BUISSON				
Acquisition foncière (surface hypothétique)	m²	16 000	4.00 €	64 000.00 €
Clôture	ml	580	50.00 €	29 000.00 €
Portail	U	1	1 500.00 €	1 500.00 €
Reprise étanchéité ouvrages	U	5	1 500.00 €	7 500.00 €
Autres travaux pour sécuriser la ressource	F	1	3 000.00 €	3 000.00 €
MISE EN CONFORMITE CAPTAGE DE FONT CHAUDE				
Acquisition foncière	m²	700	4.00 €	2 800.00 €
Clôture	ml	380	50.00 €	19 000.00 €
Portail	U	1	1 500.00 €	1 500.00 €
Autres travaux pour sécuriser la ressource	F	1	1 500.00 €	1 500.00 €
LIAISON PRE BUISSON - FONT CHAUDE				
Ø250mm - écoulement en charge - prairie privée en bordure de cours d'eau	ml	2 790	250.00 €	697 500.00 €
LIAISON FONT CHAUDE - ENTREE TUNNEL DE PLAN				
Ø250mm - écoulement en charge - prairie privée en bordure de cours d'eau	ml	800	250.00 €	200 000.00 €
Ø250mm - écoulement en charge - chemin d'exploitation	ml	260	220.00 €	57 200.00 €
Ø250mm - écoulement en charge - voie communale	ml	200	290.00 €	58 000.00 €
Total travaux € HT				1 142 500.00 €
Divers et imprévus + 15%				1 313 875.00 €
TOTAL TTC				1 580 000.00 €

A.1.3. Estimation du coût de fonctionnement du puits de Loriol

Le présent chapitre vise à estimer le coût de fonctionnement électrique de la station de Loriol si les ressources gravitaires (Pré Buisson et Fond Chaude) venaient à être abandonnées.

Il est difficile d'estimer précisément les besoins en eau du réservoir de Plan car il participe à l'alimentation du réservoir de Bellevue et en partie au trop-plein.

- Hypothèses

- Besoins moyens futurs : $3\,690\text{ m}^3/\text{j} = 1\,346\,850\text{ m}^3/\text{an}$ (avec un rendement de 65%)
- En situation future, le puits de Loriol fournirait 1/3 des besoins moyens futurs, soit $448\,950\text{ m}^3/\text{an}$ (hypothèse maximaliste)

- Coûts du fonctionnement électrique

Ressource concernée	F . Loriol
Départ	Pompes du puits
Destination	Entrée tunnel Plan
Débit pompé par an	450 000 m³/an
Altitude départ	330 m
Altitude destination	373 m
Hauteur Géométrique	43 m
Linéaire de conduite	2 000 ml
Diamètre	200 mm
Pertes de charges (K=0.25)	3.20 m
H.M.T.	47 m
Débit des pompes	60 m ³ /h
Nombre d'heure de pompage	7500 h
Rendement des pompes	65%
Puissance électrique	11.82 kW
Puissance consommée	88 667 kW/an
Prix unitaire du kW en € HT	0.11 €
FACTURE consommation électrique € HT	9 760 € HT/an

Remarque : le volume annuel pompé de $450\,000\text{ m}^3/\text{an}$ est une hypothèse maximaliste

- **Autres frais de fonctionnement**

- Abonnement électrique
- Maintenance
- Entretien de la station de pompage
- Renouvellement des équipements
- ...

Ces « autres frais de fonctionnement » ne sont pas pris en compte dans le comparatif car ils s'appliquent également dans le cas où les 2 ressources sont conservées.

A.1.4. Comparaison économique

Le montant des travaux pour réhabiliter les 2 sources de Font Chaude et Pré Buisson et leurs conduites d'adduction est disproportionné par rapport aux coûts de fonctionnement électrique.

L'abandon des 2 ressources se justifie d'un point de vue économique.

NB : en souscrivant un crédit avec une annuité de 9760 € (correspondant au coût de fonctionnement électrique) sur 30 ans à 5%, le montant de l'emprunt s'élève à 151 500 €.

A.1.5. Synthèse sur « Abandon ou conservation des ressources de Font Chaude et Pré Buisson »

AVANTAGES de conserver les 2 sources	INCONVENIENTS de conserver les 2 sources
Ecoulement gravitaire Indépendance du réseau électrique NB : La commune de Chevrière dispose d'une prise d'eau sur ces 2 ressources	Débit insuffisant pour couvrir les besoins sur toute l'année Etat de la canalisation adduction entre les sources et l'entrée du tunnel du plan : - Ancienne - Tracé mal connu - Pas d'accès pour inspecter son état - Passage dans zone de glissement Canalisation à reprendre entièrement : - Coût des travaux élevé - Fonctionnement en siphon Absence de D.U.P : investissement à prévoir : - Acquisition foncière - Clôture des P.P.I. - ...
COMPARATIF ECONOMIQUE	
<u>Conservation des sources de Pré Buisson et Font Chaude</u>	
Montant approximatif des travaux → 1 000 000 € HT	
<u>Abandon des sources de Pré Buisson et Font Chaude</u>	
Surcoût électrique du fonctionnement des pompes du puits de Loriol pour compenser l'abandon des sources gravitaires → 10 000 € HT / an	
<u>Commentaire</u>	
En traduisant le surcoût électrique en annuité d'emprunt, la collectivité pourrait envisager de réaliser un crédit d'environ 150 000 € (hypothèse taux 5% sur 30 ans).	
Le montant de l'emprunt est largement inférieur à l'estimation des travaux de réhabilitation des 2 sources.	

A.2. Abandon ou conservation des drains de Courbon

Le rapport sur le diagnostic des drains de Courbon est placé en annexe

A.2.1. Diagnostic approfondi des drains de Courbon

Le diagnostic des drains de Courbon a été réalisé par la société Idées Eaux en mars 2011.

Objectifs :

- Inspection visuelle de la galerie et des regards pour définir leurs caractéristiques et préciser leur état.
- Mesures de débit des sources dans chacun des regards lorsque les conditions techniques le permettent.
- Nivellement de tous les regards, des forages, des piézomètres, réalisation d'un traçage et d'un pompage 24h pour étudier les relations hydrauliques entre les sources et la nappe.

A.2.1.1. Diagnostic visuel

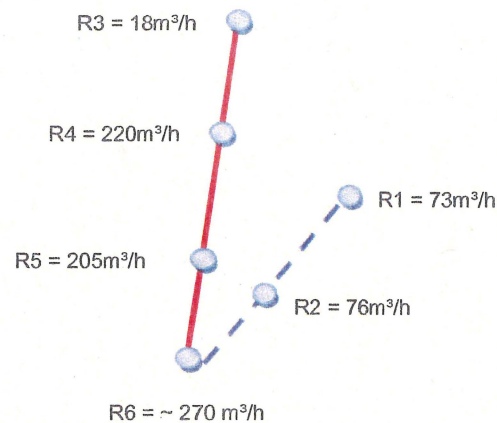
La source de Courbon est constituée :

- Une galerie de 210 ml équipée de 2 regards intermédiaires (R1 et R2) ; ouvrage béton coffré voûté (largeur ~ 0,75 m et hauteur ~ 1,55 m) ; présence de barbacanes sur toute la longueur de la galerie ; barbacanes productifs principalement situés à l'amont ; regard amont (profondeur 9,15 m) équipé d'un puits en fibro-ciment Øint 410 mm prof 6,1m.
- Une canalisation de 400 ml Ø500mm en béton coffré équipée de 3 regards intermédiaires (R3, R4 et R5).

Les eaux captées sont dirigées vers une chambre de répartition (R6) située dans l'enceinte clôturée des forages de Courbon. Visuellement, la répartition se fait à 50% vers Chatte et l'autre moitié vers Saint Marcellin.

A.2.1.2. Mesures des débits

Les débits mesurés le 1^{er} mars 2011 au niveau des différents regards sont présentés sur le schéma suivant :



Commentaires :

Galerie : les eaux captées semblent venir majoritairement de l'extrémité amont de la galerie. Cependant, la présence de barbacanes tout au long du linéaire est d'autant de points vulnérables pour la protection de cet ouvrage.

Canalisation : l'eau provient principalement du tronçon R3-R4. Il est nécessaire d'évacuer les graviers dans le regard R3.

Le débit au niveau du regard R6 est voisin de 270 m³/h ce qui indique qu'il n'y aurait pas d'échanges entre les ouvrages et la nappe dans la partie aval.

Les mesures réalisées semblent indiquer que la galerie et la canalisation seraient alimentées par l'extrémité des ouvrages au moment des mesures. La canalisation serait à l'origine d'environ 75% de la production de la source de Courbon.

Remarque :

La collectivité dispose de très peu de données sur le débit de cet ouvrage :

- Débit moyen ? évolution suivant les années ?
- Apport de la canalisation par rapport à la galerie ? Evolution au cours de l'année ?

Il serait intéressant que la collectivité équipe la canalisation d'une mesure de débit en continu et d'une échelle à lecture directe pour le débit venant de la galerie.

D'autre part, il faudrait envisager de compléter le diagnostic et vérifier en période de hautes eaux que la canalisation est bien étanche sur toute sa longueur.

A.2.1.3. Pompage et traçage

La mise en service des 3 pompages de Courbon ainsi que la réalisation d'un traçage avait pour objectif d'observer d'éventuelles relations entre la nappe et les galeries/canalisation.

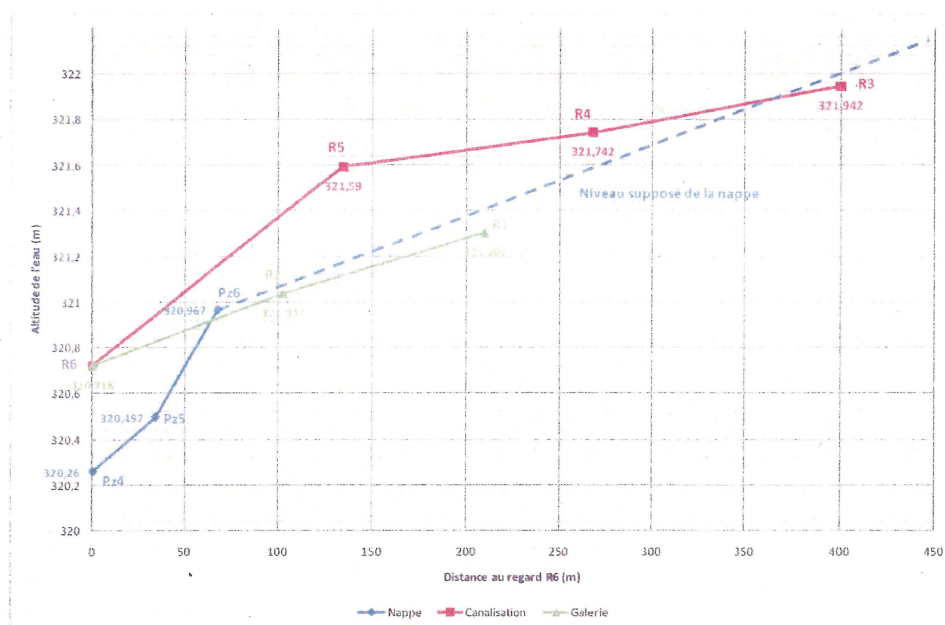
Les niveaux d'eau mesurés dans les regards de la canalisation et de la galerie sont constants durant le pompage ce qui indique qu'il n'y a pas d'impact du pompage sur leur niveau.

Une baisse de niveau est observée dans les piézomètres, d'autant plus faible que le piézomètre est éloigné de la station de Courbon.

Concernant le traçage, aucune trace de sel (50 kg de sel injectés dans le R3) n'a été détectée sur les piézomètres de suivi confirmant l'absence de relation entre la galerie/canalisation et la nappe, dans les conditions de l'essai.

A.2.1.4. Schéma altimétrique

Suite au nivellement GPS des différents ouvrages et mesures du niveau d'eau pendant le diagnostic, le schéma altimétrique est présenté :



La productivité des ouvrages uniquement en période de hautes eaux s'explique par le fait qu'elle dépend du niveau de la nappe et particulièrement dans les regards R1 et R3. En effet, une variation de quelques dizaines de centimètres de la nappe pourrait assécher ces ouvrages de captage.

La « source de Courbon » (galerie + canalisation) risque donc de ne pas être pérenne durant toute l'année puisque un marnage important de la nappe est observé dans l'année : 2 m d'écart entre octobre 2010 correspondant aux basses eaux et mars 2011 aux hautes eaux.

A.2.1.5. Conclusion sur le diagnostic des sources de Courbon

Les ouvrages dits « sources de Courbon » (galerie + canalisation) correspondent donc à 2 ouvrages qui drainent la nappe.

La galerie équipée de barbacane a été conçue probablement pour drainer la nappe sur toute sa longueur. Il semblerait qu'à présent l'eau captée provienne de l'extrémité amont. Cependant, la présence de barbacanes tout au long du linéaire est d'autant de points vulnérables pour la protection de cet ouvrage.

D'après les mesures effectuées sur l'ouvrage canalisation, il semblerait que la canalisation soit étanche mais cette affirmation doit être vérifiée par des investigations complémentaires en période de hautes eaux.

La canalisation représente 75% des apports de la source de Courbon au moment de la campagne de mesure. Cependant, pour améliorer la connaissance de cette ressource, il serait intéressant de pouvoir suivre régulièrement le débit de chacun des 2 ouvrages.

La répartition des eaux captées au niveau de R6 se fait visuellement équitablement.

La très faible pente entre les ouvrages et les fluctuations importantes de la nappe durant l'année permettent d'expliquer pourquoi les sources produisent uniquement en période de hautes eaux. Il n'y a donc aucune solution technique envisageable pour exploiter ces sources gravitairement durant toute l'année.

A.2.1.6. Protection de la source de Courbon

Dans l'optique de la mise en place des périmètres de protection sur les sources de Courbon, les préconisations quant à la poursuite de leur exploitation seraient les suivantes :

- Pour la galerie : la **présence de barbacanes** sur toute sa longueur, même si elles ne produisent pas rend **quasi obligatoire** en l'état la mise en place d'un **périmètre de protection immédiate sur tout le linéaire de la galerie** vis-à-vis de la vulnérabilité de la ressource ; dans le cas où la Régie ne souhaiterait pas poursuivre l'exploitation de la galerie, il serait nécessaire de dériver les eaux avant qu'elles n'arrivent au regard R6 vers le ruisseau par exemple.
- Pour la canalisation : seul le regard le plus amont participe à son alimentation. Un P.P.I. pourrait donc être mis en place uniquement autour de ce regard en réalisant toutefois quelques travaux :
 - Vérification au préalable de l'étanchéité de cette canalisation
 - Evacuation des graviers du fond des regards

HYPOTHESE - A					HYPOTHESE - B					HYPOTHESE - C				
* Les 2 drains sont conservés * Périmètre global clôturé sur 10 m de large autour de la galerie Est * Périmètre individuel clôturé de 200 m² autour des 3 regards d'accès de la canalisation Ouest * Pas de tubage sur la galerie Est * Hors indemnisation pour l'achat (si nécessaire) de la noyeraie en amont de R6, estimée à 40 000 € HT					* La canalisation Ouest est conservée - la galerie Est est abandonnée * Périmètre global clôturé sur 10 m de large autour de la canalisation Ouest * Pas de tubage sur la galerie Est MAIS création d'une évacuation des eaux captées vers le milieu naturel (sous réserve de faisabilité technique) * Hors indemnisation pour l'achat (si nécessaire) de la noyeraie en amont de R6, estimée à 40 000 € HT					* La canalisation Ouest est conservée - la galerie Est est abandonnée * Périmètre individuel clôturé de 200 m² autour des 3 regards d'accès de la canalisation Ouest * Pas de tubage sur la galerie Est MAIS création d'une évacuation des eaux captées vers le milieu naturel (sous réserve de faisabilité technique) * Hors indemnisation pour l'achat (si nécessaire) de la noyeraie en amont de R6, estimée à 40 000 € HT				
	Unité	Quantité	Prix unitaire € HT	Prix € HT		Unité	Quantité	Prix unitaire € HT	Prix € HT		Unité	Quantité	Prix unitaire € HT	Prix € HT
Acquisition foncière (surface hypothétique) 1 périmètre de 10 m de large + 3 périmètres de 200m²	m²	2 800	4.00 €	11 200.00 €	Acquisition foncière (surface hypothétique) 1 périmètre de 10 m de large	m²	4 100	4.00 €	16 400.00 €	Acquisition foncière (surface hypothétique) 3 périmètres de 200 m²	m²	600	4.00 €	2 400.00 €
Clôture 1 périmètre de 10 m de large + 3 périmètres de 200m²	ml	640	50.00 €	32 000.00 €	Clôture 1 périmètre de 10 m de large	ml	840	50.00 €	42 000.00 €	Clôture 3 périmètres de 200 m²	ml	180	50.00 €	9 000.00 €
Portail	U	4	1 500.00 €	6 000.00 €	Portail	U	1	1 500.00 €	1 500.00 €	Portail	U	3	1 000.00 €	3 000.00 €
Reprise ouvrages	U	5	2 500.00 €	12 500.00 €	Reprise ouvrages	U	3	2 500.00 €	7 500.00 €	Reprise ouvrages	U	3	2 500.00 €	7 500.00 €
Aménagement et équipement d'un comptage	F	1	3 000.00 €	3 000.00 €	Aménagement et équipement d'un comptage	F	1	3 000.00 €	3 000.00 €	Aménagement et équipement d'un comptage	F	1	3 000.00 €	3 000.00 €
Investigations complémentaires	F	1	10 000.00 €	10 000.00 €	Investigations complémentaires	F	1	10 000.00 €	10 000.00 €	Investigations complémentaires	F	1	10 000.00 €	10 000.00 €
Aménagement pour évacuer les eaux captées dans la galerie Est	F	0	50 000.00 €	- €	Aménagement pour évacuer les eaux captées dans la galerie Est	F	1	50 000.00 €	50 000.00 €	Aménagement pour évacuer les eaux captées dans la galerie Est	F	1	50 000.00 €	50 000.00 €
Curage de la canalisation	F	1	20 000.00 €	20 000.00 €	Curage de la canalisation	F	1	20 000.00 €	20 000.00 €	Curage de la canalisation	F	1	20 000.00 €	20 000.00 €
Total travaux € HT				95 000.00 €	Total travaux € HT				151 000.00 €	Total travaux € HT				105 000.00 €
Total travaux + divers et imprévus + 15% € HT				110 000.00 €	Total travaux + divers et imprévus + 15% € HT				174 000.00 €	Total travaux + divers et imprévus + 15% € HT				121 000.00 €
TOTAL TTC				132 000.00 €	TOTAL TTC				209 000.00 €	TOTAL TTC				145 000.00 €

A.2.3. Estimation du coût de fonctionnement des forages de Courbon

A.2.3.1. Pour la commune de Saint Marcellin

Le présent chapitre vise à estimer le coût de fonctionnement électrique sur le site de pompage de Courbon, si les drains gravitaires de Courbon venaient à être abandonnés.

Il est difficile d'estimer précisément les besoins sur ce site de Courbon car actuellement, il n'y a pas de comptage et d'autre part, ils peuvent alimenter la commune de Chatte.

Nota : la commune de Chatte est alimentée par le site de Courbon et par le puits de La Scie. Les besoins futurs estimés dans le cadre de l'étude de préalable à la mise en commun des ressources en eau potable août 2007, montre que les besoins moyens futurs peuvent être fournis par le puits de La Scie.

- **Hypothèses**

- Les besoins actuels et futurs sont identiques car l'amélioration du rendement permettra de compenser l'augmentation des besoins due à l'urbanisation future.
- **Hypothèse 1 :** le débit pompé correspond au surcoût électrique de pompage nécessaire pour compenser un éventuel abandon des drains (production des drains estimée à 624 000 m³/an) en situation actuelle.
- **Hypothèse 2 :** le débit pompé correspond au surcoût électrique de pompage nécessaire pour compenser un éventuel abandon des drains (estimation future 390 000 m³/an) en tenant compte d'une amélioration du rendement.

- **Coûts du fonctionnement électrique**

Voir page suivante

Suivant l'hypothèse prise en compte, le **surcoût de la facture électrique** (pour le fonctionnement des pompes en substitution des drains gravitaires de Courbon), varie de **3500 à 5500 € HT par an**.

En traduisant ce surcoût électrique en annuité d'emprunt, la collectivité peut réaliser un **emprunt entre 54 et 85 000 €** (hypothèses 5% sur 25 ans) pour réaliser les travaux sur Courbon.

Estimation de la facture électrique supplémentaire pour compenser l'abandon des drains gravitaires de Courbon Conversion de la facture électrique supplémentaire en capacité d'emprunt sur 25 ans à 5%		
Ressource concernée	F . Courbon	F . Courbon
Départ	Forage Courbon	Forage Courbon
Destination	Regard exhaure	Regard exhaure
Rendement général RESM	50%	80%
Débit produit sur le territoire RESM	1 200 000 m³/an	750 000 m³/an
% produit par le site de Courbon	80%	80%
Débit produit sur le site de Courbon	960 000 m³/an	600 000 m³/an
% produit par les drains de Courbon (8 mois par an)	65%	65%
Débit produit sur les drains de Courbon	624 000 m³/an	390 000 m³/an
Débit pompé ...	624 000 m³/an	390 000 m³/an
Caractéristiques des pompes	90 m³/h à 10 m HMT	90 m³/h à 10 m HMT
Débit des pompes	80 m³/h	80 m³/h
Nombre d'heure de pompage	7800 h	4875 h
Puissance électrique	6.50 kW	6.50 kW
Puissance consommée	50 700 kW/an	31 688 kW/an
Prix unitaire du kW en € HT	0.11 €	0.11 €
FACTURE consommation électrique € HT	5 580 € HT/an	3 490 € HT/an
Capacité d'emprunt correspondant	80 000 €	50 000 €
* mensualité	465 € HT/mois	291 € HT/mois
* taux d'emprunt	5.0%	5.0%
* durée	25 ans	25 ans

• **Autres frais de fonctionnement**

- Abonnement électrique
- Maintenance
- Entretien de la station de pompage
- Renouvellement des équipements
- ...

Ces « autres frais de fonctionnement » ne sont pas pris en compte dans le comparatif car ils s'appliquent également dans le cas où les drains sont conservés.

Il faut toutefois noter que les pompes seront à renouveler plus souvent.

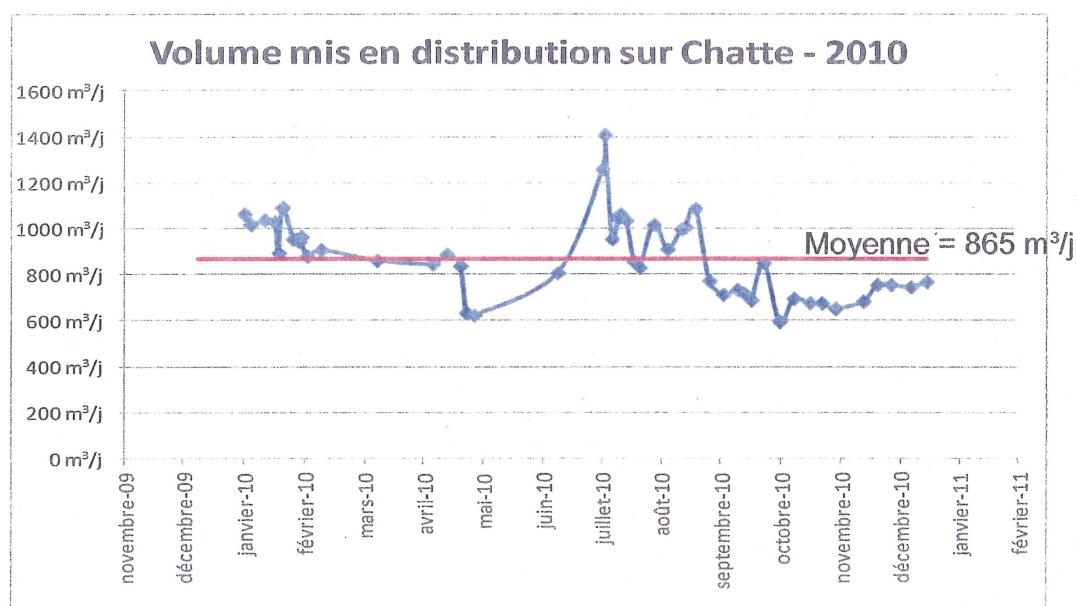
A.2.3.2. Pour la commune de Chatte

- Volume distribué sur Chatte

Le présent chapitre vise à estimer le coût de fonctionnement électrique pour la commune de Chatte sur le site de pompage de Courbon ou sur le site de La Scie, si les drains gravitaires de Courbon venaient à être abandonnés.

NB : On néglige les volumes pompés sur La Scie en situation actuelle car ils ont représenté en 2010 moins de 4% du volume total distribué sur Chatte.

La commune de Chatte a distribué environ 316 000 m³ sur l'année 2010. Les consommations futures seront compensées par une amélioration du rendement. Ainsi, nous pouvons estimer que les consommations annuelles actuelle et future seront sensiblement similaires.



- Estimation de la puissance des pompes de La Scie

La commune de Chatte a mis les pompes de La Scie en marche forcée sur plusieurs jours et a relevé le volume pompé, la durée de pompage et la consommation électrique correspondante. Les données sont récapitulées dans le tableau suivant :

Pompe	Volume pompé sur la période	Temps de pompage	Débit de la pompe	Consommation électrique sur la période	Puissance de la pompe
P1	584 m ³	8.64 h	67.6 m ³ /h	91 kW	10.5 kW/h
P2	759 m ³	10.59 h	71.7 m ³ /h	112 kW	10.6 kW/h

Dans la suite de l'étude, nous prendrons le débit moyen des pompes à 69,6 m³/h et une puissance de 11 kW.

- Estimation de la puissance des pompes de La Scie

Suivant l'hypothèse prise en compte (pompage sur Courbon ou pompage sur La Scie), le surcoût de la facture électrique (pour le fonctionnement des pompes en substitution des drains gravitaires de Courbon), varie de 3000 à 5500 € HT par an.

En traduisant ce surcoût électrique en annuité d'emprunt, la collectivité peut réaliser un emprunt entre 40 et 78 000 € (hypothèses 5% sur 25 ans) pour réaliser les travaux sur Courbon.

➔ Pour la suite de l'étude, seront pris en compte un surcoût de 4500 €/an HT, soit l'équivalent d'un emprunt de 64 000 €.

CHATTE

Estimation de la facture électrique supplémentaire pour compenser l'abandon des drains gravitaires de Courbon

Conversion de la facture électrique supplémentaire en capacité d'emprunt sur 25 ans à 5%

Ressource concernée	F . Courbon	Puits de La Scie
Débit pompé ...	316 000 m³/an	316 000 m³/an
Débit des pompes	80 m³/h	69.6 m³/h
Nombre d'heure de pompage	3950 h	4540 h
Puissance électrique	6.50 kW	11.00 kW
Puissance consommée	25 675 kW/an	49 943 kW/an
Prix unitaire du kW en € HT	0.11 €	0.11 €
FACTURE consommation électrique € HT	2 830 € HT/an	5 500 € HT/an
Capacité d'emprunt correspondant	40 000 €	78 000 €
* mensualité	236 € HT/mois	458 € HT/mois
* taux d'emprunt	5.0%	5.0%
* durée	25 ans	25 ans

A.2.3.3. Récapitulatif pour Saint Marcellin et Chatte

Les surcoûts électriques cumulés sur les 2 collectivités (5500 €HT pour Saint Marcellin et 4500 €HT pour Chatte), s'élèvent à 10 000 € HT / an.

En traduisant ce surcoût électrique en annuité d'emprunt, les 2 collectivités peuvent réaliser un emprunt entre **142 000 €** (hypothèses 5% sur 25 ans) pour réaliser les travaux sur Courbon.

A.2.4. Comparaison économique

Les 2 scénarii étudiés (conservation et abandon des drains de Courbon) sont économiquement proches.

Certaines hypothèses devront être affinées pour ré-ajuster l'étude économique :

- Etendue des périmètres de protection immédiate de captage à acquérir (définie par l'hydrogéologue agréé),
- Achat ou non par la collectivité de la noyeraie en amont immédiat des forages (Précisé par l'hydrogéologue agréé),
- Etanchéité de la canalisation (investigations complémentaires à réaliser),
- Pérennité du débit des 2 ouvrages (suivi des débits de la galerie et de la canalisation).

A.2.5. Synthèse sur « Abandon ou conservation des drains de Courbon »

AVANTAGES de conserver les drains de Courbon	INCONVENIENTS de conserver les drains de Courbon
Ecoulement gravitaire Indépendance du réseau électrique NB : La commune de Chatte utilise également cette ressource gravitaire	Débit insuffisant pour couvrir les besoins sur toute l'année
	Débit des drains gravitaires très sensibles aux variations de la nappe ; nappe qui a tendance à baisser → pérennité des drains dans le futur ? pérennité des investissements ?
	Des investigations à réaliser sur une longue durée pour connaître la part apportée par la canalisation et la part de la galerie, à corréler avec l'évolution du niveau de la nappe et de la pluviométrie.
	Absence de D.U.P : investissement à prévoir : - Acquisition foncière - Clôture des P.P.I. - ... Des travaux difficilement estimables sans le rapport de l'hydrogéologue agréé (estimation entre 110000 et 220000€)
COMPARATIF ECONOMIQUE	
<u>Conservation des drains de Courbon</u> Estimation des opérations → entre 110 000 et 220 000 € HT * (*) L'estimation pourra être affinée ultérieurement en fonction du rapport de l'hydrogéologue agréé qui définira l'emprise des périmètres de protection immédiate à acquérir et à clôturer ainsi que les travaux et prescriptions pour protéger cette ressource.	
<u>Abandon des drains de Courbon</u> Surcoût électrique du fonctionnement des pompes des forages de Courbon et/ou de La Scie (pour Saint Marcellin et Chatte) pour compenser l'abandon des drains gravitaires → ~ 10 000 € HT / an ** (**) estimation pour les 2 collectivités de Saint Marcellin et Chatte NB : une amélioration du rendement permettra de limiter les volumes pompés et ainsi réduira les factures électriques.	
<u>Commentaire</u> En traduisant le surcoût électrique en annuité d'emprunt, les 2 collectivités pourraient envisager de réaliser un crédit de ~ 142 000 € (hypothèses 5% sur 25 ans) pour réaliser les travaux sur Courbon. Actuellement, nous ne pouvons pas chiffrer précisément les investissements à réaliser sur les drains de Courbon pour leur conservation.	

A.3. Diagnostic et essai des sites de pompage

Les rapports diagnostics sur les 3 sites de pompage sont placés en annexe.

A.3.1. Site de Loriol

Le puits de Loriol, profond de 19,9m, est équipé de 2 pompes sont en visuellement en bon état.

Le puits capte l'eau dans des dépôts fluviaux. La création de 2 piézomètres a permis de mettre en évidence l'absence de couche protectrice naturelle ; le substratum molassique n'a pas été atteint à 20m. Ce puits est d'autant plus **vulnérable** qu'une interaction quasi immédiate a été observée pendant l'essai de pompage avec le cours d'eau.

Un essai par paliers à débit croissant a été réalisé en octobre 2010 pour déterminer les caractéristiques du complexe aquifère/ouvrage. Chaque palier comprend une phase de pompage à débit constant d'environ 1 heure, suivie d'une phase de remontée du niveau d'eau de la même durée.

- Dans les conditions de l'essai, les pertes de charge quadratique sont importantes dès le premier palier (32% à 66 m³/h, 41% à 114 m³/h, 50% à 155 m³/h) ce qui indique que l'écoulement au droit du puits serait plutôt en régime turbulent. Ces pertes de charge peuvent être liées à la jupe PVC sur les pompes, un colmatage des barbacanes et/ou du massif filtrant.

Un essai longue durée a été réalisé en octobre 2010 sur 48h avec un débit de 152 m³/h.

- Le niveau baisse rapidement au démarrage de l'essai pendant 3 heures.
- La remontée du niveau d'eau pendant la phase de pompage a permis de mettre en évidence un **recyclage des eaux pompées évacuées vers le ruisseau**. La conduite de rejet a alors été rallongée. Ce phénomène révèle une interaction quasi immédiate du puits avec le ruisseau. Cela induit une **grande vulnérabilité** vis-à-vis de pollutions de surface.
- 24 heures après l'arrêt du pompage, le niveau d'eau sur l'ensemble des ouvrages n'a pas été retrouvé son état initial.
- Débit critique : 100 m³/h.
- Débit envisageable : 100 m³/h
- Transmissivité : $2,2 \cdot 10^{-2}$ m²/s
- Perméabilité : $2,2 \cdot 10^{-3}$ m/s
- Coefficient d'emmagasinement : 0,01 – nappe à surface libre
- Rayon d'action : environ 900 m en direction du nord (pour 152 m³/h)

Travaux à prévoir :

- L'essai de pompage a mis en évidence des pertes de charge quadratiques importantes. Il est nécessaire de procéder à un nettoyage du puits pour améliorer son rendement. Coût estimatif : 9 000 € HT

A.3.2. Site de La Scie

Le puits de La Scie, profond de 23,4m, est équipé de 4 pompes : 2 × 60 m³/h pour la commune de Chatte et 2 × 100 m³/h pour Saint Marcellin (dont 1 HS au moment de l'essai - octobre 2010).

Le puits de La Scie est visuellement en bon état. Une des pompes de Saint Marcellin est en mauvaise état. Son remplacement est prévu au printemps 2011.

Un essai par paliers à débit croissant a été réalisé en octobre 2010 pour déterminer les caractéristiques du complexe aquifère/ouvrage. Chaque palier comprend une phase de pompage à débit constant d'environ 1 heure, suivie d'une phase de remontée du niveau d'eau de la même durée.

- Le débit critique n'a pas été atteint au débit maximum de l'essai (débit critique > 230 m³/h). le pompage a permis de confirmer l'excellente productivité de l'ouvrage.
- Les pertes de charge sont négligeables, ce qui indique que l'écoulement au droit du puits est de type laminaire et que le débit testé est tout à fait approprié aux caractéristiques techniques de l'ouvrage.
- Débit critique : supérieur à 230 m³/h.

Travaux à prévoir :

- Pour connaître le débit critique, réaliser un nouvel essai par palier avec des débits plus importants

Capacité de pompage :

- Lorient : 100 m³/h
- La Scie : débit critique > 230 m³/h (ouvrage utilisé par la commune de Chatte)
- Courbon : débit critique > 165 m³/h (ouvrage utilisé par la commune de Chatte)

Rappel :

- Besoins moyens en situation future avec rendement 80% : ~ 3 000 m³/j
- Besoins de pointe en situation future avec rendement 80% : ~ 4 700 m³/j

soit 200 m³/h sur 24 heures de pompage

B. SECURISATION DU RESEAU D'ADDUCTION

Différentes solutions ont été étudiées pour sécuriser le réseau d'adduction de la ville de Saint Marcellin :

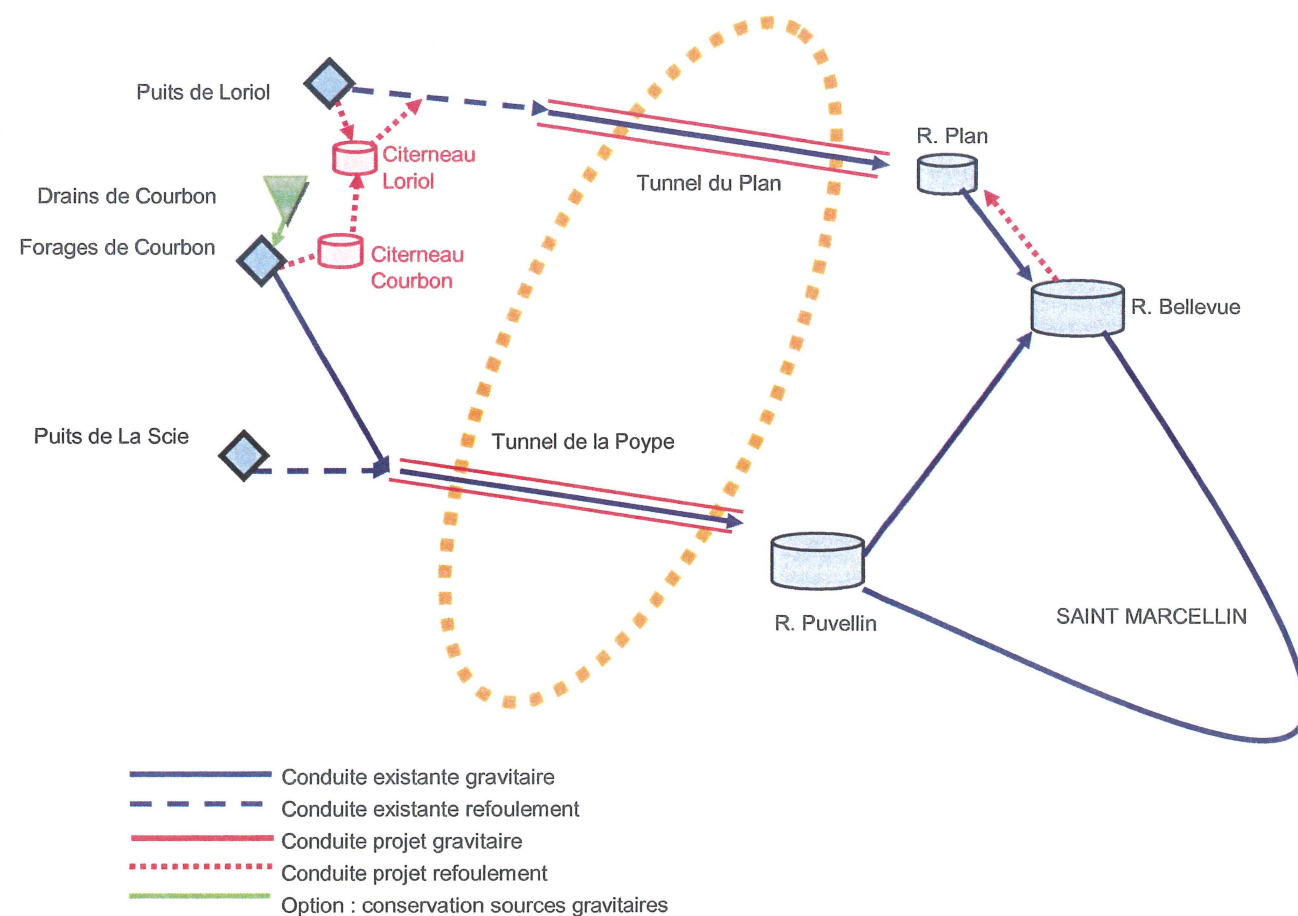
- Par le réseau actuel en sécurisant les 2 tunnels
- Par le sud en créant un nouveau réseau d'adduction contournant la colline

REMARQUE : un 3^{ème} scénario a été envisagé mais n'a pas été développé. Il s'agissait de créer une nouvelle canalisation d'adduction en parcourant la colline d'ouest en est. Cependant, le tracé envisagé impose de pomper l'eau jusqu'à ~400 m (sommet de la colline) pour alimenter un réservoir placé à 303 m d'altitude, ce qui à terme implique des coûts de fonctionnement énergétique élevés. Pour cette raison, ce scénario n'a pas été développé.

B.1. Sécurisation du réseau d'adduction par les 2 tunnels

Plan n°19 137 placé en annexe

Schéma de principe



Justificatif des travaux :

Le réseau d'adduction du réseau AEP transite par 2 tunnels. Ces tunnels sont anciens. Il apparaît peu judicieux de faire transiter l'eau par un seul tunnel et de délaissé l'autre car ce fonctionnement rendrait le réseau de Saint Marcellin vulnérable.

Il est donc important de maintenir ce patrimoine en bon état. Le diagnostic des 2 ouvrages a été réalisé par une entreprise spécialisée. Des travaux de réhabilitation sont à prévoir (tubage du tunnel du Plan et confortement de la voûte du tunnel de La Poype).

Les besoins futurs de la Ville de Saint Marcellin ont été estimés à 4700 m³/j en pointe, ce qui représente un débit instantané d'environ 200 m³/h sur 24 h de pompage (et 15 heures de pompage en situation moyenne pour ~ 3000 m³/j) → **sous réserve d'une amélioration notable du rendement du réseau A.E.P.**

Descriptif des travaux

1 - En cas d'anomalie sur le tunnel de La Poype, les forages de Courbon et de Lorient sont suffisants pour couvrir les besoins de la commune. Pour anticiper cette situation critique, il est nécessaire de créer :

- une bâche à proximité du forage de Lorient d'environ 400 m³
- une bâche à proximité des forages de Courbon de 300 m³
- une conduite de refoulement reliant ces ouvrages

NB : la création de ces 2 bâches permet d'augmenter la capacité de stockage sur la commune.

2 - En cas d'anomalie sur le tunnel de Plan, les forages de Courbon et de La Scie sont suffisants pour couvrir les besoins de la commune. Pour anticiper cette situation critique, il est nécessaire de créer :

- une station de pompage pour alimenter le réservoir de Plan qui dessert le haut service de Saint Marcellin et une partie de la commune de Chevière.

NB : la conduite existante en FØ200 existante entre le réservoir de Plan et le réservoir de Bellevue sera réutilisée pour le refoulement de secours.

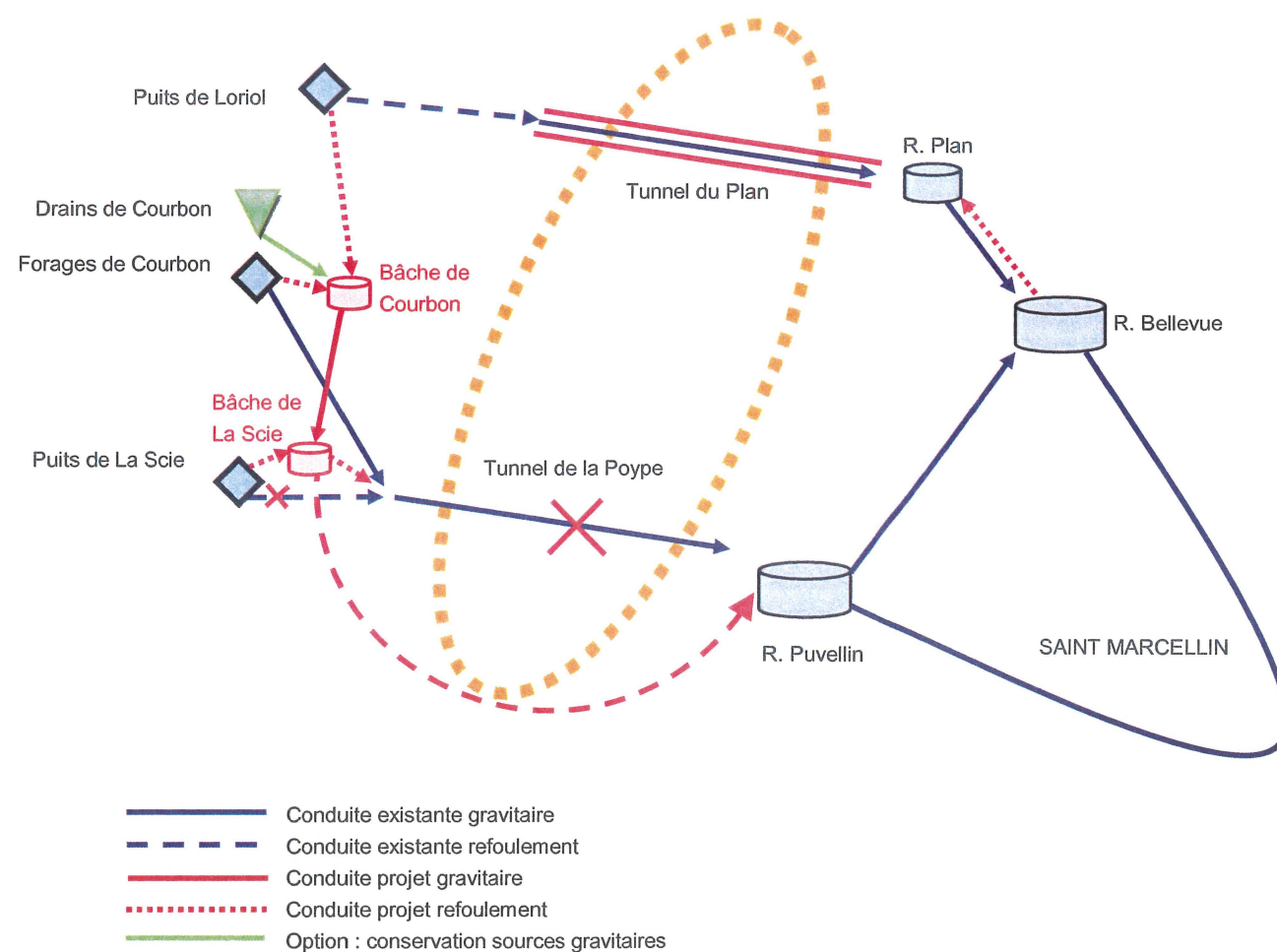
Estimation des travaux

L'opération est estimée à 1 120 000 € HT (voir détail en annexe)

B.2. Sécurisation du réseau d'adduction par le Sud – nouveau réseau d'adduction

Plan n°19 138 placé en annexe

Schéma de principe



Justificatif des travaux

Le réseau d'adduction AEP transite par 2 tunnels. Ces tunnels sont anciens. Des travaux sont à réaliser pour réhabiliter ces ouvrages.

Pour se soustraire à ces travaux et à leur vulnérabilité, un nouveau système d'adduction peut être envisagé en installant une nouvelle conduite d'adduction sous chaussée (facilement accessible) qui contourne la colline en passant par le sud. Ce principe impose de fonctionner par refoulement.

Le tunnel de Plan pourrait être conservé (après tubage).

Cependant, en cas d'anomalie sur le tunnel de Plan, une station de pompage sera nécessaire pour alimenter le réservoir de Plan qui dessert le haut service de Saint Marcellin et une partie de la commune de Chevière.

Descriptif des travaux

1 – Pour compenser l'abandon du tunnel de La Poype, il est nécessaire de créer :

- une bâche à proximité des forages de Courbon de 300 m³ (pour la réunion des forages de Loriol et Courbon)
- une bâche à proximité du forage de La Scie d'environ 400 m³ (pour la réunion des 3 sites de captage)
- des conduites reliant le forage de Loriol à la bâche de Courbon
- une conduite d'adduction entre la bâche de La Scie et le réservoir de Puvellin en contournant la colline.

NB : la création de ces 2 bâches permet d'augmenter la capacité de stockage sur la commune.

2 - En cas d'anomalie sur le tunnel de Plan, il est nécessaire de créer :

- une station de pompage pour alimenter le réservoir de Plan qui dessert le haut service de Saint Marcellin et une partie de la commune de Chevière.

NB : la conduite existante en FØ200 existante entre le réservoir de Plan et le réservoir de Bellevue sera réutilisée pour le refoulement de secours.

Estimation des travaux

L'opération est estimée à 2 300 000 € HT (voir détail en annexe)

B.3. Comparatif des 2 scénarii de sécurisation

	Avantages	Inconvénient
1^{ère} solution : Sécurisation du réseau d'adduction par les 2 tunnels	- Rénovation et maintien du patrimoine (conservation des 2 tunnels) - Réduction de la vulnérabilité du réseau d'adduction AEP en maintenant les 2 tunnels en état et en service - Coût moins élevé par rapport à la 2^{ème} solution	- Maintenance délicat en cas de problème sur les conduites dans les tunnels
2^{ème} solution : Sécurisation du réseau d'adduction par une nouvelle conduite d'adduction	- Nouvelle conduite facilement accessible en cas d'intervention - Pas nécessité de réhabiliter le tunnel de La Poype	- Coût plus élevé par rapport à la 1^{ère} solution

C. AUGMENTATION DE LA CAPACITE DE STOCKAGE

C.1. Volume de stockage

La capacité de stockage est généralement dimensionnée pour une journée de consommation moyenne.

Actuellement, la commune dispose d'une capacité de 2300 m³ + 900 m³ de réserve incendie.

En situation future, les besoins moyens ont été estimés à 3 700 m³/j (en tenant compte d'une amélioration du rendement, de la suppression du trop-plein au réservoir de Bellevue).

La capacité de stockage nécessaire est arrondie à **4 000 m³** (dont 300 m³ de réserve incendie). Ce volume devra être revu à la hausse si les besoins de réserve incendie sont supérieurs à 300 m³, **soit ~ 800 m³ de déficit** (4000 – 3200 m³).

C.2. Création de bâche dans la vallée du Merdaret

Les 2 scénarii proposés pour la sécurisation du réseau d'adduction prévoient la création de 2 bâches de 700 m³ au total.

La création de ces 2 bâches permet de compenser le déficit de stockage sur le réseau AEP de la ville de Saint Marcellin en situation future (sous réserve d'une amélioration notable du rendement).

Cependant, ces 2 réserves supplémentaires sont situées dans la vallée du Merdaret et mobilisables avec des pompes de relevage, donc dépendant de l'électricité.

C.3. Nouveau réservoir

Pour compenser le déficit de stockage, un nouveau réservoir de tête peut être envisagé. En le positionnant à une altitude plus élevée, cela permet de solutionner les manques de pression dans le centre de Saint Marcellin

C.3.1. Position en altitude

Actuellement, les 2 réservoirs principaux de Saint Marcellin (Bellevue et Puvellin = 2400 m³) sont en équilibre à la cote ~ 303 m.

Ces réservoirs ont été positionnés en altitude à la sortie des 2 tunnels pour fonctionner avec les sources gravitaires.

Cependant, les réservoirs sont positionnés trop bas. La pression dans le réseau de Saint Marcellin est faible (~ 2,5 bar au centre ville) et insuffisante pour les immeubles à étages.

Pour améliorer la situation existante, il peut être envisagé de réaliser un nouveau réservoir de tête de 4000 m³ (volume à valider) à une cote altimétrique d'environ 330 m. Ce fonctionnement impose l'abandon des réservoirs de Bellevue et Puvellin et simplifie le fonctionnement du réseau d'eau (1 seul réservoir de tête pour l'unité de distribution « Saint Marcellin Principale »).

Remarque :

- L'augmentation de la pression dans le réseau de Saint Marcellin imposera la pose de réducteurs de pression individuels sur les branchements non équipés.
- L'augmentation de la pression dans le réseau risque d'aggraver le phénomène des fuites. Il est impératif de poursuivre les efforts de recherches de fuites pour améliorer le rendement.

C.3.2. Position géographique

- ➔ Les « gros diamètres » sont situés à proximité du réservoir de Puvellin. Il apparaît alors plus pertinent de positionner le nouveau réservoir à l'ouest de la commune.

Une zone accessible à une cote voisine de 330 m à ~ 100 m au nord du réservoir de Puvellin se prête bien pour l'implantation d'un nouveau réservoir (compatibilité du P.L.U. non vérifiée).

- ➔ Cependant, il est envisageable de le positionner côté Est de la commune en restructurant le réseau de distribution.

D. INTERCONNEXION AVEC LES COLLECTIVITES VOISINES

Toutes les ressources de Saint Marcellin sont situées dans la vallée du Merdaret. En cas de pollution en tête de bassin de versant toutes les ressources risquent d'être atteintes.

Dans « L'étude préalable à la mise en commun des ressources » réalisée pour le compte du SIVOM de Saint Marcellin en août 2007, les solutions d'interconnexion avaient été étudiées. Ils apparaissaient qu'une interconnexion avec les réseaux de Saint Sauveur et Saint Vérand permettrait d'apporter un secours à Saint Marcellin. Ces interconnexions ont été réalisées en juillet-août 2011.

Cependant, les ressources disponibles de Saint Sauveur et Saint Vérand ne sont pas suffisantes pour alimenter l'ensemble des 3 communes.

Dans un premier temps, il est impératif de réduire les fuites.

Parallèlement, il est nécessaire de trouver une nouvelle ressource pour faire face à une situation de crise sur la vallée du Merdaret.

Cette nouvelle ressource doit être étudiée à l'échelle intercommunale car la commune de Chatte est également vulnérable en cas de pollution des ressources sur la vallée du Merdaret.

Plusieurs pistes sont envisageables :

- Réaliser des recherches en eau pour trouver une nouvelle ressource en dehors de la vallée du Merdaret,
- Exploiter des ressources existantes sur la commune de La Sône,
- Envisager une interconnexion avec la communauté de commune de Vinay au niveau du captage de la Vipère,
- Renforcer la station de pompage de Tête (captage de la Gonnardièrre).

E. AMELIORATION DU FONCTIONNEMENT DU RESEAU

E.1. Améliorer le rendement du réseau

E.1.1. Installation de systèmes de comptage sur l'adduction

En fonction du scénario de sécurisation choisi, des compteurs devront être placés aux extrémités de chacun des tronçons pour pouvoir calculer le rendement du réseau d'adduction.

Les compteurs existants vétustes devront être renouvelés.

Au total 7 systèmes de comptage supplémentaires sont proposés (avec 1 ou plusieurs compteurs par site ; ex 3 compteurs aux forages de Courbon). Leur position est proposée en page suivante.

➔ L'installation ces comptages avec télégestion est estimée à **55 000 € HT**.

Schéma de comptage sur conduite A.E.P. gravitaire placé en annexe.

Réseau Adduction :

- Comptabilisation des fuites sur le réseau d'adduction en amont du tunnel de la Poype
= $(C9 + C12 + C13) - C14$
- Comptabilisation dans le tunnel de La Poype et jusqu'au réservoir de Puvellin = $C14 - C15$
- Comptabilisation dans le tunnel de Plan et jusqu'au réservoir de Plan et adduction de Loriol = $(C10 + C11) - C8$

NB : le volume de fuites sur la conduite d'adduction provenant des sources de Pré Buisson et Font Chaude n'est pas comptabilisé. Pour ce faire, il faudrait rajouter 2 regards compteurs au départ de chacun de ces captages.

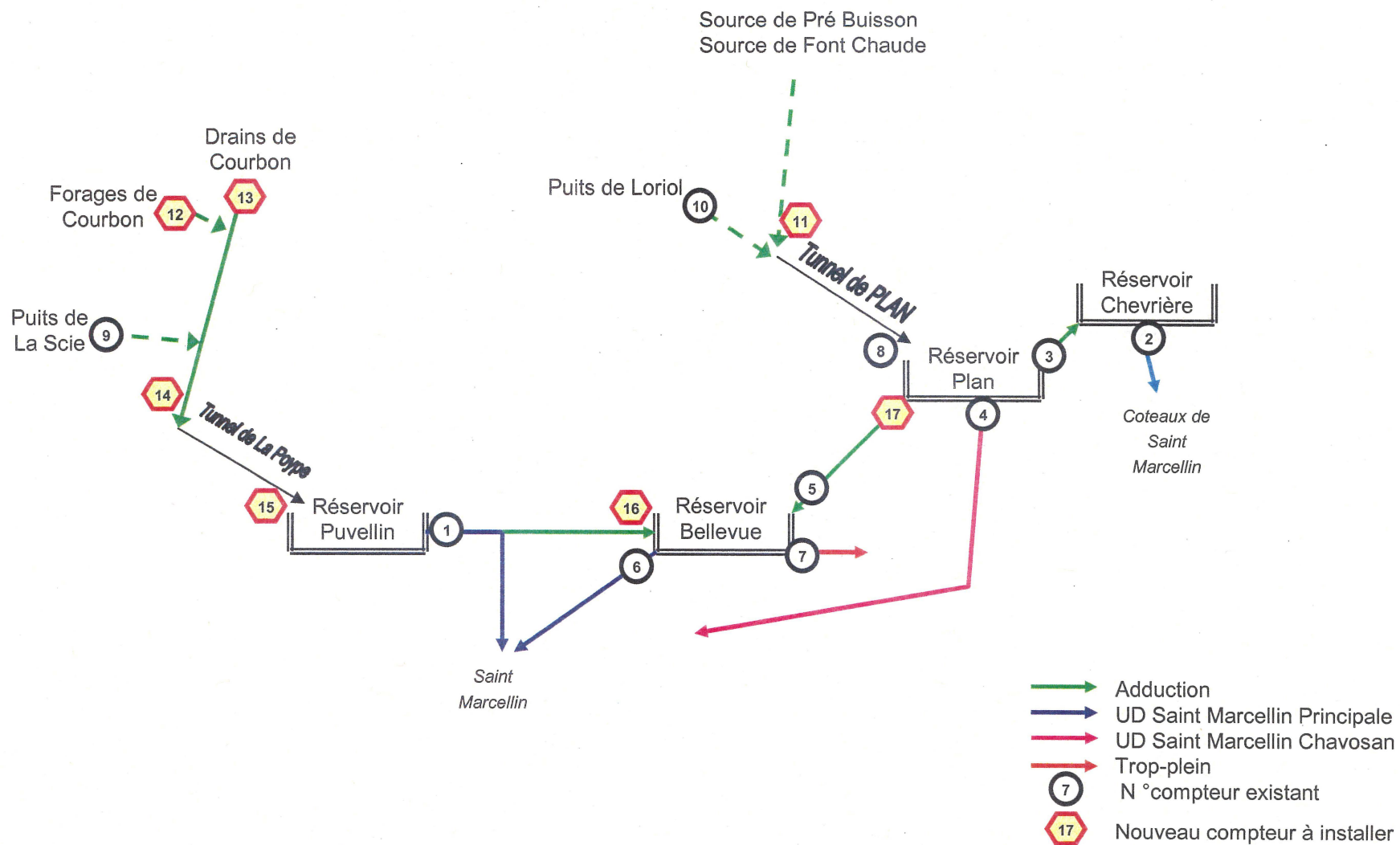
Réseau Distribution :

- Réseau Haut Service – Chavosan : C4
- Réseau Haut Service – Bellevue : $C17 - C5$
- Réseau Bas service : $(C1 + C6) - C16$

Réseau Global

$$(C9 + C12 + C13 + C10 + C11) - (C3 + C4 + (C17 - C5) + ((C1 + C6) - C16) + C7)$$

Numérotation des compteurs et proposition



E.1.2. Poursuite des recherches de fuite

- **Réseau d'adduction**

Avec l'installation de nouveaux compteurs sur le réseau d'adduction, les volumes des fuites pourront être suivis régulièrement.

- **Réseau de distribution**

Un programme de recherche de fuites à réaliser en interne pour le bas service est proposé en annexe.

Il s'agit d'une proposition de programme qui peut évoluer en fonction de la connaissance des réseaux, des vannes de sectionnements disponibles, de la taille du secteur à isoler, ...

IMPORTANT :

- Repérer et manipuler de jour toutes les vannes proposées pour vérifier leurs fonctionnements.
- Rapatrier les index des 2 compteurs sur la télégestion (compteurs sur la distribution des réservoirs de Puvellin n°1 et de Bellevue n°6) avec un pas de temps de 1 minute (vérifier que la tête émettrice des 2 compteurs donne une impulsion à 100 litres).
- Baisser le niveau du réservoir du Puvellin pour ne pas qu'il remplisse le réservoir de Bellevue.
- Fermer les vannes successivement en suivant le tableau en notant l'heure de fermeture de chaque vanne.
- Une fois un secteur isolé, attendre au moins 5 minutes.
- Répéter les manipulations pour isoler les 23 secteurs.
- Analyser les données de télégestion pour calculer les volumes de fuites sur les 23 secteurs.

Une fois les secteurs fuyards identifiés :

- Soit réaliser une deuxième recherche nocturne pour affiner le secteur
- Soit engager une recherche de fuites par corrélation acoustique

Une fois les fuites localisées, les réparer et faire un contre-bilan qui consiste à réaliser une nouvelle recherche nocturne suivant le même protocole. Ce contre-bilan permet d'estimer le bénéfice des réparations sur le rendement.

- ➔ Un budget de **70 000 € HT** est à prévoir les premières années pour redresser le rendement. Il comprend les recherches nocturnes, la recherche acoustique, les réparations. Il s'agit d'une estimation :

- 3 campagnes nocturnes de 3 nuits à 1200 € HT/nuite = 10 800 €
- Recherche acoustique sur 53 km à 330 € HT le km = 17 500 €
- 20 réparations à 2000 €/u = 40 000 €

E.1.3. Mise en place de compteur divisionnaire

Après avoir réalisé plusieurs recherches et réparations de fuites, certains secteurs apparaîtront vulnérables (apparition de fuites régulièrement).

Il sera alors intéressant d'équiper certains secteurs de compteurs divisionnaires pour suivre en permanence l'évolution des volumes nocturnes, et intervenir rapidement en cas d'apparition de nouvelles fuites.

Dans le cas où aucun secteur « vulnérables » ne serait mis en évidence, les compteurs divisionnaires pourront être placés de façon à « découper » le réseau en secteur de linéaire plus ou moins équivalent.

- ➔ L'installation de comptage est estimée à 20 000 € HT (sur la base de 8 regards compteurs à 2500 €/u).

E.2. Suppression du trop-plein au réservoir de Bellevue

Le réservoir de Bellevue est alimenté par le trop-plein du réservoir de Puvellin et par le réservoir de Plan.

Le trop-plein des sources gravitaires de l'ensemble du réseau A.E.P. de Saint Marcellin se fait au niveau du réservoir de Bellevue.

Le trop-plein du réservoir de Bellevue est équipé d'un compteur. Les volumes sont comptabilisés et assujettis à taxe de redevance pollution.

L'objectif est de stopper le trop-plein du réservoir de Bellevue pour réduire les dépenses de la régie.

- Au niveau de la chambre de vannes du réservoir de Bellevue, il est nécessaire d'équiper la conduite d'adduction arrivant du réservoir de Plan d'un robinet flotteur ou d'un robinet altimétrique.
- Si les sources de Font Chaude et Pré Buisson sont conservées : Au niveau de l'entrée du tunnel de Plan, un regard maçonné devra être créé qui abritera une vanne motorisée sur la conduite venant des sources gravitaires. Cette vanne sera asservie au niveau du réservoir de Plan. Lorsque ce dernier sera plein, la vanne se fermera et les sources gravitaires retourneront au milieu naturel, dans leur bassin hydrographique d'origine.

- Si les drains de Courbon sont conservés : Au niveau regard maçonné collectant les drains gravitaires de Courbon, la vanne de vidange devra être changée et équipée d'une vanne motorisée. Cette vanne sera asservie au niveau du réservoir de Puvellin. Lorsque ce dernier sera plein, la vanne se fermera et les sources gravitaires de Courbon retourneront au milieu naturel, dans leur bassin hydrographique d'origine. **ATTENTION** : le compteur des drains de Courbon sera positionné à l'aval de la vanne de vidange motorisée ; dans le cas contraire, un autre compteur devra être installé pour comptabiliser le volume dirigé au trop-plein.

NB : vue le linéaire important entre les drains de Courbon et le réservoir de Puvellin, il faudra anticiper la fermeture et la réouverture de cette vanne. Remarque identique pour le réservoir de Plan.

- Les travaux nécessaires pour supprimer le trop-plein au niveau du réservoir de Bellevue sont estimés à **20 000 € HT** (Mise en place d'un régulateur de niveau dans le réservoir de Bellevue venant de Plan + création d'un regard maçonné avec vanne motorisée pour les drains de Courbon).

E.3. Autres mesures à prévoir

E.3.1. Achat groupe électrogène

Pour mémoire :

Prévoir l'achat d'un groupe électrogène en cas de panne électrique sur 1 des 3 sites de pompage.

- Coût estimatif de l'investissement : 25 000 € HT

E.3.2. Renouvellement des vannes de sectionnement

Pour mémoire :

Dans le cadre de la recherche de fuites, certaines vannes non étanches, usées, cassées devront être remplacées.

- Coût estimatif : $50 \text{ u} \times 1500 \text{ €} = 75\,000 \text{ € HT}$

E.3.3. Suivi de la nappe

Pour mémoire :

- Suivre en permanence le niveau des sondes piézométriques des nappes mises en place au niveau des 3 sites de pompage.
- Prévoir une relève manuelle bi-mensuelle des piézomètres existants.

E.3.4. Création d'un forage unique à Courbon

Pour mémoire :

Actuellement le site de pompage de Courbon est équipé de 3 forages. Seuls 2 peuvent fonctionner simultanément compte-tenu de la puissance électrique disponible.

Il pourrait être judicieux de créer un forage unique, plus profond. Cette hypothèse sera confirmée par l'hydrogéologue agréé.

F. Renouvellement du réseau

F.3. Estimation patrimoine et dotation aux amortissements

Le tableau suivant permet d'estimer le patrimoine eau potable de la commune de Saint Marcellin. En appliquant une durée d'amortissement entre 30 et 100 ans selon les ouvrages, cela permet de calculer la dotation annuelle aux amortissements.

La dotation aux amortissements est estimée à ~ 248 000 €/an dont 80% provenant du patrimoine canalisation (conduite + branchement).

Il est important de renouveler progressivement le patrimoine de la commune.

	Estimation valeur en €	% du patrimoine	Hypothèse durée d'amortissement	Estimation dotation aux amortissements annuelle €
Ressource				
Forage de Loriol	60 000 €	0.4%	60 ans	1 000 €
Forage de La Scie	60 000 €	0.4%	60 ans	1 000 €
Forages de Courbon	80 000 €	0.6%	60 ans	1 333 €
Source de Courbon	40 000 €	0.3%	60 ans	667 €
Source de Pré Buisson	40 000 €	0.3%	60 ans	667 €
Source de Font Chaude	40 000 €	0.3%	60 ans	667 €
Tunnel				
Tunnel du Plan	700 000 €	5.0%	100 ans	7 000 €
Tunnel de La Poype	700 000 €	5.0%	100 ans	7 000 €
Réservoir				
Réservoir de Plan	300 000 €	2.1%	60 ans	5 000 €
Réservoir de Bellevue	500 000 €	3.5%	60 ans	8 333 €
Réservoir de Puvellin	300 000 €	2.1%	60 ans	5 000 €
Réseaux				
Canalisation	10 000 000 €	70.8%	60 ans	166 667 €
Branchements	1 300 000 €	9.2%	30 ans	43 333 €
TOTAL	14 120 000 €			~ 248 000 €/an

F.4. Renouvellement du réseau

IMPORTANT :

Pour améliorer le rendement et le maintenir, il est nécessaire de poursuivre les recherches de fuites mais également de renouveler le réseau d'eau pour **rajeunir le patrimoine**.

La régie des Eaux de Saint Marcellin compte actuellement ~ 53 km de réseaux répartis sur les communes de Saint Marcellin, Chatte et Chevière. En comptant un amortissement technique de 60 ans pour les canalisations, le gestionnaire doit **renouveler ~ 1 km/an** de réseau d'eau.

Pour limiter les coûts des travaux de renouvellement, il est conseillé à la régie de se rapprocher des différents gestionnaires pour connaître leur programmation des travaux, et ainsi s'associer à ces opérations pour renouveler le réseau d'eau.

Le montant moyen des travaux du renouvellement est estimé à ~ **200 000 € HT/an**.

G. RECAPITULATIF

Le récapitulatif des investissements importants est présenté dans le tableau en page suivante.

Les calculs se basent sur les hypothèses suivantes :

- Calcul d'un impact brut non lissé
- Conditions d'emprunt : 30 ans à 5%
- Volumes facturés : 500 000 € /an
- Taux de subvention supposé

Le calcul ne prend pas en compte :

- L'amortissement des investissements
- L'autofinancement de la régie des eaux
- L'inflation des prix

L'impact sur le prix de l'eau est donc une valeur indicative.

Commune de SAINT MARCELLIN	Estimation de l'opération en H.T.	Subvention supposée	Part de la collectivité	Annuité d'emprunt (hypothèse 30 ans à 5%)	Autres frais annuels	Impact sur le prix de l'eau (base de 500 000 m ³ facturés par an)
SECURISATION DU RESEAU ADDUCTION par les 2 tunnels	1 120 000 €	0%	1 120 000 €	72 858 €/an		+ 0.146 m ³ /an
SECURISATION DU RESEAU ADDUCTION par une nouvelle conduite d'adduction	2 300 000 €	0%	2 300 000 €	149 618 €/an		Pour info : + 0.299 m ³ /an
MISE EN PLACE DE COMPTEURS sur l'adduction	55 000 €	0%	55 000 €	3 578 €/an		+ 0.007 m ³ /an
MISE EN PLACE DE COMPTEURS divisionnaires sur distribution	20 000 €	0%	20 000 €	1 301 €/an		+ 0.003 m ³ /an
SUPPRESSION DU TROP-PLEIN au niveau du réservoir de Bellevue	20 000 €	0%	20 000 €	1 301 €/an		+ 0.003 m ³ /an
MISE EN CONFORMITE des captages de Font Chaude et Pré Buisson + renouvellement conduite d'adduction	1 000 000 €	10%	900 000 €	58 546 €/an		Pour info : + 0.117 m ³ /an
MISE EN CONFORMITE DES CAPTAGES - drains de Courbon	170 000 €	10%	153 000 €	9 953 €/an		+ 0.020 m ³ /an
TRAVAUX DIVERS SUR LES 3 SITES DE POMPAGE	30 000 €	15%	25 500 €	1 659 €/an		+ 0.003 m ³ /an
ACHAT D'UN GROUPE ELECTROGENE	25 000 €	0%	25 000 €	1 626 €/an		+ 0.003 m ³ /an
RENOUVELLEMENT DES VANNES DE SECTIONNEMENT	75 000 €	0%	75 000 €	4 879 €/an		+ 0.010 m ³ /an
RECHERCHE DE FUITES + REPARATION DES FUITES					70 000 €/an	+ 0.140 m ³ /an
RENOUVELLEMENT DU RESEAU					200 000 €/an	+ 0.400 m ³ /an
TOTAL impact						+ 0.73 m ³ /an

ANNEXES

ANNEXE 1 : Plan des travaux de sécurisation du réseau d'adduction

- n°19137 par les 2 tunnels
- n°19138 par une nouvelle adduction

ANNEXE 2 : Estimation des travaux de sécurisation

ANNEXE 3 : Programme de recherche de fuites

ANNEXE 4 : Rapports d'Idées Eaux

- Puits de Lorient : Diagnostic et essai de pompage - octobre 2010
- Puits de La Scie : Diagnostic et essai de pompage - octobre 2010
- Forages de Courbon : Diagnostic et essai de pompage - octobre 2010
- Forages de Courbon : Essai de pompage – septembre 2011
- Drains de Courbon : Diagnostic – avril 2011

ANNEXE 5 : Schéma chambre de comptage sur réseau A.E.P. gravitaire

ANNEXE 1 : Plan des travaux de sécurisation du réseau d'adduction

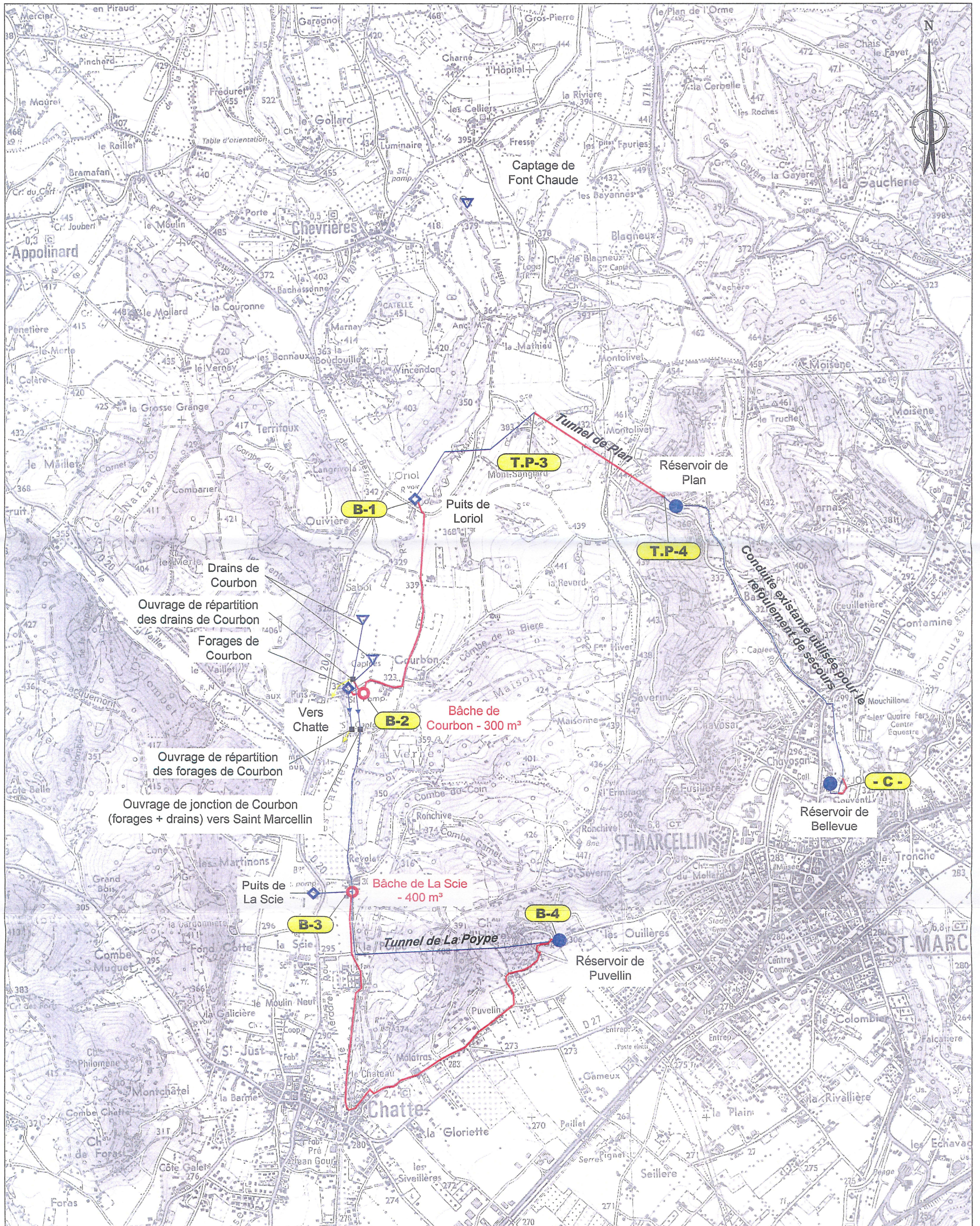
-n°19137 par les 2 tunnels

-n°19138 par une nouvelle adduction

ETUDE DE SECURISATION DES RESSOURCES EN EAU POTABLE

Dossier : 554-02
Plan : 19 138
Date : 21/10/2011
Echelle : 1 / 20 000
Dessiné par : FM

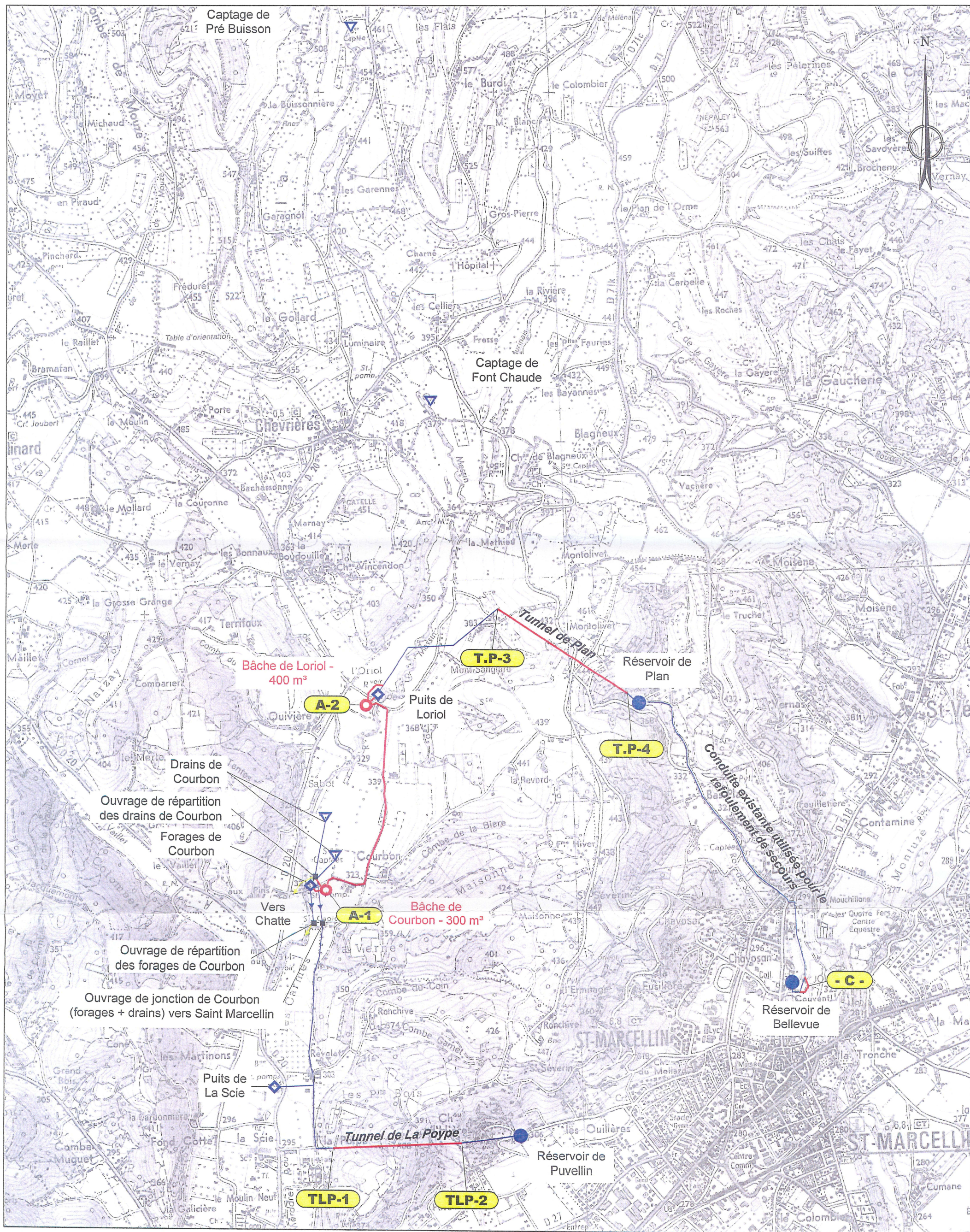
SCENARIO sécurisation par une nouvelle conduite d'adduction



ETUDE DE SECURISATION DES RESSOURCES EN EAU POTABLE

Dossier : 554-02
Plan : 19 137
Date : 21/10/2011
Echelle : 1 / 20 000
Dessiné par : FM

SCENARIO sécurisation par les 2 tunnels



ANNEXE 2 : Estimation des travaux de sécurisation

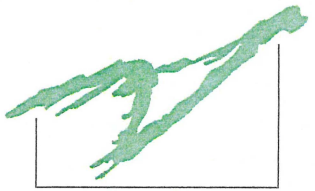
ESTIMATION DES TRAVAUX

SECURISATION DU RESEAU D'ADDUCTION PAR LES 2 TUNNELS		Unité	Quantité	Prix unitaire €HT	Prix €HT	Prix €HT + 12% de divers et imprévus
REHABILITATION DES 2 TUNNELS						
TLP-1 TLP-2	Réparation du tunnel de La Poype comprenant :					
	* L'installation et le repli du chantier	F	1	10 800.00 €	10 800.00 €	12 100.00 €
	* Une note de calcul	F	1	2 000.00 €	2 000.00 €	2 300.00 €
	* La réhabilitation par béton projeté sur 13 effondrements observés en 2011	m²	300	544.32 €	163 296.00 €	182 900.00 €
T.P-3 T.P-4	Tubage du tunnel du Plan comprenant :					
	* L'installation et le repli du chantier	F	1	20 602.27 €	20 602.27 €	23 100.00 €
	* Tubage de la galerie en pehd Ø250mm	ml	915	162.00 €	148 230.00 €	166 100.00 €
Sous-total : REHABILITATION DES 2 TUNNELS (€ HT)					344 928.27 €	386 500.00 €
TRAVAUX DE SECURISATION EN CAS DE RUPTURE SUR LE TUNNEL DE LA POYPE						
A-1	Création de la bache de Courbon					
	Génie civil bache de 300 m² + chambres de vannes	F	1	200 000.00 €	200 000.00 €	224 000.00 €
	Raccordements divers (forages + drains à raccorder sur la bache)	F	1	20 000.00 €	20 000.00 €	22 400.00 €
	Equipements électromécaniques : 2 pompes à 170 m³/h à 50 m de HMT	F	1	60 000.00 €	60 000.00 €	67 200.00 €
A-1-2	Conduite de refoulement entre la bache de Courbon et la bache de Lorioi					
	Conduite de refoulement Ø200 mm sous vole communale	ml	1 020	260.00 €	265 200.00 €	297 100.00 €
	Conduite de refoulement Ø200 mm sous prairie	ml	430	180.00 €	77 400.00 €	86 700.00 €
A-2	Création de la bache de Lorioi					
	Génie civil bache de 400 m² + chambres de vannes	F	1	250 000.00 €	250 000.00 €	280 000.00 €
	Raccordements divers (forage jusqu'à la bache + bache jusqu'à la conduite de refoulement existante)	F	1	20 000.00 €	20 000.00 €	22 400.00 €
	Equipements électromécaniques : 2 pompes à 200 m³/h à 55 m de HMT	F	1	80 000.00 €	80 000.00 €	89 600.00 €
Sous-total : TRAVAUX DE SECURISATION EN CAS DE RUPTURE SUR LE TUNNEL DE LA POYPE (€ HT)					972 600.00 €	1 089 400.00 €
TRAVAUX DE SECURISATION EN CAS DE RUPTURE SUR LE TUNNEL DU PLAN						
- C -	Création d'une station de pompage pour réalimenter le réservoir de Plan					
	* Installation de 2 pompes dans la chambre de vannes du réservoir de Bellevue + robinetterie : 30 m³/h à 70 m de H.M.T.	F	1	20 000.00 €	20 000.00 €	22 400.00 €
	* Aménagement à prévoir dans la chambre de vannes du réservoir de Plan pour permettre la réalimentation du réservoir	F	1	5 000.00 €	5 000.00 €	5 600.00 €
	NB : La conduite existante en FØ200 entre le réservoir de Plan et de Bellevue sera réutilisée pour le refoulement de secours					
Sous-total : TRAVAUX DE SECURISATION EN CAS DE RUPTURE SUR LE TUNNEL DU PLAN (€ HT)					25 000.00 €	28 000.00 €
TOTAL € HT					1 342 528.27 €	1 120 000.00 €
TVA (19,6%)					263 135.54 €	219 520.00 €
TOTAL € TTC					1 605 663.81 €	1 339 520.00 €

ESTIMATION DES TRAVAUX

SECURISATION DU RESEAU D'ADDUCTION PAR UNE NOUVELLE CONDUITE D'ADDUCTION		Unité	Quantité	Prix unitaire € HT	Prix € HT	Prix € HT + 12% de divers et imprévus
REHABILITATION DU TUNNEL DE PLAN						
T.P-3-4	Tubage du tunnel du Plan comprenant :					
	* L'installation et le repli du chantier	F	1	20 602.27 €	20 602.27 €	23 100.00 €
	* Tubage de la galerie en pehd Ø250mm	ml	915	162.00 €	148 230.00 €	166 100.00 €
Sous-total : REHABILITATION DU TUNNEL DE PLAN (€ HT)					168 832.27 €	189 200.00 €
TRAVAUX DE SECURISATION EN CAS DE RUPTURE SUR LE TUNNEL DE LA POYPE						
B-1-2	Conduite de refoulement entre le puits de Lorial à la bache de Courbon					
	Raccordements divers au niveau du puits de Lorial	F	1	5 000.00 €	5 000.00 €	5 600.00 €
	Conduite de refoulement Ø200 mm sous voie communale	ml	1 020	260.00 €	265 200.00 €	297 100.00 €
	Conduite de refoulement Ø200 mm sous prairie	ml	430	180.00 €	77 400.00 €	86 700.00 €
B-2	Création de la bache de Courbon					
	Génie civil bache de 300 m³ + chambres de vannes	F	1	200 000.00 €	200 000.00 €	224 000.00 €
	Raccordements divers (forages + drains à raccorder sur la bache + conduite venant de Lorial)	F	1	20 000.00 €	20 000.00 €	22 400.00 €
B-3	Création de la bache de La Scie					
	Génie civil bache de 400 m³ + chambres de vannes	F	1	250 000.00 €	250 000.00 €	280 000.00 €
	Raccordements divers (AEP venant de Courbon/Lorial et de La Scie)	F	1	20 000.00 €	20 000.00 €	22 400.00 €
	Equipements électromécaniques : 2 pompes à 200 m³/h à 35 m de HMT	F	1	80 000.00 €	80 000.00 €	89 600.00 €
B-3-4	Conduite de refoulement entre la bache de La Scie et le réservoir de Puvelin					
	Conduite de refoulement Ø250 mm sous voie communale	ml	3 200	290.00 €	928 000.00 €	1 039 400.00 €
	Raccordements divers au niveau du réservoir de Puvelin	F	1	5 000.00 €	5 000.00 €	5 600.00 €
Sous-total : TRAVAUX DE SECURISATION EN CAS DE RUPTURE SUR LE TUNNEL DE LA POYPE (€ HT)					1 850 600.00 €	2 072 800.00 €
TRAVAUX DE SECURISATION EN CAS DE RUPTURE SUR LE TUNNEL DU PLAN						
- C -	Création d'une station de pompage pour réalimenter le réservoir de Plan					
	* Installation de 2 pompes dans la chambre de vannes du réservoir de Bellevue + robinetterie : 30 m³/h à 70 m de H.M.T.	F	1	20 000.00 €	20 000.00 €	22 400.00 €
	* Aménagement à prévoir dans la chambre de vannes du réservoir de Plan pour permettre la réalimentation du réservoir	F	1	5 000.00 €	5 000.00 €	5 600.00 €
NB : La conduite existante en FØ200 entre le réservoir de Plan et de Bellevue sera réutilisée pour le refoulement de secours						
Sous-total : TRAVAUX DE SECURISATION EN CAS DE RUPTURE SUR LE TUNNEL DU PLAN (€ HT)					25 000.00 €	28 000.00 €
TOTAL € HT					2 044 432.27 €	2 300 000.00 €
TVA (19,6%)					400 708.72 €	450 800.00 €
TOTAL € TTC					2 445 140.99 €	2 750 800.00 €

ANNEXE 3 : Programme de recherche de fuites



A L P,
E T U D E S
Ingénieurs - Conseils

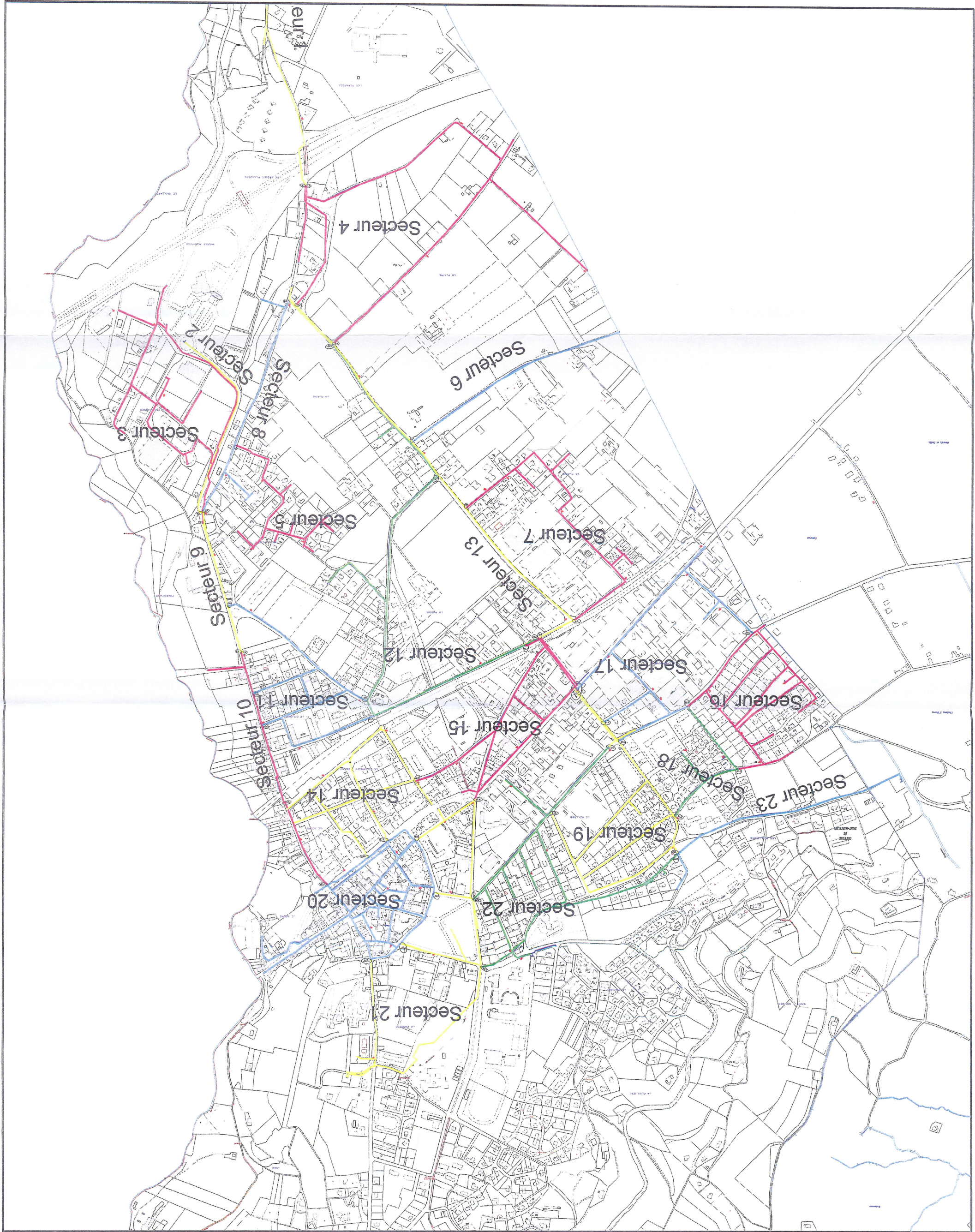
- Régie Municipale des Eaux de Saint Marcellin -

ETUDE DE SECURISATION DES RESSOURCES EN EAU POTABLE

Programme de recherche de fuites :

Localisation des secteurs à isoler pendant la recherche nocturne

Dossier : 554-02
Plan : 19 121
Date : 21/10/11
Echelle : 1 / 2000
Dessiné par : FM



**PROGRAMME DE RECHERCHE DE FUITES
SUR LE RESEAU BAS SERVICE DE SAINT MARCELLIN**

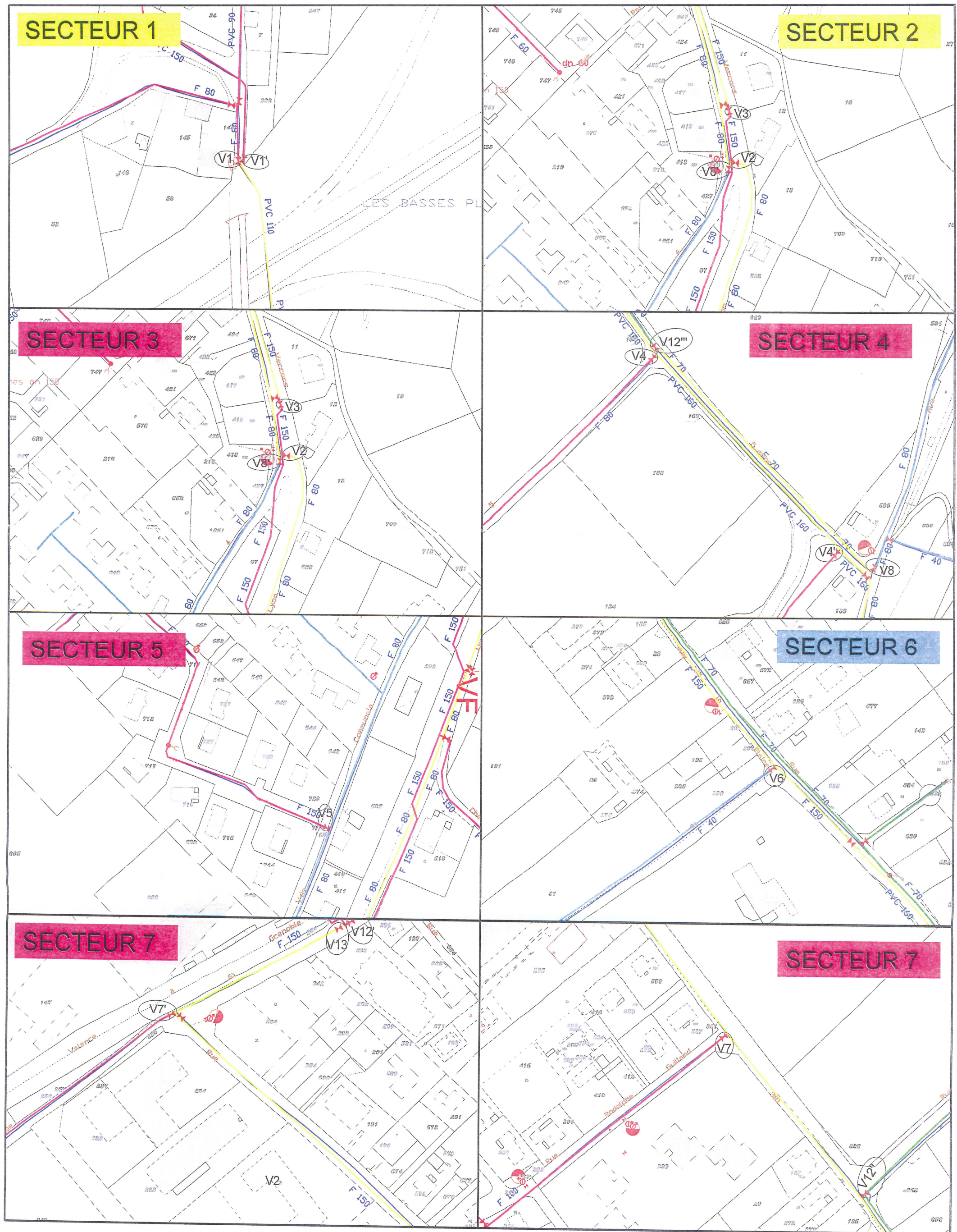
SECTEUR	Vannes à fermer	Ø et matériaux conduite	Secteur isolé	Linéaire	Débit avant fermeture	Débit après fermeture	Débit de fuite sur secteur isolé
1	V1	FØ80	Les Plantées	1 085 ml			
	V1'	PVCØ150					
2	V2	FØ80	Antenne rond-point de l'autoroute	585 ml			
3	V3	FØ150	ZA les Echavagnes	2 101 ml			
5	V5	FØ150	La Rivaillière	911 ml			
8	V8	FØ80	Arago	859 ml			
	V8'	FØ80					
9	V9	FØ80	Rue du Vercors aval	808 ml			
	V9'	FØ150					
	V9"	FØ100					
10	V10	FØ100	Rue du Vercors amont	564 ml			
	V10'	FØ150					
	V10"	FØ100					
11	V11	FØ150	Le Colombier	1 373 ml			
	V11'	FØ80					
4	V4	FØ80	La Plaine	2 452 ml			
	V4'	PVCØ150					
6	V6	FØ40	La Plaine	680 ml			
7	V7	FØ100	La Plaine	1 205 ml			
	V7'	FØ150					
12	V12	FØ80	La Noyeraie	2 052 ml			
	V12'	FØ150					
	V12"	FØ150					
	V12'''	FØ70					
13	V13	FØ150	Axe de La Plaine	1 560 ml			
14	V14	FØ80	Gare	1 504 ml			
	V14'	FØ70					
	V14"	FØ100					
	V14'''	FØ100					
15	V15	FØ150	Quartier de l'Egalité	1 752 ml			
	V15×6	×6					
16	V16	FØ100	Bergerandière	1 878 ml			
	V16'	FØ125					
	V16"	FØ100					
17	V17	FØ100	La Camponnière	1 522 ml			
	V17'	FØ80					
18	V18	FØ100	Bergerandière	570 ml			
19	V19	FØ250	Le Mollard	2 067 ml			
	V19'	?					
	V19"	FØ90					
20	V20	FØ150	Le Bourg	3 127 ml			
	V20'	FØ200					
	V20"	FØ150					
	V20'''	FØ250					
21	V21	FØ300	La Cabotte	2 303 ml			
	V21'	FØ60					
	V21"	FØ200					
22	V22	FØ300	Secteur de la Calmette	2 212 ml			
23			Aval réservoir Puvellin	814 ml			

ETUDE DE SECURISATION DES RESSOURCES EN EAU POTABLE

Dossier : 554-02
Plan : 19 120 - 1/5
Date : 21/10/11
Echelle : 1 / 2000
Dessiné par : FM

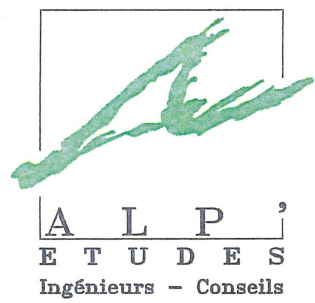


*Programme de recherche de fuites :
Localisation des vannes à fermer pour la recherche nocturne*

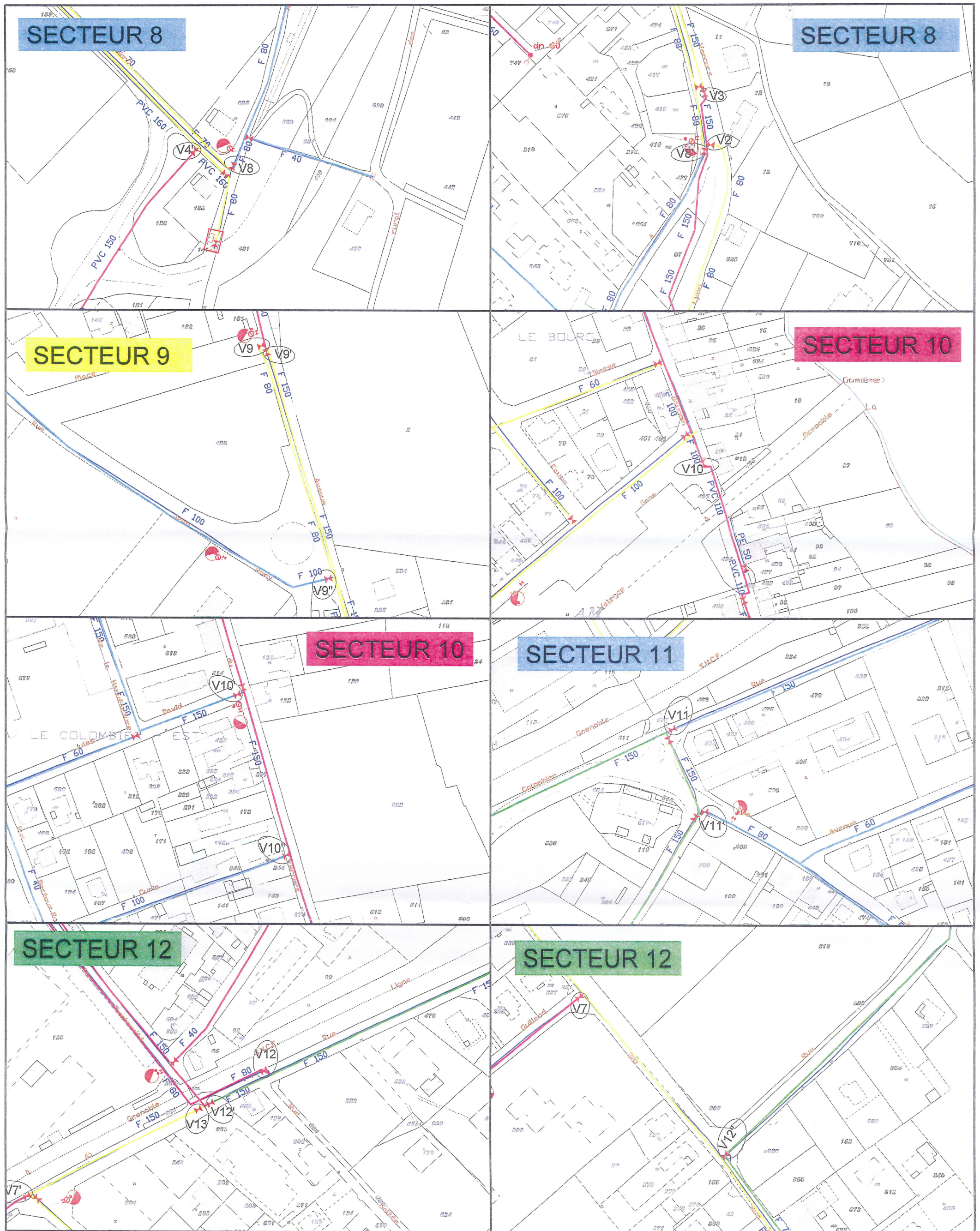


ETUDE DE SECURISATION DES RESSOURCES EN EAU POTABLE

Dossier : 554-02
Plan : 19 120 - 2/5
Date : 21/10/11
Echelle : 1 / 2000
Dessiné par : FM



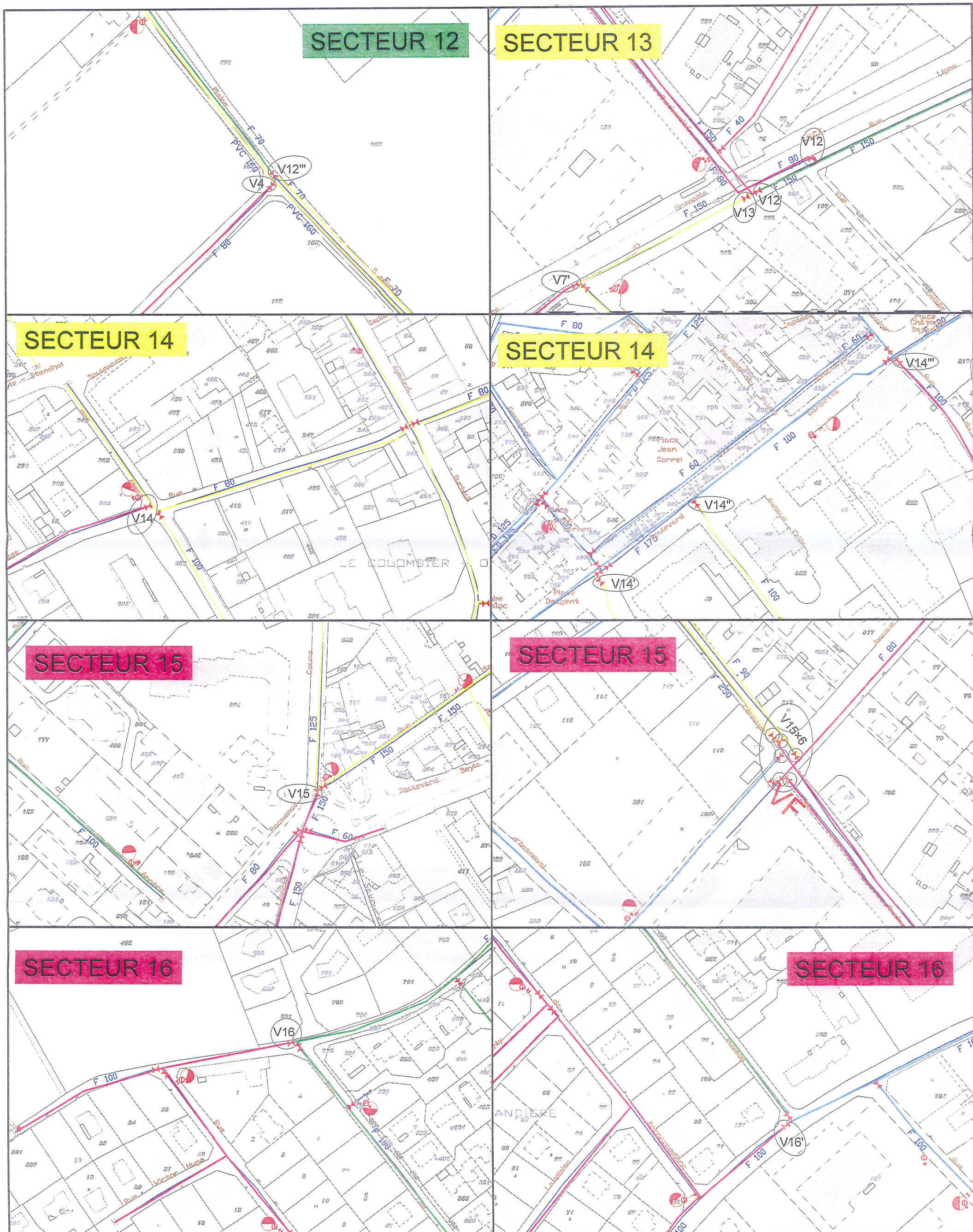
Programme de recherche de fuites : Localisation des vannes à fermer pour la recherche nocturne



ETUDE DE SECURISATION
DES RESSOURCES EN EAU POTABLE

Dossier : 554-02
Plan : 19 120 - 3/5
Date : 21/10/11
Echelle : 1 / 2000
Dessiné par : FM

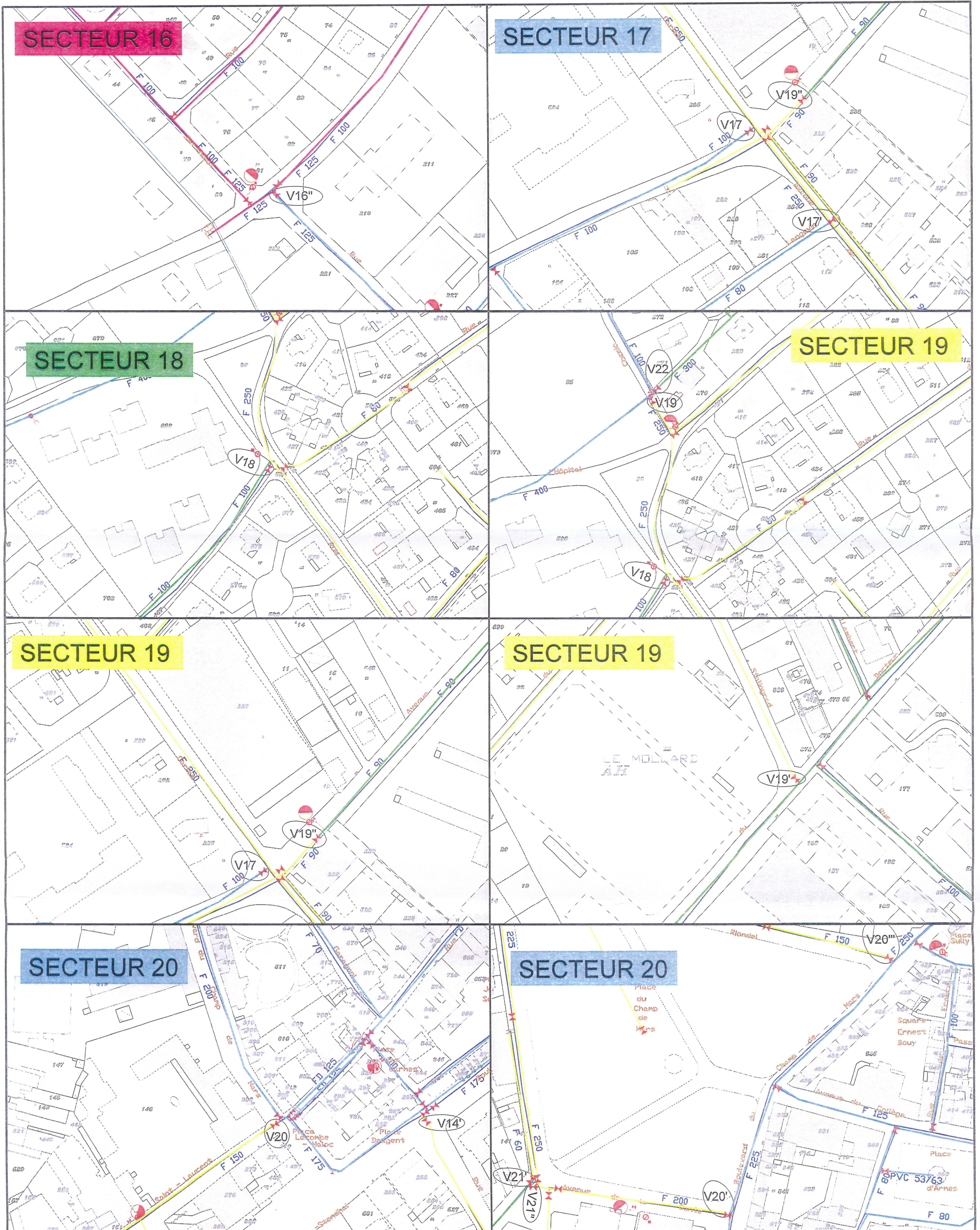
*Programme de recherche de fuites :
Localisation des vannes à fermer pour la recherche nocturne*



**ETUDE DE SECURISATION
DES RESSOURCES EN EAU POTABLE**

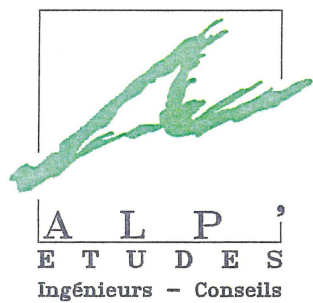
Dossier : 554-02
Plan : 19 120 - 4/5
Date : 21/10/11
Echelle : 1 / 2000
Dessiné par : FM

*Programme de recherche de fuites :
Localisation des vannes à fermer pour la recherche nocturne*

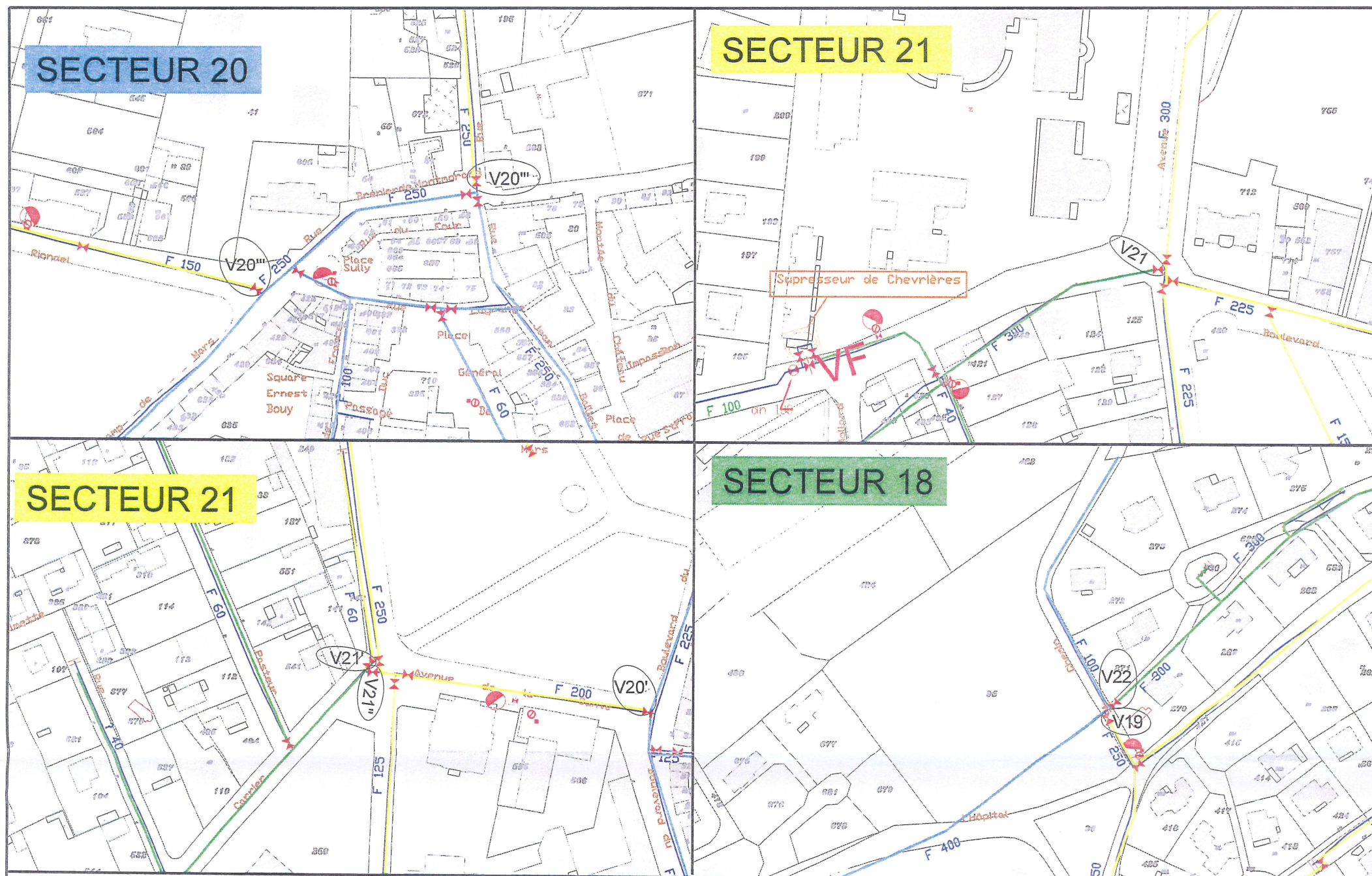


ETUDE DE SECURISATION DES RESSOURCES EN EAU POTABLE

Dossier : 554-02
Plan : 19 120 - 5/5
Date : 21/10/11
Echelle : 1 / 2000
Dessiné par : FM



Programme de recherche de fuites : Localisation des vannes à fermer pour la recherche nocturne



ANNEXE 4 : Rapports d'Idées Eaux

- Puits de Loriol : Diagnostic et essai de pompage - octobre 2010
- Puits de La Scie : Diagnostic et essai de pompage - octobre 2010
- Forages de Courbon : Diagnostic et essai de pompage - octobre 2010
- Forages de Courbon : Essai de pompage – septembre 2011
- Drains de Courbon : Diagnostic – avril 2011



Bureau d'études hydrogéologiques spécialisé en mesures sur les forages

Quartier les Drets – 26300 BOURG-DE-PEAGE
Téléphone : 04.75.47.17.17 – Télécopie : 04.75.47.07.07 – Site web : ideeseaux.com

REGIE MUNICIPALE DES EAUX DE SAINT MARCELLIN

Diagnostic du Puits AEP de Loriol situé à Chevrières (38)



Vues extérieure et intérieure
du Puits de Loriol



RAPPORT BB-100210-POMP

Janvier 2011



Adresse siège social : Quartier les Drets – 26 300 BOURG-DE-PEAGE – Tél : 04.75.47.17.17 – Fax : 04.75.47.07.07
S.A.R.L. IDEES-EAUX au capital de 85 120 € - RCS : 413 116 047 00023 – APE : 7112B
Site web : <http://www.ideeseaux.com> – Mail : ideeseaux@ideeseaux.com

2

DESTINATAIRE

Maître d'ouvrage :

M. le Directeur, M. SEVE

Régie Municipale des Eaux de Saint
Marcellin
1 bus rue Ampère
38 160 SAINT MARCELLIN

Téléphone : 04.76.64.01.81
Fax : 04.76.64.00.44

RAPPEL DES OBJECTIFS

⇒ *Réaliser le diagnostic du puits AEP de la Loriol situé sur la commune de Chevrières, avec :*

- 1. Une inspection vidéo.*
- 2. Un pompage d'essai pour définir ses caractéristiques hydrodynamiques du puits et de l'aquifère.*

Régie Municipale des Eaux de Saint Marcellin
Diagnostic du puits de Loriol – Chevrières (38)

RAPPORT BB- 100210-POMP – Janvier 2011

SOMMAIRE

1	PREAMBULE	4
2	INSPECTION VIDEO	6
2.1	LES MOYENS UTILISES	6
2.2	LES OBSERVATIONS DE SURFACE	6
2.3	L'INSPECTION VIDEO	7
3	POMPAGE D'ESSAI	10
3.1	CREATION DE PIEZOMETRES	10
3.2	MOYENS MIS EN ŒUVRE	11
3.3	ESSAI PAR PALIERS	11
3.3.1	Calcul des pertes de charge	13
3.4	ESSAI DE LONGUE DUREE	14
3.4.1	Les caractéristiques hydrodynamiques	15
4	CONCLUSIONS ET PRECONISATIONS	19

LISTE DES FIGURES

Figure 1 :	Localisation du captage AEP de Loriol	4
Figure 2 :	Extrait de la carte géologique de Romans au 1/50000	5
Figure 3 :	Coupe technique et photographies issues de l'inspection vidéo	9
Figure 4 :	Localisation des ouvrages	11
Figure 5 :	Histogramme de l'essai par paliers	13
Figure 6 :	Histogramme du pompage d'essai	15
Figure 7 :	Représentation semi-logarithmique de la remontée	16

1 PREAMBULE

La Régie Municipale des Eaux de Saint Marcellin a la charge de l'exploitation et de la distribution des eaux potables aux habitants de la commune de Saint Marcellin. Pour cela, elle exploite plusieurs stations de pompage des eaux souterraines et de captages de sources. Il s'agit des stations de pompage de Loriol, la Scie et Courbon et des sources de Courbon, Fondchaud et Prébuissou.

La régie nous a donc sollicité pour réaliser le diagnostic d'une d'entre elles, la station de pompage de Loriol située sur la commune de Chevrières (Figure 1). Cette station, équipée d'un seul puits, est exploitée uniquement par la régie de St Marcellin.

Le puits capte des alluvions fluviales (Fya) constituées de sables et graviers entaillant les collines molassiques miocènes (Figure 2). Il présenterait une profondeur de 19.5m.

Le programme du diagnostic du puits qui nous a été demandé est le suivant :

- ✓ Inspection vidéo pour définir la coupe technique du puits et préciser l'état de l'ouvrage et des équipements électromécaniques.
- ✓ Pompage d'essai pour déterminer les caractéristiques hydrodynamiques du puits et de l'aquifère et déterminer si l'ouvrage peut être exploité à 150m³/h.

Nous sommes intervenus du 19 au 22/10/10 pour réaliser ces mesures.

Ce rapport fait donc état des résultats du diagnostic et des préconisations éventuellement à mettre en place pour l'amélioration du fonctionnement du champ captant.

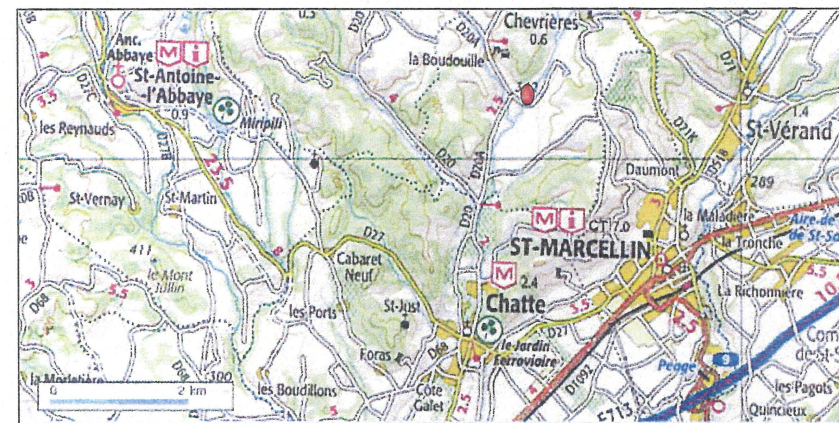


Figure 1 : Localisation du captage AEP de Loriol

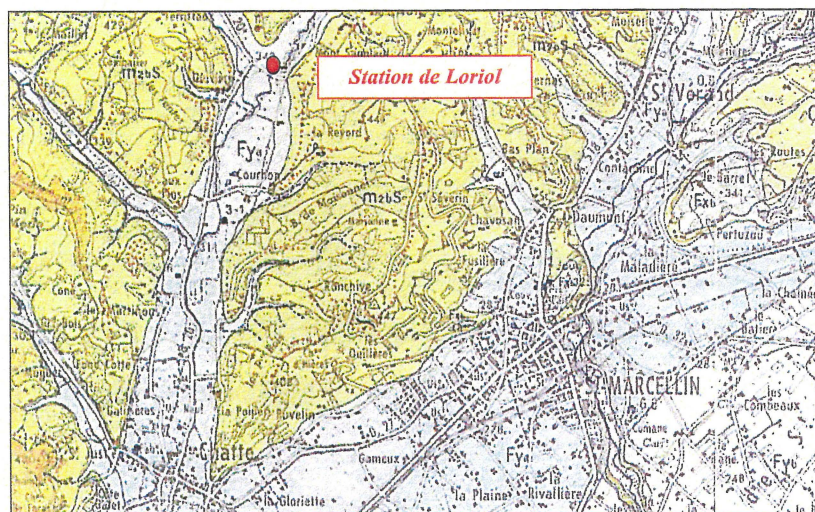


Figure 2 : Extrait de la carte géologique de Romans au 1/50000

2 INSPECTION VIDEO

2.1 Les moyens utilisés

Le détail du matériel utilisé est présenté en annexe 1.

2.2 Les observations de surface

L'ouvrage de captage se trouve à l'intérieur du périmètre grillagé de la station de pompage avec le bâtiment technique. Cette délimitation correspond au périmètre de protection immédiate du captage. Le grillage n'atteint pas le sol par endroit, il serait nécessaire d'y remédier pour éviter toute intrusion sur le site. Il existe un piézomètre de suivi dans le périmètre situé à 8m à l'Ouest du puits (Pz1).

Le puits présente un diamètre intérieur de 2.5m et sa paroi est en béton. Il est fermé par un capot foug aéré fixé sur une cloche métallique reposant sur le sommet du puits bétonné situé à +1.1m par rapport au sol. Le sommet du capot foug se situe à environ +1.50m par rapport au sol.



Photo aérienne du site et du vue du puits

Le puits est équipé de deux pompes immergées fonctionnant en alternance et pouvant débiter chacune environ 60m³/h. Une plateforme métallique intermédiaire est positionnée à -2.4m de profondeur par rapport au sommet du capot foug et permet d'accéder aux pompes pour leur manutention. Il n'y a pas d'échelle laissée à demeure dans l'ouvrage, le technicien de la régie en apporte une à chaque intervention. La réglementation prévoit l'installation en fixe d'un moyen d'accès de type échelle munie de systèmes de sécurité (stop chute, arceau de sécurité...).

Dans la tête de puits, une canalisation horizontale est raccordée à l'aide de brides sur chacune des colonnes d'aspiration des pompes, avant le départ en souterrain de l'eau vers le bâtiment technique. Ces canalisations sont en fonte et de diamètre extérieur de 150mm intérieure.

Dans le bâtiment technique, les colonnes se rejoignent sur une manchette horizontale en fonte et en inox avant le départ vers le réservoir. L'installation est équipée de vannes de régulation, d'un compteur volumétrique, d'un clapet anti-retour. Sont également présents dans le bâtiment l'armoire électrique et de commande des pompes et un indicateur de hauteur d'eau dans le puits, un ballon anti béliet.



Vues de la manchette horizontale

2.3 L'inspection vidéo

Les observations concernant l'inspection de l'ouvrage sont les suivantes (Figure 3) :

- ✓ **De 0 à 6.2m** : Bâti circulaire en béton d'un diamètre intérieur de 2.5m, visuellement en bon état. Présence d'une plateforme métallique située à 2.4m par rapport au sommet du capot foug, cote de référence pour l'inspection vidéo.
- ✓ **De 6.2 à 19.9m** : Bâti circulaire en béton d'un diamètre intérieur de 2.5m, visuellement en bon état. La zone de captage est constituée de barbacanes de section rectangulaire et apparaît relativement propre. Le capteur de pression est situé à 15.0m de profondeur. Le niveau d'eau se situe à -10.8m, l'eau est parfaitement claire et sans particules fines.
- ✓ **A 19.9m** : Fond de l'ouvrage. Présence de graviers, quelques dépôts fins rougeâtres, de joints...Le rouet du puits est visible traduisant une faible épaisseur de dépôts.

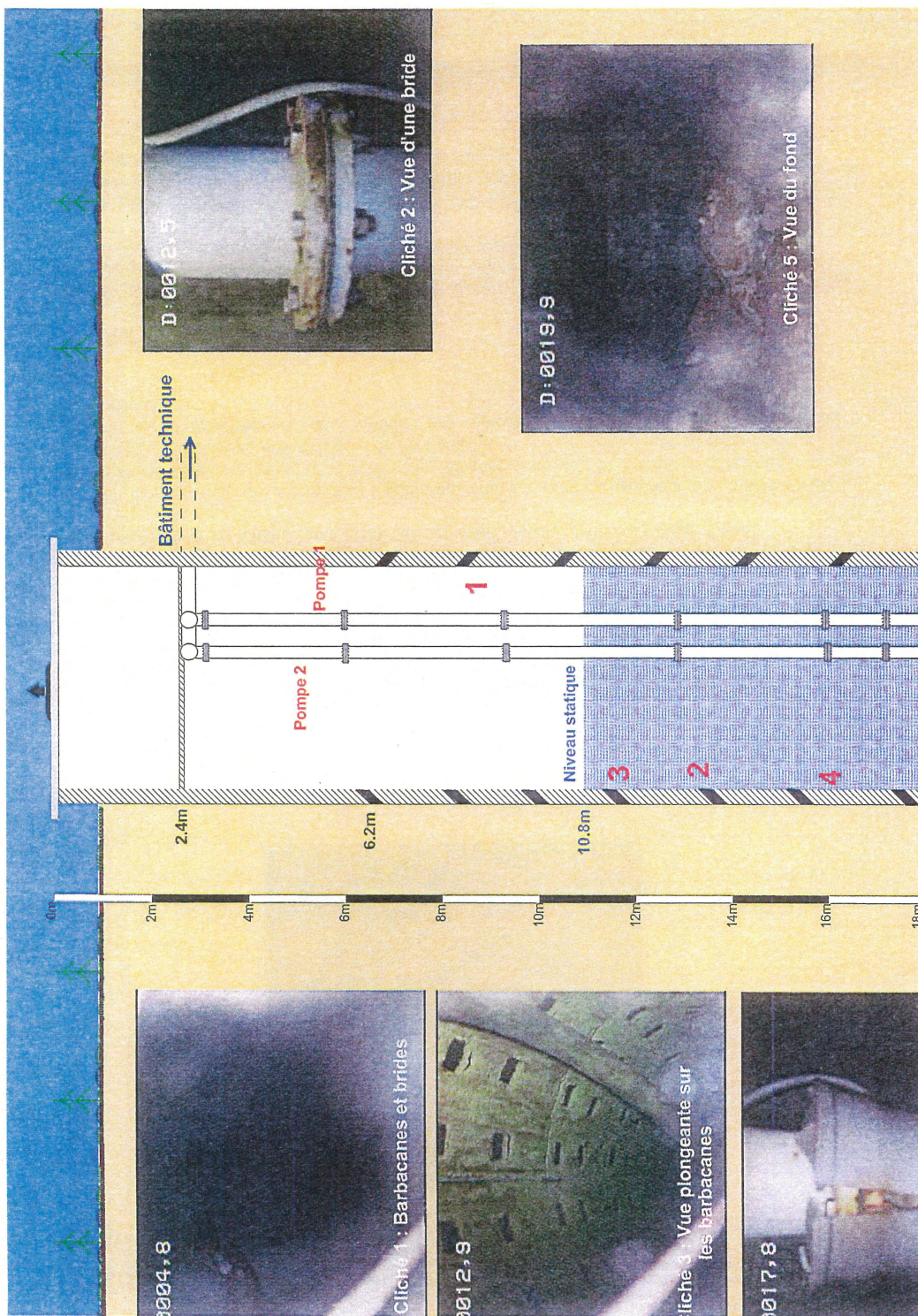
Les observations concernant l'équipement électromécanique sont les suivantes :

Les éléments constitutifs des deux colonnes sont raccordés entre eux par des brides boulonnées. Les colonnes sont en acier et semblent visuellement en bon état. Toutes les pompes sont placées en fond d'ouvrage, au niveau de la zone captante. Cela ne semble pas être un élément péjoratif pour l'exploitation du puits en raison de son diamètre important, limitant ainsi les vitesses de circulation et les phénomènes de surchauffe de l'eau au niveau des moteurs de pompe. Une jupe fabriquée artisanalement en PVC a toutefois été posée sur chaque moteur de pompe.

Les caractéristiques de l'équipement électromécanique du puits sont présentées dans le tableau suivant :

	Nature colonne	Diamètre	Position des brides	Sommet pompe	Pied de pompe
Pompe n°1	Acier	150 mm int. ?	3 ; 5.7 ; 9.2 ; 12.5 ; 16 ; 17.4	17.8	19.8
Pompe n°2	Acier	150 mm int. ?	3 ; 5.8 ; 9.3 ; 12.6 ; 16.1 ; 17.5	17.8	19.8

Tableau : Caractéristiques des pompes immergées



3 POMPAGE D'ESSAI

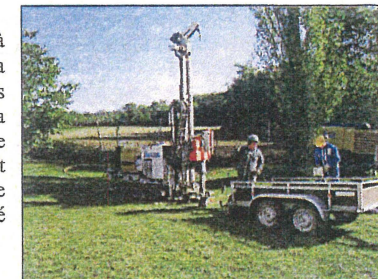
3.1 Création de piézomètres

Afin de préciser l'influence du pompage et déterminer les caractéristiques hydrodynamiques de la nappe, 2 piézomètres ont été créés dans ou à proximité de l'enceinte du périmètre immédiat (Figure 4).

Ils ont fait l'objet d'une déclaration au titre de la rubrique 1.1.1.0 de la nomenclature annexée au décret n°93-743 du 29 mars 1993 modifié et découlant de l'arrêté du 11 septembre 2003 portant application du décret n°96-102 du 2 février 1996 et fixant les prescriptions générales applicables aux sondages, forage, création de puits ou d'ouvrage souterrain soumis à déclaration en application des articles L214-1 à L214-6 du Code de l'Environnement.

Le récépissé d'autorisation de travaux a été obtenu en septembre 2010.

Les ouvrages ont été créés par la société Abysses, basée à Saint Paul les Romans, et ne reconnaissent pas entièrement la série. L'objectif de ces piézomètres est de suivre les fluctuations du niveau de la nappe durant les pompages. La méthode de foration utilisée est celle à l'Odex diamètre 114mm avec tubage de soutènement 140mm. L'équipement des piézomètres est en PVC alimentaire d'un diamètre 80/90mm et atteignent une profondeur de 20m. Ils ont été développés par air lift jusqu'à obtention d'une eau claire.



Ils présentent la même coupe lithologique avec la description suivante :

- ✓ De 0 à 1m : Limons bruns avec quelques graviers concassés calcaires
- ✓ De 1 à 4m : Graviers roulés et galets calcaires concassés hétérogènes (1 à 4 cm environ) dans une matrice sablo-argileuse (proportion sablo-argileuse 20%)
- ✓ De 4 à 10m : Graviers roulés et galets calcaires concassés hétérogènes (1 à 5 cm environ) dans une matrice sableuse (proportion sableuse 20%)
- ✓ De 10 à 13m : Galets calcaires concassés et graviers roulés avec un passage sableux entre 11 et 12m
- ✓ De 13 à 14m : Galets calcaires concassés et sables beiges (proportion sableuse 80%)
- ✓ De 14 à 20m : Graviers roulés et galets calcaires concassés hétérogènes et sables (proportion sableuse 50%)

Les premières venues d'eau ont été observées seulement à partir de 15m.

Les piézomètres sont équipés en PVC 80/90mm avec la mise en place de crépines de 11 à 20m. Les fentes ont une ouverture de 1mm et un gravillonnage de l'espace annulaire a été réalisé avec la mise en place de gravier filtre siliceux lavé, roulé et calibré 2-4mm.

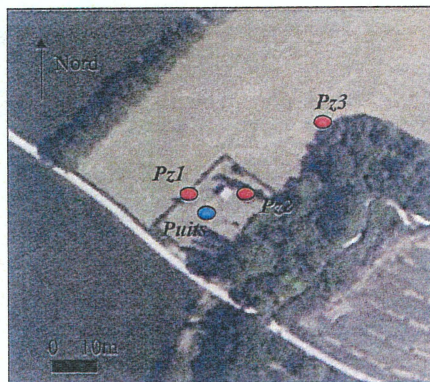


Figure 4 : Localisation des ouvrages

3.2 Moyens mis en œuvre

Le pompage d’essai a été réalisé avec les installations existantes de la régie de St Marcellin, à savoir deux pompes débitant environ chacune 60m³/h dans leur condition de fonctionnement actuel. Toutefois, la canalisation entre le bâtiment technique et le réservoir étant de trop petite section pour accueillir la totalité du débit, à savoir environ 120m³/h, nous avons évacué les eaux pompées de l’une des deux pompes dans le ruisseau situé à proximité de la station de pompage. Pour cela, une conduite provisoire a été installée et raccordée dans la station.

Cela a également permis de diminuer les pertes de charge et d’obtenir un débit voisin de 150m³/h avec les deux pompes d’exploitation en fonctionnement, débit souhaité pour le pompage d’essai.

Le débit de pompage a été déterminé à l’aide d’un compteur volumétrique pour la pompe évacuant les eaux pompés dans le réseau et d’un débitmètre électromagnétique DN 150mm pour la pompe rejetant les eaux dans le ruisseau. Les variations du niveau d’eau ont été suivies à l’aide de capteurs de pression avec un pas d’enregistrement de 1 minute. Les capteurs ont été installés dans le puits et les 3 piézomètres.

3.3 Essai par paliers

L’essai de puits par paliers à débit croissants permet d’évaluer les caractéristiques du complexe aquifère/ouvrage. Il s’agit du débit critique, du débit spécifique, des pertes de charge dans l’ouvrage et son environnement immédiat, et du débit maximum d’exploitation.

Chaque palier comprend une phase de pompage à débit constant de courte durée, environ 1 heure suivie d’une phase de remontée du niveau d’eau de la même durée. Le niveau statique sur le puits, au début de l’essai, était à 10.91m de profondeur par rapport au sommet du capot foug.

Les principaux résultats de l’essai sont les suivants :

Palier	Durée (min)	Q (m³/h)	Niveau dynamique (m)	Rabatement (m)	Débit spécifique Q/s (m³/h/m)	Observations en fin de paliers
1	60	66	11.90	0.99	67	Eau claire et sans fines
2	60	114	12.85	1.94	59	Eau claire et sans fines
3	60	155	14.05	3.14	49	Eau claire et sans fines

Tableau : Déroulement de l’essai de puits

Le couple de données de chaque palier de débit, débit constant en m³/h et rabattement pseudo-stabilisé de fin de pompage en mètres, est porté sur le graphique situé en figure 5, afin d’obtenir la courbe caractéristique de l’ouvrage $s=f(Q)$.

L’observation du graphique ne montre pas de cassure franche de la courbe mais une légère augmentation de la pente à partir d’un débit de 100m³/h.

Le rabattement maximum admissible, correspondant au 1/3 de la hauteur d’eau aquifère dans l’ouvrage, est dans les conditions de l’essai de 3.0m. On s’aperçoit donc que cette limite est atteinte à 150m³/h et que l’augmentation des pertes de charge (voir calculs ci après) s’amorcent dès 100m³/h.

Durant les essais, la turbidité a été suivie ponctuellement notamment au démarrage des pompes. Elle est restée durant la totalité des essais comprise entre 0.32 et 7.5 NTU, sachant que la norme de potabilité est de 1 NTU. Les pics de turbidité se produisaient essentiellement au démarrage de chaque palier puis s’atténuer en cours de pompage.

L’ouvrage est actuellement exploité à un débit de 60 m³/h. S’il devait l’être à un débit plus important, une phase de développement sera nécessaire pour évacuer les particules fines responsables des pics de turbidité.

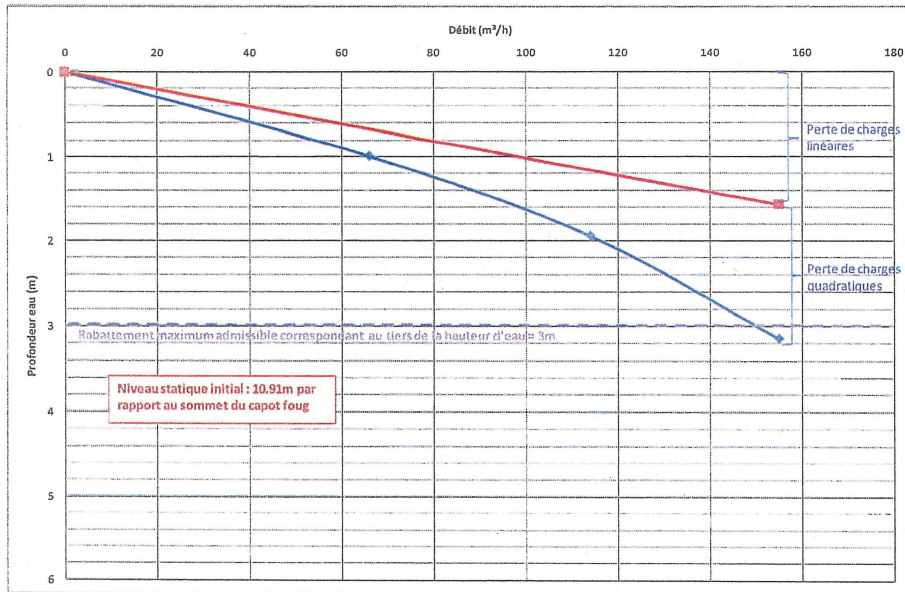


Figure 5 : Histogramme de l'essai par paliers

3.3.1 Calcul des pertes de charge

Le rabattement, mesuré dans l'ouvrage à un instant t , est la somme de deux composantes, nommées pertes de charge, exprimées en mètres de hauteur d'eau, caractérisant le complexe aquifère/ouvrage de captage :

- une perte de charge linéaire provoquée par l'écoulement laminaire dans l'aquifère au voisinage du puits (loi de Darcy), notée BQ. Elle est fonction de la nappe.
- une perte de charge quadratique, non linéaire, provoquée par l'écoulement turbulent dans l'ouvrage, notée CQ².
La perte de charge quadratique est caractéristique de la formation géologique immédiate de l'ouvrage, de l'équipement technique de l'ouvrage, du degré de colmatage de la crépine, mais également de la répartition des venues d'eau dans l'ouvrage.

Le rabattement total s , à l'instant t , est ainsi donné par l'expression de C.E. JACOB (1946) :

$$s = BQ + CQ^2$$

Les pertes de charge sont déterminées en résolvant cette équation et les résultats obtenus sont résumés dans le tableau suivant.

Régie Municipale des Eaux de Saint Marcellin
Diagnostic du puits de Loriol – Chevières (38)

RAPPORT BB- 100210-POMP – Janvier 2011

Palier	Débit (m³/h)	Rabatement (m)	PDC linéaire (m)	PDC quadratique (m)	% PDC quadratique
1	66	0.99	0.67	0.32	32
2	114	1.94	1.15	0.79	41
3	155	3.14	1.56	1.58	50

PDC = Pertes de charge

Tableau : Répartition des pertes de charge

Dans les conditions de l'essai réalisé sur le puits de Loriol, les pertes de charge quadratique ne sont pas négligeables vis-à-vis des linéaires et dès le premier palier où elles représentent déjà 1/3 du rabattement total. Ceci indique que l'écoulement au droit du puits serait plutôt dans un régime turbulent notamment pour le palier à 155m³/h et que ce débit de pompage n'est pas approprié aux caractéristiques techniques de l'ouvrage. Ces pertes de charge quadratique peuvent être liées à la présence d'une jupe en PVC sur les pompes ou un colmatage des barbacanes et/ou du massif filtrant.

3.4 Essai de longue durée

Le pompage de longue durée s'est déroulé en continuité du 20 au 22 octobre 2010 au débit fixe de 152m³/h, après remontée du niveau d'eau à la fin de la phase des pompes par paliers. Les conditions initiales du pompage étaient :

- ✓ Niveau statique puits : 11.07m/capot foug.
- ✓ Niveau statique Pz1 : 9.97m/sommet tubage.
- ✓ Niveau statique Pz2 : 10.17m/ sommet tubage.
- ✓ Niveau statique Pz3 : 9.83m/ sommet tubage.

L'histogramme est donc représenté sur le graphique de la figure 6 et permet d'apporter les commentaires suivants :

- ✓ Dès le lancement du pompage, les niveaux baissent rapidement pour se quasi stabiliser après 3h de pompage. La baisse des niveaux est alors de 3.5m sur le puits et d'environ 0.1 sur le Pz3.
- ✓ Une remontée des niveaux d'eau de quelques centimètres se produit alors sur tous les ouvrages sauf sur Pz3 alors que le pompage est toujours en fonctionnement. Cette hausse est induite par le recyclage des eaux pompées évacuées dans le ruisseau situé en bordure de la station. En effet, les eaux pompées stagnaient dans le lit du ruisseau et soutenaient le niveau de nappe durant le pompage.
- ✓ Dès que nous nous sommes aperçus de ce phénomène, nous avons rallongé le tuyau de refoulement de 50m. La baisse des niveaux d'eau reprend alors confirmant ainsi le recyclage des pompes par le puits. Quelques heures avant l'arrêt du pompage, nous observons l'amorce d'une stabilisation des niveaux notamment sur le puits et les deux piézomètres les plus proches (Pz1 et Pz2).
- ✓ Après 48h de pompage, le rabattement sur le puits et Pz3 est respectivement de 4.17 et 0.63m.

Régie Municipale des Eaux de Saint Marcellin
Diagnostic du puits de Loriol – Chevières (38)

RAPPORT BB- 100210-POMP – Janvier 2011

- ✓ Durant la remontée du niveau d'eau, nous observons plusieurs phases de pompage correspondant aux périodes normales de fonctionnement de la station.

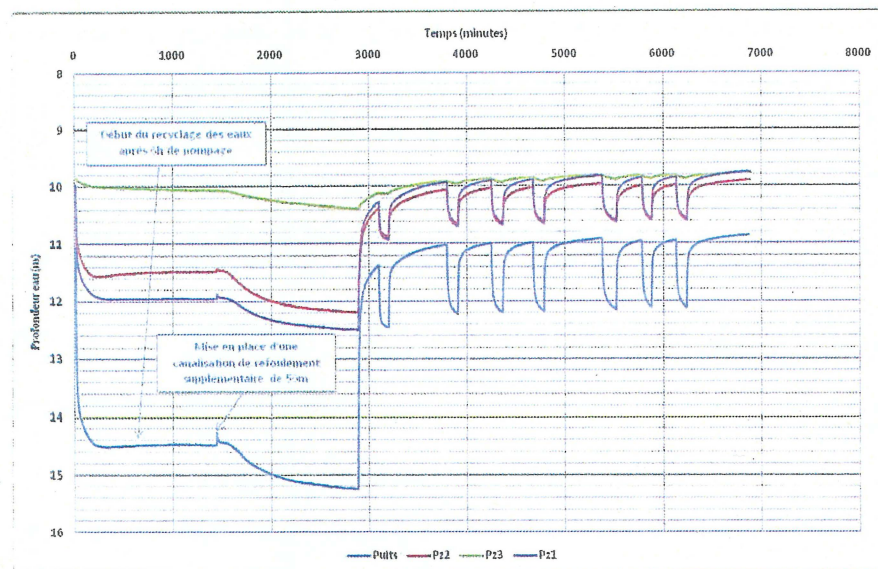


Figure 6: Histogramme du pompage d'essai

3.4.1 Les caractéristiques hydrodynamiques

La transmissivité

La transmissivité T est une vitesse d'écoulement de l'eau dans l'aquifère intégrée sur toute la hauteur aquifère. Calculée lors de la descente, en pompage, au niveau de l'ouvrage, elle est caractéristique du complexe « ouvrage-aquifère » pouvant donc intégrer des pertes de charge et ne donnant alors qu'une approximation des paramètres hydrodynamiques de l'aquifère. Calculée lors de la remontée, sans pompage, elle est représentative de l'aquifère. La détermination de la transmissivité à la remontée est donc plus précise car la nappe n'est plus en régime forcé et influencé par le pompage et ne prend plus en compte les pertes de charge qui peuvent exister.

⇒ Méthode de l'approximation de Jacob

Régie Municipale des Eaux de Saint Marcellin Diagnostic du puits de Loriol – Chevières (38)
RAPPORT BB- 100210-POMP – Janvier 2011

La transmissivité se détermine à l'aide de l'approximation de Jacob qui est basée sur une approche graphique logarithmique à partir de l'équation :

$$T = 0.183 \times Q / i$$

avec

i à la descente = la pente de la droite $s = f(t)$ où t = temps écoulé depuis le démarrage de l'essai
 i à la remontée = pente de la droite $s = f(t')$ où t' = temps écoulé depuis l'arrêt du pompage
 Q = le débit de pompage en m^3/h

Les valeurs du rabattement résiduel, soit lors de la remontée, enregistrées sur le puits et les piézomètres ont été reportées sur un graphique semi-logarithmique (Figure 7) et permettent d'obtenir une transmissivité comprise entre $2.4 \cdot 10^{-2}$ et $3.5 \cdot 10^{-2} m^2/s$ selon les ouvrages. La prise en compte des niveaux d'eau sur les piézomètres permet ainsi d'obtenir une valeur de transmissivité de l'aquifère plus globale.

Nous retiendrons donc comme valeur moyenne de transmissivité $3 \cdot 10^{-2} m^2/s$. En considérant une hauteur aquifère de 10m dans le puits, la perméabilité de l'aquifère serait alors de $3 \cdot 10^{-3} m^2/s$.

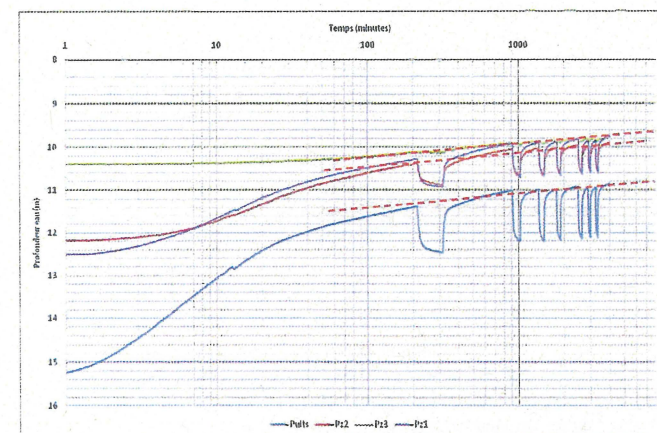


Figure 7 : Représentation semi-logarithmique de la remontée

⇒ Méthode par équivalence au débit spécifique

	Au bout de 48 heures de pompage
Débit spécifique ($m^3/h/m$)	37
Transmissivité (m^2/s)	$1,0 \cdot 10^{-2}$

Tableau : Résultats de la méthode d'équivalence au débit spécifique

⇒ Méthode de Porchet

Régie Municipale des Eaux de Saint Marcellin Diagnostic du puits de Loriol – Chevières (38)
RAPPORT BB- 100210-POMP – Janvier 2011

La formule de Porchet est de la forme : $Q = 2/3 K (H^2 - h^2)$

Avec :

Q = débit de pompage en m³/s

K = Perméabilité en m/s

H = Hauteur d'eau aquifère dans le puits avant pompage en m

h = Hauteur d'eau aquifère dans le puits après pompage en m

Les valeurs ainsi obtenues sont les suivantes :

	Puits	Pz1	Pz2	Pz3
H (m)	8,6	9,86	9,93	10,12
h (m)	4,66	7,4	7,7	9,44
Q (m ³ /h)	152	152	152	152
K (m/h)	4,4	5,4	5,8	17,1
K (m/s)	0,0012	0,0015	0,0016	0,0048
T (m ² /s)	0,012	0,015	0,016	0,048

Les valeurs de transmissivité sont relativement homogènes entre les différentes méthodes de calcul. Nous avons retenu comme valeur moyenne $2,2 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$.

Le coefficient d'emmagasinement

Le coefficient d'emmagasinement S exprime le rapport du volume d'eau libéré ou emmagasiné, par unité de surface de l'aquifère, à la variation de charge hydraulique correspondante. Il est obtenu par calcul numérique à l'aide de l'expression suivante :

$$S = (2.25 \cdot T t_0) / x^2$$

où T = la transmissivité en m²/s

où t₀ = le temps d'intersection de la droite représentative du piézomètre considéré avec l'axe des temps (abscisses)

où x = la distance du piézomètre considéré à l'axe du forage

Les résultats obtenus pour les piézomètres sont les suivants, indiquant qu'il s'agit principalement d'une nappe libre, d'autant plus qu'il n'existe pas de niveaux argileux en surface pouvant créer un effet captif :

	Pz1	Pz2	Pz3
Transmissivité (m ² /s)	0,02	0,02	0,02
T0 seconde	30	60	110
X (m)	8	15	46
S	0,02	0,01	0,002

La rayon d'action

Le rayon d'action est la distance à laquelle le rabattement est nul. Il est fonction de la transmissivité T et du coefficient d'emmagasinement S.

Une des méthodes de calcul est donnée par la formule :

$$* R = 1,5 (T/tS)^{1/2} \quad \text{avec} \quad \begin{aligned} T &= \text{Transmissivité ; } 2,2 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2/\text{sec} \\ S &= \text{Coefficient d'emmagasinement ; } 1,0 \cdot 10^{-2} \\ t &= \text{Temps de pompage } t = 172\,800 \text{ sec.} \end{aligned}$$

Rayon d'action = 900 mètres

4 CONCLUSIONS ET PRECONISATIONS

Le diagnostic réalisé en octobre 2010 sur le puits de Loriol situé sur la commune de Chevières permet d'apporter les conclusions suivantes :

Conclusions d'ordre technique :

Le captage de Loriol, profond de 19.9m, présente un équipement visuellement en bon état avec peu de dépôts sur le bâti béton. Il s'agit d'un puits à barbacanes à ouvertures circulaires à partir de 6.2m de profondeur.

Les pompes immergées et leur colonne d'aspiration semblent visuellement en bon état. Elles sont positionnées en fond d'ouvrage. Il ne s'agit ici pas d'un élément péjoratif pour l'exploitation du puits puisque son diamètre important limite les vitesses de flux et les phénomènes de surchauffe de l'eau autour des moteurs des pompes. Une jupe en PVC a toutefois été installée sur chacune des pompes et semblent donc inutile.

Conclusions d'ordre géologique :

Le puits capte des alluvions calcaires hétérogènes correspondant à des dépôts fluviaux ayant entaillés les collines de molasse miocène. La création des piézomètres dans ou à proximité du périmètre de protection immédiate a permis de reconnaître la série alluviale gravo-sableuse sur 20m sans toutefois atteindre le substratum. Ils ont également mis en évidence l'absence de couche protectrice naturelle pouvant assurer une protection vis-à-vis des pollutions de surface.

Conclusions d'ordre hydrogéologique :

Le pompage d'essai a permis de déterminer, dans les conditions de l'essai soit en basses eaux, les caractéristiques hydrodynamiques du puits et de l'aquifère qui sont les suivantes :

- ✓ Débit critique : 100m³/h/m
- ✓ Débit exploitable envisageable : 100m³/h/m
- ✓ Transmissivité : $2,2 \cdot 10^{-2}$ m²/s
- ✓ Perméabilité : $2,2 \cdot 10^{-3}$ m/s
- ✓ Coefficient d'emmagasinement : 0.01 – nappe à surface libre
- ✓ Rayon d'action : environ 900m en direction du Nord
- ✓ Les pertes de charge quadratique sont importantes dès les premiers paliers, traduisant ainsi un éventuel colmatage de l'ouvrage. Il mériterait d'être nettoyé pour optimiser son rendement.

Conclusions sur la vulnérabilité du captage :

Le recyclage par le puits des eaux pompées rejetées dans le ruisseau durant la première partie du pompage d'essai révèle une interaction quasi immédiate du puits avec le cours d'eau. Cela induit une grande vulnérabilité du puits vis-à-vis des pollutions de surface. En effet, le ruisseau drainant une grande partie des eaux de ruissellement du bassin versant et des éventuelles sources de pollution, devient un vecteur potentiel et important de pollution pour la ressource en eau souterraine.

Dans le cadre de la révision des périmètres de protection du captage, il s'avérerait indispensable d'étudier plus précisément le comportement des eaux souterraines dans le bassin d'alimentation du captage et son interaction avec les eaux de la surface. Un recensement et une hiérarchisation des risques potentiels de pollution pouvant conduire à une dégradation de la qualité des eaux permettraient de mettre en place les moyens pour assurer une protection optimale de la ressource.

Fait à Bourg-de-Péage le 21 janvier 2011

Rédigé par :

Benoît BOROT
Hydrogéologue

Visé par :

Jérôme GAUTIER
Hydrogéologue, gérant



Bureau d'études hydrogéologiques spécialisé en mesures sur les forages

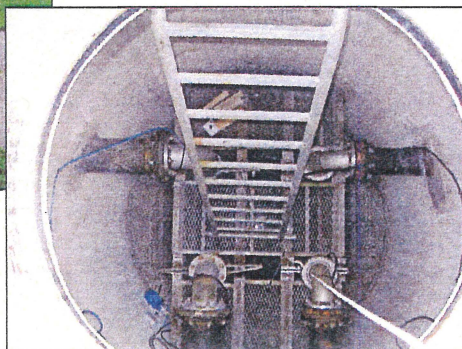
Quartier les Drets – 26300 BOURG-DE-PEAGE
Téléphone : 04.75.47.17.17 – Télécopie : 04.75.47.07.07 – Site web : ideeseaux.com

REGIE MUNICIPALE DES EAUX DE SAINT MARCELLIN

Diagnostic du Puits AEP de la Scie situé à Chatte (38)



Vues extérieure et intérieure
du Puits de la Scie



RAPPORT BB-100210-POMP

Janvier 2011



Adresse siège social : Quartier les Drets – 26 300 BOURG-DE-PEAGE – Tél : 04.75.47.17.17 – Fax : 04.75.47.07.07
S.A.R.L. IDEES-EAUX au capital de 85 120 € - RCS : 413 116 047 00023 – APE : 7112B
Site web : <http://www.ideeseaux.com> – Mail : ideeseaux@ideeseaux.com

2

DESTINATAIRE

Maitre d'ouvrage :

M. le Directeur, M. SEVE

Régie Municipale des Eaux de Saint
Marcellin
1 bus rue Ampère
38 160 SAINT MARCELLIN

Téléphone : 04.76.64.01.81
Fax : 04.76.64.00.44

RAPPEL DES OBJECTIFS

⇒ *Réaliser le diagnostic du puits AEP de la Scie situé sur la commune de Chatte,
avec :*

1. Une inspection vidéo.
2. Un pompage d'essai par paliers pour définir ses caractéristiques hydrodynamiques.

Régie Municipale des Eaux de Saint Marcellin (38)
Diagnostic du puits de la Scie – Chatte (38)

RAPPORT BB- 100210-POMP – Janvier 2011

SOMMAIRE

1	PREAMBULE	4
2	INSPECTION VIDEO	6
2.1	LES MOYENS UTILISES	6
2.2	LES OBSERVATIONS DE SURFACE	6
2.3	L'INSPECTION VIDEO	8
3	POMPAGE D'ESSAI	10
3.1	MOYENS MIS EN ŒUVRE	10
3.2	ESSAI PAR PALIERS	10
3.2.1	Calcul des pertes de charge	11
4	CONCLUSIONS ET PRECONISATIONS	13

LISTE DES FIGURES

Figure 1 :	Localisation du captage AEP de la Scie – Extrait d'une carte IGN 1/25000	4
Figure 2 :	Extrait de la carte géologique de Romans au 1/50000	5
Figure 3 :	Coupe technique et photographies issues de l'inspection vidéo du puits de la Scie	9
Figure 4 :	Histogramme de l'essai par paliers	11

1 PREAMBULE

La Régie Municipale des Eaux de Saint Marcellin a la charge de l'exploitation et de la distribution des eaux potables aux habitants de la commune de Saint Marcellin. Pour cela, elle exploite plusieurs stations de pompage des eaux souterraines et de captage de sources. Il s'agit des stations de pompage de Loriol, la Scie et Courbon et des sources de Courbon, Fondchaud et Prébuissou.

La régie nous a donc sollicité pour réaliser le diagnostic d'une d'entre elles, la station de pompage de la Scie située sur la commune de Chatte (Figure 1). Cette station, équipée d'un seul puits, est exploitée à la fois par la régie mais également par la commune de Chatte.

Le puits capte des alluvions fluviales (Fya) constituées de sables et graviers entaillant les collines molassiques miocènes (Figure 2). Il présenterait une profondeur de 23.7m.

Le programme du diagnostic du puits qui nous a été demandé est le suivant :

- ✓ Inspection vidéo pour définir la coupe technique du puits et préciser son état et celui des équipements électromécaniques.
- ✓ Pompage d'essai par paliers de débits croissants et non enchainés avec les pompes en place pour déterminer les caractéristiques hydrodynamiques du puits.

Nous sommes intervenus le 18/10/10 pour réaliser ces mesures.

Ce rapport fait donc état des résultats du diagnostic et des préconisations éventuellement à mettre en place pour l'amélioration du fonctionnement du champ captant.

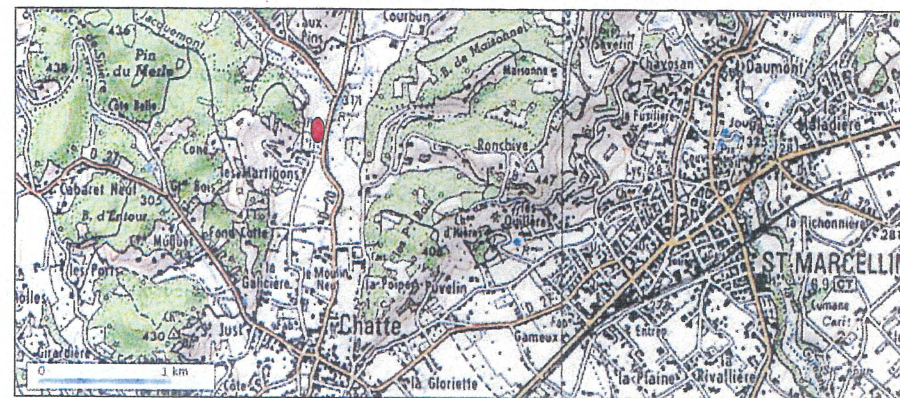


Figure 1 : Localisation du captage AEP de la Scie – Extrait d'une carte IGN 1/25000

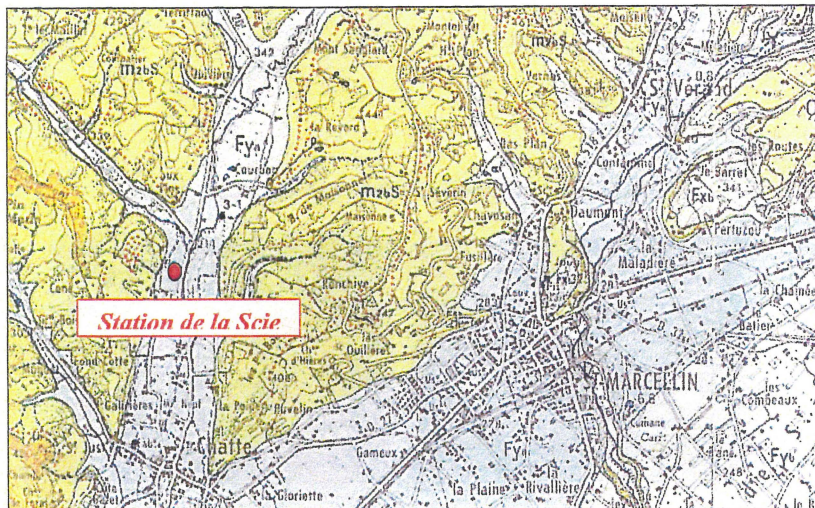


Figure 2 : Extrait de la carte géologique de Romans au 1/50000

2 INSPECTION VIDEO

2.1 Les moyens utilisés

Le détail du matériel utilisé est présenté en annexe 1.

2.2 Les observations de surface

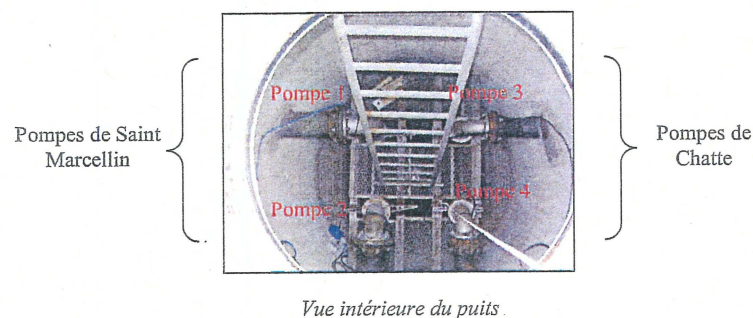
L'ouvrage de captage se trouve à l'intérieur du périmètre grillagé de la station de pompage avec le bâtiment technique. Cette délimitation correspond au périmètre de protection immédiate du captage. Il n'existe pas de piézomètre de suivi dans le périmètre.

Le puits présente un diamètre intérieur de 2.5m et sa paroi est en béton. Il est fermé par un capot foug aéré fixé sur une cloche métallique reposant sur le sommet du puits bétonné situé à +0.55m par rapport au sol. Le sommet du capot foug se situe à environ +1.35m par rapport au sol.



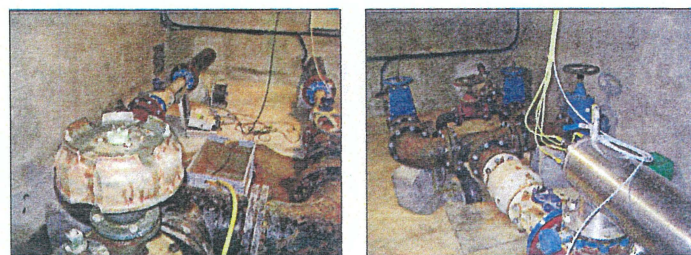
Photo aérienne du site et du vue du puits

Le puits est équipé de quatre pompes immergées, deux étant utilisées par la commune de Chatte et deux pour la régie de St Marcellin. Une plateforme métallique intermédiaire est positionnée à -3.8m de profondeur par rapport au sommet du capot foug et permet d'accéder aux pompes pour leur manutention. L'accès se fait par une échelle en galvanisé fixée à la paroi du puits. Cette dernière est en bon état. Il manque toutefois un système de sécurité type ligne de vie ou arceau, qui est une obligation de la réglementation actuellement en vigueur.



Dans la tête de puits, une canalisation horizontale est raccordée à l'aide de brides sur chacune des colonnes d'aspiration des pompes, avant le départ en souterrain de l'eau vers le bâtiment technique. Ces canalisations en fonte de diamètre extérieur de 225mm extérieure pour la régie de St Marcellin et de 175mm pour celles de la commune de Chatte.

Dans le bâtiment technique, les colonnes de chaque exploitant se rejoignent sur une manchette horizontale en fonte ou en inox avant le départ vers les réservoirs. Chaque installation est équipée de vannes de régulation, de compteurs volumétrique, de clapet anti-retour, d'une ventouse sur le réseau de Saint Marcellin et d'un traitement UV pour Chatte. Sont également présents dans le bâtiment les armoires électriques et de commande des pompes et un indicateur de hauteur d'eau dans le puits.



Vues des manchettes horizontales de Saint Marcellin et de Chatte

2.3 L'inspection vidéo

Les observations concernant l'inspection de l'ouvrage sont les suivantes (Figure 3) :

La coté référence de l'inspection vidéo est le sommet du capot foug.

- ✓ **De 0 à 11.5m** : Bâti circulaire en béton d'un diamètre intérieur de 2.5m, visuellement en bon état. Présence d'une plateforme métallique située à 3.8m par rapport au sommet du capot foug, cote de référence pour l'inspection vidéo. Le niveau d'eau se situe à -6.6m, l'eau est parfaitement claire et sans particules fines.
- ✓ **De 11.5 à 24.3m** : Bâti circulaire en béton d'un diamètre intérieur de 2.5m, visuellement en bon état. Les ouvertures sont de type barbacane de section circulaire et apparaissent relativement propre. Elles présentent quelques légers dépôts de graviers sur leur base à partir de 15m de profondeur. Un ancien flotteur de pompe est présent à 12.2m et le capteur de pression est situé à 15.5m.
- ✓ **A 24.3m** : Fond de l'ouvrage. Présence de graviers, quelques dépôts fins, de joints...

Les observations concernant l'équipement électromécanique sont les suivantes :

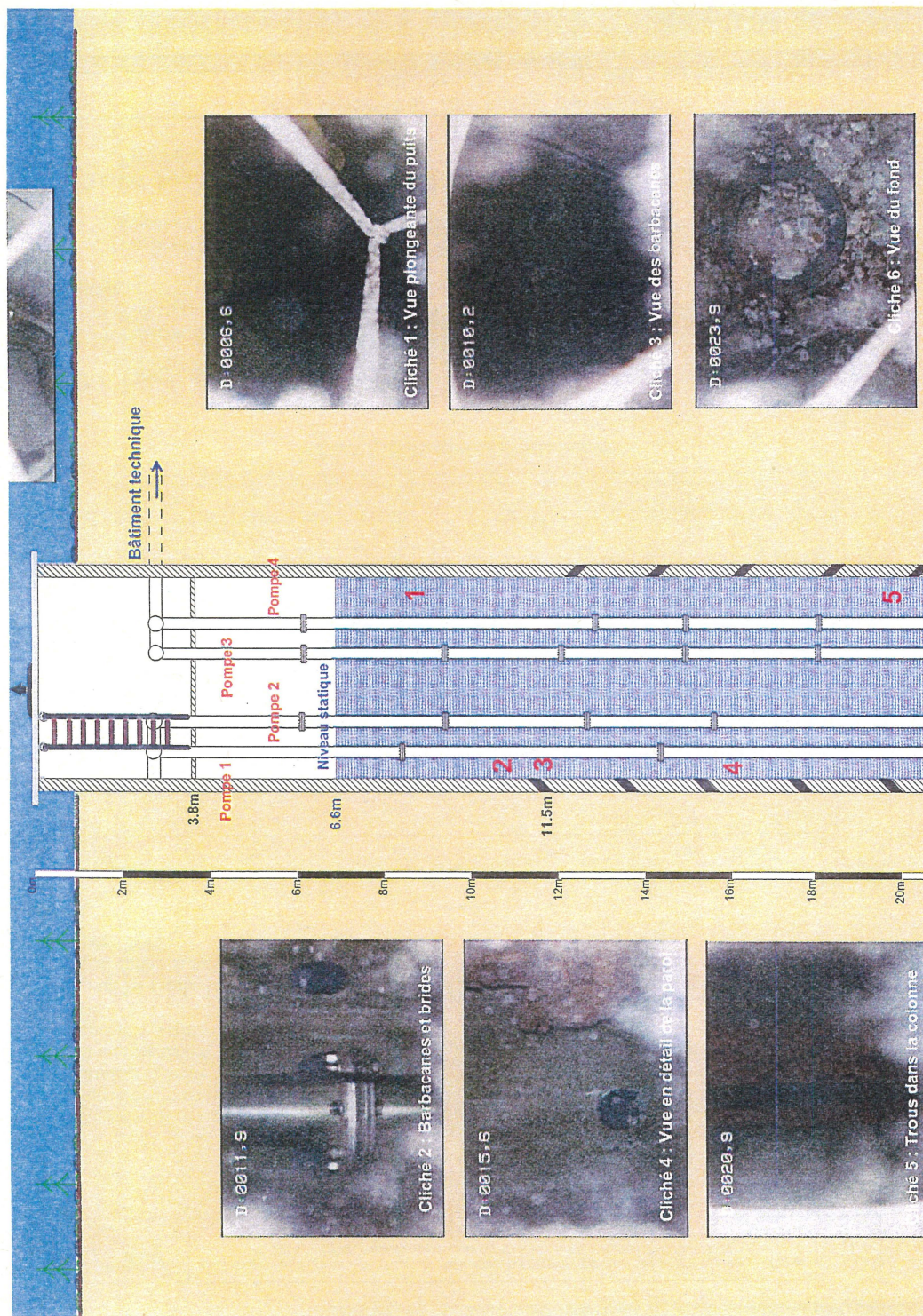
Les éléments constitutifs des quatre colonnes sont raccordés entre eux par des brides boulonnées. Trois des colonnes sont en inox et semblent visuellement en bon état. La quatrième colonne, celle de la pompe n°2, appartenant à la régie est en acier galvanisé. Elle est recouverte par des dépôts indurés et présente de nombreux trous, notamment à 15.4, 17.1 et 20.9m, ce qui peut expliquer les dysfonctionnements de cette pompe.

Toutes les pompes sont placées en fond d'ouvrage, au niveau de la zone captante de l'ouvrage. Cela ne semble pas être un élément péjoratif pour l'exploitation du puits en raison de son diamètre important, limitant ainsi les vitesses de circulation et les phénomènes de surchauffe de l'eau au niveau des moteurs de pompe.

Les caractéristiques de l'équipement électromécanique du puits sont présentées dans le tableau suivant :

	Exploitant	Nature colonne	Diamètre	Position des brides	Sommet pompe	Pied de pompe
Pompe n°1	Saint Marcellin	Inox	150 mm ext	8,4 ; 14,4	20,7	22
Pompe n°2	Saint Marcellin	Galvanisé	150 mm ext	6 ; 9,3 ; 12,5 ; 15,6 ; 18,9	21,3	23,1
Pompe n°3	Chatte	Inox	125 mm ext	5,9 ; 8,8 ; 11,9 ; 14,9 ; 18	21	22,7
Pompe n°4	Chatte	Inox	125 mm ext	5,9 ; 8,8 ; 11,9 ; 14,9 ; 18	21	22,7

Tableau : Caractéristiques des pompes immergées



3 POMPAGE D'ESSAI

3.1 Moyens mis en œuvre

Le pompage d'essai a été réalisé avec les installations existantes de la régie de St Marcellin et de la commune de Chatte, à savoir deux pompes débitant environ chacune 60m³/h pour Chatte et une de 100m³/h pour la régie, la seconde ne fonctionnant plus.

Le débit de pompage a été déterminé à l'aide des compteurs volumétriques installés sur les canalisations et les variations du niveau d'eau ont été suivies à l'aide d'un capteur de pression avec un pas d'enregistrement de 1 minute.

3.2 Essai par paliers

L'essai de puits par paliers à débit croissants permet d'évaluer les caractéristiques du complexe aquifère/ouvrage. Il s'agit du débit critique, du débit spécifique, des pertes de charge dans l'ouvrage et son environnement immédiat, et du débit maximum d'exploitation.

Chaque palier comprend une phase de pompage à débit constant de courte durée, environ 1 heure suivie d'une phase de remontée du niveau d'eau de la même durée. Le niveau statique sur le puits, au début de l'essai, était mesuré à 6.36m de profondeur par rapport au sommet du capot foug, référence des mesures.

Les principaux résultats de l'essai sont les suivants :

Palier	Durée (min)	Q (m ³ /h)	Niveau dynamique (m)	Rabatement (m)	Débit spécifique Q/s (m ³ /h/m)	Observations en fin de paliers
1	60	66	7.14	0.78	85	Eau claire et sans fines
2	60	162	8.43	2.07	78	Eau claire et sans fines
3	60	230	9.36	2.98	77	Eau claire et sans fines

Tableau : Déroulement de l'essai de puits

Le couple de données de chaque palier de débit, débit constant en m³/h et rabattement pseudo-stabilisé de fin de pompage en mètres, est porté sur le graphique situé en Figure 4, afin d'obtenir la courbe caractéristique de l'ouvrage $s=f(Q)$.

L'observation du graphique montre que les 3 paliers s'alignent parfaitement indiquant que le débit critique de l'ouvrage n'est pas atteint au débit maximum de l'essai, à savoir 230m³/h. De plus, si l'on considère la limite H/3 à ne pas dépasser lors des pompages d'essai (H épaisseur mouillée de l'aquifère), soit un rabattement de 5.6m. L'ouvrage est théoriquement capable de fournir plus de débit mais faudrait il encore le vérifier à l'aide d'un pompage d'essai à plus haut débit.

Durant les essais, la turbidité a été suivie ponctuellement notamment au démarrage des pompes. Elle est restée durant la totalité des essais comprise entre 0.45 et 0.62 NTU, sachant que la norme de potabilité est de 1 NTU.

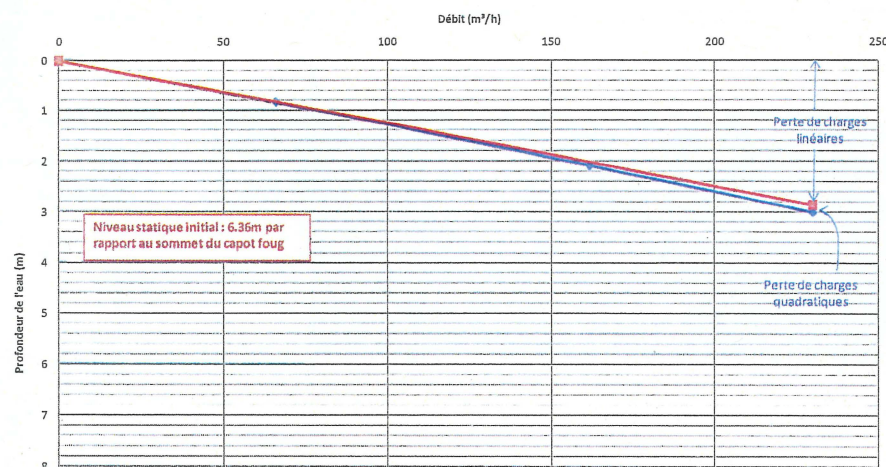


Figure 4 : Histogramme de l'essai par paliers

3.2.1 Calcul des pertes de charge

Le rabattement, mesuré dans l'ouvrage à un instant t, est la somme de deux composantes, nommées pertes de charge, exprimées en mètres de hauteur d'eau, caractérisant le complexe aquifère/ouvrage de captage :

- une perte de charge linéaire provoquée par l'écoulement laminaire dans l'aquifère au voisinage du puits (loi de Darcy), notée BQ. Elle est fonction de la nappe.
- une perte de charge quadratique, non linéaire, provoquée par l'écoulement turbulent dans l'ouvrage, notée CQ².

La perte de charge quadratique est caractéristique de la formation géologique immédiate de l'ouvrage, de l'équipement technique de l'ouvrage, du degré de colmatage de la crépine, mais également de la répartition des venues d'eau dans l'ouvrage.

Le rabattement total s, à l'instant t, est ainsi donné par l'expression de C.E. JACOB (1946) :

$$s = BQ + CQ^2$$

Les pertes de charge sont déterminées en résolvant cette équation et les résultats obtenus sont résumés dans le tableau suivant.

Palier	Débit (m³/h)	Rabattement (m)	PDC linéaire (m)	PDC quadratique (m)	% PDC quadratique
1	66	0.78	0.77	0.01	1.3
2	162	2.07	2.00	0.07	3.4
3	230	2.98	2.84	0.14	4.7

PDC = Pertes de charge

Tableau : Répartition des pertes de charge

Dans les conditions de l'essai réalisé sur le puits de la Scie, les pertes de charge quadratique sont négligeables vis-à-vis des linéaires ce qui indique que l'écoulement au droit du puits est laminaire et que le débit de pompage est tout à fait approprié aux caractéristiques techniques de l'ouvrage.



4 CONCLUSIONS ET PRECONISATIONS

Le diagnostic réalisé en octobre 2010 sur le puits de la Scie situé à Chatte permet d'apporter les conclusions suivantes :

Conclusions d'ordre technique :

Le captage de la Scie, profond de 23.4m, présente un équipement visuellement en bon état avec peu de dépôts sur le bâti béton. Il s'agit d'un puits à dont la zone captante démarre à 11.5m. Les barbacanes présentes quelques légers dépôts de graviers sur la base des ouvertures à partir de 15m de profondeur. La colonne d'exhaure de la pompe n°2 de la régie de St Marcellin nécessiterait d'être changée en raison de la présence de nombreux trous dans sa paroi. Il serait judicieux de la remplacer par des colonnes en acier inox et de tester éventuellement la pompe immergée en place avant sa mise en fonctionnement.

Conclusions d'ordre hydrogéologique :

Le pompage par paliers réalisé en basses eaux a permis de confirmer l'excellente productivité de l'ouvrage. Dans les conditions de l'essai et au débit maximum, soit à 230m³/h, le rabattement serait de 2.98m, soit un débit spécifique de 77m³/h/m. Cet ouvrage pourrait être exploité à un débit plus important si les besoins de la régie et de la commune de Chatte devaient être réévalués à condition toutefois de valider le nouveau débit d'exploitation par un nouvel essai. Ceci amènerait également à revoir la configuration des périmètres de protection.

Fait à Bourg-de-Péage le 20 janvier 2011

Rédigé par :

Benoit BOROT
Hydrogéologue

Visé par :

Jérôme GAUTIER
Hydrogéologue, gérant



Bureau d'études hydrogéologiques spécialisé en mesures sur les forages

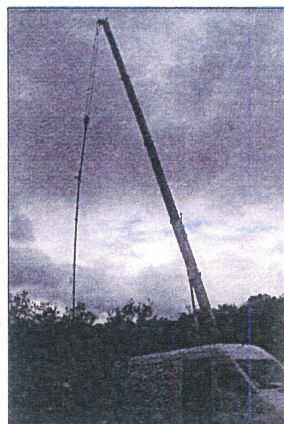
Quartier les Drets – 26300 BOURG-DE-PEAGE
Téléphone : 04.75.47.17.17 – Télécopie : 04.75.47.07.07 – Site web : ideeseaux.com

REGIE MUNICIPALE DES EAUX DE SAINT MARCELLIN

Diagnostic du champ captant de Courbon situé à Chatte (38)



Création d'un piézomètre et
retrait d'une pompe immergée



RAPPORT BB-100210-POMP

Janvier 2011



Adresse siège social : Quartier les Drets – 26 300 BOURG-DE-PEAGE – Tél : 04.75.47.17.17 – Fax : 04.75.47.07.07
S.A.R.L. IDEES-EAUX au capital de 85 120 € - RCS : 413 116 047 00023 – APE : 7112B
Site web : <http://www.ideeseaux.com> – Mail : ideeseaux@ideeseaux.com

2

DESTINATAIRE

Maître d'ouvrage :

M. le Directeur, M. SEVE

Régie Municipale des Eaux de Saint
Marcellin
1 bus rue Ampère
38 160 SAINT MARCELLIN

Téléphone : 04.76.64.01.81
Fax : 04.76.64.00.44

RAPPEL DES OBJECTIFS

⇒ *Réaliser le diagnostic du champ captant de Courbon situé sur la commune de
Chatte, avec :*

1. Une inspection vidéo sur chacun des forages.
2. Un pompage d'essai pour définir les caractéristiques hydrodynamiques des ouvrages et de l'aquifère.

Régie Municipale des Eaux de Saint Marcellin
Diagnostic du champ captant de Courbon – Chatte (38)
RAPPORT BB- 100210-POMP – Janvier 2011



Figure 1 : Extrait de la carte géologique de Romans au 1/50000

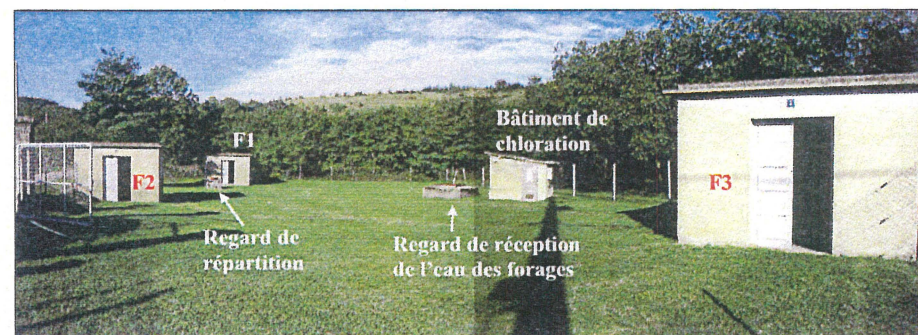
2 INSPECTION VIDEO

2.1 Les moyens utilisés

Le détail du matériel utilisé est présenté en annexe 1.

2.2 Les observations de surface

Les trois forages se situent chacun à l'intérieur d'un local technique bâti. Ils sont placés à l'intérieur d'un périmètre protégés par un grillage correspondant au périmètre de protection immédiate du champ captant. Il n'existe pas de piézomètres de suivi dans l'enceinte du périmètre. Il existe un quatrième bâtiment dans l'enceinte du périmètre correspondant au local de chloration et à l'arrivée des drains captant les sources de Courbon. D'autres regards sont présents sur le site servant à recueillir les eaux de pompage des forages ou à séparer les eaux entre la commune de Chatte et la régie de St Marcellin.



Photographie du champ captant

Chaque forage est équipé d'une pompe immergée pouvant débiter environ 90m³/h pour une HMT de 10m. Seules deux des trois pompes peuvent marcher en simultanée en raison d'une puissance électrique habituellement insuffisante sur le site. Pour la réalisation des essais, la régie a fait le nécessaire pour augmenter la puissance électrique disponible sur le site.

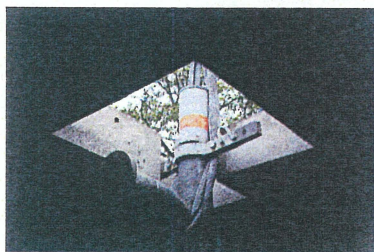
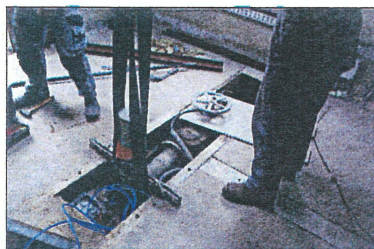
Le sommet des forages se situe sous le niveau de la dalle de chaque bâtiment sur lequel repose le système de maintien des pompes immergées. Une canalisation horizontale, sur laquelle est intercalée uniquement une vanne de régulation et un clapet anti-retour, part ensuite en souterrain jusqu'au regard de réception des eaux de forages. De ce regard part une galerie souterraine jusqu'aux réservoirs de la Régie et de la commune de Chatte.

L'armoire électrique et de commande des trois pompes sont présentes dans le bâtiment technique du forage F3. Un indicateur de hauteur d'eau dans les forages est présent dans chacun des bâtiments.



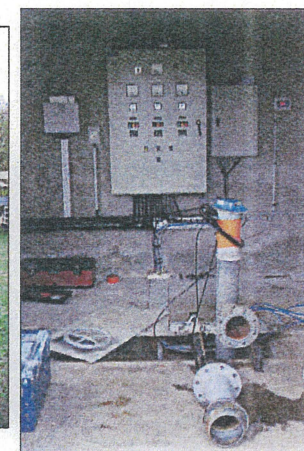
Vue intérieure d'un des locaux techniques

Pour réaliser l'inspection vidéo des forages, nous avons retiré préalablement les pompes et leur colonne d'exhaure d'un seul tenant à l'aide d'une grue de levage 35T. Pour cela, la bride en surface a été déboulonnée et la colonne a été remontée par le sommet du local au travers d'une trappe habituellement fermée par une plaque métallique.



Démontage d'une des pompes immergées

Après l'inspection vidéo, les pompes et leur colonne d'exhaure ont été descendues dans les forages mais sans les connecter au réseau. Les brides en surface ont été orientées en direction de la porte d'entrée des locaux pour permettre la mise en place d'un moyen de comptage et l'évacuation des eaux pompées en dehors du réseau. Il a été installé durant les essais et sur les trois forages un débitmètre DN 80mm et DN 150mm ainsi qu'un volucompteur DN 80mm.



Position des colonnes d'exhaure durant les pompages d'essai

2.3 L'inspection vidéo sur le forage F1

La cote de référence pour l'ensemble des inspections vidéo est la dalle de chaque local.

Les observations concernant l'inspection de l'ouvrage sont les suivantes (Figure 3) :

- ✓ **De 0 à 13.4m :** Tubage en fibro-ciment de diamètre extérieur 302mm avec des éléments de longueur unitaire 3m, hormis le premier élément qui mesure 2.2m. Il apparaît visuellement en bon état. Les éléments de tubes sont maintenus entre eux par des cerclages en acier et leurs extrémités sont rarement jointives. Des trous réalisés pour la manutention des tubages sont observés à 2.5 et 11.6m.
Le niveau d'eau se trouve à 7m de profondeur, l'eau est relativement claire sans particules en suspension.
- ✓ **De 13.4 à 16.2m :** Tubage en fibro-ciment avec des ouvertures circulaires correspondant à la zone captante du forage. La paroi est visuellement en bon état avec un léger dépôt brun par endroit.
- ✓ **A 16.2m :** Fond de l'ouvrage. Présence de quelques graviers et de dépôts fins.

Les observations concernant l'équipement électromécanique sont les suivantes :

Les éléments constitutifs de la colonne sont raccordés entre eux par des brides boulonnées.

La colonne est en acier noir et galvanisé de diamètre extérieur 114mm et présente un dépôt rougeâtre et quelques traces de corrosion sur sa paroi. Elle apparaît toutefois visuellement en bon état. Elle est constituée de 5 éléments de longueur variable comprise entre 1.62 et 3.22m.

La pompe est placée en fond d'ouvrage, au niveau de la zone crépinée avec son sommet à 13.8m de profondeur. Ceci peut s'avérer être un élément péjoratif pour l'exploitation du forage en raison des surtensions au démarrage de la pompe pouvant entraîner des particules fines et des phénomènes de surchauffe de l'eau au niveau des moteurs de pompe.

La pompe immergée est de la marque Jeumont-Schneider du type 87003 S1 FK5.5 et permet d'extraire 90m³/h pour une HMT de 10m. Elle présente un moteur 6" avec deux étages d'hydraulique 8".

Le forage est équipé d'un capteur de pression avec un indicateur numérique dans le local. Les valeurs ne sont pas enregistrées. D'anciens câbles électriques sont présents dans le forage correspondant probablement à d'anciennes sondes « manque d'eau ».



Vue de la pompe lors de sa sortie

2.4 L'inspection vidéo sur le forage F2

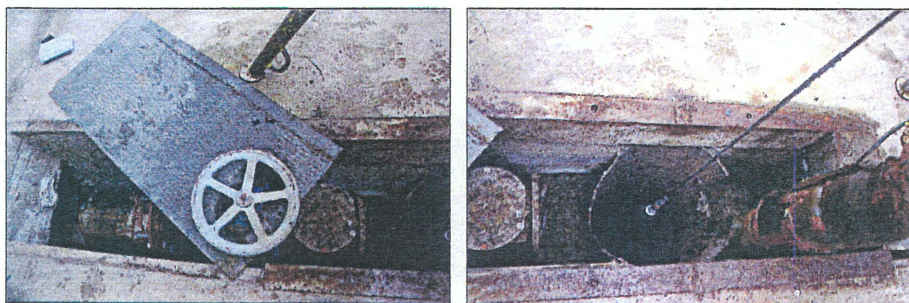
La cote de référence pour l'ensemble des inspections vidéo est la dalle de chaque local.

Les observations concernant l'inspection de l'ouvrage sont les suivantes :

- ✓ **De 0 à 10.8m :** Tubage en acier de diamètre extérieur 490mm avec des éléments de longueur unitaire 2m, hormis le premier élément qui mesure 1.1m. Le tubage est corrodé avec par endroit des phénomènes de desquamation du tubage. Il est également recouvert de dépôts bruns.
Le niveau d'eau se trouve à 7.3m de profondeur, l'eau est légèrement trouble avec des particules en suspension probablement liée au retrait préalable de la pompe.
- ✓ **De 10.8 à 12.8m :** Tubage acier avec des ouvertures circulaires correspondant à la première zone crépinée du forage. La paroi est visuellement en bon état avec toutefois un colmatage des parois. Un trou est observé au niveau de la soudure entre deux tubes à 10.8m de profondeur.
- ✓ **De 12.8 à 16m :** Tubage acier avec des ouvertures verticales réalisées au chalumeau correspondant à la seconde zone crépinée du forage. Les terrains constitués de galets sont visibles au travers des fentes. Un tube acier de petit diamètre est observé à partir de 15.2m et semble reposer sur le fond du forage.
- ✓ **A 16m :** Fond de l'ouvrage. Présence de quelques graviers et de dépôts fins.

Les observations concernant l'équipement électromécanique sont les suivantes :

Les éléments constitutifs de la colonne sont raccordés entre eux par des brides boulonnées.
La colonne est en acier noir et galvanisé de diamètre extérieur 125mm et présente un dépôt rougeâtre et quelques traces de corrosion sur sa paroi. Elle apparaît toutefois visuellement en bon état. Elle est constituée de 4 éléments de longueur unitaire de 3.35m.
La pompe est placée en fond d'ouvrage, au niveau de la zone crépinée avec son sommet à 13.4m de profondeur.
La pompe immergée est identique à celle du forage F1, elle est de la marque Jeumont-Schneider du type 87003 S1 FK5.5 et permet d'extraire 90m³/h pour une HMT de 10m. Elle présente un moteur 6'' avec deux étages d'hydraulique 8''.
Le forage est équipé d'un capteur de pression avec un indicateur numérique dans le local. Les valeurs ne sont pas enregistrées. D'anciens câbles électriques sont présents dans le forage correspondant probablement à d'anciennes sondes « manque d'eau ».



Vue du forage et de la pompe

2.5 L'inspection vidéo sur le forage F3

La cote de référence pour l'ensemble des inspections vidéo est la dalle de chaque local.

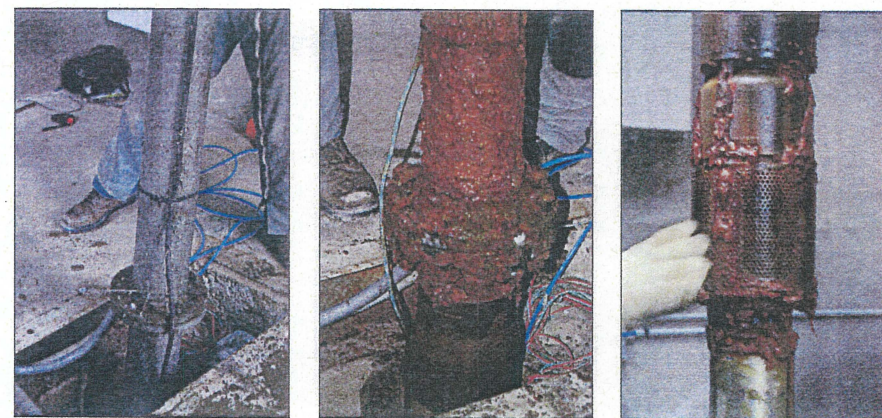
Les observations concernant l'inspection de l'ouvrage sont les suivantes :

- ✓ **De 0 à 15.4m :** Tubage en fibro-ciment de diamètre extérieur 370mm avec des éléments de longueur unitaire 4m, hormis le premier élément qui mesure 2.9m. Il apparaît visuellement en bon état avec peu de dépôts sur la paroi du forage. Les éléments sont maintenus entre eux par des cerclages en acier et leurs extrémités sont rarement jointives. Des trous ont été réalisés pour la manutention des tubages notamment à 15.4m.
Le niveau d'eau se trouve à 8m de profondeur, l'eau est trouble avec des particules en suspension.

- ✓ **De 15.4 à 18.6m :** Tubage en fibro-ciment avec des ouvertures circulaires correspondant à la zone crépiné du forage dont la quantité augmente avec la profondeur. La paroi est visuellement en bon état avec un léger dépôt brun par endroit.
- ✓ **A 18.6m :** Fond de l'ouvrage. Présence de quelques graviers et de dépôts fins.

Les observations concernant l'équipement électromécanique sont les suivantes :

Les éléments constitutifs de la colonne sont raccordés entre eux par des brides boulonnées.
La colonne est en galvanisé de diamètre extérieur 140mm et présente un dépôt rougeâtre et quelques traces de corrosion sur sa paroi. Elle apparaît toutefois visuellement en bon état. Elle est constituée de 5 éléments de longueur unitaire de 3m hormis le premier qui mesure 2,41m.
La pompe est placée en fond d'ouvrage, au niveau de la zone crépinée avec son sommet à 14.41m de profondeur. Ceci peut s'avérer être un élément péjoratif pour l'exploitation du forage en raison des survitesses au démarrage de la pompe pouvant entraîner des particules fines et des phénomènes de surchauffe de l'eau au niveau des moteurs de pompe.
La pompe immergée est également de la marque Jeumont-Schneider du type 87003 S1 FK5.5 et permet d'extraire 90m³/h pour une HMT de 10m. Elle présente un moteur 6'' avec deux étages d'hydraulique 8''.
Le forage est équipé d'un capteur de pression placé à 14.9m avec un indicateur numérique dans le local. Les valeurs ne sont pas enregistrées. D'anciens câbles électriques sont présents dans le forage correspondant probablement à d'anciennes sondes « manque d'eau ».



Vue de la pompe lors de sa sortie

3 POMPAGE D'ESSAI

3.1 Création de piézomètres

Afin de préciser l'influence du pompage et les caractéristiques hydrodynamiques de l'aquifère, 3 piézomètres ont été créés dans ou à proximité de l'enceinte du périmètre immédiat (Figure 4).

Ils ont fait l'objet d'une déclaration au titre de la rubrique 1.1.1.0 de la nomenclature annexée au décret n°93-743 du 29 mars 1993 modifié et découlant de l'arrêté du 11 septembre 2003 portant application du décret n°96-102 du 2 février 1996 et fixant les prescriptions générales applicables aux sondages, forage, création de puits ou d'ouvrage souterrain soumis à déclaration en application des articles L214-1 à L214-6 du Code de l'Environnement.

Le récépissé d'autorisation de travaux a été obtenu en septembre 2010.

Les ouvrages ont été créés par la société Abysses, basée à Saint Paul les Romans. L'objectif de ces piézomètres est d'uniquelement suivre les fluctuations du niveau de la nappe durant les pompages. Toutefois l'un d'entre eux a traversé la totalité de la série alluviale et a reconnu le sommet de la formation molassique.

La méthode de foration utilisée est celle à l'Odex diamètre 114mm avec tubage de soutènement 140mm. L'équipement des piézomètres est en PVC alimentaire d'un diamètre 80/90mm et atteignent une profondeur de 25m. Ils ont été développés par air lift jusqu'à obtention d'une eau claire.



Ils présentent sensiblement la même coupe lithologique avec la description suivante pour le piézomètre le plus profond (Pz4) :

- ✓ De 0 à 2m : Limons bruns fins avec quelques graviers concassés calcaires
- ✓ De 2 à 5m : Graviers roulés et galets calcaires concassés hétérogènes (1 à 4 cm environ) dans une matrice sablo-argileuse (proportion sablo-argileuse 30%)
- ✓ De 5 à 8m : Graviers roulés et galets calcaires concassés hétérogènes (1 à 5 cm environ) dans une matrice sableuse (proportion sableuse 30%)
- ✓ De 8 à 11m : Graviers roulés et galets calcaires concassés hétérogènes dans une matrice sableuse (proportion sableuse 20%)
- ✓ De 11 à 21m : Graviers roulés et galets calcaires concassés hétérogènes dans une matrice sableuse (proportion sableuse 40%)
- ✓ De 21 à 23m : Graviers roulés, galets calcaires concassés hétérogènes et sables remaniés (proportion sableuse 60%)
- ✓ De 23 à 25m : Sables jaunâtres vraisemblablement molassiques avec quelques petits graviers.

Les premières venues d'eau ont été observées seulement à partir de 11m.

Les piézomètres sont équipés en PVC 80/90mm avec la mise en place de crépines à partir de 9m. Les fentes ont une ouverture de 1mm et un gravillonnage de l'espace annulaire a été réalisé avec la mise en place de gravier filtre siliceux lavé, roulé et calibré 2-4mm.



Figure 4 : Localisation des piézomètres

3.2 Moyens mis en œuvre

Le pompage d'essai a été réalisé avec les installations existantes de la régie de St Marcellin, à savoir les pompes de chacun des forages. Le débit actuel des pompes n'est pas connu précisément en raison de l'absence de débitmètre.

Le débit a été mesuré à l'aide de débitmètres DN 80mm et DN 150mm ainsi qu'un volucompteur DN 80mm. Les variations du niveau d'eau ont été suivies à l'aide de capteurs de pression avec un pas d'enregistrement de 1 minute installés dans les forages et les 3 piézomètres. Durant ce pompage, le capteur de pression installé sur le forage F3 ne fonctionnait pas alors qu'il était opérationnel dans les deux autres forages. Un problème de défaut de mise à la masse sur la pompe du forage F3, ou autre, en est probablement la cause. Les variations du niveau d'eau sur ce forage ont donc été suivies manuellement.

3.3 Essai par paliers

L'essai de puits par paliers à débits croissants permet d'évaluer les caractéristiques du complexe aquifère/ouvrage. Il s'agit du débit critique, du débit spécifique, des pertes de charge dans l'ouvrage et son environnement immédiat, et du débit maximum d'exploitation.

Un pompage par paliers a été réalisé sur chacun des ouvrages. Chaque palier comprend une phase de pompage à débit constant de courte durée, environ 1 heure suivie d'une phase de remontée du niveau d'eau de la même durée.

Les principaux résultats de l'essai sont les suivants :

Forage F1				
Débit (m³/h)	Niveau statique	Niveau dynamique	Rabatement (m)	Débit spécifique (m³/h/m)
14	6,68	6,86	0,18	78
26	6,68	7,02	0,34	76
40	6,67	7,22	0,55	73
58	6,67	7,5	0,83	70

Forage F2				
Débit (m³/h)	Niveau statique	Niveau dynamique	Rabatement (m)	Débit spécifique (m³/h/m)
12,7	7,22	7,33	0,11	115
25,5	7,18	7,47	0,29	88
40	7,16	7,59	0,43	93
52	7,14	7,73	0,59	88

Forage F3				
Débit (m³/h)	Niveau statique	Niveau dynamique	Rabatement (m)	Débit spécifique (m³/h/m)
13	7,66	7,79	0,13	100
25	7,67	7,87	0,2	125
38	7,67	8,01	0,34	112
56	7,67	8,2	0,53	106

Tableau : Résultats des essais par paliers sur les trois forages

Le couple de données de chaque palier de débit, débit constant en m³/h et rabattement pseudo-stabilisé de fin de pompage en mètres, est porté sur le graphique situé en figure 5, afin d'obtenir la courbe caractéristique de chaque ouvrage $s=f(Q)$.

L'observation du graphique pour les 3 forages montre que les 4 paliers s'alignent parfaitement indiquant que le débit critique des ouvrages n'est pas atteint au débit maximum de l'essai. De plus, si l'on considère la limite H/3 à ne pas dépasser lors des pompages d'essai (H épaisseur mouillée de l'aquifère), soit un rabattement compris entre 2.9 et 3.6m selon les ouvrages, il semblerait que les forages puissent être exploités à des débits supérieurs.

Si l'on compare les forages entre eux, il apparaît que le forage F3 est le plus productif du champ captant. A titre d'exemple, le rabattement obtenu pour chacun des forages pour un débit de pompage de 50m³/h :

- ✓ Forage F1 : 0.70m soit un débit spécifique de 71m³/h/m.
- ✓ Forage F2 : 0.56m soit un débit spécifique de 89m³/h/m.
- ✓ Forage F3 : 0.45m soit un débit spécifique de 111m³/h/m.

Les débits durant les pompages d'essai sont inférieurs à ceux d'exploitation en raison des pertes de charge supplémentaires induites par la mise en place des débitmètres et des canalisations de refoulement plus longues.

Durant les essais, la turbidité a été suivie ponctuellement notamment au démarrage des pompes. Elle est restée durant la totalité des essais comprise entre 0.09 et 0.89 NTU, sachant que la norme de potabilité est de 1 NTU. Les pics de turbidité se produisaient essentiellement au démarrage de chaque palier puis s'atténuaient en cours de pompage.

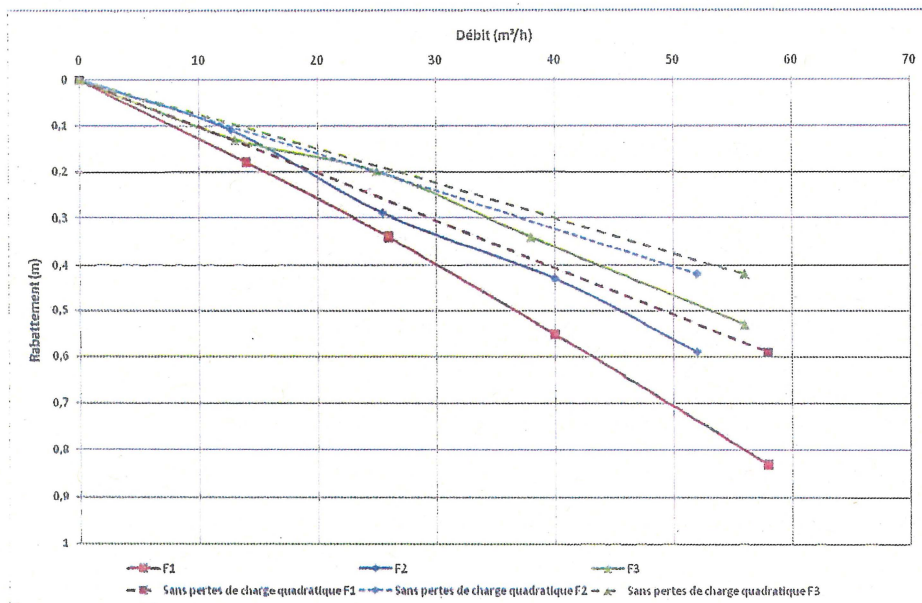


Figure 5 : Histogramme de l'essai par paliers

3.3.1 Calcul des pertes de charge

Le rabattement, mesuré dans l'ouvrage à un instant t, est la somme de deux composantes, nommées pertes de charge, exprimées en mètres de hauteur d'eau, caractérisant le complexe aquifère/ouvrage de captage :

- une perte de charge linéaire provoquée par l'écoulement laminaire dans l'aquifère au voisinage du puits (loi de Darcy), notée BQ. Elle est fonction de la nappe.
- une perte de charge quadratique, non linéaire, provoquée par l'écoulement turbulent dans l'ouvrage, notée CQ².

La perte de charge quadratique est caractéristique de la formation géologique immédiate de l'ouvrage, de l'équipement technique de l'ouvrage, du degré de colmatage de la crépine, mais également de la répartition des venues d'eau dans l'ouvrage.

Le rabattement total s, à l'instant t, est ainsi donné par l'expression de C.E. JACOB (1946) :

$$s = BQ + CQ^2$$

Les pertes de charge sont déterminées en résolvant cette équation et les résultats obtenus sont résumés dans le tableau suivant.

Forage F1				
Débit (m³/h)	Rabattement (m)	PDC linéaire (m)	PDC quadratique (m)	% PDC quadratique
14	0,18	0,14	0,04	22
26	0,34	0,26	0,08	24
40	0,55	0,4	0,15	27
58	0,83	0,59	0,24	29

Forage F2				
Débit (m³/h)	Rabattement (m)	PDC linéaire (m)	PDC quadratique (m)	% PDC quadratique
12,7	0,11	0,1	0,01	9
25,5	0,29	0,21	0,08	28
40	0,43	0,32	0,11	26
52	0,59	0,42	0,17	29

Forage F3				
Débit (m³/h)	Rabattement (m)	PDC linéaire (m)	PDC quadratique (m)	% PDC quadratique
13	0,13	0,1	0,03	23
25	0,2	0,18	0,02	10
38	0,34	0,28	0,06	18
56	0,53	0,42	0,11	21

PDC = Pertes de charge

Tableau : Répartition des pertes de charge

Dans les conditions de l'essai réalisé sur les trois forages, les pertes de charge quadratique restent faibles vis-à-vis des linéaires avec une proportion inférieure à 30%. Ceci indique que l'écoulement au droit des forages reste laminaire et que les débits imposés durant le pompage d'essai aux ouvrages sont tout à fait appropriés aux caractéristiques techniques des ouvrages. La part des pertes de charge quadratique sera probablement plus importante avec des débits de pompage plus importants, ce qui conduirait à un abaissement du débit spécifique.

3.4 Essai de longue durée

Le pompage de longue durée s'est déroulé en continuité du 2 au 4 novembre 2010, avec les pompes de chaque forage en fonctionnement, soit 48h de pompage. Le débit moyen de l'essai était de 165m³/h.

Les conditions initiales du pompage étaient :

- ✓ Niveau statique forage F1 : 6.50m/ sommet tubage.
- ✓ Niveau statique forage F2 : 6.66m/ sommet tubage.
- ✓ Niveau statique forage F3 : 7.32m/ sommet tubage.
- ✓ Niveau statique Pz4 : 7.54m/sommet tubage.
- ✓ Niveau statique Pz5 : 6.97m/ sommet tubage.
- ✓ Niveau statique Pz6 : 7.46m/ sommet tubage.

L'histogramme est donc représenté sur le graphique de la figure 6 et permet d'apporter les commentaires suivants :

- ✓ Dès le lancement du pompage, les niveaux baissent rapidement pour atteindre un rabattement respectif de 0,4, 0,8 et 1m pour F3, F2 et F1 au bout de 2 heures. Ensuite, les niveaux d'eau entament une légère baisse régulière jusqu'à la fin du pompage sans atteindre de stabilisation
- ✓ En fin de pompage, les rabattements respectifs pour les forages F1, F2 et F3 sont de 2.11, 1.87 et 0.84m
- ✓ Nous observons sur les piézomètres de suivi des fluctuations anormales du niveau d'eau, essentiellement situées entre 8 et 24h après le début du pompage. Sur les piézomètres Pz4 et Pz5, le niveau a tendance à remonter durant le pompage alors qu'une accentuation de la baisse du niveau est visible sur Pz6. De plus, ces variations ne débutent ni se terminent à la même période. Les forages ne sont pas affectés par ces variations ce qui indique qu'il s'agit d'un phénomène très localisé et proche des piézomètres. Il peut s'agir de l'influence des drains passant dans la station de pompage et captant des sources plus en amont.
- ✓ Après 48h de pompage, le rabattement sur les piézomètres est respectivement de 1,49, 1,17 et 0,65m pour Pz4, Pz5 et Pz6. Le temps de réaction et le rabattement est d'autant plus faible que la distance entre les forages et le piézomètre est grande.
- ✓ 24 heures après l'arrêt du pompage, le niveau d'eau sur l'ensemble des ouvrages n'a pas retrouvé son état initial. Il manque en moyenne entre 0,2 et 0,4m pour un retour à l'état initial.

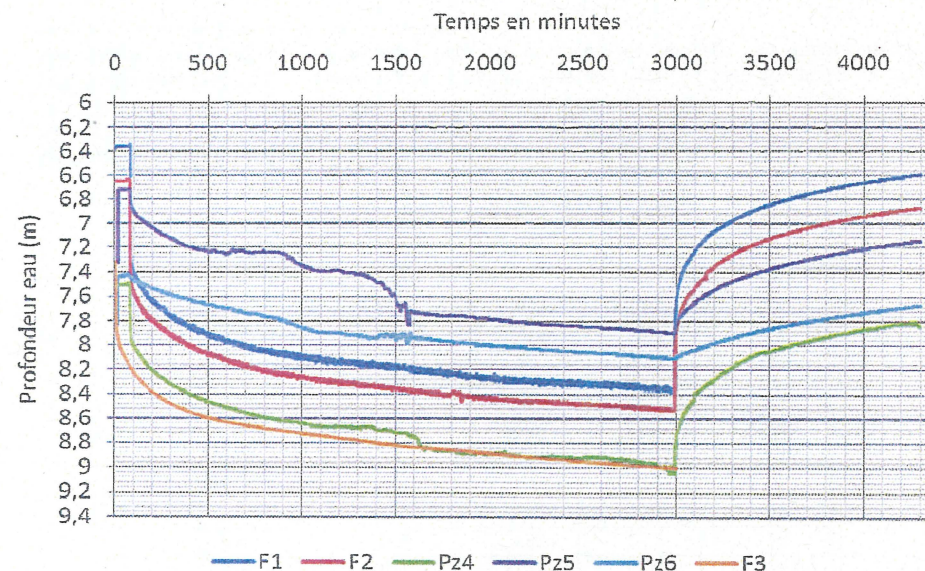


Figure 6 : Histogramme du pompage d'essai

3.4.1 Les caractéristiques hydrodynamiques

La transmissivité

La transmissivité T est une vitesse d'écoulement de l'eau dans l'aquifère intégrée sur toute la hauteur aquifère. Calculée lors de la descente, en pompage, au niveau de l'ouvrage, elle est caractéristique du complexe « ouvrage-aquifère » pouvant donc intégrer des pertes de charge et ne donnant alors qu'une approximation des paramètres hydrodynamiques de l'aquifère. Calculée lors de la remontée, sans pompage et sur les ouvrages de suivi, elle est représentative de l'aquifère. La détermination de la transmissivité à la remontée est donc plus précise car la nappe n'est plus en régime forcé et influencé par le pompage et ne prend plus en compte les pertes de charge qui peuvent exister.

La transmissivité se détermine à l'aide de l'approximation de Jacob qui est basée sur une approche graphique logarithmique à partir de l'équation :

$$T = 0.183 \times Q / i$$

avec

i à la descente = la pente de la droite $s = f(t)$ où t = temps écoulé depuis le démarrage de l'essai
 i à la remontée = pente de la droite $s = f(t')$ où t' = temps écoulé depuis l'arrêt du pompage
 Q = le débit de pompage en m³/h

Les valeurs du rabattement résiduel, soit lors de la remontée, enregistrées sur les forages et les piézomètres ont été reportées sur un graphique semi-logarithmique (Figure 7) et permettent d'obtenir une transmissivité très homogène comprise entre $1,12 \cdot 10^{-2}$ et $1,14 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$ selon les ouvrages. Nous retiendrons donc comme valeur moyenne de transmissivité $1,10 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$. En considérant une hauteur aquifère captée moyenne de 9m donnée par le Pz4, la perméabilité de l'aquifère serait alors de $1,10 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$.

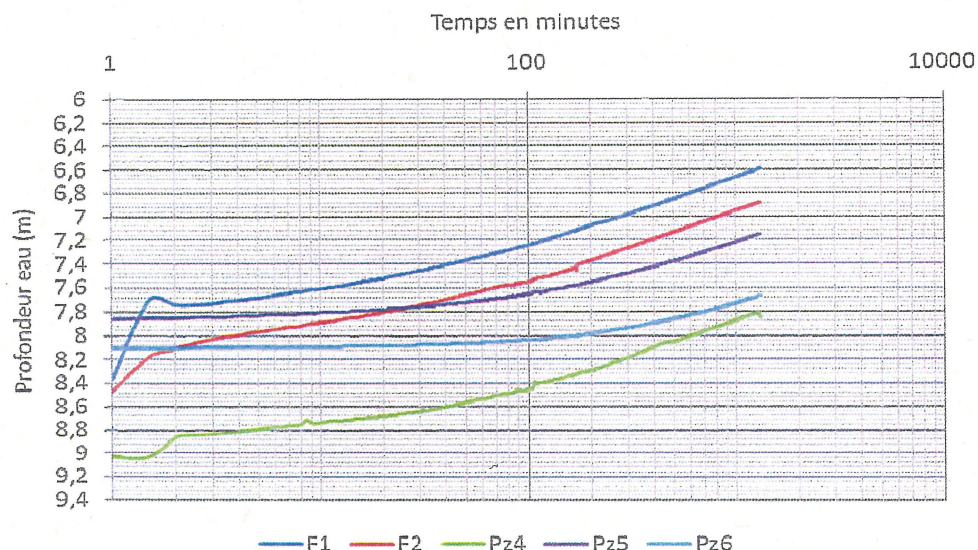


Figure 7 : Représentation semi-logarithmique de la remontée

Le coefficient d'emmagasinement

Le coefficient d'emmagasinement S exprime le rapport du volume d'eau libéré ou emmagasiné, par unité de surface de l'aquifère, à la variation de charge hydraulique correspondante. Il est obtenu par calcul numérique à l'aide de l'expression suivante :

$$S = (2,25 \cdot T \cdot t_0) / x^2$$

où T = la transmissivité en m^2/s

où t_0 = le temps d'intersection de la droite représentative du piézomètre considéré avec l'axe des temps (abscisses)

où x = la distance du piézomètre considéré à l'axe du forage

Les résultats obtenus pour les piézomètres sont les suivants, indiquant qu'il s'agit globalement d'une nappe libre (S moyen : $3 \cdot 10^{-3}$), d'autant plus qu'il n'existe pas de niveaux argileux en surface pouvant créer un effet captif :

Régie Municipale des Eaux de Saint Marcellin
Diagnostic du champ captant de Courbon – Chatte (38)

RAPPORT BB- 100210-POMP – Janvier 2011

	Pz4	Pz5	Pz6
Transmissivité (m^2/s)	0,01	0,01	0,01
T0 seconde	30	45	150
X (m)	10	45	80
S	0,0068	0,0005	0,0005

Calcul du coefficient d'emmagasinement

La rayon d'action

Le rayon d'action est la distance à laquelle le rabattement est nul. Il est fonction de la transmissivité T et du coefficient d'emmagasinement S.

Une des méthodes de calcul est donnée par la formule :

$$* R = 1,5 (T/S)^{1/2}$$

avec T = Transmissivité ; $1,0 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2/\text{sec}$
 S = Coefficient d'emmagasinement ; $3,0 \cdot 10^{-2}$
 t = Temps de pompage t = 172 800 sec.

Rayon d'action = 1 100 mètres

Régie Municipale des Eaux de Saint Marcellin
Diagnostic du champ captant de Courbon – Chatte (38)

RAPPORT BB- 100210-POMP – Janvier 2011

4 CONCLUSIONS ET PRECONISATIONS

Le diagnostic réalisé en octobre 2010 sur la station de pompage de Courbon située sur la commune de Chatte permet d'apporter les conclusions suivantes :

Conclusions d'ordre technique :

La station de pompage de Courbon est constituée de 3 forages captant des formations alluviales. Ils présentent un équipement en acier ou en fibro-ciment globalement en bon état et avec peu de dépôts sur une profondeur comprise entre 16 et 18.6m.

Les ouvertures sont circulaires pour les ouvrages équipés en fibro-ciment et verticales pour les ouvrages en acier. Ces dernières ont été lanternées au chalumeau.

Les pompes immergées et leur colonne d'aspiration semblent visuellement dans un état moyen. Les colonnes présentent des dépôts encroûtant et des traces de corrosion par endroit.

Il manque toutefois un moyen de comptage sur chacun des ouvrages pour connaître précisément les volumes prélevés.

Conclusions d'ordre géologique :

Les forages captent la partie supérieure de la série alluviale. Cette dernière est constituée d'éléments calcaires hétérogènes correspondant à des dépôts fluviatiles ayant entaillés les collines de molasse miocène. La création du piézomètre dans le périmètre de protection immédiate a permis de reconnaître la totalité de la série alluviale gravo-sableuse jusqu'à 23m, profondeur à laquelle la molasse miocène a été rencontrée. Les piézomètres ont également mis en évidence l'absence de couche protectrice naturelle pouvant assurer une protection vis-à-vis des pollutions de surface.

Conclusions d'ordre hydrogéologique :

Le pompage d'essai a permis de déterminer, dans les conditions de l'essai soit en basses eaux, les caractéristiques hydrodynamiques des forages et de l'aquifère qui sont les suivantes :

- ✓ Débit critique : supérieur à 60m³/h pour les 3 forages.
- ✓ Débit exploitable envisageable sur la station : supérieur à 165m³/h. Un essai à plus fort débit avec des pompes d'essai plus puissantes permettraient de la valider.
- ✓ Transmissivité : 1.10^{-2} m²/s.
- ✓ Perméabilité : 1.10^{-3} m/s.
- ✓ Coefficient d'emmagasinement : 3.10^{-3} – nappe à surface libre.
- ✓ Rayon d'action : environ 1 100m en direction du Nord.

Conclusions sur la vulnérabilité des captages :

Vulnérabilité immédiate

Les forages ont globalement la même configuration technique notamment au niveau de leur sommet de tubage. Ils sont situés au niveau ou sous la dalle béton des locaux techniques. Cette configuration peut permettre l'intrusion d'eau de ruissellement ou de tout autre débris dans les forages, pouvant être à l'origine de pollution de la ressource en eau. De plus, il n'y a visiblement pas de cimentation annulaire. Il s'avère donc indispensable de rendre totalement étanche les têtes d'ouvrage avec par exemple la mise en place d'un système de fermeture par bride et contre-bride boulonnées.

Vulnérabilité rapprochée

La présence des drains des sources en amont hydraulique et dans le champ captant peut générer un risque important de pollution et de dégradation de la qualité de la ressource en eau. Il en est de même pour le ruisseau jouxtant la station de pompage. Ces deux entités drainent une grande partie des eaux de ruissellement et superficielles du bassin versant ainsi que d'éventuelles sources de pollution. Ils peuvent donc devenir des vecteurs potentiels et importants de pollution pour la ressource en eau souterraine. Il est cependant indispensable d'étudier plus précisément le comportement des eaux souterraines dans le bassin d'alimentation du captage et son interaction avec les eaux de la surface. Un recensement et une hiérarchisation des risques potentiels de pollution pouvant conduire à une dégradation de la qualité des eaux permettraient de mettre en place les moyens pour assurer une protection optimale de la ressource.

Fait à Bourg-de-Péage le 21 janvier 2011

Rédigé par :

Benoît BOROT
Hydrogéologue

Visé par :

Jérôme GAUTIER
Hydrogéologue, gérant



Bureau d'études hydrogéologiques spécialisé en mesures sur les forages

Quartier les Drets – 26300 BOURG-DE-PEAGE
Téléphone : 04.75.47.17.17 – Télécopie : 04.75.47.07.07 – Site web : ideeseaux.com

REGIE MUNICIPALE DES EAUX DE SAINT MARCELLIN

*Installation de 3 capteurs de pression durant un
pompage de longue durée sur la station de Courbon
située à Chevrières (38) et création d'un nouveau
piézomètre*

COMPTE RENDU DE MESURES

RAPPORT BB-110901-LOC

Octobre 2011



Adresse siège social : Quartier les Drets – 26 300 BOURG-DE-PEAGE – Tél : 04.75.47.17.17 – Fax : 04.75.47.07.07
S.A.R.L. IDEES-EAUX au capital de 85 120 € - RCS : 413 116 047 00023 – APE : 7112B
Site web : <http://www.ideeseaux.com> – Mail : ideeseaux@ideeseaux.com

2

DESTINATAIRE

Maître d'ouvrage :

M. le Directeur, M. SEVE

Régie Municipale des Eaux de Saint
Marcellin
1 bus rue Ampère
38 160 SAINT MARCELLIN

Téléphone : 04.76.64.01.81
Fax : 04.76.64.00.44

Régie Municipale des Eaux de Saint Marcellin
Installation de 3 capteurs – Station de Courbon à Chevrières (38)

RAPPORT BB- 110901-LOC – Octobre 2011

SOMMAIRE

1	PREAMBULE.....	4
2	CREATION D'UN PIEZOMETRE	5
3	SUIVI DU POMPAGE	6
4	CONCLUSIONS.....	8

LISTE DES FIGURES

Figure 1 :	Localisation du captage AEP de Courbon – Extrait d'une carte IGN 1/25 000.....	4
Figure 2 :	Localisation des piézomètres	5
Figure 3 :	Histogramme du pompage d'essai	7

1 PREAMBULE

Dans le cadre de la mise en place des périmètres de protection sur les sources de Courbon (Figure 1), l'Agence Régionale de Santé et le Conseil Général de l'Isère souhaitent connaître l'influence des prélèvements en nappe sur le fonctionnement des sources.

Dans ce contexte, la Régie Municipale des Eaux de Saint Marcellin nous a confié la mission suivante :

- ✚ Création d'un piézomètre de suivi à proximité de l'amont de la source dite « canalisation ».
- ✚ Installation de capteurs de pression dans trois piézomètres afin de suivre la fluctuation de la nappe durant un pompage d'essai de 11 jours.

Ce rapport fait donc état des résultats issus de la création du piézomètre et du suivi de la nappe.

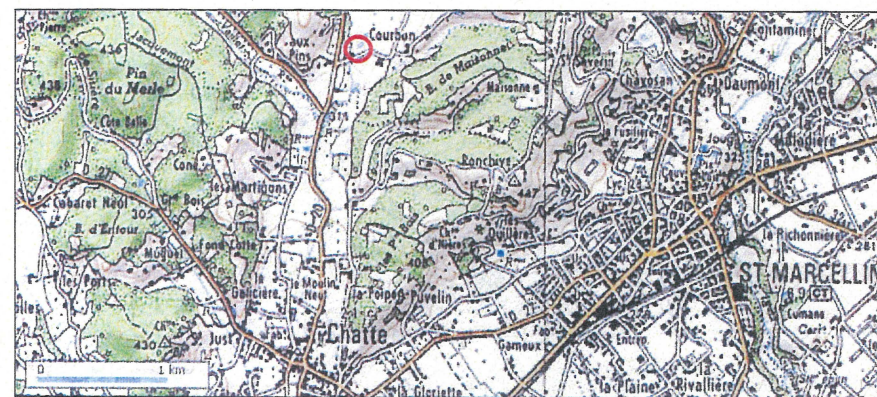


Figure 1 : Localisation du captage AEP de Courbon – Extrait d'une carte IGN 1/25 000

2 CREATION D'UN PIEZOMETRE

Le piézomètre Pz7 a été créé par la société Abyss, basée à Saint Paul les Romans (Figure n°2). L'objectif de ce piézomètre est de reconnaître les formations géologiques et suivre les fluctuations du niveau de la nappe durant le pompage.

La méthode de foration utilisée est celle à l'Odex diamètre 114mm avec tubage de soutènement 140mm. L'équipement du piézomètre est en PVC alimentaire d'un diamètre 80/90mm et atteignent une profondeur de 20m. Il a été développé par air lift jusqu'à obtention d'une eau claire.

Il présente la coupe lithologique suivante :

- ✓ De 0 à 1.5m : Limons bruns fins avec quelques graviers concassés calcaires
- ✓ De 1.5 à 5m : Graviers roulés et galets calcaires concassés hétérogènes (1 à 4 cm environ) dans une matrice sableuse (proportion sablo-argileuse 30%)
- ✓ De 5 à 8m : Graviers roulés et galets calcaires concassés hétérogènes (1 à 5 cm environ)
- ✓ De 8 à 11m : Graviers roulés et galets calcaires concassés hétérogènes dans une matrice sableuse (proportion sableuse 20%)
- ✓ De 11 à 15.5m : Graviers roulés et galets calcaires concassés hétérogènes dans une matrice sableuse (proportion sableuse 40%)
- ✓ De 15.5 à 18m : Sables bruns avec quelques graviers hétérogènes calcaires
- ✓ De 18 à 20m : Sables jaunâtres vraisemblablement molassiques.

Le piézomètre est équipé en PVC 80/90mm avec la mise en place de crépines à partir de 9m. Les fentes ont une ouverture de 1mm et un gravillonnage de l'espace annulaire a été réalisé avec la mise en place de gravier filtre siliceux lavé, roulé et calibré 2-4mm.

La coupe lithologique de ce piézomètre est globalement identique à celle des autres piézomètres créés sur la station en 2010.

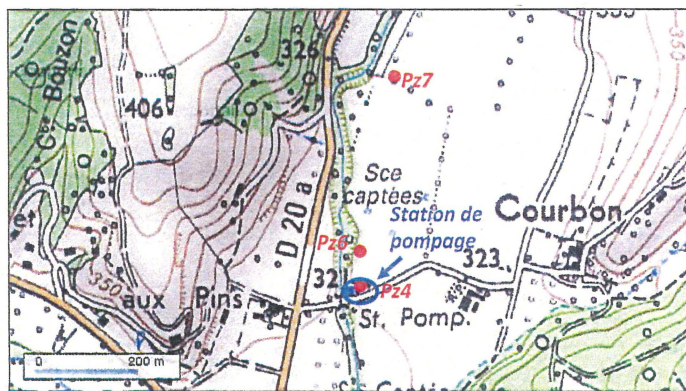


Figure 2 : Localisation des piézomètres

3 SUIVI DU POMPAGE

La Régie des Eaux a mis en fonctionnement le 15 septembre 2011 deux de trois forages de la station. Une période de repos suffisamment longue a été observée avant le début du pompage. Le troisième forage n'a pas pu être démarré en raison d'une puissance électrique insuffisante sur le site.

Le débit de pompage était de 52 et 56m³/h respectivement pour les forages F2 et F3, soit un débit total de 108m³/h. Les pompes d'exploitation ont été stoppées le 26 septembre vers 15h, soit une durée de pompage d'essai supérieure à 11 jours. La remontée du niveau a été suivie durant 9 jours.

Nous avons donc installé 3 capteurs de pression de la marque STS sur les piézomètres n°4 et 6 créés en 2010 et le piézomètre n°7 créé en 2011.

Le niveau statique sur les trois piézomètres était de 6.22, 6.33 et de 11.26m respectivement pour les piézomètres Pz4, Pz6 et Pz7.

L'histogramme du pompage d'essai est présenté sur la figure n°3 et permet d'apporter les commentaires suivants :

- ✚ Dès le lancement du pompage, les niveaux baissent rapidement pour atteindre un rabattement respectif de 0,4 et 1.3m pour Pz6 et Pz4 au bout de 10 heures. Ensuite, les niveaux d'eau entament une légère baisse régulière jusqu'à la fin du pompage sans atteindre de stabilisation
- ✚ Le temps de réaction et le rabattement est donc d'autant plus faible que la distance entre les forages de pompage et les piézomètres est grande.
- ✚ En fin de pompage, les rabattements respectifs pour les piézomètres Pz4, Pz6 et Pz7 sont de 2.53, 1.28 et 0.07m.
- ✚ Nous observons ponctuellement quelques hausses du niveau d'eau durant le pompage, notamment le 20 septembre 2011. Ceci est dû aux épisodes pluvieux des jours précédents, révélant que la nappe est assez réactive à la pluviométrie.
- ✚ 9 jours après l'arrêt du pompage, le niveau d'eau sur l'ensemble des piézomètres n'a pas retrouvé son état initial. Il manque en moyenne entre 0.2 et 0.4m pour un retour à l'état initial, observations similaires à celles des pompages d'essai réalisés en octobre 2010.
- ✚ Toutefois, malgré des résultats sensiblement identiques avec les résultats des pompages d'octobre 2010, nous avons des niveaux statiques en moyenne de 1.2m plus bas en octobre 2011, ce qui montre l'état d'étiage important de cet automne.

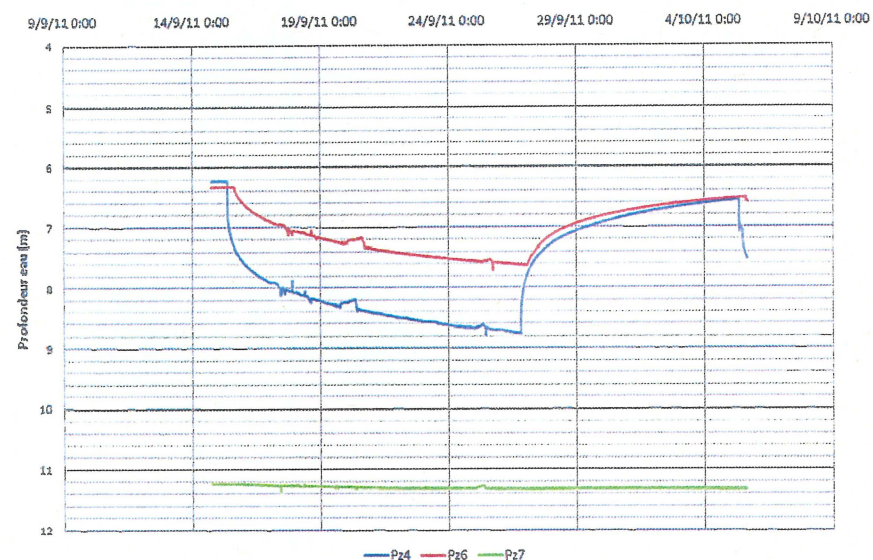


Figure 3 : Histogramme du pompage d'essai

4 CONCLUSIONS

Les mesures réalisées en septembre 2011 permettent d'apporter les conclusions suivantes :

- La lithologie de l'aquifère est sensiblement équivalente sur tout le secteur avec des niveaux productifs constitués de graviers et de galets concassés calcaires hétérogènes. Par endroit, la matrice peut être sableuse, pouvant atteindre jusqu'à 30% en proportion de matériaux. Le substratum, constitué par la molasse miocène, a été atteint à 18m de profondeur sur le nouveau piézomètre, alors qu'il a été reconnu vers 23m au niveau de la station de pompage.
- Les résultats du pompage d'essai sont globalement équivalant à ceux de 2010. Les rabattements sont toutefois plus importants en 2011 puisque la durée de pompage est 5 fois plus longue. L'influence du pompage à 108m³/h durant 11 jours est observable sur le piézomètre Pz7, avec un rabattement voisin de 0.07m.
- Les niveaux statiques sont en moyenne de 1.2m plus bas lors des essais d'octobre 2011 par rapport à ceux d'octobre 2010, ce qui montre l'état de sécheresse marqué de cette année.

Bourg de Péage, le 14 octobre 2011

Benoît BOROT
Hydrogéologue

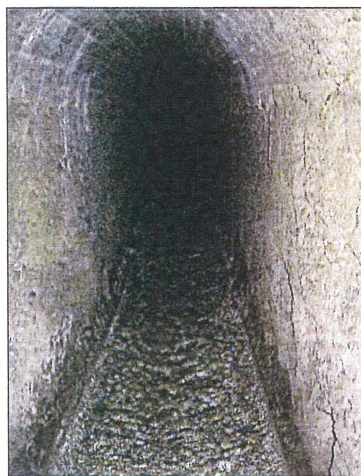


**Bureau d'études hydrogéologiques spécialisé
en mesures sur les forages**

Quartier les Drets – 26300 BOURG-DE-PEAGE
Téléphone : 04.75.47.17.17 – Télécopie : 04.75.47.07.07 – Site web : ideeseaux.com

REGIE MUNICIPALE DES EAUX DE SAINT MARCELLIN

*Diagnostic des sources de Courbon situées à
Chevrières (38)*



Vues intérieures de la galerie et de la canalisation

RAPPORT BB-110204-DIAG

Avril 2011



Adresse siège social : Quartier les Drets – 26 300 BOURG-DE-PEAGE – Tél : 04.75.47.17.17 – Fax : 04.75.47.07.07
S.A.R.L. IDEES-EAUX au capital de 85 120 € - RCS : 413 116 047 00023 – APE : 7112B
Site web : <http://www.ideeseaux.com> – Mail : ideeseaux@ideeseaux.com

2

DESTINATAIRE

Maître d'ouvrage :

M. le Directeur, M. SEVE

Régie Municipale des Eaux de Saint
Marcellin
1 bus rue Ampère
38 160 SAINT MARCELLIN

Téléphone : 04.76.64.01.81
Fax : 04.76.64.00.44

Régie Municipale des Eaux de Saint Marcellin
Diagnostic des sources de Courbon – Chevrières (38)
RAPPORT BB-110204-DIAG – Mars 2011

SOMMAIRE

1	PREAMBULE	4
2	DIAGNOSTIC VISUEL	6
2.1	LA GALERIE	6
2.1.1	La galerie.....	6
2.1.2	Les regards	7
2.2	LA CANALISATION	7
3	MESURES DU DEBIT	10
4	POMPAGE ET TRACAGE	13
5	SCHEMA ALTIMETRIQUE	16
6	CONCLUSIONS	18

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Localisation du captage AEP de la Scie – Extrait d’une carte IGN 1/25 000	5
Figure 2 : Extrait de la carte géologique de Romans au 1/50 000.....	5
Figure 3 : Schéma du regard R6	8
Figure 4 : Localisation des ouvrages	9
Figure 5 : Photographies issues du diagnostic visuel	9
Figure 6 : Schéma de principe du jaugeage.....	10
Figure 7 : Résultats de la campagne de jaugeage	12
Figure 8 : Histogramme du pompage d’essai de mars 2011	14
Figure 9 : Histogramme du pompage d’octobre 2010.....	15
Figure 10 : Synoptique de sources de Courbon.....	17

1 PREAMBULE

La Régie Municipale des Eaux de Saint Marcellin a la charge de l’exploitation et de la distribution des eaux potables aux habitants de la commune de Saint Marcellin. Pour cela, elle exploite plusieurs stations de pompage des eaux souterraines et de captage de sources. Il s’agit des stations de pompage de Lorient, la Scie et Courbon et des sources de Courbon, Fondchaud et Prébuissou.

Dans le cadre de la mise en place des périmètres de protection sur les sources de Courbon (Figure 1), l’Agence Régionale de Santé souhaite que leurs fonctionnements et leurs relations avec la nappe alluviale soient précisées.

Les sources sont constituées d’une galerie de 210m de longueur et d’une canalisation de 400m. Elles sont exploitées à la fois par la régie mais également par la commune de Chatte. Elles drainent les eaux des alluvions fluviales (Fya) constituées de sables et graviers entaillant les collines molassiques miocènes (Figure 2). Elles présentent une profondeur de 23.7m.

La régie nous a donc sollicités pour réaliser le diagnostic de ces sources situées sur la commune de Chevières.

Le programme du diagnostic des sources que nous avons proposé est le suivant :

- ✓ Inspection visuelle de la galerie et des regards d’accès pour définir leurs caractéristiques et préciser leur état.
- ✓ Mesures du débit des sources dans chacun des regards lorsque les conditions techniques le permettent.
- ✓ Nivellement de tous les regards, des forages et des piézomètres, réalisation d’un traçage et d’un pompage de 24h pour étudier les relations hydrauliques entre les sources et la nappe.

Nous sommes intervenus les 1^{er} et 2 mars 2011 pour réaliser ces mesures.

Ce rapport fait donc état des résultats du diagnostic des sources et des préconisations éventuellement à mettre en place pour l’amélioration et l’optimisation de leur exploitation.



Figure 1 : Localisation du captage AEP de la Scie – Extrait d'une carte IGN 1/25 000



Figure 2 : Extrait de la carte géologique de Romans au 1/50 000

2 DIAGNOSTIC VISUEL

Les sources de Courbon sont constituées de deux ouvrages de captage. Il s'agit d'une galerie longue de 210m et d'une canalisation béton d'un diamètre de 500mm et d'une longueur totale de 400m. Ils sont tous les deux équipés de regards de visite intermédiaires. Ces deux ouvrages acheminent les eaux captées dans un local enterré (R6) situé dans l'enceinte de la station de pompage de Courbon (Figures 3 et 4).

Pour simplifier les descriptions dans la suite de l'exposé, nous emploierons les termes de « galerie » et « canalisation » pour définir ces deux ouvrages.

Les caractéristiques de ces ouvrages sont décrites ci-dessous :

2.1 La galerie

2.1.1 La galerie

Il s'agit d'un ouvrage bâti en béton coffré avec un toit voûté d'une largeur et d'une hauteur moyenne de 0.75 et 1.55m. Le fond de la galerie est en béton avec des traces de reprise de la cimentation tous les mètres. Par endroit, on note la présence de graviers recouvrant le fond de la galerie.

Sur les 60 premiers mètres amont de la galerie, trois rangées de barbacanes sont présentes de chaque côté de la galerie (clichés 2 et 4). Les rangées se situent à 0.3, 0.5 et 0.8m au dessus du fond. L'espacement entre chaque barbacane est de 0.5m. Les barbacanes sont rectangulaires et mesurent 0.1 * 0.25m.

A 60m en aval du regard R1, une canalisation en béton d'un diamètre de 250mm provenant de l'Est est observée (clichés 6 et 7). Elle est longue d'environ 2m et des galets obstruent son extrémité. Cette canalisation était totalement sèche au moment de la visite.

Au-delà de 60m, il n'existe plus que deux rangées de barbacanes de chaque côté de la galerie. Une première rangée se situe à environ 0.4m au dessous du fond avec un espacement entre chaque barbacane compris entre 0.6 et 0.8m. La seconde rangée se situe 0.6m au dessus du fond avec un espacement plus grand entre les barbacanes d'environ 1.2m. Les barbacanes des deux rangées sont décalées en quinconce.

A 20m de la fin de la galerie, nous observons une dizaine de barbacanes rectangulaires sous le niveau d'eau en partie obstruées par des queues de renard (cliché 3).

Seulement 3 barbacanes semblent produire en amont de la galerie pour un faible débit et visuellement estimé à moins de 1m³/h (cliché 5). Les autres barbacanes ne semblent pas produire. Aucune trace de coulure n'est présente à leur base contrairement aux trois qui produisent. De plus, la trace d'un niveau haut d'eau est visible sur la paroi de la galerie seulement 0.1m au dessus du niveau d'eau actuel de la galerie. Ceci semble confirmer que la majorité des barbacanes ne produisent habituellement pas.

La configuration technique de l'ouvrage, à savoir la présence de barbacanes sur ses parois ainsi qu'un fond bétonné, semble indiquer que l'ouvrage a été conçu à l'origine pour drainer les eaux de la nappe. Toutefois, le diagnostic visuel de la galerie révèle que les barbacanes sont hors d'eau et ne fonctionnent pas, probablement lié à une baisse naturelle de la nappe.

2.1.2 Les regards

La galerie est équipée d'un regard de visite amont R1 et d'un regard intermédiaire R2 (cliché 1). Le regard intermédiaire R2 est en béton coffré d'une dimension intérieure de 1.2 * 1.0m. Les parois sont visuellement en bon état avec la présence de quelques fissures. Il présente une profondeur de 6.63m depuis le sommet du capot foug. L'accès se fait par des barreaux d'échelle scellés dans la maçonnerie. Ils sont corrodés mais apparaissent toutefois en bon état. Il n'existe pas de dispositif de sécurité obligatoire à partir de 2m de hauteur.

Le regard en surface dépasse du sol de 0.85m. Ses dimensions sont de 2.68*2.33m sur les 70 premiers centimètres puis sont de 1.51*1.35 sur les 15 derniers centimètres. Il est fermé par un capot foug aéré en fonte présentant une ouverture de 0.6m.

Le regard amont présente les mêmes caractéristiques techniques que le regard intermédiaire. La profondeur du regard est de 9.15m par rapport au sommet du capot foug. Les barreaux d'échelle sont corrodés avec par endroit des phénomènes de desquamation. L'échelle n'est toujours pas équipée de dispositif de sécurité.

Le regard est équipé d'un puits en fibro-ciment d'un diamètre intérieur de 410mm (cliché 8). La profondeur du puits est de 6.1m par rapport au sommet du tubage. Le tubage est plein sur toute la hauteur et le fond n'est pas fermé, la formation naturelle est visible. A 3.1m de la surface, le cerclage entre deux tubes a probablement cassé puisque le tubage apparaît déboîté. L'eau ne provient donc que fond de puits ce qui ne semble pas être la meilleure solution pour capter la nappe.

Notons également la présence de débris de bois, de barres métalliques et de parpaings au fond de ce regard.

Une auge métallique d'une longueur de 2.1m est présente au départ de la galerie (cliché 9), probablement pour canaliser les eaux ou mesurer le débit. Nous avons remarqué lors de notre diagnostic visuel que les eaux s'écoulant dans la galerie provenaient d'une part du puits mais également par un niveau sableux présent sous l'auge. Il ne nous a pas été possible de déterminer la part d'apport de chacune de ces deux venues.

2.2 La canalisation

Il s'agit d'une canalisation d'un diamètre intérieur de 500mm réalisée en béton coffré (clichés 4 à 6). Elle présente une longueur de 400m et se situe à proximité du ruisseau. Les parois apparaissent depuis les regards en bon état. Elle est équipée de deux regards intermédiaires R4 et R5 et d'un 3^{ème} situé en amont de la canalisation R3, tous fermés par des capots foug.

Les regards intermédiaires R4 et R5 présentent les mêmes caractéristiques techniques (cliché 7). Ils sont rectangulaires et mesurent 1.1*1.0m. Ils sont en béton coffré, les bâtis apparaissent visuellement en bon état et présentent quelques fissures. Toutefois, la base des regards est en mauvais état avec le béton qui s'effrite. Le fond est rempli de graviers dont la quantité est difficilement estimable (clichés 8 à 10). Nous ne pouvons donc pas déterminer si le fond des regards est bétonné ou non. Des graviers sont également présents sur la base des canalisations bétonnées circulaires.

L'accès se fait par des barreaux d'échelle corrodés et scellés dans la maçonnerie. Il n'y a toujours pas de dispositif de sécurité.

La profondeur des regards R4 et R5 par rapport au sommet du capot foug est respectivement de 9.49 et 7.44m.

Le regard R4 a une dimension en surface de 2.0*2.0m et son sommet dépasse de 0.51m au dessus du sol. Pour le regard R5, il mesure 1.6*1.7m et dépasse de 0.66m au dessus du sol.

Le regard R3 se situe en amont de la canalisation. Il est également en béton coffré et en bon état. Il mesure 1.0*1.0m. Sa profondeur par rapport au capot foug est de 12.03m. L'accès se fait toujours par des barreaux d'échelle scellés dans la maçonnerie. Ils sont en mauvais état avec de la desquamation par endroit. En surface, il mesure 1.72*2.0m et dépasse de 0.45m au dessus du sol.

Le fond du regard n'est pas bétonné et l'eau provient du fond au travers des graviers qui le tapissent et par les côtés du regard.

Une canalisation en béton 500mm est également présente dans ce regard sur une longueur voisine de 2m et en se dirigeant en direction du Nord. Cette canalisation était sèche au moment de nos mesures.

L'eau s'évacue en direction de R4 par l'intermédiaire d'une canalisation en béton coffré de diamètre 500mm. Toutefois dans ce regard, elle est remplie sur plus de la moitié de sa hauteur de graviers (clichés 1 à 3).

Pour le regard R6

Il s'agit du regard de collecte des eaux provenant des deux ouvrages de captage. Ce regard est composé de deux chambres séparées par un canal muni d'un caillebotis. La première, accessible par des barreaux d'échelle scellés dans la maçonnerie, récupère les eaux provenant de la galerie (Cliché 1). Les eaux de la première chambre se dirigent ensuite dans la seconde ou arrive également celles de la canalisation (Clichés 2 à 4). Sur la paroi Sud de la seconde chambre est présente deux canalisations en béton muni de vanne guillotine ouverte, de diamètre 500mm et séparées par un petit muret, permettant d'évacuer les eaux vers les réseaux de distribution (Cliché 5). En raison de la configuration technique de ces deux canalisations, autant d'eau doit approvisionner le réseau de la régie de Saint Marcellin que celui de la commune de Chatte.

Les dimensions respectives de la première et seconde chambre sont de 1.0*1.2 et 2.1*1.9m. L'eau dans la première chambre se situe à -4.3m par rapport au sol.

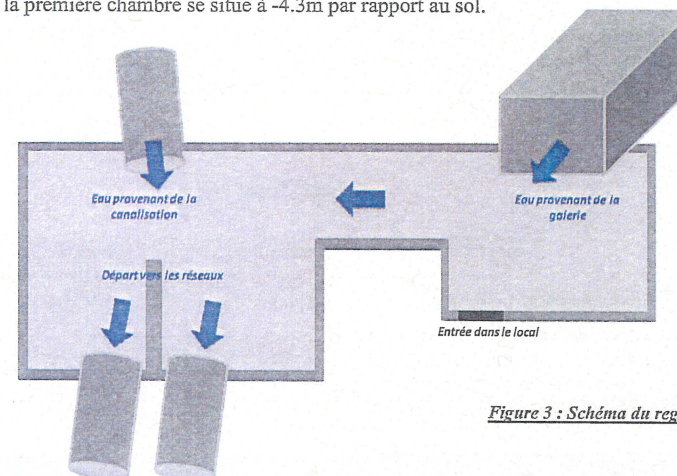
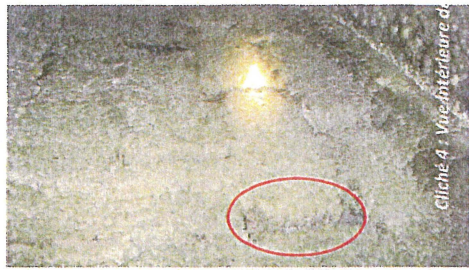


Figure 3 : Schéma du regard R6



Cliché 9 : Auge dans le ()



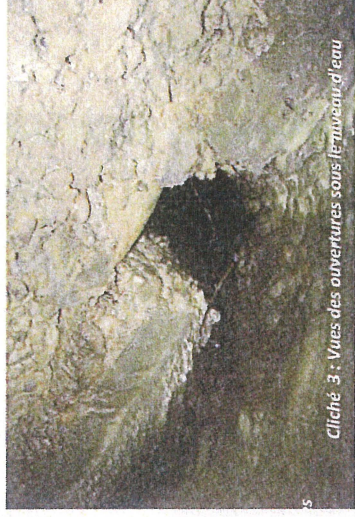
Cliché 4 : Vue intérieure de ()



Cliché 7 : Vue intérieure de la canalisation ()



Cliché 8 : Puits dans le regord ()



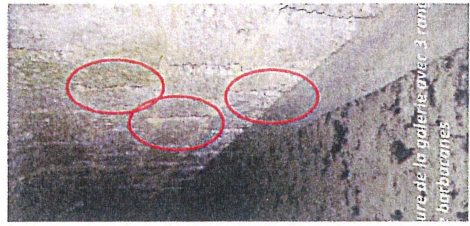
Cliché 3 : Vues des ouvertures sous le niveau d'eau



Cliché 6 : Canalisation latérale



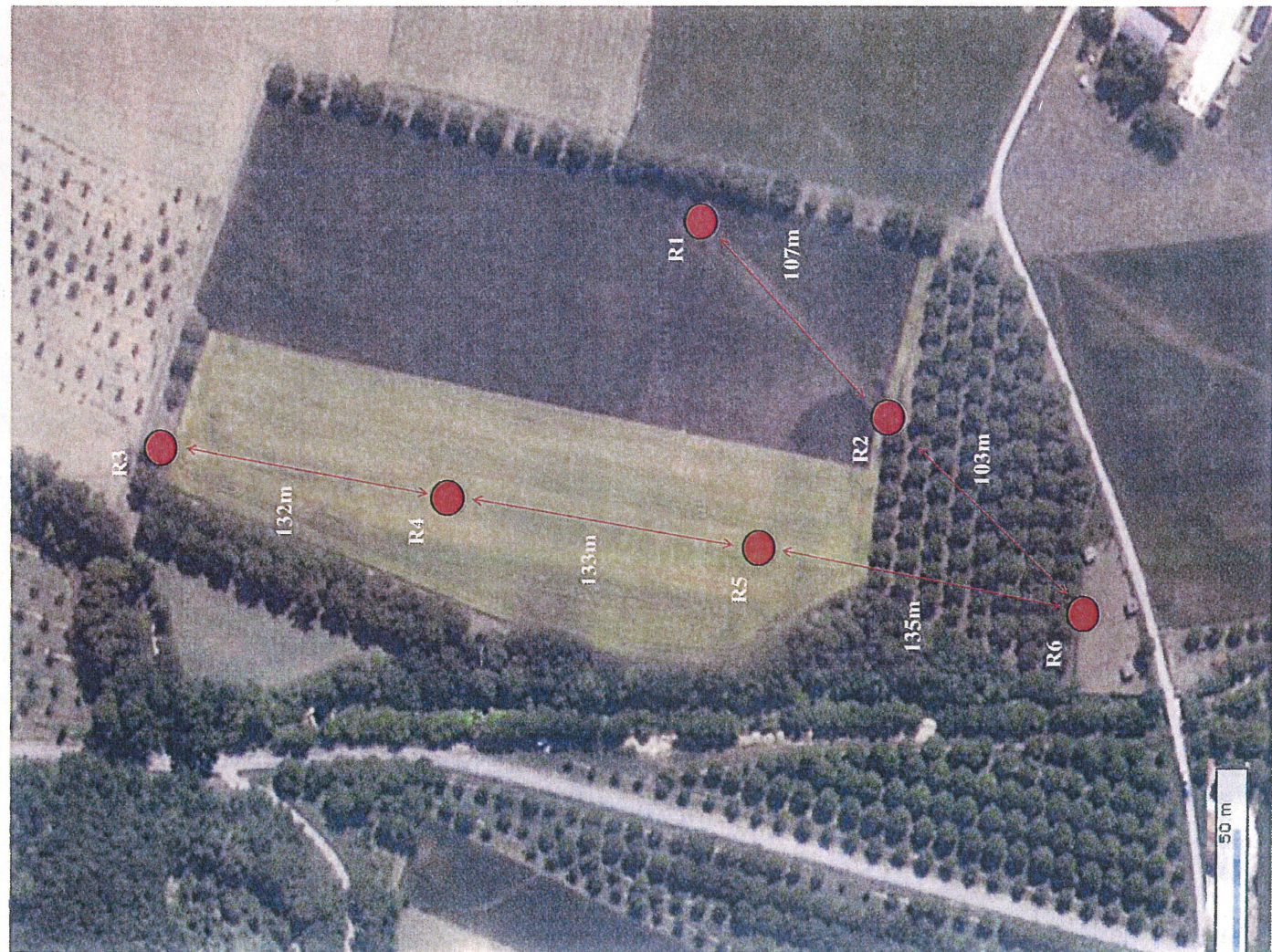
Vue intérieure du regord ()



ure de la lagelle avec 3 con ()

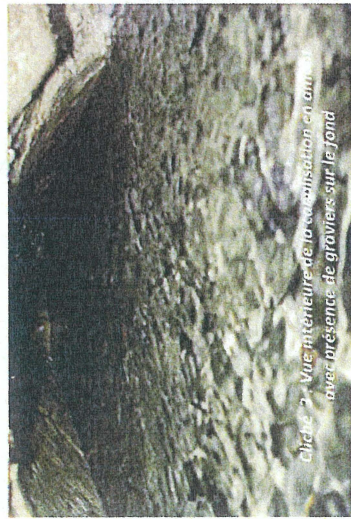


bucane "productive" ()

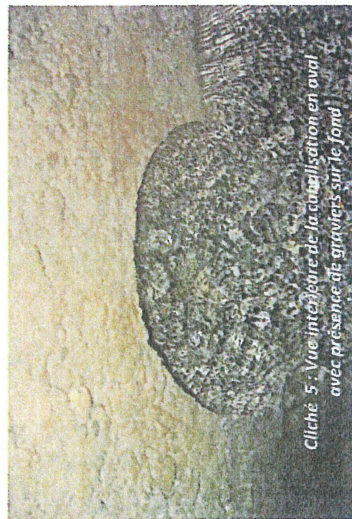




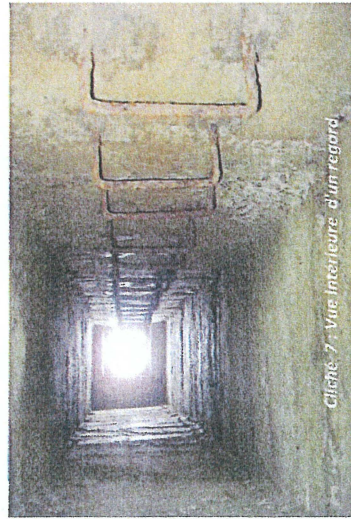
Cliché 3 : Vue intérieure de la canalisation en avalant avec présence de graviers sur le fond



Cliché 2 : Vue intérieure de la canalisation en aval avec présence de graviers sur le fond



Cliché 5 : Vue intérieure de la canalisation en aval avec présence de graviers sur le fond



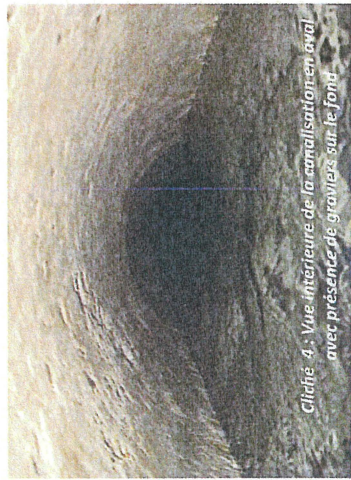
Cliché 7 : Vue intérieure d'un regard



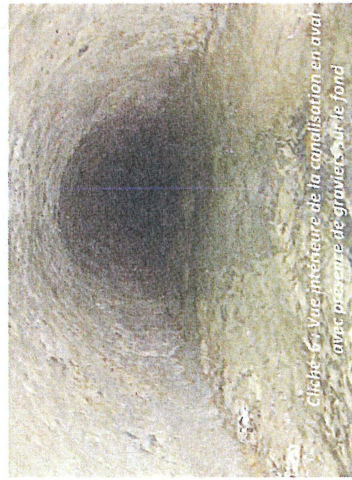
Cliché 9 : Fond du regard dégradé



Cliché 2 : Vue intérieure de la canalisation en avalant avec présence de graviers sur le fond



Cliché 4 : Vue intérieure de la canalisation en aval avec présence de graviers sur le fond



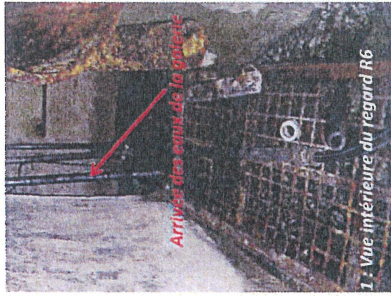
Cliché 6 : Vue intérieure de la canalisation en aval avec présence de graviers sur le fond



Cliché 8 : Fond du regard dégradé

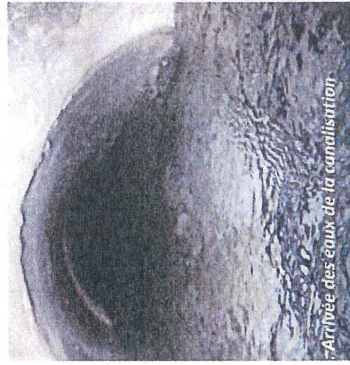


Cliché 10 : Graviers productifs dans le regard N3

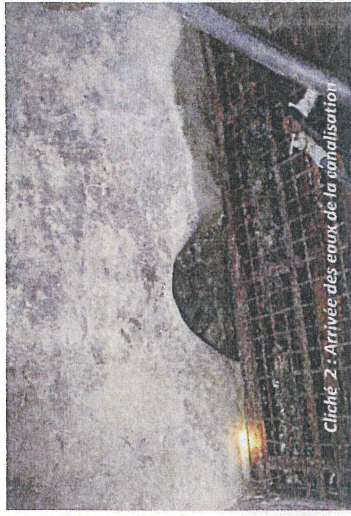


Arrivée des eaux de la grille

1 : Vue intérieure du regard R6



Arrivée des eaux de la canalisation



Cliché 2 : Arrivée des eaux de la canalisation



Cliché 4 : Arrivée des eaux de la canalisation



Cliché 5 : Arrivée des eaux vers les réseaux de St-Jacques et de Chatre

3 MESURES DU DEBIT

Objectifs

L'objectif des mesures de débits sur la galerie et la canalisation est d'observer d'éventuels échanges hydrauliques avec la nappe, se traduisant par des pertes ou des gains de débit.

Pour cela, nous avons mesuré le débit de l'eau dans chaque regard de visite à l'aide d'un courantomètre, lorsque les conditions techniques le permettaient. Ces mesures ont été réalisées en régime naturel, sans le fonctionnement des forages.



Protocole

Pour une section de cours d'eau voulue, nous mesurons des vitesses, à l'aide d'un courantomètre, sur plusieurs hauteurs pour chaque verticale. Nous obtenons donc, en intégrant une première fois les vitesses (m/s) sur chaque verticale, un profil unitaire par verticale (m²/s), puis, en intégrant les profils unitaires de chaque verticale sur toute la largeur de la section, un débit (m³/s). Ces intégrations sont nécessaires pour obtenir un résultat englobant toutes les vitesses, et non seulement les vitesses en quelques points, ce qui augmentent la précision de la mesure. Il est toutefois nécessaire d'avoir une section régulière, sans graviers en fond pour que la mesure soit représentative.

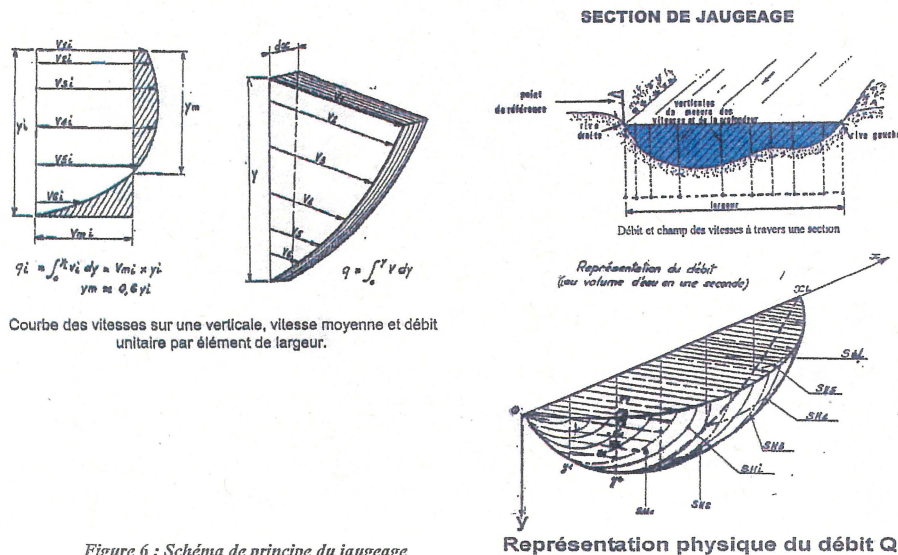


Figure 6 : Schéma de principe du jaugeage

Résultats

Les résultats sont présentés sur la carte de la figure 7 et permettent d'apporter les commentaires suivants :

- ✦ Pour la galerie, les débits mesurés au niveau des regards R1 et R2 sont sensiblement équivalents et valent respectivement 73 et 76m³/h. Il n'y aurait donc pas de pertes d'eau de la galerie vers la nappe entre ces deux regards. Au niveau du regard R1, l'eau vient pour partie par débordement de la nappe au niveau du puits et au niveau de l'aube au travers des formations sablo-graveleuses. Il n'a pas été techniquement possible de mesurer la répartition entre ces deux venues. Quelques légers suintements ont été observés sur seulement 3 barbacanes en amont de la galerie pour un débit total estimé inférieur à 1m³/h. Les autres barbacanes étaient sèches et aucune trace de suintement n'est visible indiquant qu'elles ne coulent probablement que très rarement. La hauteur d'eau moyenne dans la galerie est de l'ordre de 0.12m hormis vers le regard R6 où elle est de l'ordre de 0.5m en raison de la présence d'un déversoir. Les eaux semblent donc venir majoritairement de l'extrémité de la galerie. Toutefois, la présence de barbacanes tout au long du linéaire est d'autant de point vulnérable pour la protection de cet édifice.
- ✦ Pour la canalisation, le débit dans le regard R3 a été mesuré à 18m³/h alors qu'il est de 220 et de 205m³/h respectivement dans R4 et R5. La canalisation étant en béton, probablement étanche et la présence de graviers sur plus de la moitié de la hauteur de la canalisation du regard R3 semblerait plutôt indiquer que l'eau s'écoule au sein des graviers. Il serait donc nécessaire d'évacuer les graviers du regard R3 pour vérifier le débit et confirmer l'absence de fuite un niveau des canalisations bétonnées entre R3 et R4.
- ✦ La configuration technique du regard R6, avec l'arrivée de la galerie et de la canalisation puis du départ de canalisations vers les réservoirs n'ont pas permis de réunir des conditions satisfaisantes pour y réaliser les jaugeages. La régie nous a toutefois communiqué les débits mesurés au niveau de leur réservoir, uniquement alimentés à cette période par les sources, ce qui amène un débit total voisin de 270m³/h. Ce débit correspond au total des débits mesurés sur les regards R2 et R5 ce qui indique également qu'il n'y aurait pas d'échanges entre les galeries/canalisations et la nappe sur le linéaire compris entre le regard R6 et l'amont des 2 édifices.
- ✦ Pour conclure, les mesures réalisées semblent indiquer que la galerie et la canalisation seraient uniquement alimentées par l'extrémité des ouvrages au moment de nos mesures. La canalisation serait à l'origine d'environ 75% de la production d'eau des sources de Courbon.

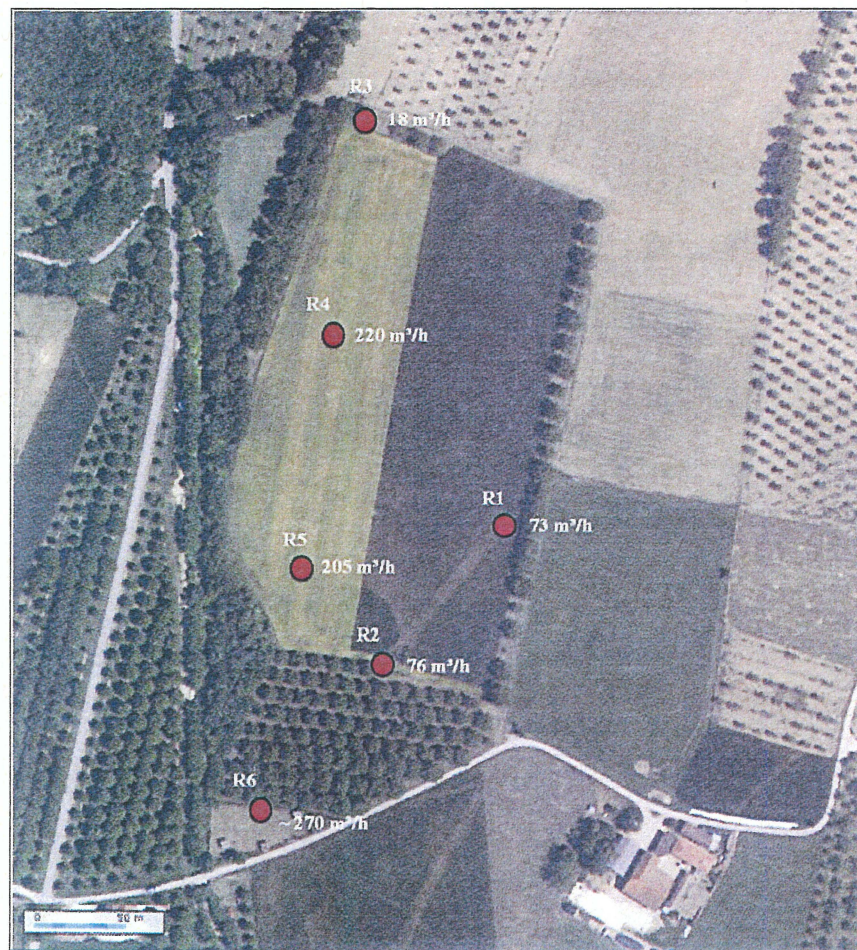


Figure 7 : Résultats de la campagne de jaugeage

4 POMPAGE ET TRACAGE

Objectifs et protocole

La mise en pompage des trois forages de la station de Courbon ainsi que la réalisation d'un traçage avaient pour objectif d'observer d'éventuelles relations entre la nappe et les galerie/canalisation.

Pour cela, les forages ont fonctionné durant 24h à leur débit d'exploitation (compris chacun entre 60 et 90m³/h) à compter du mardi 1^{er} mars à 16h. Des capteurs de pression ont été installés dans les 3 piézomètres créés en octobre 2010 et dans 3 regards : R3 et R5 pour la canalisation et R1 pour la galerie.

Après 12h de pompage, nous avons injecté 50kg de chlorure de sodium dans le regard R3 par petite dose et lentement pour tenter d'observer d'éventuelles pertes d'eau de la canalisation vers la nappe. Pour cela, nous avons installé des conductimètres dans les piézomètres Pz5 et Pz6 pour suivre l'évolution de la conductivité, une augmentation de cette dernière traduisant une arrivée de chlorure de sodium en provenance de la canalisation.

Résultats

Les résultats sont présentés sur la figure 8 et permettent d'apporter les commentaires suivants :

- ✚ Les niveaux d'eau mesurés dans les regards de la canalisation et de la galerie sont constants durant le pompage ce qui indique qu'il n'y a pas d'impact du pompage sur leur niveau.
- ✚ Concernant le niveau de la nappe suivi sur les piézomètres Pz4 à Pz6, nous observons une baisse d'autant plus faible que l'ouvrage est éloigné de la station.
- ✚ Dans le détail, les rabattements après 24h de pompage sont de 1.9, 1.07 et 0.51m respectivement sur Pz4, Pz5 et Pz6. Ils correspondent sensiblement à ceux du pompage d'octobre 2010 avec quelques légers écarts pouvant être dus à :
 - La durée de pompage différente (48h en 2010 au lieu de 24h en 2011).
 - Des débits de pompage légèrement différents puisque en 2010 nous avons intercalé des débitmètres et rallongé la colonne de refoulement de chacun des forages.
 - Un niveau statique différent entre octobre 2010 et mars 2011. Le premier pompage s'est effectué en régime de basses eaux tandis que le second de mars 2011 était plutôt en hautes eaux. La fluctuation du niveau de la nappe entre ces deux périodes est importante. Elle est comprise entre 1.73 et 2.24m selon les ouvrages.
- ✚ La baisse des niveaux observée sur les piézomètres est régulière contrairement à celle du pompage réalisée en 2010 (Figure 9). Des fluctuations anormales avaient été observées uniquement sur les piézomètres durant le pompage sans toutefois pouvoir y apporter des explications concrètes.
- ✚ Concernant le traçage, aucune trace de sel n'a été détecté sur les piézomètres de suivi Pz5 et Pz6, confirmant l'absence de relation entre la galerie/canalisation et la nappe, dans les conditions de l'essai.

	Niveau d'eau oct. 2010	Rabattement 2010 pompage 48h	Niveau d'eau mars 2011	Rabattement 2011 pompage 48h	Fluctuation nappe 2010/2011
Pz4	5,3	1,49	7,54	1,9	2,24
Pz5	4,87	1,17	6,97	1,07	2,1
Pz6	5,73	0,65	7,46	0,51	1,73

Tableau récapitulatif des pompages réalisés en octobre 2010 et mars 2011

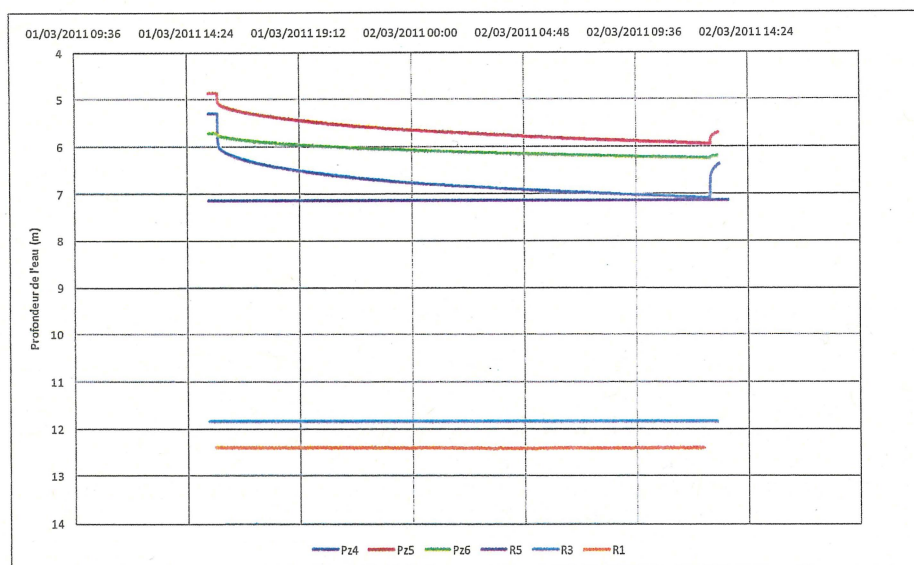


Figure 8 : Histogramme du pompage d'essai de mars 2011

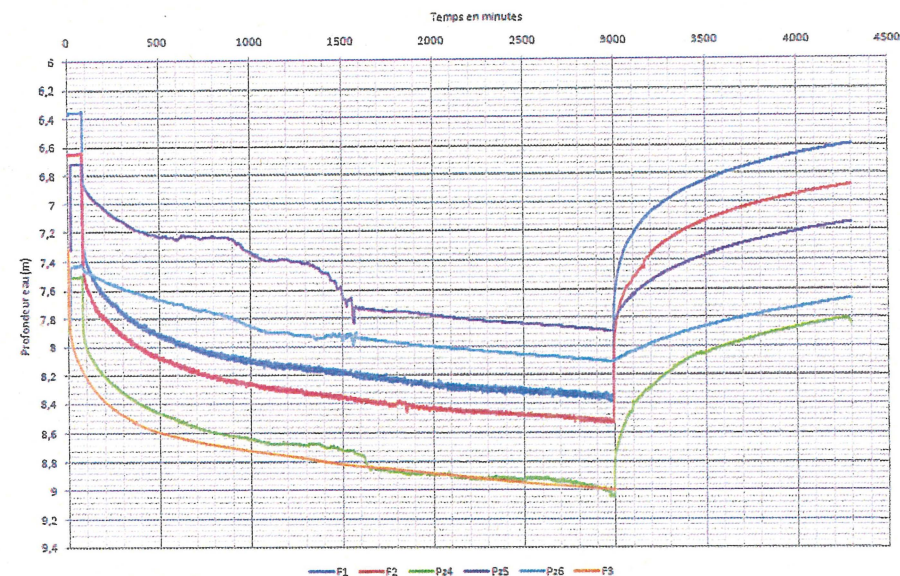


Figure 9 : Histogramme du pompage d'octobre 2010

5 SCHEMA ALTIMETRIQUE

Un nivellement par GPS des différents ouvrages et niveaux d'eau a été réalisé lors de notre intervention. Pour cela, nous avons utilisé un GPS Magellan de type Promark 500, avec une précision centimétrique pour les coordonnées X, Y et Z.

Les résultats sont portés sur le graphique de la figure 10 et permettent d'apporter les commentaires suivants :

- ✚ Pour la canalisation, le niveau d'eau dans le regard R3, soit le niveau de la nappe, se situe à 321.942m d'altitude alors qu'il est à 320.718m dans le regard R6. Cela induit une pente moyenne de 3mm / m, ce qui très faible.
- ✚ Pour la galerie, la pente est sensiblement équivalente et vaut 2.8mm / m.
- ✚ Nous avons représenté en pointillé bleu le niveau probable de la nappe. Il pourrait être légèrement plus haut que le niveau d'eau dans la galerie mais de quelques centimètres puisque les barbacanes ne coulent pas. Toutefois, il serait plus bas que celui dans la canalisation sauf entre les regards R3 et R4, où le niveau d'eau dans R3 correspond à celui de la nappe.
- ✚ La productivité des ouvrages uniquement en période de hautes eaux s'explique par le fait qu'elle dépend du niveau de la nappe et particulièrement dans les regards R1 et R3. En effet, une variation des quelques dizaines de centimètres de la nappe pourrait assécher ces ouvrages de captage. Ces ouvrages ne risquent donc pas d'être pérennes durant toute l'année puisque qu'entre les pompages d'essai d'octobre 2010 (basses eaux) et mars 2011 (hautes eaux), le niveau de la nappe a varié de plus de 2m.

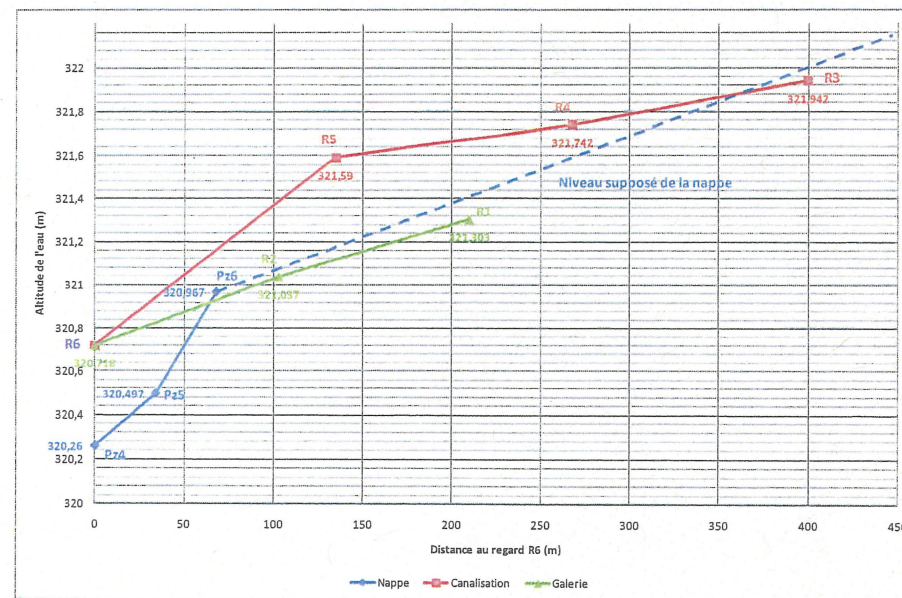


Figure 10 : Synoptique de sources de Courbon

6 CONCLUSIONS

Conclusions

Les ouvrages dits « Sources de Courbon » correspondent donc en réalité à deux ouvrages qui drainent la nappe et non à des sources sensu-stricto. Elles sont constituées de deux édifices : une galerie et une canalisation.

La galerie en béton est en bon état. Elle est équipée de nombreuses barbacanes et son fond bétonné indique qu'elle a probablement été conçue à l'origine pour drainer la nappe sur toute sa longueur. Nos observations révèlent plutôt que seul le puits situé à l'extrémité dans le regard R1 et sa périphérie immédiate participe à l'approvisionnement en eau de la galerie. L'absence de traces de suintement à la base des barbacanes et une trace de niveau d'eau haut sur les parois de la galerie située entre le niveau d'eau actuel et la première rangée des barbacanes nous confirment ce fait. Toutefois, la présence de barbacanes tout au long du linéaire est d'autant de point vulnérable pour la protection de cet édifice.

L'ouvrage « canalisation » est quant à lui constitué d'une canalisation en béton coffré de diamètre 500mm de 400m de long. Il est équipé de 3 regards de visite également répartis sur sa longueur. Dans les conditions de nos mesures, la canalisation semblerait étanche sur toute sa longueur hormis au niveau du regard R3 situé le plus en amont qui capterait la nappe. Elle participe environ pour 75% des apports en eau des sources de Courbon, soit environ 200m³/h à la période de nos mesures, soit en mars 2011.

Les eaux s'écoulant dans la canalisation et la galerie se déversent entièrement dans un local enterré situé dans l'enceinte de la station de pompage de Courbon, avant leur départ vers les réseaux d'eau de la Régie de Saint Marcellin et de la commune de Chatte. La répartition des eaux entre les deux réseaux se ferait visiblement équitablement.

La très faible pente entre les ouvrages et les fluctuations importantes de la nappe durant l'année permettent d'expliquer pourquoi les sources produisent uniquement en période de hautes eaux. Il n'y a donc aucune solution technique envisageable pour exploiter ces « sources » gravitairement durant toute l'année.

Préconisations

Dans l'optique de la mise en place des périmètres de protection sur les sources de Courbon, les préconisations quant à la poursuite de leur exploitation seraient les suivantes :

- ✚ Pour la galerie, la présence de barbacanes sur toute sa longueur, même si elles ne produisent pas, rend quasi obligatoire en l'état la mise en place d'un périmètre de protection immédiate (PPI) sur tout le linéaire de la galerie vis-à-vis de la vulnérabilité de la ressource. La mise en place d'un PPI uniquement autour du regard R1 où se trouve le puits nécessiterait d'obstruer la totalité des ouvertures de la galerie, ce qui semble être un travail considérable.
- Dans le cas où la Régie ne souhaiterait pas poursuivre l'exploitation de la galerie, il serait nécessaire de dériver les eaux avant qu'elles n'arrivent au regard de collecte, vers le ruisseau par exemple.

- ✚ Pour la canalisation, seul le regard le plus en amont participe à son alimentation. Un PPI pourrait donc être mis en place uniquement autour de ce regard en réalisant toutefois quelques travaux : évacuation des graviers du fond des regards et reprise de la cimentation du fond des regards intermédiaires, mis en place de système de protection aux échelles... L'ARS pourrait toutefois exiger la mise en place de PPI autour de chaque regard. Il semble donc envisageable de poursuivre son exploitation d'autant qu'elle participe majoritairement à la production des sources.

Bourg de Péage, le 29 mars 2011

Benoit BOROT
Hydrogéologue

Visé par :
Jérôme GAUTIER
Gérant

ANNEXE 5 : SCHEMA CHAMBRE DE COMPTAGE SUR RESEAU A.E.P. GRAVITAIRE

ALIMENTATION EN EAU POTABLE

Dossier n° : 554-02

Plan n° : 19 192

Date : 02/11/11

Echelle : sans

Dessiné par:FM

Proposition schéma chambre de comptage sur réseau A.E.P. gravitaire

VUE EN COUPE

