

ACTUALISATION DE L'ETUDE POUR LA
MODERNISATION DE LA REGULATION DES
CANAUX GRAVITAIRES DU CANAL SAINT-
JULIEN



AVANT-PROJET SECTEURS AMONT
CAVAILLON ET AVAL CAVAILLON
DEFINITIF

JANVIER 2021

N° du Marché			
Indice	0	1	2
Rédigé par	<i>Prénom-Nom : Equipe projet</i> <i>Fonction : -</i> <i>Visa :</i> <i>Le : 05/06/2020</i>	<i>Prénom-Nom : Equipe projet</i> <i>Fonction : -</i> <i>Visa :</i> <i>Le : 11/06/2020</i>	<i>Prénom-Nom : Equipe projet</i> <i>Fonction : -</i> <i>Visa :</i> <i>Le : 02/11/2020</i>
Vérifié par	<i>Prénom-Nom : Florent GAZELLE</i> <i>Fonction : Chef de Projet</i> <i>Visa :</i> <i>Le : 05/06/2020</i>	<i>Prénom-Nom : Florent GAZELLE</i> <i>Fonction : Chef de Projet</i> <i>Visa :</i> <i>Le : 11/06/2020</i>	<i>Prénom-Nom : Florent GAZELLE</i> <i>Fonction : Chef de Projet</i> <i>Visa :</i> <i>Le : 02/11/2020</i>

SOMMAIRE

1	CONTEXTE ET OBJET DE L'ETUDE	6
1.1	L'ASA DU CANAL SAINT JULIEN ET SES CANAUX D'IRRIGATION	6
1.2	OBJECTIFS DE L'ETUDE	8
1.3	ORGANISATION DU DOSSIER D'AVANT-PROJET	9
2	ETUDE DES AMENAGEMENTS DU SECTEUR AMONT CAVAILLON	10
2.1	PRESENTATION DU SECTEUR.....	10
2.2	SOUS-SECTEUR « MILAN ».....	10
2.2.1	DESCRIPTION DU SOUS-SECTEUR ET DE LA PROBLEMATIQUE.....	10
2.2.2	MODELISATION ETAT INITIAL.....	13
2.2.3	MODELISATION DE L'ETAT PROJET ET DESCRIPTION DES AMENAGEMENTS	15
2.3	SOUS-SECTEUR « VOGUETTE »	18
2.3.1	DESCRIPTION DU SOUS-SECTEUR ET DE LA PROBLEMATIQUE.....	18
2.3.2	DESCRIPTION DES AMENAGEMENTS	19
3	ETUDE DES AMENAGEMENTS DU SECTEUR AVAL CAVAILLON	20
3.1	PRESENTATION DU SECTEUR.....	20
3.2	SOUS-SECTEUR « FUYANT ST-MARC ».....	22
3.2.1	DESCRIPTION DU SOUS-SECTEUR ET DE LA PROBLEMATIQUE.....	22
3.2.2	AMENAGEMENTS PROPOSES	24
3.3	SOUS-SECTEUR « AVAL MOULIN ST-MARC »	25
3.3.1	DESCRIPTION DU SOUS-SECTEUR ET DE LA PROBLEMATIQUE.....	25
3.3.2	NOUVEAUX REGULATEURS LE LONG DU CANAL	26
3.3.3	RESERVE DU GRAND ROULET	35
3.4	SOUS-SECTEUR « PRISE DU CANAL DES BALARUTS »	39
3.4.1	DESCRIPTION DU SOUS-SECTEUR ET DE LA PROBLEMATIQUE.....	39
3.4.2	AMENAGEMENTS PROPOSES	39
4	EVALUATION DES COUTS D'INVESTISSEMENT	41
4.1	MONTANTS DE TRAVAUX.....	41
4.2	AUTRES MONTANTS	43
5	EVALUATION DES COUTS D'EXPLOITATION / MAINTENANCE	44
6	EVALUATION DES ECONOMIES D'EAU PAR SECTEUR	45
6.1	SECTEUR AMONT CAVAILLON	45
6.1.1	EVALUATION GLOBALE A L'ECHELLE DU SECTEUR	45
6.1.2	CALCUL SOUS-SECTEUR « MILAN »	46
6.1.3	CALCUL SOUS-SECTEUR « VOGUETTE »	48
6.2	SECTEUR AVAL CAVAILLON	49
6.2.1	EVALUATION GLOBALE A L'ECHELLE DU SECTEUR	49
6.2.2	CALCUL SOUS-SECTEUR « FUYANT ST-MARC »	50
6.2.3	CALCUL SOUS-SECTEUR « AVAL MOULIN ST-MARC »	51

6.2.4	CALCUL SOUS-SECTEUR « PRISE DU CANAL DES BALARUTS »	55
7	PROGRAMME DE TRAVAUX	57
8	AMELIORATION DU CONTROLE DE DEBIT AU SITE DE BEL HOSTE	59
8.1	PRESENTATION DU FONCTIONNEMENT ACTUEL	59
8.1.1	DESCRIPTION DE LA PRISE	59
8.1.2	DIAGNOSTIC	60
8.2	DESCRIPTION DES TRAVAUX PROPOSES	61
8.2.1	DETAILS TECHNIQUES	61
8.2.2	EVALUATION FINANCIERE DES TRAVAUX	62
9	AMELIORATION DE LA TELEGESTION DU CANAL	63
9.1	ETAT ACTUEL	63
9.2	BESOINS EXPRIMES PAR L'EXPLOITANT	63
9.3	OPTIMISATIONS POSSIBLES	63
	ANNEXES	67
	ANNEXE 1 : PLANS	67
	ANNEXE 2 : CHIFFRAGE DETAILLE PAR OUVRAGE	68
	SOUS-SECTEUR MILAN	69
	SOUS-SECTEUR VOGUETTE	70
	SOUS-SECTEUR FUYANT SAINT-MARC	72
	SOUS-SECTEUR AVAL MOULIN SAINT-MARC – SEUIL N°1	73
	SOUS-SECTEUR AVAL MOULIN SAINT-MARC – SEUIL N°2 MOULIN DE PARADOU	75
	SOUS-SECTEUR AVAL MOULIN SAINT-MARC – SEUIL N°3	77
	SOUS-SECTEUR AVAL MOULIN SAINT-MARC – SEUIL N°4	78
	SOUS-SECTEUR AVAL MOULIN SAINT-MARC – RESERVE DU GRAND ROULET	80
	SOUS-SECTEUR AVAL MOULIN SAINT-MARC – SEUIL N°5 GRAND ROULET	81
	SOUS-SECTEUR AVAL MOULIN SAINT-MARC – SEUIL N°6	83
	SOUS-SECTEUR AVAL MOULIN SAINT-MARC – SEUIL N°7	85
	SOUS-SECTEUR AVAL MOULIN SAINT-MARC – SEUIL N°8	87
	SOUS-SECTEUR AVAL MOULIN SAINT-MARC – SEUIL N°10	89
	SOUS-SECTEUR AVAL MOULIN SAINT-MARC – SEUIL N°11	91
	SOUS-SECTEUR PRISE DU CANAL DES BALARUTS	93
	ANNEXE 3 : DETAILS CALCULS ECONOMIES D'EAU CUVELAGE SOUS-SECTEUR AVAL MOULIN SAINT-MARC	95
	ANNEXE 4 : DETAILS CALCULS ECONOMIES D'EAU RESERVE DU GRAND ROULET	97

INDEX DES FIGURES

Figure 1: Modernisation de la régulation des canaux gravitaires	7
Figure 2: Carte du sous-secteur Milan.....	11
Figure 3 : Secteur Milan – Lignes d'eau état initial.....	14
Figure 4 : Secteur Min – Vue en plan aménagements projetés.....	16
Figure 5 : Secteur Milan – Lignes d'eau état projeté	17
Figure 6: Schéma secteur Aval Cavaillon	21
Figure 7: Schéma sous-secteur Fuyant Saint-Marc	23
Figure 8: Débit journalier au fuyant Saint-Marc	24
Figure 9: Réserve du Grand Roulet.....	36
Figure 10 : Caractéristique de la section	47
Figure 11: Débits horaires par mois au Moulin Saint-Marc	52

INDEX DES TABLEAUX

Tableau 1-Débits moyens mensuels à la prise de Canal St-Julien à Redortier (2015/2019)	12
Tableau 2 : Secteur Milan – Résultats modélisation état initial	15
Tableau 3 : Secteur Milan – Résultats modélisation état projeté.....	16
Tableau 4 : Secteur Milan – Caractéristiques géométriques des aménagements projeté.....	17
Tableau 5 : Localisation des nouveaux seuils.....	27
Tableau 6: Caractéristiques des régulateurs.....	31
Tableau 7 : Caractéristiques des cuvelages.....	33
Tableau 8 : Montant des travaux.....	42
Tableau 9: Coûts annuel d'exploitation / maintenance	44
Tableau 10: Volume au départ du canal Saint-Julien (partiteur de Redortier)	45
Tableau 11: Economies d'eau secteur amont Cavaillon.....	46
Tableau 12: Calcul des économies d'eau sous-secteur Milan	47
Tableau 13: Volumes annuels en tête du secteur Aval Cavaillon.....	49
Tableau 14: Economies d'eau secteur aval Cavaillon	50
Tableau 15: Economies d'eau liées aux régulateurs.....	52
Tableau 16: Economies d'eau liées aux cuvelages.....	54
Tableau 17: Economies d'eau sous-secteur Prise des Balaruts.....	56
Tableau 18: Programme de travaux.....	58

1 CONTEXTE ET OBJET DE L'ETUDE

1.1 L'ASA DU CANAL SAINT JULIEN ET SES CANAUX D'IRRIGATION

Le Canal Saint Julien, construit en 1171, servait initialement à dévier les eaux de Durance pour faire fonctionner des moulins. Les riverains ont obtenu le droit d'utiliser l'eau pour irriguer en 1235. En 1955, lorsqu'ont été entrepris par EDF les travaux d'aménagement hydroélectrique sur la Durance, la prise d'eau a été établie sur le Canal Mixte, qui a pour origine la Durance à Mallemort.

La régulation des canaux s'effectue toujours manuellement. Calée sur les besoins en eau des arrosants, le mode de gestion utilisé (régulation par l'amont) mobilise des débits conséquents pour maintenir des niveaux suffisants au droit des prises et faire face aux temps de réponse importants des canaux.

Les canaux de l'ASA desservent aujourd'hui 4 000 propriétaires réparties sur 11 500 parcelles, entre la commune de Cheval Blanc au sud-ouest, à la commune de Caumont-sur-Durance au nord-est, dont 3 800 sont réellement irrigués.

L'avant-projet (AVP) réalisé en 2007, puis le Projet (PRO) réalisé en 2012 par la Société du Canal de Provence prévoyaient la modernisation et la création d'ouvrages de régulation des canaux gravitaires et le paramétrage du système de télégestion (superviseur).

Les travaux de modernisation ont concerné les deux canaux gravitaires (canal maître Saint-Julien et canal des sables) gérés par l'ASA du Canal Saint-Julien. Compte tenu de l'ampleur du programme de travaux, ces derniers avaient été divisés en cinq tranches. Les tranches de travaux (T1, T2, T3, T4) ont été réalisées au cours des chômages annuels des hivers 2013/2014 ; 2014/2015 ; hiver 2016/2017 ; hiver 2017/2018.

Le plan de situation ci-dessous présente l'ensemble des ouvrages de régulation réalisés entre les hivers 2013 et 2018.

Modernisation de la régulation des canaux gravitaires

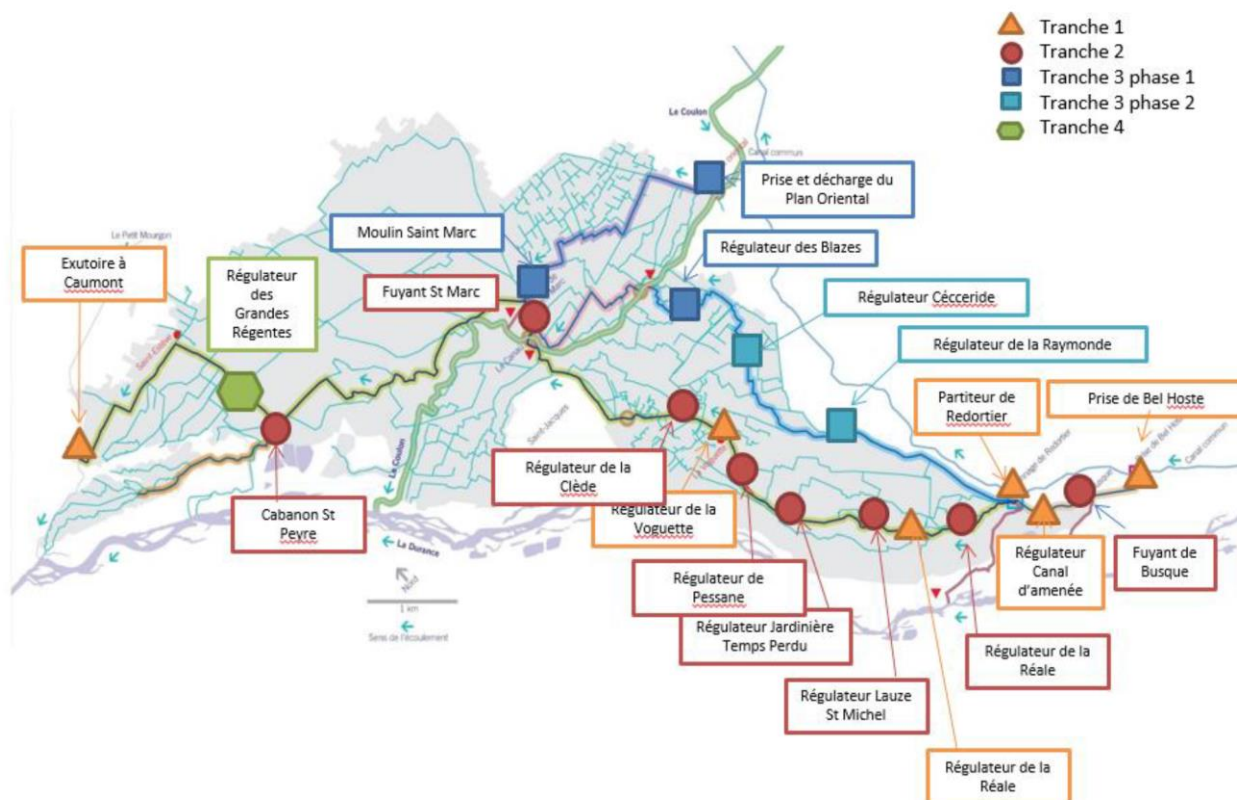


Figure 1: Modernisation de la régulation des canaux gravitaires

L'ensemble des tranches ont ainsi permis l'installation ou la modernisation de :

- régulateurs de débits : il s'agit de système de vannes qui permettent de régler les débits vers l'aval au niveau d'une prise d'eau, d'un partiteur en deux plusieurs canaux secondaires ou d'un rejet vers le milieu naturel.
- systèmes de réglage des rejets.
- régulateurs de niveau : l'irrigation gravitaire nécessite le maintien dans les canaux de lignes d'eau relativement stable pour assurer un fonctionnement satisfaisant des prises d'eau. Ces lignes d'eau sont maintenues grâce à des ouvrages transversaux qui créent des retenues sur le canal. Ces ouvrages peuvent être de plusieurs types, pour le canal Saint Julien, des seuils dits en bec de canard permettant une régulation efficace ont été le plus souvent retenus.
- nouveaux points de mesure permettant l'alimentation en donnée du système de télégestion.
- supervision centralisée en temps réel.

Les 4 tranches de travaux réalisées au cours des 6 dernières années ont permis de mettre en service de nombreux dispositifs de régulation (niveau, débit, mesures) sur les secteurs amont et traversée de Cavaillon jusqu'au Moulin Saint Marc dont la gestion est centralisée sur un superviseur.

Toutefois la totalité des travaux n'a pu être engagée en raison de la complexité technique de l'opération de modernisation de la régulation, mais aussi de la modification des règles de financements publics.

Ainsi, le secteur aval Cavaillon, à vocation agricole exclusive, est encore en attente d'une modernisation de sa régulation basée actuellement sur des planchages privés à l'origine de perturbations dans la distribution. Seuls un ouvrage de répartition des eaux (prise canal des Balaruts) et un régulateur fixe de niveau ont été réalisés.

Les données mesurées et bancarisées depuis l'installation des différents équipements permettent aujourd'hui une meilleure connaissance du fonctionnement des canaux et des besoins.

Au regard de ces éléments, l'ASA souhaite réaliser un réexamen du fonctionnement hydraulique du canal maître sur le secteur Amont Cavaillon et sur le secteur Aval Cavaillon.

1.2 OBJECTIFS DE L'ETUDE

L'objectif principal de l'opération consiste à limiter au strict nécessaire les prélèvements en tête du canal principal tout en assurant la satisfaction des différents usages de l'eau. Ces économies profiteront majoritairement aux milieux naturels locaux (Coulon) et Durancien dans un objectif d'atteinte du Bon Etat Ecologique de ces milieux.

Mais le projet permettra également de répondre à des objectifs secondaires :

- optimiser l'exploitation des ouvrages principaux du canal en fonction des conditions de ressource et de desserte en eau des usagers ;
- améliorer les conditions de sûreté et de sécurité des ouvrages en particulier dans leur fonction de collecteur d'assainissement pluvial ;
- simplifier et rationaliser les tâches d'exploitation, de surveillance et de maintenance des ouvrages ;
- diminuer voire supprimer dans la mesure du possible les pertes d'eau inutiles par surverse;
- permettre l'adaptation du fonctionnement du canal aux contraintes entraînées par la réalisation progressive des programmes de modernisation des réseaux d'irrigation.

Pour ce faire, l'ASA a confié à la SCP la réalisation d'une étude d'Avant-Projet, incluant la production d'un programme de travaux.

1.3 ORGANISATION DU DOSSIER D'AVANT-PROJET

Le dossier d'Avant-Projet comprend :

- Le présent rapport décrivant les solutions techniques retenues par site, les coûts d'investissement et de fonctionnement, le programme de travaux, les économies d'eau réalisées ;
- Des plans de principes de structures ou de modifications d'ouvrages répétitifs (régulateurs de niveau, cuvelage de canal...),
- Les plans de génie civil des ouvrages spécifiques (Prise du canal des Balaruts, Réserve du Grand Moulin...).

2 ETUDE DES AMENAGEMENTS DU SECTEUR AMONT CAVAILLON

2.1 PRESENTATION DU SECTEUR

Le secteur Amont Cavaillon comprend le tronçon du canal Saint-Julien situé entre le régulateur de la Cachoule à l'amont et le régulateur de la Clède en aval, soit un linéaire d'environ 6,6 km.

Ce secteur est décomposé en sous-secteurs permettant de bien identifier les problématiques et les solutions apportées :

- Sous-secteur Milan : entre les régulateurs de la Cachoule et de la Réale, à l'aval du partiteur de Redortier ;
- Sous-secteur Voguette : entre les régulateurs de la Voguette et de la Clède, en entrée de Cavaillon.

2.2 SOUS-SECTEUR « MILAN »

2.2.1 DESCRIPTION DU SOUS-SECTEUR ET DE LA PROBLEMATIQUE

Le secteur concerné par cette note se situe entre le régulateur de la Cachoule placé au PM 3240 et le régulateur de la Réale placé au PM 3830. Plusieurs prises gravitaires sont desservies sur ce tronçon en rive gauche. En 2017 le SMAVD effectua des travaux de création d'une digue appelé des « Iscles de Milan » afin de protéger la voie SNCF. Pour maintenir le réseaux gravitaire desservie par le canal st julien dans cette zone ces travaux comprirent le regroupement de plusieurs prises en 5 départs traversant la digue en DN600. Le secteur étudié ne comprend que trois prises dit des « Iscles de Milan » et une prise située à 50 ml à l'aval du premier régulateur. Les prises des « Iscles de Milan » sont ouvertes en grand en exploitation afin de desservir des canaux ou conduites en parallèle du canal où sont situés les départs privés.

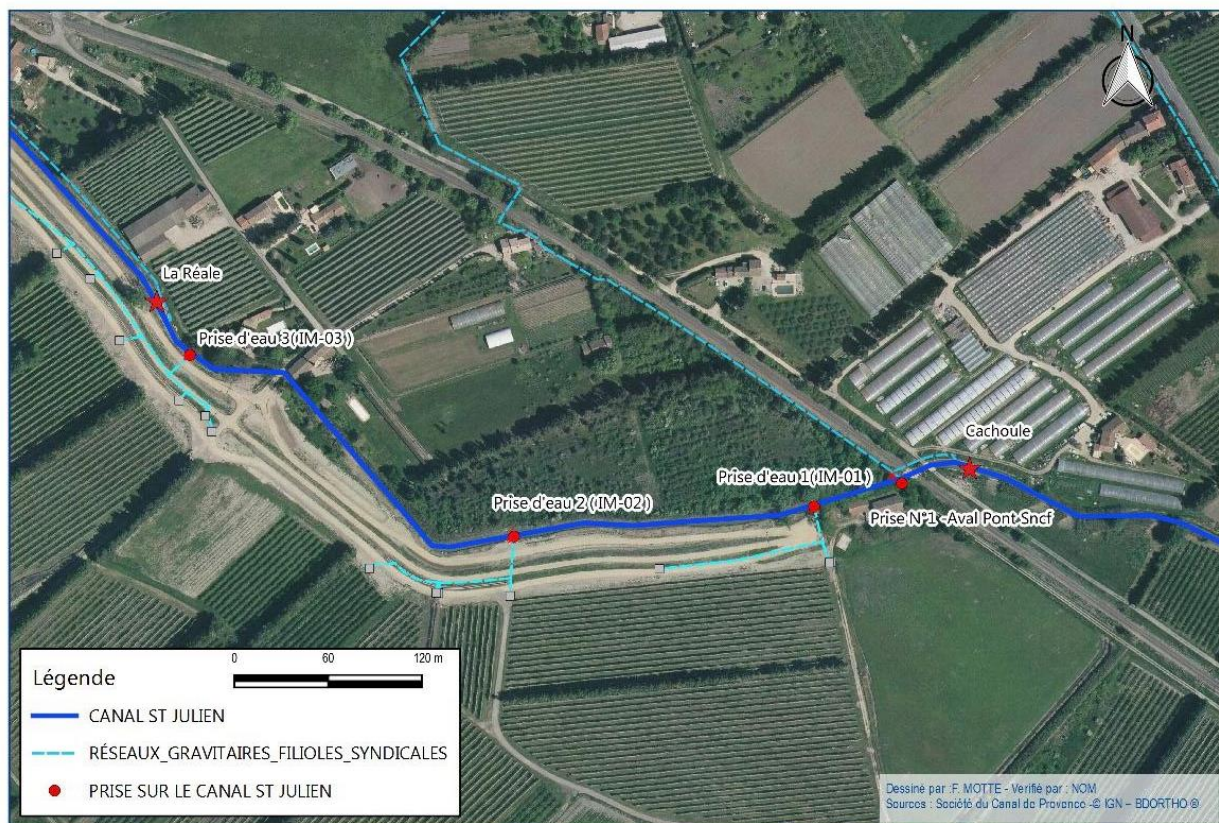


Figure 2: Carte du sous-secteur Milan

Ces prises sont trop éloignées du régulateur de la Réale pour être sous son influence. Seule la desserte de la prise N° 3 est sécurisée par ce seuil. La section du canal sur ce tronçon étant assez large (5 m environ), la hauteur d'eau est faible selon le débit transité. Des problèmes d'alimentation sont donc observés en période intermédiaire (mai et de septembre) et en pleine saison selon les besoins en eau des filiales privés.

L'ASA gère les problèmes d'alimentation en envoyant un débit supérieur au besoin pour augmenter le niveau de la ligne d'eau du canal et cela entraîne donc une surconsommation de volume d'eau. En outre l'irrigation des terrains en bordure n'est possible que lorsque le débit en tête du canal Saint-Julien est de 2900 l/s. En deçà de ce débit, la hauteur d'eau est insuffisante. L'ASA est actuellement contrainte d'introduire plus d'eau que nécessaire, uniquement dans le but de maintenir un certain niveau d'eau au droit des prises.

Nous pouvons observer dans le tableau ci-après¹ que le débit moyen minimum se situe aux alentours de 2400 l/s dans les périodes intermédiaires (mai et octobre) au départ du canal Saint-Julien et 3630 l/s en période de pointe. Compte tenu des prélèvements en route, le débit véhiculé dans ce secteur est donc de 2000 à 3600 l/s.

¹ Les débits sont issus des mesures disponibles, utilisées dans le livrable « Note relative au traitement des données mesurées et analyse du fonctionnement aval du canal St-Julien », janvier 2020. Les débits au partiteur de Redortier ont été corrigés ici afin de tenir compte des écarts constatés entre les mesures du site et des jaugeages de contrôles.

Tableau 1-Débits moyens mensuels à la prise de Canal St-Julien à Redortier (2015/2019)

(l/s)	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre
Max	2255	2440	2877	3667	3664	3581	3209	2672	2307
Min	1978	2043	2425	3181	3629	3521	3098	1905	1366
Moyenne	2153	2263	2581	3455	3644	3559	3155	2360	1719

Au vu de ces variations de débit transité et des difficultés confirmées par l'exploitant pour desservir les prises privées demandant une certaine charge au départ, l'ASA a mis en place des aménagements temporaires d'urgence permettant d'assurer la desserte de ce secteur (blocs, planchage ...)

L'objectif de cette étude est de dimensionner des aménagements permettant de réaliser des économies d'eau, dans la même logique de réduction des débits prélevés via la modernisation de la régulation que l'ASA a débuté depuis plus de dix ans. Il nous est donc demandé de dimensionner les régulateurs nécessaires afin d'améliorer les capacités de desserte sur le secteur d'étude et de limiter le débit technique² transitant dans le canal.

2.2.1.1 CARACTERISTIQUE DES PRISES EXISTANTES

Les caractéristiques principales des prises objets de l'étude sont présentées ci-après.

La hauteur d'eau estimée correspond à la hauteur des plus hautes eaux en période de pointe, relevée sur site dans le cadre de la présente étude, tenant compte des aménagements temporaires réalisés par l'ASA.

Prise-1 aval Pont Sncf	
PM	3292.4
Dimensions	0.45x0.85 m×m
Radier prise	86.99 m NGF
Radier canal	86.7 m NGF
H eau estimée	0.55 m

Prise N° 1 Iscles de Milan (IM-01)	
PM	3344
Dimensions	DN600
Radier prise	86.65 m NGF
Radier canal	86.44 m NGF
H eau estimée	0.55 m

Prise N° 2 Iscles de Milan (IM-02)	
PM	3537
Dimensions	DN600
Radier prise	85.97 m NGF
Radier canal	85.84 m NGF
H eau estimée	0.6 m

Prise N°3 Iscles de Milan (IM-03)	
PM	3797.4
Dimensions	DN600
Radier prise	85.39 m NGF
Radier canal	85.34 m NGF
H eau estimée	0.83 m

² Débit technique : partie du débit circulant dans le canal nécessaire pour d'une part garantir une certaine hauteur d'eau dans le canal en vue d'alimenter correctement les prises et d'autre part de tenir compte des pertes en ligne (infiltrations, évaporation).

2.2.1.2 CARACTERISTIQUES DU RESEAU DE DESSERTE

2.2.1.2.1 Prise N°1 aval voie sncf

Cette prise dessert un fossé gravitaire privé ; sa section est variable et sa pente est faible. Les parcelles à desservir se situent assez loin de la prise, la charge nécessaire au départ de ce réseau est évaluée à 50 cm au minimum par l'exploitant pour obtenir un bon fonctionnement au niveau des parcelles.

2.2.1.2.2 Prise IM-01 – prise N°1 DN600 secteur des iscles de milan

Cette prise franchit la digue en DN 600 jusqu'à un regard de répartition avec des vannes simples sur deux départ en DN200 et un DN400. Le fil d'eau de ces départs est à 86,54 m NGF(Dn400), l'arase (bord supérieur) du premier regard est de 87,57 m NGF (Source PLAN SMAVD NI160007).

La pente du DN 400 est nulle. Ce départ dessert deux prises privées sur 105 ml. L'arase des regards de prises est à 86,40 m NGF.

2.2.1.2.3 Prise IM-02 – prise n°2 DN600 secteur des iscles de milan

Cette prise franchit la digue en DN 600 jusqu'à un regard de intermédiaire situé sous la digue, équipé d'un vanne à crémaillère. La conduite DN600 se termine dans une section rectangulaire d'une hauteur de 1,10 m avec un fil d'eau de 86,06 m NGF. La pente de ce tronçon de 85 ml est nulle. L'arase de cette section est à 87,16 m NGF (Source PLAN SMAVD NI160007).

2.2.1.2.4 Prise IM-03 – prise n°3 DN600 secteur des iscles de milan

Comme pour la prise n°2, cette prise franchit la digue en DN 600 jusqu'à un regard de intermédiaire situé sous la digue, équipé d'un vanne à crémaillère. La conduite DN600 se termine dans une section rectangulaire d'une hauteur de 1,10 m avec un fil d'eau de 85,35 m NGF. La pente de ce tronçon est nulle. L'arase de cette section est à 86,45 m NGF (Source PLAN SMAVD NI160007).

2.2.2 MODELISATION ETAT INITIAL

2.2.2.1 METHODOLOGIE

Afin de dimensionner les ouvrages nécessaires à l'amélioration de la desserte des prises de ce tronçon, nous avons utilisé le modèle mathématique existant et développé en 2012 à l'aide du logiciel SIC².

Nous avons tout d'abord actualisé la topologie du modèle suites à des relevés topographiques complémentaires des prises et des seuils.

Ensuite, les débits à simuler ont été vérifiés à l'aide des données traitées dans la phase précédente (cf. livrable « Note relative au traitement des données mesurées et analyse du fonctionnement aval du canal St-Julien », janvier 2020). Nous avons conservé le débit maximum défini dans les études de dimensionnements des seuils de la Cachoule et de la Réale en 2012 (**Q max = 3.910 m³/s**) car ce débit est cohérent avec les mesures récentes analysées précédemment.

Au-delà de cette valeur, nous estimons être hors plage de fonctionnement normal des seuils ; nous considérons ainsi que les seuils peuvent fonctionner en régime noyé et que les vannes de chasses peuvent être ouvertes afin de diminuer l'impact de ces ouvrages sur la rehausse de la ligne d'eau.

Pour le débit minimum sur ce tronçon, nous avons dû ajuster la valeur définie dans le modèle précédent de 2,6 m³/s à 2 m³/s au niveau de Redortier au vue des valeurs moyennes du mois de Mai.

Après avoir défini les débits enveloppe (lignes d'eau mini et maxi) et corrigé la géométrie, nous avons analysé le fonctionnement en état initial puis pour deux états projets afin de les comparer des points de vue fonctionnel et financier.

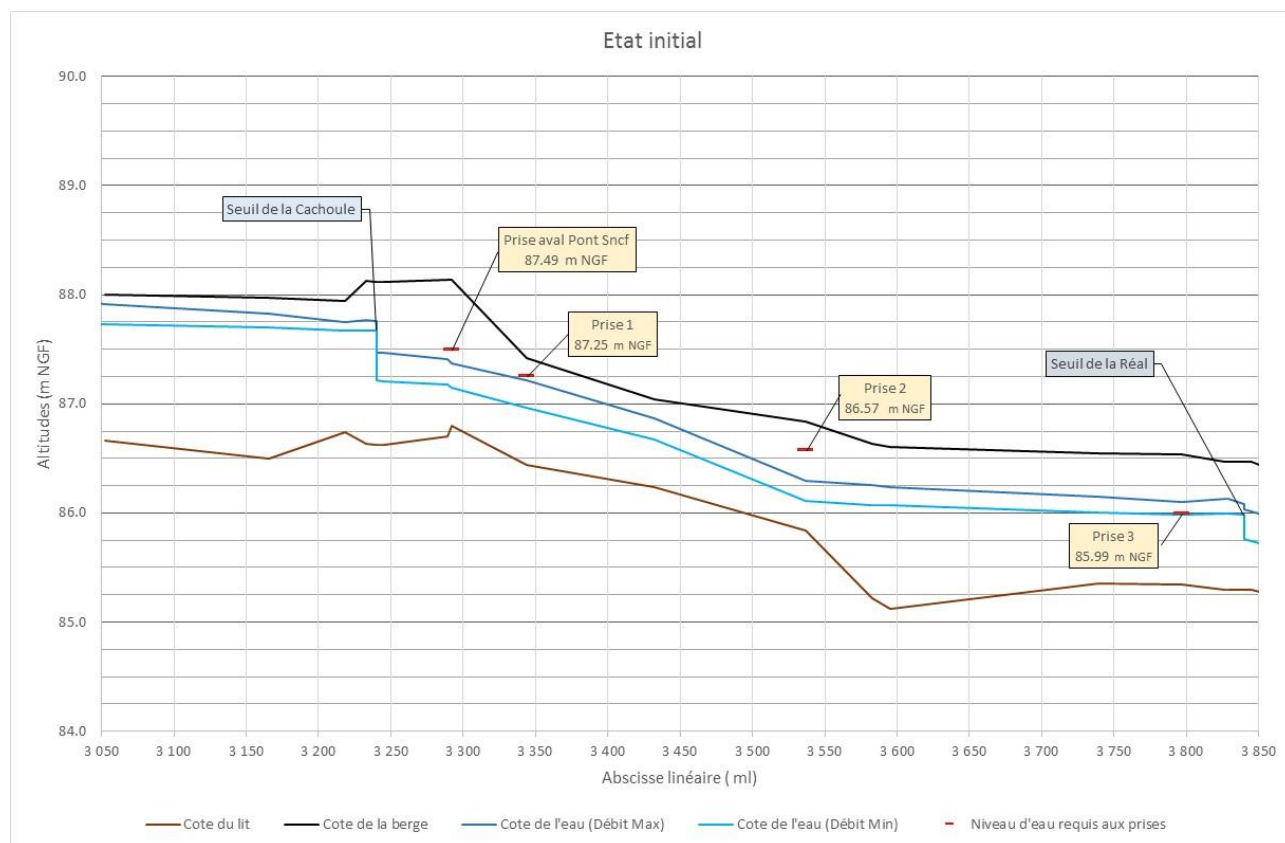
2.2.2.2 CALCUL ETAT INITIAL

Afin de déterminer les variations de hauteurs d'eau entre les deux hypothèses de débit (mini et maxi) et définir ainsi la zone d'influence du seuil de la Réale, nous avons simulé les deux lignes d'eau en ajoutant les prises concernées. Les simulations ne tiennent pas compte des aménagements temporaires d'urgence de l'ASA.

Les hauteurs d'eau requises dans le canal pour assurer l'alimentation des prises (« niveau d'eau requis » sur le graphique) sont les suivantes :

- Prise n°1 : 0,50 m, sur la base du retour d'expérience de l'exploitant ;
- Prises IM-01, IM-02 et IM-03 : 0,60 m, sur la base des dimensions des ouvrages.

Figure 3 : Secteur Milan – Lignes d'eau état initial



On observe sur ce profil en long que la prise à l'aval du pont SNCF ainsi que les prises IM-01 et IM-02 ne sont pas sécurisées par le seuil de la Réale. Nous voyons aussi qu'une rehausse de ce seuil serait difficile à réaliser au vu de la topographie et nécessiterait d'importantes et coûteuses rehausses de berges (cuvelage). La variation de hauteur d'eau entre le débit Max et min est très importante et justifie la mise en place de dispositifs pérennes afin de pouvoir maintenir une charge suffisante pour l'alimentation des prises, notamment en période intermédiaire.

Tableau 2 : Secteur Milan – Résultats modélisation état initial

Nom	Cote fil d'eau (m NGF)	Cote d'eau max (m NGF)	Cote d'eau min (m NGF)	Cote PHE estimée (m NGF)	Cote cible d'alimentation (m NGF)
Prise aval pont SNCF	86.99	87.40	87.17	87.55	87.49
Prise N°1	86.65	87.20	86.96	87.20	87.25
Prise N°2	85.97	86.30	86.11	85.57	86.57
Prise N°3	85.39	86.10	85.99	86.19	85.99

Au regard des cotes d'eau minimales au droit de chaque prise, il apparaît nécessaire de rehausser la ligne d'eau sur la partie amont du tronçon afin de sécuriser l'alimentation des prises n°1, IM-01 et IM-02.

2.2.3 MODELISATION DE L'ETAT PROJET ET DESCRIPTION DES AMENAGEMENTS

La mise en place de nouveaux régulateurs de niveau est nécessaire pour le maintien de la ligne d'eau devant les prises concernées, afin d'assurer une alimentation correcte de ces prises tout en diminuant le débit technique dans le canal.

La création d'ouvrages de régulation s'accompagne de travaux de confortement ou de recalibrage des berges sur l'ensemble du tronçon entre les régulateurs existant et le pont SCNF pour :

- d'une part, ne pas créer d'infiltrations permanentes entre le canal et la digue des Iscles de Milan (ouvrage labellisé PCR), infiltrations qui risqueraient de fragiliser la digue,
- et d'autre part, assurer le transit de l'eau avec des niveaux d'eaux plus élevés qu'en situation actuelle. En effet, les niveaux d'eau après aménagement mettent en eau des zones de berges non étanchéifiées par le dépôt de limons, et peuvent même être supérieurs au niveau de la berge actuelle.

Un cuvelage en béton avec une largeur des sections du cuvelage de 5 m a été retenu par le maître d'ouvrage.

Pour caler les seuils, nous nous sommes assurés qu'ils ne perturbent pas le fonctionnement actuel du régulateur de la Cachoule situé en amont immédiat et qu'ils permettent de maintenir une charge suffisante dans la tranche de débits situé entre 2 m³/s et 3.9 m³/s au départ du Canal St-Julien. En termes de sécurité, une revanche de 15 cm minimum a été appliquée.

2.2.3.1 DESCRIPTION DES AMENAGEMENTS

Afin de coller au mieux à la topographie et de diminuer la hauteur de cuvelage, nous avons testé la mise en place de deux régulateurs de niveau moins hauts et plus rapprochés des prises. Le premier est positionné au PM 3360 pour la prise du pont SNCF et la prise N°1, et aura la forme d'un bec-de-canard. La longueur déversante est de 15 ml et la cote de calage reste à 87,30 m NGF (Hauteur = 0,80 m). Le deuxième seuil est alors implanté au PM 3560 pour la prise N°2 et sa longueur est également de 15 ml (car le débit du canal varie peu entre ces deux ouvrages) et la cote de calage : 86,60 m NGF (Hauteur = 0,80 m).

Figure 4 : Secteur Min – Vue en plan aménagements projetés

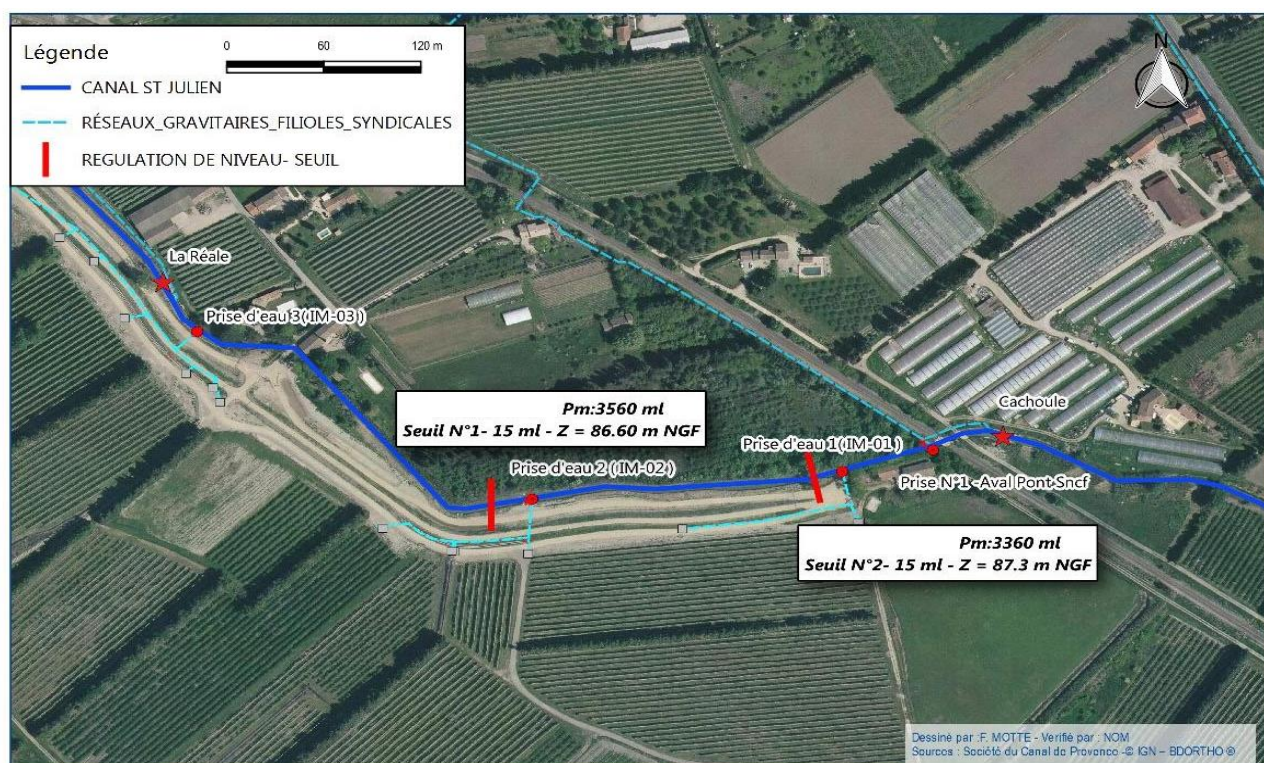


Tableau 3 : Secteur Milan – Résultats modélisation état projeté

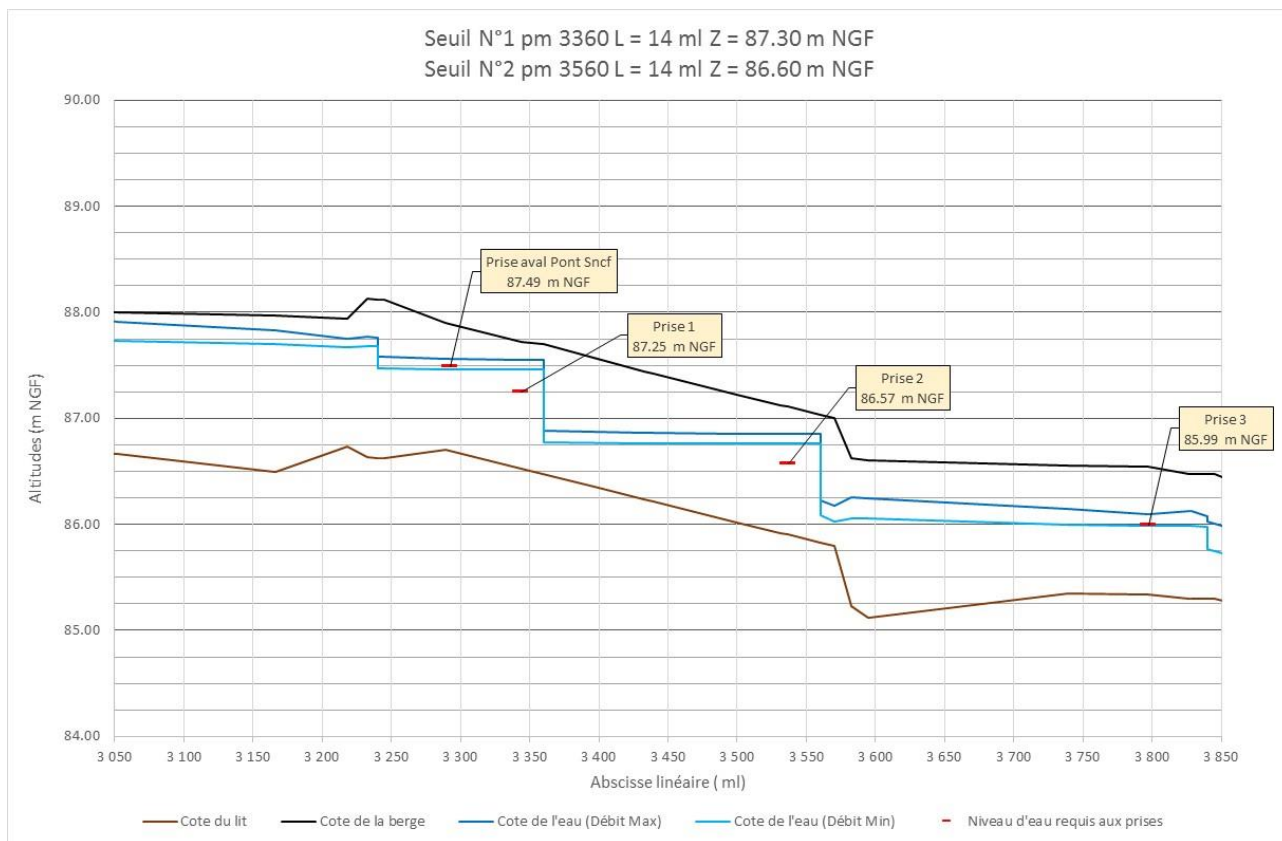
Nom	Cote fil d'eau (m NGF)	Cote d'eau max (m NGF)	Cote d'eau min (m NGF)	Cote cible d'alimentation (m NGF)
Prise aval pont SNCF	86,99	87,56	87,46	87,49
Prise N°1	86,65	87,56	87,46	87,25
Prise N°2	85,97	86,86	86,76	86,57

La pente du cuvelage reste à 0,31 %, la hauteur de 1,20 m sur une longueur de 280 ml.

Il faudra réhausser le regard intermédiaire de la prise IM-01 de 15 cm après vérification et modifier les vannes de départs.

Les regards de distribution étant déjà en dessous de la ligne d'eau, il faudra s'assurer d'ouvrir les vannes du DN 400 et des DN 200 en correspondance avec les besoins pour éviter des prélèvements trop importants.

Figure 5 : Secteur Milan – Lignes d'eau état projeté



2.2.3.2 SYNTHESE DES CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DES OUVRAGES

Le tableau ci-après détaille les caractéristiques des ouvrages.

Tableau 4 : Secteur Milan – Caractéristiques géométriques des aménagements projeté

	Longueur	Largeur vanne	Cotes (m NGF)				
			Radier	Berge	Seuil	Q Max	Q Min
Seuil N° 1	15 ml	1 ml	86,50	87,70	87,30	87,56	87,46
Seuil N° 2	15 ml	1 ml	85,83	87,03	86,6	86,86	86,76

	Longueur	Largeur	Hauteur
Cuvelage tronçon complet	281 ml	5 ml	1,4 m

Les seuils seront en béton armé C30/37 coulé en place, posé au sein d'une section rectangulaire cuvelée.

Ils seront équipés d'une vanne de manœuvre capotée et cadénassée et d'éléments de sécurisation (plateforme en caillebotis, garde-corps, échelons de descente dans le canal...).

Le cuvelage du canal consiste en la réalisation d'un ouvrage en béton armé (C30/37) coulé en place (voire préfabriqué), en forme de U : voiles verticales, radier plat penté vers l'aval.

Les voiles et le radier auront une épaisseur de 0,20 m.

Le radier sera prolongé par des bèches sous les berges permettant un retour de 0,50 m. Il sera posé sur une couche d'assise en ballast 80/100 d'épaisseur 0,60 m minimum, surmonté d'une couche d'assise et de nivellement en GNT 0/30 d'épaisseur 0,30 m minimum, et enfin d'un béton de propreté d'épaisseur 0,10 m.

Les travaux comprennent également la réalisation des transitions entre les sections cuvelées et les ouvrages traversants / sections de canal en terre, la pose d'échelons permettant la descente dans le canal, de ligne de vie et de clôture de sécurisation.

Remarque : une levé topographique du site permettant un rendu à l'échelle 1/200^e sera nécessaire avant de préciser la conception en phase PRO.

2.3 SOUS-SECTEUR « VOGUETTE »

2.3.1 DESCRIPTION DU SOUS-SECTEUR ET DE LA PROBLEMATIQUE

Le sous-secteur « Voguette » est compris entre le régulateur de la Voguette placé au PM 6200 et le régulateur de la Clède placé au PM 7340.

Ces régulateurs ont été construits dans le cadre des premières tranches de travaux visant à améliorer la régulation du canal Saint-Julien.

Lors de ces travaux, le cuvelage du secteur n'avait pas été réalisé.

Les modifications des lignes d'eau due à l'implantation du seuil de la Clède, d'une hauteur de 1 m, induisent une augmentation de la surface en eau du canal et donc des pertes par infiltrations, en plus du risque de déstabilisation des terres immergées en saison d'irrigation et émergées en période de chômage annuel du canal.

Ainsi, le cuvelage de ce secteur est à prévoir pour limiter ces infiltrations et assurer la stabilité des terrains bordant le canal.

2.3.2 DESCRIPTION DES AMENAGEMENTS

Le cuvelage du canal consiste en la réalisation d'un ouvrage en béton armé (C30/37) coulé en place (voire préfabriqué), en forme de U : voiles verticales, radier plat penté vers l'aval.

La section intérieure du canal après cuvelage sera de 1,60 m de hauteur et de 4 m de largeur.

Les voiles et le radier auront une épaisseur de 0,20 m.

Le radier sera prolongé par des bèches sous les berges permettant un retour de 0,50 m. Il sera posé sur une couche d'assise en ballast 80/100 d'épaisseur 0,60 m minimum, surmonté d'une couche d'assise et de nivellement en GNT 0/30 d'épaisseur 0,30 m minimum, et enfin d'un béton de propreté d'épaisseur 0,10 m.

Le cuvelage s'effectuera sur 3 tronçons :

- Tronçon n°1 : 250 ml entre le pont existant en aval du régulateur de la Voguette et le pont d'accès entreprise ;
- Tronçon n°2 : 145 ml entre le pont d'accès entreprise et le pont du chemin des puits des Gavottes ;
- Tronçon n°3 : 100 ml entre le pont du chemin des puits des Gavottes et le régulateur de la Clède.

Les travaux comprennent également la réalisation des transitions entre les sections cuvelées et les ouvrages traversants, la pose d'échelons permettant la descente dans le canal, de ligne de vie et de clôture de sécurisation.

Remarque : une levé topographique du site permettant un rendu à l'échelle 1/200^e sera nécessaire avant de préciser la conception en phase PRO.

3 ETUDE DES AMENAGEMENTS DU SECTEUR AVAL CAVAILLON

3.1 PRESENTATION DU SECTEUR

Le secteur Aval Cavaillon comprend le tronçon du canal Saint-Julien situé entre les ouvrages de Saint-Marc (fuyant et Moulin) et le retour de la filiole de la Grande Ceinture, soit un linéaire d'environ 8,5 km.

Ce secteur est décomposé en sous-secteurs permettant de bien identifier les problématiques et les solutions apportées :

- **Sous-secteur Fuyant Saint-Marc** : fuyant sur toute sa longueur entre le départ dans le canal Saint-Julien et l'exutoire dans le Coulon ;
- **Sous-secteur Aval Moulin Saint-Marc** : canal Saint-Julien entre l'ouvrage du Moulin Saint-Marc et le retour de la filiole de la Grande Ceinture ;
- **Sous-secteur Prise du Canal des Balaruts** : départ du canal des Balaruts, depuis le fuyant du même nom partant du Cabanon Saint-Peyre.

Le schéma de la page suivante permet de repérer le secteur et ses sous-découpages.

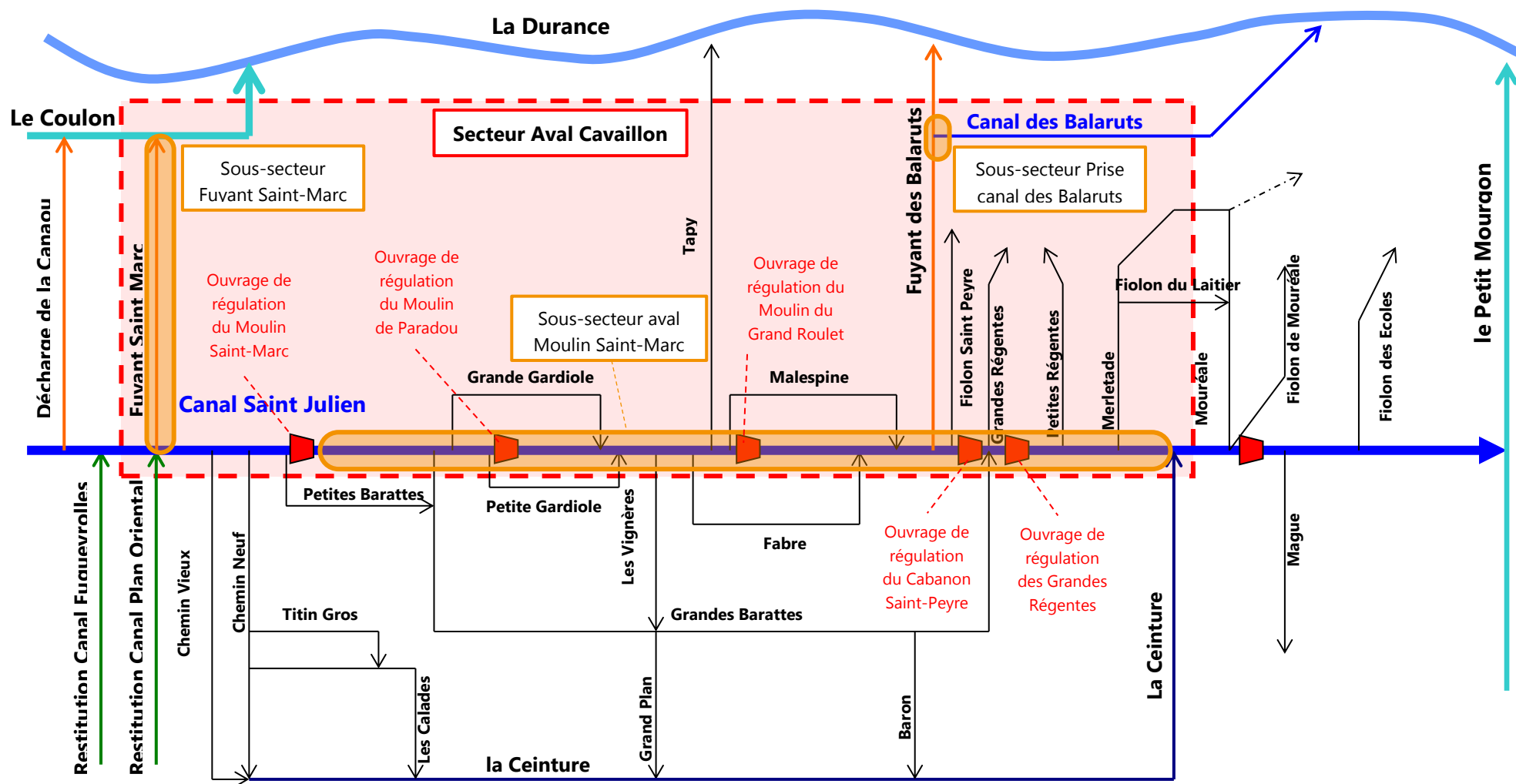


Figure 6: Schéma secteur Aval Cavaillon

3.2 SOUS-SECTEUR « FUYANT ST-MARC »

3.2.1 DESCRIPTION DU SOUS-SECTEUR ET DE LA PROBLEMATIQUE

Le fuyant Saint-Marc est un canal en terre trapézoïdal d'environ 1 m de large en base, d'une longueur d'environ 550 m entre le canal Saint-Julien et le Coulon.

Ce fuyant remplissant deux fonctions :

- délestage du canal Saint-Julien permettant de réguler le débit vers l'aval du canal ;
- fourniture d'eau pour les prises situées le long du fuyant.

3.2.1.1 FONCTION DE DELESTAGE

Une vanne de décharge et un ouvrage de surverse permettent l'évacuation des eaux excédentaires du canal Saint-Julien vers le Coulon.

La capacité de délestage du fuyant est évaluée par l'ASA à environ 1 m³/s.

3.2.1.2 FONCTION IRRIGATION

Le fuyant assure l'alimentation de prises situées en sein.

Ces prises, ainsi que les retours d'eau existants, sont localisés sur la figure ci-après, fournie par l'ASA :

- deux prises et un retour d'eau en rive droite,
- deux prises et deux retours d'eau en rive gauche.

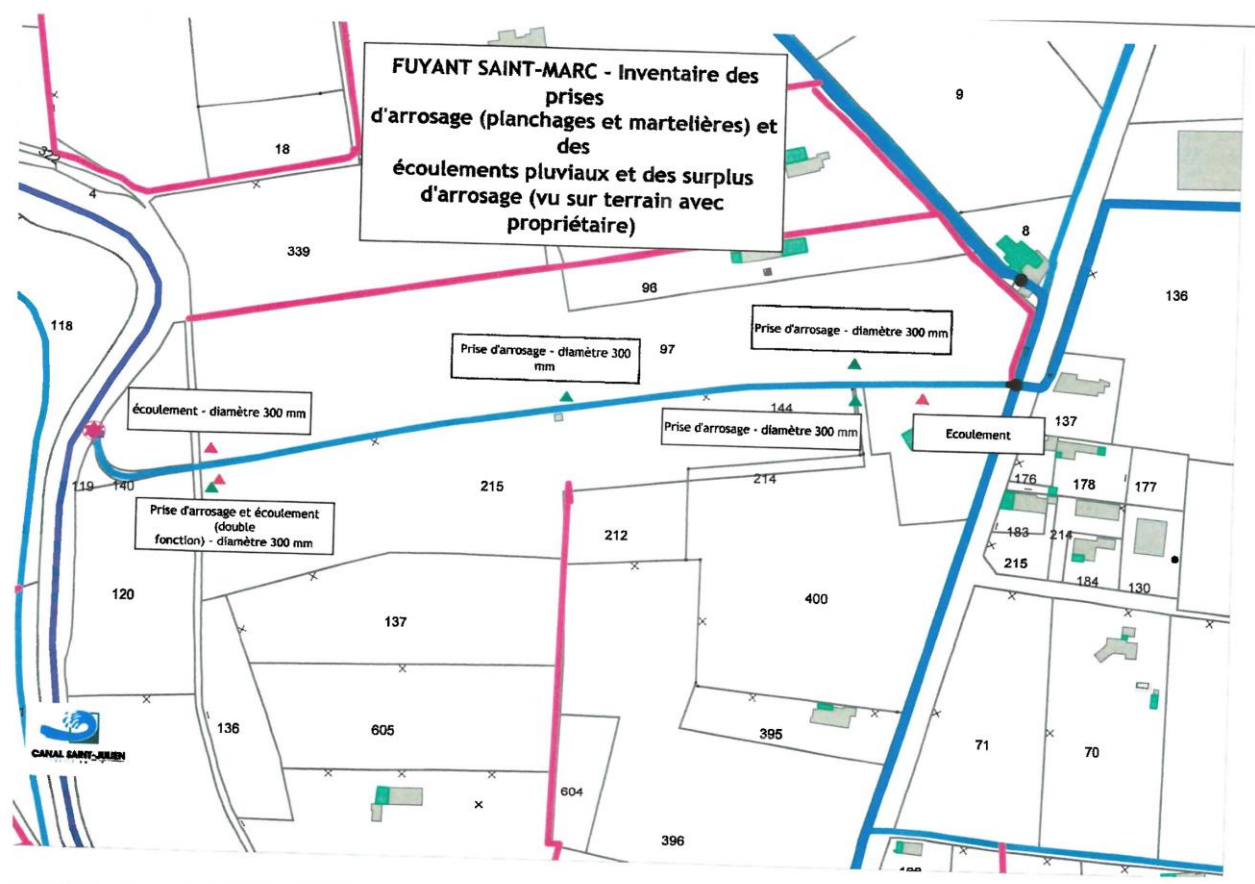


Figure 7: Schéma sous-secteur Fuyant Saint-Marc

Les prises permettant l'irrigation des parcelles adjacentes au fuyant.

Lors des périodes d'irrigation, les exploitants des parcelles agricoles ouvrent la vanne de tête du fuyant et mettent des planchages dans le fuyant afin de faire monter la ligne d'eau pour que les crépines de leurs pompes soient bien immergées.

Le niveau d'eau dans le fuyant s'équilibre alors avec le niveau d'eau dans le canal, avec une surverse vers le Coulon lors des fluctuations de niveau du canal.

Selon les mesures de hauteur d'eau entre 2015 et 2019 en tête du fuyant sur la période d'avril à septembre, les périodes d'irrigation durent en moyenne 24h tous les 7 jours, comme le montre l'extrait des données de 2019 ci-après.

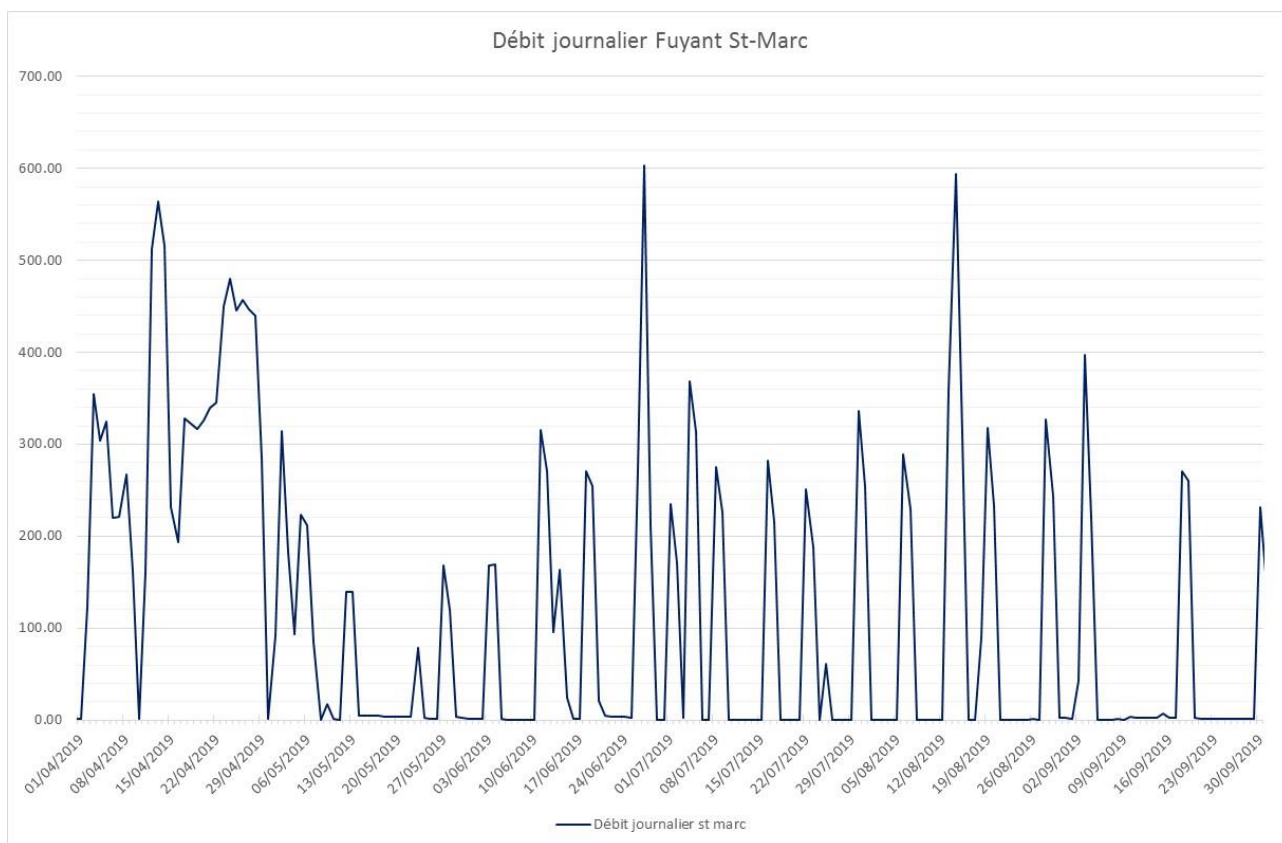


Figure 8: Débit journalier au fuyant Saint-Marc

Ainsi tous les sept jours le fuyant est rempli sur toute sa longueur en début d'irrigation, puis vidangé en fin d'irrigation.

En plus des manœuvres de la vanne de décharge non maîtrisées par l'ASA, ce fonctionnement génère des pertes d'eau par surverse vers le Coulon au-dessus du dernier planchage et lors des épisodes de vidange du fuyant en fin d'irrigation.

3.2.2 AMENAGEMENTS PROPOSES

Les aménagements proposés pour améliorer le fonctionnement du fuyant sont les suivants :

- Mise en œuvre de 2 canalisations sous pression (basse pression), de part et d'autre du fuyant, pour alimenter les prises ;
- Bétonnage du fuyant.

Les canalisations enterrées seront en PEHD, de diamètre 400 mm, pour une longueur unitaire d'environ 500 m. Elles seront implantées de chaque côté du fuyant pour alimenter les parcelles adjacentes, et seront équipées d'une vanne d'isolement en tête, installée directement sur le canal maître, et d'une vanne de vidange en extrémité aval avec retour d'eau dans le fuyant.

Les prises seront constituées d'une vanne papillon ou à opercule rejetant dans une fosse de dissipation avant départ en gravitaire.

Pour la prise équipée d'un pompage, une bêche de reprise sera prévue.

Les retours d'eau existants seront conservés et pérennisés.

Le fuyant sera bétonné en section rectangulaire de 1,50 m de largeur et 1,50 m de hauteur afin d'une part de limiter son emprise pour faciliter l'implantation des canalisations au plus proche du fuyant, et d'autre part pour pérenniser sa fonction de décharge.

Le cuvelage se fera par un béton armé coulé en place (ou préfabriqué en variante), avec des voiles et un radier de 15 cm d'épaisseur.

Le radier sera prolongé par des bèches sous les berges permettant un retour de 0,30 m. Il sera posé sur une couche d'assise en ballast 80/100 d'épaisseur 0,60 m minimum, surmonté d'une couche d'assise et de nivellement en GNT 0/30 d'épaisseur 0,30 m minimum, et enfin d'un béton de propreté d'épaisseur 0,10 m.

Remarque : une levé topographique du site permettant un rendu à l'échelle 1/200^e sera nécessaire avant de préciser la conception en phase PRO.

3.3 SOUS-SECTEUR « AVAL MOULIN ST-MARC »

3.3.1 DESCRIPTION DU SOUS-SECTEUR ET DE LA PROBLEMATIQUE

Le sous-secteur Aval Moulin Saint-Marc s'étend de l'ouvrage de régulation du Moulin Saint-Marc, jusqu'au retour de la filiole de la Grande Ceinture dans le canal Saint-Julien.

Ce tronçon du canal Saint-Julien, long d'environ 8,4 km, comporte de nombreux départs de filioles, quelques retours, ainsi que des ouvrages de régulation gérés par l'ASA permettant de réguler les débits et niveaux dans le canal :

- Ouvrage du Moulin de Paradou, constitué d'un seuil de rehausse de la ligne d'eau muni de vannes ;
- Ouvrage du Grand Roulet, constitué d'un seuil de rehausse de la ligne d'eau muni de vannes ;
- Ouvrage du Cabanon Saint-Peyre, constitué d'une chambre de répartition muni de vanne permettant de réguler le niveau d'eau en amont, le débit continuant dans le canal Saint-Julien et le débit transitant vers le fuyant des Balaruts, lui-même alimentant plus loin le canal des Balaruts ;
- Ouvrage des Grandes Régentes, constitué d'un seuil de rehausse de la ligne d'eau muni de vannes.

Il existe également de nombreux planchages dans le canal, installés par les riverains afin de rehausser localement la ligne d'eau pour assurer l'alimentation de leur(s) prise(s). Ces planchages ne sont pas maîtrisés par l'ASA, ce qui génère des variations incontrôlées de lignes d'eau et de débit lors de la mise en place et du retrait des planchages.

Afin de pallier ce problème de gestion non coordonnées, combiné aux débits de retour des filioles, l'ASA doit adapter en permanence le débit dans le canal pour assurer l'alimentation des filioles et des prises situées le plus en aval.

Ce fonctionnement n'est pas satisfaisant et une amélioration apparaît nécessaire en assurant un contrôle des lignes d'eau par des ouvrages de régulation venant en remplacement des planchages, et en proposant la mise en œuvre d'une réserve de régulation au milieu du sous-secteur. Ces ouvrages permettront de plus de réaliser des économies d'eau.

Certaines problématiques locales de limitation des débits sont également traitées en proposant des aménagements adaptés.

3.3.2 NOUVEAUX REGULATEURS LE LONG DU CANAL

3.3.2.1 LOCALISATION DES NOUVEAUX REGULATEURS

Il est proposé de mettre en œuvre 8 nouveaux régulateurs permettant de limiter les variations du plan d'eau et ainsi supprimer deux ou trois planchages situés dans leur zone d'influence.

Des aménagements d'ouvrages de régulation existants sont également prévus.

Le tableau ci-après liste ces régulateurs et montre leur position par rapport aux planchages existants. Les Points Métriques (approchés) sont comptabilisés à partir du partiteur de Redortier.

Tableau 5 : Localisation des nouveaux seuils

N°	Nom ouvrage	PM	Commentaire
-	Moulin Saint-Marc	11 733	Début du tronçon d'étude
Planchage 1	St-Félix	12 484	Planchage inactivé
Planchage 2	Gardiol 1	12 814	Planchage inactivé
Seuil n°1	Nouveau seuil	12 835	Création d'un seuil en bec-de-canard
Planchage 3	Gardiol 2	12 934	Planchage inactivé
Seuil n°2	Moulin de Paradou	13 115	Reprise Génie Civil et vanne, by-pass
Planchage GA	Gouffre d'Avon	13 955	Planchage inactivé
Planchage 4	Gouffre d'Avon 2	14 058	Planchage inactivé
Seuil n°3	Nouveau seuil	14 127	Création d'un seuil en bec-de-canard
Planchage 5	Avy	14 218	Planchage inactivé
Planchage 6	Ollier	14 438	Planchage inactivé
Planchage 7	Bonebau	14 558	Planchage inactivé
Seuil n°4	Nouveau seuil	14 696	Création d'un seuil en bec-de-canard
Planchage 8	Peytier	14 901	Planchage inactivé
Planchage 9	Sarnette	15 261	Planchage inactivé
Seuil n°5	Moulin du Grand Roulet	15 509	Reprise Génie Civil et vanne
Planchage 10	Cavalier	16 086	Planchage inactivé
Planchage 11	Avant Fournillier	16 649	Planchage inactivé
Planchage 12	Fournillier	16 769	Planchage inactivé
Seuil n°6	Nouveau seuil	16 835	Création d'un seuil en bec-de-canard
Planchage 13	Mestre	16 989	Planchage inactivé
Planchage 14	Baud	17 229	Planchage inactivé
Seuil n°7	Nouveau seuil	17 288	Création d'un seuil en bec-de-canard
Planchage 15	Mestre 2	17 309	Planchage inactivé
Planchage 16	Toubibe	17 540	Planchage inactivé
Seuil n°8	Nouveau seuil	17 598	Création d'un seuil en bec-de-canard
Cabanon SP	Cabanon Saint-Peyre	17 790	Ouvrage non modifié
Planchage 17	Drevet	17 960	Planchage inactivé
Planchage 18	Nicolli	18 120	Planchage inactivé
Planchage 19	Duché	18 220	Planchage inactivé

N°	Nom ouvrage	PM	Commentaire
Planchage 20	Vilhon	18 395	Planchage inactivé
Planchage 21	Barbason	18 570	Planchage inactivé
Seuil n°9	Grande Régente	18 643	Ouvrage non modifié
Planchage 22	Piccolo	18 770	Planchage inactivé
Planchage 23	Chevaux	18 950	Planchage inactivé
Planchage 24	Doche	19 052	Planchage inactivé
Seuil n°10	Nouveau seuil	19 155	Création d'un seuil transversal
Planchage 25	Francketti	19 312	Planchage inactivé
Planchage 26	Bouschet 1	19 619	Planchage inactivé
Seuil n°11	Nouveau seuil	19 733	Création d'un seuil transversal
Planchage 27	Bouschet 2	19 950	Planchage conservé

3.3.2.2 FONCTIONNEMENT ET PRINCIPE DE DIMENSIONNEMENT DES SEUILS

Selon leur emplacement et la largeur du canal, les seuils sont soit en forme de bec-de-canard soit transversaux.

Les seuils seront en béton armé C30/37 coulé en place, posé au sein d'une section rectangulaire cuvelée.

Ils seront équipés d'une vanne de manœuvre capotée et cadenassée et d'éléments de sécurisation (plateforme en caillebotis, garde-corps, échelons de descente dans le canal...).

Le plan n°2019_09_28_84-010 montre le détail de construction de ce type d'ouvrage.

Ils sont dimensionnés vis-à-vis d'un débit de projet fixé en accord avec l'ASA. Ce débit de projet en aval immédiat du Moulin Saint-Marc (départ du sous-secteur) est fixé à 2 000 l/s en fonctionnement normal du canal. Il est cohérent avec les débits constatés par analyse de la mesure située en aval de l'ouvrage du Moulin Saint-Marc sur la période 2017-2019, avec un débit moyen de 1 972 l/s sur la période de pleine irrigation juin-juillet-août.

Les longueurs des seuils sont définies afin de faire passer le débit de projet au droit du seuil avec une lame d'eau de 0,25 m.

Les seuils peuvent néanmoins accepter un débit supplémentaire tout en maintenant un fonctionnement normal. Ce débit supplémentaire est fixé à 500 l/s au départ du sous-secteur, afin d'assurer le transit lors des journées de pointe.

Ces ouvrages doivent par ailleurs être capables de faire transiter un débit supplémentaire en période d'orage, du fait des apports d'eau dans le canal (apports directs, retours de filioles...). Ce débit supplémentaire peut passer soit par le seuil, soit par un ouvrage dédié, dénommé par la suite « déversoir latéral de sécurité ». Il est évalué à 500 l/s jusqu'au seuil existant de Grande Régente et à 300 l/s au-delà.

Les déversoirs latéraux de sécurité ne sont pas obligatoires à implanter, avec la mise en place d'une gestion fine des périodes orageuses durant les mois de forte irrigation, comme le fait actuellement l'ASA. Ces ouvrages sont conçus pour augmenter la résilience du canal lors d'éventuelles périodes de crise.

Les seuils sont également pourvus d'équipements nécessaires pour assurer la sécurité d'exploitation : passerelle en caillebotis, garde-corps, échelons de descente dans le canal...

Remarque : une levé topographique du site permettant un rendu à l'échelle 1/200^e sera nécessaire avant de préciser la conception en phase PRO.

3.3.2.3 REGULATEUR DU MOULIN DE PARADOU

Cet ouvrage, placé au niveau du moulin de Paradou, est composé d'une vanne plate en tête, d'un déversoir positionné en travers du canal principal, et d'une vanne plate en bout.

Selon les indications de l'ASA, le passage du canal sous le Moulin de Paradou n'est pas sécurisé : la grille positionnée devant le passage est difficilement accessible, ce qui engendre des risques de limitation du débit lors de la formation d'embâcles.

Les travaux consistent donc à dévier le canal via une canalisation passant sous la route, d'une longueur d'environ 45 ml.

Dans le détail, les travaux comprennent :

- La réalisation d'un ouvrage de prise muni de vanne et grille ;
- La pose en tranchée d'une canalisation en acier DN1200 ;
- La pose d'un batardeau amovible en inox de 4 m de large et 1,40 m de haut (maintien d'un déversement possible vers le passage sous le Moulin) ;
- La télégestion du site (mesure et automatisme) ;
- Le remplacement des éléments de vannage du seuil ;
- Les éléments de sécurité (passerelle en caillebotis, garde-corps...).

Remarque : une levé topographique du site permettant un rendu à l'échelle 1/200^e sera nécessaire avant de préciser la conception en phase PRO.

3.3.2.4 REGULATEUR DU GRAND ROULET

Cet ouvrage, placé au niveau du moulin du Grand Roulet, est composé d'une vanne plate et d'un déversoir positionné en travers du canal principal. Actuellement, les usagers manœuvrent eux-mêmes la vanne pour alimenter la filiole de la Malespine située en amont.

Dans une logique de contrôle des niveaux et de suppression des planchages privés, le projet de modernisation prévoit de faire fonctionner ultérieurement cet ouvrage par surverse pour :

- alimenter dans de bonnes conditions les prises syndicales et privées situées en amont ;
- faciliter le réglage du débit dévié dans la réserve à l'aide d'un plan d'eau relativement constant en amont.

Les modifications nécessaires sur l'ouvrage consistent à abaisser la crête du déversoir de 30cm et à remplacer la vanne plate.

Les travaux prévus sont :

- Dépose éléments de vantellerie, mesure, grille....
- Préparation de l'ouvrage (nettoyage, petite reprise génie civil....)
- Abaissement du seuil existant de 30 cm (reprise arase)
- Fourniture et pose plateforme caillebotis + gardes corps
- Fourniture et pose vanne (inox) plate de chasse 1,00 m x 0,95 m inox
- Fourniture et pose d'échelons

3.3.2.5 SYNTHESE DES DIMENSIONS DES REGULATEURS

Le tableau ci-après présente les dimensions de tous les seuils existants et à créer.

Tableau 6: Caractéristiques des régulateurs

Identification ouvrage		Hypothèses de travail				Caractéristiques du régulateur							Caractéristiques du déversoir latéral de sécurité (DLS)						
Seuil	PM	Cote objectif* (m NGF)	Débit de fonctionnement (m³/s)	Débit max (m³/s)	Lame d'eau (m)	Forme du seuil	Cote Radier (m NGF)	Longueur (m)	Crête seuil (m NGF)	Hauteur seuil (m)	Hauteur berge (m)	Vanne de chasse h×l (m×m)	Débit DLS (m³/s)	Cote DLS (m NGF)	H DLS (m)	Lame d'eau (m)	Longueur entrée (m)	Longueur sortie (m)	Largeur section (m)
1	12 835	67.8	2,0	2.5	0.25	bec de canard	66.25	9.5	67.55	1.30	2.00	0,60 × 0,60	0.5	67.80	1.55	0.15	5	4	1.8
2- Moulin Paradou	13 115	Ouvrage existant				longitudinal	66.04	7.40	67.04	1.00	2.00	2,00 × 1,00	-	-	-	-	-	-	-
3	14 127	64.40	1.9	2.4	0.25	bec de canard	63.00	9.50	64.20	1.20	1.80	0,60 × 0,60	0.5	64.45	1.45	0.20	4	3	1.8
4	14 696	63.95	1.9	2.4	0.25	bec de canard	62.45	9.00	63.70	1.25	1.80	0,60 × 0,60	0.5	63.95	1.50	0.15	5	4	1.8
5-Grand Roulet	15 509	Ouvrage existant				bec de canard	61.70	8.00	62.85	1.00	-	1,00 × 0,95	-	-	-	-	-	-	-
6	16 835	58.30	1.6	2.1	0.25	bec de canard	56.90	8.00	58.05	1.15	1.80	0,60 × 0,60	0.5	58.30	1.40	0.15	5	4	1.8
7	17 288	57.80	1.6	2.1	0.25	bec de canard	56.30	8.00	57.55	1.25	1.80	0,60 × 0,60	0.5	57.80	1.50	0.15	5	4	1.8
8	18 643	57.30	1.6	2.1	0.25	bec de canard	56.10	8.00	57.05	0.95	1.80	0,60 × 0,60	0.5	57.30	1.20	0.15	5	4	1.8
9-Grande Régente	18 643	Ouvrage existant				transversal	54.05	3.00	55.20	1.15	-	0,60 × 0,60	-	-	-	-	-	-	-
10	19 155	54.75	0.8	1.1	0.25	transversal	53.48	4.00	54.50	1.02	-	0,60 × 0,60	0.3	54.75	1.27	0.15	4	3	1.8
11	19 733	54.30	0.8	1.1	0.25	transversal	52.75	4.00	54.05	1.30	-	0,60 × 0,60	0.3	54.30	1.55	0.15	4	3	1.8

* Cote objectif : cote à maintenir pour l'alimentation des prises situées en amont du seuil.

3.3.2.6 CUVELAGE DU CANAL : UTILITE ET PRINCIPE DE REALISATION

Les modifications des lignes d'eau due à l'implantation des seuils induisent d'une part une augmentation de la surface en eau du canal et d'autre part une augmentation de la durée de submersion des berges due au fait que le régulateur maintient un niveau d'eau élevé même en période de faible débit dans le canal. Cela engendre des pertes par infiltrations, en plus du risque de déstabilisation des terres immergées durant toute la saison d'irrigation, puis émergées en période de chômage annuel du canal.

Ainsi, le cuvelage de ce secteur est à prévoir sur certains tronçons identifiés comme à risque pour limiter ces infiltrations et assurer la stabilité des terrains bordant le canal.

Par ailleurs, du fait des hypothèses de travail et des dimensions résultantes des régulateurs, la section du canal peut apparaître limitante à certains endroits. **Un cuvelage de ces tronçons limitants est donc également à prévoir.**

Le cuvelage du canal consiste en la réalisation d'un ouvrage en béton armé (C30/37) coulé en place (voire préfabriqué), en forme de U : voiles verticales, radier plat penté vers l'aval.

Les voiles et le radier auront une épaisseur minimale de 0,20 m.

Le radier sera prolongé par des bèches sous les berges permettant un retour de 0,50 m. Il sera posé sur une couche d'assise en ballast 80/100 d'épaisseur 0,60 m minimum, surmonté d'une couche d'assise et de nivellement en GNT 0/30 d'épaisseur 0,30 m minimum, et enfin d'un béton de propreté d'épaisseur 0,10 m.

Les travaux comprennent également la réalisation des transitions entre les sections cuvelées et les ouvrages traversants / sections de canal en terre, la pose d'échelons permettant la descente dans le canal, de ligne de vie et de clôture de sécurisation.

Le tableau ci-après expose les linéaires de cuvelage prévus.

Tableau 7 : Caractéristiques des cuvelages

N° tronçon	Ouvrage associé	PM amont	PM aval	Linéaire à cuveler (ml)	Section h x l (m x m)
1	Seuil n°1	15 040	15 420	380	2,00 x 2,50
2	Seuil n°2 – Moulin de Paradou	15 433	15 693	260	1,80 x 2,50
3		15 745	15 760	45	2,00 x 2,50
4	Seuil n°4	17 083	17 193	110	1,80 x 2,50
5	Seuil n°5	17 538	17 758	220	1,80 x 2,50
6		17 920	18 085	165	1,80 x 2,50
7	Seuil n°6	19 150	19 415	265	1,80 x 2,00
8	Seuil n°7	19 430	19 860	430	1,80 x 2,00
9	Seuil n°8	19 875	20 180	305	1,80 x 2,00
10		20 195	20 350	155	1,80 x 2,00
11	Seuil n°10	21 610	21 740	130	1,50 x 1,80
12	Seuil n°11	22 205	22 395	190	1,50 x 1,80

Remarque : une levé topographique du site permettant un rendu à l'échelle 1/200^e sera nécessaire avant de préciser la conception en phase PRO.

3.3.2.7 SIMULATIONS DE CONTROLE

Il apparait opportun de représenter le débit maximum transité dans le canal principal entre chaque point de mesure en période de pointe et le débit minimum en période intermédiaire. La connaissance des valeurs minimales transitées nous permet de vérifier l'emplacement des aménagements prévus. Le débit maximum permet de définir la capacité de ces ouvrages.

Des journées réelles sont modélisées, sur la base des mesures, afin de représenter de manière réaliste le fonctionnement du canal.

Pour déterminer les journées à modéliser nous avons étudié sur trois ans de mesures (2017 à 2019) le débit moyen journalier en différents points caractéristiques du réseau :

- 3 points d'entrée de débit :
 - Moulin st Marc : Débit entrant variant de 2900 l/s à 800 l/s durant la période de mi-mai à septembre.
 - Retour N°1 Grandes Barrate, qui s'effectue après le Cabanon St-Peyre et qui varie de 500 l/s à 50 l/s.
 - Retour N°2 Ceinture qui varie de 1200 l/s à 10 l/s.

- 2 points de sortie de débit :
 - Fuyant des Balaruts : Débit sortant servant de décharge et d'alimentation du canal des Balaruts. Cet ouvrage fonctionne par déversement et est utilisé la plupart du temps de décharge afin de limiter le débit dans le canal maitre en fonction des retours. Sa valeur varie de 2000 l/s à 30 l/s.
 - Exutoire à Caumont : Débit rejeté dans le milieu naturel. Sa valeur varie de 730 l/s à 0 l/s.
- 2 Points de calcul de consommation:
 - **Tronçon amont Saint-Peyre** : la consommation de ce tronçon est calculée par différence entre la mesure du débit entrant au Moulin St-Marc d'une part, et la somme du débit sortant dans le fuyant des Balaruts et du débit mesuré à l'aval du Cabanon Saint-Peyre d'autre part.
Les filioles de Chemin Vieux et Chemin Neuf ainsi que Petites Barrates sont prises avant la mesure du Moulin Saint-Marc, mais sont restituées à l'aval dans le canal Maitre.
Ce tronçon comporte plusieurs prises privées et plusieurs départs de filioles syndicales :
 - Grandes Barrates
 - Les Gardiols (Petites et Grandes)
 - Les Vignères
 - La Fabre
 - La Tapy
 - La Malespine
 - Saint-Peyre

Les débits consommés seront regroupés sur des points de prélèvement. Seul le débit excédentaire de la filiole de la Tapy ne retourne pas dans le canal maitre sur ce secteur.

- **Tronçon aval Saint-Peyre** : la consommation de ce tronçon est calculée par différence entre d'une part la somme des débits mesurés à l'aval du Cabanon Saint-Peyre et des deux retours Barrates et Ceinture, et d'autre part le débit sortant au niveau de l'exutoire de Caumont.
Ce tronçon comporte plusieurs prises privées et plusieurs départs de filioles syndicales :
 - Grandes et Petites Régentes
 - La Merletade
 - La Mouréale
 - La Mague

L'absence de mesures dans le canal après les retours des Grandes Barrates et de Ceinture ne nous permet pas de sectoriser les consommations sur ce tronçon. Nous pouvons déterminer la proportion du débit excédentaire restituée dans le canal principal et utilisée pour l'irrigation.

Après analyse des données, nous avons choisi le **29-07-2018** pour le scénario N°1 de simulation à fort débit et le **04-06-2019** pour le scénario N°2 de simulation à faible débit.

Le scénario N°1 : la valeur mesurée au départ (**2365 l/s**) n'est pas la valeur la plus forte que l'on peut observer mais le débit transité (**1660 l/s**) dans ce secteur est proche de la valeur maximum. Ce choix se justifie aussi par la répartition au niveau du cabanon St-Peyre : la valeur dans le canal maître à l'aval du Cabanon est une des plus grandes observées (**1060 l/s**) et le départ vers Balaruts (**600 l/s**) est cohérent avec les besoins de ce Canal.

Ce scénario a permis de vérifier le dimensionnement des ouvrages et la capacité du canal après aménagement, et de déterminer les points de rehausse des berges nécessaires.

Le scénario N°2 : Nous avons choisi la date du 04-06-2019 car elle se situe dans le début de la période de forte irrigation. Le débit entrant est assez faible (**1240 l/s**) pour une consommation sur le premier tronçon assez forte (1000 l/s) ; le débit disponible pour Balaruts est très faible (**60 l/s**) pour **180 l/s** disponible dans le canal maître entre le cabanon et le retour des grandes Barrages. Le débit rejeté est de **40 l/s**.

Ce scénario a permis de vérifier le calage des ouvrages prévus afin que toutes les prises soient alimentées à faible débit.

Les résultats des simulations sont représentés sur les profils en long fournis en annexe.

3.3.3 RESERVE DU GRAND ROULET

Pour augmenter le volume de stockage du canal et ainsi améliorer la souplesse de fonctionnement, il est proposé de créer une réserve intermédiaire au niveau de la chute du Grand Roulet, déjà identifiée dans les études précédentes comme site potentiel du fait de la présence de cette chute de 3 m de hauteur permettant un fonctionnement gravitaire du bassin aussi bien en phase de remplissage qu'en phase de vidange.

De plus, en planimétrie, le canal présente un angle droit au niveau de la chute. Cette disposition favorise l'implantation de la réserve à l'intérieur de la courbure comme illustré sur le schéma suivant :

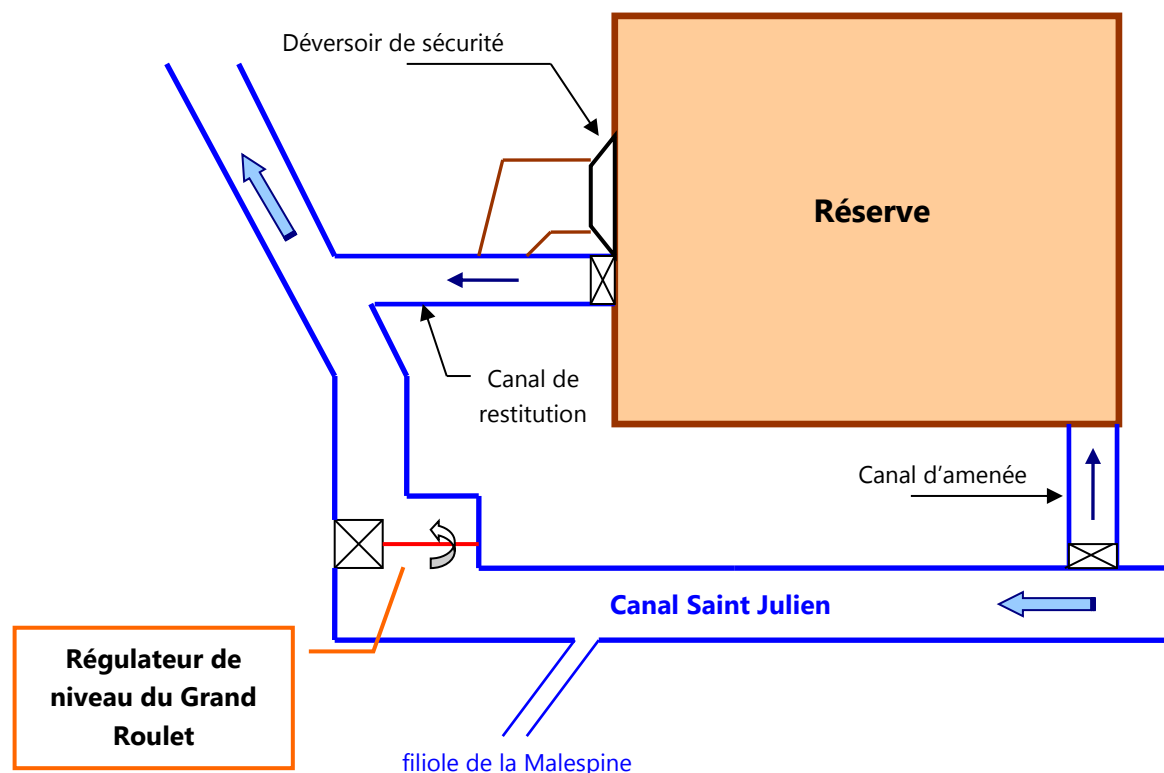


Figure 9: Réserve du Grand Roulet

3.3.3.1 DIMENSIONNEMENT DE LA RESERVE

Le volume de la réserve doit permettre d'écarter les pointes de débits sur le tronçon aval. L'analyse des données du point de mesures du Moulin Saint-Marc entre 2017 et 2019 montre une variation horaire maximale de **133 L/s** sur les horaires moyennés sur 15 jours.

Le graphique ci-après montre les débits moyens horaires par quinzaine sur la période 2017-2019.

La réserve devra ainsi compenser cet écart de débit le temps que la modification du débit au partiteur de Redortier, situé 15,5 km en amont de la réserve, se propage jusqu'à la réserve. Le temps de propagation entre ces deux points est évalué à environ 4h grâce au modèle de calcul hydraulique SIC, compte tenu des ouvrages actuels.

Nota : la réalisation des autres ouvrages de régulation du secteur permettra de diminuer ce temps de propagation, mais il est considéré ici un cas défavorable pour le dimensionnement de la réserve.

Les volumes de régulation nécessaires pour compenser un écart sont égaux au produit :

- De l'écart à corriger,
- Par une durée égale à la somme de :

- 2 fois le retard de propagation entre le point de réglage et le point de mesure (cette approche considère que la constante de temps du régulateur est égale au retard de propagation et qu'elle s'ajoute au retard physique existant entre le réglage d'une correction et son effet sur le point de mesure),
- en plus pas de temps auquel sont réalisés les réglages.

Cette approche prévoit en complément du volume minimum nécessaire à une régulation idéale, de disposer d'un volume de sécurité pour faire face à des défaillances d'équipements des ouvrages de régulation. Ce volume complémentaire correspond à environ 30% du volume de régulation. Des alarmes sont mises en place pour alerter le personnel d'exploitation lorsque le volume de régulation normal a été totalement utilisé. Le déclenchement de ces alarmes signale une défaillance. Le volume supplémentaire permet de maintenir l'alimentation des réseaux en attendant que la défaillance ait été gérée par le personnel d'exploitation

Cette méthodologie permet d'avoir une vision synthétique de l'ensemble des contraintes à respecter pour tous les régimes de fonctionnement. Elle est adaptée à la définition de scénarios d'aménagements globaux. Elle s'appuie sur l'expérience de la SCP dans le domaine.

Les volumes de régulation V nécessaires pour réguler les variations de débit sont donc égaux à :

$V = \text{écart en débit} * (2 * \text{retard hydraulique} + \text{pas de temps de la régulation})$
--

Sachant que ce volume peut correspondre soit à un appel de débit, soit à un refus des usagers, la réserve doit être conçue pour répondre à ces deux demandes. Le volume utile est donc le double du volume de régulation nécessaire.

Le pas de temps de la régulation est estimé à 12h, soit 2 réglages par jour.

Cela conduit à un volume utile de régulation de 19 000 m³.

Par ailleurs, il faut considérer une tranche supplémentaire en partie inférieure du bassin pour tenir compte des dépôts issue de la décantation de l'eau relativement chargée (eau de Durance). Le volume est estimé à 1 000 m³, ce qui fait **une réserve d'un volume total de 20 000 m³**.

3.3.3.2 DISPOSITIONS CONSTRUCTIVES

Les différences de niveau (radier, berges et hauteurs d'eau) observées entre l'amont et l'aval de la chute du Grand Roulet permettent de réaliser une réserve disposant d'une hauteur d'eau de 2,5 m. Compte tenu du volume nécessaire et de la surface disponible (sous réserve d'accords fonciers) la réserve aura une surface de 8 000 m², soit une longueur de 100 m et une largeur de 80 m.

Dans ces conditions, les hypothèses de construction de la réserve sont les suivantes :

- la digue présentera une revanche de 50 cm par rapport au plan d'eau maximum ;
- la crête de la digue aura une largeur d'environ 3 m ;
- les talus de la digue auront une pente de 3 m (horizontalement) pour 2 m (verticalement) pour assurer la stabilité ;
- le bassin sera étanché par une géo-membrane.

Pour l'exploitation maintenance, cet ouvrage recevra les aménagements connexes suivants :

- un canal d'alimentation et un canal de restitution isolés par des clapets déversants ;
- un déversoir de sécurité ;
- un ouvrage de vidange de fond pour évacuer les dépôts ;
- une piste d'accès à l'intérieur du bassin, pour les opérations de nettoyage ;
- deux capteurs de niveau : le premier dans le canal au niveau de la prise et le second dans la réserve.

En option, il est possible de prévoir le revêtement du fond de la réserve en béton fibré, pour allonger sa durée de vie.

3.3.3.3 FONCTIONNEMENT DE LA RESERVE

L'objectif est d'alimenter la réserve avec un débit continu et d'ajuster le débit restitué en fonction de la demande en aval.

Si l'on considère la variation moyenne qui représente un volume de 9 500 m³ sur 20h, le débit continu sur 24h qui doit alimenter le bassin est de 110 l/s.

En aval de la réserve, le créneau de débit envoyé par la réserve (133 l/s pendant 20h) se répercute jusqu'à l'exutoire du canal Saint-Julien avec un temps de retard de 3h, comme l'indique les résultats du modèle SIC sur le temps de propagation en situation actuelle.

Nota : la réserve pourra être utilisée avec des débits différents, les dimensions de l'ouvrage de retour vers le canal pouvant permettre une large gamme de débit (jusqu'à 500 l/s). Dans ce cas, des modalités de gestion différentes de la réserve pourront être précisées au PRO.

Par ailleurs, cette réserve pourra également alimenter un réseau sous pression sur un périmètre à définir.

3.4 SOUS-SECTEUR « PRISE DU CANAL DES BALARUTS »

3.4.1 DESCRIPTION DU SOUS-SECTEUR ET DE LA PROBLEMATIQUE

Ce sous-secteur correspond au départ du canal des Balaruts, situé au sein du fuyant du même nom.

Le fuyant des Balaruts a pour fonction d'une part de délester vers la Durance les eaux excédentaires du canal Saint-Julien depuis l'ouvrage du Cabanon Saint-Peyre, et d'autre part d'assurer l'alimentation en eau du canal des Balaruts.

Le fonctionnement actuel de la prise du canal des Balaruts n'est pas satisfait dans la mesure où l'exploitant doit, outre le débit nécessaire à la régulation du canal Saint-Julien, délester dans le fuyant un débit supérieur au besoin du canal des Balaruts compte-tenu de l'absence de dispositif permettant d'orienter les eaux en priorité vers ce canal. Ainsi, une partie des eaux véhiculée dans le fuyant part directement vers la Durance.

De plus, les dimensions actuelles de la prise, avec une vanne de 1,30 m de large par 1 m de haut, ne permettent pas à l'exploitant de réaliser une répartition fine du débit vers le canal, avec le risque de suralimenter le canal et de le faire déborder.

Ces difficultés d'alimentation du canal des Balaruts entraînent la nécessité de refonte de l'ouvrage de prise.

3.4.2 AMENAGEMENTS PROPOSES

La conception des aménagements est réalisée en prenant pour hypothèses principale un débit maximum dans le canal des Balaruts de 1 m³/s, et une capacité d'évacuation du fuyant de 2 à 2,5 m³/s, selon les informations fournies par le maître d'ouvrage.

La refonte du site inclue les travaux suivants :

- La dépose des équipements existants (vanne, y compris son cadre et grille) ;
- La démolition du génie civil de l'ouvrage de prise ;
- La construction d'un nouvel ouvrage avec murs et radier en béton armé ;
- La pose d'une vanne en acier à crémaillère de dimensions 0,60 m de largeur et 0,80 m de hauteur. La vanne sera étanche 4 côtés et 1 sens. La crémaillère sera munie d'un capot anti-vandalisme cadenassable ;
- La pose d'une grille de rétention des corps flottants, en acier, d'entrefer 20 cm et de hauteur 1,50 m ;
- Le busage du départ du canal des Balaruts sur environ 20 ml, afin de permettre le passage d'engins de tout tonnage. La canalisation sera en béton armé de diamètre intérieur 900 mm, sur lit de pose ;

- La réalisation d'une plateforme d'accès. Elle sera réalisée en matériaux d'apport compactés, surmonté d'une couche de 0,30 m de GNT 0/30, permettant la circulation d'engins de tout tonnage pour l'entretien du canal et du fuyant ;
- La réalisation d'un canal de mesure en aval du busage, avec implantation d'un seuil de type Parshall pour la mesure du débit en tête du canal des Balaruts. Le canal sera de section rectangulaire 2 m de large et 1 m de haut, en béton armé coulé en place (ou préfabriqué en variante), avec une épaisseur des voiles et du radier de 0,15 m. Le seuil Parshall permettra de mesurer une gamme de débit allant de 10 à 1 000 L/s ;
- Le cuvelage du fuyant de part et d'autre de la prise par des murs et radier en béton armé sur un linéaire de 30 m en amont dans le fuyant des Balaruts et 30 m en aval dans le canal Saint-Pierre (ou canal des Vaches, autres dénomination du fuyant des Balaruts à l'aval de la prise), y compris des enrochements liaisonnés sur 5 ml permettant de faire la transition avec le canal en terre ;
- L'installation d'un dispositif de planchage de hauteur réglable dans le fuyant pour orienter les eaux préférentiellement vers le canal des Balaruts. Les planchages seront manœuvrables depuis une plateforme ;
- L'installation des dispositifs de télégestion du site :
 - Mesures de hauteur d'eau par radar dans le fuyant en amont et en aval de la prise, et échelles limnimétriques de contrôle,
 - Mesure de hauteur d'eau par radar dans le canal des Balaruts, en amont du seuil Parshall, et échelle limnimétrique de contrôle,
 - Equipement de télétransmission vers le superviseur de l'ASA, de type S500 (Sofrel),
 - Armoire électrique sécurisée contenant le matériel nécessaire à la télégestion du site.

L'alimentation électrique du site se fera via le réseau existant à proximité (demande de branchement à faire par l'ASA).

Les communications avec le superviseur se feront via le réseau de téléphonie mobile (carte 3G/4G, sous réserve d'une couverture réseau suffisante sur le site, ou carte GSM pour l'envoi des données sous forme de SMS).

- L'installation des éléments de sécurité nécessaires : passerelles en caillebotis, garde-corps, échelons d'accès au canal et au fuyant...

Toutes les cotes altimétriques seront à valider en phase PRO.

4 EVALUATION DES COUTS D'INVESTISSEMENT

4.1 MONTANTS DE TRAVAUX

Le détail des montants de travaux de chaque ouvrage est présenté en Annexe 2 : Chiffrage détaillé par ouvrage.

Le tableau ci-après présente les montants de travaux par secteur, sous-secteur et ouvrage.

Nota :

- Vue les linéaires à cuveler, il est proposé de réaliser les travaux du sous-secteur Voguette sur deux hivers (deux tranches de travaux).
- Les déversoirs latéraux de sécurité des seuils sont proposés en option (cf. §3.3.2.2).

Tableau 8 : Montant des travaux

		MONTANT TRAVAUX (€ HT)	
		SANS OPTION	AVEC OPTION
Secteur Amont Cavaillon		1 612 930	-
Sous-secteur Milan		664 080	-
	Prix généraux et petits travaux	46 530	-
	Cuvelage	539 550	-
	Seuils	78 000	-
Sous-secteur Voguette		948 850	-
	Tranche 1 - 250 ml	460 050	-
	Tranche 2 - 245 ml	488 800	-
Secteur Aval Cavaillon		7 388 175	7 823 660
Sous-secteur Fuyant Saint-Marc		875 290	875 290
Sous-secteur Prise du canal des Balaruts		282 750	282 750
Sous-secteur Aval Moulin Saint-Marc		6 230 135	6 665 620
<i>Seuil N°1</i>		<i>783 775</i>	<i>805 475</i>
	Prix généraux et petits travaux	47 600	47 600
	Cuvelage 380 ml	687 900	687 900
	Seuil	48 275	48 275
	Option : déversoir latéral de sécurité	-	21 700
<i>Seuil N°2 Moulin de Paradou</i>		<i>793 985</i>	<i>793 985</i>
	Prix généraux et petits travaux	91 610	91 610
	Cuvelage 260 ml	465 600	465 600
		31 250	31 250
	By-pass Moulin de Paradou	205 525	205 525
<i>Seuil N°3</i>		<i>79 875</i>	<i>96 075</i>
	Prix généraux et petits travaux	28 800	28 800
	Seuil	51 075	51 075
	Option : déversoir latéral de sécurité	-	16 200
<i>Seuil N°4</i>		<i>253 225</i>	<i>271 385</i>
	Prix généraux et petits travaux	33 900	33 900
	Cuvelage 110 ml	168 950	168 950
	Seuil	50 375	50 375
	Option : déversoir latéral de sécurité	-	18 160
<i>Réserve du Grand Roulet</i>		<i>1 005 400</i>	<i>1 305 400</i>
	Réserve	1 005 400	1 005 400
	Option : bétonnage fond	-	300 000
<i>Seuil N°5 Grand Roulet</i>		<i>702 050</i>	<i>702 050</i>
	Prix généraux et petits travaux	52 000	52 000
	Cuvelage 220 ml	340 050	340 050
	Cuvelage 165 ml	262 800	262 800
	Seuil	47 200	47 200
<i>Seuil N°6</i>		<i>487 100</i>	<i>503 715</i>
	Prix généraux et petits travaux	42 550	42 550
	Cuvelage 265 ml	401 200	401 200
	Seuil	43 350	43 350
	Option : déversoir latéral de sécurité	-	16 615
<i>Seuil N°7</i>		<i>765 400</i>	<i>782 215</i>
	Prix généraux et petits travaux	47 450	47 450
	Cuvelage 430 ml	674 100	674 100
	Seuil	43 850	43 850
	Option : déversoir latéral de sécurité	-	16 815
<i>Seuil N°8</i>		<i>822 850</i>	<i>839 665</i>
	Prix généraux et petits travaux	48 550	48 550
	Cuvelage 310 ml	491 100	491 100
	Cuvelage 160 ml	240 550	240 550
	Seuil	42 650	42 650
	Option : déversoir latéral de sécurité	-	16 815
<i>Seuil N°10</i>		<i>230 275</i>	<i>244 865</i>
	Prix généraux et petits travaux	31 750	31 750
	Cuvelage 130 ml	162 250	162 250
	Seuil	36 275	36 275
	Option : déversoir latéral de sécurité	-	14 590
<i>Seuil N°11</i>		<i>306 200</i>	<i>320 790</i>
	Prix généraux et petits travaux	31 750	31 750
	Cuvelage 190 ml	238 175	238 175
	Seuil	36 275	36 275
	Option : déversoir latéral de sécurité	-	14 590

4.2 AUTRES MONTANTS

Le montant d'investissement à consentir par l'ASA doit également intégrer des prestations complémentaires nécessaires :

- MOE, missions PRO/ACT/VISA/DET/AOR : 8% du montant des travaux
- Levés topographiques complémentaires pour le PRO : 500 € par ouvrage ponctuels, 500 € / 100 ml pour les ouvrages linéaires
- CSPA : 1,2 % du montant des travaux
- Autres frais (interne ASA, publication DCE...) : selon les besoins de l'ASA

Ces montants dépendent des travaux incluent dans chaque tranche, qui sont calculés dans le chapitre 7 Programme de travaux.

5 EVALUATION DES COUTS D'EXPLOITATION / MAINTENANCE

Les charges annuelles d'exploitation et de maintenance des ouvrages de génie civil et équipements associés prévus dans le présent AVP sont évaluées à ce stade d'après des ratios connus de charges en fonction des « coûts travaux » des ouvrages (hors études, acquisition foncière, maîtrise d'œuvre...) par catégorie d'ouvrage (partie génie civil, partie équipements [vannes]...) et/ou en fonction des caractéristiques des aménagements (linéaire, milieux...).

Pour obtenir ces ratios, il est proposé de se baser sur l'expérience d'aménageur exploitant depuis plus de 50 ans des ouvrages hydrauliques de la SCP. **Ainsi, un taux d'exploitation/maintenance de 1% est appliqué à la valeur en coûts travaux.** Ce taux est considéré représentatif de la nature des ouvrages prévus dans le projet dont une partie importante correspond à des ouvrages de Génie Civil aménagés en début de projet et dont la durée de vie est supérieure à 40 ans.

Il inclut les frais administratifs de l'ASA relatif à l'exploitation / maintenance (comptabilité, gestion), les frais de personnel pour l'exploitation et la maintenance proprement dits, les éventuels travaux et renouvellement de matériel accompagnant la vie de l'ouvrage.

Sur cette base, le **coût annuel d'exploitation maintenance est évalué à 90 k€ HT** pour l'ensemble des travaux envisagés, selon le détail présenté dans le tableau ci-après.

Secteur	Sous-secteur	Coût annuel d'exploitation / maintenance (€ HT / an)
Amont Cavaillon	Milan	6 600
	Voguette	9 500
	<i>Sous-total</i>	<i>16 100</i>
Aval Cavaillon	Fuyant St-Marc	8 800
	Aval Moulin St-Marc	62 300
	Prise du canal des Balaruts	2 800
	<i>Sous-total</i>	<i>73 900</i>
TOTAL		90 000

Tableau 9: Coûts annuel d'exploitation / maintenance

6 EVALUATION DES ECONOMIES D'EAU PAR SECTEUR

6.1 SECTEUR AMONT CAVAILLON

6.1.1 EVALUATION GLOBALE A L'ECHELLE DU SECTEUR

Pour calculer les économies d'eau à l'échelle du secteur, il faut déterminer le volume que ces aménagements permettent d'économiser en pourcentage du volume moyen consommé sur les dernières années.

Le volume prélevé est calculé au niveau du partiteur de Redortier pour la période 2015-2019 (les mesures ont été installées en 2015), en retranchant les débits véhiculés pour le compte des centres EDF de réinjection dans la nappe.

Tableau 10: Volume au départ du canal Saint-Julien (partiteur de Redortier)

	MESURE REDORTIER	Centres EDF	BILAN REDORTIER
Année	Prélèvements (Mm ³)		
2015	71,2	4,9	66,3
2016	69,5	4,2	65,3
2017	69,5	5,8	63,7
2018	62,1	4,4	57,7
2019	64,3	5,4	58,9
Moyenne (m³)	67,3	4,9	62,4

Le volume moyen de ces 5 dernières années est d'environ 62,4 Mm³.

Cette mesure nous permet de calculer le débit moyen journalier entrant dans le canal semaine par semaine, utilisé par la suite.

Le tableau ci-après synthétise les résultats des calculs d'économies d'eau, détaillés dans les paragraphes suivants.

Tableau 11: Economies d'eau secteur amont Cavaillon

Economies	Volumes annuels (Mm ³)	% d'économies d'eau par rapport au volume de référence
Volume de référence (partiteur de Redortier)	62,4	-
Economies sous-secteur Milan	3,143	5,04%
Economies sous-secteur Voguette	0,069	0,11%
TOTAL ECONOMIES SECTEUR AMONT CAVAILLON	3,213	5,15%

6.1.2 CALCUL SOUS-SECTEUR « MILAN »

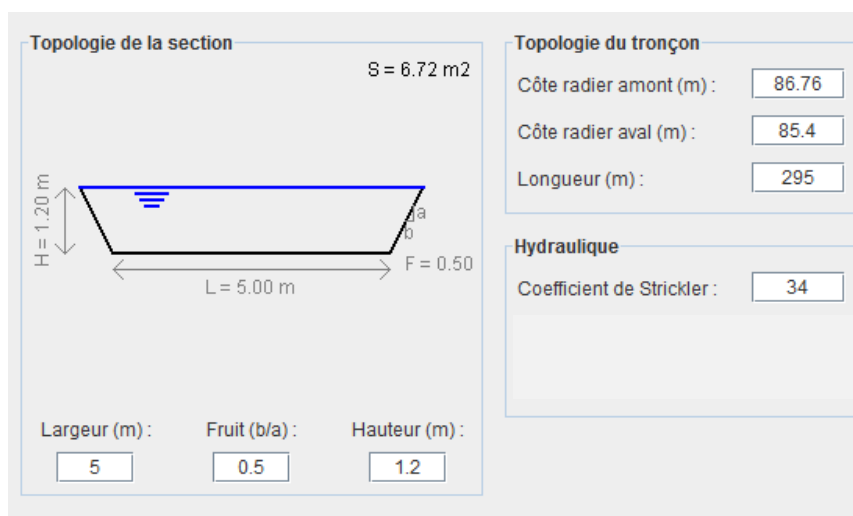
Le calcul des économies d'eau est basé sur une comparaison entre :

- le débit moyen journalier en tête de tronçon en situation actuelle, sans tenir compte des aménagements temporaires d'urgence de l'ASA, nécessaire pour une hauteur d'eau dans le canal compatible avec l'alimentation correcte des prises en période hors pointe (mois de mars), soit une hauteur d'eau de 0,45 m (moyenne par rapport aux hauteurs d'eau nécessaires pour l'alimentation des différentes prises du tronçon).
- et le débit moyen mensuel en tête de tronçon après réalisation des aménagements.

Afin de calculer les économies, nous partons de l'hypothèse de comparer le débit moyen mensuel sur ce tronçon avec le débit nécessaire sans aménagement pour obtenir **45 cm de hauteur d'eau dans le canal en basse saison**. Cette valeur mensualisée nous permettra de déterminer le volume économisable minimum grâce à la modernisation de ce tronçon en alimentant ces prises.

Nous avons tout d'abord calculé le débit nécessaire sans aménagement pour une section de 5 m de large en terre.

Figure 10 : Caractéristique de la section



Avec ces caractéristiques, pour avoir **45 cm** d'eau dans ce tronçon nous devons avoir un débit de **2 900 l/s**

Nous avons ensuite calculé les économies réalisables pour pendant la période durant laquelle les problèmes d'alimentation des prises sont les plus criants selon l'ASA, à savoir le mois de mars et la 1^{ère} semaine d'avril.

Tableau 12: Calcul des économies d'eau sous-secteur Milan

	Mars				Avril
	1 ^{ère} semaine	2 ^e semaine	3 ^e semaine	4 ^e semaine	1 ^{ère} semaine
Débit moyen semaine (l/s)	1875	1991	1998	1929	1989
Débit nécessaire sans aménagements (l/s)	2900	2900	2900	2900	2900
Economie (l/s)	1025	909	902	971	911
Volume économisé (Mm³)	619 920	628 301	545 530	755 050	550 973

Le volume économisable à l'échelle annuelle est ainsi de **3,100 Mm³** environ.

Les aménagements de cuvelage du canal prévus dans le présent programme permettent de réaliser des économies supplémentaires liées à la limitation des infiltrations par les berges du canal.

L'ASA utilise un ratio de 0,09 m³/m²/j pour évaluer les pertes par infiltrations sur ses canaux en terres. Le cuvelage en béton du canal permet de supprimer ces infiltrations. Le calcul d'économie d'eau réalisée à l'échelle annuelle est donc le suivant :

- Débit moyen journalier à l'échelle annuelle au partiteur de Redortier : 2,834 m³/s

- Hauteur d'eau moyenne à l'échelle annuelle (hauteur d'eau pour le débit moyen journalier, calculé par la formule de Strickler) : 0,445 m
- Surface de canal en terre revêtu, sur laquelle les infiltrations sont supprimées : $295 \text{ ml de canal} \times [2 \times (0,445 \text{ m de hauteur d'eau moyenne}) + \text{largeur canal } 5 \text{ m}] = 1\,738 \text{ m}^2$
- Nombre de jours de mise en eau du canal (mars à novembre) : 275 jours
- Pertes par infiltrations supprimées (économies d'eau) : $\text{ratio} \times \text{surface} \times \text{jours} = 0,09 \times 1\,738 \times 275 = 43\,000 \text{ m}^3$.

Les économies d'eau par suppression des infiltrations s'élèvent à **43 000 m³** annuels.

Au final, le volume économisé à l'échelle annuelle grâce aux aménagements s'élève à 3,143 Mm³.

6.1.3 CALCUL SOUS-SECTEUR « VOGUETTE »

Les économies d'eau du sous-secteur Voguette ont principalement été réalisées lors de la mise en œuvre des seuils de régulation dans le cadre des premières tranches de travaux de modernisation du canal.

Comme pour le secteur Milan, les aménagements de cuvelage du canal prévus dans le présent programme permettent de réaliser des économies supplémentaires liées à la limitation des infiltrations par les berges du canal.

Le calcul d'économie d'eau réalisée à l'échelle annuelle est le suivant :

- Débit moyen journalier à l'échelle annuelle au partiteur de Redortier : 2,834 m³/s
- Débit moyen journalier à l'échelle annuelle à La Clède : 2,287 m³/s
- Débit moyen journalier dans le secteur Voguette (pondération des débits précédents en fonction des distances par rapport à La Voguette) : 2,347 m³/s
- Hauteur d'eau moyenne à l'échelle annuelle (hauteur d'eau pour le débit moyen journalier, calculé par la formule de Strickler) : 0,80 m
- Surface de canal en terre revêtu, sur laquelle les infiltrations sont supprimées : $500 \text{ ml de canal} \times [2 \times (0,80 \text{ m de hauteur d'eau moyenne}) + \text{largeur canal } 4 \text{ m}] = 2\,800 \text{ m}^2$
- Nombre de jours de mise en eau du canal (mars à novembre) : 275 jours
- Ratio de pertes par infiltrations : 0,09 m³/m²/jour
- Pertes par infiltrations supprimées (économies d'eau) : $\text{ratio} \times \text{surface} \times \text{jours} = 0,09 \times 2\,800 \times 275 = 69\,300 \text{ m}^3$.

Les économies d'eau par suppression des infiltrations s'élèvent ainsi à environ **69 000 m³** annuels.

6.2 SECTEUR AVAL CAVAILLON

6.2.1 EVALUATION GLOBALE A L'ECHELLE DU SECTEUR

Pour calculer les économies d'eau à l'échelle du secteur, il faut déterminer le volume que ces aménagements permettent d'économiser en pourcentage du volume moyen de référence pris sur les dernières années.

Le volume de référence est calculé par ajout du volume mesuré au Moulin Saint-Marc pour la période 2017-2019 (les mesures ont été installées en 2017) et du volume mesuré en tête du Fuyant Saint-Marc pour la période 2016-2019 (années complètes).

Tableau 13: Volumes annuels en tête du secteur Aval Cavaillon

Année	MESURE MOULIN ST-MARC (Mm ³)	MESURE FUYANT ST-MARC (Mm ³)	BILAN SECTEUR (Mm ³)
2016	-	3,5	-
2017	37,7	3,6	41,3
2018	34,7	2,0	36,7
2019	36,2	2,5	38,7
Moyenne (m³)	36,2	2,9	39,1*

* Somme des moyennes aux deux points

Le volume moyen des dernières années est d'environ 62,4 Mm³.

Le tableau ci-après synthétise les résultats des calculs d'économies d'eau, détaillés dans les paragraphes suivants.

Tableau 14: Economies d'eau secteur aval Cavaillon

Economies	Volumes annuels (Mm ³)	% d'économies d'eau par rapport au volume de référence
Volume de référence (bilan Secteur)	39.1	-
Economies sous-secteur Fuyant Saint-Marc	0.36	0.92%
Economies sous-secteur Aval Moulin Saint-Marc	5.836	10.78%
<i>dont Régulateurs</i>	4.215	5.26%
<i>dont Cuvelages</i>	0.241	0.62%
<i>dont Réserve</i>	1.38	3.53%
Economies sous-secteur Prise du canal des Balaruts	0.134	0.34%
TOTAL ECONOMIES SECTEUR AVAL CAVAILLON	6.33	16.19%

6.2.2 CALCUL SOUS-SECTEUR « FUYANT ST-MARC »

Les données d'entrée sont récapitulées ci-après :

- Caractéristiques du fuyant : longueur = 500 m, H=1 m, L=1,30 m.
- Volume du fuyant : 650 m³ environ.
- Arrosage en moyenne durant 24h, 1 fois par semaine (sur les données de mai à septembre, période 2015 à 2019).

Volume consommé actuellement durant la période d'irrigation mai à septembre :

300 l/s pendant 24h tous les 7 jours de mai à septembre inclus (valeur moyenne sur mai à septembre 2019), soit $0,3 \times 24 \times 3600 / 7 \times (31+30+31+31+30) = 566\,540 \text{ m}^3 / \text{an}$

Volume économisable par non-remplissage du bief, du fait de la nouvelle desserte via un réseau sous pression (plus de remplissage-vidange du bief à chaque cycle d'arrosage) :

650 m³ par arrosage (volume du bief qui se re-remplit) * 1/7 arrosage par jour * (31+30+31+31+30) jours de mai à septembre = **14 200 m³** par an

Besoins en eau :

Les besoins en eau sont évalués sur la base de ratio de consommation à l'hectare, pris égal à 1,2 l/s/ha.

La surface desservie étant d'environ environ 13 ha, le débit de consommation continu s'élève à 15,6 l/s, soit de mai à septembre **206 220 m³ / an**.

Volume économisable par limitation de la consommation au besoin (réseau pression) :

566 540 – 206 220 = **360 320 m³/an**.

Les économies d'eau réalisables par les aménagements prévus s'élèvent donc à environ 360 000 m³ par an.

6.2.3 CALCUL SOUS-SECTEUR « AVAL MOULIN ST-MARC »

6.2.3.1 ECONOMIES D'EAU LIEES AUX REGULATEURS

La présence des régulateurs permet de faire diminuer le débit technique dans le canal, utilisé pour maintenir une hauteur d'eau suffisante devant les prises et pour anticiper les variations de débit liées à la fluctuation de la demande et aux manœuvres de planchages.

Cette baisse du débit technique est différenciée selon la saison :

- Durant la basse saison (mars-avril et septembre à novembre), l'alimentation des prises est garantie par les seuils et les variations de débits sont moins marquées, comme le montre le graphique suivant d'évolution du débit moyen mensuel au Moulin Saint-Marc (période 2017-2019). Ainsi, le débit peut être abaissé en permanence de 250 l/s sans générer de problème d'alimentation des prises.
- Durant la haute saison (mai à août), les fluctuations de la demande sont plus marquées (cf. graphique ci-après), ce n'autorise pas une baisse du débit technique aussi forte qu'en basse saison. Le débit peut être abaissé de 110 l/s en conservant la même disponibilité de débit qu'actuellement.

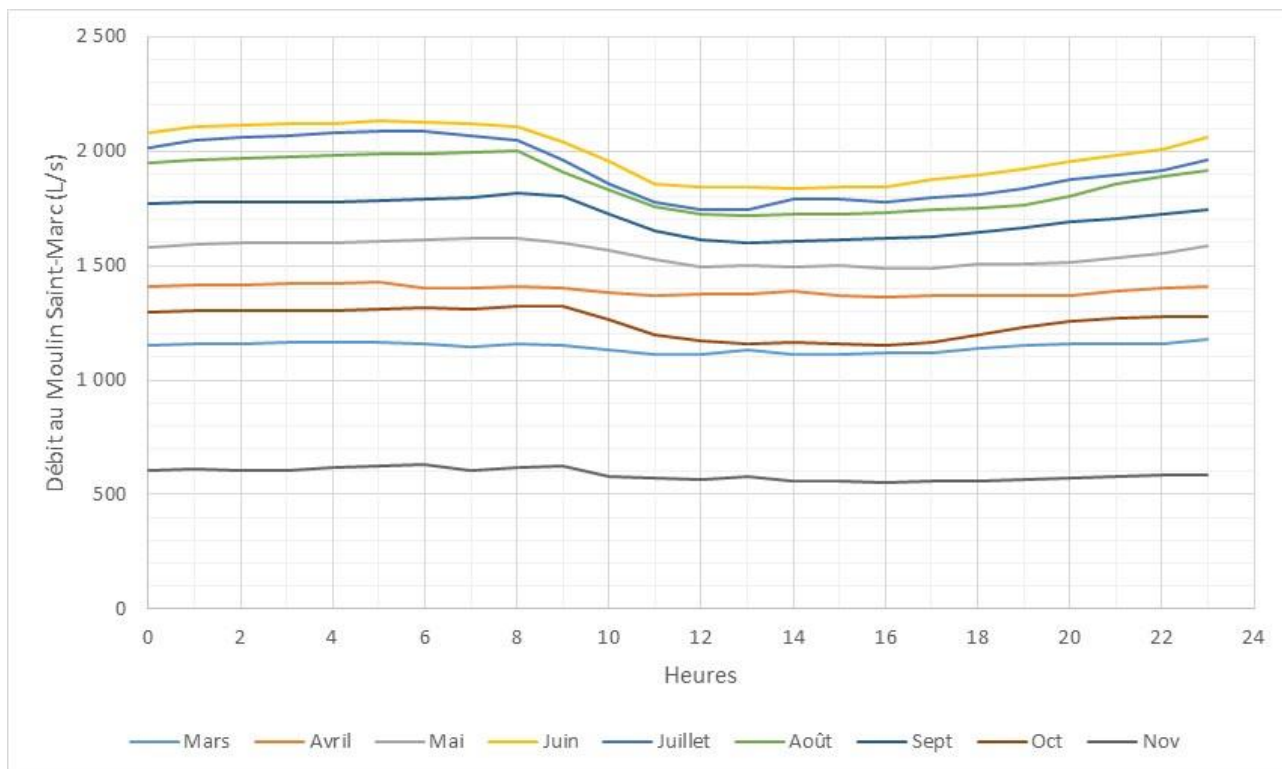


Figure 11: Débits horaires par mois au Moulin Saint-Marc

Le tableau ci-après détaille les économies d'eau réalisées mois par mois avec ces baisses de débit technique.

Tableau 15: Economies d'eau liées aux régulateurs

Saison	BASSE		HAUTE				BASSE		
Mois	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct.	Nov.
Nombre de jours	31	30	31	30	31	31	30	31	30
Baisse du débit technique (L/s)	240	240	100	100	100	100	240	240	240
Economie d'eau (m ³)	642 816	622 080	267 840	259 200	267 840	267 840	622 080	642 816	622 080
Economies d'eau à l'échelle annuelle : 4 214 592 m³									

Ces économies, évaluées à 4,21 Mm³/an, sont possibles grâce à la mise en œuvre de l'ensemble des seuils proposés, du fait qu'ils participent tous à une meilleure régulation des débits et niveaux d'eau au sein du sous-secteur Aval Moulin Saint-Marc.

6.2.3.2 ECONOMIES D'EAU LIEES AU CUVELAGE DU CANAL MAITRE

Les aménagements de cuvelage du canal prévus dans le présent programme permettent de réaliser des économies supplémentaires liées à la limitation des infiltrations par les berges du canal.

L'ASA utilise un ratio de $0,09 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{j}$ pour évaluer les pertes par infiltrations sur ses canaux en terres. Le cuvelage en béton du canal permet de supprimer ces infiltrations. Le calcul d'économie d'eau réalisée à l'échelle annuelle est donc le suivant :

- Débit moyen journalier dans le tronçon cuvelé : calculé à partir des mesures amont et aval disponibles
- Hauteur d'eau moyenne à l'échelle annuelle : hauteur d'eau pour le débit moyen journalier, calculé par la formule de Strickler
- Surface de canal en terre revêtu, sur laquelle les infiltrations sont supprimées : longueur de cuvelage $\times$ section en travers du canal = $1\,738 \text{ m}^2$
- Nombre de jours de mise en eau du canal (mars à novembre) : 275 jours
- Pertes par infiltrations supprimées (économies d'eau) : ratio $\times$ surface $\times$ jours

Le tableau ci-après montre les résultats de calculs, dont les détails sont présentés en annexe 3.

Les économies d'eau par suppression des infiltrations s'élèvent au total à **241 000 m³ annuels**.

Tableau 16: Economies d'eau liées aux cuvelages

N° tronçon	Ouvrage associé	PM amont	PM aval	Linéaire à cuveler (ml)	Section h × l (m × m)	débit moyen journalier à l'année (m³/s)	hauteur d'eau moyenne journalière (m)	largeur du canal (m)	surface canal moyen en eau (m²)	VOLUME ANNUEL (m³)
1	Seuil n°1	12 455	12 835	380	2,00 × 2,50	1.421	0.77	2.5	1 604	39 700
2	Seuil n°2 – Moulin de Paradou	12 848	13 108	260	1,80 × 2,50	1.384	0.76	2.5	1 092	27 000
3	By-pass Moulin de Paradou (cf. §3.3.3)	13 115	13 160	45	2,00 × 2,50	1.366	0.65	2.5	178	4 400
4	Seuil n°4	14 498	14 608	110	1,80 × 2,50	1.208	0.66	2.5	437	10 800
5	Seuil n°5	14 953	15 173	220	1,80 × 2,50	1.151	0.65	2.5	870	21 500
6		15 335	15 500	165	1,80 × 2,50	1.112	0.64	2.5	649	16 100
7	Seuil n°6	16 565	16 830	265	1,80 × 2,00	0.969	0.59	2	880	21 800
8	Seuil n°7	16 845	17 275	430	1,80 × 2,00	0.928	0.59	2	1 427	35 300
9	Seuil n°8	17 290	17 595	305	1,80 × 2,00	0.886	0.65	2	1 053	26 100
10		17 610	17 765	155	1,80 × 2,00	0.858	0.64	2	532	13 200
11	Seuil n°10	19 025	19 155	130	1,50 × 1,80	0.847	0.63	1.8	417	10 300
12	Seuil n°11	19 624	19 810	190	1,50 × 1,80	0.847	0.63	1.8	597	14 800

6.2.3.3 ECONOMIES D'EAU LIEES A LA RESERVE

La réserve du Grand Roulet permet de réaliser des économies d'eau en fournissant du débit au secteur situé en aval le temps que la modification de débit se propage depuis le partiteur de Redortier situé environ 15,5 km en amont.

Le calcul d'économie est réalisé en considérant, d'une part, que la réserve compense chaque jour l'écart horaire maximum d'une journée durant 20h (2 × temps de transit de 4h entre Redortier et la réserve + 12h de temps entre 2 réglages à Redortier, cf. paragraphe 3.3.3), et que, d'autre part, la réserve se remplit durant les périodes de moindre consommation.

Les mesures au Moulin Saint-Marc permettent de calculer un débit moyen horaire durant une période de quinze jours. L'écart maximum entre deux mesures horaires est ensuite établi, puis le volume compensé quotidiennement par la réserve est calculé en multipliant cet écart par 20h.

L'économie par quinzaine est ensuite obtenue en multipliant le volume journalier par le nombre de jours.

Le résultat de ce calcul, détaillé en annexe 4, conduit à une économie d'eau de 1,38 Mm³ à l'échelle annuelle.

6.2.4 CALCUL SOUS-SECTEUR « PRISE DU CANAL DES BALARUTS »

Le besoin en eau du canal des Balaruts est évalué par l'ASA à environ 600 l/s, avec une modulation selon les mois de l'année : 400 l/s en mars, 500 l/s en avril, 600 l/s en mai à août, 500 l/s en septembre et octobre, 400 l/s en novembre.

Le débit au départ du fuyant des Balaruts est mesuré depuis 2015. Ces mesures permettent de calculer des débits moyens mensuels qui sont utilisés pour la suite des calculs.

Ce débit est composé du débit d'alimentation du canal des Balaruts et du débit de délestage du canal Saint-Julien.

Il est pris pour hypothèse que la part du débit liée à l'alimentation du canal des Balaruts est de 90% du débit rentrant dans le fuyant.

Le tableau suivant montre que le débit actuellement lié à l'alimentation du canal des Balaruts est supérieur au besoin estimé.

Tableau 17: Economies d'eau sous-secteur Prise des Balaruts

Caractéristique	Débit moyen mensuel (l/s) – Période 2015-2019									Volume TOTAL annuel (m³)
	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	
Mesure départ fuyant	483	574	652	639	597	660	714	562	399	13 940 741
Part actuelle du débit liée à l'alimentation des Balaruts	435	517	587	575	537	594	643	506	359	12 549 514
Besoins du canal des Balaruts	400	500	600	600	600	600	500	500	400	12 415 680
Economies d'eau (Part actuelle – besoin) :										133 834

Les aménagements de la prise du canal des Balaruts permettent de mieux ajuster le débit s'écoulant dans le fuyant, en ne conservant, pour la part liée à l'alimentation du canal des Balaruts, que le débit lié au besoin.

Les économies d'eau sont ainsi évaluées à environ 134 000 m³ par an.

7 PROGRAMME DE TRAVAUX

Le tableau de la page suivante expose le programme de travaux proposé à l'ASA.

Il est bâti selon les considérations suivantes :

- Une tranche de travaux peut contenir un ou plusieurs ouvrages, à réaliser durant 2 ou 3 hivers, en fonction des capacités de financement de la tranche de travaux (fonds propres ASA, subventions).
- Le secteur Amont Cavaillon constitue une priorité pour l'ASA, il est donc positionné dans la première tranche de travaux.
- Les cuvelages des tronçons sont à réaliser dans la même tranche de travaux que le seuil auquel ils sont associés (cohérence hydraulique).
- Les montants de travaux présentés sont ceux sans option pour les seuils (déversoir latéral de sécurité), et avec option pour la réserve (fond bétonné).
- Les économies d'eau réalisées par les seuils sont comptabilisées pour chaque tranche de travaux indépendamment.

Tableau 18: Programme de travaux

Phase de travaux	Tranche de travaux	Années de réalisation	Ouvrages concernés	Montant de travaux en k€ HT		Economies d'eau par tranche (Mm³/an)	Economies d'eau par phase (Mm³/an)	Point de référence économies d'eau	Volume annuel de référence (Mm³/an)	Economies d'eau par phase (%)	
A	1	2021/2022	Secteur Milan	664	TOTAL : 1 612	3.14	3.21	Redortier	62.40	5.15%	
	2	2022/2023	Secteur Voguette Lot A - 250 ml	460		0.03					
	3	2023/2024	Secteur Voguette Lot B - 245 ml	489		0.03					
B	4	2024/2025	Seuil N°6	86	820	TOTAL : 2 691	0.40	2.24	Moulin Saint-Marc	39.10	5.72%
			Cuvelage N°7 (pour seuil 6) - 265 ml	401			0.02				
			Seuil N°3	80			0.40				
			Seuil N°4	84			0.40				
			Cuvelage N°4 (pour seuil 4) - 110 ml	169			0.01				
	5	2025/2026	Seuil N°7	91	1 048		0.40				
			Cuvelage N°8 (pour seuil 7) - 430 ml	674			0.04				
			Prise du Canal des Balaruts	283			0.13				
	6	2026/2027	Seuil N°8	91	823		0.40				
			Cuvelage N°9 + 10 (pour seuil 8) - 460 ml	732			0.04				
C	7	2027/2028	Seuil N°5 Grand Roulet	99	702	TOTAL : 2 280	0.30	2.01	Moulin Saint-Marc	39.10	5.14%
			Cuvelages N°5+6 (pour seuil 5) - 385 ml	603			0.04				
	8	2028/2029	Seuil N°1	96	784		0.80				
			Cuvelage N°1 (pour seuil 1) - 380 ml	688			0.04				
	9	2029/2030	Seuil N°2 Moulin du Paradou et by-pass	286	794		0.80				
			Cuvelage N°2+3 (pour seuil 2) - 275 ml	508			0.04				
D	10	2030/2031	Seuil N°10	68	536	TOTAL : 2 716	0.16	2.08	Moulin Saint-Marc	39.10	5.31%
			Cuvelage N°11 (pour seuil 10) - 130 ml	162			0.01				
			Seuil N°11	68			0.15				
			Cuvelage N°12 (pour seuil 11) - 190 ml	238			0.01				
	11	2031/2032	Fuyant Saint Marc	875	0.36						
	12	2032/2033	Réserve du Grand Roulet	1 305	1.38						
			TOTAL				9 300				

8 AMELIORATION DU CONTROLE DE DEBIT AU SITE DE BEL HOSTE

8.1 PRESENTATION DU FONCTIONNEMENT ACTUEL

8.1.1 DESCRIPTION DE LA PRISE

L'ASA souhaite améliorer le contrôle du débit au départ du canal Saint-Julien, au lieu-dit « Bel Hoste », en disposant d'un équipement permettant une meilleure souplesse dans le prélèvement compte tenu des variations du plan d'eau en amont des modules à masque

La prise se compose de 3 passes de largeur unitaire de 3 m, Les modules à masque présents sont de type C1. La répartition des débits est la suivante :

- La passe en rive gauche est composée de 3 modules de 1000 l/s (qui sont dans un état dégradé) ;
- la passe centrale est composée de 2 modules 100 l/s, 1 module 200 l/s, 1 module 400 l/s, 2 modules 600 l/s et 1 module 1000 l/s, pour un total de 3000 l/s ;
- La passe en rive droite est composée de 3 modules de 1000 l/s (qui sont dans un état dégradé).

Le débit maximum prélevable théorique sur le site est de 9 m³/s.

Les modules à masque sont calés à la cote 100,68 m NGF, pour un fonctionnement nominal avec une hauteur d'eau de 0,79 m selon la notice constructeur, soit un **niveau nominal de 101,47 m NGF**. La variation de hauteur d'eau admissible pour garantir un débit nominal +/- 10% s'étend de -0,20 m à + 0,13 m (cf. extrait de la documentation technique ci-après), soit **entre 101,27 et 101,60 m NGF**.

Pertes de charge et tolérances de niveaux – Cotes en cm

Type		Débit par largeur unitaire	H _{10%} Q - 10%	H _{5%} Q - 5%	H _{0%} Q	H _{5%} Q + 5%	H _{10%} Q + 10%	dH Q ± 10%	dH Q ± 5%	L _{10%} pour H _{10%}	L _{5%} pour H _{5%}	P _{10%}
1 máscara	X ₁	10 l/s/dm	13	13,5	17	18,5	20	7	5	6,5	5	16
	XX ₁	20 "	20	21,5	27	29,5	31	11	8	10,5	8	25
	L ₁	50 "	37	39,5	50	54,5	58	21	15	19	15	47
	C ₁	00 "	59	62,5	79	86	92	33	23,5	30	24	75
	(CC ₁)	200 "	94	100	126	137	146	52	37	48	38	118
	Q ₁ l/s/dm	Q	2,75 *	2,91*	3,68*	4,00*	4,27*	1,52*	1,09	1,41*	1,10*	3,45*
2 máscaras	X ₂	10 l/s/dm	13	13,5	17,5	28	31	18	14,5	6,5	5	17
	XX ₂	20 "	20	21	28	44	48	28	23	11	8	26
	L ₂	50 "	37	39	51	82	89	52	43	20	15	49
	C ₂	00 "	59	62	81	130	142	83	68	31	24	77
	(CC ₂)	200 "	94	99	129	206	225	131	107	50	38	122
	Q ₂ l/s/dm	Q	2,75*	2,88*	3,77*	6,02*	6,58*	3,83*	3,14*	1,45*	1,10*	3,57*

(*) A multiplier par $Q^{2/3}$ pour obtenir des cotes correspondantes d'un module homothétique débitant par unité de largeur du seuil Q l/s/dm.

(**) P est la profondeur, au-dessous du seuil, du fond du canal côté amont ($P = a - H_{nom}$, suivant le tableau Génie Civil).

Le plan d'eau en amont des modules à masque est contrôlé par deux vannes AMIL, manœuvrées par le canal de l'Union.

Un déversoir calé à la cote 101,50 m NGF permet le maintien d'un niveau d'eau devant les modules de l'ASA du Canal Saint-Julien par déversement des eaux excédentaires vers le canal de l'Union.

Un second déversoir, calé à la cote 101,60 m NGF, permet un délestage complémentaire vers le Canal Saint-Julien, en by-pass des modules à masque existants.

Une sonde de niveau radar appartenant à l'ASA du Canal Saint-Julien lui permet de contrôler le niveau d'eau devant les modules, les informations étant rapatriées vers le superviseur de l'ASA via un télétransmetteur Sofrel de type S550.

8.1.2 DIAGNOSTIC

Le diagnostic de fonctionnement est établi à partir de la visite de terrain du 28/09/2020 effectuée en présence de l'ASA du Canal Saint-Julien, et de l'analyse des données topographiques du site fournies par l'ASA et relevées dans le cadre de la présente mission.

Le **génie civil** du site est en assez bon état. Aucuns travaux de reprise ne sont prévus. En cas d'avancée des études au stade PRO, des investigations complémentaires seront à mener par l'ASA pour confirmer l'état des bétons.

Tous les éléments de sécurité sont dégradés et à remettre aux normes : garde-corps, caillebotis.

Les modules à masque sont dans un état dégradé, ils sont à remettre à neuf ou à remplacer.

Concernant le **fonctionnement hydraulique**, les cotes des modules à masque (101,68 m NGF) et du déversoir vers le canal de l'Union (101,50 m NGF) n'autorisent pas un dépassement du débit fourni à l'ASA, le niveau nominal de fonctionnement des modules étant de 101,47 m NGF.

Il a par ailleurs été constaté sur site le jour de la visite que le niveau d'eau devant les modules était situé à environ 0,10 m sous le déversoir vers le canal de l'Union, soit environ 101,40 m NGF. Cela confirmerait le déficit de débit évoqué par l'ASA puisque les modules fonctionnent avec un niveau inférieur de 0,07 m au niveau nominal (déficit de débit évalué à environ 2% selon les données constructeur).

Ce diagnostic met ainsi en évidence la nécessité de procéder à une amélioration du contrôle du débit en tête du Canal Saint-Julien.

8.2 DESCRIPTION DES TRAVAUX PROPOSES

Préambule : L'ASA indique qu'EDF a un projet de réalisation d'une microcentrale hydroélectrique visant à turbiner le débit prélevé dans la prise actuelle de Bel Hoste. Etant donné le peu d'information sur les modalités de réalisation de ce projet (technique, échéance), il est convenu avec l'ASA de concevoir la rénovation du site indépendamment de ce projet de microcentrale.

8.2.1 DETAILS TECHNIQUES

Le débit de dimensionnement des ouvrages indiqué par l'ASA du Canal Saint-Julien est de 6 m³/s.

Les modifications suivantes du site sont envisagées, en lien avec l'ASA :

- Dépose des 3 modules 1000 l/s en rive gauche, et remplacement par une vanne déversante automatique, de type FlumeGate® de la marque Rubicon, permettant de faire passer 5 m³/s. Une vanne de sectionnement serait positionnée en amont de la vanne Rubicon.
- Remplacement ou rénovation des modules à masques de la passe centrale et de droite par leur équivalent en inox (mêmes répartition des débits), afin de faire passer 6 m³/s (en cas d'indisponibilité de la vanne Rubicon).
- Rénovation des passerelles existantes et mise aux normes des garde-corps.
- Rénovation des clôtures et portails présents sur le site, et construction d'un édicule abritant les équipements de la vanne Rubicon et les équipements de télétransmission.

Le plan 2019-09-28-84-016-Bel-HosteVue en plan et coupe-A0 joint au présent rapport permet de localiser ces travaux.

8.2.2 EVALUATION FINANCIERE DES TRAVAUX

Les travaux d'amélioration du site de Bel Hoste sont évalués à environ 255 k€ HT, selon le détail présenté dans le tableau suivant.

N°	Désignation	Unité	Qté	PU HT	Montant HT
	E - Etudes - Forfaits				31 350 €
	ETUDES ET PLANS EXECUTION	forfait	1	3 000 €	3 000 €
	DOSSIER DE RECOLEMENT	unité	1	1 500 €	1 500 €
	INSTALLATION CHANTIER	forfait	1	15 000 €	15 000 €
	REPLI CHANTIER	forfait	1	8 000 €	8 000 €
	COMPLEMENT TOPO	forfait	1	1 000 €	1 000 €
	CONSTAT D'HUISSIER	forfait	1	1 000 €	1 000 €
	POMPAGE	forfait	1	850 €	850 €
	REPERAGE RESEAU	forfait	1	1 000 €	1 000 €
	PHASE 1-Travaux de préparation et de démolition				
	PREPARATION DE LA ZONE TRAVAUX				8 100 €
	ABATTAGE ARBRE DIAM ENTRE 10 ET 60 CM	unité	2	300 €	600 €
	SECURISATION DU CHANTIER -(Dépose grillage et portail existant)	forfait	1	2 500 €	2 500 €
	NETTOYAGE HAUTE PRESSION DE L'ENSEMBLE DU GENIE CIVIL	forfait	1	2 500 €	2 500 €
	PETITE REPRISE GENIE CIVIL APR2S NETTOYAGE	forfait	1	2 500 €	2 500 €
	DEMOLITION OUVRAGE EXISTANT				5 500 €
	DEMOLITION BETON SANS EXPL.	m3	10	150 €	1 500 €
	DEPOSE ET EVACUATION OU STOCKAGE DES ELEMENTS DE SECURITE ET DE MESURE (Passerelle ,garde corps..)	forfait	1	2 500 €	2 500 €
	EVACUATION - MISE EN DECHARGE	m3	10	150 €	1 500 €
	PHASE 2-AMENAGEMENT PROJET				
	GENIE CIVIL ET SECURITE				58 050 €
	BETON C30/37 + COFF + FERR VOILES VERTICAUX	m3	3	1 100 €	3 300 €
	REPRISE RADIER-BETON C30/37 + COFF + FERR -PASSE 1	m3	5	550 €	2 750 €
	PLUS VALUE POUR ADAPTATION AVEC LE GENIE CIVIL EXISTANT	forfait	1	5 000 €	5 000 €
	EDICULE DE COMMANDE - 2 M x 2 M	forfait	1	18 000 €	18 000 €
	FOURNITURE ET POSE PLATE FORME CAILLEBOTIS	forfait	1	12 500 €	12 500 €
	FOURNITURE ET POSE GARDE CORPS ACIER GALVANISE	ml	35	300 €	10 500 €
	DEPOSE ET POSE PORTAIL (4*2) ET CLOTURE (50 ml)	forfait	1	6 000 €	6 000 €
	EQUIPEMENTS HYDROMECHANIQUES				145 000 €
	DEPOSE EXISTANT -FOURNITURE ET POSE DE MODULES A MASQUE DE TYPE C1 (Passe N°2 - 2*100 l,1*200,1*400,2*600,1*1000)	unité	1	45 000 €	45 000 €
	DEPOSE EXISTANT -FOURNITURE ET POSE DE MODULES A MASQUE DE TYPE C1 ((Passe N°3 - 3*1000)	unité	1	40 000 €	40 000 €
	FOURNITURE ET POSE VANNE D'ISOLEMENT (INOX) 2,60 m X 1,85 m	unité	1	20 000 €	20 000 €
	FOURNITURE ET POSE VANNE DE REGULATION	unité	1	40 000 €	40 000 €
	EQUIPEMENTS ELECTRIQUES ET PARAMETRAGE				7 200 €
	EQUIPEMENT D'AUTOMATISE (TYPE S500)	forfait	1	1 500 €	1 500 €
	FOURNITURE ET POSE CABLES ET RACCORDEMENTS	forfait	1	1 000 €	1 000 €
	PARAMETRAGE ET INTEGRATION SUPERVISEUR	forfait	1	1 200 €	1 200 €
	ARMOIRE EQUIPEMENTS	forfait	1	3 500 €	3 500 €
	TOTAL (HT)				255 200 €

9 AMELIORATION DE LA TELEGESTION DU CANAL

9.1 ETAT ACTUEL

Le système de supervision a été installé en 2014. Il est composé :

- D'un poste informatique dédié,
- D'un boîtier PCCOM intégrant les modems de communication (RTC pour la communication avec les ouvrages, GSM pour l'envoi des SMS d'astreinte),
- D'un disque dur réseau pour l'archivage.

Un modem ADSL permet la communication avec le partiteur de Redortier.

Le système communique en mode M2M pour les postes d'acquisition autonome (LS42).

La supervision est assurée par le logiciel PCWin 2 de chez Lacroix Sofrel, version 2.1.

Un poste informatique dédié à l'archivage a été rajouté récemment.

L'ASA indique avoir abandonné les communications RTC au profit du GSM.

9.2 BESOINS EXPRIMES PAR L'EXPLOITANT

De manière globale, le fonctionnement de la supervision convient à l'exploitant.

L'exploitant fait néanmoins ressortir la nécessité d'amélioration de la production des bilans des pluviomètres.

9.3 OPTIMISATIONS POSSIBLES

Il est recommandé de procéder à la mise à jour du logiciel PCWin2 pour intégrer la version 4.40 (avril 2020) sur le serveur dédié à l'archivage. La liste des nouvelles fonctionnalités offerte depuis la version 2.1 est présentée ci-après. Elle intègre notamment une amélioration de la production des bilans.



Synthèse des évolutions majeures de PCWin2

Version 4.40 : Avril 2020

Disponibilité (Field test)	France : Janvier 2020	Export : Avril 2020
✓ Analyse Métier : - Cette nouvelle notion d'analyses métier offre une interprétation fonctionnelle et la comparaison de situations sur plusieurs sites du réseau de Télégestion ou de Sectorisation. Les tableaux d'Analyse Métier permettent de bénéficier d'un nouveau point d'entrée dans l'application pour une exploitation globale et transverse des données, complémentaire à la vision classique des équipements et des informations du réseau de télégestion. - En exploitation Html5, l'analyse se présente sous 2 formes : - un tableau intégré multi indicateurs métiers (Vue-liste) présentant une synthèse fonctionnelle du réseau et permettant une navigation dynamique et rapide vers les éléments critiques. - une restitution paramétrable de type « Dashboard » dans les synoptiques, via des afficheurs mono-organes ou multi-organes. ✓ Augmentation des capacités : jusqu'à 200 stations réseau, et jusqu'à 200 informations par rapport d'exploitation. ✓ Purge de la Base de Données : un outil permet une sélection précise des archives à supprimer dans la base.		

Version 4.30 : Juin 2019

Disponibilité (Field test)	France : Janvier 2018	Export : Avril 2018
✓ Evolution des "Calculs des Bilans" : - Calculs de bilans sur informations logiques. - Mode de calculs des bilans sur période fixe ou sur période glissante (Les bilans sur période glissante produisent 1 valeur calculée pour chaque archive de l'information source ; chaque bilan mesure ainsi l'évolution d'un phénomène sur la période récente). - L'amplitude des archives peut être fixe, ou sur les dernières archives, ou sur la durée d'un événement. ✓ Communication : - Gestion des stations S4W et S4TH pouvant gérer jusqu'à 2000 informations, - Intégration des fonctionnalités « Version 5.30 » de la gamme LS/LT de 2019. ✓ Synoptiques : - Insertion d'un nouveau composant graphique « Iframe » pour l'ouverture vers l'Internet, - optimisation des temps d'affichage en exploitation HTML5 ✓ Courbes : - prise en compte des dates d'archives à la seconde près, personnalisation de l'heure de fin de période, etc. ✓ Compatibilités Windows : - Windows 7 - Professional 64 bits Sp1 - Windows 10 - LTSB 1607 64 bits - Windows Server 2012 R2 64 bits - Windows Server 2016 64 bits		

.../...



Synthèse des évolutions majeures de PCWin2

Version 4.20 : Janvier 2018

Disponibilité (Field test)	France : Janvier 2018	Export : Avril 2018
✓ Environnement informatique industrielle : • Protection de l'installation par un dongle USB ou par une clé logicielle (choix du client à la commande). • Compatibilité Windows 10 et Windows Server 2012 R2 (version non compatible avec Windows 7). • Compatibilité avec Microsoft SQL Express, et Microsoft SQL Entreprise (pour les grandes Bases de Données). • Gestion du protocole SSL pour la sécurisation de l'émission des e-mails. ✓ Sécurisation des communications 3G et Ethernet : • Communications sécurisées avec la nouvelle gamme de Postes Locaux SOFREL S4 (en mode IP direct). ✓ Améliorations diverses : • En HTML5, un exploitant peut directement remplacer des destinataires de report d'alarmes (en cas d'absence). • La page de Login HTML5 est personnalisable avec une image de fond et un logo. • Possibilité de configuration groupée des informations numériques (unités, listes de libellés, décimales). • Des filtres sur les libellés de stations peuvent être définis pour faciliter la recherche des stations. • Configuration des synoptiques : modification de l'animation de plusieurs objets en une seule opération, filtres avancés pour la sélection des informations d'animation, gestion personnalisée des couleurs, modification des images directement dans la bibliothèque, ... • La capacité de la Base de Données est désormais mesurée en Go (en cas de surveillance via l'information 6003, il est nécessaire de configurer la valeur du seuil d'alerte).		

Version 3.20 : Juillet 2016

Disponibilité (Field test)	France : Juillet 2016	Export : Novembre 2016
✓ Interface d'exploitation graphique « Multi terminaux » : • Cette interface entièrement nouvelle utilise la technologie HTML5. Elle est proposée en option et permet ainsi une compatibilité native de PCWin2 avec la plupart des navigateurs sur PC, tablettes ou smartphones. ✓ Aperçu des synoptiques : • En configuration, l'utilisateur dispose d'une « Fonction d'aperçu des synoptiques ».		

.../...



Synthèse des évolutions majeures de PCWin2

Version 3.10 : Février 2016

Disponibilité (Field test)	France : Novembre 2015	Export : Février 2016
✓ Compatibilités : • OS : Windows Server 2012 ✓ Capacités : • Augmentation des capacités maximales du Poste Central : 400 Postes Locaux, 20.000 informations, et jusqu'à 200 utilisateurs. ✓ Communications : • Gestion des Data Loggers de type LS-Flow • Augmentation de la fréquence d'interrogation périodique • Déclenchement de l'interrogation dynamique à l'ouverture d'un synoptique ✓ Synoptiques : • Affichage d'un texte fixe en fonction de l'état d'une information logique ✓ Courbes : • Génération de courbes sur une période glissante ✓ Rapports d'exploitation : • Augmentation de la quantité d'archives exportées pour une même information (5000 valeurs) • Visualisation des états courants dans les rapports Excel (cellule VSTATES) • Génération de rapports sur une période glissante • Séparation de l'amplitude de recherche des archives et de la fréquence de production du rapport d'exploitation • Nom de fichier résultat du rapport : avec ou sans horodatage ✓ Sécurités : • Configuration séparée des autorisations d'actions (interrogation de stations, émission de consignes) ✓ Report d'alarmes : • Augmentation du nombre maximal de périodes de dérogation : 30 périodes de dérogation peuvent être associées à un planning annuel de report ✓ Plannings annuels : • Gestion de périodes hebdomadaires de substitution dans une dérogation		

Version 2.20 : Novembre 2014

Disponibilité (Field test)	France : Novembre 2014	Export : Février 2015
✓ Amélioration des performances en exploitation. ✓ Augmentation des capacités d'archivage maximales : • intégration MS SQL 2012 Express : jusqu'à 10 Go • avec l'option « Extension BD » : jusqu'à 50 Go ✓ Gestion centralisée des périodes hebdomadaires S500 via la fonction « Planning annuel ». ✓ Communication IP directe avec les postes locaux S500 en IP. ✓ Émission de consignes : en mode « verrouillé » ou « déverrouillé ». ✓ Améliorations diverses : • Compatibilité écrans PC "4/3 et 16/9" • Ouverture automatique du fichier CSV pour consultation des archives • Gestion simplifiée des modèles des rapports d'exploitation • Script de purge automatique de la Base de Données		

.../...

ANNEXES

ANNEXE 1 : PLANS

Liste des plans :

2019-09-28-84-001-Prise Balaruts-Plan Topographique-A1.pdf
2019-09-28-84-002-Prise Balaruts-Etat initial Phase trx 1-A1-A.pdf
2019-09-28-84-003-Prise Balaruts-Projet Phase trx 2-A1-A.pdf
2019-09-28-84-004-Aménagements Secteur des Iscles de Milan-A0.pdf
2019-09-28-84-005-Choix scénarios-A3.pdf
2019-09-28-84-006-Aménagements Secteur la Voguette-Coupe type-A3.pdf
2019-09-28-84-006-Aménagements Secteur la Voguette-Coupe type-A3.pdf
2019-09-28-84-007-Aménagements Secteur la Voguette-Vue en plan-A3.pdf
2019-09-28-84-007-Aménagements Secteur la Voguette-Vue en plan-A3.pdf
2019-09-28-84-008-A-Secteur Aval-Profil en long 1 et 2-A0.pdf
2019-09-28-84-008-A-Secteur Aval-Profil en long 3 -A0.pdf
2019-09-28-84-009-Vue en plan-page 1-A1.pdf
2019-09-28-84-009-Vue en plan-page 2-A1.pdf
2019-09-28-84-010-Fuyant St Marc -A3.pdf
2019-09-28-84-011-Reserve du Grand Roulet -A3.pdf
2019-09-28-84-012-Seuil et Cuvelage-A0.pdf
2019-09-28-84-013A-Moulin du Paradou -A3.pdf
2019-09-28-84-014-Fuyant St Marc-A3.pdf
2019-09-28-84-016-Bel-HosteVue en plan et coupe-A0.pdf

ANNEXE 2 : CHIFFRAGE DETAILLE PAR OUVRAGE

SOUS-SECTEUR MILAN

N°	Désignation	Unité	Qté	PU HT	Montant HT
	Etudes - Forfaits-Travaux préparatoires				13 000 €
	ETUDES ET PLANS EXECUTION	forfait	1	2 000 €	2 000 €
	DOSSIER DE RECOLEMENT	unité	1	1 000 €	1 000 €
	INSTALLATION CHANTIER	forfait	1	5 000 €	5 000 €
	REPLI CHANTIER	forfait	1	2 000 €	2 000 €
	COMPLEMENT TOPO	forfait	1	1 000 €	1 000 €
	CONSTAT D'HUISSIER	forfait	1	800 €	800 €
	SIGNALISATION DE CHANTIER	forfait	1	1 200 €	1 200 €
	PREPARATION DE LA ZONE TRAVAUX				20 500 €
	DEBROUSSAILLAGE	m2	1500	6 €	9 000 €
	ABATTAGE ARBRE DIAM ENTRE 10 ET 30 CM	unité	10	250 €	2 500 €
	SECURISATION DU CHANTIER	forfait	1	1 000 €	1 000 €
	CONFECTION RAMPES D'ACCES	forfait	1	8 000 €	8 000 €
	DEMOLITION OUVRAGE EXISTANT				13 030 €
	DEMOLITION BETON SANS EXPL. OUVRAGE DE PRISE	m3	20	70 €	1 400 €
	DEPOSE-STOCKAGE ET POSE VANNE DE PRISE EXISTANTE	forfait	1	8 500 €	8 500 €
	DEPOSE ELEMENT DE VANTELLERIE, MESURE, GRILLE....	forfait	1	2 500 €	2 500 €
	EVACUATION - MISE EN DECHARGE	m3	21	30 €	630 €
	CUVELAGE SECTION LARGEUR 5 M -291 ML				539 550 €
	TERRASSEMENT SECTION DU CANAL - DEBLAI ET EVACUATION	m3	2600	25 €	65 000 €
	FOURNITURE ET POSE COUCHE D'ASSISE BALLAST 80/100 (ep : 0,60)	m3	1100	35 €	38 500 €
	FOURNITURE ET POSE COUCHE D'ASSISE ET NIVELLEMENT GNT 0/30 (ep : 0,30)	m3	550	45 €	24 750 €
	EVACUTION BLOCS DANS LE CANAL	forfait	1	2 500 €	2 500 €
	FOURNITURE ET POSE BETON DE PROPRETE (ep : 0,10)	m²	1650	20 €	33 000 €
	RADIER-BETON C30/37 + COFF + FERR	m3	360	380 €	136 800 €
	VOILES VERTICAUX -H: 1,50 m -BETON C30/37 + COFF + FERR	m3	180	900 €	162 000 €
	REMBLAIS DAME BERGE	m3	900	30 €	27 000 €
	RACCORDEMENT AMONT	forfait	1	10 000 €	10 000 €
	ENROCHEMENT AVAL	T	100	100 €	10 000 €
	ADAPTATION REGARD ET PRISE - PRISE 1	forfait	1	10 000 €	10 000 €
	REPRISE RESEAU SECONDAIRE	forfait	1	2 500 €	2 500 €
	REFECTION CHEMIN	m2	1200	10 €	12 000 €
	RENOVATION VANNE DE PRISE AVAL PONT SNCF	forfait	1	5 000 €	5 000 €
	FOURNITURE ET POSE LIGNE DE VIE	forfait	1	500 €	500 €
	REGULATEUR N°1-LONG: 15 ml -H: 0,80 m				39 000 €
	BETON C30/37 + COFF + FERR VOILES VERTICAUX	m3	11	950 €	10 450 €
	BETON C30/37 + COFF + FERR RADIER	m3	12	600 €	7 200 €
	BETON C30/37 + COFF + FERR DEVERSOIR	m3	1	1 500 €	1 500 €
	FMP BETON DE PROPRETE (ep : 0,10)	m²	60	20 €	1 200 €
	FOURNITURE ET POSE PLATE FORME CAILLEBOTIS + GARDES CORPS	forfait	1	7 500 €	7 500 €
	FOURNITURE ET POSE VANNE (INOX) PLATE DE CHASSE 1 m X 0,8 m INOX	forfait	1	7 500 €	7 500 €
	REMBLAIS DAME OUVRAGE	m3	45	30 €	1 350 €
	FOURNITURE ET POSE COUCHE D'ASSISE BALLAST 80/100 (ep : 0,60)	m3	40	30 €	1 200 €
	FOURNITURE ET POSE COUCHE D'ASSISE ET NIVELLEMENT (ep : 0,30)	m3	20	45 €	900 €
	FOURNITURE ET POSE D'ECHELONS	unité	4	50 €	200 €
	REGULATEUR N°2-LONG: 15 ml -H: 0,80 m				39 000 €
	BETON C30/37 + COFF + FERR VOILES VERTICAUX	m3	11	950 €	10 450 €
	BETON C30/37 + COFF + FERR RADIER	m3	12	600 €	7 200 €
	BETON C30/37 + COFF + FERR DEVERSOIR	m3	1	1 500 €	1 500 €
	FOURNITURE ET POSE BETON DE PROPRETE (ep : 0,10)	m²	60	20 €	1 200 €
	PLATE FORME CAILLEBOTIS + GARDES CORPS	forfait	1	7 500 €	7 500 €
	FOURNITURE ET POSE VANNE (INOX) PLATE DE CHASSE 1 m X 0,8 m	forfait	1	7 500 €	7 500 €
	REMBLAIS DAME OUVRAGE	m3	45	30 €	1 350 €
	FOURNITURE ET POSE COUCHE D'ASSISE BALLAST 80/100 (ep : 0,60)	m3	40	30 €	1 200 €
	FOURNITURE ET POSE COUCHE D'ASSISE ET NIVELLEMENT (ep : 0,30)	m3	20	45 €	900 €
	FOURNITURE ET POSE D'ECHELONS	unité	4	50 €	200 €
	TOTAL (HT)				664 080 €

SOUS-SECTEUR VOGUETTE

N°	Désignation	Unité	Qtté	PU HT	Montant HT
	Etudes - Forfaits-Travaux préparatoires -TRANCHE N°1				13 000 €
	ETUDES ET PLANS EXECUTION	forfait	1	2 000 €	2 000 €
	DOSSIER DE RECOLEMENT	unité	1	1 000 €	1 000 €
	INSTALLATION CHANTIER	forfait	1	5 000 €	5 000 €
	REPLI CHANTIER	forfait	1	2 000 €	2 000 €
	COMPLEMENT TOPO	forfait	1	1 000 €	1 000 €
	CONSTAT D'HUISSIER	forfait	1	800 €	800 €
	SIGNALISATION DE CHANTIER	forfait	1	1 200 €	1 200 €
	PREPARATION DE LA ZONE TRAVAUX -TRANCHE N°1				19 250 €
	DEBROUSSAILLAGE	m2	1000	6 €	6 000 €
	ABATTAGE ARBRE DIAM ENTRE 10 ET 30 CM	unité	5	250 €	1 250 €
	SECURISATION DU CHANTIER	forfait	1	1 000 €	1 000 €
	CONFECTION RAMPES D'ACCES	forfait	1	8 000 €	8 000 €
	DEPOSE CLOTURE ET PETIT GENIE CIVIL	forfait	1	3 000 €	3 000 €
	CUVELAGE TRANCHE N°1 LARGEUR 4 M x 1,60 m -250 ML				418 400 €
	TERRASSEMENT SECTION DU CANAL - DEBLAI ET EVACUATION	m3	1800	25 €	45 000 €
	FOURNITURE ET POSE COUCHE D'ASSISE BALLAST 80/100 (ep : 0,60)	m3	850	35 €	29 750 €
	FOURNITURE ET POSE COUCHE D'ASSISE ET NIVELLEMENT GNT 0/30 (ep : 0,30)	m3	450	45 €	20 250 €
	FOURNITURE ET POSE BETON DE PROPRETE (ep : 0,10)	m ²	1250	20 €	25 000 €
	RADIER-BETON C30/37 + COFF + FERR	m3	280	380 €	106 400 €
	VOILES VERTICAUX -H: 1,60 m -BETON C30/37 + COFF + FERR	m3	180	900 €	162 000 €
	REMBLAIS DAME BERGE	m3	500	30 €	15 000 €
	RACCORDEMENT AMONT	forfait	1	5 000 €	5 000 €
	RACCORDEMENT AVAL	forfait	1	5 000 €	5 000 €
	REPRISE PRISE D'EAU	unité	5	1 000 €	5 000 €
	DIVERS				9 400 €
	FOURNITURE ET POSE D'ECHELONS	unité	8	50 €	400 €
	FOURNITURE ET POSE LIGNE DE VIE	forfait	1	500 €	500 €
	FOURNITURE ET POSE DE PANNEAUX RIGIDE (CLOTURE)	ml	100	85 €	8 500 €
TOTAL TRANCHE N°1 (HT)					460 050 €

	Désignation	Unité	Qtté	PU HT	Montant HT
N°	Etudes - Forfaits-Travaux préparatoires -TRANCHE N°2				13 000 €
	ETUDES ET PLANS EXECUTION	forfait	1	2 000 €	2 000 €
	DOSSIER DE RECOLEMENT	unité	1	1 000 €	1 000 €
	INSTALLATION CHANTIER	forfait	1	5 000 €	5 000 €
	REPLI CHANTIER	forfait	1	2 000 €	2 000 €
	COMPLEMENT TOPO	forfait	1	1 000 €	1 000 €
	CONSTAT D'HUISSIER	forfait	1	800 €	800 €
	SIGNALISATION DE CHANTIER	forfait	1	1 200 €	1 200 €
	PREPARATION DE LA ZONE TRAVAUX -TRANCHE N°2				20 000 €
	DEBROUSSAILLAGE	m2	1000	6 €	6 000 €
	ABATTAGE ARBRE DIAM ENTRE 10 ET 30 CM	unité	4	250 €	1 000 €
	SECURISATION DU CHANTIER	forfait	1	1 000 €	1 000 €
	CONFECTION RAMPES D'ACCES	forfait	1	12 000 €	12 000 €
	CUVELAGE TRANCHE N°2 LARGEUR 4 M x 1,60 m -245 ML				446 400 €
	TERRASSEMENT SECTION DU CANAL - DEBLAI ET EVACUATION	m3	1800	25 €	45 000 €
	FOURNITURE ET POSE COUCHE D'ASSISE BALLAST 80/100 (ep : 0,60)	m3	850	35 €	29 750 €
	FOURNITURE ET POSE COUCHE D'ASSISE ET NIVELLEMENT GNT 0/30 (ep : 0,30)	m3	450	45 €	20 250 €
	FOURNITURE ET POSE BETON DE PROPRIETE (ep : 0,10)	m²	1250	20 €	25 000 €
	RADIER-BETON C30/37 + COFF + FERR	m3	280	380 €	106 400 €
	VOILES VERTICAUX -H: 1,60 m -BETON C30/37 + COFF + FERR	m3	180	900 €	162 000 €
	REMBLAIS DAME BERGE	m3	500	30 €	15 000 €
	RACCORDEMENT AMONT	forfait	1	5 000 €	5 000 €
	RACCORDEMENT AVAL	forfait	1	5 000 €	5 000 €
	RACCORDEMENT PONT N°3 (PRESENCE RESEAU)	forfait	1	25 000 €	25 000 €
	REPRISE PRISE EXISTANTE	unité	8	1 000 €	8 000 €
	DIVERS				9 400 €
	FOURNITURE ET POSE D'ECHELONS	unité	8	50 €	400 €
	FOURNITURE ET POSE LIGNE DE VIE	forfait	1	500 €	500 €
	FOURNITURE ET POSE DE PANNEAUX RIGIDE (CLOTURE)	ml	100	85 €	8 500 €
	TOTAL TRANCHE N°2 (HT)				488 800 €
	TOTAL TRANCHES N°1 ET 2 (HT)				948 850 €

SOUS-SECTEUR FUYANT SAINT-MARC

N°	Désignation	Unité	Qté	PU HT	Montant HT
	Etudes - Forfaits-Travaux préparatoires				13 400 €
	ETUDES ET PLANS EXECUTION	forfait	1	2 000 €	2 000 €
	DOSSIER DE RECOLEMENT	unité	1	1 000 €	1 000 €
	INSTALLATION CHANTIER	forfait	1	5 000 €	5 000 €
	REPLI CHANTIER	forfait	1	2 000 €	2 000 €
	COMPLEMENT TOPO	forfait	1	1 000 €	1 000 €
	CONSTAT D'HUISSIER	forfait	1	1 200 €	1 200 €
	SIGNALISATION DE CHANTIER	forfait	1	1 200 €	1 200 €
	PREPARATION DE LA ZONE TRAVAUX				31 440 €
	DEBROUSSAILLAGE	m2	2240	6 €	13 440 €
	ABATTAGE ARBRE DIAM ENTRE 10 ET 30 CM	unité	20	250 €	5 000 €
	SECURISATION DU CHANTIER	forfait	1	5 000 €	5 000 €
	CONFECTION RAMPES D'ACCES	forfait	1	8 000 €	8 000 €
	DEMOLITION OUVRAGE EXISTANT				7 000 €
	DEMOLITION BETON SANS EXPL. OUVRAGE DE PRISE	m3	30	70 €	2 100 €
	DEPOSE ELEMENT DE VANTELLERIE, MESURE, GRILLE....	forfait	1	4 000 €	4 000 €
	EVACUATION - MISE EN DECHARGE	m3	30	30 €	900 €
	CUVELAGE CANAL DE DELESTAGE LARGEUR 1,50 m x 1,50 m -560 ml				634 200 €
	TERRASSEMENT SECTION DU CANAL - DEBLAI ET EVACUATION	m3	2300	20 €	46 000 €
	FOURNITURE ET POSE COUCHE D'ASSISE BALLAST 80/100 (ep : 0,60)	m3	1100	35 €	38 500 €
	FOURNITURE ET POSE COUCHE D'ASSISE ET NIVELLEMENT GNT 0/30 (ep : 0,30)	m3	500	45 €	22 500 €
	FOURNITURE ET POSE BETON DE PROPRETE (ep : 0,10)	m²	1700	20 €	34 000 €
	RADIER-BETON C30/37 + COFF + FERR	m3	345	380 €	131 100 €
	VOILES VERTICAUX -H: 1,50 m -BETON C30/37 + COFF + FERR	m3	345	900 €	310 500 €
	BECHE BETON AMONT	m3	4	150 €	600 €
	REMBLAIS DAME BERGE	m3	900	30 €	27 000 €
	REPRISE REJET DANS LE FUYANT	unité	3	1 000 €	3 000 €
	RACCORDEMENT OUVRAGE DE VIDANGE CONDUITES BP -DN 400	unité	2	1 000 €	2 000 €
	ENROCHEMENT AVAL	T	40	100 €	4 000 €
	RENOVATION VANNE ET CLAPET EXUTOIRE	forfait	1	10 000 €	10 000 €
	RACCORDEMENT OUVRAGE	forfait	1	5 000 €	5 000 €
	OUVRAGE DE PRISE				13 250 €
	TERRASSEMENT SECTION DU CANAL - DEBLAI ET EVACUATION	m3	10	20 €	200 €
	FOURNITURE ET POSE VANNE (INOX) PLATE DN 400	forfait	2	2 500 €	5 000 €
	TRAVERSEE VOILE EXISTANT POUR PRISE CONDUITES BASSE PRESSION	forfait	2	1 500 €	3 000 €
	REMBLAIS DAME OUVRAGE	m3	10	30 €	300 €
	FOURNITURE ET POSE D'ECHELONS	unité	5	50 €	250 €
	REFECTION ET NETTOYAGE GENIE CIVIL	forfait	1	4 500 €	4 500 €
	RESEAU PRESSION				176 000 €
	TRANCHEE SOUS TERRAIN NATUREL DN 400 Rive gauche	ml	500	20 €	10 000 €
	TRANCHEE SOUS TERRAIN NATUREL DN 400 Rive droite	ml	300	20 €	6 000 €
	PV POSE CONDUITE PROXIMITE MUR HABITATION ET GENIE CIVIL EXISTANT	ml	100	30 €	3 000 €
	OUVRAGE DE VIDANGE -	unité	2	1 500 €	3 000 €
	FOURNITURE ET POSE TUBE DN 400 (PE - PN 10)-Rive gauche	ml	500	160 €	80 000 €
	FOURNITURE ET POSE PIECES SPECIAL DN 400 (PE)-Rive gauche	ml	75	160 €	12 000 €
	FOURNITURE ET POSE TUBE DN 400 (PE-PN 10)-Rive droite	ml	300	160 €	48 000 €
	FOURNITURE ET POSE PIECES SPECIAL DN 400 (PE-Rive droite)	ml	45	160 €	7 200 €
	FOURNITURE ET POSE REGARD DE PRISE DN 1000 -Rive gauche	unité	2	1 200 €	2 400 €
	FOURNITURE ET POSE REGARD DE PRISE DN 1000 -Rive droite	unité	2	1 200 €	2 400 €
	PLUS VALUE REGARD DE POMPAGE -Rive droite	unité	1	2 000 €	2 000 €
	TOTAL (HT)				875 290 €

SOUS-SECTEUR AVAL MOULIN SAINT-MARC – SEUIL N°1

N°	Désignation	Unité	Qté	PU HT	Montant HT
	Etudes - Forfaits-Travaux préparatoires				13 400 €
	ETUDES ET PLANS EXECUTION	forfait	1	2 000 €	2 000 €
	DOSSIER DE RECOLEMENT	unité	1	1 000 €	1 000 €
	INSTALLATION CHANTIER	forfait	1	5 000 €	5 000 €
	REPLI CHANTIER	forfait	1	2 000 €	2 000 €
	COMPLEMENT TOPO	forfait	1	1 000 €	1 000 €
	CONSTAT D'HUISSIER	forfait	1	1 200 €	1 200 €
	SIGNALISATION DE CHANTIER	forfait	1	1 200 €	1 200 €
	PREPARATION DE LA ZONE TRAVAUX				29 700 €
	DEBROUSSAILLAGE	m2	1200	6 €	7 200 €
	ABATTAGE ARBRE DIAM ENTRE 10 ET 30 CM	unité	10	250 €	2 500 €
	SECURISATION DU CHANTIER	forfait	1	5 000 €	5 000 €
	CONFECTION RAMPES D'ACCES	forfait	1	15 000 €	15 000 €
	DEMOLITION OUVRAGE EXISTANT				4 500 €
	DEMOLITION BETON SANS EXPL. OUVRAGE DE PRISE	m3	20	70 €	1 400 €
	DEPOSE ELEMENT DE VANTELLERIE, MESURE, GRILLE....	forfait	1	2 500 €	2 500 €
	EVACUATION - MISE EN DECHARGE	m3	20	30 €	600 €
	CUVELAGE SECTION LARGEUR 2,5 M x 2,00 m -380 ML				687 900 €
	TERRASSEMENT SECTION DU CANAL - DEBLAI ET EVACUATION	m3	2200	20 €	44 000 €
	FOURNITURE ET POSE COUCHE D'ASSISE BALLAST 80/100 (ep : 0,60)	m3	900	35 €	31 500 €
	FOURNITURE ET POSE COUCHE D'ASSISE ET NIVELLEMENT GNT 0/30 (ep : 0,30)	m3	500	45 €	22 500 €
	FOURNITURE ET POSE BETON DE PROPRETE (ep : 0,10)	m²	1500	20 €	30 000 €
	RADIER-BETON C30/37 + COFF + FERR	m3	300	380 €	114 000 €
	VOILES VERTICAUX -H: 2 m -BETON C30/37 + COFF + FERR	m3	400	900 €	360 000 €
	REMBLAIS DAME BERGE	m3	800	30 €	24 000 €
	RACCORDEMENT AMONT	forfait	1	10 000 €	10 000 €
	REPRISE PRISE D'EAU	unité	10	850 €	8 500 €
	FOURNITURE ET POSE DALOT PREFABRIQUE 2,50 x 1,80 m	unité	1	12 000 €	12 000 €
	REFECTION BAS COTE ROUTE	m2	760	40 €	30 400 €
	FOURNITURE ET POSE LIGNE DE VIE	forfait	2	500 €	1 000 €
	REGULATEUR N°1-LONG: 9,5 ml -H: 1,30 m				48 275 €
	TERRASSEMENT SECTION DU CANAL - DEBLAI ET EVACUATION	m3	110	20 €	2 200 €
	BETON C30/37 + COFF + FERR VOILES VERTICAUX	m3	20	950 €	19 000 €
	BETON C30/37 + COFF + FERR RADIER	m3	15	600 €	9 000 €
	BETON C30/37 + COFF + FERR DEVERSOIR	m3	1	1 500 €	1 500 €
	FMP BETON DE PROPRETE (ep : 0,10)	m²	80	20 €	1 600 €
	FOURNITURE ET POSE PLATE FORME CAILLEBOTIS + GARDES CORPS	forfait	1	5 000 €	5 000 €
	FOURNITURE ET POSE VANNE (INOX) PLATE DE CHASSE 0,6 m X 1,30 m INOX	forfait	1	5 000 €	5 000 €
	REMBLAIS DAME OUVRAGE	m3	35	30 €	1 050 €
	FOURNITURE ET POSE COUCHE D'ASSISE BALLAST 80/100 (ep : 0,60)	m3	45	30 €	1 350 €
	FOURNITURE ET POSE COUCHE D'ASSISE ET NIVELLEMENT (ep : 0,30)	m3	25	45 €	1 125 €
	FOURNITURE ET POSE D'ECHELONS	unité	5	50 €	250 €
	REFECTION BAS COTE ROUTE	m2	30	40 €	1 200 €
TOTAL (HT)					783 775 €

N°	Désignation	Unité	Qtté	PU HT	Montant HT
	<i>OPTION</i>				
	DEVERSOIR LATERAL DE SECURITE				21 700 €
	TERRASSEMENT SECTION DU CANAL - DEBLAI ET EVACUATION	m3	50	20 €	1 000 €
	BETON C30/37 + COFF + FERR VOILES VERTICAUX	m3	3	950 €	2 850 €
	BETON C30/37 + COFF + FERR RADIER	m3	8	600 €	4 800 €
	FOURNITURE ET POSE BETON DE PROPRETE (ep : 0,10)	m²	40	20 €	800 €
	PLATE FORME CAILLEBOTIS + GARDES CORPS	forfait	1	2 500 €	2 500 €
	REMBLAIS DAME OUVRAGE	m3	10	30 €	300 €
	FOURNITURE ET POSE COUCHE D'ASSISE BALLAST 80/100 (ep : 0,60)	m3	30	30 €	900 €
	FOURNITURE ET POSE COUCHE D'ASSISE ET NIVELLEMENT (ep : 0,30)	m3	10	45 €	450 €
	FOURNITURE ET POSE D'ECHELONS	unité	2	50 €	100 €
	PLUS VALUE RACCORDEMENT ET ACCES	forfait	1	8 000 €	8 000 €
TOTAL AVEC OPTION DLS (HT)					805 475 €

SOUS-SECTEUR AVAL MOULIN SAINT-MARC – SEUIL N°2 MOULIN DE PARADOU

N°	Désignation	Unité	Qté	PU HT	Montant HT
	Etudes - Forfaits-Travaux préparatoires				20 900 €
	ETUDES ET PLANS EXECUTION	forfait	1	3 000 €	3 000 €
	DOSSIER DE RECOLEMENT	unité	1	1 500 €	1 500 €
	INSTALLATION CHANTIER	forfait	1	5 000 €	5 000 €
	REPLI CHANTIER	forfait	1	2 000 €	2 000 €
	COMPLEMENT TOPO	forfait	1	2 000 €	2 000 €
	CONSTAT D'HUISSIER	forfait	1	1 200 €	1 200 €
	SIGNALISATION DE CHANTIER	forfait	1	1 200 €	1 200 €
	CIRCULATION ALTERNE	forfait	1	5 000 €	5 000 €
	PREPARATION DE LA ZONE TRAVAUX DU CUVELAGE				22 300 €
	DEBROUSSAILLAGE	m2	800	6 €	4 800 €
	ABATTAGE ARBRE DIAM ENTRE 10 ET 30 CM	unité	10	250 €	2 500 €
	SECURISATION DU CHANTIER	forfait	1	5 000 €	5 000 €
	CONFECTION RAMPES D'ACCES	forfait	1	10 000 €	10 000 €
	PREPARATION DE LA ZONE TRAVAUX DU BY-PASS				32 410 €
	DEBROUSSAILLAGE	m2	100	6 €	600 €
	ABATTAGE ARBRE DIAM ENTRE 10 ET 30 CM	unité	5	250 €	1 250 €
	SECURISATION DU CHANTIER	forfait	1	10 000 €	10 000 €
	CONFECTION RAMPES D'ACCES	forfait	1	15 000 €	15 000 €
	DEMOLITION REVETEMENT GOUDRONNE	m2	70	3 €	210 €
	SCIAGE REVETEMENT BITUMINEUX	ml	50	7 €	350 €
	PREPARATION DE LA SECTION (NETTOYAGE ,PETITE REPRISE GENIE CIVIL....)	forfait	1	5 000 €	5 000 €
	DEMOLITION OUVRAGES EXISTANTS				16 000 €
	DEMOLITION BETON SANS EXPL. OUVRAGE DE PRISE	m3	60	70 €	4 200 €
	DEPOSE ELEMENT DE VANTELLERIE, MESURE, GRILLE....	forfait	1	10 000 €	10 000 €
	EVACUATION - MISE EN DECHARGE	m3	60	30 €	1 800 €
	CUVELAGE TR 2 LARGEUR 2,5 M x 1,80 m -260 ML				465 600 €
	TERRASSEMENT SECTION DU CANAL - DEBLAI ET EVACUATION	m3	1450	20 €	29 000 €
	FOURNITURE ET POSE COUCHE D'ASSISE BALLAST 80/100 (ep : 0,60)	m3	600	35 €	21 000 €
	FOURNITURE ET POSE COUCHE D'ASSISE ET NIVELLEMENT GNT 0/30 (ep : 0,30)	m3	300	45 €	13 500 €
	FOURNITURE ET POSE BETON DE PROPRIETE (ep : 0,10)	m²	1100	20 €	22 000 €
	RADIER-BETON C30/37 + COFF + FERR	m3	220	380 €	83 600 €
	VOILES VERTICAUX -H: 1,80 m -BETON C30/37 + COFF + FERR	m3	250	900 €	225 000 €
	REMBLAIS DAME BERGE	m3	480	30 €	14 400 €
	RACCORDEMENT AMONT	forfait	1	2 500 €	2 500 €
	RACCORDEMENT AVAL	forfait	1	2 500 €	2 500 €
	REPRISE PRISE D'EAU	unité	8	850 €	6 800 €
	FOURNITURE ET POSE DALOT PREFABRIQUE 2,50 x 1,80 m	unité	2	12 000 €	24 000 €
	REFECTION BAS COTE ROUTE	m2	520	40 €	20 800 €
	FOURNITURE ET POSE LIGNE DE VIE	forfait	1	500 €	500 €
	REPRISE REGULATEUR DU PARADOU				31 250 €
	DEPOSE ELEMENT DE VANTELLERIE, MESURE, GRILLE....	forfait	1	5 000 €	5 000 €
	PREPARATION DE L'OUVRAGE (NETTOYAGE ,PETITE REPRISE GENIE CIVIL....)	forfait	1	3 000 €	3 000 €
	FOURNITURE ET POSE PLATE FORME CAILLEBOTIS + GARDES CORPS	forfait	1	8 000 €	8 000 €
	FOURNITURE ET POSE VANNE (INOX) PLATE DE CHASSE 1,00 m X 1,00 m INOX	forfait	2	7 500 €	15 000 €
	FOURNITURE ET POSE D'ECHELONS	unité	5	50 €	250 €

N°	Désignation	Unité	Qtté	PU HT	Montant HT
	CUVELAGE TR 3 LARGEUR 2,5 M x 2,00 m -15 ML				42 600 €
	TERRASSEMENT SECTION DU CANAL - DEBLAI ET EVACUATION	m3	100	20 €	2 000 €
	FOURNITURE ET POSE COUCHE D'ASSISE BALLAST 80/100 (ep : 0,60)	m3	40	35 €	1 400 €
	FOURNITURE ET POSE COUCHE D'ASSISE ET NIVELLEMENT GNT 0/30 (ep : 0,30)	m3	20	45 €	900 €
	FOURNITURE ET POSE BETON DE PROPRETE (ep : 0,10)	m²	60	20 €	1 200 €
	RADIER-BETON C30/37 + COFF + FERR	m3	15	380 €	5 700 €
	VOILES VERTICAUX -H: 2,00 m -BETON C30/37 + COFF + FERR	m3	15	900 €	13 500 €
	REMBLAIS DAME BERGE	m3	40	30 €	1 200 €
	RACCORDEMENT AMONT	forfait	1	5 000 €	5 000 €
	RACCORDEMENT AVAI	forfait	1	10 000 €	10 000 €
	REPRISE PRISE D'EAU	unité	2	850 €	1 700 €
	CREATION DU BYPASS				149 325 €
	OUVRAGE DE PRISE BYPASS (REGARD 2,70 X 1,50 M)	forfait	1	10 000 €	10 000 €
	FOURNITURE ET POSE PLATE FORME CAILLEBOTIS + GARDES CORPS	forfait	1	3 500 €	3 500 €
	FOURNITURE ET POSE GRILLE	forfait	1	2 000 €	2 000 €
	FOURNITURE ET POSE VANNE (INOX) PLATE DE CHASSE 1,20 m X 1,20 m INOX	forfait	1	12 000 €	12 000 €
	FOURNITURE ET POSE D'ECHELONS	unité	4	50 €	200 €
	FOURNITURE ET POSE BATARDEAU AMOVIBLE (INOX) 4,00 m X 1,40 m (DEVERSOIR DE SECURITE)	forfait	1	25 000 €	25 000 €
	FOURNITURE ET POSE PLATE FORME CAILLEBOTIS + GARDES CORPS	forfait	1	5 000 €	5 000 €
	TRANCHEE SOUS ROUTE DN 1200 (DEMI CHAUSSEE)	ml	45	60 €	2 700 €
	BLINDAGE FOUILLE	m2	225	25 €	5 625 €
	FOURNITURE ET POSE TUYAU ACIER SOUDE DN 1200	ml	45	900 €	40 500 €
	FOURNITURE ET POSE PIECES SPECIALES TUYAU ACIER SOUDE DN 1200	ml	12	900 €	10 800 €
	PLUS VALUE PRESENCE DE RESEAU	forfait	1	5 000 €	5 000 €
	PLUS VALUE DEPLACEMENT FILIOLE SYNDICAL	forfait	1	10 000 €	10 000 €
	FOURNITURE ET POSE LIGNE DE VIE	forfait	2	500 €	1 000 €
	OUVRAGE DE RESTITUTION	forfait	1	8 000 €	8 000 €
	FOURNITURE ET POSE PLATE FORME CAILLEBOTIS + GARDES CORPS	forfait	1	1 500 €	1 500 €
	REFECTION ROUTE	m2	100	65 €	6 500 €
	EQUIPEMENTS ELECTRIQUES ET PARAMETRAGE				13 600 €
	SONDE DE MESURE RADAR	unité	2	2 000 €	4 000 €
	ECHELLE LIMNIMETRIQUE 1,50 M Y/C LEVE GEOMETRE	forfait	2	700 €	1 400 €
	EQUIPEMENT D'AUTOMATISME (TYPE S500)	forfait	1	1 500 €	1 500 €
	FOURNITURE ET POSE CABLES ET RACCORDEMENTS	forfait	1	2 000 €	2 000 €
	PARAMETRAGE ET INTEGRATION SUPERVISEUR	forfait	1	1 200 €	1 200 €
	ARMOIRE EQUIPEMENTS	forfait	1	3 500 €	3 500 €
				TOTAL (HT)	793 985 €

SOUS-SECTEUR AVAL MOULIN SAINT-MARC – SEUIL N°3

N°	Désignation	Unité	Qté	PU HT	Montant HT
	Etudes - Forfaits-Travaux préparatoires				8 650 €
	ETUDES ET PLANS EXECUTION	forfait	1	1 000 €	1 000 €
	DOSSIER DE RECOLEMENT	unité	1	800 €	800 €
	INSTALLATION CHANTIER	forfait	1	3 000 €	3 000 €
	REPLI CHANTIER	forfait	1	2 000 €	2 000 €
	COMPLEMENT TOPO	forfait	1	550 €	550 €
	CONSTAT D'HUISSIER	forfait	1	800 €	800 €
	SIGNALISATION DE CHANTIER	forfait	1	500 €	500 €
	PREPARATION DE LA ZONE TRAVAUX				7 650 €
	DEBROUSSAILLAGE	m2	150	6 €	900 €
	ABATTAGE ARBRE DIAM ENTRE 10 ET 30 CM	unité	5	250 €	1 250 €
	ACCES	forfait	1	5 500 €	5 500 €
	DEMOLITION OUVRAGE EXISTANT				12 500 €
	DEMOLITION BETON SANS EXPL. OUVRAGE DE PRISE	m3	20	70 €	1 400 €
	DEPOSE ELEMENT DE VANTELLERIE, MESURE, GRILLE....	forfait	1	2 500 €	2 500 €
	EVACUATION - MISE EN DECHARGE	m3	20	30 €	600 €
	NIVELLEMENT SECTION	forfait	1	8 000 €	8 000 €
	REGULATEUR N°3-LONG: 9,5 ml -H: 1,20 m				51 075 €
	TERRASSEMENT SECTION DU CANAL - DEBLAI ET EVACUATION	m3	110	20 €	2 200 €
	BETON C30/37 + COFF + FERR VOILES VERTICAUX	m3	12	950 €	11 400 €
	BETON C30/37 + COFF + FERR RADIER	m3	15	600 €	9 000 €
	BETON C30/37 + COFF + FERR DEVERSOIR	m3	1	1 500 €	1 500 €
	BECHE BETON	m3	8	150 €	1 200 €
	FMP BETON DE PROPLETE (ep : 0,10)	m²	100	20 €	2 000 €
	FOURNITURE ET POSE PLATE FORME CAILLEBOTIS + GARDES CORPS	forfait	1	5 000 €	5 000 €
	FOURNITURE ET POSE VANNE (INOX) PLATE DE CHASSE 0,6 m X 1,30 m INOX	forfait	1	5 000 €	5 000 €
	REMBLAIS DAME OUVRAGE	m3	35	30 €	1 050 €
	FOURNITURE ET POSE COUCHE D'ASSISE BALLAST 80/100 (ep : 0,60)	m3	45	30 €	1 350 €
	FOURNITURE ET POSE COUCHE D'ASSISE ET NIVELLEMENT (ep : 0,30)	m3	25	45 €	1 125 €
	FOURNITURE ET POSE D'ECHELONS	unité	5	50 €	250 €
	ENROCHEMENT AMONT ET AVAL	T	100	100 €	10 000 €
TOTAL (HT)					79 875 €
	OPTION				
	DEVERSOIR LATERAL DE SECURITE				16 200 €
	TERRASSEMENT SECTION DU CANAL - DEBLAI ET EVACUATION	m3	50	20 €	1 000 €
	BETON C30/37 + COFF + FERR VOILES VERTICAUX	m3	3	950 €	2 850 €
	BETON C30/37 + COFF + FERR RADIER	m3	8	600 €	4 800 €
	FOURNITURE ET POSE BETON DE PROPLETE (ep : 0,10)	m²	40	20 €	800 €
	PLATE FORME CAILLEBOTIS + GARDES CORPS	forfait	1	2 500 €	2 500 €
	REMBLAIS DAME OUVRAGE	m3	10	30 €	300 €
	FOURNITURE ET POSE COUCHE D'ASSISE BALLAST 80/100 (ep : 0,60)	m3	30	30 €	900 €
	FOURNITURE ET POSE COUCHE D'ASSISE ET NIVELLEMENT (ep : 0,30)	m3	10	45 €	450 €
	FOURNITURE ET POSE D'ECHELONS	unité	2	50 €	100 €
	PLUS VALUE RACCORDEMENT ET ACCES	forfait	1	2 500 €	2 500 €
TOTAL AVEC OPTION (HT)					96 075 €

SOUS-SECTEUR AVAL MOULIN SAINT-MARC – SEUIL N°4

N°	Désignation	Unité	Qté	PU HT	Montant HT
	Etudes - Forfaits-Travaux préparatoires				13 400 €
	ETUDES ET PLANS EXECUTION	forfait	1	2 000 €	2 000 €
	DOSSIER DE RECOLEMENT	unité	1	1 000 €	1 000 €
	INSTALLATION CHANTIER	forfait	1	5 000 €	5 000 €
	REPLI CHANTIER	forfait	1	2 000 €	2 000 €
	COMPLEMENT TOPO	forfait	1	1 000 €	1 000 €
	CONSTAT D'HUISSIER	forfait	1	1 200 €	1 200 €
	SIGNALISATION DE CHANTIER	forfait	1	1 200 €	1 200 €
	PREPARATION DE LA ZONE TRAVAUX				15 000 €
	DEBROUSSAILLAGE	m2	500	6 €	3 000 €
	ABATTAGE ARBRE DIAM ENTRE 10 ET 30 CM	unité	10	250 €	2 500 €
	SECURISATION DU CHANTIER	forfait	1	1 500 €	1 500 €
	CONFECTION RAMPES D'ACCES	forfait	1	8 000 €	8 000 €
	DEMOLITION OUVRAGE EXISTANT				5 500 €
	DEMOLITION BETON SANS EXPL. OUVRAGE DE PRISE	m3	30	70 €	2 100 €
	DEPOSE ELEMENT DE VANTELLERIE, MESURE, GRILLE....	forfait	1	2 500 €	2 500 €
	EVACUATION - MISE EN DECHARGE	m3	30	30 €	900 €
	CUVELAGE TR-4 LARGEUR 2,5 M x 1,80 m -110 ML				168 950 €
	TERRASSEMENT SECTION DU CANAL - DEBLAI ET EVACUATION	m3	650	20 €	13 000 €
	FOURNITURE ET POSE COUCHE D'ASSISE BALLAST 80/100 (ep : 0,60)	m3	270	35 €	9 450 €
	FOURNITURE ET POSE COUCHE D'ASSISE ET NIVELLEMENT GNT 0/30 (ep : 0,30)	m3	130	45 €	5 850 €
	FOURNITURE ET POSE BETON DE PROPRETE (ep : 0,10)	m²	650	20 €	13 000 €
	RADIER-BETON C30/37 + COFF + FERR	m3	90	380 €	34 200 €
	VOILES VERTICAUX -H: 1,80 m -BETON C30/37 + COFF + FERR	m3	80	900 €	72 000 €
	BECHE BETON	m3	8	150 €	1 200 €
	REMBLAIS DAME BERGE	m3	200	30 €	6 000 €
	ENROCHEMENT AMONT ET AVAL	T	100	100 €	10 000 €
	REPRISE PRISE D'EAU	unité	5	850 €	4 250 €
	REGULATEUR N°4-LONG: 9,00 ml -H: 1,25 m				50 375 €
	TERRASSEMENT SECTION DU CANAL - DEBLAI ET EVACUATION	m3	110	20 €	2 200 €
	BETON C30/37 + COFF + FERR VOILES VERTICAUX	m3	12	950 €	11 400 €
	BETON C30/37 + COFF + FERR RADIER	m3	14	600 €	8 400 €
	BETON C30/37 + COFF + FERR DEVERSOIR	m3	1	1 500 €	1 500 €
	BECHE BETON	m3	8	150 €	1 200 €
	FMP BETON DE PROPRETE (ep : 0,10)	m²	100	20 €	2 000 €
	FOURNITURE ET POSE PLATE FORME CAILLEBOTIS + GARDES CORPS	forfait	1	5 000 €	5 000 €
	FOURNITURE ET POSE VANNE (INOX) PLATE DE CHASSE 0,6 m X 1,30 m INOX	forfait	1	5 000 €	5 000 €
	REMBLAIS DAME OUVRAGE	m3	35	30 €	1 050 €
	FOURNITURE ET POSE COUCHE D'ASSISE BALLAST 80/100 (ep : 0,60)	m3	45	30 €	1 350 €
	FOURNITURE ET POSE COUCHE D'ASSISE ET NIVELLEMENT (ep : 0,30)	m3	25	45 €	1 125 €
	FOURNITURE ET POSE D'ECHELONS	unité	3	50 €	150 €
	ENROCHEMENT AMONT ET AVAL	T	100	100 €	10 000 €
TOTAL (HT)					253 225 €

N°	Désignation	Unité	Qtté	PU HT	Montant HT
	<i>OPTION</i>				
	DEVERSOIR LATERAL DE SECURITE				18 160 €
	TERRASSEMENT SECTION DU CANAL - DEBLAI ET EVACUATION	m3	50	20 €	1 000 €
	BETON C30/37 + COFF + FERR VOILES VERTICAUX	m3	3	950 €	2 850 €
	BETON C30/37 + COFF + FERR RADIER	m3	8	600 €	4 800 €
	FOURNITURE ET POSE BETON DE PROPRETE (ep : 0,10)	m²	38	20 €	760 €
	PLATE FORME CAILLEBOTIS + GARDES CORPS	forfait	1	2 500 €	2 500 €
	REMBLAIS DAME OUVRAGE	m3	10	30 €	300 €
	FOURNITURE ET POSE COUCHE D'ASSISE BALLAST 80/100 (ep : 0,60)	m3	30	30 €	900 €
	FOURNITURE ET POSE COUCHE D'ASSISE ET NIVELLEMENT (ep : 0,30)	m3	10	45 €	450 €
	FOURNITURE ET POSE D'ECHELONS	unité	2	50 €	100 €
	PLUS VALUE RACCORDEMENT ET ACCES	forfait	1	4 500 €	4 500 €
TOTAL AVEC OPTION (HT)					271 385 €

SOUS-SECTEUR AVAL MOULIN SAINT-MARC – RESERVE DU
GRAND ROULET

[illegible]

SOUS-SECTEUR AVAL MOULIN SAINT-MARC – SEUIL N°5 GRAND ROULET

N°	Désignation	Unité	Qté	PU HT	Montant HT
	Etudes - Forfaits-Travaux préparatoires				13 400 €
	ETUDES ET PLANS EXECUTION	forfait	1	2 000 €	2 000 €
	DOSSIER DE RECOLEMENT	unité	1	1 000 €	1 000 €
	INSTALLATION CHANTIER	forfait	1	5 000 €	5 000 €
	REPLI CHANTIER	forfait	1	2 000 €	2 000 €
	COMPLEMENT TOPO	forfait	1	1 000 €	1 000 €
	CONSTAT D'HUISSIER	forfait	1	1 200 €	1 200 €
	SIGNALISATION DE CHANTIER	forfait	1	1 200 €	1 200 €
	PREPARATION DE LA ZONE TRAVAUX				29 600 €
	DEBROUSSAILLAGE	m2	1600	6 €	9 600 €
	ABATTAGE ARBRE DIAM ENTRE 10 ET 30 CM	unité	20	250 €	5 000 €
	SECURISATION DU CHANTIER	forfait	1	5 000 €	5 000 €
	CONFECTION RAMPES D'ACCES	forfait	1	10 000 €	10 000 €
	DEMOLITION OUVRAGE EXISTANT				9 000 €
	DEMOLITION BETON SANS EXPL. OUVRAGE DE PRISE	m3	40	70 €	2 800 €
	DEPOSE ELEMENT DE VANTELLERIE, MESURE, GRILLE....	forfait	1	5 000 €	5 000 €
	EVACUATION - MISE EN DECHARGE	m3	40	30 €	1 200 €
	CUVELAGE TR 5 LARGEUR 2,5 M x 1,80 m -220ML				340 050 €
	TERRASSEMENT SECTION DU CANAL - DEBLAI ET EVACUATION	m3	1350	20 €	27 000 €
	FOURNITURE ET POSE COUCHE D'ASSISE BALLAST 80/100 (ep : 0,60)	m3	550	35 €	19 250 €
	FOURNITURE ET POSE COUCHE D'ASSISE ET NIVELLEMENT GNT 0/30 (ep : 0,30)	m3	280	45 €	12 600 €
	FOURNITURE ET POSE BETON DE PROPRETE (ep : 0,10)	m²	1300	20 €	26 000 €
	RADIER-BETON C30/37 + COFF + FERR	m3	190	380 €	72 200 €
	VOILES VERTICAUX -H: 2 m -BETON C30/37 + COFF + FERR	m3	170	900 €	153 000 €
	BECHE BETON	m3	8	150 €	1 200 €
	REMBLAIS DAME BERGE	m3	400	30 €	12 000 €
	REPRISE PRISE D'EAU	unité	8	850 €	6 800 €
	ENROCHEMENT AMONT ET AVAL	T	100	100 €	10 000 €
	CUVELAGE TR 5 LARGEUR 2,5 M x 1,80 m -165 ML				262 800 €
	TERRASSEMENT SECTION DU CANAL - DEBLAI ET EVACUATION	m3	1000	20 €	20 000 €
	FOURNITURE ET POSE COUCHE D'ASSISE BALLAST 80/100 (ep : 0,60)	m3	400	35 €	14 000 €
	FOURNITURE ET POSE COUCHE D'ASSISE ET NIVELLEMENT GNT 0/30 (ep : 0,30)	m3	200	45 €	9 000 €
	FOURNITURE ET POSE BETON DE PROPRETE (ep : 0,10)	m²	1000	20 €	20 000 €
	RADIER-BETON C30/37 + COFF + FERR	m3	150	380 €	57 000 €
	VOILES VERTICAUX -H: 2 m -BETON C30/37 + COFF + FERR	m3	130	900 €	117 000 €
	BECHE BETON	m3	8	150 €	1 200 €
	REMBLAIS DAME BERGE	m3	300	30 €	9 000 €
	REPRISE PRISE D'EAU	unité	6	850 €	5 100 €
	ENROCHEMENT AMONT ET AVAL	T	100	100 €	10 000 €
	FOURNITURE ET POSE LIGNE DE VIE	forfait	1	500 €	500 €

N°	Désignation	Unité	Qtté	PU HT	Montant HT
	REPRISE REGULATEUR DU GRAND ROULET ABAISSEMENT 30 CM				47 200 €
	TERRASSEMENT SECTION DU CANAL - DEBLAI ET EVACUATION	m3	65	20 €	1 300 €
	FOURNITURE ET POSE COUCHE D'ASSISE BALLAST 80/100 (ep : 0,60)	m3	30	35 €	1 050 €
	FOURNITURE ET POSE COUCHE D'ASSISE ET NIVELLEMENT GNT 0/30 (ep : 0,30)	m3	15	45 €	675 €
	FOURNITURE ET POSE BETON DE PROPRETE (ep : 0,10)	m²	65	20 €	1 300 €
	RADIER-BETON C30/37 + COFF + FERR	m3	10	550 €	5 500 €
	VOILES VERTICAUX -H: 2 m -BETON C30/37 + COFF + FERR	m3	7.5	950 €	7 125 €
	DEPOSE ELEMENT DE VANTELLERIE, MESURE, GRILLE....	forfait	1	5 000 €	5 000 €
	PREPARATION DE L'OUVRAGE (NETTOYAGE ,PETITE REPRISE GENIE CIVIL....)	forfait	1	3 000 €	3 000 €
	ABAISSEMENT DU SEUIL EXISTANT DE 30 CM (REPRISE ARASE)	forfait	1	7 000 €	7 000 €
	FOURNITURE ET POSE PLATE FORME CAILLEBOTIS + GARDES CORPS	forfait	1	5 000 €	5 000 €
	FOURNITURE ET POSE VANNE (INOX) PLATE DE CHASSE 1,00 m X 0,95 m INOX	forfait	1	10 000 €	10 000 €
	FOURNITURE ET POSE D'ECHELONS	unité	5	50 €	250 €
TOTAL (HT)					702 050 €

SOUS-SECTEUR AVAL MOULIN SAINT-MARC – SEUIL N°6

N°	Désignation	Unité	Qté	PU HT	Montant HT
	Etudes - Forfaits-Travaux préparatoires				13 400 €
	ETUDES ET PLANS EXECUTION	forfait	1	2 000 €	2 000 €
	DOSSIER DE RECOLEMENT	unité	1	1 000 €	1 000 €
	INSTALLATION CHANTIER	forfait	1	5 000 €	5 000 €
	REPLI CHANTIER	forfait	1	2 000 €	2 000 €
	COMPLEMENT TOPO	forfait	1	1 000 €	1 000 €
	CONSTAT D'HUISSIER	forfait	1	1 200 €	1 200 €
	SIGNALISATION DE CHANTIER	forfait	1	1 200 €	1 200 €
	PREPARATION DE LA ZONE TRAVAUX				23 650 €
	DEBROUSSAILLAGE	m2	1150	6 €	6 900 €
	ABATTAGE ARBRE DIAM ENTRE 10 ET 30 CM	unité	15	250 €	3 750 €
	SECURISATION DU CHANTIER	forfait	1	5 000 €	5 000 €
	CONFECTION RAMPES D'ACCES	forfait	1	8 000 €	8 000 €
	DEMOLITION OUVRAGE EXISTANT				5 500 €
	DEMOLITION BETON SANS EXPL. OUVRAGE DE PRISE	m3	30	70 €	2 100 €
	DEPOSE ELEMENT DE VANTELLERIE, MESURE, GRILLE....	forfait	1	2 500 €	2 500 €
	EVACUATION - MISE EN DECHARGE	m3	30	30 €	900 €
	CUVELAGE TR-7 LARGEUR 2,00M x 1,80 m -265 ML				401 200 €
	TERRASSEMENT SECTION DU CANAL - DEBLAI ET EVACUATION	m3	1500	20 €	30 000 €
	FOURNITURE ET POSE COUCHE D'ASSISE BALLAST 80/100 (ep : 0,60)	m3	600	35 €	21 000 €
	FOURNITURE ET POSE COUCHE D'ASSISE ET NIVELLEMENT GNT 0/30 (ep : 0,30)	m3	300	45 €	13 500 €
	FOURNITURE ET POSE BETON DE PROPRETE (ep : 0,10)	m²	950	20 €	19 000 €
	RADIER-BETON C30/37 + COFF + FERR	m3	245	380 €	93 100 €
	VOILES VERTICAUX -H: 1,80 m -BETON C30/37 + COFF + FERR	m3	195	900 €	175 500 €
	BECHE BETON	m3	4	150 €	600 €
	REMBLAIS DAME BERGE	m3	500	30 €	15 000 €
	ENROCHEMENT AMONT	T	50	100 €	5 000 €
	REPRISE PRISE D'EAU	unité	10	850 €	8 500 €
	REFECTION BAS COTE ROUTE	m2	500	40 €	20 000 €
	REGULATEUR N°6-LONG: 8,00 ml -H: 1,15 m				43 350 €
	TERRASSEMENT SECTION DU CANAL - DEBLAI ET EVACUATION	m3	100	20 €	2 000 €
	BETON C30/37 + COFF + FERR VOILES VERTICAUX	m3	15.5	950 €	14 725 €
	BETON C30/37 + COFF + FERR RADIER	m3	15	600 €	9 000 €
	BETON C30/37 + COFF + FERR DEVERSOIR	m3	1	1 500 €	1 500 €
	FMP BETON DE PROPRETE (ep : 0,10)	m²	70	20 €	1 400 €
	FOURNITURE ET POSE PLATE FORME CAILLEBOTIS + GARDES CORPS	forfait	1	5 000 €	5 000 €
	FOURNITURE ET POSE VANNE (INOX) PLATE DE CHASSE 0,6 m X 1,30 m INOX	forfait	1	5 000 €	5 000 €
	REMBLAIS DAME OUVRAGE	m3	30	30 €	900 €
	FOURNITURE ET POSE COUCHE D'ASSISE BALLAST 80/100 (ep : 0,60)	m3	45	30 €	1 350 €
	FOURNITURE ET POSE COUCHE D'ASSISE ET NIVELLEMENT (ep : 0,30)	m3	25	45 €	1 125 €
	FOURNITURE ET POSE D'ECHELONS	unité	3	50 €	150 €
	REFECTION BAS COTE ROUTE	m2	30	40 €	1 200 €
TOTAL (HT)					487 100 €

N°	Désignation	Unité	Qté	PU HT	Montant HT
	<i>OPTION</i>				
	DEVERSOIR LATERAL DE SECURITE				16 615 €
	TERRASSEMENT SECTION DU CANAL - DEBLAI ET EVACUATION	m3	40	20 €	800 €
	BETON C30/37 + COFF + FERR VOILES VERTICAUX	m3	2.5	950 €	2 375 €
	BETON C30/37 + COFF + FERR RADIER	m3	7	600 €	4 200 €
	FOURNITURE ET POSE BETON DE PROPRETE (ep : 0,10)	m²	35	20 €	700 €
	PLATE FORME CAILLEBOTIS + GARDES CORPS	forfait	1	2 500 €	2 500 €
	REMBLAIS DAME OUVRAGE	m3	7	30 €	210 €
	FOURNITURE ET POSE COUCHE D'ASSISE BALLAST 80/100 (ep : 0,60)	m3	26	30 €	780 €
	FOURNITURE ET POSE COUCHE D'ASSISE ET NIVELLEMENT (ep : 0,30)	m3	10	45 €	450 €
	FOURNITURE ET POSE D'ECHELONS	unité	2	50 €	100 €
	PLUS VALUE RACCORDEMENT ET ACCES	forfait	1	4 500 €	4 500 €
TOTAL AVEC OPTION (HT)					503 715 €

SOUS-SECTEUR AVAL MOULIN SAINT-MARC – SEUIL N°7

N°	Désignation	Unité	Qté	PU HT	Montant HT
	Etudes - Forfaits-Travaux préparatoires				13 400 €
	ETUDES ET PLANS EXECUTION	forfait	1	2 000 €	2 000 €
	DOSSIER DE RECOLEMENT	unité	1	1 000 €	1 000 €
	INSTALLATION CHANTIER	forfait	1	5 000 €	5 000 €
	REPLI CHANTIER	forfait	1	2 000 €	2 000 €
	COMPLEMENT TOPO	forfait	1	1 000 €	1 000 €
	CONSTAT D'HUISSIER	forfait	1	1 200 €	1 200 €
	SIGNALISATION DE CHANTIER	forfait	1	1 200 €	1 200 €
	PREPARATION DE LA ZONE TRAVAUX				27 550 €
	DEBROUSSAILLAGE	m2	1800	6 €	10 800 €
	ABATTAGE ARBRE DIAM ENTRE 10 ET 30 CM	unité	15	250 €	3 750 €
	SECURISATION DU CHANTIER	forfait	1	5 000 €	5 000 €
	CONFECTION RAMPES D'ACCES	forfait	1	8 000 €	8 000 €
	DEMOLITION OUVRAGE EXISTANT				6 500 €
	DEMOLITION BETON SANS EXPL. OUVRAGE DE PRISE	m3	40	70 €	2 800 €
	DEPOSE ELEMENT DE VANTELLERIE, MESURE, GRILLE....	forfait	1	2 500 €	2 500 €
	EVACUATION - MISE EN DECHARGE	m3	40	30 €	1 200 €
	CUVELAGE TR-8 LARGEUR 2,00M x 1,80 m -430 ML				674 100 €
	TERRASSEMENT SECTION DU CANAL - DEBLAI ET EVACUATION	m3	2300	20 €	46 000 €
	FOURNITURE ET POSE COUCHE D'ASSISE BALLAST 80/100 (ep : 0,60)	m3	950	35 €	33 250 €
	FOURNITURE ET POSE COUCHE D'ASSISE ET NIVELLEMENT GNT 0/30 (ep : 0,30)	m3	450	45 €	20 250 €
	FOURNITURE ET POSE BETON DE PROPRETE (ep : 0,10)	m²	1500	20 €	30 000 €
	RADIER-BETON C30/37 + COFF + FERR	m3	330	380 €	125 400 €
	VOILES VERTICAUX -H: 1,80 m -BETON C30/37 + COFF + FERR	m3	390	900 €	351 000 €
	REMBLAIS DAME BERGE	m3	800	30 €	24 000 €
	REPRISE PRISE D'EAU	unité	12	850 €	10 200 €
	REFECTION BAS COTE ROUTE	m2	850	40 €	34 000 €
	REGULATEUR N°6-LONG: 8,00 ml -H: 1,25 m				43 850 €
	TERRASSEMENT SECTION DU CANAL - DEBLAI ET EVACUATION	m3	100	25 €	2 500 €
	BETON C30/37 + COFF + FERR VOILES VERTICAUX	m3	15.5	950 €	14 725 €
	BETON C30/37 + COFF + FERR RADIER	m3	15	600 €	9 000 €
	BETON C30/37 + COFF + FERR DEVERSOIR	m3	1	1 500 €	1 500 €
	FMP BETON DE PROPRETE (ep : 0,10)	m²	70	20 €	1 400 €
	FOURNITURE ET POSE PLATE FORME CAILLEBOTIS + GARDES CORPS	forfait	1	5 000 €	5 000 €
	FOURNITURE ET POSE VANNE (INOX) PLATE DE CHASSE 0,6 m X 1,30 m INOX	forfait	1	5 000 €	5 000 €
	REMBLAIS DAME OUVRAGE	m3	30	30 €	900 €
	FOURNITURE ET POSE COUCHE D'ASSISE BALLAST 80/100 (ep : 0,60)	m3	45	30 €	1 350 €
	FOURNITURE ET POSE COUCHE D'ASSISE ET NIVELLEMENT (ep : 0,30)	m3	25	45 €	1 125 €
	FOURNITURE ET POSE D'ECHELONS	unité	3	50 €	150 €
	REFECTION BAS COTE ROUTE	m2	30	40 €	1 200 €
TOTAL (HT)					765 400 €

N°	Désignation	Unité	Qtté	PU HT	Montant HT
	<i>OPTION</i>				
	DEVERSOIR LATERAL DE SECURITE				16 815 €
	TERRASSEMENT SECTION DU CANAL - DEBLAI ET EVACUATION	m3	40	25 €	1 000 €
	BETON C30/37 + COFF + FERR VOILES VERTICAUX	m3	2.5	950 €	2 375 €
	BETON C30/37 + COFF + FERR RADIER	m3	7	600 €	4 200 €
	FOURNITURE ET POSE BETON DE PROPRETE (ep : 0,10)	m²	35	20 €	700 €
	PLATE FORME CAILLEBOTIS + GARDES CORPS	forfait	1	2 500 €	2 500 €
	REMBLAIS DAME OUVRAGE	m3	7	30 €	210 €
	FOURNITURE ET POSE COUCHE D'ASSISE BALLAST 80/100 (ep : 0,60)	m3	26	30 €	780 €
	FOURNITURE ET POSE COUCHE D'ASSISE ET NIVELLEMENT (ep : 0,30)	m3	10	45 €	450 €
	FOURNITURE ET POSE D'ECHELONS	unité	2	50 €	100 €
	PLUS VALUE RACCORDEMENT ET ACCES	forfait	1	4 500 €	4 500 €
TOTAL AVEC OPTION (HT)					782 215 €

SOUS-SECTEUR AVAL MOULIN SAINT-MARC – SEUIL N°8

N°	Désignation	Unité	Qté	PU HT	Montant HT
	Etudes - Forfaits-Travaux préparatoires				13 400 €
	ETUDES ET PLANS EXECUTION	forfait	1	2 000 €	2 000 €
	DOSSIER DE RECOLEMENT	unité	1	1 000 €	1 000 €
	INSTALLATION CHANTIER	forfait	1	5 000 €	5 000 €
	REPLI CHANTIER	forfait	1	2 000 €	2 000 €
	COMPLEMENT TOPO	forfait	1	1 000 €	1 000 €
	CONSTAT D'HUISSIER	forfait	1	1 200 €	1 200 €
	SIGNALISATION DE CHANTIER	forfait	1	1 200 €	1 200 €
	PREPARATION DE LA ZONE TRAVAUX				28 150 €
	DEBROUSSAILLAGE	m2	1900	6 €	11 400 €
	ABATTAGE ARBRE DIAM ENTRE 10 ET 30 CM	unité	15	250 €	3 750 €
	SECURISATION DU CHANTIER	forfait	1	5 000 €	5 000 €
	CONFECTION RAMPES D'ACCES	forfait	1	8 000 €	8 000 €
	DEMOLITION OUVRAGE EXISTANT				7 000 €
	DEMOLITION BETON SANS EXPL. OUVRAGE DE PRISE	m3	45	70 €	3 150 €
	DEPOSE ELEMENT DE VANTELLERIE, MESURE, GRILLE....	forfait	1	2 500 €	2 500 €
	EVACUATION - MISE EN DECHARGE	m3	45	30 €	1 350 €
	CUVELAGE TR-9 LARGEUR 2,00M x 1,80 m -310 ML				491 100 €
	TERRASSEMENT SECTION DU CANAL - DEBLAI ET EVACUATION	m3	1650	20 €	33 000 €
	FOURNITURE ET POSE COUCHE D'ASSISE BALLAST 80/100 (ep : 0,60)	m3	650	35 €	22 750 €
	FOURNITURE ET POSE COUCHE D'ASSISE ET NIVELLEMENT GNT 0/30 (ep : 0,30)	m3	350	45 €	15 750 €
	FOURNITURE ET POSE BETON DE PROPLETE (ep : 0,10)	m²	1100	20 €	22 000 €
	RADIER-BETON C30/37 + COFF + FERR	m3	230	380 €	87 400 €
	VOILES VERTICAUX -H: 1,80 m -BETON C30/37 + COFF + FERR	m3	290	900 €	261 000 €
	REMBLAIS DAME BERGE	m3	600	30 €	18 000 €
	REPRISE PRISE D'EAU	unité	8	850 €	6 800 €
	REFECTION BAS COTE ROUTE	m2	610	40 €	24 400 €
	CUVELAGE TR-10 LARGEUR 2,00M x 1,80 m -160 ML				240 550 €
	TERRASSEMENT SECTION DU CANAL - DEBLAI ET EVACUATION	m3	850	20 €	17 000 €
	FOURNITURE ET POSE COUCHE D'ASSISE BALLAST 80/100 (ep : 0,60)	m3	350	35 €	12 250 €
	FOURNITURE ET POSE COUCHE D'ASSISE ET NIVELLEMENT GNT 0/30 (ep : 0,30)	m3	180	45 €	8 100 €
	FOURNITURE ET POSE BETON DE PROPLETE (ep : 0,10)	m²	560	20 €	11 200 €
	RADIER-BETON C30/37 + COFF + FERR	m3	110	380 €	41 800 €
	VOILES VERTICAUX -H: 1,80 m -BETON C30/37 + COFF + FERR	m3	140	900 €	126 000 €
	REMBLAIS DAME BERGE	m3	280	30 €	8 400 €
	REPRISE PRISE D'EAU	unité	4	850 €	3 400 €
	REFECTION BAS COTE ROUTE	m2	310	40 €	12 400 €
	REGULATEUR N°8-LONG: 8,00 ml -H: 0,95 m				42 650 €
	TERRASSEMENT SECTION DU CANAL - DEBLAI ET EVACUATION	m3	100	25 €	2 500 €
	BETON C30/37 + COFF + FERR VOILES VERTICAUX	m3	15.5	950 €	14 725 €
	BETON C30/37 + COFF + FERR RADIER	m3	15	600 €	9 000 €
	BETON C30/37 + COFF + FERR DEVERSOIR	m3	1	1 500 €	1 500 €
	FMP BETON DE PROPLETE (ep : 0,10)	m²	70	20 €	1 400 €
	FOURNITURE ET POSE PLATE FORME CAILLEBOTIS + GARDES CORPS	forfait	1	5 000 €	5 000 €
	FOURNITURE ET POSE VANNE (INOX) PLATE DE CHASSE 0,6 m X 1,30 m INOX	forfait	1	5 000 €	5 000 €
	REMBLAIS DAME OUVRAGE	m3	30	30 €	900 €
	FOURNITURE ET POSE COUCHE D'ASSISE BALLAST 80/100 (ep : 0,60)	m3	45	30 €	1 350 €
	FOURNITURE ET POSE COUCHE D'ASSISE ET NIVELLEMENT (ep : 0,30)	m3	25	45 €	1 125 €
	FOURNITURE ET POSE D'ECHELONS	unité	3	50 €	150 €
	TOTAL (HT)				822 850 €

N°	Désignation	Unité	Qté	PU HT	Montant HT
	OPTION				
	DEVERSOIR LATERAL DE SECURITE				16 815 €
	TERRASSEMENT SECTION DU CANAL - DEBLAI ET EVACUATION	m3	40	25 €	1 000 €
	BETON C30/37 + COFF + FERR VOILES VERTICAUX	m3	2.5	950 €	2 375 €
	BETON C30/37 + COFF + FERR RADIER	m3	7	600 €	4 200 €
	FOURNITURE ET POSE BETON DE PROPRETE (ep : 0,10)	m²	35	20 €	700 €
	PLATE FORME CAILLEBOTIS + GARDES CORPS	forfait	1	2 500 €	2 500 €
	REMBLAIS DAME OUVRAGE	m3	7	30 €	210 €
	FOURNITURE ET POSE COUCHE D'ASSISE BALLAST 80/100 (ep : 0,60)	m3	26	30 €	780 €
	FOURNITURE ET POSE COUCHE D'ASSISE ET NIVELLEMENT (ep : 0,30)	m3	10	45 €	450 €
	FOURNITURE ET POSE D'ECHELONS	unité	2	50 €	100 €
	PLUS VALUE RACCORDEMENT ET ACCES	forfait	1	4 500 €	4 500 €
TOTAL AVEC OPTION (HT)					839 665 €

SOUS-SECTEUR AVAL MOULIN SAINT-MARC – SEUIL N°10

N°	Désignation	Unité	Qté	PU HT	Montant HT
	Etudes - Forfaits-Travaux préparatoires				13 400 €
	ETUDES ET PLANS EXECUTION	forfait	1	2 000 €	2 000 €
	DOSSIER DE RECOLEMENT	unité	1	1 000 €	1 000 €
	INSTALLATION CHANTIER	forfait	1	5 000 €	5 000 €
	REPLI CHANTIER	forfait	1	2 000 €	2 000 €
	COMPLEMENT TOPO	forfait	1	1 000 €	1 000 €
	CONSTAT D'HUISSIER	forfait	1	1 200 €	1 200 €
	SIGNALISATION DE CHANTIER	forfait	1	1 200 €	1 200 €
	PREPARATION DE LA ZONE TRAVAUX				13 850 €
	DEBROUSSAILLAGE	m2	600	6 €	3 600 €
	ABATTAGE ARBRE DIAM ENTRE 10 ET 30 CM	unité	5	250 €	1 250 €
	SECURISATION DU CHANTIER	forfait	1	5 000 €	5 000 €
	CONFECTION RAMPES D'ACCES	forfait	1	4 000 €	4 000 €
	DEMOLITION OUVRAGE EXISTANT				4 500 €
	DEMOLITION BETON SANS EXPL. OUVRAGE DE PRISE	m3	20	70 €	1 400 €
	DEPOSE ELEMENT DE VANTELLERIE, MESURE, GRILLE....	forfait	1	2 500 €	2 500 €
	EVACUATION - MISE EN DECHARGE	m3	20	30 €	600 €
	CUVELAGE TR-11 LARGEUR 2,00M x 1,80 m -130 ML				162 250 €
	TERRASSEMENT SECTION DU CANAL - DEBLAI ET EVACUATION	m3	600	20 €	12 000 €
	FOURNITURE ET POSE COUCHE D'ASSISE BALLAST 80/100 (ep : 0,60)	m3	270	35 €	9 450 €
	FOURNITURE ET POSE COUCHE D'ASSISE ET NIVELLEMENT GNT 0/30 (ep : 0,30)	m3	110	45 €	4 950 €
	FOURNITURE ET POSE BETON DE PROPRETE (ep : 0,10)	m²	450	20 €	9 000 €
	RADIER-BETON C30/37 + COFF + FERR	m3	90	380 €	34 200 €
	VOILES VERTICAUX -H: 1,80 m -BETON C30/37 + COFF + FERR	m3	80	900 €	72 000 €
	BECHE BETON AMONT	m3	4	150 €	600 €
	REMBLAIS DAME BERGE	m3	220	30 €	6 600 €
	REPRISE PRISE D'EAU	unité	5	850 €	4 250 €
	REFECTION BAS COTE ROUTE	m2	130	40 €	5 200 €
	ENROCHEMENT AMONT	T	40	100 €	4 000 €
	REGULATEUR N°10-LONG: 4,00 ml -H: 1,02 m				36 275 €
	TERRASSEMENT SECTION DU CANAL - DEBLAI ET EVACUATION	m3	70	20 €	1 400 €
	BETON C30/37 + COFF + FERR VOILES VERTICAUX	m3	9	950 €	8 550 €
	BETON C30/37 + COFF + FERR RADIER	m3	11	600 €	6 600 €
	BETON C30/37 + COFF + FERR DEVERSOIR	m3	0.5	1 500 €	750 €
	BECHE BETON AVAL	m3	4	150 €	600 €
	FMP BETON DE PROPRETE (ep : 0,10)	m²	50	20 €	1 000 €
	FOURNITURE ET POSE PLATE FORME CAILLEBOTIS + GARDES CORPS	forfait	1	5 000 €	5 000 €
	FOURNITURE ET POSE VANNE (INOX) PLATE DE CHASSE 0,6 m X 1,30 m INOX	forfait	1	5 000 €	5 000 €
	REMBLAIS DAME OUVRAGE	m3	30	30 €	900 €
	FOURNITURE ET POSE COUCHE D'ASSISE BALLAST 80/100 (ep : 0,60)	m3	35	30 €	1 050 €
	FOURNITURE ET POSE COUCHE D'ASSISE ET NIVELLEMENT (ep : 0,30)	m3	15	45 €	675 €
	FOURNITURE ET POSE D'ECHELONS	unité	3	50 €	150 €
	REFECTION BAS COTE ROUTE	m2	15	40 €	600 €
	ENROCHEMENT AVAL	T	40	100 €	4 000 €
TOTAL (HT)					230 275 €

N°	Désignation	Unité	Qtté	PU HT	Montant HT
	<i>OPTION</i>				
	DEVERSOIR LATERAL DE SECURITE				14 590 €
	TERRASSEMENT SECTION DU CANAL - DEBLAI ET EVACUATION	m3	35	20 €	700 €
	BETON C30/37 + COFF + FERR VOILES VERTICAUX	m3	2	950 €	1 900 €
	BETON C30/37 + COFF + FERR RADIER	m3	5	600 €	3 000 €
	FOURNITURE ET POSE BETON DE PROPRETE (ep : 0,10)	m²	30	20 €	600 €
	PLATE FORME CAILLEBOTIS + GARDES CORPS	forfait	1	2 500 €	2 500 €
	REMBLAIS DAME OUVRAGE	m3	6	30 €	180 €
	FOURNITURE ET POSE COUCHE D'ASSISE BALLAST 80/100 (ep : 0,60)	m3	22	30 €	660 €
	FOURNITURE ET POSE COUCHE D'ASSISE ET NIVELLEMENT (ep : 0,30)	m3	10	45 €	450 €
	FOURNITURE ET POSE D'ECHELONS	unité	2	50 €	100 €
	PLUS VALUE RACCORDEMENT ET ACCES	forfait	1	4 500 €	4 500 €
TOTAL AVEC OPTION (HT)					244 865 €

SOUS-SECTEUR AVAL MOULIN SAINT-MARC – SEUIL N°11

N°	Désignation	Unité	Qté	PU HT	Montant HT
	Etudes - Forfaits-Travaux préparatoires				13 400 €
	ETUDES ET PLANS EXECUTION	forfait	1	2 000 €	2 000 €
	DOSSIER DE RECOLEMENT	unité	1	1 000 €	1 000 €
	INSTALLATION CHANTIER	forfait	1	5 000 €	5 000 €
	REPLI CHANTIER	forfait	1	2 000 €	2 000 €
	COMPLEMENT TOPO	forfait	1	1 000 €	1 000 €
	CONSTAT D'HUISSIER	forfait	1	1 200 €	1 200 €
	SIGNALISATION DE CHANTIER	forfait	1	1 200 €	1 200 €
	PREPARATION DE LA ZONE TRAVAUX				13 850 €
	DEBROUSSAILLAGE	m2	600	6 €	3 600 €
	ABATTAGE ARBRE DIAM ENTRE 10 ET 30 CM	unité	5	250 €	1 250 €
	SECURISATION DU CHANTIER	forfait	1	5 000 €	5 000 €
	CONFECTION RAMPES D'ACCES	forfait	1	4 000 €	4 000 €
	DEMOLITION OUVRAGE EXISTANT				4 500 €
	DEMOLITION BETON SANS EXPL. OUVRAGE DE PRISE	m3	20	70 €	1 400 €
	DEPOSE ELEMENT DE VANTELLERIE, MESURE, GRILLE....	forfait	1	2 500 €	2 500 €
	EVACUATION - MISE EN DECHARGE	m3	20	30 €	600 €
	CUVELAGE TR-12 LARGEUR 2,00M x 1,80 m -190 ML				238 175 €
	TERRASSEMENT SECTION DU CANAL - DEBLAI ET EVACUATION	m3	850	20 €	17 000 €
	FOURNITURE ET POSE COUCHE D'ASSISE BALLAST 80/100 (ep : 0,60)	m3	390	35 €	13 650 €
	FOURNITURE ET POSE COUCHE D'ASSISE ET NIVELLEMENT GNT 0/30 (ep : 0,30)	m3	175	45 €	7 875 €
	FOURNITURE ET POSE BETON DE PROPRETE (ep : 0,10)	m²	630	20 €	12 600 €
	RADIER-BETON C30/37 + COFF + FERR	m3	140	380 €	53 200 €
	VOILES VERTICAUX -H: 1,80 m -BETON C30/37 + COFF + FERR	m3	120	900 €	108 000 €
	BECHE BETON AMONT	m3	4	150 €	600 €
	REMBLAIS DAME BERGE	m3	300	30 €	9 000 €
	REPRISE PRISE D'EAU	unité	5	850 €	4 250 €
	REFECTION BAS COTE ROUTE	m2	200	40 €	8 000 €
	ENROCHEMENT AMONT	T	40	100 €	4 000 €
	REGULATEUR N°11-LONG: 4,00 ml -H: 1,30 m				36 275 €
	TERRASSEMENT SECTION DU CANAL - DEBLAI ET EVACUATION	m3	70	20 €	1 400 €
	BETON C30/37 + COFF + FERR VOILES VERTICAUX	m3	9	950 €	8 550 €
	BETON C30/37 + COFF + FERR RADIER	m3	11	600 €	6 600 €
	BETON C30/37 + COFF + FERR DEVERSOIR	m3	0.5	1 500 €	750 €
	BECHE BETON AVAL	m3	4	150 €	600 €
	FMP BETON DE PROPRETE (ep : 0,10)	m²	50	20 €	1 000 €
	FOURNITURE ET POSE PLATE FORME CAILLEBOTIS + GARDES CORPS	forfait	1	5 000 €	5 000 €
	FOURNITURE ET POSE VANNE (INOX) PLATE DE CHASSE 0,6 m X 1,30 m INOX	forfait	1	5 000 €	5 000 €
	REMBLAIS DAME OUVRAGE	m3	30	30 €	900 €
	FOURNITURE ET POSE COUCHE D'ASSISE BALLAST 80/100 (ep : 0,60)	m3	35	30 €	1 050 €
	FOURNITURE ET POSE COUCHE D'ASSISE ET NIVELLEMENT (ep : 0,30)	m3	15	45 €	675 €
	FOURNITURE ET POSE D'ECHELONS	unité	3	50 €	150 €
	REFECTION BAS COTE ROUTE	m2	15	40 €	600 €
	ENROCHEMENT AVAL	T	40	100 €	4 000 €
TOTAL (HT)					306 200 €

N°	Désignation	Unité	Qtté	PU HT	Montant HT
	<i>OPTION</i>				
	DEVERSOIR LATERAL DE SECURITE				14 590 €
	TERRASSEMENT SECTION DU CANAL - DEBLAI ET EVACUATION	m3	35	20 €	700 €
	BETON C30/37 + COFF + FERR VOILES VERTICAUX	m3	2	950 €	1 900 €
	BETON C30/37 + COFF + FERR RADIER	m3	5	600 €	3 000 €
	FOURNITURE ET POSE BETON DE PROPRETE (ep : 0,10)	m²	30	20 €	600 €
	PLATE FORME CAILLEBOTIS + GARDES CORPS	forfait	1	2 500 €	2 500 €
	REMBLAIS DAME OUVRAGE	m3	6	30 €	180 €
	FOURNITURE ET POSE COUCHE D'ASSISE BALLAST 80/100 (ep : 0,60)	m3	22	30 €	660 €
	FOURNITURE ET POSE COUCHE D'ASSISE ET NIVELLEMENT (ep : 0,30)	m3	10	45 €	450 €
	FOURNITURE ET POSE D'ECHELONS	unité	2	50 €	100 €
	PLUS VALUE RACCORDEMENT ET ACCES	forfait	1	4 500 €	4 500 €
TOTAL AVEC OPTION (HT)					320 790 €

SOUS-SECTEUR PRISE DU CANAL DES BALARUTS

N°	Désignation	Unité	Qté	PU HT	Montant HT
	E - Etudes - Forfaits				15 750 €
	ETUDES ET PLANS EXECUTION	forfait	1	2 500 €	2 500 €
	DOSSIER DE RECOLEMENT	unité	1	1 500 €	1 500 €
	INSTALLATION CHANTIER	forfait	1	5 000 €	5 000 €
	REPLI CHANTIER	forfait	1	3 000 €	3 000 €
	COMPLEMENT TOPO	forfait	1	1 500 €	1 500 €
	CONSTAT D'HUISSIER	forfait	1	1 000 €	1 000 €
	POMPAGE	forfait	1	250 €	250 €
	REPERAGE RESEAU	forfait	1	1 000 €	1 000 €
	PHASE 1-Travaux de préparation et de démolition				
	PREPARATION DE LA ZONE TRAVAUX				13 350 €
	DEBROUSSAILLAGE	m2	1400	6 €	8 400 €
	ABATTAGE ARBRE DIAM ENTRE 10 ET 60 CM	unité	15	250 €	3 750 €
	SECURISATION DU CHANTIER	forfait	1	1 200 €	1 200 €
	DEMOLITION OUVRAGE EXISTANT				6 600 €
	DEMOLITION BETON SANS EXPL. OUVRAGE DE PRISE ET MUR	m3	20	70 €	1 400 €
	DEMOLITION BETON SANS EXPL. PONT EXISTANT	m3	15	90 €	1 350 €
	DEPOSE ELEMENTS DE VANTELLERIE, MESURE, GRILLE....	forfait	1	800 €	800 €
	EVACUATION - MISE EN DECHARGE	m3	35	30 €	1 050 €
	TERASSEMENT PONT -DEBLAIS	m3	50	40 €	2 000 €
	PREPARATION SECTION CUVELAGE				51 925 €
	TERRASSEMENT SECTION A CUVELER - DEBLAI ET EVACUATION	m3	510	25 €	12 750 €
	FOURNITURE ET POSE COUCHE D'ASSISE BALLAST 80/100 (ep : 0,60)	m3	160	35 €	5 600 €
	FOURNITURE ET POSE COUCHE D'ASSISE ET NIVELLEMENT GNT 0/30 (ep : 0,30)	m3	80	45 €	3 600 €
	TERRASSEMENT SECTION A BUSER DEBLAI ET EVACUATION	m3	80	50 €	4 000 €
	FOURNITURE ET POSE COUCHE D'ASSISE ET NIVELLEMENT BUSE	m3	20	55 €	1 100 €
	CONFECTION RAMPES D'ACCES	forfait	2	8 000 €	16 000 €
	FOURNITURE ET POSE BETON DE PROPRETE	m²	255	25 €	6 375 €
	PLUS VALUE EVACUTION BLOCS DANS LE CANAL	forfait	1	2 500 €	2 500 €

N°	Désignation	Unité	Qtté	PU HT	Montant HT
	PHASE 2-AMENAGEMENT PROJET				
	OUVRAGE DE PRISE				47 350 €
	BETON C30/37 + COFF + FERR VOILES VERTICAUX	m3	4.5	950 €	4 275 €
	BETON C30/37 + COFF + FERR RADIER	m3	3.5	650 €	2 275 €
	PLUS VALUE RESERVATION PERTUIS 1 X 1 M	forfait	1	1 500 €	1 500 €
	FOURNITURE ET POSE GRILLE DE PROTECTION	forfait	1	1 000 €	1 000 €
	FOURNITURE ET POSE VANNE MURALE (INOX) EN APLIQUE	unité	1	10 000 €	10 000 €
	FOURNITURE ET POSE PLATE FORME D'ACCES -GNT -EP 0,30	m3	2.5	120 €	300 €
	FOURNITURE ET POSE GARDE CORPS ACIER GALVANISE	ml	20	300 €	6 000 €
	FOURNITURE ET POSE PLATE FORME CAILLEBOTIS	forfait	1	2 000 €	2 000 €
	FOURNITURE ET POSE BATARDEAU AMOVIBLE 2 X 1,20 M	unité	1	20 000 €	20 000 €
	CUVELAGE -BUSAGE				115 400 €
	SECTION PREFABRIQUE 2 m*1,5 m (Linéaire 85 ml)	ml	85	750 €	63 750 €
	OUVRAGE DE RACCORDEMENT (ENROCHEMENT...)	unité	2	8 000 €	16 000 €
	BUSE BETON DN 900	ml	20	250 €	5 000 €
	PLUS VALUE POSE SOUS CHEMIN	ml	7	300 €	2 100 €
	REMBLAIS DAME	m3	450	30 €	13 500 €
	REFECTION CHEMIN	m2	560	10 €	5 600 €
	ENROCHEMENTS SORTIE BUSE	to	60	100 €	6 000 €
	SORTIE BUSE	forfait	1	2 000 €	2 000 €
	RACORDEMENT OUVRAGE DE PRISE /BUSE	forfait	1	1 000 €	1 000 €
	FOURNITURE ET POSE D'ECHELONS	unité	9	50 €	450 €
	OUVRAGE DE MESURE-TYPE PARSHALL				14 575 €
	BETON C30/37 + COFF + FERR VOILES VERTICAUX	m3	2.5	950 €	2 375 €
	BETON C30/37 + COFF + FERR RADIER	m3	2.5	600 €	1 500 €
	PLUS VALUE COFFRAGE	forfait	1	1 500 €	1 500 €
	FOURNITURE ET POSE GARDE CORPS ACIER GALVANISE	ml	14	300 €	4 200 €
	SONDE DE MESURE	forfait	1	3 500 €	3 500 €
	FOURNITURE ET POSE FORME CAILLEBOTIS	forfait	1	1 500 €	1 500 €
	EQUIPEMENTS ELECTRIQUES ET PARAMETRAGE				17 800 €
	SONDE DE MESURE RADAR	unité	2	2 000 €	4 000 €
	ECHELLE LIMNIMETRIQUE 1,50 M Y/C LEVE GEOMETRE	forfait	3	700 €	2 100 €
	SONDE DE MESURE DE VITESSE	forfait	1	3 500 €	3 500 €
	EQUIPEMENT D'AUTOMATISE (TYPE S500)	forfait	1	1 500 €	1 500 €
	FOURNITURE ET POSE CABLES ET RACCORDEMENTS	forfait	1	2 000 €	2 000 €
	PARAMETRAGE ET INTEGRATION SUPERVISEUR	forfait	1	1 200 €	1 200 €
	ARMOIRE EQUIPEMENTS	forfait	1	3 500 €	3 500 €
	TOTAL (HT)				282 750 €

ANNEXE 3 : DETAILS CALCULS ECONOMIES D'EAU CUVELAGE SOUS-SECTEUR AVAL MOULIN SAINT-MARC

Paramètres :

Nombre de jours de mars à novembre : 275 j

Ratio d'infiltration : 0.09 m³/m²/j

Identification	N° tronçon	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Ouvrage associé	Seuil n°1	Seuil n°2 – Moulin de Paradou	By-pass Moulin de Paradou (cf. §3.3.3)	Seuil n°4	Seuil n°5		Seuil n°6	Seuil n°7	Seuil n°8		Seuil n°10	Seuil n°11
Caractéristiques	PM amont	12 455	12 848	13 115	14 498	14 953	15 335	16 565	16 845	17 290	17 610	19 025	19 624
	PM aval	12 835	13 108	13 160	14 608	15 173	15 500	16 830	17 275	17 595	17 765	19 155	19 810
	Linéaire à cuveler (ml)	380	260	45	110	220	165	265	430	305	155	130	186
	Section h × l (m × m)	2,00 × 2,50	1,80 × 2,50	2,00 × 2,50	1,80 × 2,50	1,80 × 2,50	1,80 × 2,50	1,80 × 2,00	1,80 × 2,00	1,80 × 2,00	1,80 × 2,00	1,50 × 1,80	1,50 × 1,80
Calculs volume infiltration	débit moyen journalier à l'année (m³/s)	1.421	1.384	1.366	1.208	1.151	1.112	0.969	0.928	0.886	0.858	0.847	0.847
	hauteur d'eau moyenne journalière (m)	0.77	0.76	0.65	0.66	0.65	0.64	0.59	0.59	0.65	0.64	0.63	0.63
	largeur du canal (m)	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2	2	2	2	1.8	1.8
	surface canal moyen en eau (fruit 0.5) (m²)	1604	1092	178	437	870	649	880	1427	1053	532	417	597
	VOLUME ANNUEL (m³)	39 700	27 000	4 400	10 800	21 500	16 100	21 800	35 300	26 100	13 200	10 300	14 800

Identification	N° tronçon	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Ouvrage associé	Seuil n°1	Seuil n°2 – Moulin de Paradou	By-pass Moulin de Paradou (cf. §3.3.3)	Seuil n°4	Seuil n°5		Seuil n°6	Seuil n°7	Seuil n°8		Seuil n°10	Seuil n°11
Calcul du débit moyen annuel	Mesure amont	Moulin St- Marc	Moulin St- Marc	Moulin St- Marc	Moulin St- Marc	Moulin St- Marc	Moulin St- Marc	Moulin St- Marc	Moulin St- Marc	Moulin St- Marc	Moulin St- Marc	Cabanon St- Peyre	Cabanon St- Peyre
	PM mesure amont	11733	11733	11733	11733	11733	11733	11733	11733	11733	11733	17790	17790
	Débit moyen annuel (m³/s)	1.523	1.523	1.523	1.523	1.523	1.523	1.523	1.523	1.523	1.523	0.847	0.847
	Mesure aval	Cabanon St- Peyre	Cabanon St- Peyre	Cabanon St- Peyre	Cabanon St- Peyre	Cabanon St- Peyre	Cabanon St- Peyre	Cabanon St- Peyre	Cabanon St- Peyre	Cabanon St- Peyre	Cabanon St- Peyre	-	-
	PM mesure amont	17790	17790	17790	17790	17790	17790	17790	17790	17790	17790	-	-
	Débit moyen annuel (m³/s)	0.847	0.847	0.847	0.847	0.847	0.847	0.847	0.847	0.847	0.847	-	-
	Inter-distance (m)	6057	6057	6057	6057	6057	6057	6057	6057	6057	6057	-	-
	Débit moyen annuel pondéré (m³/s)	1.421	1.384	1.366	1.208	1.151	1.112	0.969	0.928	0.886	0.858	0.847	0.847
Calcul intermédiaire de la pente tronçon	PM amont	11733	12827	13160	14120	14688	14688	15540	16835	17288	17288	18671	19155
	Radier amont	67.18	66.26	64.3	63	62.45	62.45	58.8	56.9	56.3	56.3	54.04	53.48
	PM aval	12827	13108	14120	14688	15500	15500	16835	17288	17797	17797	19155	19810
	Radier aval	66.26	66.03	63	62.45	61.7	61.7	56.9	56.3	55.85	55.85	53.48	52.75
	Inter-distance (m)	1094	281	960	568	812	812	1295	453	509	509	484	655
	Pente (m/m)	0.00084	0.00082	0.00135	0.00097	0.00092	0.00092	0.00147	0.00132	0.00088	0.00088	0.00116	0.00111
Calculs hauteur d'eau par formule de Strickler pour retrouver le débit moyen annuel	Débit Strickler (m³/s)	1.428	1.379	1.378	1.194	1.138	1.110	0.970	0.922	0.881	0.859	0.858	0.842
	Coefficient de Strickler K	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34
	Surface mouillée S (m²)	2.221	2.189	1.836	1.868	1.836	1.805	1.354	1.354	1.511	1.485	1.332	1.332
	Périmètre mouillé P (m)	4.222	4.199	3.953	3.976	3.953	3.931	3.319	3.319	3.453	3.431	3.209	3.209
	Rayon hydraulique Rh (S/P) (m)	0.526	0.521	0.464	0.470	0.464	0.459	0.408	0.408	0.438	0.433	0.415	0.415
	Hauteur d'eau H (m)	0.77	0.76	0.65	0.66	0.65	0.64	0.59	0.59	0.65	0.64	0.63	0.63
	Fruit (b/a)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
	longueur berge (m)	0.861	0.850	0.727	0.738	0.727	0.716	0.660	0.660	0.727	0.716	0.704	0.704
	hauteur berge mouillée a (m)	0.77	0.76	0.65	0.66	0.65	0.64	0.59	0.59	0.65	0.64	0.63	0.63
	largeur berge mouillée b (m)	0.385	0.38	0.325	0.33	0.325	0.32	0.295	0.295	0.325	0.32	0.315	0.315

ANNEXE 4 : DETAILS CALCULS ECONOMIES D'EAU RESERVE DU GRAND ROULET

Débit horaire moyen par quinzaine, calculé à partir des mesures au Moulin Saint-Marc sur la période 2017-2019

mois	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	8	8	9	9	10	10	11	11
quinzaine	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
heure	DEBIT HORAIRE MOYEN PAR QUINZAINES (L/s)																	
0	919	1362	1246	1575	1417	1736	2142	2019	2098	1930	1894	1996	1944	1604	1459	1142	794	373
1	925	1371	1252	1582	1423	1755	2155	2057	2144	1952	1916	2007	1949	1607	1462	1148	807	371
2	926	1373	1250	1585	1424	1759	2160	2064	2163	1964	1923	2010	1944	1607	1469	1143	801	368
3	926	1378	1251	1590	1418	1769	2163	2075	2173	1973	1932	2017	1947	1605	1476	1140	801	366
4	924	1379	1255	1595	1415	1777	2155	2080	2187	1984	1939	2024	1954	1606	1460	1155	830	365
5	925	1379	1256	1595	1424	1783	2167	2098	2198	1989	1947	2029	1960	1610	1463	1162	842	367
6	928	1360	1244	1566	1432	1780	2161	2095	2188	1989	1946	2029	1968	1611	1466	1172	852	368
7	935	1336	1244	1562	1432	1799	2151	2086	2162	1984	1955	2034	1977	1615	1473	1152	798	370
8	938	1352	1248	1573	1434	1791	2136	2079	2116	1979	1970	2035	1999	1641	1492	1162	824	374
9	929	1346	1264	1539	1437	1753	2097	1984	2045	1883	1858	1960	1984	1620	1495	1164	838	374
10	945	1304	1257	1512	1426	1700	2057	1851	1958	1767	1756	1894	1896	1548	1419	1112	749	376
11	931	1269	1234	1500	1392	1650	1963	1756	1871	1695	1669	1842	1805	1494	1322	1088	738	372
12	929	1271	1239	1513	1382	1602	1936	1747	1829	1668	1636	1812	1739	1484	1294	1059	729	375
13	950	1294	1244	1510	1372	1616	1924	1764	1826	1673	1633	1799	1728	1474	1295	1030	744	377
14	959	1258	1271	1504	1338	1645	1919	1756	1875	1714	1647	1802	1731	1484	1301	1044	735	353
15	950	1266	1268	1471	1367	1624	1928	1758	1868	1714	1648	1803	1741	1481	1289	1035	735	348
16	936	1292	1248	1483	1367	1603	1939	1752	1853	1709	1646	1817	1756	1479	1283	1032	705	363
17	929	1299	1221	1518	1336	1632	1965	1790	1867	1734	1652	1835	1768	1486	1286	1053	723	367
18	937	1321	1222	1513	1367	1635	1983	1814	1890	1737	1651	1843	1786	1511	1303	1095	718	374
19	945	1340	1213	1519	1380	1629	1995	1852	1921	1759	1682	1847	1814	1523	1338	1135	719	376
20	954	1351	1216	1526	1386	1633	2014	1890	1959	1798	1736	1871	1844	1542	1382	1141	726	381
21	957	1342	1230	1545	1393	1660	2037	1921	1972	1827	1787	1920	1870	1543	1406	1139	743	382
22	964	1334	1224	1579	1405	1689	2063	1953	1987	1847	1819	1958	1897	1558	1420	1148	758	378
23	966	1372	1226	1585	1425	1738	2111	2009	2048	1881	1844	1985	1914	1575	1421	1140	756	379

Ecart de débit horaire et volume compensé

mois	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	8	8	9	9	10	10	11	11
quinzaine	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
heure	ECART DE DEBIT HORAIRE (L/s)																	
0																		
1	6	9	6	7	6	19	13	38	46	22	22	11	5	3	3	6	13	-2
2	1	2	-2	3	1	4	5	7	19	12	7	3	-5	0	7	-5	-6	-3
3	0	5	1	5	-6	10	3	11	10	9	9	7	3	-2	7	-3	0	-2
4	-2	1	4	5	-3	8	-8	5	14	11	7	7	7	1	-16	15	29	-1
5	1	0	1	0	9	6	12	18	11	5	8	5	6	4	3	7	12	2
6	3	-19	-12	-29	8	-3	-6	-3	-10	0	-1	0	8	1	3	10	10	1
7	7	-24	0	-4	0	19	-10	-9	-26	-5	9	5	9	4	7	-20	-54	2
8	3	16	4	11	2	-8	-15	-7	-46	-5	15	1	22	26	19	10	26	4
9	-9	-6	16	-34	3	-38	-39	-95	-71	-96	-112	-75	-15	-21	3	2	14	0
10	16	-42	-7	-27	-11	-53	-40	-133	-87	-116	-102	-66	-88	-72	-76	-52	-89	2
11	-14	-35	-23	-12	-34	-50	-94	-95	-87	-72	-87	-52	-91	-54	-97	-24	-11	-4
12	-2	2	5	13	-10	-48	-27	-9	-42	-27	-33	-30	-66	-10	-28	-29	-9	3
13	21	23	5	-3	-10	14	-12	17	-3	5	-3	-13	-11	-10	1	-29	15	2
14	9	-36	27	-6	-34	29	-5	-8	49	41	14	3	3	10	6	14	-9	-24
15	-9	8	-3	-33	29	-21	9	2	-7	0	1	1	10	-3	-12	-9	0	-5
16	-14	26	-20	12	0	-21	11	-6	-15	-5	-2	14	15	-2	-6	-3	-30	15
17	-7	7	-27	35	-31	29	26	38	14	25	6	18	12	7	3	21	18	4
18	8	22	1	-5	31	3	18	24	23	3	-1	8	18	25	17	42	-5	7
19	8	19	-9	6	13	-6	12	38	31	22	31	4	28	12	35	40	1	2
20	9	11	3	7	6	4	19	38	38	39	54	24	30	19	44	6	7	5
21	3	-9	14	19	7	27	23	31	13	29	51	49	26	1	24	-2	17	1
22	7	-8	-6	34	12	29	26	32	15	20	32	38	27	15	14	9	15	-4
23	2	38	2	6	20	49	48	56	61	34	25	27	17	17	1	-8	-2	1
ECART MAX ABSOLU	21	42	27	35	34	53	94	133	87	116	112	75	91	72	97	52	89	24
Nb jours par quinzaine	15	16	15	15	15	16	15	15	15	16	15	16	15	15	15	16	15	16
Volume compensé par la réserve (m³)	22 680	48 384	29 160	37 800	36 720	61 056	101 520	143 640	93 960	133 632	120 960	86 400	98 280	77 760	104 760	59 904	96 120	27 648

TOTAL ANNUEL : 1 380 384 m³