



SERVICE
QUALITÉ
INTÉGRITÉ

ÉTUDE PRÉLIMINAIRE

Besoins en eau potable

Municipalité de Saint-Étienne-des-Grès

Projet | P15-1050-00 | Mai 2016



GéniCité

ETUDE SUR LES BESOINS EN EAU POTABLE

Étude préliminaire – Version 100% : 18 mai 2016

Municipalité de Saint-Étienne-des-Grès

Préparé par :

François Thibodeau, ing.
Président

TABLE DES MATIÈRES

1.	MISE EN CONTEXTE.....	2
2.	BESOINS ACTUELS.....	3
3.	BESOINS FUTURS	7
4.	ÉVALUATION DES ÉQUIPEMENTS EXISTANTS.....	9
5.	CONCLUSIONS ET RECOMMANDATION	11

Annexes

Annexe A	Consommation journalière 2011-2015
Annexe B	Consommation moyenne journalière et mensuelle 2011-2015
Annexe C	Consommation journalière maximum
Annexe D	Besoins en eau futurs
Annexe E	Étude hydrogéologique

1. MISE EN CONTEXTE

Suite à des épisodes de pénurie d'eau en période de nappe basse (février-mars), la Municipalité de Saint-Étienne-des-Grès a retenu les services de la firme Génicité inc., grâce à un appel d'offres de services professionnels, afin de définir les besoins actuels et futurs en eau potable pour la municipalité.

Le présent mandat doit respecter le « Guide de conception des installations de production d'eau potable » du MDDELCC et doit couvrir les points suivants :

- Définir les besoins actuels et futurs (10, 20 et 30 ans) en eau potable;
- Évaluer le volume des fuites d'eau sur le réseau d'aqueduc;
- Évaluer le nombre théorique de futures résidences pouvant être ajoutées – vérifier pour un développement de 100 nouveaux logements;
- Suggérer des méthodes d'économie d'eau;
- Évaluer la capacité hydraulique des puits (via un mandat à un hydrogéologue);
- Évaluer la capacité de pompage des puits;
- Évaluer la réserve actuelle en eau potable (réservoirs);
- Déterminer les prochaines étapes à réaliser.

Les données suivantes ont été fournies par la municipalité de Saint-Étienne-des-Grès :

- Documents de soumission ainsi que l'addenda #01;
- Consommations journalières 2010-2015;
- Validation du modèle hydraulique du réseau d'eau potable, AquaData (2013);
- Âge moyen des immobilisations;
- Plan d'ensemble du réseau d'aqueduc;
- Établissement indice de vulnérabilité des puits – DRASTIC, Consultants HGE (2010);
- Liste des études en eau potable antérieures;
- Rapport des bris d'aqueduc;
- Différents courriels échangés.

Le présent rapport résume donc les résultats de l'étude des besoins en eau, ainsi que les conclusions et recommandations pertinentes.

2. BESOINS ACTUELS

L'Annexe 1 présente les débits de consommation journalière (distribution) fournis par la municipalité. Il n'y a pas d'utilisateur majeur sur le réseau municipal, et aucun compteur n'existe pour les abonnés du réseau.

2.1 Population actuelle

La municipalité dessert présentement (2015) environ 1076 logements, tel que précisé lors de la réunion de démarrage du projet. Selon Statistique Canada, il y avait en 2011 une population de 4185 personnes à Saint-Étienne-des-Grès, et 1730 logements, ce qui correspond à 2.42 personnes par logement en moyenne. Donc, la population raccordée est de 1076 logements x 2.42 personnes = 2604 personnes environ.

Selon les données fournies lors de l'appel d'offres, le nombre de logements évalués était de 1016 logements pour une population de 2361 personnes, ce qui correspond à une valeur de 2.32 personnes par logement. Nous retenons cependant la valeur de 2.42 qui est plus sécuritaire pour le calcul des volumes d'eau potable futurs.

2.2 Débits actuels

L'Annexe 2 présente les débits de consommation mensuels et le débit journalier moyen pour chacune des années entre 2011 et 2015. Les résultats sont les suivants :

Année	Débit journalier moyen (GIPJ)
2011	145 915
2012	164 789
2013	193 482
2014	171 632
2015	134 563

Il est surprenant de constater que la consommation journalière moyenne de l'année 2015 est beaucoup moins élevée que celle des années antérieures. Même en prenant pour hypothèse que la consommation de 2013 est sensiblement la même qu'en 2012 et 2014 une fois les pertes dues aux fuites enlevées (ce qui est d'ailleurs peu probable), la consommation de 2015 est d'environ 25% inférieure aux consommations de 2012 à 2014.

De plus, la population ayant augmentée chaque année, l'écart est en réalité plus grand que 25%.

Les raisons pouvant expliquer ces résultats sont :

- Erreur sur les compteurs d'eau;
- Baisse de pression d'opération sur le réseau d'eau potable;
- Fuites importantes sur le réseau d'aqueduc;
- Perte d'eau par les trop-pleins des réservoirs;
- Perte d'un ou plusieurs usagers importants.

Une analyse plus poussée de chacune de ces possibilités n'a pas permis de déterminer la cause exacte de cette baisse importante de consommation. On peut remarquer cependant à l'Annexe 2 que la baisse est beaucoup plus importante pour le réseau bas que pour le réseau haut.

Étant donné que le compteur Bellemare a été changé en novembre 2015 et que nous n'avons aucune donnée suite à ce changement, il faudra attendre les données ultérieures à ce changement pour vérifier si ce changement aura un effet notable sur les consommations à partir de décembre 2015.

2.3 Évaluation des fuites

La consommation moyenne par personne peut varier grandement d'une municipalité à l'autre, mais une valeur typique de 200 L/personne-d est généralement utilisée, et c'est d'ailleurs la valeur recommandée dans le « Guide de conception des installations de production d'eau potable » du MDDELCC.

Donc, la consommation strictement résidentielle (2015) serait la suivante :

$$200 \text{ L/personne-d} \times 2604 \text{ personnes} = 520\,800 \text{ Litres ou } \mathbf{114\,565 \text{ GI par jour}}$$

Les fuites seraient donc les suivantes en 2015 :

$$134\,563 \text{ GI} - 114\,565 \text{ GI} = \mathbf{19\,998 \text{ GI par jour}}, \text{ soit } \mathbf{14.9\%} \text{ de l'eau distribuée}$$

Cette valeur correspond à la perte moyenne de 15% observée dans les petites municipalités du Québec, ainsi qu'à la valeur de fuites mentionnée dans le rapport de balancement d'aqueduc de la firme Aquadata inc. en 2013.

Selon le dernier bilan en eau sur le site du MAMOT, les pertes représenteraient 183 m³/d, soit 40 252 GI par jour. Cette valeur semble cependant très élevée pour 2015, et nous retenons la valeur de 20 000 GI par jour qui semble plus réaliste. La valeur du MAMOT serait plus représentative pour les années antérieures à 2015.

2.4 Débits journaliers maximum

Le débit journalier maximum constitue une valeur plus importante à déterminer que le débit moyen, parce qu'il permet de préciser la conception des équipements d'alimentation en eau potable (puits, prises d'eau, conduites d'amenée, réservoirs, etc.)

L'Annexe 3 présente les débits journaliers maximum pour les années 2011 à 2015. Une fois les valeurs non représentatives rejetées (fuites, volume pour 2 jours, etc.), nous avons établi les valeurs suivantes de journée maximum (10 valeurs les plus élevées prises à partir des trois plus élevées de chaque année) :

Rang	Débit (GIPM)	Année
1	333 300	2014
2	332 200	2014
3	331 760	2013
4	329 440	2014
5	300 740	2011
6	299 860	2013
7	293 260	2012
8	290 540	2013
9	288 200	2012
10	287 540	2012

Nous retenons la valeur de **330 000 GI (1052 LPM)** comme valeur de journée maximum. En conséquence, les équipements de production d'eau potable doivent pouvoir fournir 330 000 GI pour suffire aux besoins actuels en eau potable de la municipalité de Saint-Étienne-des-Grès.

Il est à remarquer que cette valeur correspond à une pointe journalière équivalente à 2.45 en 2015, et à 1.71 en 2013. La pointe journalière moyenne pour une municipalité de la taille de Saint-Étienne-des-Grès est normalement de l'ordre de 2.0.

2.5 Économie d'eau

Les méthodes usuelles d'économie d'eau sont les suivantes :

- Contrôle des fuites sur le réseau d'eau potable;
- Réparation des conduites sensibles au gel (où les abonnés laissent couler l'eau l'hiver);
- Réduction de la pression sur le réseau si supérieure à 60 PSI;
- Programme de restriction d'arrosage (pelouses, lavage de voitures et d'entrées de cour, etc.);
- Programme d'installation de toilettes à débit réduit;
- Vérification de la précision des compteurs d'eau existants;

GéniCité

- Arrêt de l'alimentation des puits lorsque les réservoirs sont pleins;
- Remplacement des conduites désuètes (fonte grise en particulier).

Les fuites sont cependant dans les valeurs moyennes par rapport aux autres municipalités du Québec et il ne s'agit donc pas d'un problème majeur.

3. BESOINS FUTURS

3.1 Augmentation de la population

Selon le Schéma d'aménagement de la MRC de Maskinongé (Tableau 1.3.4.1), la population de Saint-Étienne-des-Grès a augmenté de 19.9% entre 2001 et 1991. Et entre 1976 et 2001, la population a augmenté de 74%, ce qui correspond à une augmentation décennale moyenne de 24%.

Selon Statistique Québec, les projections de population pour la municipalité de Saint-Étienne-des-Grès sont les suivantes :

Année	Population	Commentaire
2011	4270	---
2016	4525	---
2021	4810	12.6% d'augmentation en 10 ans
2026	5045	---
2031	5245	22.8% d'augmentation en 20 ans ou 9% derniers 10 ans

Ces projections de population sont plus faibles que les augmentations historiques des dernières années. D'autre part, la municipalité désire réaliser un projet de 100 nouvelles résidences, équivalent à une population de $100 \times 2.42 = 242$ personnes ou 9 % de plus que la population actuelle.

À la lumière des informations précédentes, nous retenons les augmentations suivantes pour les horizons de 10, 20 et 30 ans :

Année	Horizon	Population	% Augmentation/10 ans	% Augmentation
2016	---	2604	---	---
2026	10 ans	2932	12.6	12.6
2036	20 ans	3225	10	23.8
2046	30 ans	3548	10	36.3

3.2 Besoins futurs en eau potable

En considérant la valeur de journée maximum déterminée à la section 2.4 et les projections de population de la section 3.1, nous pouvons établir les besoins en eau pour les horizons de 10, 20 et 30 ans :

Année	Horizon	Journée maximum (GIPJ)	% d'augmentation
2016	---	330 000	---
2026	10 ans	371 580	12.6
2036	20 ans	408 540	23.8
2046	30 ans	449 790	36.3

On conçoit les installations de production d'eau potable en tenant compte des projections suivantes :

- La période de conception est fixée à 30 ans pour les prises d'eau, les réservoirs d'entreposage d'eau brute, les barrages et les conduites d'adduction qui sont complexes et coûteuses à agrandir;
- La période de conception est fixée à 20 ans ou plus pour le génie civil des installations de traitement;
- La période de conception est ramenée à 10 ans ou plus pour les éléments mécaniques.

Pour la recherche en eau, nous retenons donc un horizon de 30 ans, tout comme pour la conception des réservoirs d'eau potable. Pour la sélection des pompes, un horizon de 10 ans est suffisant.

En conséquence, nous considérons que les besoins futurs en eau potable sont de **450 000 GIPJ (1420 LPM)**, ce qui permettra de répondre aux besoins des 30 prochaines années.

4. ÉVALUATION DES ÉQUIPEMENTS EXISTANTS

4.1 Capacité actuelle du système d'alimentation en eau potable

Le rapport de validation du modèle hydraulique du réseau d'eau potable, réalisé en 2013 par la firme Aquadata inc., indique que la capacité de production est de 165 000 GIPJ pour le poste des Pins, et de 133 600 GIPJ pour le poste Bellemare, pour un total de **298 600 GIPJ (942 LPM)**. Cela semble consistant avec les valeurs de consommations journalières maximum déterminées à la section 2.4.

Par ailleurs, il ne faut pas oublier qu'en période de nappe basse (février et mars), la capacité d'alimentation est réduite parce que le puits #2 ne fonctionne plus (à sec). Par contre, il n'y a jamais eu jusqu'à maintenant de pénurie d'eau d'alimentation, les puits ont toujours fourni adéquatement la demande de consommation, même pour les journées maximum.

Un mandat a été donné à un hydrogéologue (Arrakis Consultants inc.) afin de déterminer plus précisément la capacité actuelle des puits, ainsi que celle des aquifères.

Cette étude, réalisée en 2016 par la firme Arrakis Consultants inc. et présentée à l'Annexe 4, démontre que la capacité actuelle maximum des installations est de **1340 LPM**.

En considérant l'hypothèse d'une progression constante et régulière des besoins en eau pour les prochaines années, la capacité actuelle des installations est suffisante jusqu'en 2039, tel que le montre le graphique de l'Annexe 5.

4.2 Évaluation des réserves d'eau potable

La municipalité possède deux réservoirs, soit le réservoir Des Pins à 250 000 GI, et le réservoir Bellemare à 180 000 GI.

La capacité requise de réserve doit pouvoir répondre à toute demande, plus particulièrement, il faut pouvoir fournir la réserve d'équilibre, la réserve d'incendie, ainsi que la réserve d'urgence et de production. Le calcul de chacune de ces réserves est réalisé en conformité avec la méthode indiquée dans le manuel « Distribution et collecte des eaux » de François G. Brière (2012).

- Réserve d'équilibre : Au cours d'une journée, lorsque la demande en eau est supérieure à la capacité de production, c'est dans la réserve d'équilibre que les pompes puisent. Cette valeur correspond à 20% de la journée maximum, soit : $20\% \times 330\,000\text{ GI} = \mathbf{66\,000\text{ GI}}$
- Réserve d'incendie : Le « Guide de conception des installations de production d'eau potable » du MDDELCC mentionne que la réserve incendie doit pouvoir fournir un minimum de 2000 L/min durant une heure. Cette valeur est peu utilisée et il est plus courant et sécuritaire de déterminer cette valeur selon le « Guide relatif à la réalisation des réseaux d'eau aux fins de la protection contre l'incendie (1999) » du Service d'inspection des assureurs incendie (Canada). Selon ce guide, le débit incendie requis pour une maison typique en bois avec éloignement des autres bâtiments entre 3 et 10 mètres nécessite 4000 L/min durant 1.5 heure, soit : $4000\text{ L/min} \times 1.5 \times (60\text{ min/hre}) / 4.5459\text{ L/GI} = \mathbf{79\,192\text{ GI}}$

- Réserve d'urgence et réserve de production : Ces réserves sont habituellement de 4 heures chacune, soit : $(4h \times 2) / 24 \text{ hres} \times 330\,000 \text{ GI} = \mathbf{110\,000 \text{ GI}}$

La réserve totale correspond à la somme de ces réserves, soit **255 192 GI**. La réserve totale de la municipalité étant de **430 000 GI** (soit 250 000 GI + 180 000 GI), elle s'avère donc suffisante pour les besoins actuels.

Pour les besoins futurs (30 ans), la réserve requise devient :

- Réserve d'équilibre : 20% de 450 000 GI = **90 000 GI**
- Réserve incendie : identique, soit **79 192 GI**
- Réserve d'urgence et de production : $8 \text{ h} / 24 \text{ h} \times 450\,000 \text{ GI} = \mathbf{150\,000 \text{ GI}}$

La réserve totale requise pour les besoins futurs (30 ans) est donc de **319 192 GI**, et les équipements actuels demeurent suffisants pour ces conditions futures.

5. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATION

Les principales conclusions de cette étude sont donc les suivantes :

- Besoins en eau (conditions actuelles) : **1052 LPM** (330 000 GIPJ)
- Besoins en eau (conditions futures – 30 ans ou 2046) : **1420 LPM** (450 000 GIPJ)
- Alimentation en eau actuelle (**1340 LPM**) suffisante jusqu'en 2039 en considérant une progression constante et régulière
- Réserves en eau actuelles : **suffisantes pour les besoins actuels et futurs**

Concernant la diminution de la consommation en eau potable en 2015 par rapport aux années antérieures, il n'a pas été possible de conclure quant aux causes de cette diminution. La raison la plus probable serait la fiabilité des compteurs dans le passé, puisque les fuites, les baisses de pression, les pertes d'eau par trop plein aux réservoirs ainsi que l'absence d'usager majeur ne justifient pas une telle baisse de la consommation moyenne. L'étude de la firme Arakis a permis de confirmer que les compteurs actuels sont suffisamment fiables et précis.

La détermination des besoins actuels et futurs a pu cependant être vérifiée avec suffisamment de fiabilité pour les besoins de la municipalité à moyen et long terme.

Les résultats de l'étude hydrogéologique démontrent qu'un débit de **288 LPM** est disponible actuellement (1340 LPM – 1052 LPM) pour l'augmentation de population (débit maximum), ce qui correspond à une population supplémentaire de **1037 personnes ou 428 logements**, en considérant une consommation de 200 L/pers.-jour, une pointe journalière de 2.0 et 2.42 personnes par logement.

La municipalité n'a donc pas de problème d'alimentation en eau potable à court (10 ans) et à moyen terme (20 ans).

Nous recommandons cependant à la municipalité de :

1. Faire un suivi régulier des fuites et les réparer dès que décelées;
2. Établir un programme d'économie d'eau tel que suggéré à la section 2.5;
3. Faire un suivi régulier des capacités des puits actuels afin de déceler rapidement tout changement;
4. Faire une étude pour l'installation d'un système de compteurs à différents endroits du réseau d'aqueduc, lesquels compteurs seraient reliés à un système de télémétrie qui achemine les informations à un système centralisé

Annexe A Consommation journalière 2011-2015

MUNICIPALITÉ DE SAINTE-ÉTIENNE-DES-GRÈS													
ANALYSE DES CONSOMMATIONS 2011-2015 - JOURNÉE MAXIMUM													
An	Jr	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
2011	1	154400	120340	220000	120560	162800	190960	130240	182160	144540	114620	126720	126500
	2	163020	124080	230560	138600	144980	200420	160160	152460	139480	147180	66000	115500
	3	157300	152740	254760	156200	130900	185900	166760	132660	140580	164340	128260	138600
	4	172700	111100	198880	85360	135960	196680	137720	128480	154440	156200	122540	111540
	5	154440	141900	164780	153120	127600	225060	154220	147400	144980	132660	115200	127600
	6	171380	118140	142120	92840	138820	267740	163900	165660	175340	156200	141020	117480
	7	168520	125400	108900	131560	114180	202400	133980	177100	150480	133320	145860	115940
	8	186560	121000	119900	128040	148500	190080	144980	151580	155760	121880	132440	112200
	9	129580	125400	119240	115280	185680	202840	129580	139920	118800	135300	125400	118140
	10	181060	123420	120340	139700	168300	182600	147620	136620	149380	133760	112420	127600
	11	220220	118580	113300	157080	154880	178420	168300	148500	140360	168080	115940	148280
	12	167640	114630	114840	123420	146520	172040	205040	144320	157300	108460	122540	102740
	13	159280	126280	121880	126280	146080	143220	245960	131560	142340	121440	150260	122980
	14	142780	141240	139040	119900	174240	124740	246180	140140	137720	117920	91080	111100
	15	134420	155100	123640	126940	155320	143440	300740	136400	138820	110220	118360	117480
	16	150040	91960	118140	127600	161480	171820	163460	128920	138160	117040	117260	113520
	17	168740	147400	116820	84700	145200	199320	175780	152680	133760	145200	114840	115060
	18	154880	90420	119640	158840	156860	188100	205040	144540	160820	121220	115500	136840
	19	207240	128480	132000	131560	139920	152680	166320	145860	167860	120560	106480	142780
	20	225200	111320	140140	119020	146960	199320	198000	135740	152680	122980	121660	118360
	21	205700	141900	97240	130680	190960	199540	182160	154440	157060	123200	143000	125400
	22	191180	119240	121000	95040	207340	165880	163240	151800	117920	100100	122100	130680
	23	260480	174900	125180	134860	186560	182820	159940	129800	128700	126720	124520	120120
	24	218680	205040	123640	137280	168740	146920	167200	138600	141240	136620	123200	131780
	25	161480	209660	117480	132440	180620	127820	194700	135960	183480	127160	113300	162800
	26	140800	201080	115060	144980	168300	120120	178200	152680	133540	108240	112640	129580
	27	144980	225500	137060	117040	146740	131120	203720	120560	165000	115940	127160	128040
	28	114400	243100	148940	128040	146520	145860	220880	135740	146520	121000	132220	118800
	29	115940		116380	138160	154000	128040	179920	148500	150260	113740	124080	98560
	30	121660		134860	128700	166540	117480	168080	151360	123640	132860	117260	106700
	31	139040		139260		190520		173360	150260		121880		146300

LÉGENDE:

	3 journées maximum de l'année
	fuite d'aqueduc corrigée
	donnée non considérée (fuite ou autre)

MUNICIPALITÉ DE SAINTE-ÉTIENNE-DES-GRÈS													
ANALYSE DES CONSOMMATIONS 2011-2015 - JOURNÉE MAXIMUM													
An	Jr	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
2012	1	124520	103400	112200	135080	227700	207240	219120	25080	173360	187220	139040	150920
	2	102520	96580	111980	117920	222200	181940	220440	228580	182600	149600	150040	173580
	3	126500	107580	133980	132280	213400	171160	250140	237160	190960	145640	141020	181060
	4	100540	107800	130460	116820	254760	192500	216920	216040	244200	146300	161260	171380
	5	95700	129580	83600	139480	160820	181500	187440	201960	174380	137060	177100	155760
	6	107580	92180	115280	112420	199980	195800	205480	152900	188100	126500	146080	171160
	7	117480	110660	109560	137060	152680	183260	201300	178640	168960	141240	143660	161260
	8	106260	109340	113520	140800	264440	192280	236940	185000	155540	147181	144540	150480
	9	118800	105160	108240	132880	155540	187660	224180	175340	168080	176000	158620	166980
	10	106260	105820	113080	146960	168960	222640	242440	194480	183700	141020	147180	183040
	11	103620	107580	113520	129800	160380	215380	245300	154280	191840	148500	175780	167200
	12	101860	111320	126720	134200	183260	226600	267080	170720	135960	147400	177320	170720
	13	106480	116820	115940	142340	206800	191180	276100	171380	182380	131560	167860	172700
	14	96580	112420	111320	124740	177980	205040	298760	168080	181500	149160	177980	174460
	15	117920	106040	113740	193160	200860	233600	248160	177540	154440	161920	154660	166320
	16	116600	111320	113960	143660	169620	249040	297000	153780	163680	147400	164780	192280
	17	111980	110220	124960	148720	161260	258280	236500	161920	187660	122100	174900	188760
	18	105820	101200	113080	155760	174900	261580	195360	158840	164560	161040	176880	179300
	19	110220	164120	102960	141240	185900	277860	197120	155760	143880	146080	176000	160380
	20	101420	90200	111760	146960	238040	74140	220660	172700	149380	124540	163900	161700
	21	100980	112200	143220	133980	273900	313500	223740	173580	152240	150480	185900	167080
	22	133320	112420	160600	141900	293260	269940	358380	168080	148940	163020	143220	181280
	23	105380	114180	160820	162580	173580	288200	155760	179960	203500	148720	166980	173140
	24	108240	106920	153780	135960	216480	225280	213180	191180	124960	155540	153560	178420
	25	110220	105160	169620	132220	222640	287540	183920	174460	145860	153120	173360	180840
	26	97020	115060	181280	169620	223080	141900	207680	206140	154660	162140	196460	180180
	27	101420	142340	169840	135740	194040	176880	217360	242220	138600	131560	150260	184360
	28	98340	108020	124520	126940	279400	173360	241780	168740	161480	168300	161920	148940
	29	100540	113080	108680	219120	192280	201520	235180	168080	165000	170060	159500	187440
	30	117260		114180	153560	172920	213620	277860	188320	136840	146300	163630	171160
	31	106260		130020		201740		324060	191180		147400		174240

LÉGENDE:

	3 journées maximum de l'année
	fuite d'aqueduc corrigée
	donnée non considérée (fuite ou autre)

MUNICIPALITÉ DE SAINTE-ÉTIENNE-DES-GRÈS													
ANALYSE DES CONSOMMATIONS 2011-2015 - JOURNÉE MAXIMUM													
An	Jr	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
2013	1	170720	173580	168520	185020	232320	126720	154220	203280	194480	194940	179080	194480
	2	181720	164560	157520	212300	293040	192060	215600	185240	191180	193820	180180	205040
	3	176440	185460	190520	181500	235180	220000	185290	179080	290540	192720	204380	186340
	4	170720	188980	189860	182820	245080	331760	181720	196240	171600	187440	199600	180180
	5	168740	177540	178420	183700	391820	244860	176220	198000	185680	177320	181720	179960
	6	178860	171820	180620	170500	360140	201520	163860	201080	188760	195780	182380	175780
	7	182820	175340	171380	185020	294800	261800	187660	209660	176880	211420	181280	176880
	8	172920	168080	184140	205040	282260	140140	221760	216260	191620	182600	183480	185900
	9	179520	158620	188100	183040	318560	145200	208120	185460	210760	184360	168300	211640
	10	159500	181060	186340	183700	246180	188540	218460	178420	186120	180840	192500	189420
	11	174900	190300	195360	179520	227700	234740	161700	199760	175780	182380	210980	188100
	12	175780	170280	184580	187880	242880	199980	198440	231000	186040	182380	173800	194700
	13	154220	169620	180620	171460	260920	261140	207900	189200	190520	202620	183700	184580
	14	185240	177540	175120	203720	235400	207680	276100	192280	171600	193820	177100	172920
	15	188100	176440	184800	216700	178640	154000	276320	191400	185460	202840	178640	192940
	16	172040	166100	170720	201740	166760	199100	289080	200640	202400	180180	165220	208340
	17	170940	185240	187880	194920	167420	185460	299860	180180	186120	175780	184800	190740
	18	181720	196240	202620	193600	148280	157520	225500	206800	190080	178860	198440	184800
	19	167200	176660	180180	192500	205040	167860	231440	219340	196020	170500	185240	187000
	20	179520	176660	196900	191400	190960	192060	185020	209660	179300	192280	181940	176660
	21	187440	176220	162800	203060	207460	205480	210760	242440	179740	200200	166320	170280
	22	182820	182820	185680	226600	148500	170720	239580	229900	194260	178860	174240	181500
	23	271700	163020	160820	207240	144980	170280	231440	186560	203720	181500	168520	207240
	24	270380	197340	196460	182180	160600	177760	217360	188760	192720	176660	186120	189200
	25	192500	190520	197560	202400	105380	200200	208120	209440	183700	181280	212960	229240
	26	168520	179300	188540	210980	151140	193160	221760	226160	177100	161040	182820	188320
	27	183260	175340	180620	205260	174460	171380	240900	189860	184140	190520	183040	192060
	28	190960	189200	186340	227920	167640	154000	242200	201740	179520	203280	171380	193600
	29	176220		165440	277420	178860	134200	223520	203940	195800	179740	181940	198220
	30	204160		193380	254980	150700	159500	201080	198660	214720	192060	165880	200420
	31	145420		190960		182600		194920	177100		173140		197340

LÉGENDE:

	3 journées maximum de l'année
	fuite d'aqueduc corrigée
	donnée non considérée (fuite ou autre)

MUNICIPALITÉ DE SAINTE-ÉTIENNE-DES-GRÈS													
ANALYSE DES CONSOMMATIONS 2011-2015 - JOURNÉE MAXIMUM													
An	Jr	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
2014	1	198880	153780	146080	170500	182380	294360	263780	144540	159500	144100	120560	121660
	2	189200	171160	174240	169620	184141	333300	272800	161480	181060	145420	142340	110220
	3	202180	183480	181060	175120	179740	229020	241340	166320	142340	153120	158840	110220
	4	185020	169180	221760	165000	210320	167860	204600	188100	151580	146300	135080	99000
	5	192940	160820	219560	167860	218900	177540	212740	198440	144980	162580	136400	107140
	6	192720	160820	248820	181940	192060	160820	242000	157740	148940	158840	139700	94380
	7	225800	163680	169620	205260	206580	164120	245300	178420	142340	145200	127600	117420
	8	186340	172920	159720	184580	212520	241340	182820	165000	174460	125840	121660	137000
	9	189200	210540	168960	179080	216920	281160	219280	207900	159500		147400	108900
	10	187880	221540	238040	176880	197780	248380	190080	208120	151580	135960	170720	105160
	11	174240	191620	115280	179960	248380	235980	184580	231880	152020	117700	111320	119460
	12	198440	165220	167200	170500	270380	212960	200640	229460	141680	141460	125840	32500
	13	188100	161040	207900	183040	239360	164780	196240	162580	152240	143000	121220	99660
	14	163900	151140	169620	205040	230560	146520	162800	135520	142340	178420	124080	115720
	15	159940	158400	149820	183480	216260	168520	184360	134200	154880	139700	116600	135080
	16	159060	172920	172920	187880	236060	209440	150480	126940	154000	130240	131120	117260
	17	162580	187000	186120	165220	192720	188760	172480	133980	126280	125840	167860	97680
	18	153120	195360	166980	168960	231880	182160	175340	153560	135080	122100	104940	104720
	19	174240	156640	165000	187000	265980	173580	186340	148940	132660	141240	123200	105380
	20	182160	145120	161260	197340	289080	204160	207460	162806	126500	152240	126280	100320
	21	166320	163240	187440	196240	270820	194920	211420	169180	145420	135740	122100	122980
	22	168300	162360	131560	216920	252120	228360	234740	142780	159500	127600	116820	124740
	23	161480	170060	174460	191620	230780	275220	215160	154880	139700	133980	133100	114180
	24	169620	194700	191620	185900	249260	204380	172700	178640	134640	123860	149600	108240
	25	166360	167640	174680	183700	287760	220660	198220	238480	141680	120780	124520	119240
	26	180180	164120	168520	179520	306020	168960	175780	167420	139260	135740	125180	108460
	27	179520	158840	159940	183700	321646	205260	191400	185240	131120	154880	108020	114620
	28	159280	163240	170720	220660	329440	218900	168740	165680	155320	131120	106920	118140
	29	162580		157520	201960	332200	242880	146960	189420	174680	128040	88160	116320
	30	157080		179960	185900	282040	260920	154660	150260	145640	132220	108680	132660
	31	160160		189640		237600		166980	162580		126500		113080

LÉGENDE:

	3 journées maximum de l'année
	fuite d'aqueduc corrigée
	donnée non considérée (fuite ou autre)

MUNICIPALITÉ DE SAINTE-ÉTIENNE-DES-GRÈS													
ANALYSE DES CONSOMMATIONS 2011-2015 - JOURNÉE MAXIMUM													
An	Jr	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
2015	1	120060	121440	116160	109780	127820	169840	133980	145640	158400	123640	124080	
	2	113740	126720	121000	108680	113300	164340	135520	135720	176440	123860	125620	
	3	126500	115280	108460	94160	179520	137060	142340	173360	136840	103180	109340	
	4	113080	112640	106920	115720	222200	161700	147620	151140	140800	128260	107360	
	5	127380	109340	110220	119680	160820	152240	169840	133760	139020	142780	110000	
	6	112860	116820	113960	115060	163240	112420	185680	126940	151360	124520	110220	
	7	116600	97240	105380	139040	166760	214720	199540	145640	149600	126720	103180	
	8	113520	117700	115060	104500	183040	171820	157740	133540	171600	124960	122540	
	9	106040	130240	133320	111540	159280	213620	176660	133540	144540	118360	128920	
	10	103840	116380	108680	107800	197560	179960	175780	160160	135740	109120	112860	
	11	114620	108240	111320	102740	154660	272140	192940	161480	134860	130680	113300	
	12	131340	116820	106920	121000	115500	229680	201960	136180	133540	103840	106480	
	13	108460	104500	106920	155760	132220	130020	249260	114620	127600	152900	107760	
	14	108460	93500	107800	121000	128920	180400	227040	127600	139480	123200	95700	
	15	110440	118580	173580	107800	156200	207900	177100	126060	116600	121880	120340	
	16	111660	124740	59840	110220	148500	162800	166760	142340	141900	110880	134860	
	17	94600	112640	109120	112640	188760	137940	181940	175340	130240	111100	108680	
	18	123420	103180	115720	96800	238700	155760	139260	184800	139700	125400	107580	
	19	130680	107580	110000	126500	240460	174020	145640	170280	119900	147400	117260	
	20	118580	108460	111320	141900	180840	136840	118800		137500	117920	112200	
	21	118360	101200	96580	117920	161920	163900	158840	292600	147400	102960	100760	
	22	106700	115940	123420	113740	150920	160820	102300	138380	139700	113080	115280	
	23	106040	128260	134200	109340	139040	182380	133100	152020	133760	114180	133100	
	24	97680	110660	104500	115500	204600	115060	137720	183420	139260	105160	120780	
	25	117040	113960	113740	111540	216920	182820	131780	159500	132000	118800	104720	
	26	128920	112860	112420	117920	140800	188980	130460	142120	114180	132000	106040	
	27	114400	110220	109780	137720	165660	174680	161000	144100	145860	112200	103400	
	28	108900	99880	92840	114180	139040	170500	163240	139700	153780	115500	88000	
	29	110000		117480	117920	129580	155100	173140	148060	122200	106920	103400	
	30	110660		130460	116160	148500	150040	177980	150700	110440	108960	131340	
	31	98120		112860		162580		159720	179740		98340		

LÉGENDE:

	3 journées maximum de l'année
	fuite d'aqueduc corrigée
	donnée non considérée (fuite ou autre)

Annexe B Consommation moyenne journalière et mensuelle 2011-2015

CONSOMMATION MENSUELLE ET JOURNALIÈRE (2010-2015)

MOIS	RÉSEAU BAS					
	ANNÉE					
	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Janvier	-	2 825 380	1 932 040	3 418 800	2 653 700	1 731 900
Février	3 196 080	2 225 310	1 963 720	2 929 080	2 424 180	1 509 420
Mars	-	2 495 240	2 458 120	2 732 400	2 701 820	1 627 780
Avril	3 344 900	2 261 600	2 405 260	3 160 400	2 663 980	1 630 860
Mai	162 140	2 533 520	3 388 000	3 653 100	3 768 286	2 352 460
Juin	3 363 580	2 761 180	3 419 420	2 928 420	3 422 020	2 330 900
Juillet	-	2 956 980	3 853 740	3 565 310	3 090 200	2 408 080
Août	3 428 020	2 318 800	2 918 120	3 391 740	3 023 696	1 953 080
Septembre	1 521 200	2 342 780	2 834 840	3 177 960	3 042 520	2 083 040
Octobre	3 154 340	2 167 440	2 735 300	3 152 160	2 109 360	1 958 060
Novembre	2 857 080	1 818 660	2 805 440	2 905 380	2 051 760	1 684 720
Décembre	2 690 820	2 219 800	3 190 320	2 697 420	2 135 740	-

Moyenne journalière 79 251 92 889 103 321 90 899 63 875

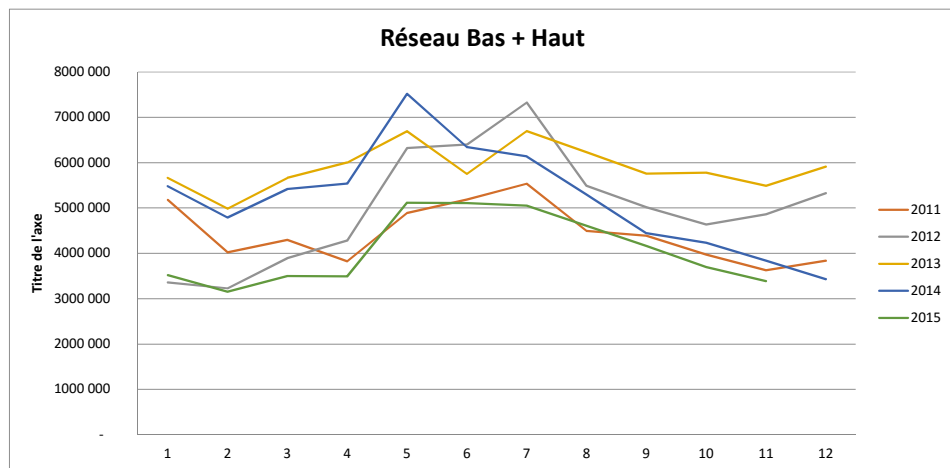
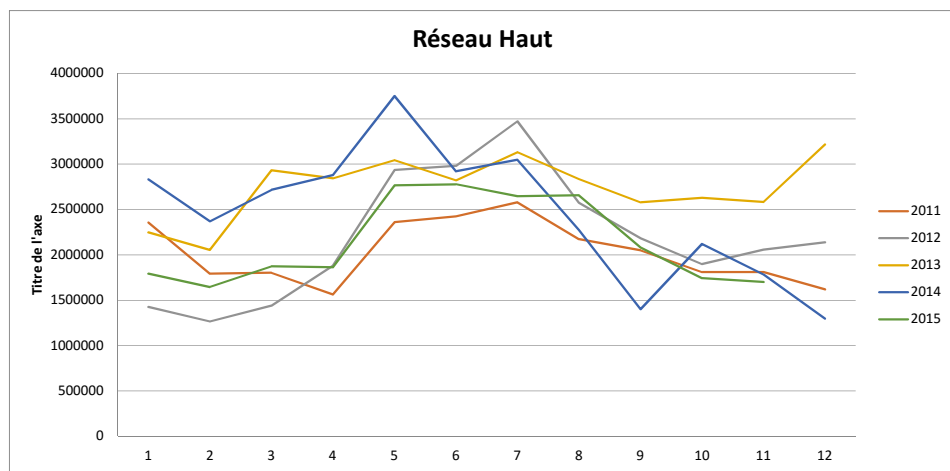
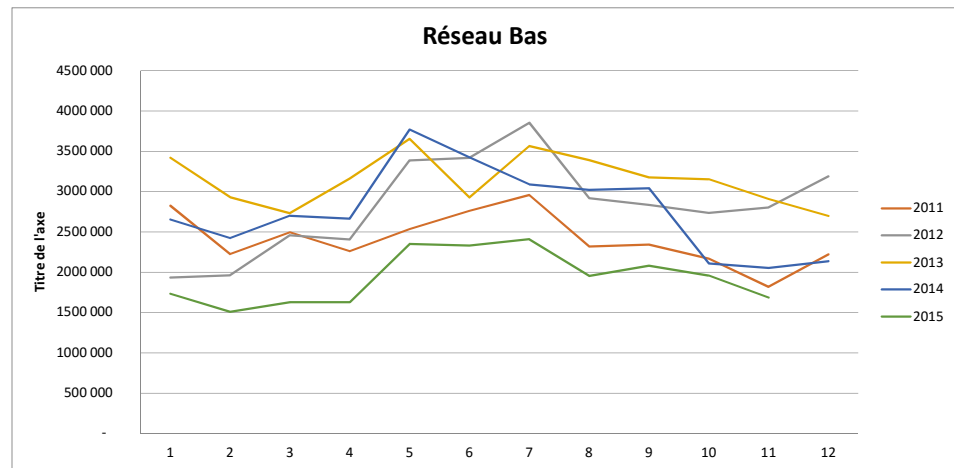
MOIS	RÉSEAU HAUT					
	ANNÉE					
	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Janvier	4 309 000	2354490	1425600	2246200	2831400	1 789 800
Février	2 764 600	1793040	1265000	2054800	2369480	1 645 600
Mars	4 107 000	1803600	1438800	2930400	2714200	1 872 200
Avril	2 778 600	1562220	1878580	2843720	2876400	1 863 400
Mai	450 000	2358400	2934800	3042600	3750600	2 765 400
Juin	2 950 200	2422200	2981000	2820400	2920600	2 778 600
Juillet	-	2578400	3471600	3130600	3047000	2 646 600
Août	3 077 800	2173600	2574000	2835800	2274800	2 655 400
Septembre	1 579 600	2048280	2182400	2578400	1401400	2 081 200
Octobre	2 706 000	1808400	1898600	2629000	2120800	1 740 640
Novembre	2 474 000	1810600	2057000	2580600	1784200	1 700 380
Décembre	2 404 600	1619200	2136200	3216400	1295800	-

Moyenne journalière 66 664 71 900 90 161 80 733 70 688

MOIS	TOTAL BAS+HAUT					
	ANNÉE					
	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Janvier	11 805	5 179 870	3 357 640	5 665 000	5 485 100	3 521 700
Février	5 960 680	4 018 350	3 228 720	4 983 880	4 793 660	3 155 020
Mars	4 107 000	4 298 840	3 896 920	5 662 800	5 416 020	3 499 980
Avril	6 123 500	3 823 820	4 283 840	6 004 120	5 540 380	3 494 260
Mai	612 140	4 891 920	6 322 800	6 695 700	7 518 886	5 117 860
Juin	6 313 780	5 183 380	6 400 420	5 748 820	6 342 620	5 109 500
Juillet	-	5 535 380	7 325 340	6 695 910	6 137 200	5 054 680
Août	6 505 820	4 492 400	5 492 120	6 227 540	5 298 496	4 608 480
Septembre	3 100 800	4 391 060	5 017 240	5 756 360	4 443 920	4 164 240
Octobre	5 860 340	3 975 840	4 633 900	5 781 160	4 230 160	3 698 700
Novembre	5 331 080	3 629 260	4 862 440	5 485 980	3 835 960	3 385 100
Décembre	5 095 420	3 839 000	5 326 520	5 913 820	3 431 540	-

Moyenne	Maximum
3 870 186	5 665 000
4 356 718	5 960 680
4 480 260	5 662 800
4 878 320	6 123 500
5 193 218	7 518 886
5 849 753	6 400 420
6 149 702	7 325 340
5 437 476	6 505 820
4 478 937	5 756 360
4 696 683	5 860 340
4 421 637	5 485 980
3 934 383	5 913 820

Moyenne journalière 145 915 164 789 193 482 171 632 134 563 Moyenne journalière



Annexe C Consommation journalière maximum

JOURNÉES MAXIMUM (3 PAR ANNÉE)

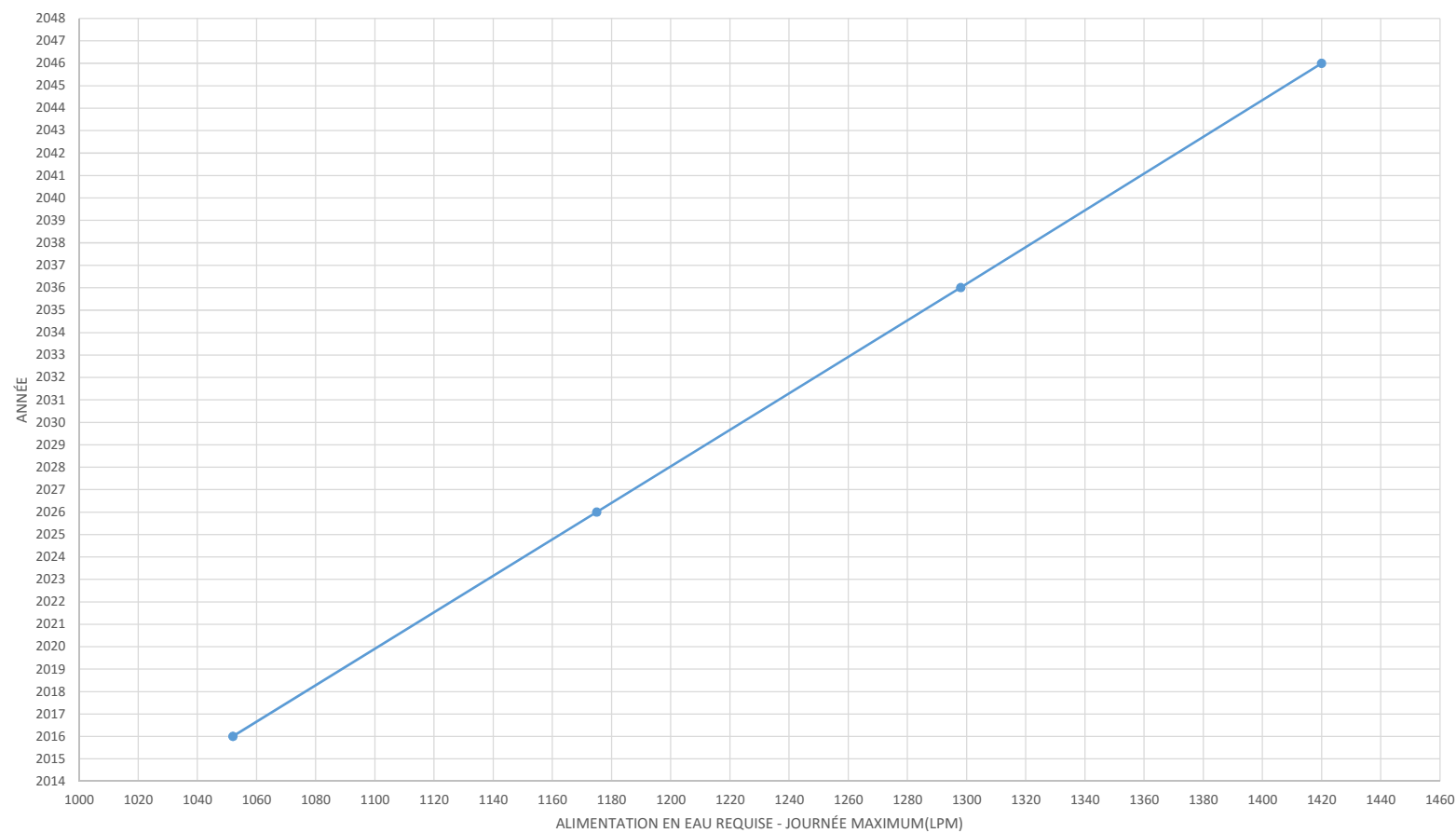
Résumé	Année	2011	2012	2013	2014	2015
333300	2014	300740	358380	391820	333300	292600
332200	2014	267740	324060	360140	332200	272140
331760	2013	260480	313500	331760	329440	249260
329440	2014	254760	298760	318560	321646	240460
300740	2011	246180	297000	299860	306020	238700
299860	2013	245960	293260	294800	294360	229680
293260	2012	243100	288200	293040	289080	227040
290540	2013	230560	287540	290540	287760	222200
288200	2012	225500	279400	289080	282040	216920
287540	2012	225200	277860	282260	281160	214720
272140	2015	225060	277860	277420	275220	213620
267740	2011	220880	276100	276320	272800	207900
249260	2015	220220	273900	276100	270820	204600
246180	2011	220000	269940	271700	270380	201960
240460	2015	218680	267080	270380	265980	199540

LÉGENDE:

	3 journées maximum de l'année
	fuite d'aqueduc corrigée
	donnée non considérée (fuite ou autre)

Annexe D Besoins en eau futurs

MUNICIPALITÉ DE SAINT-ÉTIENNE-DES-GRÈS
Besoins en eau futurs



Annexe E Étude hydrogéologique

Municipalité de Saint-Étienne-des-Grès



Source : http://www.tourismemaskinonge.qc.ca/fr/a_decouvrir/saintetiennedesgres.asp

Avis hydrogéologique aux puits P-1, P-2, P-4, P-5 et P-6

Dossier A0283-06
Rapport A0283-06A

Mai 2016



470-7050 boul. Hamel Ouest
Québec, QC G2G 1B5
Téléphone : (418) 877-6168
Télécopie : (418) 877-0388
Courriel : arrakis@arrakis-consultants.ca
Site internet : www.arrakis-consultants.ca

Municipalité de Saint-Étienne-des-Grès



Avis hydrogéologique aux puits P-1, P-2, P-4, P-5 et P-6

Rapport

Dossier : A0283-06
Rapport : A0283-06A


Christine Bélanger, ing., M.Sc.
N° de membre OIQ : 5020247


Dominique Proulx, ing., M.Sc.
Hydrogéologue
N° de membre OIQ : 34995

Mai 2016

Table des matières

TABLE DES MATIÈRES	I
LISTE DES FIGURES	II
LISTE DES TABLEAUX	II
LISTE DES ANNEXES	II
1. INTRODUCTION.....	1
1.1 CONTEXTE	1
1.2 OBJECTIFS	1
2. TRAVAUX RÉALISÉS	2
2.1 VISITE PRÉLIMINAIRE	2
2.2 TRAVAUX DE TERRAIN	3
2.2.1 Vérification du rendement hydraulique de P-6	3
2.2.2 Vérification du débit unitaire	3
2.2.3 Vérification du comportement des puits dans leur mode d'exploitation actuel	3
3. RÉSULTATS	4
3.1 RENDEMENT HYDRAULIQUE DE P-6	4
3.2 PRÉSENTATION DES RÉSULTATS DES ESSAIS DE DÉBIT	6
3.2.1 Secteur des Pins	6
3.2.1.1 Puits P-1	6
3.2.1.2 Puits P-2	6
3.2.1.3 Puits P-6	7
3.2.2 Secteur Bellemare	7
3.2.2.1 Puits P-4	7
3.2.2.2 Puits P-5	8
3.3 PRÉSENTATION DES RÉSULTATS DU SUIVI DU COMPORTEMENT DES PUIITS	8
3.3.1 Secteur des Pins	8
3.3.1.1 Puits P-1	9
3.3.1.2 Puits P-2	10
3.3.1.3 Puits P-6	12
3.3.2 Secteur Bellemare	13
3.3.2.1 Puits P-4	13
3.3.2.2 Puits P-5	14
4. CONCLUSIONS.....	16
4.1 RENDEMENT HYDRAULIQUE DE P-6	16
4.2 CAPACITÉ DE POMPAGE INDIVIDUELLE ACTUELLE ET GLOBALE DES PUIITS	16
4.2.1 Puits P-1	16

4.2.2 Puits P-2	16
4.2.3 Puits P-6	17
4.2.4 Puits P-4	17
4.2.5 Puits P-5	18
4.2.6 Capacité de production globale des installations de prélèvement d'eau	18
4.3 CAPACITÉ DE PRODUCTION EN REGARD DE LA RECHARGE	18
4.4 DÉBIT UNITAIRE DES PUIITS	20

Liste des figures

Figure 1 : Essai de pompage par paliers au puits P-6	5
Figure 2 : Suivi au puits P-1 entre le 10 et 31 mars 2016	9
Figure 3 : Suivi au puits P-2 entre le 10 et 31 mars 2016	11
Figure 4 : Suivi au puits P-6 entre le 10 et 31 mars 2016	13
Figure 5 : Suivi au puits P-4 entre le 10 et 31 mars 2016	14
Figure 6 : Suivi au puits P-5 entre le 10 et 31 mars 2016	15

Liste des tableaux

Tableau 1 : Déroulement des travaux	2
Tableau 2 : Résultats de l'essai de pompage par paliers	6
Tableau 3 : Comparaison des débits au puits P-1	6
Tableau 4 : Comparaison des débits au puits P-2	6
Tableau 5 : Comparaison des débits au puits P-6	7
Tableau 6 : Comparaison des débits au puits P-4	7
Tableau 7 : Comparaison des débits au puits P-5	8

Liste des annexes

Annexe 1 : Données des essais de pompage par paliers au puits P-6 (2005 et 2016)
--

Municipalité de Saint-Étienne-des-Grès	Avis hydrogéologique aux puits P-1, P-2, P-4, P-5 et P-6 Rapport A0283-06	Dossier no : A0283-06
		Date : Mai 2016

1. INTRODUCTION

1.1 CONTEXTE

La municipalité de St-Étienne-des-Grès tire son approvisionnement en eau de cinq puits tubulaires aménagés dans deux secteurs de son territoire. Ces puits sont âgés de plus de 50 ans dans le cas du puits P-1, d'environ 30 ans dans le cas des puits P-2, P-4 et P-5 et d'une dizaine d'années en ce qui concerne le puits P-6. À l'exception de P-6, les puits municipaux ont fait l'objet de nombreuses interventions dans les années passées qui ont démontré que le potentiel de captage des installations de prélèvement d'eau souterraine est limité en raison de la faible épaisseur saturée de la formation aquifère dans laquelle ils sont aménagés. De plus, l'âge de certains ouvrages et leur faible rendement ont conduit à leur abandon (les anciens puits P-2 et P-3).

Devant l'accroissement de ses besoins en eau, la municipalité envisage une augmentation de sa capacité de production d'eau potable par l'ajout éventuel d'un nouvel ouvrage de prélèvement d'eau souterraine. Cependant, la municipalité désire au préalable obtenir un portrait à jour de la situation des puits actuels en matière de capacité de production. Ces informations sont essentielles afin de déterminer la capacité actuelle globale de ses installations en regard de ses besoins en eau. C'est dans ce contexte que la municipalité de Saint-Étienne-des-Grès a confié un mandat à la firme Arrakis Consultants pour la réalisation d'une étude hydrogéologique aux puits P-1, P-2 et P-6 du secteur des Pins et aux puits P-4 et P-5 du secteur Bellemare.

1.2 OBJECTIFS

Les travaux de la présente étude poursuivent les objectifs suivants :

- Établir la capacité de pompage individuelle actuelle des puits;
- Établir la capacité de production globale des installations de prélèvements d'eau souterraine;
- Produire un avis préliminaire concernant la capacité de production globale des puits en regard de la recharge disponible.

Municipalité de Saint-Étienne-des-Grès	Avis hydrogéologique aux puits P-1, P-2, P-4, P-5 et P-6 Rapport A0283-06	Dossier no : A0283-06
		Date : Mai 2016

2. TRAVAUX RÉALISÉS

Le tableau 1 présente un résumé des démarches et du déroulement des travaux dans le cadre de ce mandat.

Tableau 1 : Déroulement des travaux

Date	Puits	Travaux
19 février	Tous	Visite préliminaire pour définir les travaux préparatoires qui devaient être réalisés aux différents puits
22 février	N/A	Transmission des consignes au personnel de la municipalité pour la réalisation des travaux préparatoires à effectuer aux différents puits
8 mars	N/A	Confirmation de la réalisation des travaux préparatoires par la municipalité
10 mars	P-6	Installation des enregistreurs automatiques dans P-6 et un puits d'observation et mesure de la sonde dans P-6
		Réalisation d'un essai de pompage par paliers
		Concomitamment à l'essai, vérification du débit unitaire
	P-1	Installation de l'enregistreur automatique dans le puits d'observation de P-1
		Essai de pompage de 30 minutes, vérification du débit unitaire
	P-2	Installation des enregistreurs automatiques dans le puits P-2 et dans son puits d'observation
		Essai de pompage de 30 minutes, vérification du débit unitaire
11 mars	P-5	Installation de l'enregistreur automatique dans le puits P-5 et dans son puits d'observation
	P-4	Installation de l'enregistreur automatique dans le puits P-4 et dans son puits d'observation.
	P-4 et P-5	Tournée des niveaux d'eau dans le secteur Bellemare (les puits ayant été arrêtés la veille)
Du 10 au 31 mars	Tous	Suivi du comportement aux puits dans le mode d'exploitation actuel
		Réception des enregistreurs automatiques et des feuilles du registre du suivi de l'exploitation
6 avril	N/A	

2.1 VISITE PRÉLIMINAIRE

Une visite préliminaire a eu lieu le 19 février par M. Dominique Proulx, ing., conjointement avec les employés municipaux afin de définir les travaux préparatoires qui devaient être réalisés aux différents puits. Une liste détaillée a été envoyée à la municipalité pour permettre de réaliser les aménagements nécessaires à la collecte des données.

Municipalité de Saint-Étienne-des-Grès	Avis hydrogéologique aux puits P-1, P-2, P-4, P-5 et P-6 Rapport A0283-06	Dossier no : A0283-06
		Date : Mai 2016

2.2 TRAVAUX DE TERRAIN

2.2.1 VÉRIFICATION DU RENDEMENT HYDRAULIQUE DE P-6

Un essai de pompage par paliers a été réalisé au puits P-6 le 10 mars afin d'en vérifier le rendement hydraulique puisqu'aucune vérification dans ce sens n'avait été réalisée depuis son aménagement en 2005. Cet essai devait être réalisé dans les mêmes conditions que l'essai du même type réalisé lors de sa construction à l'aide de la pompe en place aux débits de 120, 230, 330 et 430 L/min, à raison de 60 minutes par paliers. Or, en raison d'un problème technique, l'essai de pompage a plutôt été réalisé aux débits de 115, 186, 255 et 350 L/min. Les résultats sont présentés à la section 3.1.

2.2.2 VÉRIFICATION DU DÉBIT UNITAIRE

Lors d'une première visite effectuée le 7 janvier 2016, nous avons constaté une différence significative entre le débit moyen journalier calculé à partir des données du registre d'exploitation et les valeurs de débit rapportées dans les différents documents consultés. Cette observation laissait supposer que le débit exploité à chaque puits était supérieur aux valeurs indiquées dans les différentes études antérieures. Nous avons donc procédé à une vérification sommaire du débit unitaire de la pompe de chacun des puits. Pour se faire, un pompage d'une durée moyenne de 30 minutes a été réalisé à chaque puits et le débit a été mesuré par le compteur volumétrique installé à chaque puits ainsi qu'à l'aide d'un tube diaphragmé. Pour les puits P-4 et P-5, les débits obtenus ont pu être également comparés avec les données des compteurs numériques qui donnent les débits instantanés. Finalement, pour le puits P-6, la vérification du débit unitaire a été réalisée concomitamment à l'essai par paliers. Les résultats sont présentés à la section 3.2.

2.2.3 VÉRIFICATION DU COMPORTEMENT DES PUIITS DANS LEUR MODE D'EXPLOITATION ACTUEL

Le suivi du comportement des puits dans leur mode d'exploitation actuel permet de suivre en continu les variations du niveau d'eau en réponse au fonctionnement de leur pompe respective. La vérification du comportement des puits s'est faite par le suivi du niveau d'eau dans chaque puits du 10 au 31 mars 2016. Pour ce faire, un enregistreur de niveau d'eau programmable a été installé dans chaque puits et dans leur puits d'observation le plus près. La variation de la pression atmosphérique fut également mesurée à l'aide d'un enregistreur électronique pour la totalité du suivi pour permettre la correction des données de pression d'eau.

Ces données sont destinées à établir si les puits sont exploités de façon optimale en fonction des débits qui y sont soutirés et considérant leurs caractéristiques (profondeur du puits, sommet de la crépine, etc.). À cet égard, les données des registres journaliers d'exploitation ont été compilées pour la période de suivi durant laquelle nos instruments de mesure étaient en place afin d'évaluer le débit moyen

Municipalité de Saint-Étienne-des-Grès	Avis hydrogéologique aux puits P-1, P-2, P-4, P-5 et P-6 Rapport A0283-06	Dossier no : A0283-06
		Date : Mai 2016

journalier exploité à chaque puits. De même, une recherche d'informations a été réalisée afin de retrouver les caractéristiques des puits qui permettront de juger de la capacité des puits.

Seul le puits P-1 n'a pas pu être suivi à l'aide d'un enregistreur de niveau d'eau puisqu'il était impossible d'y en insérer un ; son puits d'observation a par contre été suivi à l'aide d'un enregistreur automatique. Le personnel de la municipalité a donc réalisé un suivi manuel trois fois par jour au puits selon la procédure suivante :

- Prise de mesure du niveau d'eau le matin au début de la journée de travail du personnel de la municipalité et ensuite mise en marche de la pompe pour la journée.
- Prise de mesure du niveau d'eau le midi.
- Prise de mesure du niveau d'eau à la fin de la journée de travail et arrêt de la pompe.

Puisque les employés ne travaillaient pas durant la fin de semaine et que le vendredi représente seulement une demi-journée de travail, cette portion des données est manquante. Durant ces périodes, le puits P-1 a été remis en mode automatique qui l'a fait fonctionner de concert avec P-2 et P-6. Considérant cette situation, c'était la seule approche possible afin d'obtenir une meilleure approximation du comportement de P-1.

De plus, puisque le comportement du niveau d'eau était suivi manuellement par le personnel et que le suivi devait durer deux semaines, la période de suivi s'est donc étendue entre 14 au 28 mars. En raison de l'horaire chargé du personnel de la municipalité, les enregistreurs automatiques n'ont pu être retirés des puits avant le 31 mars et ils nous ont été envoyés le 4 avril.

3. RÉSULTATS

3.1 RENDEMENT HYDRAULIQUE DE P-6

L'essai de pompage par paliers qui a eu lieu le 10 mars 2016 a permis d'évaluer le rendement hydraulique du puits P-6. Le puits avait été arrêté la veille, ce qui a permis au niveau d'eau d'atteindre un niveau de 5,19 m par rapport au sommet du tubage avant le début de l'essai. Comme mentionné précédemment, pour cet essai le puits a été pompé à des débits successifs de 115, 186, 255 et 350 L/min pendant 60 minutes pour chacun des paliers.

Lors de cet essai, le niveau d'eau du puits P-6 a été mesuré à l'aide de l'enregistreur automatique qui y a préalablement été glissé, mais il également a fait l'objet de lectures manuelles du niveau d'eau de façon continue. Le puits d'essai à proximité du puits P-6 (identifié SEG-21) a été suivi de façon automatique avec un enregistreur et de façon manuelle sporadiquement afin d'évaluer de façon sommaire l'effet du pompage de P-6 à cet endroit.

Municipalité de Saint-Étienne-des-Grès	Avis hydrogéologique aux puits P-1, P-2, P-4, P-5 et P-6 Rapport A0283-06	Dossier no : A0283-06
		Date : Mai 2016

Le comportement du niveau d'eau durant les essais par paliers de 2005 et de 2016 est illustré à la figure 1. En considérant l'essai de 2016, on peut conclure que pour tous les paliers le niveau de l'eau s'est stabilisé rapidement. Au débit le plus important (350 L/min), le rabattement maximal observé a été de seulement 0,7 m, ce qui indique une capacité spécifique de près de 501 L/min par mètre. Le tableau 2 présente les résultats des essais de pompage par paliers de 2005 et de 2016. Puisque les deux essais de pompage par paliers (2005 et 2016) n'ont pas été réalisés aux mêmes débits, une analyse graphique a été réalisée afin de permettre une meilleure comparaison des deux essais. L'analyse graphique des données permet d'évaluer la capacité spécifique moyenne du puits P-6 à 480 L/min par mètre de rabattement pour l'essai de 2016, alors qu'elle était de 606 L/min par mètre de rabattement en 2005, ce qui représente une perte de capacité de l'ordre de 20% par rapport à la capacité spécifique initiale (2005). À partir de l'analyse graphique, il est également possible de conclure que le rabattement aurait été de 0,90 m si le débit de 433 L/min avait été atteint. Dans ces conditions, on obtient une capacité spécifique de 481 L/min par mètre, soit 21% inférieure à la valeur de 2005 au même débit, ce qui est cohérent avec la valeur obtenue par la méthode graphique.

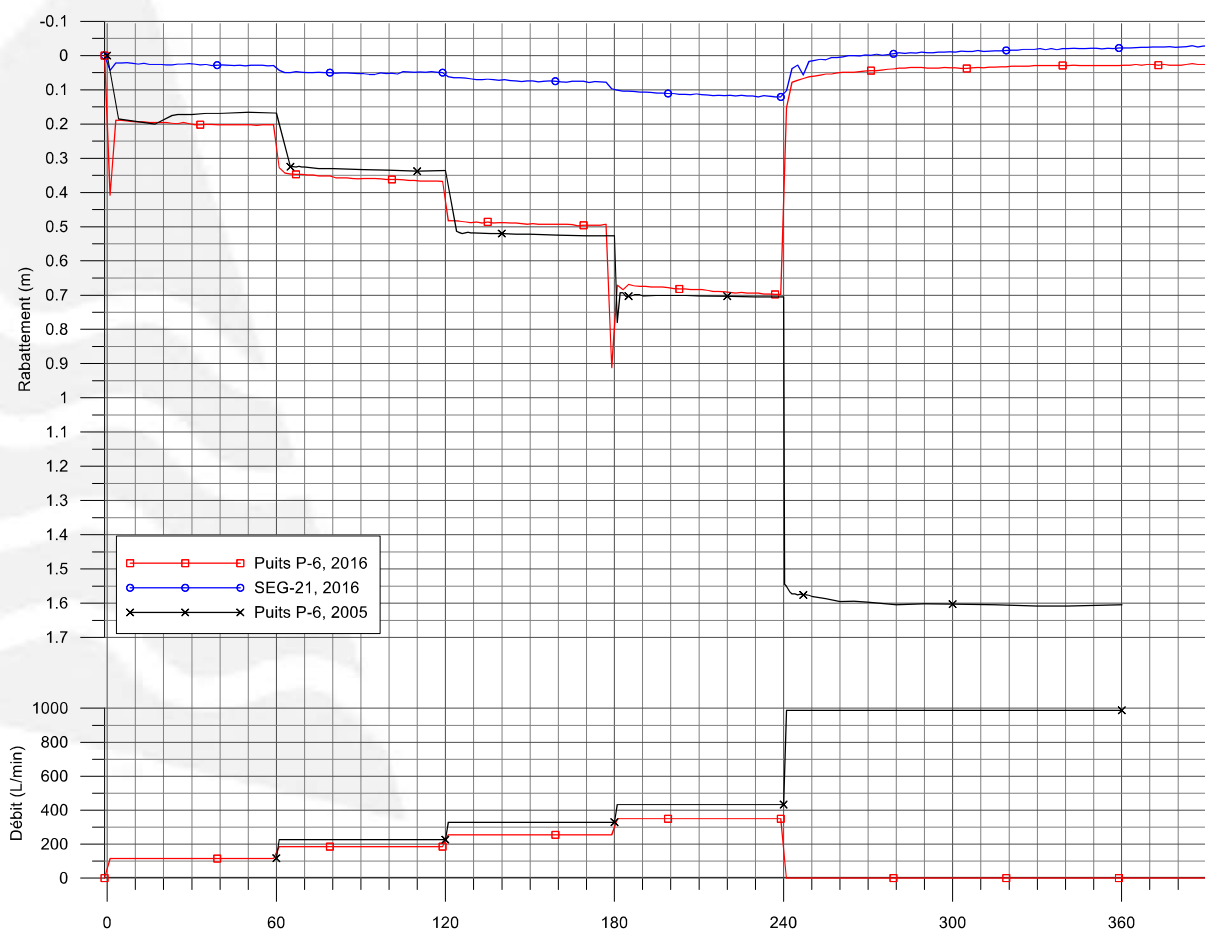


Figure 1 : Essai de pompage par paliers au puits P-6

Municipalité de Saint-Étienne-des-Grès	Avis hydrogéologique aux puits P-1, P-2, P-4, P-5 et P-6 Rapport A0283-06	Dossier no : A0283-06
		Date : Mai 2016

Tableau 2 : Résultats de l'essai de pompage par paliers

Palier	Temps <i>min</i>	2016			2005		
		Débit <i>L/min</i>	Rabatement <i>m</i>	Capacité spécifique <i>L/min/m</i>	Débit <i>L/min</i>	Rabatement <i>m</i>	Capacité spécifique <i>L/min/m</i>
1	60	115	0,202	569	117	0,17	690
2	60	186	0,368	505	227	0,34	668
3	60	255	0,493	517	329	0,53	621
4	60	350	0,698	501	433	0,71	610
5	60	-	-	-	988	1,71	578

Les données de l'essai de pompage par paliers peuvent être consultées à l'annexe 1.

3.2 PRÉSENTATION DES RÉSULTATS DES ESSAIS DE DÉBIT

3.2.1 SECTEUR DES PINS

Les essais de vérification du débit unitaire pour le secteur des Pins ont eu lieu le 10 mars 2016. Ils ont duré une demi-heure sauf pour le puits P-6 où les vérifications ont eu lieu en même temps que l'essai de pompage par paliers. Les résultats sont présentés sous forme de tableau où les valeurs du compteur sont comparées aux valeurs obtenues au tube diaphragmé.

3.2.1.1 Puits P-1

Tableau 3 : Comparaison des débits au puits P-1

Essais	Compteur analogique <i>L/min</i>	Tube diaphragmé <i>L/min</i>
1	209	209,5
2	209	207
3	206	207
Total*	209	-

*Sur l'ensemble de l'essai

Pour le puits P-1, les résultats au compteur sont comparables aux résultats obtenus au tube diaphragmé.

3.2.1.2 Puits P-2

Tableau 4 : Comparaison des débits au puits P-2

Essais	Compteur analogique <i>L/min</i>	Tube diaphragmé <i>L/min</i>
1	167	170
2	171	170
3	176	170

Municipalité de Saint-Étienne-des-Grès	Avis hydrogéologique aux puits P-1, P-2, P-4, P-5 et P-6 Rapport A0283-06	Dossier no : A0283-06
		Date : Mai 2016

Pour le puits P-2, les résultats au compteur montraient une plus grande variabilité que les résultats de débit obtenu au tube diaphragmé tout en demeurant globalement dans un écart inférieur à 3%.

3.2.1.3 Puits P-6

Tableau 5 : Comparaison des débits au puits P-6

Paliers	Compteur analogique <i>L/min</i>	Tube diaphragmé <i>L/min</i>
1	116	115
2	184	186
	192	186
3	255	255
	260	255
4	350	350
	351	350

Pour le puits P-6, les valeurs de débit au compteur analogique sont comparables à celles obtenues à l'aide du tube diaphragmé, les écarts mesurés étant très faibles (< 3%).

3.2.2 SECTEUR BELLEMARE

Les essais de vérification du débit unitaire pour le secteur des puits Bellemare ont eu lieu le 11 mars 2016 et ont duré une demi-heure. Les résultats sont présentés sous forme de tableau où les valeurs du compteur analogique sont comparées à la moyenne des valeurs obtenues au compteur numérique (qui représentent des débits instantanés sur l'intervalle de mesure du débit au compteur analogique) ainsi qu'aux valeurs obtenues au tube diaphragmé.

3.2.2.1 Puits P-4

Tableau 6 : Comparaison des débits au puits P-4

Essais	Compteur numérique <i>L/min</i>	Compteur analogique <i>L/min</i>	Tube diaphragmé <i>L/min</i>
1	278	278	271
2	281	280	273
3	278	279	273
Total*	-	278	-

*Sur l'ensemble de l'essai

Tel que le montre le tableau 6, les valeurs obtenues aux compteurs indiquaient un débit très légèrement plus important que ce qui a été observé au tube diaphragmé, l'écart étant d'environ 2,5%.

Municipalité de Saint-Étienne-des-Grès	Avis hydrogéologique aux puits P-1, P-2, P-4, P-5 et P-6 Rapport A0283-06	Dossier no : A0283-06
		Date : Mai 2016

3.2.2.2 Puits P-5

Lors de l'essai au puits P-5, on a remarqué une fluctuation du niveau d'eau mesuré au tube diaphragmé qui correspondait à une fluctuation du débit au compteur numérique. Les données dans le tableau pour le tube diaphragmé sont donc présentées sous forme d'intervalles.

Tableau 7 : Comparaison des débits au puits P-5

Essais	Compteur numérique <i>L/min</i>	Compteur analogique <i>L/min</i>	Tube diaphragmé <i>L/min</i>
1	343	335	Entre 328 et 336
2	332	332	Entre 312 et 320
3	321	331	Entre 303 et 320
4	330	324	Entre 294 et 316
Total*	-	334	-

*Sur l'ensemble de l'essai

Tel que le montre le tableau 7, les valeurs obtenues aux compteurs indiquaient systématiquement un débit plus important que ce qui a été observé au tube diaphragmé. Cependant, l'écart mesuré lors de l'essai 2, durant lequel les valeurs notées aux deux compteurs étaient égales, n'est que de 5%.

3.3 PRÉSENTATION DES RÉSULTATS DU SUIVI DU COMPORTEMENT DES PUIITS

Le suivi de l'exploitation et du comportement des puits dans leur mode d'exploitation actuel s'est déroulé entre le 10 et le 31 mars 2016. Notez que les niveaux d'eau qui sont présentés dans la section qui suit ont été mesurés par rapport au sommet du tubage. De même, les volumes d'eau pompés et les temps pompés notés à chaque jour par les employés de la municipalité dans les registres journaliers d'exploitation ont été compilés pour la période et ont permis d'évaluer le débit moyen journalier exploité à chaque puits. Ainsi, les débits présentés dans les figures qui suivent représentent le volume total d'eau pompé au puits entre deux prises de mesure divisé par le temps de pompage.

3.3.1 SECTEUR DES PINS

Les données de précipitations et de hauteur de neige au sol ont été ajoutées aux graphiques présentant les suivis aux puits P-1, P-2 et P-6 entre le 10 et 31 mars puisqu'une hausse du niveau de la nappe est visible durant cette période pour ce secteur¹.

¹ Données de la station météorologique de Trois-Rivières, Indicatif de station : 7018563, Environnement Canada, <http://climat.meteo.gc.ca/>

Municipalité de Saint-Étienne-des-Grès	Avis hydrogéologique aux puits P-1, P-2, P-4, P-5 et P-6 Rapport A0283-06	Dossier no : A0283-06
		Date : Mai 2016

3.3.1.1 Puits P-1

Les données du suivi au puits P-1 et au PO-1 sont présentées à la figure 2 ci-dessous. L'exploitation de l'aquifère dans les conditions imposées montre que le rabattement moyen du niveau de l'eau en réponse à l'exploitation du puits était d'environ 41 cm à la fin de la journée, alors que le débit moyen pompé a été de 127 L/min sur la période suivie. Au puits d'observation, le rabattement était d'environ 6 cm dans les mêmes conditions sur la même période.

Le suivi du niveau d'eau autant pour le puits que pour son puits d'observation montre une tendance à la hausse à partir du 16 mars pour un total de l'ordre de 10 cm. Comme il ne semble pas s'agir d'une diminution du débit exploité, cette hausse correspondrait à la fonte des neiges (voir hauteur de neige au sol sur la figure) donc à la recharge de l'aquifère.

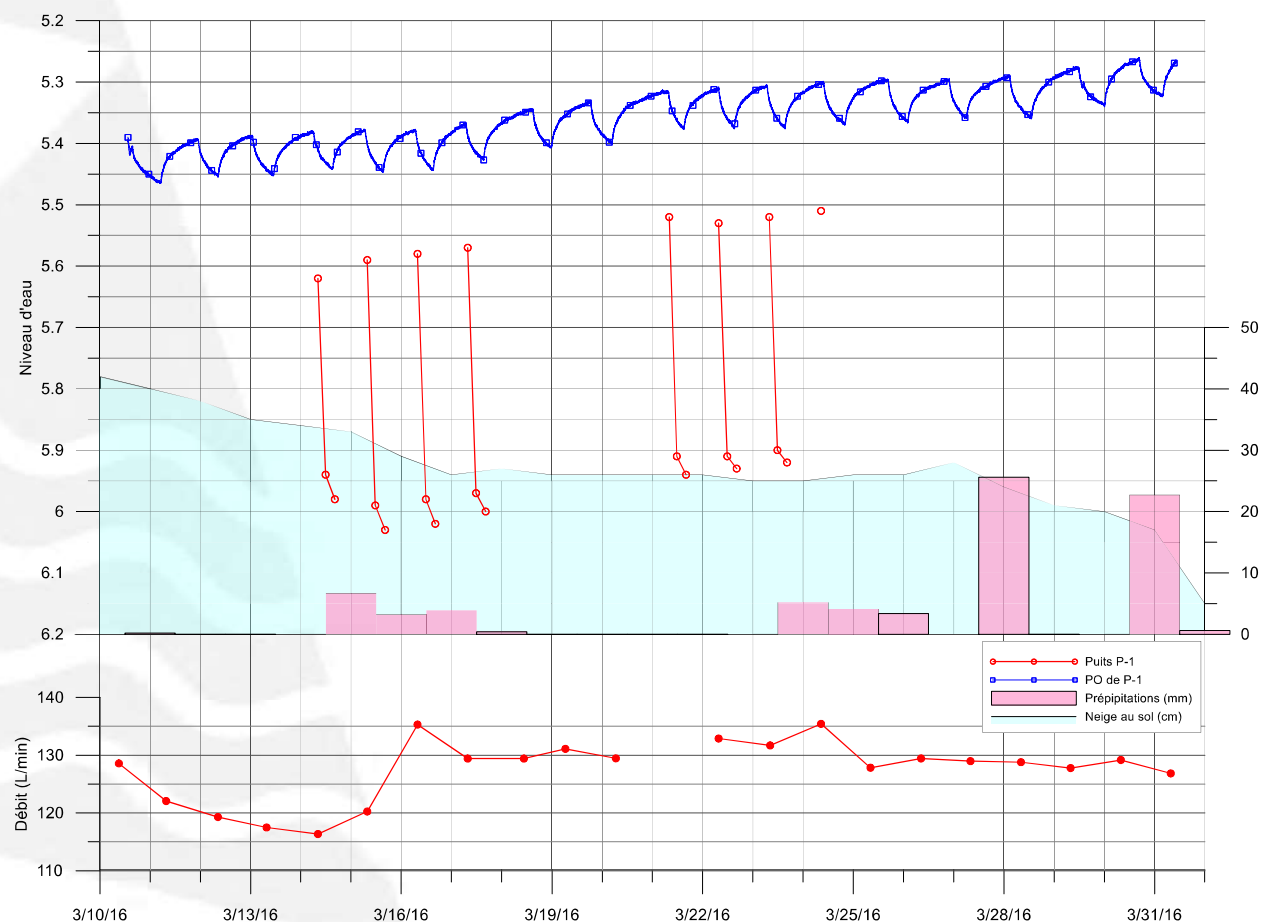


Figure 2 : Suivi au puits P-1 entre le 10 et 31 mars 2016

Le puits P-1 est muni d'une chambre de pompage, ce qui fait que la pompe y est installée sous la crépine qui se situe entre les profondeurs de 3,28 et 6,31 m à partir du dessus du tubage (selon l'inspection caméra réalisée en 2003 par notre firme). Le graphique de la figure 2 montre que le niveau d'eau qui y a

Municipalité de Saint-Étienne-des-Grès	Avis hydrogéologique aux puits P-1, P-2, P-4, P-5 et P-6 Rapport A0283-06	Dossier no : A0283-06
		Date : Mai 2016

été mesuré dans les conditions du suivi est demeuré sous le sommet de la crépine. La même situation avait d'ailleurs été observée en 2003 lors de l'inspection du puits. De plus, les données de niveau d'eau démontrent que l'exploitation du puits est maximale. En effet, au niveau le plus bas observé (niveau de 6,02 m le 16 mars), il ne restait qu'environ 30 cm d'eau dans la crépine.

3.3.1.2 Puits P-2

La figure 3 montre le comportement du niveau d'eau du puits P-2 dont l'aménagement est de type crépine horizontale et de son puits d'observation PO-2 durant la période du suivi de l'exploitation. Le niveau d'eau du puits P-2 est mesuré par rapport au-dessus de la structure de béton du regard collecteur.

D'abord, le puits a pompé en moyenne un débit de 168 L/min sur la période d'intérêt. Le rabattement moyen journalier observable à ce débit dans le puits P-2 est de 0,19 m et de 0,16 m pour le puits d'observation PO-2. De plus, on remarque une tendance à la hausse du niveau d'eau à partir du 16 mars qui correspond à la recharge de l'aquifère par la fonte des neiges, puisque le débit moyen soutiré du puits n'a pas subi de baisse durant le suivi. Sur l'intervalle étudié, on remarque une augmentation globale du niveau d'eau de l'ordre de 0,16 m pour les deux puits suivis.

Le 22 mars, un débit plus important a été enregistré (180 L/min comparativement à une moyenne de 168 L/min) au puits P-2 et le 24 mars, lors de la prise de mesure quotidienne, un volume de 0 a été noté (donc un débit de 0 L/min). On remarque durant cette période (22 au 24 mars) que la pompe de P-2 a fonctionné seulement une fois en deux jours, au lieu de fonctionner une fois par jour, faussant légèrement les valeurs de débits calculés. Le même phénomène est visible dans les données de P-6 pour les mêmes dates. Aucune explication à ce sujet n'a été notée, il semble probable que la consommation en eau pour ce secteur ait été moins importante.

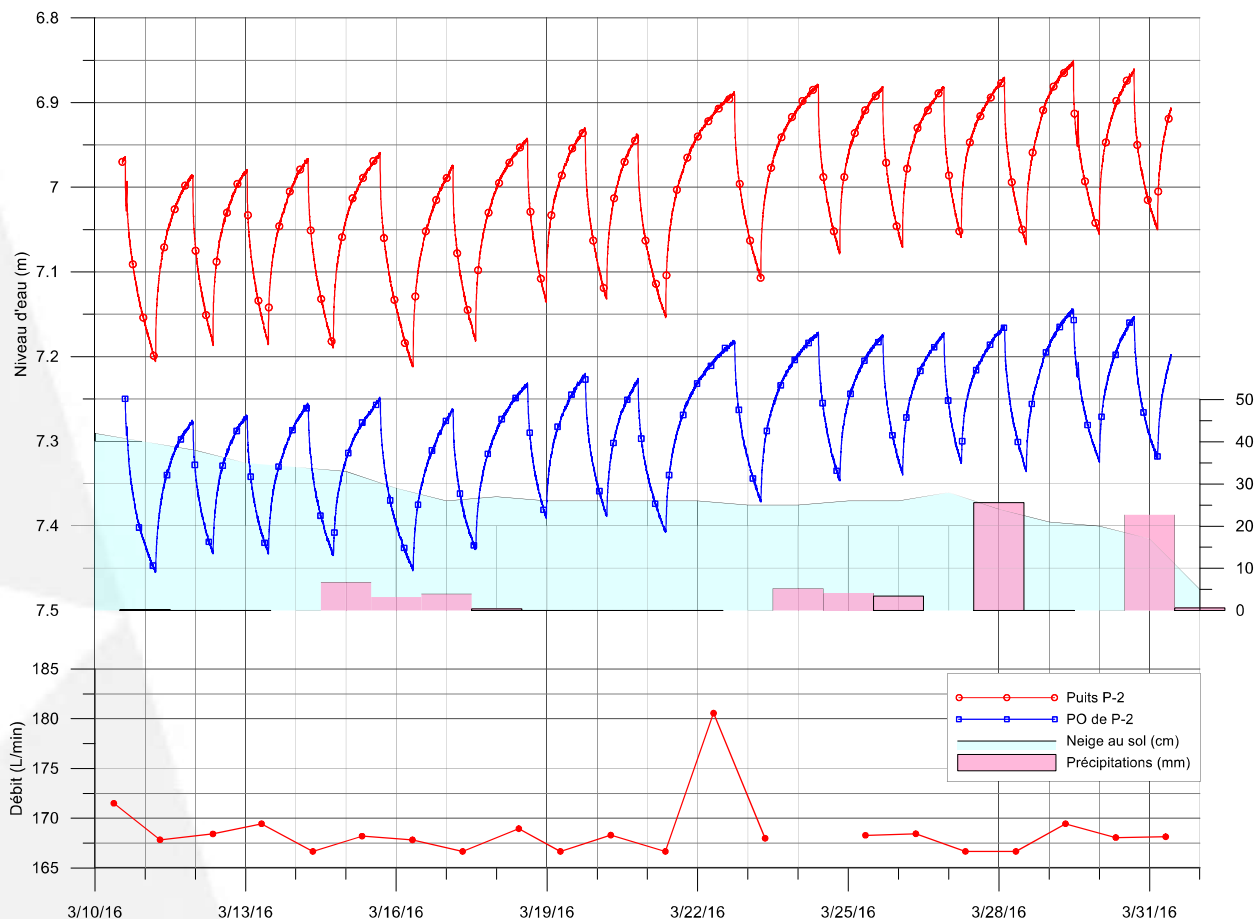


Figure 3 : Suivi au puits P-2 entre le 10 et 31 mars 2016

Dans le contexte d'un puits à crépine horizontale, le niveau minimal critique pouvant atteindre le niveau de la nappe souterraine est la limite supérieure de la crépine. Des données de 1979 indiquent que le niveau de l'eau à l'ancien puits P-3, qui est à proximité de la crépine horizontale de P-2, se situait à 6,8 m par rapport au niveau du sol, ce qui représentait une épaisseur saturée d'un peu moins d'un mètre. En mars 2016, le niveau d'eau le plus haut mesuré au puits d'observation de P-2 se situait entre environ 6,1 et 6,2 m par rapport au niveau du sol, ce qui est cohérent avec les données antérieures. Nous n'avons toutefois aucune information en notre possession sur l'aménagement de cette installation de captage ou de la profondeur de l'installation de la crépine. Il est donc plus difficile de se prononcer sur l'épaisseur d'eau au-dessus de la crépine.

Le graphique de la figure 3 montre que le niveau d'eau ne se stabilise pas en remontée, ce qui indique que le niveau statique de la nappe à cette période de l'année pourrait être un peu plus haut. Cependant, le cycle de repos entre deux démarrages de la pompe n'est pas suffisamment long pour permettre une remontée totale. Durant les cycles de pompage, le niveau d'eau ne stabilise pas non plus, mais il semble

Municipalité de Saint-Étienne-des-Grès	Avis hydrogéologique aux puits P-1, P-2, P-4, P-5 et P-6 Rapport A0283-06	Dossier no : A0283-06
		Date : Mai 2016

que l'arrêt de la pompe ne soit pas le résultat d'un signal de niveau bas, mais simplement de l'arrêt des puits 1, 2 et 6 par le réservoir.

3.3.1.3 Puits P-6

La figure 4 illustre le niveau d'eau du puits P-6 ainsi que de son puits d'observation SEG-21 durant la période du suivi de l'exploitation, soit entre les 10 et 31 mars.

Le débit moyen pompé à P-6 a été de 399 L/min sur la période suivie. À ce débit, le rabattement moyen journalier observé dans le puits P-6 a été de 0,86 m et de 0,22 m pour SEG-21. De plus, une tendance à la hausse du niveau d'eau sur la période suivie à partir du 17 mars environ est visible. Malgré une légère baisse du débit moyen à partir du 25 mars, cette hausse peut également correspondre à la recharge de l'aquifère par l'apport de l'eau infiltrée provenant de la fonte des neiges. Cette augmentation est davantage visible pour le puits d'observation. Sur la période qui a fait l'objet du suivi, on peut observer une augmentation globale du niveau d'eau de l'ordre de 0,12 m pour les deux puits.

Comme déjà mentionné pour le puits P-2 (section 3.3.1.2), les débits entre le 22 et 24 mars sont faussés puisque le pompage du puits n'a pas été aussi régulier que ce qui est observé généralement. Un débit plus important est également noté le 11 mars; il est un effet direct de l'essai de pompage par paliers qui avait été réalisé la veille et qui a pompé un volume plus important au puits que ce qui est habituellement pompé. Puisque le temps de pompage est uniquement comptabilisé au puits P-2, le débit pour cette journée est largement surestimé. (Notez qu'habituellement le puits P-6 et P-2 fonctionnent de concert. Nous pouvons donc utiliser les données du temps de pompage à P-2 pour trouver le débit de P-6.)

Lors de sa construction, la crépine du puits P-6 se situait à une profondeur 7,7 m par rapport au-dessus du tubage. La tête du puits ayant été modifiée depuis, nous ne connaissons pas la position du sommet de la crépine avec exactitude. Toutefois, en comparant la hauteur de la margelle actuelle avec celle mesurée à la construction du puits, on peut estimer que le sommet de la crépine doit se situer entre 7,7 et 7,9 m par rapport au sommet du tubage dans son état actuel. Au rabattement le plus important observé sur la période de suivi (où le niveau d'eau atteint 6,12 m qui se produit avant la recharge), le rabattement disponible excédentaire pour atteindre le dessus de la crépine était donc de 1,58 à 1,78 m. Le rabattement résiduel disponible à l'exploitation est toutefois d'environ 1 à 1,2 m, en conservant une marge de sécurité de 50 cm au-dessus de la crépine.

Municipalité de Saint-Étienne-des-Grès	Avis hydrogéologique aux puits P-1, P-2, P-4, P-5 et P-6 Rapport A0283-06	Dossier no : A0283-06
		Date : Mai 2016

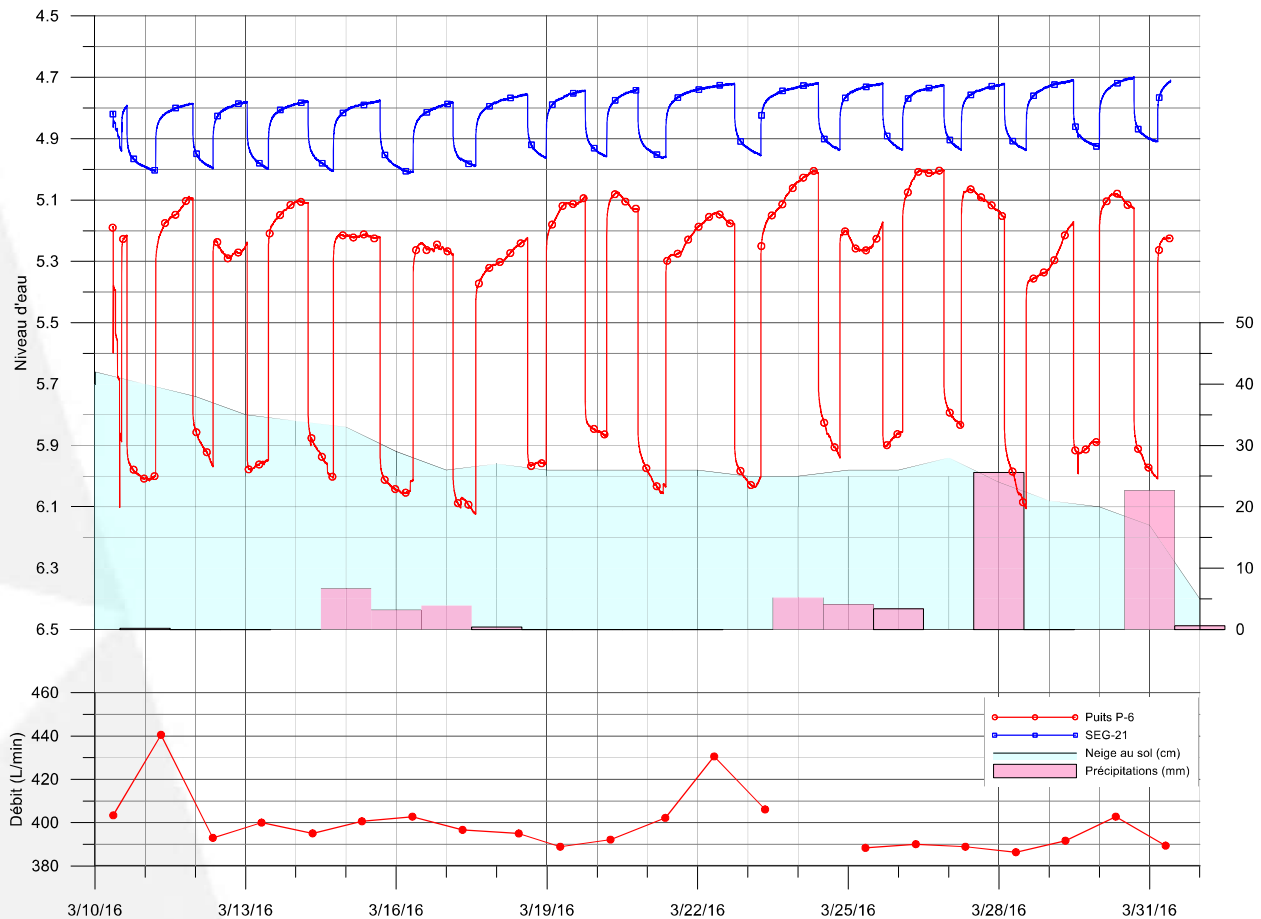


Figure 4 : Suivi au puits P-6 entre le 10 et 31 mars 2016

L'examen des données sur une période de quelques jours montre que le niveau de l'eau se stabilise ou tend vers une stabilisation à chaque cycle de pompage et de repos.

3.3.2 SECTEUR BELLEMARE

Sur les figures 5 et 6 illustrant le comportement du niveau d'eau aux puits P-4 et P-5, on a illustré la profondeur des crépines par des lignes pointillées. Ces profondeurs ont été tirées d'inspections faites à l'aide d'une géocaméra réalisées en 2003 par notre firme.

3.3.2.1 Puits P-4

Le comportement du niveau d'eau durant la période du suivi de l'exploitation du puits P-4 et de son puits d'observation PO-4 est illustré à la figure 5.

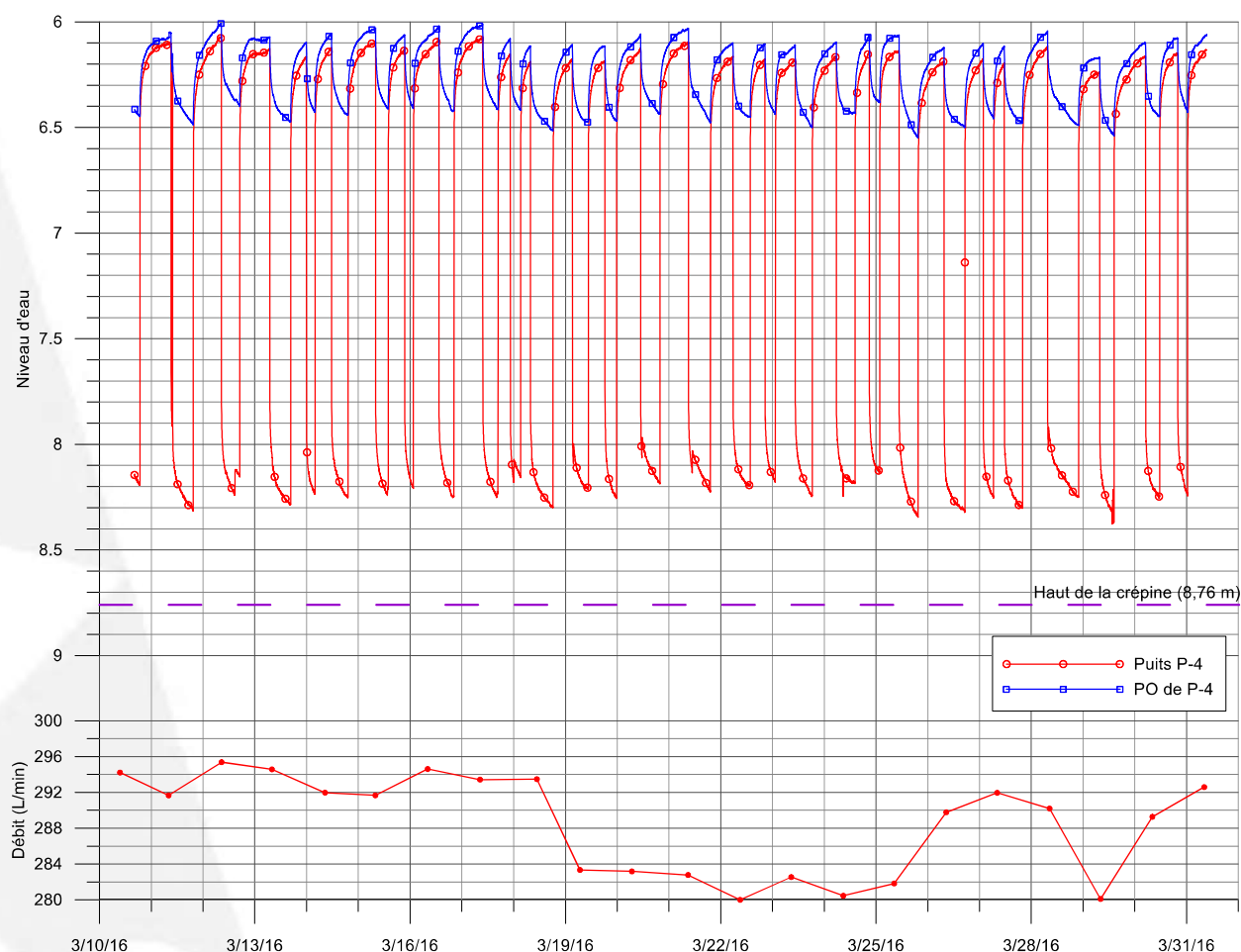


Figure 5 : Suivi au puits P-4 entre le 10 et 31 mars 2016

Le puits P-4 a été en moyenne pompé à un débit de 289 L/min sur la période suivie. À ce débit, le rabattement moyen journalier observé dans le puits P-4 a été de 2,13 m et de 0,40 m pour PO-4. La figure montre que la pompe part généralement une à deux fois par jour. Aucun indice ne révèle une recharge de l'aquifère sur la période suivie.

La crépine du puits P-4 se situe à la profondeur de 8,76 m par rapport au-dessus du tubage et le niveau d'eau le plus bas mesuré durant la période de suivi a atteint 8,38 m, ce qui signifie que la hauteur d'eau disponible avant le haut de la crépine était de 0,38 m. Dans ces conditions, on peut considérer que le puits exploite la totalité du rabattement disponible et que le puits serait à la limite de sa capacité.

3.3.2.2 Puits P-5

La figure 6 présente le comportement du niveau d'eau lors du suivi de l'exploitation du puits P-5 et de son puits d'observation PO-5 entre le 10 et 31 mars 2016.

Municipalité de Saint-Étienne-des-Grès	Avis hydrogéologique aux puits P-1, P-2, P-4, P-5 et P-6 Rapport A0283-06	Dossier no : A0283-06
		Date : Mai 2016

D'abord, on remarque que le niveau d'eau dans le puits P-5 descend sous le niveau où était situé l'enregistreur automatique (9,56 m) et ce dernier a vraisemblablement été arrêté par la tête de la pompe. Il serait donc un témoin de la hauteur de la pompe.

Le puits P-5 a été en moyenne pompé à un débit de 298 L/min pour la période du suivi. Le rabattement moyen journalier observé au puits P-5 a été au moins de 3,70 m en considérant la position de l'enregistreur automatique comme étant le rabattement maximal et de 0,42 m pour P0-5. Les données indiquent que la pompe fonctionne une à deux fois par jour. Sur la période du suivi, aucune hausse du niveau d'eau attribuable à la recharge de l'aquifère n'a été observée.

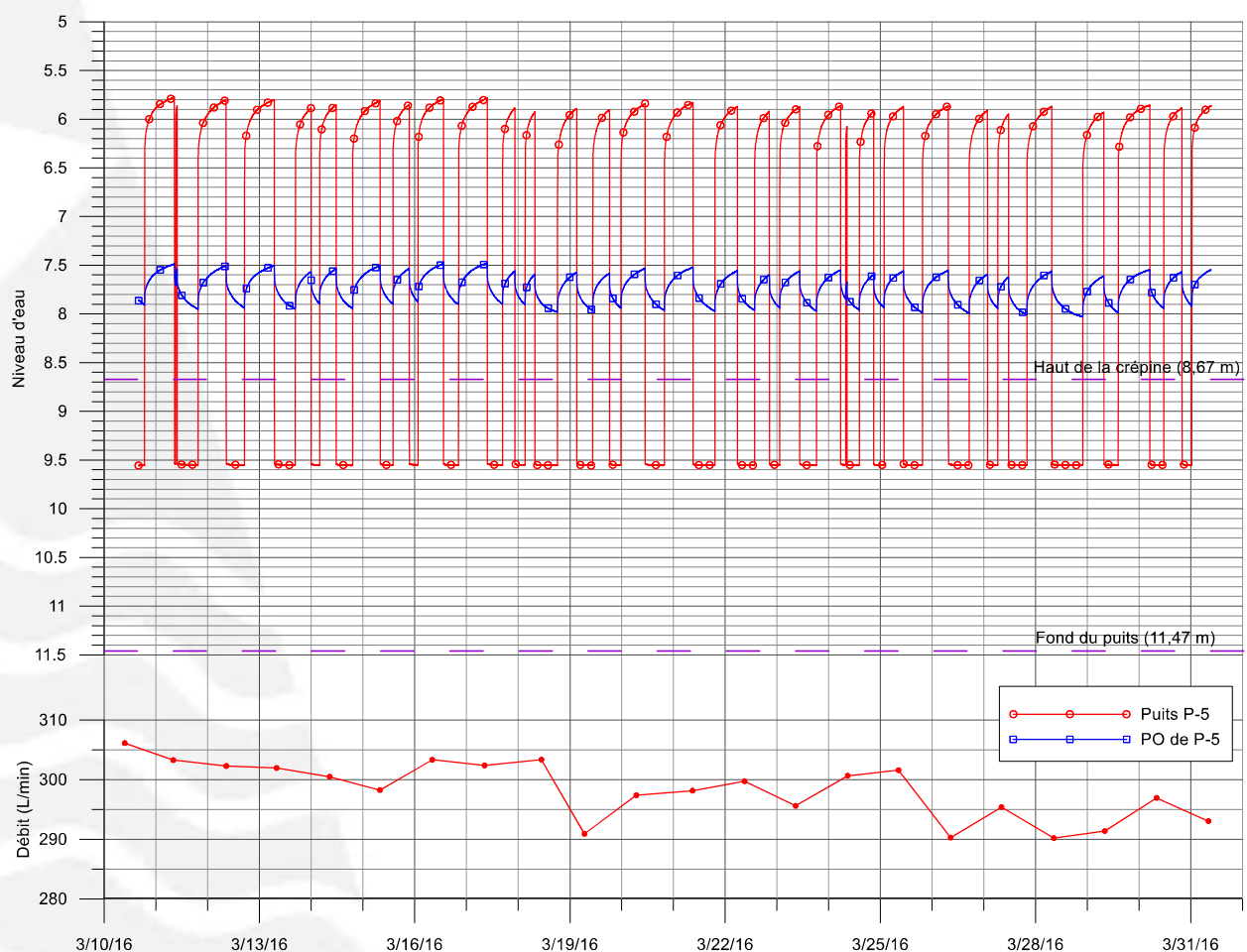


Figure 6 : Suivi au puits P-5 entre le 10 et 31 mars 2016

Le dessus de la crépine du puits P-5 se situe à la profondeur de 8,67 m par rapport au-dessus du tubage. Le rabattement le plus important qui a pu être observé (en raison de la position de l'enregistreur automatique) sur la période de suivi a atteint la profondeur de 9,56 m ce qui indique qu'à chaque cycle de pompage, le niveau d'eau descend dans la crépine, la dénoyant. Il est à noter que cette situation

Municipalité de Saint-Étienne-des-Grès	Avis hydrogéologique aux puits P-1, P-2, P-4, P-5 et P-6 Rapport A0283-06	Dossier no : A0283-06
		Date : Mai 2016

avait déjà été observée en 2001 lors d'une vérification du fonctionnement des puits 4 et 5. Le puits est donc exploité de cette façon depuis au moins 15 ans et on peut considérer qu'il est surexploité si l'on tient compte du fait qu'il est généralement déconseillé de permettre au niveau d'eau de descendre dans la crépine lors de l'exploitation d'un puits. En effet, se faisant, de l'air est introduit dans la formation et peut mener à des problèmes de pertes de capacité importantes. On constate d'ailleurs que le rendement du puits P-5 est au moins 40% inférieur à celui du puits P-4 à un débit similaire alors que les deux puits sont de conception identique (crépine de même longueur et mêmes ouvertures).

4. CONCLUSIONS

4.1 RENDEMENT HYDRAULIQUE DE P-6

L'essai de pompage par paliers réalisé au puits P-6 a démontré que la capacité du puits a subi une diminution de l'ordre de 20% depuis sa mise en place. En effet, la capacité spécifique du puits est maintenant à 480 L/min par mètre de rabattement, alors qu'elle était de 606 L/min par mètre de rabattement en 2005, lors de sa construction.

4.2 CAPACITÉ DE POMPAGE INDIVIDUELLE ACTUELLE ET GLOBALE DES PUITES

4.2.1 PUITES P-1

Dans son état actuel, le puits P-1 est exploité au maximum de sa capacité. Depuis de très nombreuses années, le puits P-1 est exploité de façon telle que durant les cycles de pompage et de repos, le niveau d'eau dans le puits demeure à l'intérieur de la crépine, ce qui fait qu'on peut considérer qu'il est surexploité. Les informations que nous avons pu recueillir montrent d'ailleurs que le débit du puits P-1 doit être réduit durant la période d'hiver, soit pendant la période d'étiage. Le débit disponible durant cette période constitue donc le débit à considérer pour l'évaluation de la capacité globale des installations de prélèvement d'eau. Sur la base des données de production enregistrées durant la période de suivi, le débit disponible en période d'étiage est d'environ 125 L/min (180 m³/d).

4.2.2 PUITES P-2

Au puits P-2, la capacité de pompage est limitée par la faible épaisseur saturée au-dessus de la crépine horizontale. Durant la période de suivi, P-2 a exploité une colonne d'eau d'environ 20 cm d'épaisseur à un débit moyen d'environ 170 L/min sans causer d'arrêt de la pompe. Les cycles de pompage auraient possiblement pu être un peu plus long et permettre l'exploitation d'un volume journalier plus important cependant, informations que nous avons pu recueillir montrent que le débit du puits P-2 doit également être réduit durant la période d'hiver, soit pendant la période d'étiage.

Municipalité de Saint-Étienne-des-Grès	Avis hydrogéologique aux puits P-1, P-2, P-4, P-5 et P-6 Rapport A0283-06	Dossier no : A0283-06
		Date : Mai 2016

Dans les conditions actuelles, nous croyons que le débit à considérer au puits P-2, pour l'évaluation de la capacité globale des installations de prélèvement d'eau, est de 170 L/min (245 m³/d) en période d'étiage.

4.2.3 Puits P-6

Dans le secteur des Pins, c'est le puits P-6 qui possède le meilleur potentiel en termes de capacité de pompage. À l'heure actuelle, le puits est en mesure de soutenir un débit de 400 L/min et à ce régime, le niveau d'eau se stabilise presque complètement durant les cycles de pompage. Par ailleurs, dans les conditions qui prévalaient durant le suivi, c'est-à-dire la fin de la période d'étiage, il reste un rabattement résiduel exploitable d'environ 1 m tout en conservant une colonne d'eau de 50 cm au-dessus de la crépine. Ce rabattement résiduel exploitable représente un volume d'eau supplémentaire qui pourrait être exploité.

En fait, dans le mode d'exploitation actuel, le puits P-6 possède une capacité de pompage suffisante pour soutenir le débit recommandé à sa construction, soit 454 L/min (655 m³/d), et ce, malgré une perte d'efficacité de 20%. Du point de vue de la conception, le puits P-6 pourrait être exploité à un débit supérieur à 454 L/min. Il avait d'ailleurs été pompé jusqu'à 988 L/min durant l'essai par paliers réalisé lors de sa construction. Bien qu'il possède une capacité de pompage supérieure, son débit avait été limité à 454 L/min en raison de l'évaluation de la dimension de son aire d'alimentation et de l'estimation de la recharge qui avait été faite à ce moment.

À ce stade-ci, nous croyons qu'il serait possible de revoir à la hausse le débit maximal exploitable à P-6 en raison d'informations plus récentes concernant la recharge de l'aquifère (voir section 4.3). Cependant, toute augmentation devra être validée par un suivi régulier afin de mesurer l'impact de cette augmentation sur le rendement du puits P-2 et sur le niveau de la nappe en général. En effet, les données de niveau d'eau de 2005 montraient que la nappe se situait à environ 2,7 m sous la surface du sol à P-6 et aux deux puits d'observation aménagés immédiatement à proximité. Or les données de mars 2016 indiquent que le niveau d'eau le plus haut mesuré se situait environ 3,7 m par rapport à la surface du sol. Les mesures de 2005 ont été prises fin juillet et celles de 2016 à la fin mars, soit deux périodes d'étiage. Ces données suggèrent donc une perte d'un mètre d'épaisseur saturée à cet endroit, en période d'étiage.

4.2.4 Puits P-4

Dans les conditions actuelles, nous croyons que le débit à considérer au puits P-4, pour l'évaluation de la capacité globale des installations de prélèvement d'eau, est de 290 L/min (415 m³/d) en période

Municipalité de Saint-Étienne-des-Grès	Avis hydrogéologique aux puits P-1, P-2, P-4, P-5 et P-6 Rapport A0283-06	Dossier no : A0283-06
		Date : Mai 2016

d'été. Dans ce cas-ci, il faut considérer que la colonne d'eau résiduelle au-dessus de la crépine en mode d'exploitation actuel n'est que de 38 cm.

4.2.5 Puits P-5

Tel que mentionné, le puits P-5 est surexploité depuis au moins 15 ans considérant que le niveau d'eau descend près d'un mètre sous le sommet de la crépine dans le mode d'exploitation actuel. Si on évalue la capacité spécifique de P-5 à partir des données du suivi, le débit sécuritaire devrait être de l'ordre de 190 L/min (275 m³/d) plutôt que 300 L/min (430 m³/d), et ce, de manière à ne pas dénoyer la crépine. Cette réduction de 110 L/min représente toutefois une diminution importante de la capacité globale de production des installations de captage que la municipalité ne peut possiblement pas se permettre en regard des besoins en eau actuels. Quoique le mode d'exploitation actuel de P-5 ne soit pas souhaitable, il s'agit possiblement d'une situation dont il faille s'accommoder, si une réduction de 160 m³/d du volume de production journalier est trop importante en période d'été estivale, compte tenu qu'il s'agit d'une période durant laquelle les besoins en eau sont plus importants. Le mode d'exploitation actuel explique probablement la différence importante de rendement hydraulique de P-5 par rapport à P-4. Un redéveloppement du puits améliorerait sans doute, toutefois, le rendement hydraulique du puits.

4.2.6 CAPACITÉ DE PRODUCTION GLOBALE DES INSTALLATIONS DE PRÉLÈVEMENT D'EAU

La capacité globale de production d'eau des cinq puits doit être évaluée en période d'été puisque c'est durant cette période où la quantité d'eau disponible est la moins importante. Dans ces conditions, la capacité globale des puits du secteur des Pins peut être évaluée à 750 L/min (1 080 m³/d) en considérant que le puits P-6 pourrait être exploité au débit recommandé en 2005. Quant aux puits du secteur Bellemare, ils ont actuellement une capacité globale de production de 590 L/min (850 m³/d) si le mode d'exploitation actuel est maintenu à P-5.

La capacité globale actuelle des puits municipaux s'établit donc à 1 340 L/min (1 930 m³/d).

4.3 CAPACITÉ DE PRODUCTION EN REGARD DE LA RECHARGE

En 2005, nous avons évalué la recharge à environ 25 cm par an et c'est sur cette base que nous avons établi le débit d'exploitation de P-6. Dans notre rapport synthèse produit en 2008, nous avons utilisé une plage de valeurs entre 15 et 40 cm/an pour évaluer la recharge de l'aquifère de surface sur la base de documents disponibles à ce moment. Cette plage de valeurs permettait d'évaluer le potentiel de prélèvement d'eau entre 410 et 1 100 m³/d/km². Les travaux réalisés dans la région dans le cadre du Programme d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines (PACES) apportent de nouvelles informations concernant la recharge de la nappe aquifère de surface. Les résultats de ces travaux

Municipalité de Saint-Étienne-des-Grès	Avis hydrogéologique aux puits P-1, P-2, P-4, P-5 et P-6 Rapport A0283-06	Dossier no : A0283-06
		Date : Mai 2016

établissent la recharge des secteurs Bellemare et des Pins à 40 à 50 cm par an². Il nous apparaît peu prudent d'utiliser une valeur de 50 cm pour la recharge, mais l'utilisation d'une valeur de 40 cm pourrait s'avérer adéquate pour évaluer le potentiel hydrogéologique.

L'utilisation d'une valeur de l'ordre de 40 cm/an pour la recharge permet d'augmenter le potentiel de captage du secteur des Pins. La principale contrainte à l'exploitation de l'eau souterraine du secteur des Pins réside toutefois dans la très grande variabilité de l'épaisseur saturée de l'aquifère. Même si on peut considérer que la recharge de l'aquifère est la même aux trois puits du secteur des Pins, le potentiel de captage des puits P-1 et P-2 est considérablement limité, par rapport à celui du puits P-6, compte tenu que l'épaisseur saturée y est beaucoup plus faible. C'est pour cette raison, qu'une augmentation de la capacité de production du secteur des Pins devrait d'abord passer par une réévaluation du débit d'exploitation de P-6 ou de ses environs immédiats. Si l'on considère une recharge annuelle d'environ 40 cm, le débit d'exploitation à cet endroit pourrait théoriquement être porté à environ 700 L/min. ***Toutefois, une telle augmentation devra faire l'objet d'une validation et d'un suivi régulier du comportement du niveau d'eau de l'aquifère.***

Quant au secteur Bellemare, il n'est pas possible d'augmenter le débit d'exploitation des puits actuels qui sont déjà exploités à leur capacité maximale, et même plus en ce qui concerne P-5. Un document de 2002 indiquait d'ailleurs que les puits étaient exploités en équilibre avec le volume d'eau disponible à cet endroit. Cette évaluation avait été faite sur la base d'une recharge évaluée à 33 cm/an pour une aire d'alimentation d'une superficie d'environ 0,5 km². L'augmentation du taux de recharge sur la base des données issues du PACES permettrait d'envisager une augmentation de production du secteur Bellemare. Toutefois, une telle augmentation nécessiterait l'aménagement d'un nouvel ouvrage de prélèvement compte tenu que les puits P-4 et P-5 sont déjà exploités à leur limite.

En résumé, le potentiel hydrogéologique des secteurs actuellement exploités permettrait possiblement d'augmenter le volume d'eau qui y est exploité, mais le volume supplémentaire théoriquement disponible reste à valider. Quant aux autres secteurs de la municipalité, leur potentiel hydrogéologique avant été évalué dans le rapport synthèse produit en 2008. Ces secteurs, un au nord et un au sud de l'agglomération municipale, sont toutefois situés entre 2 et 2,5 km du centre de la municipalité.

² Leblanc, Y., Légaré, G., Lacasse, K., Parent, M. et Campeau, S. (2013). « Caractérisation hydrogéologique du sud-ouest de la Mauricie ». Rapport déposé au ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs dans le cadre du Programme d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines du Québec. Département des sciences de l'environnement, Université du Québec à Trois-Rivières, 134 p., 15 annexes et 30 documents cartographiques (1:100 000).

Municipalité de Saint-Étienne-des-Grès	Avis hydrogéologique aux puits P-1, P-2, P-4, P-5 et P-6 Rapport A0283-06	Dossier no : A0283-06
		Date : Mai 2016

4.4 DÉBIT UNITAIRE DES PUIITS

Les vérifications faites à chaque puits montrent qu'il n'y a pas de différence significative entre le débit indiqué par les instruments de mesure et ceux mesurés avec un tube diaphragmé. La différence significative entre le débit moyen journalier calculé à partir des données du registre d'exploitation et les valeurs de débit rapportées dans les différents documents consultés ne reflète probablement que l'augmentation du débit produit aux puits en réponse à l'accroissement des besoins en eau.

ANNEXE 1

DONNÉES DES ESSAIS DE POMPAGE PAR PALIERS AU PUIITS P-6
(2016 ET 2005)



Arrakis Consultants inc.
470-7050, boul. Hamel Ouest
Québec, Qc, G2G 1B5
Tél: 418-877-6168 Téléc: 418-877-0388
www.arrakis-consultants.ca

Pumping Test - Water Level Data

Page 1 of 1

Project: Avis hydrogéologique aux puits P-1, P-2, P-4, P-5 et P-6

Number: A0283-06

Client: St-Etienne-des-Grès

Location: St-Etienne-des-Grès

Pumping Test: Essai de pompage par paliers 2016

Pumping Well: Puits P-6

Test Conducted by: C.Belanger

Test Date: 2016-03-10

Discharge: variable, average rate 3,7749 [l/s]

Observation Well: Puits P-6

Static Water Level [m]: 5,19

Radial Distance to PW [m]: -

	Time [min]	Water Level [m]	Drawdown [m]
1	0	5,187	0,00
2	1	5,598	0,411
3	3	5,379	0,192
4	7	5,381	0,194
5	11	5,384	0,197
6	23	5,388	0,201
7	31	5,392	0,205
8	61	5,517	0,33
9	63	5,533	0,346
10	65	5,536	0,349
11	71	5,539	0,352
12	75	5,542	0,355
13	81	5,547	0,36
14	87	5,549	0,362
15	99	5,552	0,365
16	107	5,555	0,368
17	111	5,557	0,37
18	121	5,673	0,486
19	127	5,676	0,489
20	133	5,679	0,492
21	135	5,676	0,489
22	137	5,679	0,492
23	149	5,683	0,496
24	167	5,688	0,501
25	177	5,683	0,496
26	179	6,102	0,915
27	181	5,861	0,674
28	183	5,874	0,687
29	185	5,859	0,672
30	187	5,863	0,676
31	193	5,866	0,679
32	199	5,868	0,681
33	201	5,871	0,684
34	207	5,874	0,687
35	213	5,876	0,689
36	215	5,879	0,692
37	221	5,882	0,695
38	223	5,884	0,697
39	225	5,882	0,695
40	227	5,884	0,697
41	233	5,887	0,70
42	241	5,342	0,155
43	243	5,268	0,081
44	245	5,262	0,075
45	247	5,257	0,07
46	249	5,252	0,065
47	253	5,247	0,06
48	255	5,244	0,057
49	259	5,241	0,054
50	267	5,237	0,05
51	271	5,234	0,047
52	277	5,23	0,043
53	281	5,227	0,04
54	285	5,225	0,038
55	291	5,227	0,04
56	297	5,225	0,038
57	303	5,228	0,041
58	309	5,225	0,038
59	321	5,221	0,034
60	343	5,218	0,031
61	385	5,214	0,027



Arrakis Consultants inc.
470-7050, boul. Hamel Ouest
Québec, Qc, G2G 1B5
Tél: 418-877-6168 Téléc: 418-877-0388
www.arrakis-consultants.ca

Pumping Test - Discharge Data

Page 1 of 1

Project: Avis hydrogéologique aux puits P-1, P-2, P-4, P-5 et P-6

Number: A0283-06

Client: St-Etienne-des-Grès

Location: St-Etienne-des-Grès

Pumping Test: Essai de pompage par paliers 2016

Pumping Well: Puits P-6

Test Conducted by: C.Belanger

Test Date: 2016-03-10

Discharge: variable, average rate 3,7749 [l/s]

Observation Well: Puits P-6

Radial Distance to PW [m]: -

	Time [min]	Discharge [l/s]
1	60	1,9167
2	120	3,10
3	180	4,25
4	240	5,833



Arrakis Consultants inc.
470-7050, boul. Hamel Ouest
Québec, Qc, G2G 1B5
Tél: 418-877-6168 Téléc: 418-877-0388
www.arrakis-consultants.ca

Pumping Test Analysis Report

Project: Avis hydrogéologique aux puits P-1, P-2, P-4, P-5 et P-6

Number: A0283-06

Client: St-Etienne-des-Grès

Location: St-Etienne-des-Grès

Pumping Test: Essai de pompage par paliers 2016

Pumping Well: Puits P-6

Test Conducted by: C.Belanger

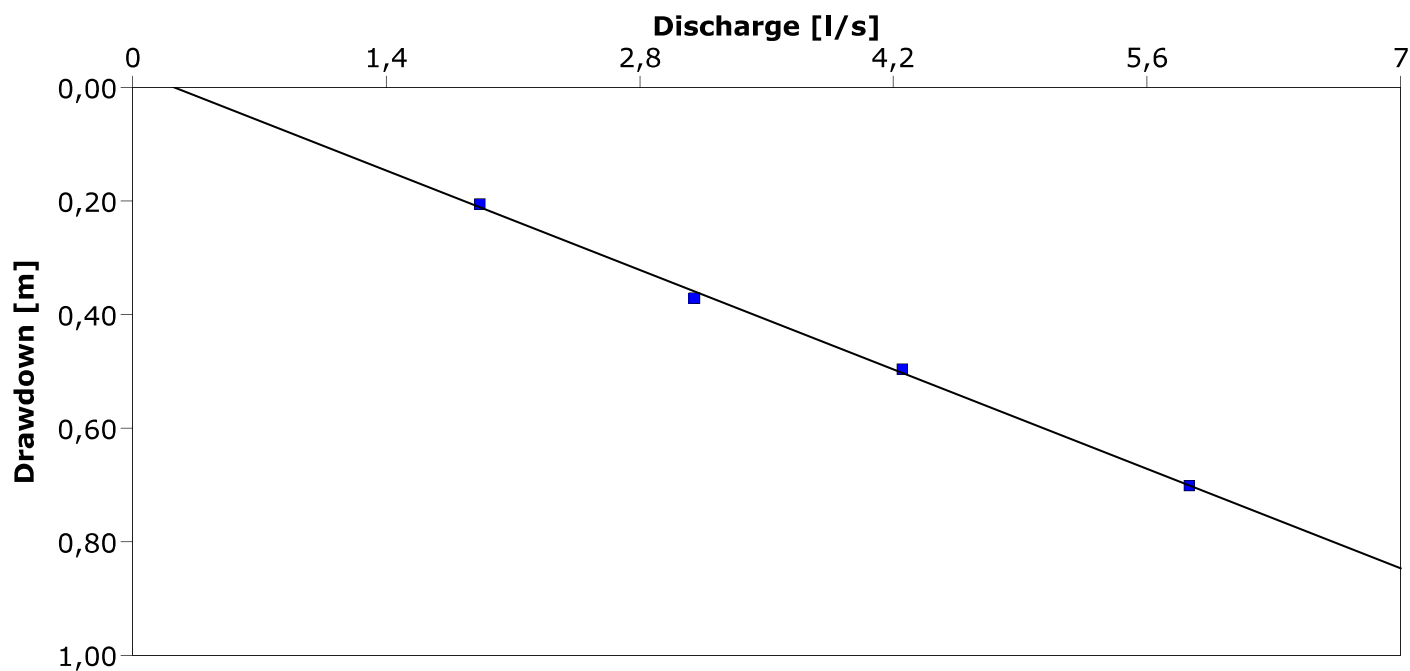
Test Date: 2016-03-10

Analysis Performed by: C.Belanger

Specific capacity

Analysis Date: 2016-04-15

Aquifer Thickness: 4,78 m



C [m²/min]: 0,47969



Arrakis Consultants inc.
470-7050, boul. Hamel Ouest
Québec, Qc, G2G 1B5
Tél: 418-877-6168 Téléc: 418-877-0388
www.arrakis-consultants.ca

Pumping Test - Water Level Data

Page 1 of 1

Project: Avis hydrogéologique aux puits P-1, P-2, P-4, P-5 et P-6

Number: A0283-06

Client: St-Etienne-des-Grès

Location: St-Etienne-des-Grès

Pumping Test: Essai de pompage par paliers 2005

Pumping Well: Puits P-6

Test Conducted by: J.Forget

Test Date: 2005-04-15

Discharge: variable, average rate 8,535 [l/s]

Observation Well: Puits P-6

Static Water Level [m]: 3,79

Radial Distance to PW [m]: -

	Time [min]	Water Level [m]	Drawdown [m]
1	0	3,79	0,00
2	4	3,975	0,185
3	17	3,99	0,20
4	25	3,962	0,172
5	35	3,959	0,169
6	50	3,956	0,166
7	65	4,115	0,325
8	68	4,114	0,324
9	69	4,116	0,326
10	75	4,12	0,33
11	90	4,123	0,333
12	100	4,125	0,335
13	110	4,128	0,338
14	120	4,126	0,336
15	124	4,304	0,514
16	125	4,307	0,517
17	126	4,31	0,52
18	127	4,308	0,518
19	128	4,306	0,516
20	129	4,308	0,518
21	136	4,31	0,52
22	145	4,312	0,522
23	160	4,315	0,525
24	170	4,317	0,527
25	180	4,317	0,527
26	181	4,57	0,78
27	182	4,483	0,693
28	184	4,493	0,703
29	186	4,492	0,702
30	187	4,489	0,699
31	190	4,492	0,702
32	195	4,491	0,701
33	210	4,492	0,702
34	220	4,493	0,703
35	230	4,495	0,705
36	240	4,495	0,705
37	240,4	5,335	1,545
38	241	5,34	1,55
39	242,3	5,357	1,567
40	243	5,363	1,573
41	245	5,366	1,576
42	246	5,364	1,574
43	247	5,366	1,576
44	249	5,367	1,577
45	250	5,37	1,58
46	255	5,377	1,587
47	260	5,385	1,595
48	270	5,387	1,597
49	280	5,395	1,605
50	290	5,392	1,602
51	315	5,395	1,605
52	330	5,398	1,608
53	360	5,395	1,605



Arrakis Consultants inc.
470-7050, boul. Hamel Ouest
Québec, Qc, G2G 1B5
Tél: 418-877-6168 Téléc: 418-877-0388
www.arrakis-consultants.ca

Pumping Test - Discharge Data Page 1 of 1

Project: Avis hydrogéologique aux puits P-1, P-2, P-4, P-5 et P-6
Number: A0283-06
Client: St-Etienne-des-Grès

Location: St-Etienne-des-Grès	Pumping Test: Essai de pompage par paliers 2005	Pumping Well: Puits P-6
Test Conducted by: J.Forget	Test Date: 2005-04-15	Discharge: variable, average rate 8,535 [l/s]
Observation Well: Puits P-6		Radial Distance to PW [m]: -

	Time [min]	Discharge [l/s]
1	60	1,96
2	120	3,79
3	180	5,30
4	240	7,22
5	360	16,47



Arrakis Consultants inc.
470-7050, boul. Hamel Ouest
Québec, Qc, G2G 1B5
Tél: 418-877-6168 Téléc: 418-877-0388
www.arrakis-consultants.ca

Pumping Test Analysis Report

Project: Avis hydrogéologique aux puits P-1, P-2, P-4, P-5 et P-6

Number: A0283-06

Client: St-Etienne-des-Grès

Location: St-Etienne-des-Grès

Pumping Test: Essai de pompage par paliers 2005

Pumping Well: Puits P-6

Test Conducted by: J.Forget

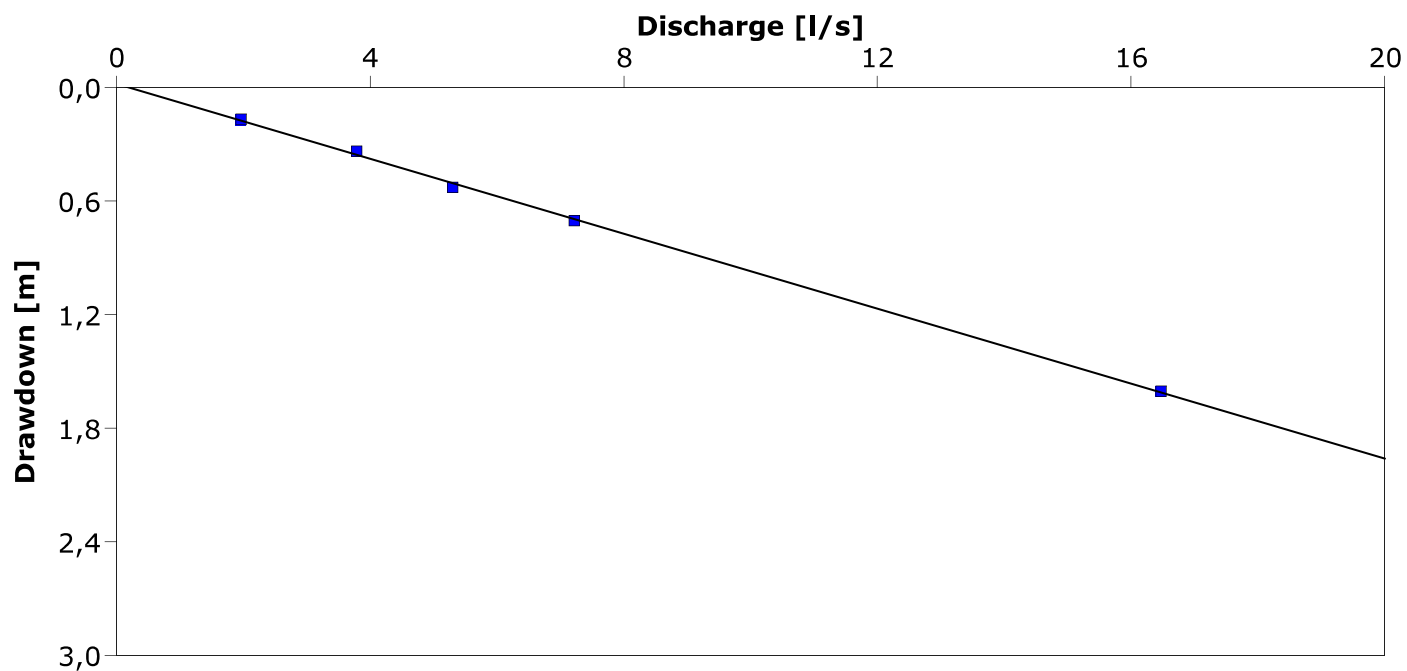
Test Date: 2005-04-15

Analysis Performed by: C.Belanger

Step 2005

Analysis Date: 2016-04-15

Aquifer Thickness: 5,94 m



C [m²/min]: 0,60586

GéniCité

3645, RUE DE CHERBOURG, TROIS-RIVIÈRES (QC) G8Y 5Z9