

ÉTUDE DE MODERNISATION DE LA RÉGULATION DU CANAL DE L'UNION LUBERON SORGUE VENTOUX

Rapport de phase 4 : Avant-projet, estimation des coûts et
programme d'investissement

Version définitive



Version B – Mars 2021

	BRL ingénierie 1105 Av Pierre Mendès-France BP 94001 30001 NIMES CEDEX 5
Sous-traitant 	Bbass 205 Avenue des gardians 34 160 CASTRIES

Date du document	Mars 2021
Contact	Pierre SAVEY / Anthony BLACHE

Titre du document	Étude de modernisation de la régulation du canal de l'Union Lubéron Sorgue Ventoux – Rapport de Phase 2 et 3
Référence du document :	a00621_etude_de_modernisation_ph4_indb.docx
Indice :	B

Date émission	Indice	Observation	Dressé par	Vérifié et Validé par
19/03/2021	A	Version provisoire	CLA/SHO	ABL/PSA
24/03/2021	B	Version définitive	CLA/SHO	ABL/PSA

ÉTUDE DE MODERNISATION DE LA RÉGULATION DU CANAL DE L'UNION LUBERON SORGUE VENTOUX

Phase 4 : Avant-projet, estimation des coûts et programme d'investissement

1	RAPPEL DU CONTEXTE DE L'ÉTUDE	1
1.1	OBJECTIF DE L'ÉTUDE	1
1.2	OBJECTIFS DE L'ACTIVITÉ 5	1
2	SOLUTIONS RETENUES PAR SITE	2
3	DÉTAIL DES SOLUTIONS RETENUES PAR SITES	7
3.1	SIT-0 : OUVRAGE DE LA PRISE EN TÊTE	7
3.1.1	Descriptif de la solution	7
3.1.2	Caractéristiques principales des ouvrages projetés	7
3.1.3	Descriptif des équipements de la télégestion et mesure projetés	8
3.1.3.1	Remplacement des capteurs de fins de course	8
3.1.3.2	Mesures de niveau amont et aval	8
3.1.3.3	Motorisation de deux modules à masque supplémentaires	9
3.1.3.4	Automatisme	10
3.1.4	Estimation des coûts	10
3.2	SIT-1282 : BATARDEAU AU PM 1282	11
3.2.1	Descriptif de la solution	11
3.2.2	Caractéristiques principales des ouvrages projetés	11
3.2.2.1	Rainures des batardeaux	11
3.2.2.2	Passerelle	11
3.2.3	Estimation des coûts	11
3.3	SIT-1730 : BATARDEAU AU PM 1730	12
3.3.1	Descriptif de la solution	12
3.3.2	Caractéristiques principales des ouvrages projetés	12
3.3.2.1	Rainures des batardeaux	12
3.3.2.2	Passerelle	12
3.3.3	Estimation des coûts	13
3.4	SIT-4130 : BATARDEAU AU PM 4130	13
3.5	SIT-5454 : VANNE DE DÉCHARGE AU PM 5454	14
3.5.1	Descriptif de la solution	14
3.5.2	Caractéristiques principales des ouvrages projetés	15

3.5.3	Descriptif des équipements de la télégestion et mesure projetés	15
3.5.3.1	Remplacement des capteurs de fins de course.....	15
3.5.3.2	Mesures de niveau.....	15
3.5.3.3	Mesure de débit.....	16
3.5.3.4	Motorisation des vannes transversales.....	17
3.5.3.5	Automatisme	17
3.5.4	Estimation des coûts	17
3.6	SIT-8264 : VANNE AMIL AU PM 8264.....	18
3.6.1	Descriptif de la solution	18
3.6.2	Caractéristiques principales des ouvrages projetés	19
3.6.3	Descriptif des équipements de la télégestion et mesure projetés	19
3.6.3.1	Mesures de niveau amont.....	19
3.6.3.2	Motorisation des vannes.....	19
3.6.3.3	Automatisme	20
3.6.4	Estimation des coûts	21
3.7	SIT-10611 : VANNE DE DÉCHARGE AU PM 10611	22
3.7.1	Ajustements apportés en AVP	22
3.7.2	Descriptif de la solution	22
3.7.3	Caractéristiques principales des ouvrages projetés	22
3.7.4	Descriptif des équipements de la télégestion et mesure projetés	23
3.7.4.1	Mesures de niveau amont.....	23
3.7.4.2	Mesure de débit.....	23
3.7.4.3	Vanne motorisée.....	23
3.7.4.4	Automatisme	23
3.7.5	Estimation des coûts	23
3.8	SIT-13100 : OUVRAGES VALLONCOURT- VIDAQUE.....	25
3.8.1	Ajustements apportés en AVP	25
3.8.2	Descriptif de la solution	25
3.8.3	Caractéristiques principales des ouvrages projetés	26
3.8.4	Descriptif des équipements de la télégestion et mesure projetés	26
3.8.4.1	Mesures de niveau amont.....	26
3.8.4.2	Vannes motorisées	27
3.8.4.3	Automatisme	27
3.8.5	Estimation des coûts	27
3.9	SIT-17414 : VANNE EN TRAVERS AU PM 17414.....	29
3.9.1	Ajustements apportés en AVP	29
3.9.2	Descriptif de la solution	29
3.9.3	Caractéristiques principales des ouvrages projetés	29
3.9.4	Descriptif des équipements de la télégestion et mesure projetés	29
3.9.4.1	Motorisation des vannes.....	29
3.9.4.2	Automatisme	30
3.9.5	Estimation des coûts	30
3.10	SIT-17816 : BATARDEAU AU PM 17816.....	31
3.10.1	Ajustements apportés en AVP	31
3.10.2	Descriptif de la solution	31
3.10.3	Caractéristiques principales des ouvrages projetés	31
3.10.4	Descriptif des équipements de la télégestion et mesure projetés	32

3.10.4.1	Mesure de débit	32
3.10.4.2	Vannes motorisées	32
3.10.4.3	Automatisme	32
3.10.5	Estimation des coûts	33
3.11	SIT-19669: SEUIL-VANNE AU PM 19669	34
3.11.1	Ajustements apportés en AVP	34
3.11.2	Descriptif de la solution	34
3.11.3	Caractéristiques principales des ouvrages projetés	34
3.11.4	Descriptif des équipements de la télégestion et mesure projetés	35
3.11.4.1	Mesure de niveau amont	35
3.11.4.2	Motorisation de vannes	35
3.11.4.3	Automatisme	35
3.11.5	Estimation des coûts	35
3.12	SIT-20909 : VANNE DE DÉCHARGE AU PM 20909 (ROBION)	36
3.12.1	Ajustements apportés en AVP	37
3.12.2	Descriptif de la solution	37
3.12.3	Caractéristiques principales des ouvrages projetés	37
3.12.4	Descriptif des équipements de la télégestion et mesure projetés	38
3.12.4.1	Mesures de niveau amont et aval.....	38
3.12.4.2	Mesure de débit.....	38
3.12.4.3	Vannes motorisées	39
3.12.4.4	Automatisme	39
3.12.5	Estimation des coûts	39
3.13	SIT-21772 : BATARDEAU AU PM 21772	41
3.13.1	Descriptif de la solution	41
3.13.2	Caractéristiques principales des ouvrages projetés	41
3.13.2.1	Rainures des batardeaux.....	41
3.13.2.2	Passerelle.....	41
3.13.3	Estimation des coûts	41
3.14	SIT-23038 : VANNE EN TRAVERS AU PM 23038	42
3.14.1	Descriptif de la solution	42
3.14.2	Caractéristiques principales des ouvrages projetés	42
3.14.3	Estimation des coûts	43
3.15	SIT-23784 : VANNE EN TRAVERS AU PM 23784.....	43
3.15.1	Ajustements apportés en AVP	43
3.15.2	Descriptif de la solution	43
3.15.3	Caractéristiques principales des ouvrages projetés	44
3.15.4	Descriptif des équipements de la télégestion et mesure projetés	44
3.15.4.1	Mesure de niveau amont	44
3.15.4.2	Mesure de débit.....	44
3.15.4.3	Vanne motorisée.....	44
3.15.4.4	Automatisme	45
3.15.5	Estimation des coûts	45
3.16	SIT-X : POSTE DE SUPERVISION AU BUREAU	46
3.16.1	Ajustements apportés en AVP	46
3.16.2	Descriptif de la solution	46
3.16.3	Descriptif des équipements de la télégestion et mesure projetés	48

3.16.3.1	Logiciel de supervision	48
3.16.3.2	Matériel de supervision	48
3.16.4	Estimation des coûts	49
4	RÉCAPITULATIF DES COÛTS DES TRAVAUX.....	50
5	EFFICACITÉ DE LA MODERNISATION.....	51
5.1	IMPACT SUR L'ALIMENTATION DES PRISES DE L'ASCO DU CANAL DE CABEDAN NEUF.....	51
5.2	IMPACT POUR LE CANAL DE CARPENTRAS.....	53
5.3	ECONOMIES D'EAU.....	55
5.4	CAPACITÉ D'ABSORPTION DES APPORTS PLUVIEUX.....	56
5.4.1	Impact sur les temps d'intervention	56
5.4.2	Impact sur les débordements	57
6	EXPLOITATION ET ENTRETIEN DES OUVRAGES	59
6.1	MAINTENANCE DES ÉQUIPEMENTS	59
6.1.1	Type de maintenance	59
6.1.1.1	Entretien de routine.....	59
6.1.1.2	Contrôles visuels de mesure.....	59
6.1.1.3	Étalonnage du débit.....	59
6.1.1.4	Maintenance préventive	60
6.1.1.5	Maintenance corrective.....	60
6.1.2	Hypothèses pour l'estimation des coûts de maintenance	60
6.2	HYPOTHÈSES POUR LES FRAIS D'EXPLOITATION.....	62
6.2.1	Alimentation électrique et frais de communication.....	62
6.2.2	Autres coûts d'exploitation	62
6.3	COÛTS D'EXPLOITATION ET MAINTENANCE	62
7	BESOINS DE FORMATION	63
8	PROGRAMME PRÉVISIONNEL DE RÉALISATION	64
8.1	PRIORISATION ET PHASAGE DES TRAVAUX.....	64
8.2	RÉALISATION DE TRAVAUX.....	65
9	CONCLUSIONS.....	67
	ANNEXES.....	69

- Annexe 1. Plan de situation du projet
- Annexe 2. Plan général de phasage
- Annexe 3. Plans de principe des ouvrages
- Annexe 4. Fiches synoptiques

TABLE DES ILLUSTRATIONS

LISTE DES FIGURES

Figure 3-1: Principe de fins de course pour modules à masque motorisé	8
Figure 3-2 : Principe de mesure radar sur potence	9
Figure 3-3 : Principe du puits de mesure pour sonde piézométrique.....	16
Figure 3-4 : Sonde de niveau amont Bel Hoste	19
Figure 3-5 : Principe de bâti pour armoire de contrôle-commande.....	20
Figure 3-6 : Implantation sonde amont Valloncourt	26
Figure 3-7 : Implantation sonde amont Vidaube	27
Figure 3-8 : Implantation sonde amont Robion.....	38
Figure 3-9 : Schémas synoptiques du système de télégestion.....	47
Figure 5-1: Profil en long du canal et ligne d'eau maximum obtenue- Simulation N02 (période Hors pointe)	52
Figure 5-2 : Débit de décharge à Robion et cote d'eau en amont de l'ouvrage Fin canal – N01 (pointe)	53
Figure 5-3: Débit entrant dans le canal de Carpentras – N01 (pointe)	54
Figure 5-4 : Débit de décharge à Robion et cote d'eau en amont de l'ouvrage Fin canal- N02 (hors pointe).....	54
Figure 5-5: Débit entrant dans le canal de Carpentras – N02 (hors pointe)	55

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 2-1: Solutions proposées en activité -4 et solution retenue par site.....	3
Tableau 3-1 : Caractéristiques des modules à masques – SIT-0	7
Tableau 3-2: Condition de la météo dans la région	9
Tableau 3-3 : Estimation des coûts de travaux et d'investissement – SIT-0.....	10
Tableau 3-4 : Estimation des coûts de travaux et d'investissement – SIT-1282.....	11
Tableau 3-5 : Estimation des coûts de travaux et d'investissement – SIT-1730.....	13
Tableau 3-6 : Caractéristiques des vannes – SIT-5454.....	15
Tableau 3-7 : Estimation des coûts de travaux et d'investissement – SIT-5454.....	17
Tableau 3-8 : Caractéristiques de l'ouvrage – SIT-8264	19
Tableau 3-9 : Caractéristiques des vannes – SIT-8264.....	19
Tableau 3-10 : Estimation des coûts de travaux et d'investissement – SIT-8264.....	21
Tableau 3-11 : Caractéristiques des vannes – SIT-10611.....	22
Tableau 3-12 : Estimation des coûts de travaux et d'investissement – SIT-10611.....	24
Tableau 3-13 : Caractéristiques de l'ouvrage – SIT-13100	26
Tableau 3-14 : Caractéristiques des vannes – SIT-13100.....	26
Tableau 3-15 : Estimation des coûts de travaux et d'investissement – SIT-13100.....	28
Tableau 3-16 : Caractéristiques des vannes – SIT-17414.....	29
Tableau 3-17 : Estimation des coûts de travaux et d'investissement – SIT-17414.....	30
Tableau 3-18 : Caractéristiques de l'ouvrage – SIT-17816	31
Tableau 3-19 : Caractéristiques des vannes – SIT-17816.....	31
Tableau 3-20 : Estimation des coûts de travaux et d'investissement – SIT-17816.....	33
Tableau 3-21 : Caractéristiques des vannes – SIT-19669.....	34
Tableau 3-22 : Estimation des coûts de travaux et d'investissement – SIT-19669.....	35
Tableau 3-23 : Caractéristiques des vannes – SIT-20909.....	37
Tableau 3-24 : Estimation des coûts de travaux et d'investissement – SIT-20909.....	40
Tableau 3-25 : Estimation des coûts de travaux et d'investissement – SIT-21772.....	41
Tableau 3-26 : Caractéristiques des vannes – SIT-23038.....	42
Tableau 3-27 : Estimation des coûts de travaux et d'investissement – SIT-23038.....	43
Tableau 3-28 : Caractéristiques des vannes – SIT-23784.....	44
Tableau 3-29 : Estimation des coûts de travaux et d'investissement – SIT-23784.....	45
Tableau 3-30 : Sites reliés au poste de supervision	48

Tableau 3-31 : Estimation des coûts de travaux et d'investissement – SIT-X	49
Tableau 4-1 : Récapitulatif des coûts de travaux (€-HT)	50
Tableau 5-1 : Simulations hydrauliques réalisées	51
Tableau 5-2 : Estimation du volume d'eau économisé par la modernisation	56
Tableau 5-3 : Consignes d'intervention lors d'évènement pluvieux en situation actuelle et en situation projetée ..	56
Tableau 5-4 : Volume de débordement par bief – simulation P01-A (pointe)	57
Tableau 5-5 : Volume de débordement par bief – simulation P02-A (hors pointe)	57
Tableau 5-6 : Volume de débordement par bief – simulation P01-B (pointe)	58
Tableau 5-7 : Volume de débordement par bief – simulation P02-B (hors pointe)	58
Tableau 6-1 : Provision des temps de contrôles et de maintenance	61
Tableau 6-2 : Coûts des mains d'œuvre.....	61
Tableau 6-3 : hypothèses pour estimer les frais d'exploitation	62
Tableau 6-4 : Coûts de fonctionnement des ouvrages	62
Tableau 8-1 : Phasage et estimation des coûts par phase	64
Tableau 8-2 : Programme prévisionnel des travaux et coûts par année.....	66



1 RAPPEL DU CONTEXTE DE L'ÉTUDE

1.1 OBJECTIF DE L'ÉTUDE

L'étude de modernisation de la régulation du canal a pour but d'optimiser la régulation et la modernisation des ouvrages que l'Union Luberon-Sorgue-Ventoux a en gestion.

Les principaux objectifs de l'étude sont :

- Faciliter et améliorer la qualité du service de desserte en eau brute des canaux de distribution gérés par les canaux membres, même en période de restriction imposée par la Commission Exécutive de la Durance (CED) ;
- Sécuriser le fonctionnement du canal de l'Union lors d'épisodes pluvieux significatifs ;
- Mieux valoriser les économies d'eau réalisées suite aux travaux de modernisation des canaux membres de l'Union.

L'étude est décomposée en 5 activités :

- Activité 1 : Campagne de levés topographiques
- Activité 2 : Campagne de jaugeages
- Activité 3 : Diagnostic du fonctionnement actuel
- Activité 4 : Étude de modernisation et analyse de l'efficacité et des limites de la modernisation
- Activité 5 : Avant-projet, estimation des coûts et programme d'investissement

Le présent rapport est relatif à l'activité 5 : Avant-projet, estimation des coûts et programme d'investissement.

1.2 OBJECTIFS DE L'ACTIVITÉ 5

L'activité 5 a pour objectif de :

- Préciser le scénario retenu à l'issue de l'activité 4
- Déterminer les coûts de travaux et d'exploitation et maintenance
- Définir un programme prévisionnel de réalisation couplé avec un programme pluriannuel d'investissement



2 SOLUTIONS RETENUES PAR SITE

Les solutions par site ont été discutées avec les canaux membres lors de la réunion de concertation du 16/02/2021.

Le tableau suivant présente les solutions retenues.

Tableau 2-1 : Solutions proposées en activité -4 et solution retenue par site

Site	PM	Secteur	Type d'ouvrage	Code nature de travaux	Nature de travaux	Objectifs	Solution 1	Solution 2	Solution 3	Solution alternative	Solution retenue AVP	Commentaire
SIT-0	0	Mérindol	Modules à maques + vanne	TRA-01	Réhabilitation de prise existante	- Améliorer la réactivité de fonctionnement et faciliter de l'exploitation	- Remise en état des organes de motorisation, - Remplacement des capteurs de fin de course par un système plus fiable - Remplacement des capteurs existants par des capteurs radar amont et aval de l'ouvrage (y/c dispositif de protection)	- Remise en état des organes de motorisation, - Remplacement des capteurs de fin de course par un système plus fiable - Remplacement des capteurs existants par des capteurs radar amont et aval de l'ouvrage (y/c dispositif de protection) - Motorisation de 02 vannes supplémentaires	Sans objet		2	Capteur de niveau Rada
SIT-1282	1282	Mérindol	Batardeau	TRA-04	Réhabilitation de régulateurs de niveau existants	- Améliorer la réactivité de fonctionnement et faciliter de l'exploitation - Assurer une meilleure sécurité du personnel	Remise en état des rainures et remplacement de la passerelle	Sans objet	Sans objet		1	
SIT-1730	1730	Mérindol	Batardeau	TRA-04	Réhabilitation de régulateurs de niveau existants	- Améliorer la réactivité de fonctionnement et faciliter de l'exploitation - Assurer une meilleure sécurité du personnel	Remise en état des rainures et remplacement de la passerelle	Sans objet	Sans objet		1	
SIT-4130	4130	La Montagne	Batardeau	TRA-04	Réhabilitation de régulateurs de niveau existants	- Améliorer la réactivité de fonctionnement et faciliter de l'exploitation - Assurer une meilleure sécurité du personnel	Mise en service de la nouvelle prise de La Montagne	Remise en état des rainures et remplacement de la passerelle	Sans objet		1	
SIT-5454	5454	La Roquette - décharge	Déversoir latéral + Vanne de décharge	TRA-07	Réhabilitation des ouvrages de décharges	- Améliorer la réactivité de fonctionnement et faciliter de l'exploitation - Assurer une meilleure sécurité du personnel- - Assurer une meilleure sécurité des ouvrages- - Assurer la traçabilité de l'exploitation	- Remplacement de toutes les vannes transversales et dispositif de motorisation (3 vannes motorisées + télégestion) - Remise en état des vannes latérales (peinture, sablage, graissage, remplacement des joints, etc.) - Remise en état des capteurs de fin de course (problème d'étanchéité) + canal de décharge (curage) - Remise en état des équipements de télétransmission - Remise en état de la passerelle d'accès à l'ouvrage - Remplacement des capteurs existants par des capteurs radar amont - Mise en place d'un débitmètre ultrasons à différence de temps de transit en aval - Mise en place d'un capteur de niveau dans le canal de décharge + calibration du canal - Mise en place des alertes de niveau haut et bas	- Remplacement de toutes les vannes transversales et dispositif de motorisation (3 vannes motorisées + télégestion) - Remise en état des vannes latérales (peinture, sablage, graissage, remplacement des joints, etc.) - Remise en état des capteurs de fin de course (problème d'étanchéité) + canal de décharge (curage) - Remise en état des équipements de télétransmission - Remise en état de la passerelle d'accès à l'ouvrage - Remplacement des capteurs existants par des capteurs - Mise en place d'un débitmètre ultrasons à différence de temps de transit en aval - Mise en place d'un capteur de niveau dans le canal de décharge + calibration du canal - Mise en place des alertes de niveau haut et bas - Mesures des positions des vannes (toutes)	Sans objet		2	Sonde piézométrique
SIT-8264	8264	Bel Hoste	Seuil + vanne	TRA-04	Réhabilitation de régulateurs de niveau existants	- Améliorer la réactivité de fonctionnement et faciliter de l'exploitation - Améliorer la qualité de service	- Remplacement de l'ouvrage existant par un seuil long + 2 vannes manuelles et 1 vanne télégérée - Mise en place d'un capteur de niveau en amont - Mise en place des alertes de niveau haut et bas	- Remplacement de l'ouvrage existant par un seuil long + 3 vannes télégérées - Mise en place d'un capteur de niveau en amont - Mise en place des alertes de niveau haut et bas	Sans objet		2	Capteur de niveau Rada



Site	PM	Secteur	Type d'ouvrage	Code nature de travaux	Nature de travaux	Objectifs	Solution 1	Solution 2	Solution 3	Solution alternative	Solution retenue AVP	Commentaire
SIT-10611	10611	Redortier	Vanne latérale	TRA-07	Réhabilitation des ouvrages de décharges	- Limiter les débordements - Assurer une meilleure sécurité des ouvrages	- Reconstruction d'une partie de l'ouvrage de la vanne principale + passerelle - Remis en état de la vanne de secours - Changement de la conduite d'évacuation (DN 800 mm et L = 60 m) - Mise en place de batardeau + passerelle en travers - Télégestion de la vanne latérale - Mise en place d'un capteur radar en amont - Mise en place d'un débitmètre dans la conduite d'évacuation	- Reconstruction d'une partie de l'ouvrage de la vanne principale + passerelle + 3 siphons aspirants (1 m3/s) - Remis en état de la vanne de secours - Changement de la conduite d'évacuation (DN 800 mm et L = 60 m) et reprise du fossé au niveau du point de rejet - Mise en place d'une grille de protection - Mise en place de batardeau + passerelle en travers - Télégestion de la vanne latérale - Mise en place d'un capteur radar en amont - Mise en place d'un débitmètre dans la conduite d'évacuation	Sans objet		2	Ajustement apporté en AVP : prévoir grillage + reprise du fossé au niveau du point de rejet/ Sonde piézométrique
SIT-13100	13100	Valloncourt	Seuil + vannes	TRA-04	Réhabilitation de régulateurs de niveau existants	- Améliorer la réactivité de fonctionnement et faciliter de l'exploitation - Améliorer la qualité de service - Économiser l'eau	3 ouvrages de seuil : Valloncourt, Barraillière et Vidaque - Valloncourt : création d'un seuil long + 3 vannes télégérées - Barraillière et Vidaque : remplacement de l'ouvrage existant par un seuil long + 3 vannes télégérées Pour chaque ouvrage : - Mise en place d'un capteur de niveau en amont - Mise en place des alertes de niveau haut et bas	2 ouvrages de seuil: Valloncourt et Vidaque - Valloncourt : création d'un seuil long + 3 vannes télégérées + 710 ml de cuvelage - Barraillière : dépose d'une vanne AMIL et batardeaux + 45 ml de cuvelage - Vidaque : remplacement de l'ouvrage existant par un seuil long + 3 vannes télégérées Pour chaque ouvrage : - Mise en place d'un capteur de niveau en amont - Mise en place des alertes de niveau haut et bas	2 ouvrages de seuil : Barraillière et Vidaque - Valloncourt : modernisation des secteurs du canal de Cabedan Neuf - Barraillière et Vidaque : remplacement de l'ouvrage existant par un seuil long + 3 vannes télégérées Pour chaque ouvrage : - Mise en place d'un capteur de niveau en amont - Mise en place des alertes de niveau haut et bas	Modernisation des secteurs du canal de Cabedan Neuf	2	Ajustement apporté en AVP : + 45 ml de cuvelage/ Capteur de niveau Rada
SIT-13946	13946	La Barraillière-Roue	Roue + Batardeau	TRA-04	Réhabilitation de régulateurs de niveau existants	- Assurer une meilleure sécurité du personnel	Mise en place des rainures + création d'une passerelle pour faciliter l'accès aux batardeaux	Sans objet	Sans objet		Aucune	La roue est gérée par la commune de Cheval Blanc via une association loi 1901 dont les compétences sont à éclaircir. Aucuns travaux nécessaires
SIT-17415	17415	Les Taillades - Vanne	Seuil + vanne	TRA-04	Réhabilitation de régulateurs de niveau existants	- Améliorer la réactivité de fonctionnement et faciliter de l'exploitation	- Renforcement GC - Remise en état des vannes existantes + 2 vannes motorisées - Cuvelage 60 ml	- Renforcement GC + cuvelage - Remplacement des vannes existantes par de nouvelles vannes plus adaptés y compris les cadres et équipements de manœuvre	Solution 2 + motorisation (4 vannes)		1	Ajustement apporté en AVP : + 2 vannes motorisées et + 60 ml de cuvelage
SIT-17816	17816	Les Taillades - Batardeau	Seuil + vanne	TRA-04	Réhabilitation de régulateurs de niveau existants	- Améliorer la réactivité de fonctionnement et faciliter de l'exploitation - Améliorer la qualité de service - Assurer une meilleure sécurité des ouvrages - Assurer la traçabilité de l'exploitation	- Démolition de l'ouvrage existant - Construction d'un seuil long à un autre endroit plus en amont + 3 vannes télégérées - 540 ml de cuvelage en amont (tronçon dégradé) - Mise en place d'un débitmètre ultrasons à différence de temps de transit en aval - Mise en place des alertes de niveau haut et bas	- Démolition de l'ouvrage existant - Construction d'un ouvrage de vannes en travers - Cuvelage en amont (tronçon dégradé) - Mise en place d'un débitmètre ultrasons à différence de temps de transit en aval - Mise en place des alertes de niveau haut et bas	Sans objet		1	Ajustement apporté en AVP : + 120 ml de cuvelage en aval pour mesure de débit/Capteur de niveau Rada
SIT-18750	18750	Les Taillades - PO	Vanne orifice calibré	TRA-03	Déplacement de prises existantes	- Améliorer la qualité de service	Motorisation de la prise C9 au PM 17 414 (PO)	Création de la prise PO au PM 18 750 - Orifice calibré	Sans objet		Aucune	Ce n'est pas l'ouvrage du canal de l'Union. Si la faisabilité technique est avérée, la réalisation des travaux de changement de prise se heurtent à des problématiques de faisabilité administratives et juridiques

Site	PM	Secteur	Type d'ouvrage	Code nature de travaux	Nature de travaux	Objectifs	Solution 1	Solution 2	Solution 3	Solution alternative	Solution retenue AVP	Commentaire
SIT-19669	19669	Caramède	Seuil + vanne	TRA-04	Réhabilitation de régulateurs de niveau existants	- Améliorer la réactivité de fonctionnement et faciliter de l'exploitation - Améliorer la qualité de service - Assurer une meilleure sécurité des ouvrages	- Renforcement du Génie civil - Remplacement des vannes existants par des vannes plus adaptées - Remplacement de la vanne par seuil et vanne de chasse - Mise en place d'une nouvelle passerelle - Remplacement des capteurs existants par des capteurs radar amont de l'ouvrage (y/c dispositif de protection) - Mise en place des alertes de niveau haut	- Renforcement du Génie civil - Remise en état des vannes existantes y compris la vanne AMIL - Mise en place d'une nouvelle passerelle - Remplacement des capteurs existants par des capteurs radar amont de l'ouvrage (y/c dispositif de protection) - Mise en place des alertes de niveau haut - Motorisation	Sans objet		2	Ajustement apporté en AVP : remise en état et fonctionnement des vannes existantes / capteur de niveau Rada
SIT-20909	20909	Robion	Vanne de décharge + Seuil latéral	TRA-07	Réhabilitation des ouvrages de décharges	- Améliorer la réactivité de fonctionnement et faciliter de l'exploitation - Assurer une meilleure sécurité des ouvrages - Assurer la traçabilité de l'exploitation	- Réhabilitation de l'ouvrage existant (remise en état du GC y/c les passerelles) - Remplacer des vannes existantes par nouvelles vannes - Mise en place une conduite de connexion entre l'ouvrage et le canal de décharge - Télégestion de 3 vannes latérales + 3 vannes en travers - 1 vanne latérale automatique - Remise en état du canal de décharge (curage + cuvelage) - Construction d'un nouveau seuil de mesure - Remplacement des capteurs existants par des capteurs radar amont et aval de l'ouvrage (y/c dispositif de protection) - Remplacement des capteurs existants par un débitmètre ultrasons à différence de temps de transit dans le canal de décharge + calibration du canal - Mise en place des alertes de niveau haut et bas	- Démolition de l'ouvrage existant - Reconstruction de l'ouvrage avec une conduite d'évacuation en aval (déversoir, vannes, passerelle) - Télégestion de 3 vannes latérales + 3 vannes en travers - 1 vanne latérale automatique - Remise en état du canal de décharge (curage) - Remplacement des capteurs existants par des capteurs radar amont et aval de l'ouvrage (y/c dispositif de protection) - Remplacement des capteurs existants par un débitmètre ultrasons à différence de temps de transit dans le canal de décharge + calibration du canal - Mise en place des alertes de niveau haut et bas	Sans objet		1	Ajustement apporté en AVP : cuvelage du canal de décharge et construction d'un nouveau seuil de mesure dans ce canal, 1 capteur Rada (en amont – potence au niveau du pont), 2 sondes piézométriques (1 aval et 1 dans le canal de décharge)
SIT-21772	21772	Le Moutillon	Batardeau	TRA-04	Réhabilitation de régulateurs de niveau existants	- Améliorer la réactivité de fonctionnement et faciliter de l'exploitation - Assurer une meilleure sécurité du personnel	- Mise en place des rainures (1/2 planchage chaque côté) - Mise en place d'une passerelle		Sans objet		1	
SIT-23038	23038	Ronflon	Vanne plate à crémaillère	TRA-04	Réhabilitation de régulateurs de niveau existants	- Améliorer la réactivité de fonctionnement et faciliter de l'exploitation - Assurer une meilleure sécurité du personnel	- Remise en état GC (mineur) - Remise en état des vannes (peinture, sablage, graissage, remplacement des joints, etc.) - Mise en place du garde-corps	Solution 1 + motorisation (3 vannes)	Sans objet		1	
SIT-23740	23740	Route de Robion (fin canal)	Vanne	TRA-06	Création de nouveaux régulateurs de débits	- Améliorer la qualité de service - Assurer la traçabilité de l'exploitation - Économiser l'eau	- Mise en place d'un ouvrage de vanne murale automatique + télégestion - 150 ml de cuvelage - Mise en place d'un capteur de niveau en amont - Mise en place d'un débitmètre ultrasons à différence de temps de transit dans le canal en amont et aval du canal - Mise en place des alertes de niveau haut et bas	- Vanne déversante (+ télégestion) - Mise en place d'un capteur de niveau en amont - Mise en place des alertes de niveau haut et bas	- Programmation du fonctionnement Réservoir du canal de l'Isle (alimenté par la station de pompage d'Arrousaire) avec la décharge Robion, ainsi que l'augmentation de la capacité de stockage du bassin. - Mise en place d'un débitmètre ultrasons à différence de temps de transit dans le canal en amont et aval du canal	Étude de faisabilité d'utilisation de la décharge de Saumane ou Élargie du réservoir tampon du canal de l'Isle	1	Ajustement apporté en AVP : + 150 ml de cuvelage/ Sofrel installé dans la station de pompage de l'Arrousaire
SIT-X	X	Bureau	Poste de supervision	TRA-08	Mise en place d'un poste de supervision	Mettre en place une exploitation globale centralisée	- Poste fixe (PC) - Équipement + Installation de serveur et frontal de communication - Installation du logiciel PCWIN2 - Équipement + Installation de l'onduleur - Développement de l'application de supervision		Sans objet		1	4 sites supplémentaires pour récupérer l'information (canaux membres)

NB : dans la mesure où aucune solution n'a été retenue pour les sites SIT-13946 et SIT-18750, ils ne sont pas étudiés dans la suite du rapport.



3 DÉTAIL DES SOLUTIONS RETENUES PAR SITES

3.1 SIT-0 : OUVRAGE DE LA PRISE EN TÊTE

La prise principale sur la Durance est constituée de :

- 18 modules à masque de capacité 1 m³/s chacun,
- 2 modules à masques de capacité 400 l/s chacun,
- 1 module à masques de 200 l/s et 1 module à masques de 100 l/s et
- 1 vanne plate hors service.

Parmi les modules à masques, 08 modules à masques de capacité totale 6 m³/s sont motorisés et télégérés (05 modules à masques de 1 m³/s, 02 modules à masques de 400 l/s chacun et 01 module à masques de capacité 200 l/s).

La prise est une propriété d'EDF, seul le système de télégestion appartient au canal de l'Union. Lors de la phase diagnostic, il est noté que les capteurs de fin de course des modules à masques motorisés et télégérés présentent des dysfonctionnements (la position de la vanne n'est pas souvent détectée).

3.1.1 Descriptif de la solution

Les travaux envisagés pour ce site sont :

- Remise en état des organes de motorisation,
- Remplacement des capteurs de fin de course par un système plus fiable
- Remplacement des capteurs existants par des capteurs radar amont et aval de l'ouvrage (y/c dispositif de protection)
- Motorisation de 02 vannes supplémentaires

3.1.2 Caractéristiques principales des ouvrages projetés

La solution retenue pour ce site est la réhabilitation des organes de motorisation et la motorisation de 2 modules à masques. Le tableau suivant présente la capacité des modules à masques et la nature de manœuvre.

Tableau 3-1 : Caractéristiques des modules à masques – SIT-0

N° de module à masques	Capacité (m ³ /s)	Motorisation	Télégestion	Commentaire
1	1			
2	1			
3	1			
4	1			
5	1			
6	1			
7	1			
8	1			
9	1			
10	1			



N° de module à masques	Capacité (m3/s)	Motorisation	Télégestion	Commentaire
11	1			
12	1	x	x	Motorisation (+ télégestion) de 2 modules
13	1	x	x	
14	1	x	x	Remise en état des organes de motorisation existants
15	1	x	x	
16	1	x	x	
17	1	x	x	
18	1	x	x	
19	0.4	x	x	
20	0.4	x	x	
21	0.2	x	x	
22	0.1			

3.1.3 Descriptif des équipements de la télégestion et mesure projetés

3.1.3.1 Remplacement des capteurs de fins de course

Chaque module à masque est actuellement équipé de capteurs de fin de course à levier avec contact à action brusque. Ce matériel ne donne pas entière satisfaction à cause de son environnement (submersion, chocs, etc.).

Dans le cadre de ces travaux, il est prévu leur remplacement comprenant les adaptations suivantes :

- Tous les capteurs seront installés au-dessus de la cote des plus hautes eaux connues ;
- Les tiges de recopie seront largement dimensionnées pour résister aux chocs d'embâcles ;
- Les capteurs auront les caractéristiques minimales suivantes :
 - A mouvement rectiligne monodirectionnel pour éviter les dérèglages éventuels
 - A boîtier métallique
 - Munis d'un presse étoupe pour le passage étanche du câble
 - De degré de protection minimal IP67 / IK06

Pour les modules à masque motorisés, la tige de recopie sera remplacée par un ensemble composé d'un écrou et de deux capteurs monté sur la vis de manœuvre.

Figure 3-1: Principe de fins de course pour modules à masque motorisé



3.1.3.2 Mesures de niveau amont et aval

Les sondes de niveau amont et aval seront disposées en lieu et place des sondes existantes.

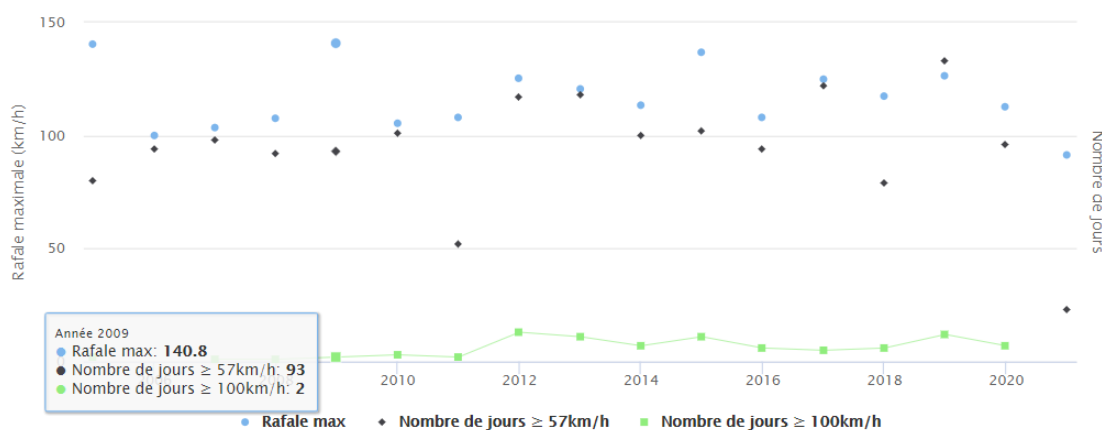


Elles seront installées sur une potence en acier inoxydable 304 L conçu solidement pour résister aux rafales de vents violents (< à 150 km/h relevées sur la station météorologique d'Avignon).

Figure 3-2 : Principe de mesure radar sur potence



Tableau 3-2: Condition de la météo dans la région
Vent et rafales à Avignon



3.1.3.3 Motorisation de deux modules à masque supplémentaires

À l'instar des modules à masque qui sont déjà motorisés, deux modules supplémentaires verront leur manœuvre manuelle convertie en manœuvre motorisée. Le dispositif à vis sans fin accouplée à un motoréducteur sera reconduit.

Il sera dimensionné pour reprendre les efforts d'ouverture d'un module à masque en charge à l'amont et vide à l'aval. La course de manœuvre sera d'un mètre parcourue en 2 min 30 sec. Le motoréducteur sera alimenté en triphasé 400 V et sera muni de capteurs de fin de course ouvert et fermé.



3.1.3.4 Automatisation

L'automate programmable industriel (API) de marque Schneider Electric M221 qui a été remplacé en 2019 avec le S550 comprend 24 entrées tout-ou-rien (TOR), 16 sorties tout-ou-rien et une extension de 16 entrées tout-ou-rien. Lors du diagnostic, il a été relevé que toutes les entrées et sorties étaient câblées à l'exception de trois entrées (I21 à I23).

L'ajout des deux nouvelles motorisations implique la nécessité de quatre nouvelles sorties TOR pour leur télécommande (2x ouvertures et 2x fermetures). Un module standard de 8 entrées et de 8 sorties TOR est prévu et permettra l'ajout ultérieur de deux autres modules motorisés.

Le remplacement des capteurs de fins de course et des sondes de niveaux ne modifient pas le nombre d'entrées et de sorties sur l'API.

Le Sofrel S550 ne sera plus fabriqué par Sofrel à partir de mars 2022 mais qui assure toutefois la maintenance et l'assistance technique de cette gamme jusqu'en avril 2030. Ce matériel ayant été remplacé il y a deux ans, nous ne jugeons pas son remplacement nécessaire. Néanmoins, la carte modem de type PSTN (réseau RTC) sera remplacée par une carte modem GSM-3 (réseau 3G / 3G+).

3.1.4 Estimation des coûts

Le tableau suivant présente les coûts de travaux et d'investissement.

Tableau 3-3 : Estimation des coûts de travaux et d'investissement – SIT-0

N° prix	Libellé prix	Code unité	Description unité	Prix unitaire (€)	Quantité	Montant total (€ HT)
1. PRIX GENERAUX						5 000
101	Installation et repliement du chantier, frais d'alimentation du chantier en énergie, eau, études d'exécution et l'établissement du dossier de récolement, etc.	15%	15% du montant total des travaux	0	31 900	5 000
4. VANTELLERIE						18 960
421	Ensemble de fins de course sur vanne	u	L'unité	860	6	5 160
423	Motorisation sur module à masques	u	L'unité	6 900	2	13 800
5. EQUIPEMENTS DE METROLOGIE (FOURNITURE ET POSE)						5 000
504	Mesure de niveau par capteur radar	u	L'unité	2 500	2	5 000
6. EQUIPEMENTS DE TELEGESTION (FOURNITURE ET POSE)						7 940
606	Carte modem GSM-3 (3G) pour S550	u	L'unité	580	1	580
607	Module de 8 sorties TOR pour API M221	u	L'unité	460	1	460
623	Remise en état des organes de motorisation	u	L'unité	1 150	6	6 900
Coût travaux (€ HT)						37 000
	Frais d'honoraires de maîtrise d'ouvrage et de maîtrise d'œuvre				12%	4 400
	Autres frais d'investissement (autres études, investigations complémentaires, foncier,....)				8%	3 000
Coût total investissement (€ HT)						44 000



3.2 SIT-1282 : BATARDEAU AU PM 1282

L'ouvrage est constitué de deux batardeaux de hauteur maximale 60 cm disposant d'une passerelle. Cet ouvrage sert à maintenir le niveau haut pour une bonne alimentation de la prise de l'ASA Mérindol.

Lors de la phase diagnostic, il est noté que la passerelle d'accès à l'ouvrage présente une forte rouille et est non solide constituant ainsi un danger pour la sécurité du personnel.

3.2.1 Descriptif de la solution

Les travaux envisagés pour ce site sont :

- Remise en état des rainures des batardeaux
- Remplacement de la passerelle

3.2.2 Caractéristiques principales des ouvrages projetés

3.2.2.1 Rainures des batardeaux

L'ouvrage de batardeaux comprend 2 blocs de batardeaux de 3.5 m de large, constitués d'une rainure métallique et de planchages en bois.

3.2.2.2 Passerelle

La passerelle mesure 9 m de longueur et 1 m de largeur. Elle est constituée de :

- Garde-corps acier galvanisé
- Caillebotis (250 kg)
- 2 Profiles industriels

3.2.3 Estimation des coûts

Le tableau suivant présente les coûts de travaux et d'investissement.

Tableau 3-4 : Estimation des coûts de travaux et d'investissement – SIT-1282

N° prix	Libellé prix	Code unité	Description unité	Prix unitaire (€)	Quantité	Montant total (€ HT)
1. PRIX GENERAUX						4 000
101	Installation et repliement du chantier, frais d'alimentation du chantier en énergie, eau, études d'exécution et établissement du dossier de récolement, etc.	15%	15% du montant total des travaux	0	23 750	4 000
3. GENIE CIVIL						2 300
314	Dépose d'une passerelle existante	Ft	Forfaitaire	2 300	1	2 300
4. VANTELLERIE						1 200
431	Remise en état de rainure	Ft	Forfaitaire	1 200	1	1 200
8. AUTRES EQUIPEMENTS						20 250
802	Garde-corps acier galvanise	ml	Le mètre linéaire	260	18	4 680
803	Caillebotis (250 kg)	m²	Le mètre carré	290	9	2 610
804	Profile industriel	kg	Le kilogramme	18	720	12 960



N° prix	Libellé prix	Code unité	Description unité	Prix unitaire (€)	Quantité	Montant total (€ HT)
Coût travaux (€ HT)						28 000
	Frais d'honoraires de maîtrise d'ouvrage et de maîtrise d'œuvre				12%	3 400
	Autres frais d'investissement (autres études, investigations complémentaires, foncier,....)				8%	2 200
Coût total investissement (€ HT)						34 000

3.3 SIT-1730 : BATARDEAU AU PM 1730

L'ouvrage est constitué de deux batardeaux de hauteur maximale 60 cm disposant d'une passerelle métallique. Cet ouvrage sert à maintenir le niveau haut pour une bonne alimentation de la prise de l'ASA Mérindol.

Lors de la phase diagnostic, il est noté que la passerelle d'accès à l'ouvrage présente une forte rouille et est non solide constituant ainsi un danger pour la sécurité du personnel.

3.3.1 Descriptif de la solution

Les travaux envisagés pour ce site sont :

- Remise en état des rainures
- Remplacement de la passerelle

3.3.2 Caractéristiques principales des ouvrages projetés

3.3.2.1 Rainures des batardeaux

L'ouvrage de batardeaux comprend 2 blocs batardeaux de 3.5 m de large, constitués d'une rainure métallique et de planchages en bois.

3.3.2.2 Passerelle

La passerelle mesure 9 m de longueur et 1 m de largeur. Elle est constituée de :

- Garde-corps acier galvanisé
- Caillebotis (250 kg)
- 2 Profile industriel



3.3.3 Estimation des coûts

Le tableau suivant présente les coûts de travaux et d'investissement.

Tableau 3-5 : Estimation des coûts de travaux et d'investissement – SIT-1730

N° prix	Libellé prix	Code unité	Description unité	Prix unitaire (€)	Quantité	Montant total (€ HT)
1. PRIX GENERAUX						4 000
101	Installation et repliement du chantier, frais d'alimentation du chantier en énergie, eau, études d'exécution et établissement du dossier de récolement, etc.	15%	15% du montant total des travaux	0	23 750	4 000
3. GENIE CIVIL						2 300
314	Dépose d'une passerelle existante	Ft	Forfaitaire	2 300	1	2 300
4. VANTELLERIE						1 200
431	Remise en état de rainure	Ft	Forfaitaire	1 200	1	1 200
8. AUTRES EQUIPEMENTS						20 250
802	Garde-corps acier galvanisé	ml	Le mètre linéaire	260	18	4 680
803	Caillebotis (250 kg)	m²	Le mètre carré	290	9	2 610
804	Profile industriel	kg	Le kilogramme	18	720	12 960
Coût travaux (€ HT)						28 000
	Frais d'honoraires de maîtrise d'ouvrage et de maîtrise d'œuvre				12%	3 400
	Autres frais d'investissement (autres études, investigations complémentaires, foncier,...)				8%	2 200
Coût total investissement (€ HT)						34 000

3.4 SIT-4130 : BATARDEAU AU PM 4130

Les batardeaux sont situés entre le pont à voûte (de Régalon) sous le CD 973 et la chute présente au niveau de Logis Neuf (environ 100 m à l'aval des batardeaux). Ils sont équipés d'une passerelle métallique facilitant leur manipulation. La hauteur maximale des batardeaux est de 1,8 m et la largeur est 6,21 m. Cet ouvrage permet de maintenir le niveau haut pour l'alimentation de la prise de la Montagne.

Lors de la phase diagnostic, il est noté que la passerelle d'accès à l'ouvrage présente une forte rouille et est non solide constituant ainsi un danger pour la sécurité du personnel.

Par ailleurs, la nouvelle prise de la Montagne a été créée en amont et elle est en attente de l'autorisation pour la mise en service.

La solution retenue en AVP pour ce site est mise en service de la nouvelle prise de la Montagne. Il n'y a aucuns travaux envisagés pour ce site. Par conséquence, le coût de travaux est nul.



3.5 SIT-5454 : VANNE DE DÉCHARGE AU PM 5454

La décharge de la Roquette est située entre la station de pompage de Logis Neuf et les vannes plates à crémaillère (PM-5484). L'ouvrage est constitué :

- d'un déversoir latéral de sécurité de longueur 19,70 m
- de 02 vannes motorisées identiques pour la décharge (hauteur = 2 m et largeur = 1,57 m pour chaque vanne).
- de 7 vannes en travers identiques dont 2 vannes sont motorisées, mais elles ne sont pas toujours fonctionnelles. Les dimensions de chaque vanne sont les suivantes : hauteur = 2,02 m et largeur = 1,15 m.

Il comprend également deux sondes de mesure de niveaux (1 en amont dans le canal de l'Union et 1 dans le canal de décharge) de type immergé à capteur piézométrique dont les informations arrivent au télétransmetteur installé dans l'armoire de contrôle commande (située dans un local en rive droite du canal).

Lors de la phase diagnostic, il est noté que :

- l'ouvrage en travers présente globalement de la rouille, certaines parties sont cassées ;
- certaines pelles des vannes sont perforées ;
- l'étanchéité n'est pas assurée au niveau de la gaine de protection du câble des capteurs de fin de course des vannes motorisées ;
- les crémaillères des vannes fonctionnent difficilement et
- le système de télétransmission est obsolète.

3.5.1 Descriptif de la solution

Les travaux envisagés pour ce site sont :

- Remplacement de toutes les vannes transversales et dispositif de motorisation (3 vannes motorisées + télégérées)
- Remise en état des vannes latérales (peinture, sablage, graissage, remplacement des joints, etc.)
- Remise en état des capteurs de fin de course (problème d'étanchéité) + canal de décharge (curage)
- Remise en état des équipements de télétransmission
- Remise en état de la passerelle d'accès à l'ouvrage
- Remplacement des capteurs existants par des sondes piézométriques
- Mise en place d'un débitmètre ultrasons à différence de temps de transit en aval
- Mise en place d'une sonde piézométrique dans le canal de décharge + calibration du canal
- Mise en place des alertes de niveau haut et bas
- Mesures des positions des vannes (toutes)



3.5.2 Caractéristiques principales des ouvrages projetés

Le tableau suivant présente les principales caractéristiques des vannes.

Tableau 3-6 : Caractéristiques des vannes – SIT-5454

N° de vanne	Type	Largeur (mm)	Hauteur (mm)	Remplacement	Remise en état	Motorisation	Télégestion
Vanne en travers							
1	Vanne murale	1200	2000	x		x	x
2	Vanne murale	1200	2000	x		x	x
3	Vanne murale	1200	2000	x		x	x
4	Vanne murale	1200	2000	x			
5	Vanne murale	1200	2000	x			
6	Vanne murale	1200	2000	x			
7	Vanne murale	1200	2000	x			
Vanne de décharge							
1	Vanne murale	1250	2000		x	x	x
2	Vanne murale	1250	2000		x	x	x

3.5.3 Descriptif des équipements de la télégestion et mesure projetés

3.5.3.1 Remplacement des capteurs de fins de course

Le renouvellement des quatre vannes murales transversales comprend la fourniture d'un organe de manœuvre par volant et réducteur équipé de contacts de fin de course ouvert et fermé.

La remise en état des deux vannes latérales du canal de décharge comprend le remplacement des capteurs de fins de course par du matériel robuste adapté à son environnement :

- A levier galet métallique
- A boîtier métallique
- Munis d'un presse étoupe pour le passage étanche du câble
- De degré de protection minimal IP66 / IK07

3.5.3.2 Mesures de niveau

Les sondes de niveau de type piézométrique seront disposées en lieu et place des sondes existantes dans le canal principal et dans le canal de décharge.

La sonde amont sera installée à l'intérieur d'un tube en acier inoxydable 304 L dont l'extrémité inférieure est fermée par bouchon perforé (type crépine) et l'extrémité supérieure est fermée par bouchon muni d'un cadenas, comme illustré ci-après.



Figure 3-3 : Principe du puits de mesure pour sonde piézométrique



La sonde aval sera installée dans le regard existant situé à une soixantaine de mètres de l'ouvrage.

3.5.3.3 Mesure de débit

Une mesure de débit sera installée sur le canal principal ainsi que sur le canal de décharge.

CANAL PRINCIPAL

Cette mesure repose sur la mesure de la vitesse de l'eau par la différence du temps de propagation de l'onde sonore entre l'émetteur et le récepteur disposés de part et d'autre du canal.

Le matériel se compose de six sondes à ultrasons (qui formeront trois « cordes » de vitesse), d'un capteur de niveau d'eau et d'un convertisseur. Les sondes seront installées sur chacun des bajoyers avec un angle de tirs de 45° et à une distance minimale équivalente à :

- 10 fois la largeur du radier à l'amont
- 2 fois la largeur du radier à l'aval

Dans le cas du canal principal, le capteur de niveau utilisé sera celui de la sonde aval de l'ouvrage.

Ces sondes seront montées sur des supports de type glissières, qui seront fixés sur les bajoyers du canal. À noter que la paire de sondes la plus basse devra être recouverte d'une lame d'eau supérieure à 50 cm pour fournir des valeurs cohérentes.

Une tranchée sera réalisée au fond du chenal ainsi que le long d'une des berges pour enfouir les câbles de liaisons entre les sondes et le convertisseur. Le signal de sortie du convertisseur sera raccordé au Sofrel.

CANAL DE DÉCHARGE

Ici, la faible hauteur d'eau ne permet pas de mettre en œuvre le débitmètre décrit précédemment. La mesure de débit repose sur la mesure de la lame d'eau sur le seuil et la courbe de tarage (relation débit/hauteur).

Lors de sa mise en service, une campagne de jaugeage sera effectuée pour déterminer la courbe. Le nombre de mesure doit être au moins 6 (10%, 20%, 30%, 50%, 75% et 100%) afin d'établir une courbe de tarage fiable.



3.5.3.4 Motorisation des vannes transversales

Le renouvellement des trois vannes murales transversales motorisées comprend la fourniture d'un servomoteur multitours à commande tout-ou-rien alimenté en triphasé 400 V.

Le réducteur sera équipé de contacts de fin de course ouvert et fermé, de limiteurs de couple, d'une recopie de position analogique et d'un volant de manœuvre avec une commande débrayable.

La puissance et le couple seront dimensionnés par l'entreprise et au besoin une campagne de mesure de couple sera réalisée sur site. Le temps de manœuvre ne devra pas excéder 6 minutes.

3.5.3.5 Automatisation

Depuis la phase de diagnostic, l'API Crouzet RPX30 et le Sofrel S50 ont été remplacés par un contrôleur Schneider TM221 et un automate de télétransmission Sofrel S550.

Ces deux équipements devront être dimensionnés pour recevoir les positions (O/F) des neuf vannes, les recopies de position analogique des trois vannes transversales motorisées, des deux vannes de décharge motorisées, des trois sondes de niveau amont/aval/décharge, du débitmètre. Ils assureront la transmission des ordres d'ouverture et de fermeture des trois vannes transversales motorisées.

L'API TM221 verra sa configuration complétée a minima de plusieurs modules standards de 16 entrées TOR, 8 sorties TOR, 8 entrées ANA et 4 sorties ANA.

L'automate de télétransmission communiquera avec le poste central de supervision via son modem GSM-3 (réseau 3G / 3G+).

Les travaux comprennent également le remplacement des appareillages de protection et de commande des servomoteurs des trois nouvelles motorisations. Compte tenu de la vétusté de l'armoire de contrôle commande, nous préconisons son renouvellement.

A noter que les travaux de modernisation de cet ouvrage étant prévus à l'horizon 2030, nous prévoyons le renouvellement du Sofrel comme demandé par le Canal de l'Union.

3.5.4 Estimation des coûts

Le tableau suivant présente les coûts de travaux et d'investissement.

Tableau 3-7 : Estimation des coûts de travaux et d'investissement – SIT-5454

N° prix	Libellé prix	Code unité	Description unité	Prix unitaire (€)	Quantité	Montant total (€ HT)
1. PRIX GENERAUX						35 000
101	Installation et repliement du chantier, frais d'alimentation du chantier en énergie, eau, études d'exécution et établissement du dossier de récolement, etc.	15%	15% du montant total des travaux	0	233 220	35 000
2. TERRASSEMENT						700
206	Curage des canaux de décharge	ml	Le mètre linéaire	7	100	700
3. GENIE CIVIL						1 200
315	Remise en état de la passerelle	Ft	Forfaitaire	1 200	1	1 200
4. VANTELLERIE						165 620
408	Vanne murale 1200 x 2000 - manuelle	u	L'unité	19 500	4	78 000
416	Vanne murale 1200 x 2000 - motorisée	u	L'unité	22 900	3	68 700
421	Ensemble de fins de course sur vanne	u	L'unité	860	2	1 720



N° prix	Libellé prix	Code unité	Description unité	Prix unitaire (€)	Quantité	Montant total (€ HT)
424	Mesure de la position de vanne	u	L'unité	2 300	4	9 200
430	Remise en état d'une vanne murale existante (sablage, peinture, remplacement cric pour adaptation motorisation, chgt glissière + graissage)	u	-	4 000	2	8 000
5. EQUIPEMENTS DE METROLOGIE (FOURNITURE ET POSE)						50 300
501	Échelle limnimétrique	u	L'unité	1 200	2	2 400
503	Mesure de débit par 3 cordes acoustiques	u	L'unité	38 300	1	38 300
505	Mesure de niveau par sone piézométrique	u	L'unité	1 200	3	3 600
507	Mesure de débit sur seuil mince	Ft	Forfaitaire	6 000	1	6 000
6. EQUIPEMENTS DE TELEGESTION (FOURNITURE ET POSE)						6 200
602	Coffret standard (type S550)	u	L'unité	6 200	1	6 200
7. TRAVAUX ELECTRIQUES						9 200
714	Fourniture d'une armoire électrique pour vannes	Ft	Forfaitaire	9 200	1	9 200
Coût travaux (€ HT)						268 000
	Frais d'honoraires de maîtrise d'ouvrage et de maîtrise d'œuvre				12%	32 200
	Autres frais d'investissement (autres études, investigations complémentaires, foncier,...)				8%	21 400
Coût total investissement (€ HT)						322 000

3.6 SIT-8264 : VANNE AMIL AU PM 8264

L'ouvrage se situe en travers du canal de l'Union à proximité de la prise du canal Saint Julien. Il est constitué de 02 vannes AMIL D450. Ces vannes AMIL ne fonctionnent pas correctement. Aussi, on a la présence d'un déversoir de sécurité entre les vannes AMIL et les modules à masque (prise du canal Saint Julien). Cela permet de rediriger l'eau dans le canal de l'Union en cas de problème de fonctionnement d'une des vannes.

Lors de la phase diagnostic, il est noté que l'ouvrage présente globalement de la rouille et fonctionne difficilement lorsque les débits sont faibles, pas tout à fait réglé selon l'axe.

3.6.1 Descriptif de la solution

Les travaux envisagés pour ce site sont :

- Remplacement de l'ouvrage existant par un seuil long et 3 vannes télégérées
- Mise en place d'un capteur de niveau en amont
- Mise en place des alertes de niveau haut et bas

3.6.2 Caractéristiques principales des ouvrages projetés

L'ouvrage projeté est constitué d'un seuil long et de 3 vannes télégérées dont les caractéristiques principales sont présentées dans les tableaux suivants.

Tableau 3-8 : Caractéristiques de l'ouvrage – SIT-8264

Paramètre	Valeur	Unité
Débit de dimensionnement	12	m3/s
Cote seuil	101.4	NGF
Longueur seuil	45	m
Largeur totale des vannes	3	m

Tableau 3-9 : Caractéristiques des vannes – SIT-8264

N° de vanne	Type	Largeur (mm)	Hauteur (mm)	Motorisation	Télégestion
1	Vanne murale	1000	2100	x	x
2	Vanne murale	1000	2100	x	x
3	Vanne murale	1000	2100	x	x

3.6.3 Descriptif des équipements de la télégestion et mesure projetés

3.6.3.1 Mesures de niveau amont

La sonde de niveau amont sera disposée à proximité de la sonde radar existante appartenant au Canal Saint Julien. Elle sera de même technologie et installée sur une crosse en acier inoxydable 304 L fixée au génie civil. Le câble de mesure rejoindra le transmetteur implanté dans l'armoire de contrôle commande.

Figure 3-4 : Sonde de niveau amont Bel Hoste



3.6.3.2 Motorisation des vannes

Les trois vannes murales seront mues par un servomoteur multitours à commande tout-ou-rien alimenté en triphasé 400 V. Le réducteur sera équipé de contacts de fin de course ouvert et fermé, de limiteurs de couple, d'une recopie de position analogique et d'un volant de manœuvre avec une commande débrayable. Le temps de manœuvre ne devra pas excéder 6 minutes.



Les appareillages de puissance et de contrôle commande de ces vannes seront implanté dans une armoire électrique dédiée. Les câbles chemineront à l'intérieur de goulottes ou de chemins de câbles capotés sur l'ouvrage puis à l'intérieur de fourreaux posés en pleine terre jusqu'à l'armoire électrique.

3.6.3.3 Automatisation

L'armoire électrique de puissance et de contrôle commande comprendra l'ensemble des appareillages de protection, de relayage et de commande des équipements. Un automate de télétransmission assurera le rapatriement des informations propres à l'ouvrage (état, mesure, etc.) et délivrera les ordres d'ouverture et de fermeture des vannes.

Cet automate de télétransmission sera de type Sofrel S4W et communiquera avec le logiciel de supervision PC Win 2 du Canal de l'Union par modem GSM-3 (3G / 3G+).

Cette armoire sera alimentée depuis le réseau à basse tension d'Enedis sous une tension triphasée + neutre 400 V. Le coffret de raccordement REMBT sera disposé en limite de propriété et abritera le compteur. L'armoire sera disposée à l'intérieur d'un abri maçonné comme illustré ci-après. Les câbles de liaison entre ce coffret et cette armoire chemineront sous fourreaux.

Figure 3-5 : Principe de bâti pour armoire de contrôle-commande





3.6.4 Estimation des coûts

Le tableau suivant présente les coûts de travaux et d'investissement.

Tableau 3-10 : Estimation des coûts de travaux et d'investissement – SIT-8264

N° prix	Libellé prix	Code unité	Description unité	Prix unitaire (€)	Quantité	Montant total (€ HT)
1. PRIX GENERAUX						39 000
101	Installation et repliement du chantier, frais d'alimentation du chantier en énergie, eau, études d'exécution et établissement du dossier de récolement, etc.	15%	15% du montant total des travaux	0	257 141	39 000
2. TERRASSEMENT						6 871
202	Déblai terrain meuble	m³	Le mètre cube	18	137	2 466
203	Remblais pour construction des ouvrages ou berges	m³	Le mètre cube	30	78	2 340
204	Évacuation des déblais excédentaires	m³	Le mètre cube	35	59	2 065
3. GENIE CIVIL						128 980
301	Béton armé dosé à 350 kg/m³	m³	Le mètre cube	540	108	58 320
302	Béton propreté de 150 kg/m³	m³	Le mètre cube	270	28	7 560
303	Coffrage	m²	Le mètre carré	120	330	39 600
312	Démolition d'un ouvrage béton armé	m³	Le mètre cube	200	103	20 600
316	Local pour l'armoire de contrôle commande	Ft	Forfaitaire	2 900	1	2 900
4. VANTELLERIE						73 400
413	Vanne murale 1000 x 2100 - motorisée	u	L'unité	21 800	3	65 400
432	Dépose d'une vanne AMIL	u	L'unité	4 000	2	8 000
5. EQUIPEMENTS DE METROLOGIE (FOURNITURE ET POSE)						4 900
501	Échelle limnimétrique	u	L'unité	1 200	2	2 400
504	Mesure de niveau par capteur radar	u	L'unité	2 500	1	2 500
6. EQUIPEMENTS DE TELEGESTION (FOURNITURE ET POSE)						6 200
602	Coffret standard (type S550)	u	L'unité	6 200	1	6 200
7. TRAVAUX ELECTRIQUES						11 500
701	Raccordement électrique-Bel Hoste	Ft	Forfaitaire	2 300	1	2 300
714	Fourniture d'une armoire électrique pour vannes	Ft	Forfaitaire	9 200	1	9 200
8. AUTRES EQUIPEMENTS						25 290
802	Garde-corps acier galvanisé	ml	Le mètre linéaire	260	22	5 720
803	Caillebotis (250 kg)	m²	Le mètre carré	290	11	3 190
804	Profile industriel	kg	Le kilogramme	18	860	15 480
805	Clôture panneaux rigides 2 m	ml	Le mètre linéaire	100	2	200
806	Portillon d'accès à l'ouvrage	u	L'unité	350	1	350
807	Escalier d'accès dans le canal	u	L'unité	350	1	350
Coût travaux (€ HT)						296 000
	Frais d'honoraires de maîtrise d'ouvrage et de maîtrise d'œuvre				12%	35 500
	Autres frais d'investissement (autres études, investigations complémentaires, foncier,...)				8%	23 700
Coût total investissement (€ HT)						355 000



3.7 SIT-10611 : VANNE DE DÉCHARGE AU PM 10611

La décharge de Redortier est située en rive gauche du canal de l'Union. Cette décharge est équipée de deux vannes plates et de trois siphons Neyrtec. L'ouvrage a rôle de sécurisation du canal en cas d'orage (rejet des eaux du bassin versant de la Durance dans la Durance, évacuation des eaux de sources qui sont nombreuses à l'amont). Cet ouvrage est aujourd'hui hors service.

Lors de la phase diagnostic, il est noté que :

- la passerelle d'accès à l'ouvrage présente une forte rouille et est non solide constituant ainsi un danger pour la sécurité du personnel ;
- l'ouvrage et la conduite de décharge sont dégradés et
- les vannes présentent de la rouille.

3.7.1 Ajustements apportés en AVP

En phase AVP, les ajustements suivants ont été apportés :

- Reprise du fossé au niveau du point de rejet pour le bassin de dissipation
- Mise en place d'une grille de protection

3.7.2 Descriptif de la solution

Les travaux envisagés pour ce site sont :

- Reconstruction d'une partie de l'ouvrage de la vanne principale, d'une passerelle et de 3 siphons aspirants (1 m³/s)
- Remise en état de la vanne de secours
- Changement de la conduite d'évacuation (DN 800 mm et L = 60 m) et reprise du fossé au niveau du point de rejet
- Mise en place d'une grille de protection
- Mise en place de batardeau + passerelle en travers
- Mise en place d'équipement pour la télégestion de la vanne latérale
- Mise en place d'un capteur radar en amont
- Mise en place d'un débitmètre dans la conduite d'évacuation

3.7.3 Caractéristiques principales des ouvrages projetés

L'ouvrage projeté est constitué de 60 ml de conduite DN 800, de 3 siphons aspirants et de deux vannes dont les caractéristiques principales sont présentées dans le tableau suivant.

Tableau 3-11 : Caractéristiques des vannes – SIT-10611

N° de vanne	Type	Largeur (mm)	Hauteur (mm)	Remplacement	Remise en état?	Motorisation	Télégestion
Vanne principale	Vanne murale	1200	1800	x		x	x
Vanne de secours	Vanne murale	800	1100		x		



3.7.4 Descriptif des équipements de la télégestion et mesure projetés

3.7.4.1 Mesures de niveau amont

La sonde de niveau amont implantée en rive gauche du canal, à l'amont de l'ouvrage. Elle sera disposée à l'intérieur d'un puits de mesure constitué d'un regard en béton directement relié au canal par l'intermédiaire d'une conduite. Un tube de tranquillisation limitera les phénomènes de remous au droit de la sonde. Le regard sera obturé sur sa partie supérieure par un tampon verrouillable. Le câble de mesure rejoindra le transmetteur implanté dans l'armoire de contrôle commande.

3.7.4.2 Mesure de débit

La mesure de débit sera effectuée sur la conduite DN 800 à l'aide d'un débitmètre électromagnétique DN 600. De part et d'autre de cet appareil, on retrouvera un ensemble de convergent et de divergent DN 800 / DN 600 respectant un angle $\alpha/2 = 8^\circ$.

Pour faciliter sa pose / dépose, une manchette de démontage ajustable en DN 600 PFA 10 bars.

Son convertisseur de mesure sera installé dans l'armoire électrique décrite ci-après. L'information de débit sera raccordée sur la carte d'entrée ANA de l'automate de télétransmission.

3.7.4.3 Vanne motorisée

La vanne murale latérale sera mue par un servomoteur multitours à commande tout-ou-rien alimenté en triphasé 400 V. Le réducteur sera équipé de contacts de fin de course ouvert et fermé, de limiteurs de couple, d'une recopie de position analogique et d'un volant de manœuvre avec une commande débrayable. Le temps de manœuvre ne devra pas excéder 6 minutes.

Les appareillages de puissance et de contrôle commande de cette vanne seront implantés dans une armoire électrique dédiée. Les câbles chemineront à l'intérieur de goulottes ou de chemins de câbles capotés sur l'ouvrage puis à l'intérieur de fourreaux posés en pleine terre jusqu'à l'armoire électrique.

3.7.4.4 Automatisme

L'armoire électrique de puissance et de contrôle commande comprendra l'ensemble des appareillages de protection, de relaying et de commande des équipements. Un automate de télétransmission assurera le rapatriement des informations propres à l'ouvrage (état, mesure, etc.) et délivrera les ordres d'ouverture et de fermeture des vannes.

Cet automate de télétransmission sera de type Sofrel S4W et communiquera avec le logiciel de supervision PC Win 2 du Canal de l'Union par modem GSM-3 (3G / 3G+).

Cette armoire sera alimentée depuis le réseau à basse tension d'Enedis sous une tension triphasée + neutre 400 V. Le coffret de raccordement REMBT sera disposé en limite de propriété et abritera le compteur. L'armoire sera disposée à l'intérieur d'un abri maçonné comme illustré précédemment. Les câbles de liaison entre ce coffret et cette armoire chemineront sous fourreaux.

3.7.5 Estimation des coûts

Le tableau suivant présente les coûts de travaux et d'investissement.



Tableau 3-12 : Estimation des coûts de travaux et d'investissement – SIT-10611

N° prix	Libellé prix	Code unité	Description unité	Prix unitaire (€)	Quantité	Montant total (€ HT)
1. PRIX GENERAUX						35 000
101	Installation et repliement du chantier, frais d'alimentation du chantier en énergie, eau, études d'exécution et établissement du dossier de récolement, etc.	15%	15% du montant total des travaux	0	231 100	35 000
2. TERRASSEMENT						600
205	Débroussaillage	m²	Le mètre carré	6	100	600
3. GENIE CIVIL						32 620
301	Béton armé dosé à 350 kg/m³	m³	Le mètre cube	540	28	15 120
304	Béton non armé	m³	Le mètre cube	270	10	2 700
309	Remise en état Maçonnerie	m³	Le mètre carré	330	30	9 900
312	Démolition d'un ouvrage béton armé	m³	Le mètre cube	200	10	2 000
316	Local pour l'armoire de contrôle commande	Ft	Forfaitaire	2 900	1	2 900
4. VANTELLERIE						56 700
415	Vanne murale 1200 x 1800 - motorisée	u	L'unité	21 700	1	21 700
420	Siphon aspirant Neyrtec	u	L'unité	8 200	3	24 600
428	Rainures batardage (L =3.5 m)	-	-	3 500	2	7 000
429	Planchage en bois	u	L'unité	600	2	1 200
430	Remise en état d'une vanne murale existante (sablage, peinture, remplacement cric pour adaptation motorisation, chgt glissière + graissage)	u	-	1 000	1	1 000
433	Dépose d'une vanne murale + passerelle	u	L'unité	1 200	1	1 200
5. EQUIPEMENTS DE METROLOGIE (FOURNITURE ET POSE)						22 200
501	Echelle limnimétrique	u	L'unité	1 200	1	1 200
505	Mesure de niveau par sone piézométrique	u	L'unité	1 200	1	1 200
506	Débit mètre électromagnétique D600 (y/c le cône de réduction DN800)	u	L'unité	19 800	1	19 800
6. EQUIPEMENTS DE TELEGESTION (FOURNITURE ET POSE)						7 200
602	Coffret standard (type S550)	u	L'unité	6 200	1	6 200
605	Programmation pour vanne automatique	u	L'unité	1 000	1	1 000
7. TRAVAUX ELECTRIQUES						20 100
702	Raccordement électrique-Redortier	Ft	Forfaitaire	10 900	1	10 900
714	Fourniture d'une armoire électrique pour vannes	Ft	Forfaitaire	9 200	1	9 200
8. AUTRES EQUIPEMENTS						91 680
801	Conduite Acier DN800	ml	Le mètre linéaire	860	60	51 600
802	Garde-corps acier galvanisé	ml	Le mètre linéaire	260	30.0	7 800
803	Caillebotis (250 kg)	m²	Le mètre carré	290	12.0	3 480
804	Profile industriel	kg	Le kilogramme	18	1200.0	21 600
805	Clôture panneaux rigides 2 m	ml	Le mètre linéaire	100	15	1 500
806	Portillon d'accès à l'ouvrage	u	L'unité	350	1	350
807	Escalier d'accès dans le canal	u	L'unité	350	1	350
809	Dépose d'une conduite DN500	Ft	Forfaitaire	2 100	1	2 100
810	Joint de montage	u	L'unité	2 900	1	2 900
Coût travaux (€ HT)						266 000
	Frais d'honoraires de maîtrise d'ouvrage et de maîtrise d'œuvre				12%	31 900
	Autres frais d'investissement (autres études, investigations complémentaires, foncier,...)				8%	21 300
Coût total investissement (€ HT)						319 000



3.8 SIT-13100 : OUVRAGES VALLONCOURT- VIDAUQUE

Ce site comprend deux ouvrages existants :

- Batardeau-Vanne AMIL Barraillère se situe en aval du pont de Ranque, l'ouvrage est composé d'une vanne AMIL D280 et de batardeaux. La hauteur maximale autorisée des batardeaux est de 1,40 m.
- Batardeau-Vanne AMIL Vidauque est situé à l'aval du pont de Vidauque. L'ouvrage est constitué d'une vanne AMIL D 280 et deux (02) batardeaux (hauteur maximale des plateaux 1,8 m).

Ces deux ouvrages permettent de maintenir un niveau d'eau élevé pour l'alimentation des prises du canal de l'ASCO Cabedan Neuf. Cependant, certaines prises en amont de ces ouvrages sont mal alimentées pendant la saison hors pointe.

Lors de la phase diagnostic, il est noté :

- les passerelles d'accès à l'ouvrage présentent de la rouille et
- les vannes AMIL ne sont pas fonctionnelles (bloquées).

3.8.1 Ajustements apportés en AVP

En phase AVP il a été ajouté 45 ml de cuvelage supplémentaires entre la Barraillère et Valloncourt.

3.8.2 Descriptif de la solution

Pour ce site, il existe 3 ouvrages : Valloncourt, Barraillère et Vidauque. Les travaux envisagés sont :

VALLONCOURT

- Création d'un seuil long et 3 vannes télégérées
- Cuvelage de 710 ml
- Mise en place d'un capteur de niveau en amont
- Mise en place des alertes de niveau haut et bas

BARRAILLÈRE

- Dépose d'une vanne AMIL et batardeaux
- Cuvelage de 45 ml

VIDAUQUE

- Remplacement de l'ouvrage existant par un seuil long et 3 vannes télégérées
- Mise en place d'un capteur de niveau en amont
- Mise en place des alertes de niveau haut et bas



3.8.3 Caractéristiques principales des ouvrages projetés

Les ouvrages projetés sont constitués chacun d'un seuil long et de 3 vannes télégérées dont les caractéristiques principales sont présentées dans les tableaux suivants.

Tableau 3-13 : Caractéristiques de l'ouvrage – SIT-13100

Paramètre	Unité	Valeur - Valloncourt	Valeur - Vidauque
Débit de dimensionnement	m ³ /s	12	12
Cote seuil	NGF	99.2	98.4
Longueur seuil	m	31	43
Largeur totale des vannes	m	3.6	3.6

Tableau 3-14 : Caractéristiques des vannes – SIT-13100

N° de vanne	Type	Largeur (mm)	Hauteur (mm)	Motorisation	Télégestion
Vannes de l'ouvrage - Valloncourt					
1	Vanne murale	1200	2000	x	x
2	Vanne murale	1200	2000	x	x
3	Vanne murale	1200	2000	x	x
Vannes de l'ouvrage - Vidauque					
1	Vanne murale	1000	2100	x	x
2	Vanne murale	1000	2100	x	x
3	Vanne murale	1000	2100	x	x

3.8.4 Descriptif des équipements de la télégestion et mesure projetés

3.8.4.1 Mesures de niveau amont

GÉNÉRALITÉ

Les sondes de niveau seront de type radar, montées chacune sur une potence en acier inoxydable 304 L conçu solidement pour résister aux rafales de vents violents. En complément et afin de réduire le risque de vandalisme, une herse défensive couvrira la sonde et sera fixée au génie civil.

VALLONCOURT

La sonde de niveau amont sera implantée à l'aval de la prise de la station de pompage du Cabedan Neuf. Le câble de mesure rejoindra le transmetteur implanté dans l'armoire de contrôle commande par l'intermédiaire de fourreaux enterrés.

Figure 3-6 : Implantation sonde amont Valloncourt



VIDAUQUE

La sonde de niveau amont sera implantée sous le tablier du pont de la RD31. Le câble de mesure rejoindra le transmetteur implanté dans l'armoire de contrôle commande en rive droite par l'intermédiaire de conduits MRL puis de fourreaux enterrés.

Figure 3-7 : Implantation sonde amont Vidauque



3.8.4.2 Vannes motorisées

Les vannes murales seront mues par un servomoteur multitours à commande tout-ou-rien alimenté en triphasé 400 V. Le réducteur sera équipé de contacts de fin de course ouvert et fermé, de limiteurs de couple, d'une recopie de position analogique et d'un volant de manœuvre avec une commande débrayable. Le temps de manœuvre ne devra pas excéder 6 minutes.

Les appareillages de puissance et de contrôle commande de ces vannes seront implantés dans une armoire électrique dédiée. Les câbles chemineront à l'intérieur de goulottes ou de chemins de câbles capotés sur l'ouvrage puis à l'intérieur de fourreaux posés en pleine terre jusqu'à l'armoire électrique.

3.8.4.3 Automatisme

Pour chacun des sites, une armoire électrique de puissance et de contrôle commande comprendra l'ensemble des appareillages de protection, de relayage et de commande des équipements. Un automate de télétransmission assurera le rapatriement des informations propres à l'ouvrage (état, mesure, etc.) et délivrera les ordres d'ouverture et de fermeture des vannes.

Cet automate de télétransmission sera de type Sofrel S4W et communiquera avec le logiciel de supervision PC Win 2 du Canal de l'Union par modem GSM-3 (3G / 3G+).

Chaque armoire sera alimentée depuis le réseau à basse tension d'Enedis sous une tension triphasée + neutre 400 V. Le coffret de raccordement REMBT sera disposé en limite de propriété de chaque site et abritera le compteur. L'armoire sera disposée à l'intérieur d'un abri maçonné comme illustré précédemment. Les câbles de liaison entre ce coffret et cette armoire chemineront sous fourreaux.

3.8.5 Estimation des coûts

Le tableau suivant présente les coûts de travaux et d'investissement.



Tableau 3-15 : Estimation des coûts de travaux et d'investissement – SIT-13100

N° prix	Libellé prix	Code unité	Description unité	Prix unitaire (€)	Quantité	Montant total (€ HT)
1. PRIX GENERAUX						182 000
101	Installation et repliement du chantier, frais d'alimentation du chantier en énergie, eau, études d'exécution et établissement du dossier de récolement, etc.	15%	15% du montant total des travaux	0	1 211 043	182 000
2. TERRASSEMENT						11 353
202	Déblai terrain meuble	m³	Le mètre cube	18	226	4 068
203	Remblais pour construction des ouvrages ou berges	m³	Le mètre cube	30	125	3 750
204	Évacuation des déblais excédentaires	m³	Le mètre cube	35	101	3 535
3. GENIE CIVIL						959 240
301	Béton armé dosé à 350 kg/m³	m³	Le mètre cube	540	183	98 820
302	Béton propreté de 150 kg/m³	m³	Le mètre cube	270	50	13 500
303	Coffrage	m²	Le mètre carré	120	516	61 920
311	Rehausse/Cuvelage	ml	Le mètre linéaire	980	755	739 900
312	Démolition d'un ouvrage béton armé	m³	Le mètre cube	200	185	37 000
314	Dépose d'une passerelle existante	Ft	Forfaitaire	2 300	1	2 300
316	Local pour l'armoire de contrôle commande	Ft	Forfaitaire	2 900	2	5 800
4. VANTELLERIE						142 800
415	Vanne murale 1200 x 1800 - motorisée	u	L'unité	21 700	6	130 200
432	Dépose d'une vanne AMIL	u	L'unité	4 000	2	8 000
434	Démolition d'un ouvrage de batardeau	u	L'unité	2 300	2	4 600
5. EQUIPEMENTS DE METROLOGIE (FOURNITURE ET POSE)						9 800
501	Échelle limnimétrique	u	L'unité	1 200	4	4 800
504	Mesure de niveau par capteur radar	u	L'unité	2 500	2	5 000
6. EQUIPEMENTS DE TELEGESTION (FOURNITURE ET POSE)						12 400
602	Coffret standard (type S550)	u	L'unité	6 200	2	12 400
7. TRAVAUX ELECTRIQUES						23 000
703	Raccordement électrique-Valloncourt	Ft	Forfaitaire	2 300	1	2 300
705	Raccordement électrique- Vanne AMIL Vidauque	Ft	Forfaitaire	2 300	1	2 300
714	Fourniture d'une armoire électrique pour vannes	Ft	Forfaitaire	9 200	2	18 400
8. AUTRES EQUIPEMENTS						52 450
802	Garde-corps acier galvanisé	ml	Le mètre linéaire	260	45	11 700
803	Caillebotis (250 kg)	m²	Le mètre carré	290	23	6 670
804	Profile industriel	kg	Le kilogramme	18	1 760	31 680
805	Clôture panneaux rigides 2 m	ml	Le mètre linéaire	100	10	1 000
806	Portillon d'accès à l'ouvrage	u	L'unité	350	2	700
807	Escalier d'accès dans le canal	u	L'unité	350	2	700
Coût travaux (€ HT)						1 393 000
	Frais d'honoraires de maîtrise d'ouvrage et de maîtrise d'œuvre				12%	167 200
	Autres frais d'investissement (autres études, investigations complémentaires, foncier,...)				8%	111 400
Coût total investissement (€ HT)						1 672 000



3.9 SIT-17414 : VANNE EN TRAVERS AU PM 17414

L'ouvrage est situé à proximité des locaux de l'ASCO du canal de Cabedan Neuf. Il est constitué de 6 petites vannes de hauteur 1,80 m et de largeur 1 m chacune ; et une (01) grande vanne de hauteur 1,40 m et de largeur 3,6 m. Deux petites vannes permettent d'isoler la prise du Plan Oriental.

Lors de la phase diagnostic, il est noté que :

- l'ouvrage présente une forte dégradation (certaines parties sont cassées) et
- certaines vannes sont bloquées.

3.9.1 Ajustements apportés en AVP

En phase AVP, les ajustements suivants ont été apportés :

- 60 ml de cuvelage supplémentaires ont été ajoutés en amont de l'ouvrage.
- Ajout de 2 vannes motorisées

3.9.2 Descriptif de la solution

Les travaux envisagés pour ce site sont :

- Renforcement du Génie Civil
- Remise en état des vannes existantes
- Motorisation de 2 vannes
- Cuvelage de 60 ml

3.9.3 Caractéristiques principales des ouvrages projetés

Le tableau suivant présente les caractéristiques principales des vannes.

Tableau 3-16 : Caractéristiques des vannes – SIT-17414

N° de vanne	Type	Largeur (mm)	Hauteur (mm)	Remplacement	Remise en état?	Motorisation	Télégestion
1	Vanne murale	1050	1800		x	x	
2	Vanne murale	1050	1800		x	x	
3	Vanne murale	1150	1800		x		
4	Vanne murale	1150	1800		x		
5	Vanne murale	1150	1800		x		
6	Vanne murale	1150	1800		x		
7	Vanne murale	1150	1800		x		
8	Vanne murale	4000	1450		x		

3.9.4 Descriptif des équipements de la télégestion et mesure projetés

3.9.4.1 Motorisation des vannes

Dans le cadre de la remise en état des vannes murales, deux d'entre elles seront équipées d'un servomoteur multitours à commande tout-ou-rien alimenté en triphasé 400 V. Le réducteur sera équipé de contacts de fin de course ouvert et fermé, de limiteurs de couple, d'une recopie de position analogique et d'un volant de manœuvre avec une commande débrayable. Le temps de manœuvre ne devra pas excéder 6 minutes.



Les appareillages de puissance et de contrôle commande de ces vannes seront implantés dans une armoire électrique dédiée. Les câbles chemineront à l'intérieur de goulottes ou de chemins de câbles capotés sur l'ouvrage puis à l'intérieur de fourreaux posés en pleine terre jusqu'à l'armoire électrique.

3.9.4.2 Automatisation

L'armoire électrique de puissance et de contrôle commande comprendra l'ensemble des appareillages de protection, de relaying et de commande des équipements. Un automate de télétransmission assurera le rapatriement des informations propres à l'ouvrage (état, mesure, etc.) et délivrera les ordres d'ouverture et de fermeture des vannes.

Cet automate de télétransmission sera de type Sofrel S4W et communiquera avec le logiciel de supervision PC Win 2 du Canal de l'Union par modem GSM-3 (3G / 3G+).

Chaque armoire sera alimentée depuis le réseau à basse tension d'Enedis sous une tension triphasée + neutre 400 V. Le coffret de raccordement REMBT sera disposé en limite de propriété de chaque site et abritera le compteur. L'armoire sera disposée à l'intérieur d'un abri maçonné comme illustré précédemment. Les câbles de liaison entre ce coffret et cette armoire chemineront sous fourreaux.

3.9.5 Estimation des coûts

Le tableau suivant présente les coûts de travaux et d'investissement.

Tableau 3-17 : Estimation des coûts de travaux et d'investissement – SIT-17414

N° prix	Libellé prix	Code unité	Description unité	Prix unitaire (€)	Quantité	Montant total (€ HT)
1. PRIX GENERAUX						30 000
101	Installation et repliement du chantier, frais d'alimentation du chantier en énergie, eau, études d'exécution et établissement du dossier de récolement, etc.	15%	15% du montant total des travaux	0	202 360	30 000
2. TERRASSEMENT						900
205	Débroussaillage	m²	Le mètre carré	6	150	900
3. GENIE CIVIL						140 000
306	Remis en état GC - ouvrage Vanne Taillades	Ft	Forfaitaire	81 200	1	81 200
311	Rehausse/Cuvelage	ml	Le mètre linéaire	980	60	58 800
4. VANTELLERIE						45 800
422	Motorisation et télécommande de vannes	u	L'unité	6 900	2	13 800
430	Remise en état d'une vanne murale existante (sablage, peinture, remplacement cric pour adaptation motorisation, chgt glissière + graissage)	u	-	4 000	8	32 000
7. TRAVAUX ELECTRIQUES						11 500
710	Raccordement électrique-Vanne Taillades	Ft	Forfaitaire	2 300	1	2 300
714	Fourniture d'une armoire électrique pour vannes	Ft	Forfaitaire	9 200	1	9 200
8. AUTRES EQUIPEMENTS						4 160
802	Garde-corps acier galvanisé	ml	Le mètre linéaire	260	16	4 160
Coût travaux (€ HT)						232 000
	Frais d'honoraires de maîtrise d'ouvrage et de maîtrise d'œuvre				12%	27 800
	Autres frais d'investissement (autres études, investigations complémentaires, foncier,....)				8%	18 600
Coût total investissement (€ HT)						278 000



3.10 SIT-17816 : BATARDEAU AU PM 17816

L'ouvrage se situe dans la commune de Taillades et en aval de la station Vidal de l'ASCO du canal de Cabedan Neuf. Il est constitué de deux (02) batardeaux de hauteur maximale autorisée 1,20 m. Ces batardeaux servent à maintenir le niveau haut dans le canal pendant la période hors pointe pour l'alimentation de la station Vidal ($h_{\min} = 1,3 \text{ m}$).

Lors de la phase diagnostic, il est noté que la passerelle d'accès à l'ouvrage présente de la rouille et est moins solide constituant ainsi un danger pour la sécurité du personnel.

3.10.1 Ajustements apportés en AVP

En phase AVP, 120 ml de cuvelage supplémentaires ont été ajoutés en aval de l'ouvrage pour la mesure de débit.

3.10.2 Descriptif de la solution

Les travaux envisagés pour ce site sont :

- Démolition de l'ouvrage existant
- Construction d'un seuil long et 3 vannes télégérées à un autre endroit plus en amont
- Cuvelage de 540 ml en amont (tronçon dégradé)
- Mise en place d'un débitmètre ultrasons à différence de temps de transit en aval
- Mise en place des alertes de niveau haut et bas

3.10.3 Caractéristiques principales des ouvrages projetés

La solution retenue pour ce site est la démolition de l'ouvrage existant et construction d'un seuil long et 3 vannes dont les caractéristiques principales sont présentées dans les tableaux suivants.

Tableau 3-18 : Caractéristiques de l'ouvrage – SIT-17816

Paramètre	Unité	Valeur
Débit de dimensionnement	m ³ /s	11
Cote seuil	NGF	97.05
Longueur seuil	m	24
Largeur totale des vannes	m	3.6

Tableau 3-19 : Caractéristiques des vannes – SIT-17816

N° de vanne	Type	Largeur (mm)	Hauteur (mm)	Motorisation	Télégestion
1	Vanne murale	1200	1800	x	x
2	Vanne murale	1200	1800	x	x
3	Vanne murale	1200	1800	x	x



3.10.4 Descriptif des équipements de la télégestion et mesure projetés

3.10.4.1 Mesure de débit

Une mesure de débit sera installée à l'aval du seuil.

Cette mesure repose sur la mesure de la vitesse de l'eau par la différence du temps de propagation de l'onde sonore entre l'émetteur et le récepteur disposés de part et d'autre du canal.

Le matériel se compose de six sondes à ultrasons (qui formeront trois « cordes » de vitesse), d'un capteur de niveau d'eau et d'un convertisseur. Les sondes seront installées sur chacun des bajoyers avec un angle de tirs de 45° et à une distance minimale équivalente à :

- 10 fois la largeur du radier à l'amont
- 2 fois la largeur du radier à l'aval

Ces sondes seront montées sur des supports, de type glissières, qui seront fixés sur les bajoyers bétonnés du canal. À noter que la paire de sondes la plus basse devra être recouverte d'une lame d'eau supérieure à 50 cm pour fournir des valeurs cohérentes.

Une tranchée sera réalisée au fond du chenal, avant bétonnage, ainsi que le long d'une des berges pour enfouir les câbles de liaisons entre les sondes et le convertisseur. Le signal de sortie du convertisseur sera raccordé au Sofrel.

3.10.4.2 Vannes motorisées

Les vannes murales seront mues par un servomoteur multitours à commande tout-ou-rien alimenté en triphasé 400 V. Le réducteur sera équipé de contacts de fin de course ouvert et fermé, de limiteurs de couple, d'une recopie de position analogique et d'un volant de manœuvre avec une commande débrayable. Le temps de manœuvre ne devra pas excéder 6 minutes.

Les appareillages de puissance et de contrôle commande de ces vannes seront implantés dans une armoire électrique dédiée. Les câbles chemineront à l'intérieur de goulottes ou de chemins de câbles capotés sur l'ouvrage puis à l'intérieur de fourreaux posés en pleine terre jusqu'à l'armoire électrique.

3.10.4.3 Automatisme

L'armoire électrique de puissance et de contrôle commande comprendra l'ensemble des appareillages de protection, de relayage et de commande des équipements. Un automate de télétransmission assurera le rapatriement des informations propres à l'ouvrage (état, mesure, etc.) et délivrera les ordres d'ouverture et de fermeture des vannes.

Cet automate de télétransmission sera de type Sofrel S4W et communiquera avec le logiciel de supervision PC Win 2 du Canal de l'Union par modem GSM-3 (3G / 3G+).

L'armoire sera alimentée depuis le réseau à basse tension d'Enedis sous une tension triphasée + neutre 400 V. Le coffret de raccordement REMBT sera disposé en limite de propriété de chaque site et abritera le compteur. L'armoire sera disposée à l'intérieur d'un abri maçonné comme illustré précédemment. Les câbles de liaison entre ce coffret et cette armoire chemineront sous fourreaux.



3.10.5 Estimation des coûts

Le tableau suivant présente les coûts de travaux et d'investissement.

Tableau 3-20 : Estimation des coûts de travaux et d'investissement – SIT-17816

N° prix	Libellé prix	Code unité	Description unité	Prix unitaire (€)	Quantité	Montant total (€ HT)
1. PRIX GENERAUX						112 000
101	Installation et repliement du chantier, frais d'alimentation du chantier en énergie, eau, études d'exécution et établissement du dossier de récolement, etc.	15%	15% du montant total des travaux	0	746 552	112 000
2. TERRASSEMENT						5 362
202	Déblai terrain meuble	m³	Le mètre cube	18	104	1 872
203	Remblais pour construction des ouvrages ou berges	m³	Le mètre cube	30	30	900
204	Évacuation des déblais excédentaires	m³	Le mètre cube	35	74	2 590
3. GENIE CIVIL						590 200
301	Béton armé dosé à 350 kg/m³	m³	Le mètre cube	540	61	32 940
302	Béton propreté de 150 kg/m³	m³	Le mètre cube	270	18	4 860
303	Coffrage	m²	Le mètre carré	120	150	18 000
311	Rehausse/Cuvelage	ml	Le mètre linéaire	980	540	529 200
314	Dépose d'une passerelle existante	Ft	Forfaitaire	2 300	1	2 300
316	Local pour l'armoire de contrôle commande	Ft	Forfaitaire	2 900	1	2 900
4. VANTELLERIE						67 400
415	Vanne murale 1200 x 1800 - motorisée	u	L'unité	21 700	3	65 100
434	Démolition d'un ouvrage de batardeau	u	L'unité	2 300	1	2 300
5. EQUIPEMENTS DE METROLOGIE (FOURNITURE ET POSE)						40 700
501	Échelle limnimétrique	u	L'unité	1 200	2	2 400
503	Mesure de débit par 3 cordes acoustiques	u	L'unité	38 300	1	38 300
6. EQUIPEMENTS DE TELEGESTION (FOURNITURE ET POSE)						6 200
602	Coffret standard (type S550)	u	L'unité	6 200	1	6 200
7. TRAVAUX ELECTRIQUES						9 200
714	Fourniture d'une armoire électrique pour vannes	Ft	Forfaitaire	9 200	1	9 200
8. AUTRES EQUIPEMENTS						27 490
802	Garde-corps acier galvanise	ml	Le mètre linéaire	260	24	6 240
803	Caillebotis (250 kg)	m²	Le mètre carré	290	12	3 480
804	Profile industriel	kg	Le kilogramme	18	940	16 920
805	Clôture panneaux rigides 2 m	ml	Le mètre linéaire	100	5	500
806	Portillon d'accès à l'ouvrage	u	L'unité	350	1	350
Coût travaux (€ HT)						859 000
	Frais d'honoraires de maîtrise d'ouvrage et de maîtrise d'œuvre				12%	103 100
	Autres frais d'investissement (autres études, investigations complémentaires, foncier,...)				8%	68 700
Coût total investissement (€ HT)						1 031 000



3.11 SIT-19669: SEUIL-VANNE AU PM 19669

L'ouvrage est situé après le pont qui permet le franchissement du canal en direction de Robion. Il est constitué d'une vanne AMIL D 280, d'un seuil long et de quatre (04) vannes plates manuelles dont : 01 vanne de hauteur 1,5 m et de largeur 1,94 m et 03 vannes de hauteur 1,5 m et de largeur 1 m chacune.

Lors de la phase diagnostic, il est noté que l'ouvrage présente de la dégradation et la vanne AMIL ne fonctionne pas correctement.

3.11.1 Ajustements apportés en AVP

L'ajustement apporté en AVP est la remise en état et fonctionnement des vannes existantes (y compris la vanne AMIL).

3.11.2 Descriptif de la solution

Les travaux envisagés pour ce site sont :

- Renforcement du Génie civil
- Remise en état des vannes existantes y compris la vanne AMIL
- Mise en place d'une nouvelle passerelle
- Remplacement des capteurs existants par de capteur radar amont de l'ouvrage (y/c dispositif de protection)
- Mise en place des alertes de niveau haut
- Motorisation de toutes les vannes

3.11.3 Caractéristiques principales des ouvrages projetés

La solution retenue pour ce site est la réhabilitation de l'ouvrage existant. Le tableau suivant présente les caractéristiques principales des vannes.

Tableau 3-21 : Caractéristiques des vannes – SIT-19669

N° de vanne	Type	Largeur (mm)	Hauteur (mm)	Remplacement	Remise en état?	Motorisation	Télégestion
1	Vanne murale	1000	1450		x	x	
2	Vanne murale	2000	1450		x	x	
3	Vanne murale	1000	1450		x	x	
4	Vanne murale	1000	1450		x	x	
5	Vanne AMIL	D280			x		



3.11.4 Descriptif des équipements de la télégestion et mesure projetés

3.11.4.1 Mesure de niveau amont

La sonde de niveau amont sera disposée en lieu et place de la sonde existante.

Elle sera de type radar et sera installée sur une potence en acier inoxydable 304 L conçu solidement pour résister aux rafales de vents violents.

3.11.4.2 Motorisation de vannes

Dans le cadre de la remise en état des quatre vannes, il est prévu de les équiper d'un servomoteur multitours à commande tout-ou-rien alimenté en triphasé 400 V. Le réducteur sera équipé de contacts de fin de course ouvert et fermé, de limiteurs de couple, d'une recopie de position analogique et d'un volant de manœuvre avec une commande débrayable. Le temps de manœuvre ne devra pas excéder 6 minutes.

Les appareillages de puissance et de contrôle commande de ces vannes seront implantés dans une armoire électrique dédiée. Les câbles chemineront à l'intérieur de goulottes ou de chemins de câbles capotés sur l'ouvrage puis à l'intérieur de fourreaux posés en pleine terre jusqu'à l'armoire électrique.

3.11.4.3 Automatisation

L'armoire électrique de puissance et de contrôle commande comprendra l'ensemble des appareillages de protection, de relayage et de commande des équipements. Un automate de télétransmission assurera le rapatriement des informations propres à l'ouvrage (état, mesure, etc.) et délivrera les ordres d'ouverture et de fermeture des vannes.

Cet automate de télétransmission sera de type Sofrel S4W et communiquera avec le logiciel de supervision PC Win 2 du Canal de l'Union par modem GSM-3 (3G / 3G+).

Cette armoire sera alimentée depuis l'armoire de la station de pompage et sera disposée à l'intérieur du même local qui les abrite.

3.11.5 Estimation des coûts

Le tableau suivant présente les coûts de travaux et d'investissement.

Tableau 3-22 : Estimation des coûts de travaux et d'investissement – SIT-19669

N° prix	Libellé prix	Code unité	Description unité	Prix unitaire (€)	Quantité	Montant total (€ HT)
1. PRIX GENERAUX						14 000
101	Installation et repliement du chantier, frais d'alimentation du chantier en énergie, eau, études d'exécution et établissement du dossier de récolement, etc.	15%	15% du montant total des travaux	0	93 300	14 000
3. GENIE CIVIL						3 700
305	Remis en état GC Caramède	Ft	Forfaitaire	3 700	1	3 700
4. VANTELLERIE						55 100
422	Motorisation et télécommande de vannes	u	L'unité	6 900	4	27 600
430	Remise en état d'une vanne murale existante (sablage, peinture, remplacement cric pour adaptation motorisation, chgt glissière + graissage)	u	-	4 000	4	16 000



N° prix	Libellé prix	Code unité	Description unité	Prix unitaire (€)	Quantité	Montant total (€ HT)
435	Remis en état de la vanne AMIL	Ft	Forfaitaire	11 500	1	11 500
5. EQUIPEMENTS DE METROLOGIE (FOURNITURE ET POSE)						2 500
504	Mesure de niveau par capteur radar	u	L'unité	2 500	1	2 500
6. EQUIPEMENTS DE TELEGESTION (FOURNITURE ET POSE)						6 200
602	Coffret standard (type S550)	u	L'unité	6 200	1	6 200
7. TRAVAUX ELECTRIQUES						9 200
714	Fourniture d'une armoire électrique pour vannes	Ft	Forfaitaire	9 200	1	9 200
8. AUTRES EQUIPEMENTS						16 600
802	Garde-corps acier galvanisé	ml	Le mètre linéaire	260	14	3 640
803	Caillebotis (250 kg)	m²	Le mètre carré	290	7	2 030
804	Profile industriel	kg	Le kilogramme	18	560	10 080
805	Clôture panneaux rigides 2 m	ml	Le mètre linéaire	100	5	500
806	Portillon d'accès à l'ouvrage	u	L'unité	350	1	350
Coût travaux (€ HT)						107 000
	Frais d'honoraires de maîtrise d'ouvrage et de maîtrise d'œuvre				12%	12 800
	Autres frais d'investissement (autres études, investigations complémentaires, foncier,....)				8%	8 600
Coût total investissement (€ HT)						128 000

3.12 SIT-20909 : VANNE DE DÉCHARGE AU PM 20909 (ROBION)

La décharge est située en aval du pont (voie SNCF désaffectée) et de la station de pompage de la SCP. Elle est constituée de :

- un déversoir latéral
- 05 vannes plates latérales à crémaillère dont 2 sont motorisées et télégérées.
- 6 vannes en travers identiques de hauteur 1,89 m et largeur 1,06 m chacune. Deux (02) vannes sont motorisées et télégérées.

L'ouvrage dispose d'équipement de mesure et de télétransmission (capteur de fin de course, sonde de mesure de niveaux, armoire de contrôle commande).

Lors de la phase diagnostic, il est noté que :

- l'ouvrage présente une forte dégradation et une forte rouille sur la structure métallique ;
- le montage des capteurs de fin de course ne respecte pas toujours les préconisations du fabricant (position notamment) ;
- les crémaillères des vannes fonctionnent difficilement et
- les capteurs de niveau sont obsolètes.
- Le canal de décharge est dégradé et le seuil large ne permet pas une mesure fiable du débit rejeté et ne permet pas de mesure en dénoyé / noyé



3.12.1 Ajustements apportés en AVP

L'ajustement apporté en AVP est le cuvelage 180 ml du canal de décharge et la construction d'un nouveau seuil de mesure.

3.12.2 Descriptif de la solution

Les travaux envisagés pour ce site sont :

- Réhabilitation de l'ouvrage existant (remise en état du Génie Civil y/c les passerelles)
- Remplacer des vannes existantes par nouvelles vannes
- Mise en place d'équipement pour la télégestion de 3 vannes latérales et 3 vannes en travers
- Remise en état du canal de décharge (curage)
- Remplacement des capteurs existants par des capteurs radar amont et aval de l'ouvrage (y/c dispositif de protection)
- Remplacement des capteurs existants par un débitmètre ultrasons à différence de temps de transit dans le canal de décharge + calibration du canal
- Programmation d'une vanne latérale automatique
- Mise en place des alertes de niveau haut et bas
- Cuvelage du canal de décharge et construction d'un nouveau seuil de mesure de débit

3.12.3 Caractéristiques principales des ouvrages projetés

La solution retenue pour ce site est la réhabilitation de l'ouvrage existant. Le tableau suivant présente les caractéristiques principales des vannes.

Tableau 3-23 : Caractéristiques des vannes – SIT-20909

N° de vanne	Type	Largeur (mm)	Hauteur (mm)	Remplacement	Remise en état?	Motorisation	Télégestion
Vanne en travers							
1	Vanne murale	1000	1800	x		x	x
2	Vanne murale	1000	1800	x		x	x
3	Vanne murale	1000	1800	x		x	x
4	Vanne murale	1000	1800	x			
5	Vanne murale	1000	1800	x			
6	Vanne murale	1000	1800	x			
Vanne de décharge							
1	Vanne murale	1200	1450	x		x	x
2	Vanne murale	1200	1450	x		x	x
3	Vanne murale	1200	1450	x		x	x
4	Vanne murale	1200	1450	x			
5	Vanne murale	1200	1450	x			



3.12.4 Descriptif des équipements de la télégestion et mesure projetés

3.12.4.1 Mesures de niveau amont et aval

CANAL PRINCIPAL

La sonde de niveau amont sera de type radar. Elle sera disposée soit, en rive gauche du canal fixée sur son génie civil et en amont du canal de décharge, soit sous le tablier du pont de la voie verte.

La sonde de niveau aval sera disposée en lieu et place de la sonde existante.

La sonde amont sera installée sur une potence tandis que la sonde aval sera installée à l'intérieur d'un tube de tranquillisation en acier inoxydable 304 L selon les préconisations constructives mentionnées auparavant.

Figure 3-8 : Implantation sonde amont Robion



CANAL DE DÉCHARGE

Le canal sera curé, purgé et cuvelé afin de faciliter l'installation de la mesure et sécuriser ses berges.

Un nouveau seuil frontal sera construit afin de donner une mesure de débit plus fiable. Ce seuil sera dimensionné plus précisément en phase PRO.

Une sonde de niveau de type piézométrique sera installée en amont du seuil mince destiné à la mesure de débit du canal. Elle sera installée à l'intérieur d'un tube de tranquillisation en acier inoxydable 304 L selon les préconisations constructives mentionnées auparavant.

3.12.4.2 Mesure de débit

Une mesure de débit sera installée sur le canal de décharge.

La mesure de débit repose sur la mesure de la lame d'eau sur le seuil et la courbe de tarage (relation débit/hauteur).

Lors de sa mise en service, une campagne de jaugeage sera effectuée pour déterminer la courbe. Le nombre de mesure doit être au moins 6 (10%, 20%, 30%, 50%, 75% et 100%) afin d'établir une courbe de tarage fiable.



3.12.4.3 Vannes motorisées

Les vannes murales seront mues par un servomoteur multitours à commande tout-ou-rien alimenté en triphasé 400 V. Le réducteur sera équipé de contacts de fin de course ouvert et fermé, de limiteurs de couple, d'une recopie de position analogique et d'un volant de manœuvre avec une commande débrayable. Le temps de manœuvre ne devra pas excéder 6 minutes.

Les appareillages de puissance et de contrôle commande de ces vannes seront implantés dans une armoire électrique dédiée. Les câbles chemineront à l'intérieur de goulottes ou de chemins de câbles capotés sur l'ouvrage puis à l'intérieur de fourreaux posés en pleine terre jusqu'à l'armoire électrique.

3.12.4.4 Automatisme

L'armoire électrique de puissance et de contrôle commande existante comprend l'ensemble des appareillages de protection, de relayage et de commande des équipements. L'automate de télétransmission actuel de type Sofrel S550 a été remplacé en 2011. Il est composé de trois cartes de 8 entrées TOR, deux cartes de 4 entrées ANA et une carte de 4 sorties TOR + chien de garde. Trois borniers déportés de 6 sorties TOR viennent compléter l'équipement. A noter que cet automate n'est pas saturé et dispose de réserve.

Cet équipement assure le rapatriement des informations propres à l'ouvrage (état, mesure, etc.), et délivre les ordres d'ouverture et de fermeture des vannes.

L'ajout de nouvelles vannes motorisées et d'instruments de mesure implique de compléter sa dotation de cartes lui permettant de :

- recevoir les positions (O/F) des onze vannes ;
- recevoir les recopies de position analogique des six vannes motorisées et de transmettre les ordres d'ouverture et de fermeture ;
- recevoir les valeurs des trois sondes de niveau amont/aval et du débitmètre.

Pour cela, il sera prévu l'ajout d'un module d'extension de 16 entrées TOR. Le nombre de sorties TOR et d'entrées ANA sont supérieurs au besoin du projet.

Pour permettre la communication avec le poste central de supervision la carte modem GSM-2 sera remplacée par une carte modem GSM-3 (réseau 3G / 3G+).

Les travaux comprennent également le remplacement des appareillages de protection et de commande des servomoteurs des trois nouvelles motorisations. Compte tenu de la vétusté de l'armoire de contrôle commande, nous préconisons son renouvellement.

3.12.5 Estimation des coûts

Le tableau suivant présente les coûts de travaux et d'investissement.



Tableau 3-24 : Estimation des coûts de travaux et d'investissement – SIT-20909

N° prix	Libellé prix	Code unité	Description unité	Prix unitaire (€)	Quantité	Montant total (€ HT)
1. PRIX GENERAUX						64 000
101	Installation et repliement du chantier, frais d'alimentation du chantier en énergie, eau, études d'exécution et établissement du dossier de récolement, etc.	15%	15% du montant total des travaux	0	426 370	64 000
2. TERRASSEMENT						1 980
205	Débroussaillage	m²	Le mètre carré	6	120	720
206	Curage des canaux de décharge	ml	Le mètre linéaire	7	180	1 260
3. GENIE CIVIL						157 540
301	Béton armé dosé à 350 kg/m³	m³	Le mètre cube	540	31	16 740
307	Remis en état GC - ouvrage décharge Robion	Ft	Forfaitaire	49 200	1	49 200
310	Rehausse/Cuvelage- canal décharge Robion	ml	Le mètre linéaire	500	180	90 000
312	Démolition d'un ouvrage béton armé	m³	Le mètre cube	200	2	400
315	Remise en état de la passerelle	Ft	Forfaitaire	1 200	1	1 200
4. VANTELLERIE						217 400
403	Vanne murale 1000 x 1800 - manuelle	u	L'unité	18 200	3	54 600
407	Vanne murale 1200 x 1800 - manuelle	u	L'unité	18 700	2	37 400
411	Vanne murale 1000 x 1800 - motorisée	u	L'unité	20 100	3	60 300
415	Vanne murale 1200 x 1800 - motorisée	u	L'unité	21 700	3	65 100
5. EQUIPEMENTS DE METROLOGIE (FOURNITURE ET POSE)						13 300
501	Échelle limnimétrique	u	L'unité	1 200	2	2 400
504	Mesure de niveau par capteur radar	u	L'unité	2 500	1	2 500
505	Mesure de niveau par sone piézométrique	u	L'unité	1 200	2	2 400
507	Mesure de débit sur seuil mince	Ft	Forfaitaire	6 000	1	6 000
6. EQUIPEMENTS DE TELEGESTION (FOURNITURE ET POSE)						1 000
605	Programmation pour vanne automatique	u	L'unité	1 000	1	1 000
7. TRAVAUX ELECTRIQUES						9 200
714	Fourniture d'une armoire électrique pour vannes	Ft	Forfaitaire	9 200	1	9 200
8. AUTRES EQUIPEMENTS						25 950
802	Garde-corps acier galvanisé	ml	Le mètre linéaire	260	22	5 720
803	Caillebotis (250 kg)	m²	Le mètre carré	290	11	3 190
804	Profile industriel	kg	Le kilogramme	18	880	15 840
805	Clôture panneaux rigides 2 m	ml	Le mètre linéaire	100	5	500
806	Portillon d'accès à l'ouvrage	u	L'unité	350	1	350
807	Escalier d'accès dans le canal	u	L'unité	350	1	350
Coût travaux (€ HT)						490 000
	Frais d'honoraires de maîtrise d'ouvrage et de maîtrise d'œuvre				12%	58 800
	Autres frais d'investissement (autres études, investigations complémentaires, foncier,....)				8%	39 200
Coût total investissement (€ HT)						588 000



3.13 SIT-21772 : BATARDEAU AU PM 21772

Le batardeau a une forme trapézoïdale (selon la géométrie du canal). En période normale, les planchages sont mis en place dans la rainure sur la totalité de la largeur du canal. Il ne comprend pas de passerelle pour la facilité de l'exploitation.

3.13.1 Descriptif de la solution

Les travaux envisagés pour ce site sont :

- Mise en place des rainures (1/2 planchage chaque côté)
- Mise en place d'une passerelle

3.13.2 Caractéristiques principales des ouvrages projetés

3.13.2.1 Rainures des batardeaux

L'ouvrage de batardeaux préconisé comprend 2 blocs batardeaux de 3.5 m de large, constitués d'une rainure métallique et de planchages en bois.

3.13.2.2 Passerelle

La passerelle mesure 10 m de longueur et 1 m de largeur. Elle est constituée de :

- Garde-corps acier galvanisé
- Caillebotis (250 kg)
- 2 Profiles industriels

3.13.3 Estimation des coûts

Le tableau suivant présente les coûts de travaux et d'investissement.

Tableau 3-25 : Estimation des coûts de travaux et d'investissement – SIT-21772

N° prix	Libellé prix	Code unité	Description unité	Prix unitaire (€)	Quantité	Montant total (€ HT)
1. PRIX GENERAUX						5 000
101	Installation et repliement du chantier, frais d'alimentation du chantier en énergie, eau, études d'exécution et établissement du dossier de récolement, etc.	15%	15% du montant total des travaux	0	32 180	5 000
3. GENIE CIVIL						1 480
301	Béton armé dosé à 350 kg/m³	m³	Le mètre cube	540	2	1 080
312	Démolition d'un ouvrage béton armé	m³	Le mètre cube	200	2	400
4. VANTELLERIE						8 200
428	Rainures batardage (L =3.5 m)	-	-	3 500	2	7 000
429	Planchage en bois	u	L'unité	600	2	1 200
8. AUTRES EQUIPEMENTS						22 500
802	Garde-corps acier galvanise	ml	Le mètre linéaire	260	20	5 200
803	Caillebotis (250 kg)	m²	Le mètre carré	290	10	2 900
804	Profile industriel	kg	Le kilogramme	18	800	14 400



N° prix	Libellé prix	Code unité	Description unité	Prix unitaire (€)	Quantité	Montant total (€ HT)
Coût travaux (€ HT)						37 000
	Frais d'honoraires de maîtrise d'ouvrage et de maîtrise d'œuvre				12%	4 400
	Autres frais d'investissement (autres études, investigations complémentaires, foncier,....)				8%	3 000
Coût total investissement (€ HT)						44 000

3.14 SIT-23038 : VANNE EN TRAVERS AU PM 23038

L'ouvrage est situé entre la prise gravitaire du canal de l'Isle à la tour de Sabran et la station de pompage de l'Arrousaire. Il est constitué de 6 vannes en travers non motorisées identiques de hauteur 1,5 m et de largeur 1,05 m. L'ouvrage est en état moyen et il n'y a pas de garde de corps pour la sécurité du personnel.

3.14.1 Descriptif de la solution

Les travaux envisagés pour ce site sont :

- Remise en état GC (mineur)
- Remise en état des vannes (peinture, sablage, graissage, remplacement des joints, etc.)
- Mise en place du garde-corps

3.14.2 Caractéristiques principales des ouvrages projetés

Le tableau suivant présente les caractéristiques principales des vannes.

Tableau 3-26 : Caractéristiques des vannes – SIT-23038

N° de vanne	Type	Largeur (mm)	Hauteur (mm)	Remplacement	Remise en état?	Motorisation	Télégestion
1	Vanne murale	1050	1800		x		
2	Vanne murale	1050	1800		x		
3	Vanne murale	1050	1800		x		
4	Vanne murale	1050	1800		x		
5	Vanne murale	1050	1800		x		
6	Vanne murale	1050	1800		x		



3.14.3 Estimation des coûts

Le tableau suivant présente les coûts de travaux et d'investissement.

Tableau 3-27 : Estimation des coûts de travaux et d'investissement – SIT-23038

N° prix	Libellé prix	Code unité	Description unité	Prix unitaire (€)	Quantité	Montant total (€ HT)
1. PRIX GENERAUX						5 000
101	Installation et repliement du chantier, frais d'alimentation du chantier en énergie, eau, études d'exécution et établissement du dossier de récolement, etc.	15%	15% du montant total des travaux	0	32 100	5 000
3. GENIE CIVIL						2 900
308	Remis en état GC - ouvrage vanne Ronflon	Ft	Forfaitaire	2 900	1	2 900
4. VANTELLERIE						24 000
430	Remise en état d'une vanne murale existante (sablage, peinture, remplacement cric pour adaptation motorisation, chgt glissière + graissage)	u	-	4 000	6	24 000
8. AUTRES EQUIPEMENTS						5 200
802	Garde-corps acier galvanise	ml	Le mètre linéaire	260	20	5 200
Coût travaux (€ HT)						37 000
	Frais d'honoraires de maîtrise d'ouvrage et de maîtrise d'œuvre				12%	4 400
	Autres frais d'investissement (autres études, investigations complémentaires, foncier,...)				8%	3 000
Coût total investissement (€ HT)						44 000

3.15 SIT-23784 : VANNE EN TRAVERS AU PM 23784

Le site se situe en fin du canal de l'Union et à l'entrée du canal de Carpentras. Les débits à cet endroit varient beaucoup, dus aux prélèvements des autres structures en amont. Le canal de Carpentras subit des fluctuations de débits importantes engendrant des problèmes d'approvisionnements en aval au cours de la période estivale.

À cet endroit, le canal de l'Isle a mis en place d'un batardeau pour l'arrosage en période de gel. Les planchages sont mis en place dans la rainure sur la totalité de la largeur du canal.

3.15.1 Ajustements apportés en AVP

En AVP, 150 ml de cuvelage supplémentaires ont été ajoutés en amont de l'ouvrage.

3.15.2 Descriptif de la solution

Les travaux envisagés pour ce site sont :

- Mise en place d'un ouvrage de vanne murale automatique + télégestion
- Cuvelage de 150 ml
- Mise en place d'un capteur de niveau en amont
- Mise en place d'un débitmètre ultrasons à différence de temps de transit dans le canal en amont et aval du canal
- Mise en place des alertes de niveau haut et bas



3.15.3 Caractéristiques principales des ouvrages projetés

Le tableau suivant présente les caractéristiques principales des vannes.

Tableau 3-28 : Caractéristiques des vannes – SIT-23784

N° de vanne	Type	Largeur (mm)	Hauteur (mm)	Motorisation	Télégestion	Automatique
1	Vanne murale	3600	1800	x	x	x
2	Vanne murale	1200	1800			
3	Vanne murale	1200	1800			

3.15.4 Descriptif des équipements de la télégestion et mesure projetés

3.15.4.1 Mesure de niveau amont

La sonde de niveau amont sera disposée en amont de l'ouvrage.

Elle sera de type radar et installée sur une potence en acier inoxydable 304 L conçu solidement pour résister aux rafales de vents violents.

3.15.4.2 Mesure de débit

Une mesure de débit sera installée sur le canal principal à l'aval de l'ouvrage.

Cette mesure repose sur la mesure de la vitesse de l'eau par la différence du temps de propagation de l'onde sonore entre l'émetteur et le récepteur disposés de part et d'autre du canal.

Le matériel se compose de six sondes à ultrasons (qui formeront trois « cordes » de vitesse), d'un capteur de niveau d'eau et d'un convertisseur. Les sondes seront installées sur chacun des bajoyers avec un angle de tirs de 45° et à une distance minimale équivalente à :

- 10 fois la largeur du radier à l'amont
- 2 fois la largeur du radier à l'aval

Ces sondes seront montées sur des supports, de type glissières, qui seront fixés sur les bajoyers du canal. À noter que la paire de sondes la plus basse devra être recouverte d'une lame d'eau supérieure à 50 cm pour fournir des valeurs cohérentes.

Une tranchée sera réalisée au fond du chenal ainsi que le long d'une des berges pour enfouir les câbles de liaisons entre les sondes et le convertisseur. Le signal de sortie du convertisseur sera raccordé au Sofrel.

3.15.4.3 Vanne motorisée

Sur les trois nouvelles vannes murales une seule sera mue par un servomoteur multitours à commande tout-ou-rien alimenté en triphasé 400 V. Le réducteur sera équipé de contacts de fin de course ouvert et fermé, de limiteurs de couple, d'une recopie de position analogique et d'un volant de manœuvre avec une commande débrayable. Le temps de manœuvre ne devra pas excéder 6 minutes.

Les appareillages de puissance et de contrôle commande de cette vanne seront implantés dans une armoire électrique dédiée qui sera installée dans le local de commande de la station de pompage. Les câbles chemineront à l'intérieur de goulottes ou de chemins de câbles capotés sur l'ouvrage ou à l'intérieur de fourreaux posés en pleine terre suivant leurs parcours.



3.15.4.4 Automatisation

L'armoire électrique de puissance et de contrôle commande comprendra l'ensemble des appareillages de protection, de relaiage et de commande des équipements. Un automate de télétransmission assurera le rapatriement des informations propres à l'ouvrage (état, mesure, etc.) et délivrera les ordres d'ouverture et de fermeture des vannes.

Cet automate de télétransmission sera de type Sofrel S4W et communiquera avec le logiciel de supervision PC Win 2 du Canal de l'Union par modem GSM-3 (3G / 3G+).

Cette armoire sera alimentée à partir d'un raccordement Enedis sous une tension triphasée + neutre 400 V ou à partir des installations électriques de la station de pompage.

Dans le cas d'un raccordement spécifique pour cet ouvrage, la configuration sera identique à celle des autres ouvrages à savoir, la mise en place d'un coffret de raccordement REMBT disposé en limite de propriété qui abrite le compteur puis une liaison souterraine jusqu'à l'armoire.

3.15.5 Estimation des coûts

Le tableau suivant présente les coûts de travaux et d'investissement.

Tableau 3-29 : Estimation des coûts de travaux et d'investissement – SIT-23784

N° prix	Libellé prix	Code unité	Description unité	Prix unitaire (€)	Quantité	Montant total (€ HT)
1. PRIX GENERAUX						52 000
101	Installation et repliement du chantier, frais d'alimentation du chantier en énergie, eau, études d'exécution et établissement du dossier de récolement, etc.	15%	15% du montant total des travaux	0	349 687	52 000
2. TERRASSEMENT						543
202	Déblai terrain meuble	m³	Le mètre cube	18	11	198
203	Remblais pour construction des ouvrages ou berges	m³	Le mètre cube	30	8	240
204	Évacuation des déblais excédentaires	m³	Le mètre cube	35	3	105
3. GENIE CIVIL						165 760
301	Béton armé dosé à 350 kg/m³	m³	Le mètre cube	540	10	5 400
302	Béton propreté de 150 kg/m³	m³	Le mètre cube	270	2	540
303	Coffrage	m²	Le mètre carré	120	56	6 720
311	Rehausse/Cuvelage	ml	Le mètre linéaire	980	150	147 000
312	Démolition d'un ouvrage béton armé	m³	Le mètre cube	200	16	3 200
316	Local pour l'armoire de contrôle commande	Ft	Forfaitaire	2 900	1	2 900
4. VANTELLERIE						98 900
407	Vanne murale 1200 x 1800 - manuelle	u	L'unité	18 700	2	37 400
418	Vanne murale 3600 x 1800 - motorisée	u	L'unité	61 500	1	61 500
5. EQUIPEMENTS DE METROLOGIE (FOURNITURE ET POSE)						43 200
501	Échelle limnimétrique	u	L'unité	1 200	2	2 400
503	Mesure de débit par 3 cordes acoustiques	u	L'unité	38 300	1	38 300
504	Mesure de niveau par capteur radar	u	L'unité	2 500	1	2 500
6. EQUIPEMENTS DE TELEGESTION (FOURNITURE ET POSE)						7 200
602	Coffret standard (type S550)	u	L'unité	6 200	1	6 200
605	Programmation pour vanne automatique	u	L'unité	1 000	1	1 000



N° prix	Libellé prix	Code unité	Description unité	Prix unitaire (€)	Quantité	Montant total (€ HT)
7. TRAVAUX ELECTRIQUES						14 300
708	Raccordement électrique-Fin canal	Ft	Forfaitaire	14 300	1	14 300
8. AUTRES EQUIPEMENTS						19 784
802	Garde-corps acier galvanisé	ml	Le mètre linéaire	260	16	4 160
803	Caillebotis (250 kg)	m²	Le mètre carré	290	9	2 610
804	Profile industriel	kg	Le kilogramme	18	648	11 664
805	Clôture panneaux rigides 2 m	ml	Le mètre linéaire	100	10	1 000
806	Portillon d'accès à l'ouvrage	u	L'unité	350	1	350
Coût travaux (€ HT)						402 000
	Frais d'honoraires de maîtrise d'ouvrage et de maîtrise d'œuvre				12%	48 200
	Autres frais d'investissement (autres études, investigations complémentaires, foncier,...)				8%	32 200
Coût total investissement (€ HT)						482 000

3.16 SIT-X : POSTE DE SUPERVISION AU BUREAU

3.16.1 Ajustements apportés en AVP

Contrairement à ce qui a été rédigé dans les rapports précédents, le Canal de l'Union ne dispose pas d'une licence PC Win 2 de chez Sofrel mais héberge l'ensemble de ses mesures actuelles sur le logiciel de supervision PC Win du Canal de l'Isle.

Dans le cadre de l'AVP, la mise à jour de la licence PC Win 2 est remplacée par l'acquisition d'une licence PC Win 2 pour 20 sites. La compatibilité du nouveau logiciel de supervision avec ceux des canaux membres est essentielle pour un parfait échange des informations.

À la demande du Canal de l'Union, l'autonomie de l'alimentation secourue nécessaire au PC de supervision et à ses équipements connexes est portée à 24 heures.

3.16.2 Descriptif de la solution

Le réseau de télégestion du Canal de l'Union sera composé de :

- un Centre Principal de Supervision et de Télégestion (CPST), situé dans ses locaux comme c'est le cas aujourd'hui ;
- de Postes Secondaires, situés sur les ouvrages distants à télégerer ;
- une fonction d'appel d'astreinte pour la gestion des alarmes vers des téléphones ;
- un accès web permettant une connexion sécurisée au CPST depuis n'importe quel ordinateur ou smartphone équipé d'une connexion haut débit.

Sur chaque ouvrage distant, le poste secondaire de télégestion assurera les fonctions suivantes :

- collecter les informations d'états de marche, de défaut ainsi que les positions des différents organes présents sur site ;
- rapatrier les valeurs issues des mesures de débit et de niveaux d'eau ;
- transmettre les ordres d'ouverture et de fermeture des vannes motorisées ;
- échanger ces informations et transmettre les alarmes au CPST par l'intermédiaire d'un support de communication de type 3G/3G+.

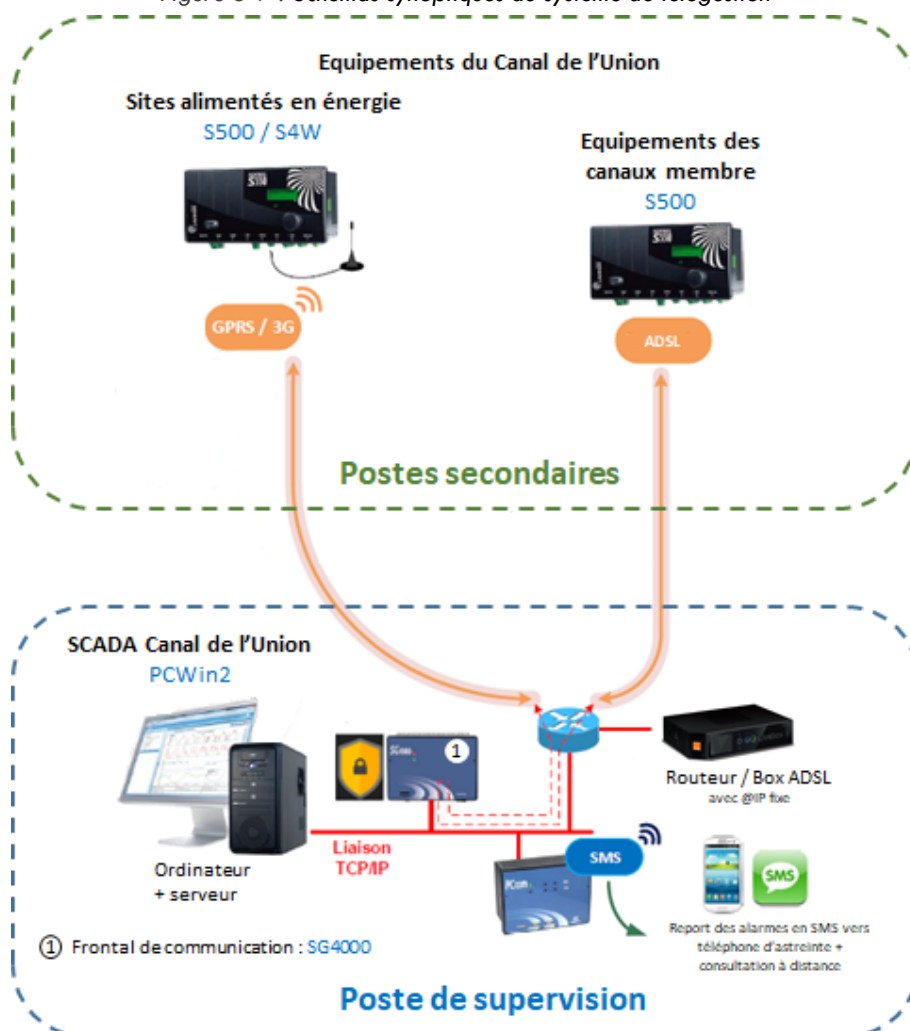


Le CPST assurera les fonctions suivantes :

- L'attribution des adresses IP et l'authentification des postes secondaires ;
- La réception et le traitement des données ;
- L'interrogation cyclique, à la demande ou à l'évènement, des postes secondaires ;
- L'accès sécurisé aux données via une plateforme web et une application mobile ;
- La gestion de l'astreinte ;
- L'archivage des historiques des évènements ;
- La présentation graphique des données (synoptiques et graphiques animés, courbes, compteurs,...) ;
- L'export des mesures au format « tableau ».

Le Canal de l'Union aura à sa charge de mettre à disposition une connexion ADSL et une alimentation monophasé 230 V pour le CPST.

Figure 3-9 : Schémas synoptiques du système de télégestion



Le tableau suivant présente les sites comprenant le dispositif de télégestion, mesure et alertes.



Tableau 3-30 : Sites reliés au poste de supervision

Site	PM	Secteur	Télégestion	Mesure de niveau	Mesure de débit	Alerte niveau haut	Alerte niveau bas
SIT-0	-	Mérindol	x	x			
SIT-1282	1 282	Mérindol					
SIT-1730	1 730	Mérindol					
SIT-4130	4 130	La Montagne					
SIT-5454	5 454	La Roquette - décharge	x	x	x	x	x
SIT-8264	8 264	Bel Hoste	x	x		x	x
SIT-10611	10 611	Redortier	x	x	x	x	
SIT-13100	13 100	Valloncourt	x	x		x	x
	15 124	Vidauque	x	x		x	x
SIT-17414	17 414	Les Taillades - Vanne					
SIT-17816	17 816	Les Taillades - Batardeau	x	x	x	x	x
SIT-19669	19 669	Caramède		x		x	
SIT-20909	20 909	Robion	x	x		x	x
SIT-23038	23 038	Ronflon					
SIT-23784	23 784	Route de Robion (fin canal)	x	x	x	x	x

3.16.3 Descriptif des équipements de la télégestion et mesure projetés

3.16.3.1 Logiciel de supervision

Il sera fourni un logiciel de supervision PC Win 2 pour un environnement Windows.

Le poste central PC Win 2 comprendra les fonctions minimales suivantes :

- Base de données de 5 000 infos ;
- Communication avec 20 Postes Secondaires ;
- Calculs de variables internes ;
- Application mobile ;
- Accès Web local et distant ;
- Grapheur multi-courbes, zoom et statistiques ;
- Éditeur automatique de rapports au format Excel ;
- Synoptiques graphiques animés ;
- Report des alarmes par SMS et Email ;

3.16.3.2 Matériel de supervision

Le poste central de supervision se composera de :

- Une unité centrale dont la configuration minimale sera :
 - Un processeur multi-cœurs ;
 - De disques durs, l'un dédié au système et le second pour l'installation des applicatifs de la supervision ;
 - De mémoires vives de type RAM ;
 - De ports de communication de type USB-3, Ethernet, HDMI et DisplayPort ;
 - Une carte son intégrée avec micro et haut-parleur intégré ;
 - Un graveur DVD double couche +R DL ;



- Suite logicielle comprenant a minima :
 - Windows 10 professionnel 64 bits ;
 - Office 365 business ;
 - Antivirus.
- Un écran associé à l'unité centrale et dont la configuration minimale sera :
 - Taille de la dalle 24 pouces ;
 - Entrées : ports HDMI et DisplayPort ;
- Un écran de projection raccordé à l'unité centrale et dont la configuration minimale sera :
 - Taille de la dalle 43 pouces ;
 - Entrées : ports HDMI et DisplayPort ;
- Un serveur dont la configuration minimale sera :
 - Un processeur multi-cœurs ;
 - De disques durs de grande capacité pour le stockage des données ;
 - Des baies de réserve pour l'ajout de disques durs supplémentaires ;
 - De mémoires vives de type RAM ;
 - De ports de communication de type USB-3 et Ethernet ;
 - Un graveur DVD intégré ;
 - Un système d'exploitation.
- Un frontal de communication de type SG4000 de Sofrel pour la communication avec les postes secondaires ;
- Un modem GSM pour la gestion du report d'alarmes SMS depuis le logiciel de supervision ;

Une alimentation secourue de type onduleur monophasé avec technologie on-line et autonomie de 24 heures.

3.16.4 Estimation des coûts

Le tableau suivant présente les coûts de travaux et d'investissement.

Tableau 3-31 : Estimation des coûts de travaux et d'investissement – SIT-X

N° prix	Libellé prix	Code unité	Description unité	Prix unitaire (€)	Quantité	Montant total (€ HT)
1. PRIX GENERAUX						8 000
101	Installation et repliement du chantier, frais d'alimentation du chantier en énergie, eau, études d'exécution et établissement du dossier de récolement, etc.	15%	15% du montant total des travaux	0	54 145	8 000
6. EQUIPEMENTS DE TELEGESTION (FOURNITURE ET POSE)						36 945
610	Logiciel de supervision PCWIN2 (20 sites)	Ft	Le forfait	9 140	1	9 140
611	Serveur et frontal de communication	Ft	Le forfait	6 855	1	6 855
612	Poste de supervision (PC)	Ft	Le forfait	5 800	1	5 800
613	Développement de l'application de supervision	Ft	Le forfait	7 000	1	7 000
615	Écran de projection 43 pouces	u	L'unité	1 150	1	1 150
625	Formation	-	-	7 000	1	7 000
7. TRAVAUX ELECTRIQUES						17 200
713	Onduleur monophasé (autonomie 24h)	u	L'unité	17 200	1	17 200
Coût travaux (€ HT)						62 000
	Frais d'honoraires de maîtrise d'ouvrage et de maîtrise d'œuvre				12%	7 400
	Autres frais d'investissement (autres études, investigations complémentaires, foncier,...)				8%	5 000
Coût total investissement (€ HT)						74 000



4 RÉCAPITULATIF DES COÛTS DES TRAVAUX

Le tableau suivant présente le récapitulatif des coûts de travaux et d'investissement par site.

Tableau 4-1 : Récapitulatif des coûts de travaux (€-HT)

N° prix	Libellé prix	SIT-0	SIT-1282	SIT-1730	SIT-5454	SIT-8264	SIT-10611	SIT-13100	SIT-17414	SIT-17816	SIT-19669	SIT-20909	SIT-21772	SIT-23038	SIT-23784	SIT-X	TOTAUX (€)
	Secteur	Mérindol	Mérindol	Mérindol	La Roquette - décharge	Bel Hoste	Redortier	La Barrailière - Vidaque	Les Taillasses - Vanne	Les Taillasses - Batardeau	Caramède	Robion	Le Moutillon	Ronflon	Route de Robion (fin canal)	Bureau	
100	Prix généraux	5 000	4 000	4 000	35 000	39 000	35 000	182 000	30 000	112 000	14 000	64 000	5 000	5 000	52 000	8 000	594 000
200	Terrassement	-	-	-	700	6 871	600	11 353	900	5 362	-	1 980	-	-	543	-	28 000
300	Génie Civil	-	2 300	2 300	1 200	128 980	32 620	959 240	140 000	590 200	3 700	157 540	1 480	2 900	165 760	-	2 188 000
311	dont rehausse/cuvelage	-	-	-	-	-	-	739 900	58 800	529 200	-	-	-	-	147 000	-	1 475 000
400	Vantellerie	18 960	1 200	1 200	165 620	73 400	56 700	142 800	45 800	67 400	55 100	217 400	8 200	24 000	98 900	-	977 000
500	Equipements de métrologie	5 000	-	-	50 300	4 900	22 200	9 800	-	40 700	2 500	13 300	-	-	43 200	-	192 000
600	Equipements de télégestion	7 940	-	-	6 200	6 200	7 200	12 400	-	6 200	6 200	1 000	-	-	7 200	36 945	97 000
700	Travaux électriques	-	-	-	9 200	11 500	20 100	23 000	11 500	9 200	9 200	9 200	-	-	14 300	17 200	134 000
800	Autres équipements	-	20 250	20 250	-	25 290	91 680	52 450	4 160	27 490	16 600	25 950	22 500	5 200	19 784	-	332 000
Coût travaux (€ HT)		37 000	28 000	28 000	268 000	296 000	266 000	1 393 000	232 000	859 000	107 000	490 000	37 000	37 000	402 000	62 000	4 542 000
Frais d'honoraires de maîtrise d'ouvrage et de maîtrise d'œuvre : 12%		4 400	3 400	3 400	32 200	35 500	31 900	167 200	27 800	103 100	12 800	58 800	4 400	4 400	48 200	7 400	544 000
Autres frais d'investissement (autres études, investigations complémentaires, foncier,...) : 8%		3 000	2 200	2 200	21 400	23 700	21 300	111 400	18 600	68 700	8 600	39 200	3 000	3 000	32 200	5 000	363 400
Coût total investissement HT		44 000	34 000	34 000	322 000	355 000	319 000	1 672 000	278 000	1 031 000	128 000	588 000	44 000	44 000	482 000	74 000	5 449 000



5 EFFICACITÉ DE LA MODERNISATION

L'analyse de l'efficacité de la modernisation est basée sur les simulations réalisées à partir :

- du modèle qui a été construit lors de la phase diagnostic (Activité 3) et
- des solutions de modernisation retenues

Les différentes simulations réalisées sont synthétisées dans le tableau suivant.

Tableau 5-1 : Simulations hydrauliques réalisées

Simulation	Descriptif	Objectifs
C01	Capacité du canal	Vérifier que les ouvrages projetés ne diminuent pas la capacité du canal estimée lors de l'activité 3 (diagnostic)
N01	Période Normale - Pointe	Vérifier si les ouvrages projetés permettent ou non : - d'améliorer l'alimentation des prises qui sont mal alimentées selon les résultats de l'activité 3 (diagnostic) - de générer des économies d'eau
N02	Période Normale - Hors Pointe	
P01-A	Évènement Pluvieux - Pointe - Période de retour 10 ans	Estimer l'impact des ouvrages projetés sur : - l'amélioration de la continuité des services lors de périodes pluvieuses - la capacité du canal à absorber un évènement pluvieux
P01-B	Évènement Pluvieux - Pointe - Période de retour 20 ans	
P02-A	Évènement Pluvieux - Hors Pointe - Période de retour 10 ans	
P02-B	Évènement Pluvieux - Hors Pointe - Période de retour 20 ans	

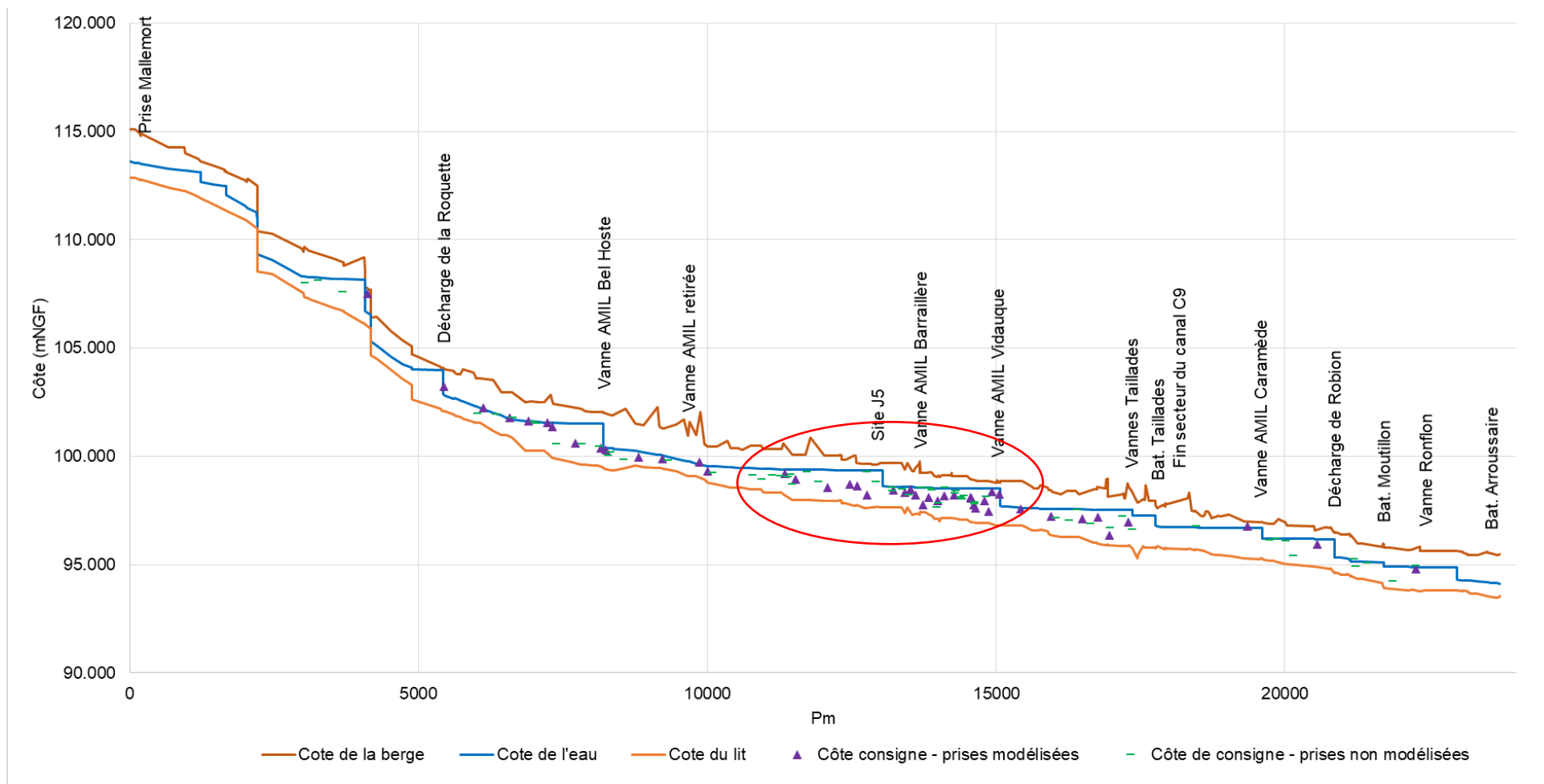
5.1 IMPACT SUR L'ALIMENTATION DES PRISES DE L'ASCO DU CANAL DE CABEDAN NEUF

Lors de la phase diagnostic, l'étude a montré que certaines prises de l'ASCO du canal de Cabedan Neuf entre PM 11 000 et 15 000 présentent des problèmes d'alimentation pendant la période hors pointe (février- mai et octobre-novembre).

Les figures suivantes montrent que les solutions de modernisation envisagées pour le site SIT-13100 (Valloncourt-Vidauque) permettent d'alimenter correctement les prises.



Figure 5-1 : Profil en long du canal et ligne d'eau maximum obtenue- Simulation N02 (période Hors pointe)



5.2 IMPACT POUR LE CANAL DE CARPENTRAS

Dans le programme de modernisation, il est prévu de :

- créer un ouvrage de vanne automatique en fin canal.
- mettre en place une vanne automatique à la décharge de Robion

Les vannes automatiques des deux ouvrages fonctionnent conjointement afin de réduire la fluctuation des débits entrants dans le canal de Carpentras.

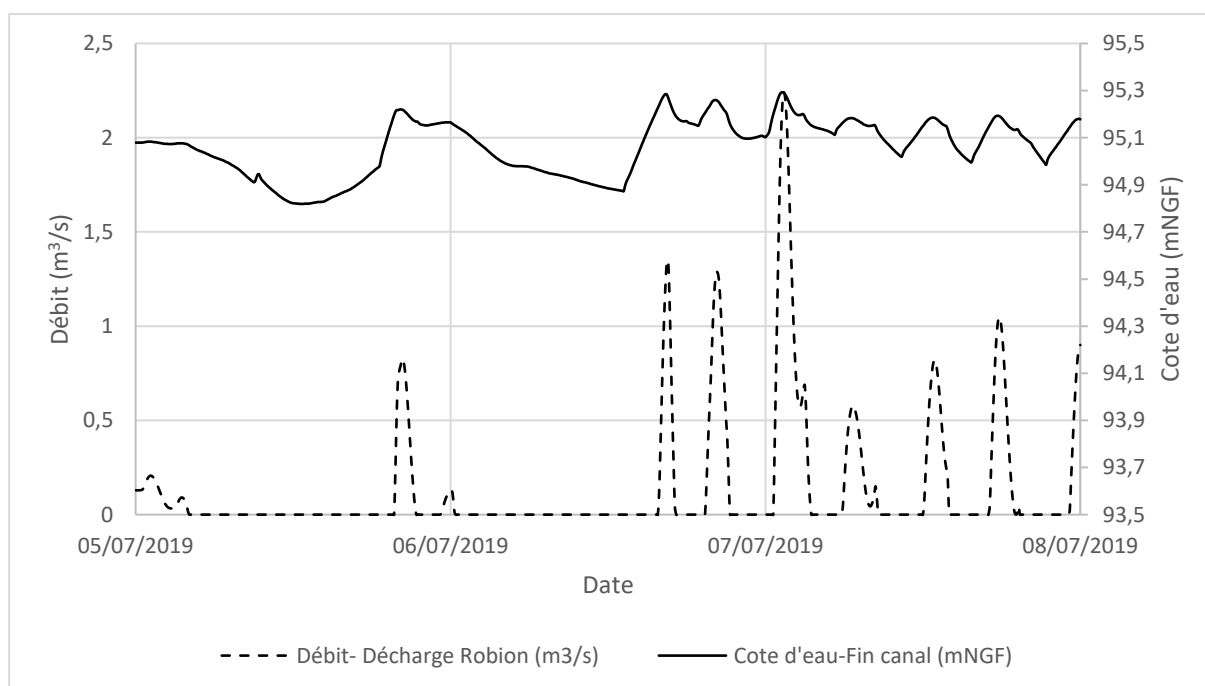
Les résultats des simulations de la solution retenue pour le site SIT- 23 784 (régulation par des vannes automatiques) sont décrits ci-après.

PÉRIODE DE POINTE

En période de pointe, l'ouvrage de fin du canal permet de stocker un certain volume dans le bief amont. La hauteur de marnage maximale observée dans le modèle hydraulique est de 40 cm (entre la cote 94,86 et 95,26 mNGF).

Par ailleurs, le temps de réaction entre la régulation de vanne de décharge Robion et la cote d'eau en amont de l'ouvrage Fin canal est estimé à environ 40 mn

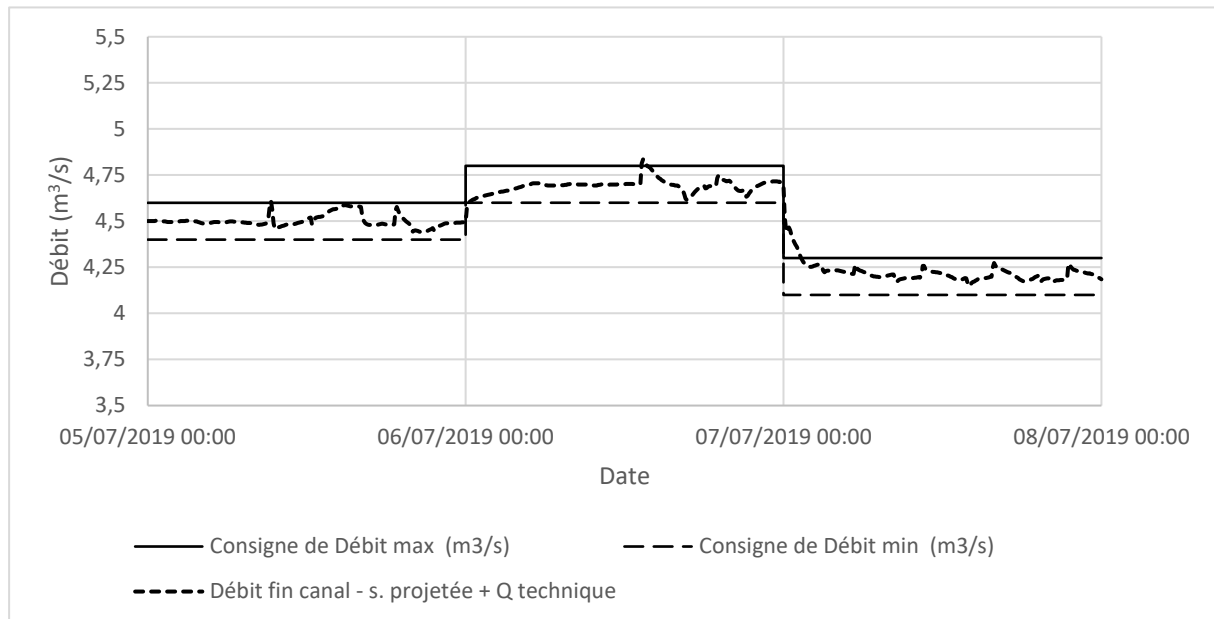
Figure 5-2 : Débit de décharge à Robion et cote d'eau en amont de l'ouvrage Fin canal – N01 (pointe)





Pour cette simulation, le débit entrant dans le canal de Carpentras en situation future se situe entre les consignes de débits mini et maxi désirées (voir la Figure 5-3).

Figure 5-3: Débit entrant dans le canal de Carpentras – N01 (pointe)

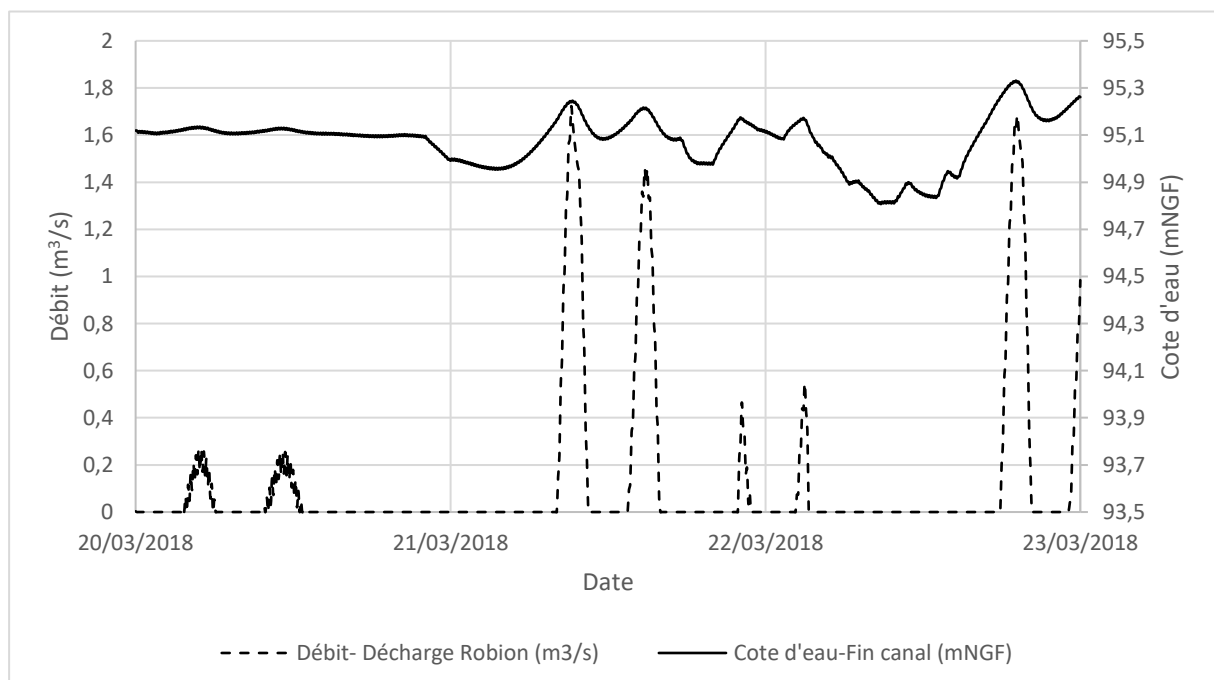


PÉRIODE HORS POINTE

En période hors-pointe, l'ouvrage de fin du canal permet de stocker un certain volume dans le bief amont. La hauteur de marnage maximale observée dans le modèle hydraulique est de 50 cm (entre la cote 94,80 et 95,30 mNGF).

Par ailleurs, le temps de réaction entre la régulation de vanne de décharge Robion et la cote d'eau en amont de l'ouvrage Fin canal est estimé à environ 1h.

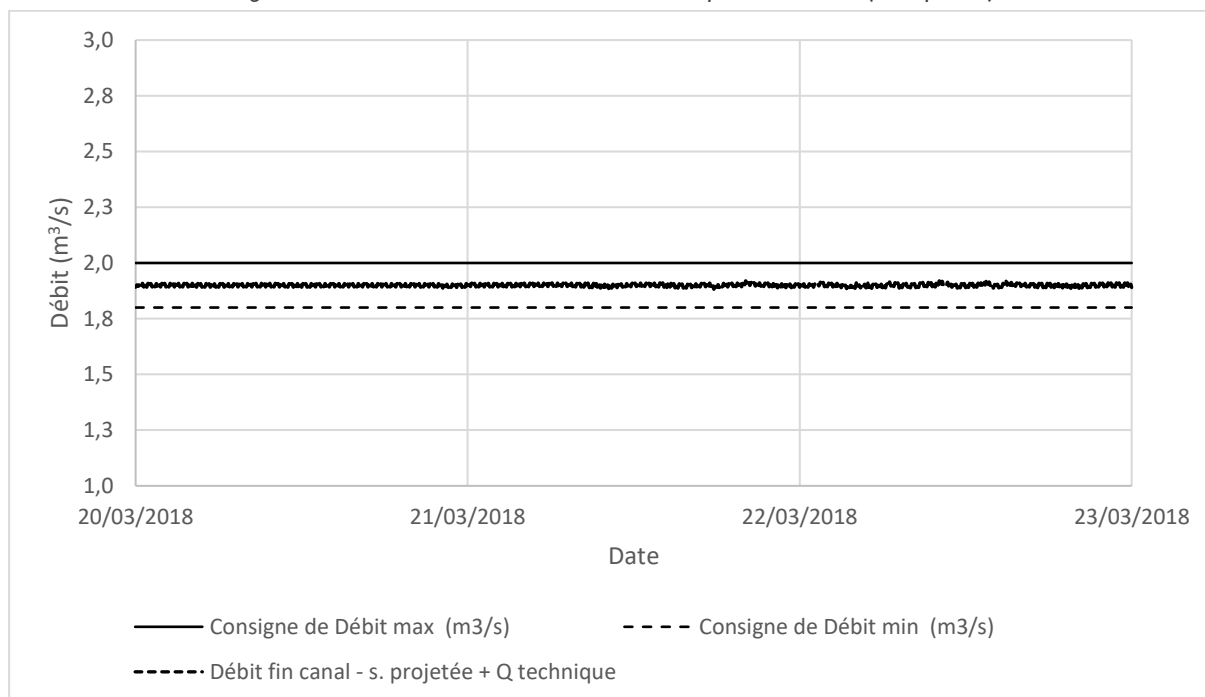
Figure 5-4 : Débit de décharge à Robion et cote d'eau en amont de l'ouvrage Fin canal- N02 (hors pointe)





Pour cette simulation, le débit entrant dans le canal de Carpentras en situation future se situe entre les consignes de débits mini et maxi désirées (voir la Figure 5-5).

Figure 5-5: Débit entrant dans le canal de Carpentras – N02 (hors pointe)



5.3 ECONOMIES D'EAU

Les économies d'eau, conséquence positive de ce programme de modernisation sont difficiles à estimer tant les paramètres les influençant sont nombreux : événement climatique, acceptation des usagers, appropriation du programme de modernisation par les agents d'exploitation, etc.

Aussi, les économies d'eau totales résultent de l'addition de plusieurs « comportements » :

- De la réactivité du canal à satisfaire les besoins. Pour ce point, l'économie d'eau peut être quantifiée.
- D'autres agissements non quantifiables comme la réduction des débits par les gardes canaux en fonction des conditions climatiques et des besoins des usagers.

Le tableau suivant indique l'estimation du volume d'eau économisé par la modernisation.



Tableau 5-2 : Estimation du volume d'eau économisé par la modernisation

	Période hors pointe	Période de pointe
Volume maximum économisable (m ³ /j)	60 500	14 000
Volume rejeté à Robion (m ³ /j)	10 300	12 300
Volume économisé (m ³ /j)	50 200	1 700
Périodicité	Du 14 février au 31 mai et du 01 octobre au 30 novembre	Du 1er juin au 30 septembre
Nombre de jours	168	122
Volume économisé total selon la périodicité (m ³)	8 434 000	207 000
Volume économisé total sur l'année (m ³)	8 641 000	
Arrondi à (m³)	8 600 000	
Prélèvement moyen annuel (sur 6 dernières années)	108 000 000	
% d'économie	8%	

Sur les 11 900 000 m³/an économisable (estimés en activité 3), on estime que le programme de modernisation dans **sa globalité** permet d'économiser 8 600 000 m³/an ce qui représente environ **8%** du prélèvement moyen annuel entre 2014 et 2020.

Cette estimation pourra être réévaluée en phase PRO en cas d'ajustements faits à certains projets sur les lignes d'eau.

5.4 CAPACITÉ D'ABSORPTION DES APPORTS PLUVIEUX

5.4.1 Impact sur les temps d'intervention

La remise en service de l'ouvrage de décharge de Redortier permet de délester 1 m³/s à la Durance. Le tableau suivant indique les consignes d'intervention en situation actuelle et en situation projetée.

Tableau 5-3 : Consignes d'intervention lors d'évènement pluvieux en situation actuelle et en situation projetée

Simulation	Période de retour	Intervention des ouvrages avant l'arrivée de la pluie - situation actuelle	Intervention des ouvrages avant l'arrivée de la pluie - situation projetée
P01-A	10 ans	Manœuvrer les ouvrages en travers et de décharge 2 h avant	Manœuvrer les ouvrages en travers et de décharge 30 mn avant
P02-A		Manœuvrer les ouvrages en travers et de décharge 1h30 avant	Manœuvrer les ouvrages en travers et de décharge 30 mn avant
P01-B	20 ans	canal vide	canal vide
P02-B		canal vide	canal vide

Le tableau montre que la remise en service de la décharge du Redortier permet de réduire l'anticipation des évènements pluvieux.

Néanmoins, la remise en état de la décharge du Redortier ne permet pas de maintenir le service lors de périodes pluvieuses.



5.4.2 Impact sur les débordements

PÉRIODE DE RETOUR 10 ANS

Les tableaux suivants indiquent les débordements si la manœuvre des ouvrages intervient au moment de l'arrivée de la pluie (c'est-à-dire sans anticipation de la pluie).

Tableau 5-4 : Volume de débordement par bief – simulation P01-A (pointe)

Numéro du bief	PM amont	PM aval	Description	Situation actuelle		Après modernisation	
				Débordement ?	Volume débordement (m³)	Débordement ?	Volume débordement (m³)
1	0	5 454	De la prise Mallemort à la Roquette	Non	-	Non	-
2	5 454	8 264	De la Roquette à Bel Hoste	Non	-	Non	-
3	8 264	10 664	De Bel Hoste à Redortier	Non	-	Non	-
4	10 664	13 750	De Redortier à la Barraillère	Non	-	Non	-
5	13 750	15 124	De la Barraillère à Vidauque	Oui	11 000	Non	-
6 à 9	15 124	20 922	De Vidauque à Robion	Oui	32 000	Oui	12 500
10 à 13	20 922	23 784	De Robion à la fin du canal	Non	-	Non	-

Tableau 5-5 : Volume de débordement par bief – simulation P02-A (hors pointe)

Numéro du bief	PM amont	PM aval	Description	Situation actuelle		Après modernisation	
				Débordement ?	Volume débordement (m³)	Débordement ?	Volume débordement (m³)
1	0	5 454	De la prise Mallemort à la Roquette	Non	-	Non	-
2	5 454	8 264	De la Roquette à Bel Hoste	Non	-	Non	-
3	8 264	10 664	De Bel Hoste à Redortier	Non	-	Non	-
4	10 664	13 750	De Redortier à la Barraillère	Non	-	Non	-
5	13 750	15 124	De la Barraillère à Vidauque	Non	-	Non	-
6 à 9	15 124	20 922	De Vidauque à Robion	Oui	7 200	Oui	12 000
10 à 13	20 922	23 784	De Robion à la fin du canal	Non	-	Non	-



PÉRIODE DE RETOUR 20 ANS

Pour la période de retour 20 ans les débits et volumes entrants dans le canal sont très importants générant de nombreux débordements. De ce fait, les simulations sont faites en considérant que le canal est vide.

Tableau 5-6 : Volume de débordement par bief – simulation P01-B (pointe)

Numéro du bief	PM amont	PM aval	Description	Situation actuelle		Après modernisation	
				Débordement ?	Volume débordement (m³)	Débordement ?	Volume débordement (m³)
1	0	5 454	De la prise Mallemort à la Roquette	Non	-	Non	-
2	5 454	8 264	De la Roquette à Bel Hoste	Non	-	Non	-
3	8 264	10 664	De Bel Hoste à Redortier	Non	-	Non	-
4	10 664	13 750	De Redortier à la Barraillère	Non	-	Non	-
5	13 750	15 124	De la Barraillère à Vidauque	Oui	10 300	Oui	6400
6 à 9	15 124	20 922	De Vidauque à Robion	Oui	40 000	Oui	30000
10 à 13	20 922	23 784	De Robion à la fin du canal	Non	-	Non	-

Tableau 5-7 : Volume de débordement par bief – simulation P02-B (hors pointe)

Numéro du bief	PM amont	PM aval	Description	Situation actuelle		Après modernisation	
				Débordement ?	Volume débordement (m³)	Débordement ?	Volume débordement (m³)
1	0	5 454	De la prise Mallemort à la Roquette	Non	-	Non	-
2	5 454	8 264	De la Roquette à Bel Hoste	Non	-	Non	-
3	8 264	10 664	De Bel Hoste à Redortier	Non	-	Non	-
4	10 664	13 750	De Redortier à la Barraillère	Non	-	Non	-
5	13 750	15 124	De la Barraillère à Vidauque	Oui	18 000	Oui	15 500
6 à 9	15 124	20 922	De Vidauque à Robion	Oui	44 000	Oui	36 000
10 à 13	20 922	23 784	De Robion à la fin du canal	Non	-	Non	-

CONCLUSIONS

La remise en service de la décharge de Redortier permet de limiter l'impact du transport de l'eau du bassin versant de la Durance vers le bassin versant du Coulon tout en limitant les débordements dans tous les scénarios simulés) à l'exception du scénario P02-A (période de pointe – période de retour T = 10 ans).

Pour la simulation P02-A, le volume débordement après la modernisation est légèrement plus important que celui de situation actuelle.

Ceci peut être expliqué par le fait que les solutions de modernisations permettent de mieux alimenter les prises et conduit à une ligne d'eau plus haute que lors de la situation actuelle. En situation actuelle, le volume « stockable » dans le canal avant débordement était plus important.



6 EXPLOITATION ET ENTRETIEN DES OUVRAGES

6.1 MAINTENANCE DES ÉQUIPEMENTS

6.1.1 Type de maintenance

L'automatisation des ouvrages permettra de dégager du temps pour les gardes canaux afin de réaliser des opérations de maintenance sur les équipements électromécaniques.

On distingue généralement des types d'actions :

6.1.1.1 Entretien de routine

Il s'agit de graissage ou les réglages simples souvent confiés à l'agent d'exploitation.

6.1.1.2 Contrôles visuels de mesure

S'agissant de contrôles visuels, cette opération peut être rattachée à l'entretien de routine confiée aux gardes-canaux.

Il importe de s'assurer que les systèmes de mesure ne dérivent pas dans le temps. Une tournée hebdomadaire sera effectuée sur tous les appareils de mesure de niveau et de débit, destinée à s'assurer que :

- l'indication des capteurs de niveau soit conforme aux valeurs relevées sur les échelles fixes ;
- les capteurs soient propres ;
- les centrales de mesure de débit ont des indications conformes aux débits réglés par les agents d'exploitation.

La tournée aura lieu pendant la saison d'irrigation.

6.1.1.3 Étalonnage du débit

Par des jaugeages annuels, le canal de l'Union s'assurera de l'exactitude des débits effectivement réglés sur chacun des sites.

Les mesures seront effectuées lors de la période de pointe d'irrigation, de manière à pouvoir vérifier le réglage des débits maximums. Le débit sera mesuré pour les réglages suivants : 50%, 75% et 100%.

Ces mesures feront l'objet d'un rapport ; elles seront ensuite utilisées pour adapter les lois d'ouvrages contenues dans les automatismes.

L'étalonnage du débit des canaux (courbes de hauteur/débit) peut être externalisé dans le cadre d'un marché.

Pour diminuer le coût, il est possible de prévoir que ceci ne soit pas fait tous les ans, mais soit commandé au coup par coup, sur la base des prix annoncés.



6.1.1.4 Maintenance préventive

La maintenance préventive devra assurer une exploitation dans de bonnes conditions. Elle comprendra au minimum une visite de l'ensemble des matériels 1 à 2 fois par an, en début et en milieu de saison d'irrigation pour les plus complexes (sites motorisés).

Lors de la maintenance préventive, les opérations de nettoyage, graissage et petit entretien des matériels seront réalisées.

- Vérification des batteries, de l'état de marche des composants des armoires électriques, de l'état des câbles et des connectiques,
- Nettoyage des capteurs,
- Nettoyage, graissage et contrôle du fonctionnement des servomoteurs, etc.

La maintenance préventive pourrait être confiée aux agents d'exploitation ayant reçu au préalable une formation sur les équipements électromécaniques. Mais, à ce stade des études, le chiffrage des coûts d'exploitation tiennent compte d'une sous-traitance des prestations.

6.1.1.5 Maintenance corrective

La maintenance corrective est destinée aux traitements d'anomalies constatées rendant l'exploitation difficile ou impossible. Ceci comporte les interventions de dépannage électromécanique et électrique, mais aussi informatique, de nature à rétablir le fonctionnement nominal du système.

La maintenance corrective peut être externalisée dans le cadre d'un marché de travaux de maintenance. Il est alors recommandé qu'une intervention en heure ouvrable et la prise en charge des anomalies soit faite sous une période de 48 heures afin de ne pas laisser d'appareillages hors services trop longtemps. Néanmoins, les délais d'intervention pour la correction des anomalies devront être cohérents avec les nécessités de l'irrigation.

La gestion de la maintenance corrective se fera selon les dispositions suivantes :

- Les grosses opérations de maintenance corrective (ex : remplacement d'un servomoteur, réparations des vannes, etc.). Le prestataire fera établir des devis, soumis à l'approbation du Maître d'Ouvrage, et supervisera les travaux résultants ;
- Les pièces servant aux réparations des pannes, pourront être prélevées sur le stock de Matériel de Secours Immédiat, ou MSI (capteurs, appareils de télétransmission de remplacement, alimentations secourues, modems, contacts de fins de course, etc. à l'exclusion du petit appareillage : câbles, composants électriques simples, etc.) que le canal de l'Union aura pu se constituer. Ce MSI pourra être fourni par la société effectuant les travaux de modernisation et sera mis à la disposition de l'organisme réalisant la maintenance corrective. La réalimentation de ce MSI sera à la charge du Maître d'Ouvrage. Il n'est pas souhaitable que le MSI comporte des appareils à obsolescence rapide (ordinateurs) : leur remplacement éventuel sera traité comme les grosses opérations de maintenance corrective.

6.1.2 Hypothèses pour l'estimation des coûts de maintenance

Les coûts présentés ci-après comprennent les coûts de maintenance annuels couvrant :

- Les achats fourniture du matériel d'entretien courant
- Les dépenses nécessitant l'intervention de prestataire externe

Ces coûts ne comprennent pas :

- le salaire des employés et les frais de fonctionnement généraux (véhicules, ...) qui sont estimés dans les frais d'exploitation
- Les coûts de GER (Gros Entretien Renouvellement).



Les achats fourniture du matériel d'entretien courant ont été estimés à partir d'un ratio de 0.5% du montant des travaux des équipements.

Les dépenses nécessitant l'intervention de prestataire externe ont été estimées à partir de l'hypothèse ci-dessous.

Tableau 6-1 : Provision des temps de contrôles et de maintenance

Site	PM	Secteur	Type d'ouvrage	Maintenance annuelle électromécanique. (j/an)	Maintenance annuelle télégestion (j/an)
SIT-0	-	Mérindol	Modules à maques + vanne	0.500	0.250
SIT-1282	1 282	Mérindol	Batardeau	0.125	-
SIT-1730	1 730	Mérindol	Batardeau	0.125	-
SIT-4130	4 130	La Montagne	Batardeau	0.125	-
SIT-5454	5 454	La Roquette - décharge	Déversoir latéral + Vanne de décharge	1.000	0.500
SIT-8264	8 264	Bel Hoste	Seuil + vanne	0.500	0.250
SIT-10611	10 611	Redortier	Vanne latérale	0.500	0.250
SIT-13100	13 100	Valloncourt	Seuil + vannes	0.500	0.250
	15 124	Vidauque	Seuil + vannes	0.500	0.250
SIT-17414	17 414	Les Taillades - Vanne	Seuil + vanne	0.500	-
SIT-17816	17 816	Les Taillades - Batardeau	Seuil + vanne	0.500	0.250
SIT-19669	19 669	Caramède	Seuil + vanne	0.500	-
SIT-20909	20 909	Robion	Vanne de décharge + Seuil latéral	1.000	0.500
SIT-21772	21 772	Le Moutillon	Batardeau	0.125	-
SIT-23038	23 038	Ronflon	Vanne plate à crémaillère	0.500	-
SIT-23784	23 784	Route de Robion (fin canal)	Vanne	0.500	0.250
SIT-X	X	Bureau	Poste de supervision	-	0.500
TOTAL (en jours)				8.0	4.0

Tableau 6-2 : Coûts des mains d'œuvre

Libellé prix	Unité	Prix
Contrôle électrique par un organisme de contrôle	€/an/site	300
Main d'œuvre personnel électricien / mécanicien	€/heure	55
Main d'œuvre personnel automaticien	€/heure	65



6.2 HYPOTHÈSES POUR LES FRAIS D'EXPLOITATION

Les frais d'exploitation comprennent :

- les frais d'alimentation électrique,
- les frais de communication et
- les autres coûts d'exploitation (salaire des employés et les frais de fonctionnement généraux (véhicules, ...)).

6.2.1 Alimentation électrique et frais de communication

Le tableau suivant indique les hypothèses retenues pour l'estimation des frais d'alimentation électrique et des frais de communication.

Tableau 6-3 : hypothèses pour estimer les frais d'exploitation

Libellé prix	Unité	Consommation électrique	Abonnement	Consommation communication
Communication LT42/an	€/site			120
Communication S550 / an	€/site			180
Consommation électrique - mesure - débit	€/unité	15		
Consommation électrique - mesure - niveau	€/unité	10		
Consommation électrique - motorisation	€/unité	20		
Consommation électrique - contrôle de commande	€/site	70		
Abonnement électrique	€/site		150	

6.2.2 Autres coûts d'exploitation

Les autres coûts d'exploitations comprennent le salaire des employés et les frais de fonctionnement généraux (véhicules, ...).

Compte tenu du fait que les solutions de modernisation ne modifient pas significativement le nombre d'ouvrages sur le canal ni le type d'ouvrage il est considéré que les solutions de modernisation proposées ne nécessitent pas d'ajustement sur le personnel de la structure.

6.3 COÛTS D'EXPLOITATION ET MAINTENANCE

Le tableau suivant récapitule l'ensemble des coûts de travaux et d'exploitation/maintenance des ouvrages (coûts de fonctionnement).

Tableau 6-4 : Coûts de fonctionnement des ouvrages

Nature des prestations	Montant (€/an)
Coûts d'entretien	18 000
<i>la provision pour achats fourniture du matériel d'entretien courant</i>	9 000
<i>les dépenses nécessitant l'intervention de prestataire externe</i>	9 000
Frais d'exploitation (alimentation électrique et frais de communication)	5 000
<i>Alimentation électrique</i>	3 000
<i>Frais de communication</i>	2 000
TOTAL	23 000

Les coûts estimés ci-dessus représentent les charges que devra supporter en moyenne annuellement le canal de l'Union pour la maintenance des ouvrages et équipements. Bien évidemment, des interventions d'un tel montant ne seront pas requises chaque année mais l'idée est que le canal se constitue une provision le jour où des travaux conséquents sont à réaliser.



7 BESOINS DE FORMATION

Une formation sera dispensée par l'entreprise à destination du personnel du Canal de l'Union.

Cette formation s'appuiera sur les notices de fonctionnement et les documents d'entretien. Elle portera sur tous les aspects du matériel : mécanique, hydraulique, électricité, télégestion et principes de sécurité. L'Entrepreneur soumettra son programme de formation au Maître d'ouvrage pour validation.

La formation sera prévue sur deux sessions pour former 5-6 personnes et chacune sera construite sur une durée de 2 jours minimum avec :

- formation théorique à partir des documents d'exécution ;
- identification des points de contrôle et d'entretien courant sur ouvrage ;
- prise en main du logiciel de supervision (paramétrage des astreintes, exportation de données, manœuvre des ouvrages, etc.) ;

Les supports de la formation seront remis au Maître d'Ouvrage pour réaliser des formations ultérieures en interne.

La formation est un prérequis à la réception des ouvrages.



8 PROGRAMME PRÉVISIONNEL DE RÉALISATION

8.1 PRIORISATION ET PHASAGE DES TRAVAUX

Après avoir décrit les différentes solutions techniques pour la modernisation de la régulation du canal, le présent chapitre s'attache à présenter une hiérarchisation des actions en vue des projets que le Maître d'Ouvrage va être amené à conduire. Le travail de priorisation a été réalisé en concertation avec le canal de l'Union et les canaux membres.

De manière générale, l'organisation des opérations est envisagée suivant cet ordre :

- **Phase 1** : travaux nécessaires pour la télégestion et les ouvrages de sécurisation prioritaire (décharge Redortier) ;
- **Phase 2** : ouvrages de sécurisation (décharge Robion) -et vanne de régulation en fin canal pour réduire la fluctuation des débits entrant dans le canal de Carpentras ;
- **Phase 3** : seuils longs (Valloncourt-Vidaque) pour assurer l'alimentation des prises de l'ASCO du canal de Cabédan-Neuf ;
- **Phase 4** : ouvrages de sécurisation (décharge de la Roquette) ;
- **Phase 5** : seuil long (Taillades) pour assurer l'alimentation des prises de l'ASCO du canal de Cabédan-Neuf ;
- **Phase 6** : seuil long (Bel Hoste) pour assurer l'alimentation de la prise du canal Saint Julien et ouvrages pour assurer l'alimentation des prises du canal de l'Isle.

Le montant total des travaux pour la modernisation des ouvrages est estimé à **4 542 k€-HT**. Par application d'un taux de l'ordre de 20% dont 12% pour les frais d'honoraires de maîtrise d'ouvrage et de maîtrise d'œuvre études et 8% pour les autres frais d'investissement (autres études, investigations complémentaires, foncier,...), le montant d'investissement de l'opération s'établit à **5 449 k€-HT**.

Tableau 8-1 : Phasage et estimation des coûts par phase

Phase	Site	Secteur	Type d'ouvrage	Nature de travaux	Coûts travaux (€ - HT)	Coûts investissement (€- HT)
1					458 000	549 000
	SIT-0	Mérindol	Modules à maques + vanne	Réhabilitation de prise existante	37 000	44 000
	SIT-1282	Mérindol	Batardeau	Réhabilitation de régulateurs de niveau existants	28 000	34 000
	SIT-1730	Mérindol	Batardeau	Réhabilitation de régulateurs de niveau existants	28 000	34 000
	SIT-10611	Redortier	Vanne latérale	Réhabilitation des ouvrages de décharges	266 000	319 000
	SIT-23038	Ronflon	Vanne plate à crémaillère	Réhabilitation de régulateurs de niveau existants	37 000	44 000
	SIT-X	Bureau	Poste de supervision	Mise en place d'un poste de supervision	62 000	74 000
2					892 000	1 070 000
	SIT-20909	Robion	Vanne de décharge + Seuil latéral	Réhabilitation des ouvrages de décharges	490 000	588 000



Phase	Site	Secteur	Type d'ouvrage	Nature de travaux	Coûts travaux (€ - HT)	Coûts investissement (€- HT)
	SIT-23784	Route de Robion (fin canal)	Vanne	Création de nouveaux régulateurs de débits	402 000	482 000
3					1 393 000	1 672 000
	SIT-13100	Valloncourt	Seuil + vannes	Réhabilitation de régulateurs de niveau existants	1 393 000	1 672 000
4					500 000	600 000
	SIT-5454	La Roquette - décharge	Déversoir latéral + Vanne de décharge	Réhabilitation des ouvrages de décharges	268 000	322 000
	SIT-17414	Les Taillades - Vanne	Seuil + vanne	Réhabilitation de régulateurs de niveau existants	232 000	278 000
5					859 000	1 031 000
	SIT-17816	Les Taillades - Batardeau	Seuil + vanne	Réhabilitation de régulateurs de niveau existants	859 000	1 031 000
6					440 000	527 000
	SIT-8264	Bel Hoste	Seuil + vanne	Réhabilitation de régulateurs de niveau existants	296 000	355 000
	SIT-19669	Caramède	Seuil + vanne	Réhabilitation de régulateurs de niveau existants	107 000	128 000
	SIT-21772	Le Moutillon	Batardeau	Réhabilitation de régulateurs de niveau existants	37 000	44 000
TOTAUX					4 542 000	5 449 000

Sachant que le canal de l'Union prévoit un montant d'investissement annuel en moyenne de l'ordre de 500-600 k€ (y compris une part de 20 % d'autofinancement), la totalité des aménagements pourra être réalisée sur une dizaine d'années.

8.2 RÉALISATION DE TRAVAUX

Comme décrit précédemment, les travaux sont prévus sur 10 ans. Après validation du maître d'ouvrage, la répartition année par année est donnée dans le tableau suivant.



Tableau 8-2 : Programme prévisionnel des travaux et coûts par année

Site	PM	Secteur	Type d'ouvrage	Nature de travaux	Coûts travaux (k€ - HT)	Coût d'investissement (k€ - HT)	Année de travaux									
							2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
SIT-0	0	Mérindol	Modules à maques + vanne	Réhabilitation de prise existante	37	44										
SIT-1282	1282	Mérindol	Batardeau	Réhabilitation de régulateurs de niveau existants	28	34										
SIT-1730	1730	Mérindol	Batardeau	Réhabilitation de régulateurs de niveau existants	28	34										
SIT-5454	5454	La Roquette - décharge	Déversoir latéral + Vanne de décharge	Réhabilitation des ouvrages de décharges	268	322										
SIT-8264	8264	Bel Hoste	Seuil + vanne	Réhabilitation de régulateurs de niveau existants	296	355										
SIT-10611	10611	Redortier	Vanne latérale	Réhabilitation des ouvrages de décharges	266	319										
SIT-13100	13100	Valloncourt	Seuil + vannes	Réhabilitation de régulateurs de niveau existants	1 393	1 672										
SIT-17414	17414	Les Taillades - Vanne	Seuil + vanne	Réhabilitation de régulateurs de niveau existants	232	278										
SIT-17816	17816	Les Taillades - Batardeau	Seuil + vanne	Réhabilitation de régulateurs de niveau existants	859	1 031										
SIT-19669	19669	Caramède	Seuil + vanne	Réhabilitation de régulateurs de niveau existants	107	128										
SIT-20909	20909	Robion	Vanne de décharge + Seuil latéral	Réhabilitation des ouvrages de décharges	490	588										
SIT-21772	21772	Le Moutillon	Batardeau	Réhabilitation de régulateurs de niveau existants	37	44										
SIT-23038	23038	Ronflon	Vanne plate à crémaillère	Réhabilitation de régulateurs de niveau existants	37	44										
SIT-23784	23784	Route de Robion (fin canal)	Vanne	Création de nouveaux régulateurs de débits	402	482										
SIT-X	X	Bureau	Poste de supervision	Mise en place d'un poste de supervision	62	74										
Coût d'investissement (k€-HT)					4 542	5 449	549	588	482	368	635	669	600	627	404	527

9 CONCLUSIONS

SYNTHÈSE DE LA MODERNISATION

La modernisation proposée concerne 16 sites.

Les solutions proposées comprennent :

- La réhabilitation d'ouvrages existants
- La création de nouveaux ouvrages (un régulateur de niveau et un régulateur de débit)
- La mise en place d'équipements de mesure
- La mise en place d'un système de télégestion

Les coûts d'investissement de travaux totaux sont estimés à 5,449 M€.

Les frais d'exploitation sont estimés entre à 5 k€/an.

Les frais de maintenance 18 k€/an.

Le programme prévisionnel de travaux prévoit la mise en place des solutions retenues sur 10 ans.

BÉNÉFICES DE LA MODERNISATION

Bien que l'approche soit présentée site par site, **le programme retenu est à considérer dans sa globalité** pour atteindre les différents objectifs recherchés.

Les principaux bénéfices par objectif sont les suivants.

OBJ-01 : Assurer la traçabilité de l'exploitation

Le programme de modernisation propose la mise en place d'équipements de mesures de débit à chaque décharge et à la fin du canal. Ceci permettra de mieux connaître les débits transités dans le canal et de mieux connaître l'efficacité du canal.

Par ailleurs, les 2 sites de mesure à l'entrée et à la sortie du secteur de l'ASCO du canal de Cabedan Neuf permettront également de mieux connaître les débits prélevés par les filiales privées de ce tronçon.

OBJ-02 : Mettre en place une exploitation globale centralisée

Le programme de modernisation propose la mise en place d'un poste de suppression et d'équipement de télégestion des ouvrages.

OBJ-03 : Améliorer la réactivité de fonctionnement et faciliter l'exploitation

Les solutions proposées consistent à moderniser les ouvrages de régulation actuels, à remettre en service un ouvrage de décharge et à équiper le canal d'un système de télégestion. Les conditions d'exploitation seront ainsi facilitées.



OBJ-04 : Assurer une meilleure sécurité du personnel

De par leur géométrie, les seuils longs prévus dans le programme de modernisation pour la desserte des prises permettent de contrôler les niveaux et limitent ainsi les déplacements sur site des gardes-canaux.

Par ailleurs, le programme prévoit la mise en place de nouvelles passerelles et la mise en place de garde-corps afin d'améliorer la sécurité du personnel intervenant sur les ouvrages concernés.

OBJ-05 : Améliorer la qualité de service

La mise en place de seuils longs permet de limiter les fluctuations de niveaux d'eau dans le canal et ainsi améliorer l'alimentation des prises (le débit délivré fluctue moins lorsque le niveau d'eau est stable).

La création et la réhabilitation des ouvrages du site SIT-13100 permettent mieux alimenter des prises de l'ASCO du Cabedan Neuf non correctement alimentées en situation actuelle.

La solution de modernisation proposée à la fin du canal permet de donner plus de souplesse d'exploitation et d'atténuer les fluctuations de débits entrants dans le canal de Carpentras.

OBJ-06 : Améliorer la procédure de communication entre le canal de l'Union et canaux membre

Le poste de supervision prévu est conçu de telle sorte qu'il soit ouvert aux systèmes de télégestion des canaux membres. Ceci permettra de bien récupérer les informations de canaux membres et en retour de leur partager certaines informations.

OBJ-07 : Assurer une meilleure sécurité des ouvrages

Le réseau de télémesure doté d'alarmes permettra de prévenir les gardes-canaux qui pourront soit se déplacer, soit actionner à distance les vannes à l'aide de télécommandes pour manœuvrer les ouvrages de réglage des débits ou de décharge.

OBJ-08 : Limiter les débordements

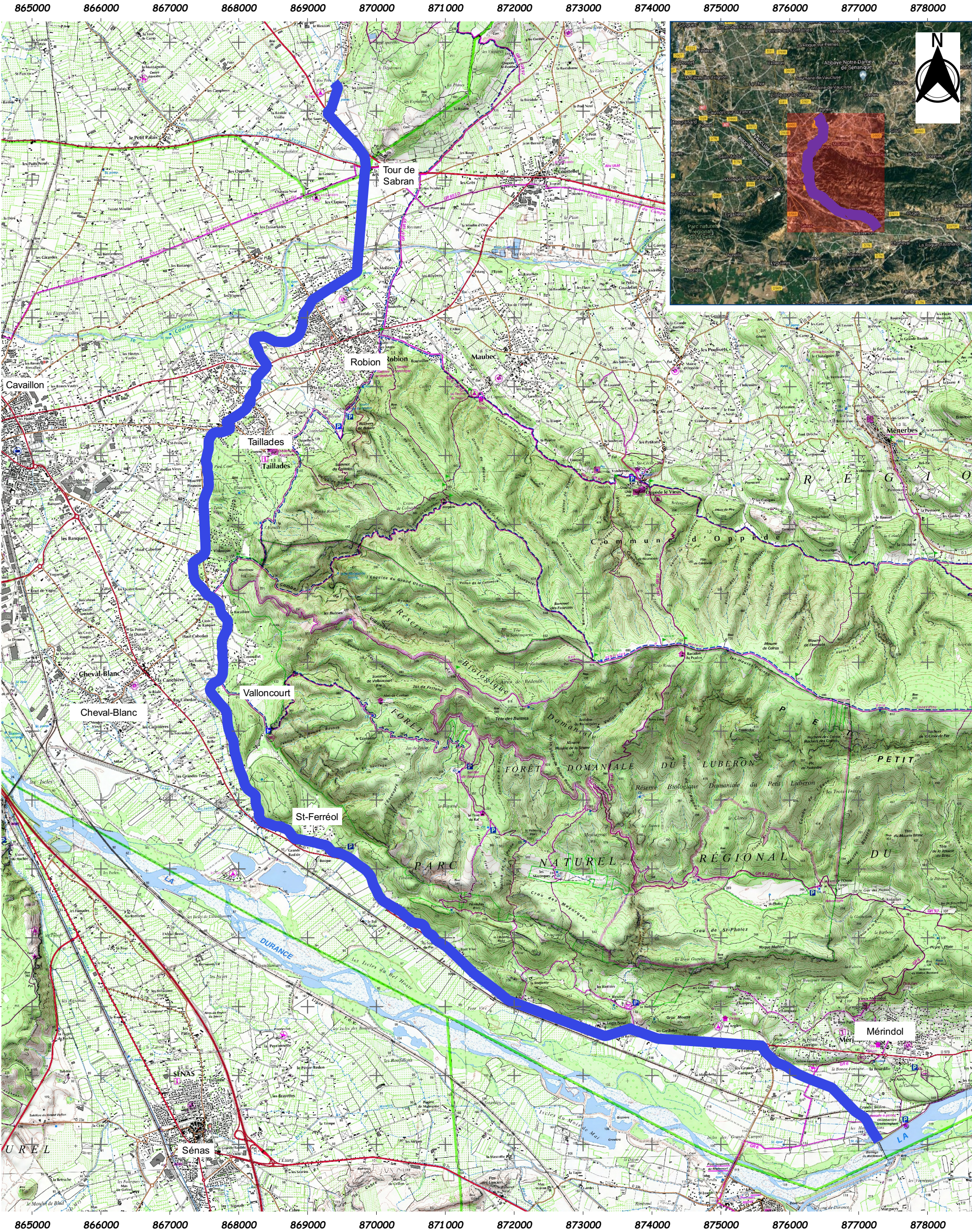
La remise en service de la décharge de Redortier permet de réduire le temps d'intervention de manœuvre des ouvrages permettant ainsi d'éviter les débordements lors d'un évènement non majeur.

OBJ-09 : Économiser l'eau

Les solutions de modernisations proposées pourront permettre d'économiser jusqu'à 8% du volume prélevé entre 2014 et 2020.

ANNEXES

Annexe 1. Plan de situation du projet



**Union du canal Luberon Sorgue
Ventoux**

**ETUDE DE MODERNISATION DE LA
REGULATION DU CANAL DE L'UNION
LUBERON SORGUE VENTOUX**

Localisation du Canal de l'Union

Légende

 Canal de l'Union

Echelle : 1:50000

Date : Juillet 2020

Réalisé par : R.Delisée - Verifié par : S.Hong

Référence : Carte_Localisation_Canal_de_l'Union.pdf

Sources : BRLi - sur fond © IGN - SCAN25 ©

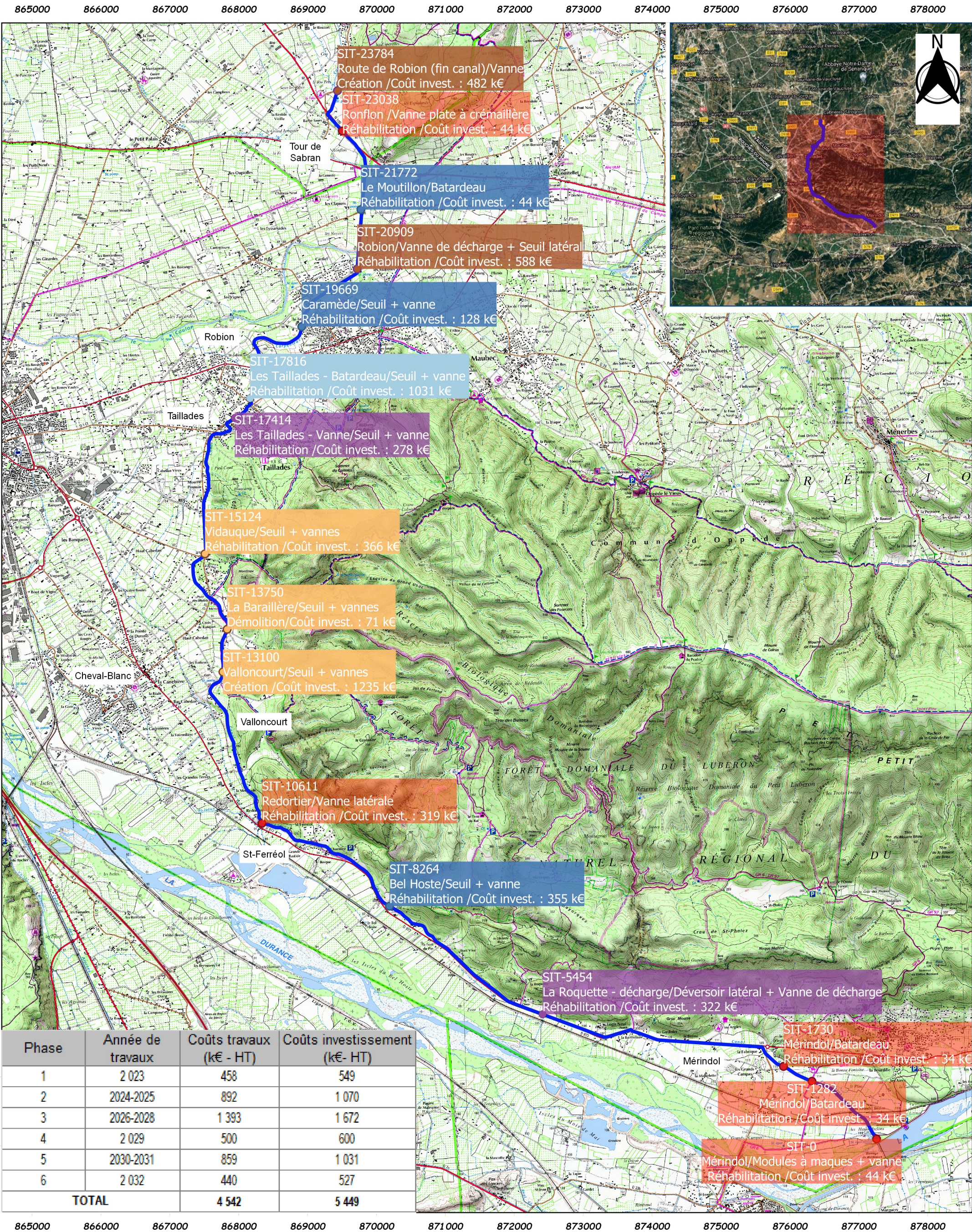
Pour impression A3

0 1000 2000 3000 m



BRL
Ingénierie

Annexe 2. Plan général de phasage



Phase	Année de travaux	Coûts travaux (k€ - HT)	Coûts investissement (k€ - HT)
1	2 023	458	549
2	2024-2025	892	1 070
3	2026-2028	1 393	1 672
4	2 029	500	600
5	2030-2031	859	1 031
6	2 032	440	527
TOTAL		4 542	5 449

Union du canal Luberon Sorgue Ventoux

ETUDE DE MODERNISATION DE LA REGULATION DU CANAL DE L'UNION LUBERON SORGUE VENTOUX

Plan général de phasage

Légende

Phase de travaux

1

2

3

4

5

6

Canal de l'Union

0100020003000 m

Echelle : 1:50000

Date : Mars 2021

Réalisé par : S.Hong - Verifié par : A.Blache

Référence : Carte_prises_ouvrages.pdf

Sources : BRLi - sur fond © IGN - SCAN25 ©

Pour impression A3

BRL

Ingénierie

Annexe 3. Plans de principe des ouvrages

Echelle : 1/50



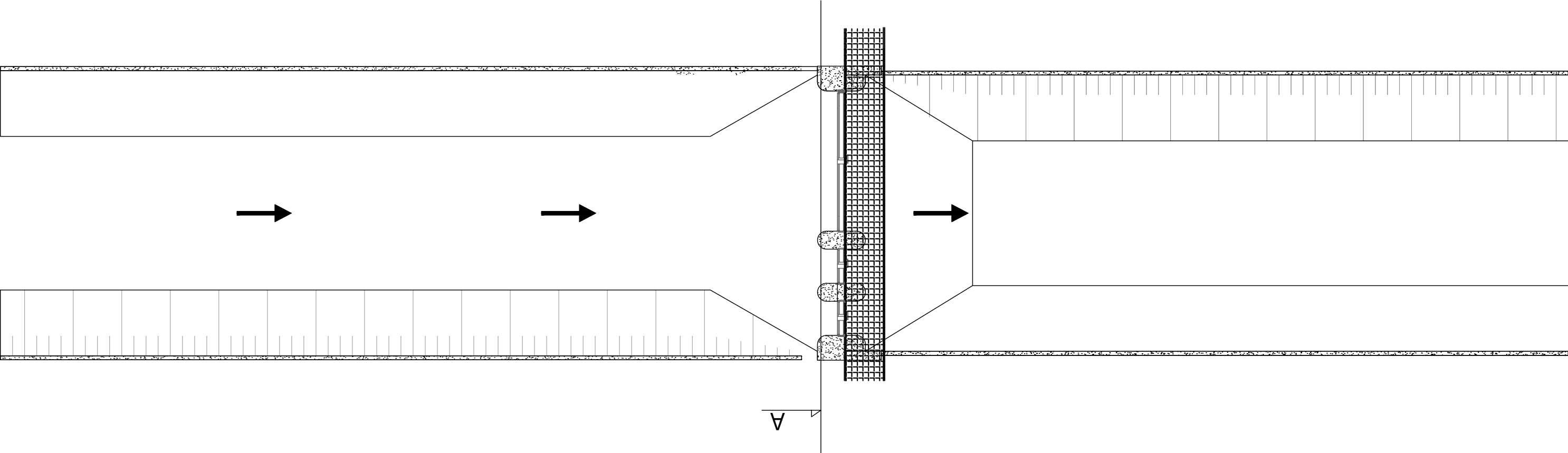
BRL
Ingenierie

Étude de modernisation de la régulation du canal de l'Union Lubéron Sorgue Ventoux AVP

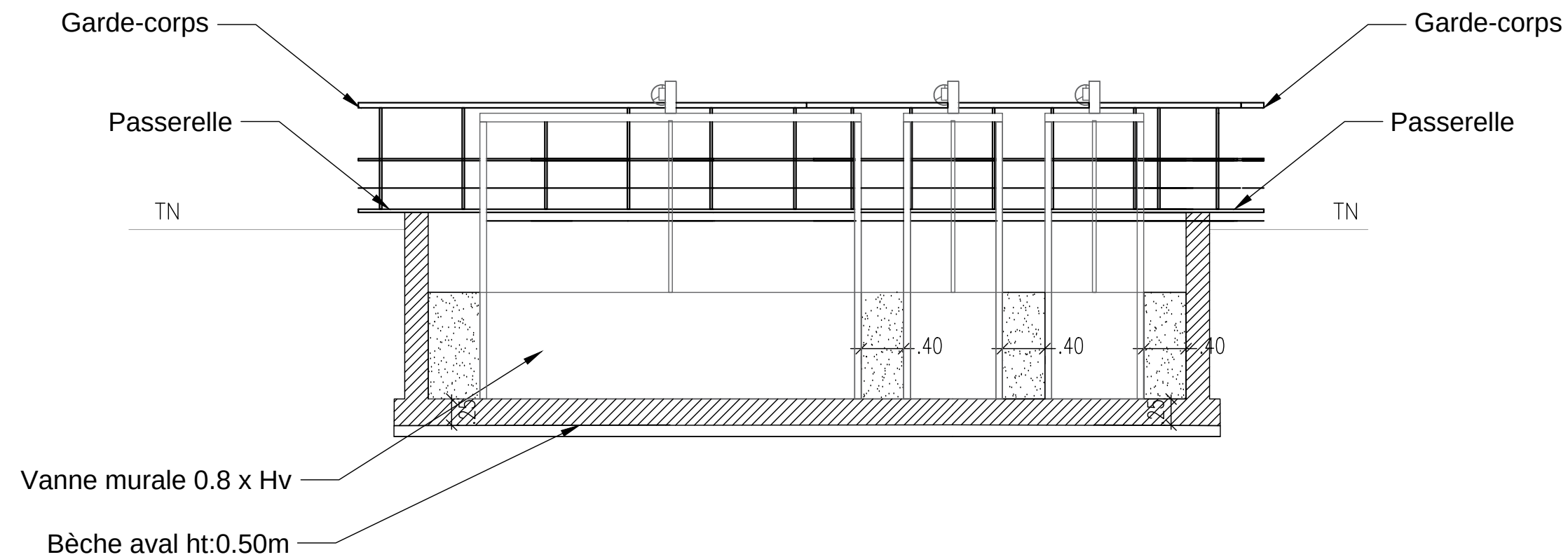
A	Indice	Nom du fichier: A00621-ANP-CUIN-2001
---	--------	---

Coupe

Notation en mètre Papier A3	PIECE	2000
Date:	13/01/2021	
Émis par:	FBA	
Vérifié par:	SHO	
Approuvé par:	ABL	



VUE EN PLAN
Echelle :1/100



COUPE A-A
Echelle :1/50

MAITRISE D'OUVRAGE : UNION DU CANAL LUBERON SORGUE VENTOUX



1105, Avenue Pierre Mendes France
 BP 4001 - 30001 Nîmes Cedex - France
 Tel:04.66.87.50.00 - Telecopie:04.66.84.25.63
 E mail: brli@brl.fr - Web: <http://www.brl.fr>

Étude de modernisation de la régulation du canal de l'Union
 Lubéron Sorgue Ventoux
 AVP

Nom du fichier:
 INDEX
 A

OUVRAGE DE VANNE EN TRAVERS
 Coupe A-A

Cotation en
 mètre
 Papier A3
 2000
 Date: 13/01/2021
 Dessiné par: FBA
 Vérifié par: SHO
 Approuvé par: ABL

Annexe 4. Fiches synoptiques

Étude de modernisation de la régulation du canal de l'Union Luberon Sorgue Ventoux

Site : SIT-0
Secteur : Mérindol
Type d'ouvrage : Modules à masques + vanne
Fonction : Prise en tête du canal de l'Union

Synthèse du diagnostic :

- 1 vanne plate et un module à masque hors service qui présentent de forte rouille et des perforations.
- La structure et les vannettes des modules à masques sont vieillissants et présente de la rouille.
- Les capteurs de fin de course des modules à masques motorisés et télégérés présentent des dysfonctionnements (la position de la vanne n'est pas souvent détectée).



Travaux proposés pour la modernisation

- Remise en état des organes de motorisation,
- Remplacement des capteurs de fin de course par un système plus fiable
- Remplacement des capteurs existants par des capteurs radar amont et aval de l'ouvrage (y/c dispositif de protection)
- Motorisation de 02 vannes supplémentaires

Coûts travaux 37 000 € HT
Coûts Investissement 44 000 € HT
Coûts d'entretien 1000 € HT/an
Frais d'exploitation 500 € HT/an

Phase des travaux :

1

Année prévisionnelle des travaux :

2023

Étude de modernisation de la régulation du canal de l'Union Luberon Sorgue Ventoux

Site : SIT-1282
Secteur : Mérindol
Type d'ouvrage : Batardeau
Fonction : Ouvrage de régulation

Syntèse du diagnostic :

Passerelle d'accès à l'ouvrage présentant une forte rouille et non solide constituant ainsi un danger pour la sécurité du personnel.



Travaux proposés pour la modernisation

Remise en état des rainures et remplacement de la passerelle

Coûts travaux 28 000 € HT
Coûts Investissement 34 000 € HT
Coûts d'entretien 200 € HT/an
Frais d'exploitation 0 € HT/an

Phase des travaux :

1

Année prévisionnelle des travaux :

2023

Étude de modernisation de la régulation du canal de l'Union Luberon Sorgue Ventoux

Site : SIT-1730
Secteur : Mérindol
Type d'ouvrage : Batardeau
Fonction : Ouvrage de régulation

Syntèse du diagnostic :

Passerelle d'accès à l'ouvrage présentant une forte rouille et non solide constituant ainsi un danger pour la sécurité du personnel.



Travaux proposés pour la modernisation

Remise en état des rainures et remplacement de la passerelle

Coûts travaux 28 000 € HT
Coûts Investissement 34 000 € HT
Coûts d'entretien 200 € HT/an
Frais d'exploitation 0 € HT/an

Phase des travaux :

1

Année prévisionnelle des travaux :

2023

Étude de modernisation de la régulation du canal de l'Union Luberon Sorgue Ventoux

Site : SIT-5454
Secteur : La Roquette - décharge
Type d'ouvrage : Vanne plate à crémaillère + Déversoir
Fonction : Ouvrage de régulation + décharge

Syntèse du diagnostic :

Ouvrage en ligne :

- Ouvrage présentant globalement de la rouille, certaines parties sont cassées (structure) et perforées (pelle) et représente un danger pour la sécurité du personnel.

- L'étanchéité n'est pas assurée au niveau de la gaine de protection du câble des capteurs de fin de course des vannes motorisées.

Ouvrage de décharge :

- Présence de rouille au niveau des pelles des vannes.

- Structure présentant des fissures par endroit (y compris le canal de décharge).

- Crémaillères des vannes fonctionnent difficilement.

Ouvrage en ligne



Ouvrage de décharge



Travaux proposés pour la modernisation

- Remplacement de toutes les vannes transversales et dispositif de motorisation (3 vannes motorisées + télégestion)
- Remise en état des vannes latérales (peinture, sablage, graissage, remplacement des joints, etc.)
- Remise en état des capteurs de fin de course (problème d'étanchéité) + canal de décharge (curage)
- Remise en état des équipements de télétransmission
- Remise en état de la passerelle d'accès à l'ouvrage
- Remplacement des capteurs existants par des capteurs
- Mise en place d'un débitmètre ultrasons à différence de temps de transit en aval
- Mise en place d'un capteur de niveau dans le canal de décharge + calibration du canal
- Mise en place des alertes de niveau haut et bas
- Mesures des positions des vannes (toutes)

Coûts travaux	268 000 € HT
Coûts Investissement	322 000 € HT
Coûts d'entretien	2200 € HT/an
Frais d'exploitation	400 € HT/an

Phase des travaux :

4

Année prévisionnelle des travaux :

2029

Étude de modernisation de la régulation du canal de l'Union Luberon Sorgue Ventoux

Site : SIT-8264
Secteur : Bel Hoste
Type d'ouvrage : Vanne AMIL
Fonction : Ouvrage de régulation

Syntèse du diagnostic :

Ouvrage présentant de la rouille, vieillissant, fonctionnant difficilement lorsque les débits sont faibles, pas tout à fait réglé selon l'axe.



Travaux proposés pour la modernisation

- Remplacement de l'ouvrage existant par un seuil long + 3 vannes télégérées
- Mise en place d'un capteur de niveau en amont
- Mise en place des alertes de niveau haut et bas

<u>Coûts travaux</u>	296 000 € HT
<u>Coûts Investissement</u>	355 000 € HT
<u>Coûts d'entretien</u>	1400 € HT/an
<u>Frais d'exploitation</u>	500 € HT/an

Phase des travaux :

6

Année prévisionnelle des travaux :

2032

Étude de modernisation de la régulation du canal de l'Union Luberon Sorgue Ventoux

Site : SIT-10611
Secteur : Redortier
Type d'ouvrage : Vanne droite + Siphon Neyrtec
Fonction : Ouvrage de décharge

Syntèse du diagnostic :

- Passerelle d'accès à l'ouvrage présentant une forte rouille et non solide constituant ainsi un danger pour la sécurité du personnel.
- Ouvrage présentant une forte rouille, certaines parties sont cassées (structure) et perforées (pelle), crémaillères non fonctionnelles.
- Conduite de décharge dégradée.



Travaux proposés pour la modernisation

- Reconstruction d'une partie de l'ouvrage de la vanne principale + passerelle + 3 siphons aspirants (1 m³/s)
- Remis en état de la vanne de secours
- Changement de la conduite d'évacuation (DN 800 mm et L = 60 m) et reprise du fossé au niveau du point de rejet
- Mise en place d'une grille de protection
- Mise en place de batardeau + passerelle en travers
- Télégestion de la vanne latérale
- Mise en place d'un capteur radar en amont
- Mise en place d'un débitmètre dans la conduite d'évacuation



Coûts travaux 266 000 € HT
Coûts Investissement 319 000 € HT
Coûts d'entretien 1800 € HT/an
Frais d'exploitation 500 € HT/an

Phase des travaux :

1

Année prévisionnelle des travaux :

2023

Étude de modernisation de la régulation du canal de l'Union Luberon Sorgue Ventoux

Site : SIT-13100
Secteur : Valloncourt
Type d'ouvrage : Vanne AMIL + batardeau
Fonction : Ouvrage de régulation

Syntèse du diagnostic :

Barraillère :

- Passerelle d'accès à l'ouvrage présentant une forte rouille et non solide.
- Vanne AMIL ne fonctionnant pas correctement (pas tout à fait réglé selon l'axe, structure présentant de la rouille).

Vidauque :

- Passerelle d'accès à l'ouvrage présentant de la rouille et non solide.
- Vanne AMIL non fonctionnelle (bloquée).

Travaux proposés pour la modernisation

2 ouvrages de seuil: Valloncourt et Vidauque

- Valloncourt : création d'un seuil long + 3 vannes télégérées + 710 ml de cuvelage
- Barraillère : dépose d'une vanne AMIL et batardeaux + 45 ml de cuvelage
- Vidauque : remplacement de l'ouvrage existant par un seuil long + 3 vannes télégérées

Pour chaque ouvrage :

- Mise en place d'un capteur de niveau en amont
- Mise en place des alertes de niveau haut et bas

Barraillère



Vidauque



Coûts travaux 1 393 000 € HT
Coûts Investissement 1 672 000 € HT
Coûts d'entretien 2700 € HT/an
Frais d'exploitation 1 000 € HT/an

Phase des travaux :

3

Année prévisionnelle des travaux :

2026-2028

Étude de modernisation de la régulation du canal de l'Union Luberon Sorgue Ventoux

Site : SIT-17414
Secteur : Les Taillades - Vanne
Type d'ouvrage : Vanne plate à crémaillère
Fonction : Ouvrage de régulation

Syntèse du diagnostic :

Ouvrage présentant une forte rouille, certaines parties sont cassées (structure) et perforées (pelle) et représente un danger pour la sécurité du personnel.



Travaux proposés pour la modernisation

- Renforcement GC
- Remise en état des vannes existantes + 2 vannes motorisées
- Cuvelage 60 ml

Coûts travaux 232 000 € HT
Coûts Investissement 278 000 € HT
Coûts d'entretien 900 € HT/an
Frais d'exploitation 100 € HT/an

Phase des travaux :

4

Année prévisionnelle des travaux :

2029

Étude de modernisation de la régulation du canal de l'Union Luberon Sorgue Ventoux

Site : SIT-17816
Secteur : Les Taillades - Batardeau
Type d'ouvrage : Batardeau
Fonction : Ouvrage de régulation

Syntèse du diagnostic :

Passerelle d'accès à l'ouvrage présentant de la rouille et moins solide constituant ainsi un danger pour la sécurité du personnel.



Travaux proposés pour la modernisation

- Démolition de l'ouvrage existant
- Construction d'un seuil long à un autre endroit plus en amont + 3 vannes télégérées
- 540 ml de cuvelage en amont (tronçon dégradé)
- Mise en place d'un débitmètre ultrasons à différence de temps de transit en aval
- Mise en place des alertes de niveau haut et bas

Coûts travaux 859 000 € HT
Coûts Investissement 1 031 000 € HT
Coûts d'entretien 1500 € HT/an
Frais d'exploitation 400 € HT/an

Phase des travaux :

5

Année prévisionnelle des travaux :

2031-2031

Étude de modernisation de la régulation du canal de l'Union Luberon Sorgue Ventoux

Site : SIT-19669
Secteur : Caramède
Type d'ouvrage : Seuil + vanne
Fonction : Ouvrage de régulation

Syntèse du diagnostic :

Ouvrage présentant de la rouille, vieillissant, peu fonctionnelle (fonctionnement non complet cas de la vanne AMIL), moins solide.



Travaux proposés pour la modernisation

- Renforcement du Génie civil
- Remise en état des vannes existantes y compris la vanne AMIL
- Mise en place d'une nouvelle passerelle
- Remplacement des capteurs existants par des capteurs radar amont de l'ouvrage (y/c dispositif de protection)
- Mise en place des alertes de niveau haut
- Motorisation



Coûts travaux 107 000 € HT
Coûts Investissement 128 000 € HT
Coûts d'entretien 1000 € HT/an
Frais d'exploitation 300 € HT/an

Phase des travaux :

6

Année prévisionnelle des travaux :

2032

Étude de modernisation de la régulation du canal de l'Union Luberon Sorgue Ventoux

Site : SIT-20909
Secteur : Robion
Type d'ouvrage : Vanne plate à crémaillère + Déversoir
Fonction : Ouvrage de régulation + décharge

Synthese du diagnostic :

Ouvrage en ligne :

- Passerelle d'accès à l'ouvrage présentant une forte rouille et non solide constituant ainsi un danger pour la sécurité du personnel.
- Ouvrage présentant globalement une forte rouille, certaines parties sont cassées (structure) et perforées (pelle) et représente un danger pour la sécurité du personnel.
- Le montage des capteurs de fin de course ne respecte pas toujours les préconisations du fabricant (position notamment).

Ouvrage de décharge :

- Passerelle d'accès à l'ouvrage présentant une forte rouille et non solide constituant ainsi un danger pour la sécurité du personnel.
- Ouvrage présentant une forte rouille, certaines parties sont cassées (structure) et perforées (pelle).
- Crémaillères des vannes fonctionnent difficilement.
- Structure du déversoir dégradé.



Travaux proposés pour la modernisation

- Réhabilitation de l'ouvrage existant (remise en état du GC y/c les passerelles)
- Remplacer des vannes existantes par nouvelles vannes
- Mise en place une conduite de connexion entre l'ouvrage et le canal de décharge
- Télégestion de 3 vannes latérales + 3 vannes en travers
- 1 vanne latérale automatique
- Remise en état du canal de décharge (curage + cuvelage)
- Construction d'un nouveau seuil de mesure
- Remplacement des capteurs existants par des capteurs radar amont et aval de l'ouvrage (y/c dispositif de protection)
- Remplacement des capteurs existants par un débitmètre ultrasons à différence de temps de transit dans le canal de décharge + calibration du canal
- Mise en place des alertes de niveau haut et bas

Coûts travaux 490 000 € HT
Coûts Investissement 588 000 € HT
Coûts d'entretien 2380 € HT/an
Frais d'exploitation 500 € HT/an

Phase des travaux :

2

Année prévisionnelle des travaux :

2024

Étude de modernisation de la régulation du canal de l'Union Luberon Sorgue Ventoux

Site : SIT-21772
Secteur : Le Moutillon
Type d'ouvrage : Batardeau
Fonction : Ouvrage de régulation

Syntèse du diagnostic :

Aucune passerelle pour faciliter la mise en service

Travaux proposés pour la modernisation

- Mise en place des rainures (1/2 planchage chaque côté)
- Mise en place d'une passerelle



Coûts travaux 37 000 € HT
Coûts Investissement 44 000 € HT
Coûts d'entretien 300 € HT/an
Frais d'exploitation 0 € HT/an

Phase des travaux :

6

Année prévisionnelle des travaux :

2032

Étude de modernisation de la régulation du canal de l'Union Luberon Sorgue Ventoux

Site : SIT-23038
Secteur : Ronflon
Type d'ouvrage : Vanne plate à crémaillère
Fonction : Ouvrage de régulation

Syntèse du diagnostic :

Ouvrage présentant de la rouille, vieillissant, peu fonctionnelle (fonctionnement non complet) et passerelle moins solide constituant un danger pour la sécurité du personnel.



Travaux proposés pour la modernisation

- Remise en état GC (mineur)
- Remise en état des vannes (peinture, sablage, graissage, remplacement des joints, etc.)
- Mise en place du garde-corps

Coûts travaux 37 000 € HT
Coûts Investissement 44 000 € HT
Coûts d'entretien 400 € HT/an
Frais d'exploitation 0 € HT/an

Phase des travaux :

1

Année prévisionnelle des travaux :

2023

Étude de modernisation de la régulation du canal de l'Union Luberon Sorgue Ventoux

Site : SIT-23784
Secteur : Route de Robion (fin canal)
Type d'ouvrage : Batardeau
Fonction : Ouvrage de régulation

Syntèse du diagnostic :

Sans objet

Travaux proposés pour la modernisation

- Mise en place d'un ouvrage de vanne murale automatique + télégestion
- 150 ml de cuvelage
- Mise en place d'un capteur de niveau en amont
- Mise en place d'un débitmètre ultrasons à différence de temps de transit dans le canal en amont et aval du canal
- Mise en place des alertes de niveau haut et bas



Coûts travaux 402 000 € HT
Coûts Investissement 482 000 € HT
Coûts d'entretien 1640 € HT/an
Frais d'exploitation 600 € HT/an

Phase des travaux :

2

Année prévisionnelle des travaux :

2025

Étude de modernisation de la régulation du canal de l'Union Luberon Sorgue Ventoux

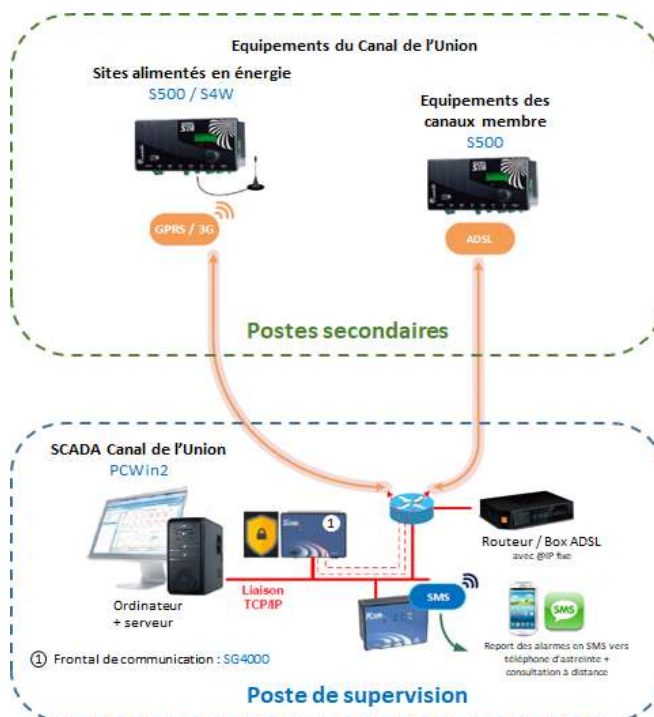
Site : SIT-X
Secteur : Bureau
Type d'ouvrage : Poste de supervision
Fonction : Sans objet

Synthèse du diagnostic :

Le canal de l'Union ne dispose pas d'un poste central de télégestion à proprement parlé. Actuellement, la télégestion se fait au moyen d'un ordinateur de bureau équipé du logiciel Softools de chez SOFREL et relié à un modem RTC.

Travaux proposés pour la modernisation

- Poste fixe (PC)
- Equipement + Installation de serveur et frontal de communication
- Installation du logiciel PCWIN2
- Equipement + Installation de l'onduleur
- Développement de l'application de supervision



Coûts travaux 62 000 € HT
Coûts Investissement 74 000 € HT
Coûts d'entretien 600 € HT/an
Frais d'exploitation 200 € HT/an

Phase des travaux :

1

Année prévisionnelle des travaux :

2023



www.brl.fr/brli

*Société anonyme au capital de 3 183 349 euros
SIRET : 391 484 862 000 19 - RCS : NÎMES B 391 484 862
N° de TVA intracom : FR 35 391 484 862 000 19*

1105, avenue Pierre Mendès-France
BP 94001 - 30 001 Nîmes Cedex 5
FRANCE
Tél. : +33 (0) 4 66 848111
Fax : +33 (0) 4 66 87 51 09
e-mail : brli@brl.fr