

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

Rapport de phases 2 et 3 : Étude de modernisation et
analyse de l'efficacité et des limites de la modernisation

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	Février 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_ph2_et_3_indb.docx
Indice :	B

Date émission	Indice	Observation	Dressé par	Vérifié et Validé par
03/02/2021	A	Version provisoire	CLA/SHO	ABL/PSA
17/03/2021	B	Version définitive	CLA/SHO	ABL/PSA

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

Phases 2 et 3 : Étude de modernisation et analyse de l'efficacité et des limites de la modernisation

1	RAPPEL DU CONTEXTE DE L'ÉTUDE	1
1.1	OBJECTIF DE L'ÉTUDE	1
1.2	OBJECTIFS DE L'ACTIVITÉ 4	1
1.3	CADRE DU TRAVAIL	2
2	CONTRAINTES D'EXPLOITATION ET ATTENTES	3
3	PISTES DE MODERNISATION	5
4	CONCEPTION DE LA MODERNISATION	6
4.1	PRINCIPES GÉNÉRAUX	6
4.2	SOLUTIONS DE MODERNISATION ENVISAGÉES PAR SITE	6
5	ANALYSE COMPARATIVE DES ÉLÉMENTS CONSTITUTIFS DU SYSTÈME DE TÉLÉGESTION, MOTORISATION ET MESURE	11
5.1	ALIMENTATION ÉLECTRIQUE	11
5.2	VECTEUR DE COMMUNICATION	12
5.3	MOTORISATION DE VANNE	12
5.4	POSITION DES VANNES	12
5.5	CAPTEURS DE MESURE DE NIVEAU	13
5.6	CAPTEURS DE MESURE DE DÉBIT	14
5.7	POSTE DE SUPERVISION	15
5.7.1	Présentation	15
5.7.2	Fonctionnement	15
5.7.2.1	Postes secondaires	15
5.7.2.2	Centre principal de supervision et de télégestion	16
6	SIMULATIONS HYDRAULIQUES EN VUE DE L'ANALYSE DE L'EFFICACITÉ DE LA MODERNISATION	17
6.1	MÉTHODOLOGIE	17
6.2	IMPACTS DES SOLUTIONS DE MODERNISATION SUR LA QUALITÉ DE LA DISTRIBUTION	17
6.2.1	Impact des ouvrages projetés sur la capacité du canal et faisabilité hydraulique du déplacement de la prise du Plan Oriental	17
6.2.2	Impact sur l'alimentation des prises de l'ASCO du canal de Cabedan Neuf	18

6.2.3	Impact pour le Canal de Carpentras.....	21
6.3	ECONOMIES D'EAU.....	22
6.4	CAPACITÉ D'ABSORPTION DES APPORTS PLUVIEUX.....	24
6.4.1	Impact sur les temps d'intervention	24
6.4.2	Impact sur les débordements	24
7	HYPOTHÈSES POUR L'ESTIMATION DES COÛTS	27
7.1	HYPOTHÈSES POUR L'ESTIMATION DES COÛTS DES TRAVAUX.....	27
7.2	HYPOTHÈSES POUR L'ESTIMATION DES COÛTS D'INVESTISSEMENTS	29
7.3	HYPOTHÈSES POUR LES FRAIS D'EXPLOITATION.....	30
7.3.1	Alimentation électrique et frais de communication.....	30
7.3.2	Autres coûts d'exploitation	30
7.4	HYPOTHÈSES POUR L'ESTIMATION DES COÛTS DE MAINTENANCE.....	31
8	PRINCIPES DE L'ANALYSE MULTICRITÈRES.....	32
8.1	OBJECTIF	32
8.2	CRITÈRES D'ANALYSE	32
8.3	ELEMENTS DE NOTATION.....	33
9	PROPOSITIONS DE MODERNISATION PAR SITE.....	34
9.1	SIT-0 : OUVRAGE DE LA PRISE EN TÊTE.....	34
9.1.1	Description et objectif de la modernisation	34
9.1.2	Solutions proposées et estimation des coûts	34
9.1.3	Analyse multicritères.....	35
9.2	SIT-1282 : BATARDEAU AU PM 1282.....	35
9.2.1	Description et objectif de la modernisation	35
9.2.2	Solutions proposées et estimation des coûts	36
9.2.3	Analyse multicritères.....	36
9.3	SIT-1730 : BATARDEAU AU PM 1730.....	37
9.3.1	Description et objectif de la modernisation	37
9.3.2	Solutions proposées et estimation des coûts	37
9.3.3	Analyse multicritères.....	37
9.4	SIT-4130 : BATARDEAU AU PM 4130.....	38
9.4.1	Description et objectif de la modernisation	38
9.4.2	Solutions proposées et estimation des coûts	38
9.4.3	Analyse multicritères.....	39
9.5	SIT-5454 : VANNE DE DÉCHARGE AU PM 5454	39
9.5.1	Description et objectif de la modernisation	39
9.5.2	Solutions proposées et estimation des coûts	40
9.5.3	Analyse multicritères.....	41
9.6	SIT-8264 : VANNE AMIL AU PM 8264.....	41
9.6.1	Description et objectif de la modernisation	41
9.6.2	Solutions proposées et estimation des coûts	42
9.6.3	Analyse multicritères.....	43
9.7	SIT-10611 : VANNE DE DÉCHARGE AU PM 10611.....	43
9.7.1	Description et objectif de la modernisation	43
9.7.2	Solutions proposées et estimation des coûts	44

9.7.3	Analyse multicritères.....	45
9.8	SIT-13100 : OUVRAGES VALLONCOURT- VIDAUQUE.....	45
9.8.1	Description et objectif de la modernisation	45
9.8.2	Solutions proposées et estimation des coûts	46
9.8.3	Analyse multicritères.....	47
9.9	SIT-13946 : ROUE AU PM 13946	47
9.9.1	Description et objectif de la modernisation	47
9.9.2	Solutions proposées et estimation des coûts	48
9.9.3	Analyse multicritères.....	48
9.10	SIT-17414 : VANNE EN TRAVERS AU PM 17414	49
9.10.1	Description et objectif de la modernisation	49
9.10.2	Solutions proposées et estimation des coûts	49
9.10.3	Analyse multicritères.....	50
9.11	SIT-17816 : BATARDEAU AU PM 17816.....	50
9.11.1	Description et objectif de la modernisation	50
9.11.2	Solutions proposées et estimation des coûts	51
9.11.3	Analyse multicritères.....	51
9.12	SIT-18750 : PRISE DU PLAN ORIENTAL.....	52
9.12.1	Description et objectif de la modernisation	52
9.12.2	Solutions proposées et estimation des coûts	52
9.12.3	Analyse multicritères.....	52
9.13	SIT-19669 : SEUIL-VANNE AU PM 19669	53
9.13.1	Description et objectif de la modernisation	53
9.13.2	Solutions proposées et estimation des coûts	53
9.13.3	Analyse multicritères.....	54
9.14	SIT-20909 : VANNE DE DÉCHARGE AU PM 20909 (ROBION)	54
9.14.1	Description et objectif de la modernisation	54
9.14.2	Solutions proposées et estimation des coûts	55
9.14.3	Analyse multicritères.....	56
9.15	SIT-21772 : BATARDEAU AU PM 21772	56
9.15.1	Description et objectif de la modernisation	56
9.15.2	Solutions proposées et estimation des coûts	57
9.15.3	Analyse multicritères.....	57
9.16	SIT-23038 : VANNE EN TRAVERS AU PM 23038	58
9.16.1	Description et objectif de la modernisation	58
9.16.2	Solutions proposées et estimation des coûts	58
9.16.3	Analyse multicritères.....	58
9.17	SIT-23784 : VANNE EN TRAVERS AU PM 23784	59
9.17.1	Description et objectif de la modernisation	59
9.17.2	Solutions proposées et estimation des coûts	59
9.17.3	Analyse multicritères.....	60
9.18	SIT-X : POSTE DE SUPERVISION AU BUREAU	60
9.18.1	Description et objectif de la modernisation	60
9.18.2	Solutions proposées et estimation des coûts	61
9.18.3	Analyse multicritères.....	61

10 RÉCAPITULATIFS DES COÛTS DE TRAVAUX ET DE FONCTIONNEMENT62

11 CONCLUSIONS	65
ANNEXES.....	67

- Annexe 1. Plan de situation des ouvrages modernisés
- Annexe 2. Plan type de seuil en forme de « bec de canard »
- Annexe 3. Plan de l'ouvrage de décharge de Robion
- Annexe 4. Plan de l'ouvrage de vanne fin canal
- Annexe 5. Principe du fonctionnement de l'ouvrage de vanne automatique à la fin du canal
- Annexe 6. Synoptique du réseau de télétransmission

TABLE DES ILLUSTRATIONS

LISTE DES FIGURES

Figure 5-1 : Schéma de principe potence rotative	13
Figure 5-2 : Principe de mesure des cordes de vitesse	14
Figure 6-1: Profil en long du canal et ligne d'eau maximum obtenue- Simulation N02- Solution 1 (période Hors pointe)	19
Figure 6-2: Profil en long du canal et ligne d'eau maximum obtenue- Simulation N02- Solution 2 (période Hors pointe)	20
Figure 6-3: Débit entrant dans le canal de Carpentras issue des solutions 1 et 2 de la modernisation – N01 (pointe).....	21
Figure 6-4: Débit entrant dans le canal de Carpentras issue des solutions 1 et 2 de la modernisation – N02 (hors pointe)	21

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 2-1: Contraintes et attentes du canal de l'Union	3
Tableau 2-2: Contraintes et attentes des canaux membres	4
Tableau 3-1 : Pistes de modernisation envisagées	5
Tableau 4-1 : Solutions de modernisation envisagées pour les ouvrages	7
Tableau 5-1 : Avantages/inconvénients des types d'alimentation électrique	11
Tableau 5-2 : Avantages/inconvénients des types de capteur de niveau	13
Tableau 5-3 : Avantages/inconvénients des types de capteur de débit.....	14
Tableau 6-1 : Simulations hydrauliques réalisées	17
Tableau 6-2 : Capacité du canal estimée suivant les solutions de modernisation	18
Tableau 6-3 : Volume d'eau économisé issu de la solution 1 ou 2 du site SIT-23784.....	23
Tableau 6-4 : Volume d'eau économisé issu de la solution 3 du site SIT-23784.....	23
Tableau 6-5 : Consignes d'intervention lors d'évènement pluvieux en situation actuelle et en situation projetée ..	24
Tableau 6-6 : Volume de débordement par bief – simulation P01-A (pointe)	24
Tableau 6-7 : Volume de débordement par bief – simulation P02-A (hors pointe)	25
Tableau 6-8 : Volume de débordement par bief – simulation P01-B (pointe)	25
Tableau 6-9 : Volume de débordement par bief – simulation P02-B (hors pointe)	25
Tableau 7-1 : Prix unitaires utilisés pour estimer le coût des travaux	27
Tableau 7-2 : hypothèses pour estimer les frais d'exploitation	30
Tableau 7-3 : Ratios utilisés pour l'estimation les coûts de maintenance annuels	31
Tableau 9-1 : Description des solutions de modernisation de l'ouvrage du site SIT-0 - ouvrage de la prise en tête	34
Tableau 9-2 : Analyse multicritères des solutions de modernisation de l'ouvrage du site SIT- 0 - ouvrage de la prise en tête	35
Tableau 9-3 : Description des solutions de modernisation de l'ouvrage du site SIT-1282 – batardeau au PM 1282	36
Tableau 9-4 : Analyse multicritères des solutions de modernisation de l'ouvrage du SIT-1282 – batardeau au PM 1282	36
Tableau 9-5 : Description des solutions de modernisation de l'ouvrage du site SIT-1730 – batardeau au PM 1730	37
Tableau 9-6 : Analyse multicritères des solutions de modernisation de l'ouvrage du SIT-1730 – batardeau au PM 1730.....	37
Tableau 9-7 : Description des solutions de modernisation de l'ouvrage du site SIT-4130 – batardeau au PM 4130	38
Tableau 9-8 : Analyse multicritères des solutions de modernisation de l'ouvrage du SIT-4130 – batardeau au PM 4130	39
Tableau 9-9 : Description des solutions de modernisation de l'ouvrage du site SIT-5454 – Vanne de décharge au PM 5454.....	40
Tableau 9-10 : Analyse multicritères des solutions de modernisation de l'ouvrage du SIT-5454 – Vanne de décharge au PM 5454.....	41

Tableau 9-11 : Description des solutions de modernisation de l'ouvrage du site SIT-8264 – Vanne AMIL au PM 8264	42
Tableau 9-12 : Analyse multicritères des solutions de modernisation de l'ouvrage du SIT-8264 – Vanne AMIL au PM 8264.....	43
Tableau 9-13 : Description des solutions de modernisation de l'ouvrage du site SIT-10611 – Vanne de décharge au PM 10611.....	44
Tableau 9-14 : Analyse multicritères des solutions de modernisation de l'ouvrage du SIT-10611 – Vanne de décharge au PM 10611.....	45
Tableau 9-15 : Description des solutions de modernisation de l'ouvrage du site SIT-13100 – Ouvrages Valloncourt- Vidauque.....	46
Tableau 9-16 : Analyse multicritères des solutions de modernisation de l'ouvrage du SIT-13100 – Ouvrages Valloncourt- Vidauque.....	47
Tableau 9-17 : Description des solutions de modernisation de l'ouvrage du site SIT-13946 – roue au PM 13946	48
Tableau 9-18 : Analyse multicritères des solutions de modernisation de l'ouvrage du SIT-13946 – roue au PM 13946.....	48
Tableau 9-19 : Description des solutions de modernisation de l'ouvrage du site SIT-17414 – Vanne en travers au PM 17414.....	49
Tableau 9-20 : Analyse multicritères des solutions de modernisation de l'ouvrage du SIT-17414 – Vanne en travers au PM 17414.....	50
Tableau 9-21 : Description des solutions de modernisation de l'ouvrage du site SIT-17816 – Batardeau au PM 17 816	51
Tableau 9-22 : Analyse multicritères des solutions de modernisation de l'ouvrage du SIT-17816 – Seuil-vanne au PM 17816.....	51
Tableau 9-23 : Description des solutions de modernisation de l'ouvrage du site SIT-18750 – Prise PO	52
Tableau 9-24 : Analyse multicritères des solutions de modernisation de l'ouvrage du SIT-18750 – Prise PO	52
Tableau 9-25 : Description des solutions de modernisation de l'ouvrage du site SIT-19669– Seuil-vanne au PM 19669	53
Tableau 9-26 : Analyse multicritères des solutions de modernisation de l'ouvrage du SIT-19669– Seuil-vanne au PM 19669.....	54
Tableau 9-27 : Description des solutions de modernisation de l'ouvrage du site SIT-20909– Vanne de décharge au PM 20909.....	55
Tableau 9-28 : Analyse multicritères des solutions de modernisation de l'ouvrage du SIT-20909– Vanne de décharge au PM 20909.....	56
Tableau 9-29 : Description des solutions de modernisation de l'ouvrage du site SIT-21772– batardeau au PM 21772	57
Tableau 9-30 : Analyse multicritères des solutions de modernisation de l'ouvrage du SIT-21772– batardeau au PM 21772.....	57
Tableau 9-31 : Description des solutions de modernisation de l'ouvrage du site SIT-23038– Vanne en travers au PM 23038.....	58
Tableau 9-32 : Analyse multicritères des solutions de modernisation de l'ouvrage du SIT-23038– Vanne en travers au PM 23038.....	58
Tableau 9-33 : Description des solutions de modernisation de l'ouvrage du site SIT-23784– Vanne en travers au PM 23784.....	59
Tableau 9-34 : Analyse multicritères des solutions de modernisation de l'ouvrage du SIT-23784– Vanne en travers au PM 23784.....	60
Tableau 9-35 : Description des solutions de modernisation du poste de supervision.....	61
Tableau 9-36 : Analyse multicritères des solutions de modernisation du poste de supervision	61
Tableau 10-1 : Fourchette de coûts des travaux	62
Tableau 10-2 : Récapitulatif des coûts de travaux et de fonctionnement par solution.....	63



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 4 : Étude de modernisation et analyse de l'efficacité et des limites de la modernisation

1

1.2 OBJECTIFS DE L'ACTIVITÉ 4

L'activité 4 a pour objectif de proposer des solutions de modernisation visant à :

- Assurer la traçabilité de l'exploitation
- Mettre en place une exploitation globale centralisée
- Améliorer la réactivité de fonctionnement et faciliter de l'exploitation
- Assurer une meilleure sécurité du personnel
- Améliorer la qualité de service
- Améliorer la procédure de communication entre le canal de l'Union et canaux membre
- Assurer une meilleure sécurité des ouvrages
- Limiter les débordements
- Générer des économies d'eau



1.3 CADRE DU TRAVAIL

Au regard du diagnostic de la phase précédente, cette phase précise et identifie les solutions envisageables en termes de dispositifs techniques envisageables. Il peut s'agir par exemple :

- du redimensionnement ou de la réhabilitation d'ouvrages existants ;
- de la création de nouveaux dispositifs de régulation ;
- de l'extension du réseau de mesure et de surveillance ;

Par ailleurs, une analyse comparative des solutions identifiées sera dressée afin qu'un choix puisse être opéré par le maître d'ouvrage. Elle permettra d'apprécier l'impact de la solution choisie par le maître d'ouvrage.

Le présent rapport a pour objectif de regrouper les éléments techniques accompagnés par l'analyse multicritère au Maître d'Ouvrage afin de retenir les solutions à étudier dans la phase suivante (Avant-Projet).



2 CONTRAINTES D'EXPLOITATION ET ATTENTES

Une réunion de concertation a eu lieu le 24 novembre 2020 en présence du canal de l'Union et des canaux membres afin que chacun puisse s'exprimer sur les contraintes de gestion rencontrées ainsi que ses attentes vis-à-vis du projet.

Les principales contraintes et attentes de l'Union sont résumées dans le Tableau 2-1.

Tableau 2-1 : Contraintes et attentes du canal de l'Union

Structure	Contraintes	Attentes
Canal de l'Union	Période normale : - Fluctuations de certains prélèvements (C9 privés et SP) nécessitant des interventions fréquentes pour ajuster les débits en tête et déversés à Robion - Présence de plusieurs ouvrages batardeaux seule et mixte à intervention difficile - Dysfonctionnement des contacteurs de fin de course à intervention sur place	- Faciliter l'exploitation des ouvrages vis-à-vis des fluctuations de certains prélèvements et des apports pluvieux - Améliorer la connaissance de niveaux d'eau et de débits le long du canal - Améliorer l'efficacité du canal (réactivité) - Améliorer l'efficacité du canal (perte d'eau) - Maintenir au maximum le fonctionnement « normal » du canal lors de période pluvieuse - Remettre en état les 3 décharges situées sur le canal.
	Période pluvieuse : - Anticipation nécessaire et adaptation en continu pendant la durée de l'évènement - Présence de plusieurs ouvrages batardeaux seule et mixte --> difficulté d'intervention, problème de sécurité, chronophage - Dysfonctionnement des vannes AMIL --> intervention, vanne bloquée en position « ouverte » - Décharge Redortier hors service--> augmentation du risque de débordement	

Les principales contraintes et attentes des canaux membres sont résumées dans le Tableau 2-2.



Tableau 2-2: Contraintes et attentes des canaux membres

Structure	Contraintes	Attentes	Remarque
Canal Cabedan Neuf	- Problèmes d'alimentation de certaines prises privées et la prise syndicale "La Montagne" qui est alimentée par des batardeaux qui devront être retirés à terme. - Les stations de pompage nécessitent une côte d'eau minimale dans le canal pour être correctement alimentées notamment lors du retrait des batardeaux vers la fin de la saison : La Vidale (1,3m de hauteur d'eau en période normale), Valloncourt (hauteur estimée sur la base des observations dans la ligne d'eau dans le canal)	- Améliorer la communication entre « canaux » notamment le délai de transmission des consignes de débit pour les prises syndicales. - Assurer l'alimentation des prises non alimentées correctement.	
Canal Saint Julien	Plan Oriental : Prélèvement non direct engendrant des contraintes de gestion d'ordre institutionnel (interactions avec le canal de Cabedan Neuf via des navettes pour les différentes manœuvres sur la prise, entretien de tronçon) et hydraulique (le temps de transfert et les volumes à transporter sont importants). Bel Hoste : Les vannes AMIL ne remplissent pas correctement leur fonction : elles fonctionnent difficilement lorsque les débits sont faibles.	- Etudier la possibilité de mettre une prise directe pour le Plan Oriental : individualiser la prise pour simplifier les interactions et réduire les contraintes hydrauliques et d'entretien subies par l'ASCO du canal Cabedan neuf. - Moderniser les vannes AMIL existantes.	
Canal de l'Isle	Difficultés pour maintenir un bon niveau d'eau en certains points de prélèvements notamment en amont de la vanne déversante de la Tour de Sabran et de la station de pompage de l'Arrousaire en période de gel.	- Maintenir un bon niveau d'eau en certains points de prélèvements (amont de la vanne déversante de la tour de Sabran et SP Arrousaire en période de gel).	Pour optimiser le fonctionnement actuel de la station de pompage de l'Arrousaire (lisser les variations de débit au démarrage/arrêt des pompes), des études techniques sont en cours pour un remplissage du "bassin sur Lagnes" à faible débit (prélèvements quasi en continu sur 22h), ainsi qu'un projet permettant d'augmenter la capacité du bassin de stockage
Canal de Carpentras	Fluctuations de débits et niveau d'eau dues aux prélèvements des autres structures en amont engendrant des problèmes d'approvisionnements en aval du canal Carpentras au cours de la période estivale.	- Améliorer la communication générale entre « canaux » en anticipant en avance les besoins. - Garantir des fluctuations de niveaux maximum de l'ordre de +/-3 cm à Saumane (5 km en aval du canal de l'Union, soit environ +/- 200 l/s).	

3 PISTES DE MODERNISATION

Compte tenu du diagnostic dressé suite à l'état des lieux et des attentes des différents canaux membres recueillies lors de la réunion de concertation du 24 novembre 2020, les pistes de modernisations imaginées sont synthétisées dans le tableau suivant.

Tableau 3-1 : Pistes de modernisation envisagées

Code	Objectifs	Mesures	Effets
OBJ-01	Assurer la traçabilité de l'exploitation	- Instrumentation des capteurs de mesure de débit	Enregistrement des débits et volumes aux points stratégiques et dans le canal de décharge
OBJ-02	Mettre en place une exploitation globale centralisée	- Mise en place des capteurs de niveau - Transmission au niveau local vers superviseur - Installation d'un superviseur au siège du canal de l'Union	Suivi en quasi continu de la gestion des flux : débits, hauteurs d'eau en aux points stratégiques - Alarmes
OBJ-03	Améliorer la réactivité de fonctionnement et faciliter de l'exploitation	- Mise en place de régulateurs de niveau - Motorisation des vannes	Amélioration de la réactivité du canal face à : - Une demande variable ou un refus - Un évènement (type apports pluviaux)
OBJ-04	Assurer une meilleure sécurité du personnel	- Sécurisation des accès aux ouvrages (passerelles, garde-corps) - Remplacement des batardeaux par un seuil long (bec de canard)	- Diminution de manœuvres manuelles dangereuses des planchages - Diminution des déplacements des gardes-canaux
OBJ-05	Améliorer la qualité de service	Mise en place de nouveaux ouvrages	- Satisfaire à la demande des usagers
OBJ-06	Améliorer la procédure de communication entre le canal de l'Union et canaux membre	- Mise en place de réunions (fréquence à définir) entre le canal de l'Union et les canaux membres - Remonter certaines informations des données de télégestion des canaux membres vers la télégestion du canal de l'Union	- Plus grande transparence entre les canaux membres - Meilleure gestion lors d'évènement particulier : pluie, débordement, embâcles
OBJ-07	Assurer une meilleure sécurité des ouvrages	Mise en place des alertes de niveau haut	Amélioration de la réactivité du canal face à un évènement pluvieux, évènement imprévu (embâcles)
OBJ-08	Limiter les débordements	- Réhabilitation d'un nouvel ouvrage de décharge - Reprise de cuvelage en amont des régulateurs	- Limiter les impacts sur les services et les ouvrages du canal pendant la période des pluies non majeures
OBJ-09	Economiser l'eau	- Mise en place de nouveaux ouvrages - Modernisation/réhabilitation des ouvrages existants	- Réduction des volumes d'eau prélevée en tête

Pour atteindre ces objectifs, l'étude est basée sur :

- une analyse des modes de télégestion envisageables et une description des équipements correspondants à chaque mode ;
- des propositions d'amélioration ponctuelle des ouvrages de régulation, mais aussi la mise en place de nouveaux ouvrages en cohérence avec les modes de télégestion envisageables et
- une analyse comparative des points de vue technique, organisationnel et financier des différentes solutions.



4 CONCEPTION DE LA MODERNISATION

4.1 PRINCIPES GÉNÉRAUX

Le projet de modernisation de la régulation fait état, site par site, de différentes solutions techniques envisageables d'une part pour les ouvrages hydrauliques, et d'autre part pour le système de télégestion.

Pour améliorer la gestion hydraulique du canal de l'Union et remédier à chacune des contraintes évoquées précédemment, la recherche de solutions techniques s'articule autour de quatre axes principaux :

- Maintien du principe de régulation par l'amont en améliorant la maîtrise des débits (moins de perte) et des niveaux (améliorer la desserte et limiter les risques de débordement) ;
- Diminution des temps de transit pour donner plus de flexibilité dans la gestion ;
- Limiter au maximum l'intervention des agents sur les ouvrages ;
- Mise en place d'un système de télégestion depuis les équipements de mesures et de contrôle des organes de réglages des débits jusqu'au superviseur global.

Les solutions présentées peuvent être regroupées selon la nature des travaux :

- Réhabilitation de prise existante
- Création de nouvelles prises
- Déplacement de prises existantes
- Réhabilitation de régulateurs de niveau existants
- Création de nouveaux régulateurs de niveau
- Création de nouveaux régulateurs de débits
- Réhabilitation des ouvrages de décharges
- Mise en place d'un poste de supervision

4.2 SOLUTIONS DE MODERNISATION ENVISAGÉES PAR SITE

Les tableaux suivants présentent les différentes solutions de modernisation envisagée par site ainsi que les objectifs recherchés et la nature des travaux.

Tableau 4-1 : Solutions de modernisation envisagées pour les ouvrages

Site	PM	Secteur	Type d'ouvrage	Objectifs	Solution 1	Solution 2	Solution 3	Solution alternative	Commentaire
SIT-0	0	Mérindol	Modules à maques + vanne	- 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 (hors d'eau) amont et aval de l'ouvrage (y/c dispositif de protection)	Solution 1 + motorisation de 02 vannes supplémentaires	Sans objet		
SIT-1282	1282	Mérindol	Batardeau	- 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		
SIT-1730	1730	Mérindol	Batardeau	- 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		
SIT-4130	4130	La Montagne	Batardeau	- 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		
SIT-5454	5454	La Roquette - décharge	Déversoir latéral + Vanne de décharge	- 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 (hors d'eau) amont - Mise en place d'un débitmètre ultrasons à différence de temps de transit en aval - Mise en place d'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	Solution 1 + mesures des positions des vannes (toutes)	Sans objet		
SIT-8264	8264	Bel Hoste	Seuil + vanne	- 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		
SIT-10611	10611	Redortier	Vanne latérale	- 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 (hors d'eau) 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) - Mise en place de batardeau + passerelle en travers - Télégestion de la vanne latérale - Mise en place d'un capteur radar (hors d'eau) en amont - Mise en place d'un débitmètre dans la conduite d'évacuation	Sans objet		



Site	PM	Secteur	Type d'ouvrage	Objectifs	Solution 1	Solution 2	Solution 3	Solution alternative	Commentaire
SIT-13100	13100	La Barraillère - Vidaque	Seuil + vannes	- Améliorer la réactivité de fonctionnement et faciliter de l'exploitation - Améliorer la qualité de service - Économiser l'eau	3 ouvrages de seuil : Valloncourt, Barraillère et Vidaque - Valloncourt : création d'un seuil long + 3 vannes télégrées - Barraillère et Vidaque : remplacement de l'ouvrage existant par un seuil long + 3 vannes télégrées 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 télégrées - Barraillère : suppression de l'ouvrage - Vidaque : remplacement de l'ouvrage existant par un seuil long + 3 vannes télégrées 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 : Barraillère et Vidaque - Valloncourt : modernisation des secteurs du canal de Cabedan Neuf - Barraillère et Vidaque : remplacement de l'ouvrage existant par un seuil long + 3 vannes télégrées 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	
SIT-13946	13946	La Barraillère	Roue + Batardeau	- 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		La roue est gérée par la commune de Cheval Blanc via une association loi 1901 dont les compétences sont à éclaircir.
SIT-17414	17414	Les Taillades - Vanne	Seuil + vanne	- Améliorer la réactivité de fonctionnement et faciliter de l'exploitation	- Renforcement GC - Remise en état des vannes existantes	- 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)		L'aspect patrimonial est fort (associé avec la roue)
SIT-17816	17816	Les Taillades - Batardeau	Seuil + vanne (ou vanne)	- 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 télégrées - 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		Prévoir un coût pour le siphon du canal C9 (passage sous le canal de l'Union)
SIT-18750	18750	Les Taillades - PO	Vanne orifice calibré	- 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		Ceci ne concerne pas le 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
SIT-19669	19669	Caramède	Seuil + vanne	- 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 existantes 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 (hors d'eau) amont de l'ouvrage (y/c dispositif de protection) - Mise en place des alertes de niveau haut	Solution 1 + motorisation	Sans objet		
SIT-20909	20909	Robion	Vanne de décharge + Seuil latéral	- 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 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) - Remplacement des capteurs existants par des capteurs radar (hors d'eau) 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 (hors d'eau) 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		L'aspect patrimonial est important.

Site	PM	Secteur	Type d'ouvrage	Objectifs	Solution 1	Solution 2	Solution 3	Solution alternative	Commentaire
SIT-21772	21772	Le Moutillon	Batardeau	- 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	Sans objet		
SIT-23038	23038	Ronflon	Vanne plate à crémaillère	- Améliorer la réactivité de fonctionnement et faciliter de l'exploitation - Assurer une meilleure sécurité du personnel	- Remise en état GC (mineur) - Remis en état des vannes (peinture, sablage, graissage, remplacement des joints, etc.) - Mise en place du garde-corps	Solution 1 + motorisation (3 vannes)	Sans objet		
SIT-23784	23784	Route de Robion (fin canal)	Vanne	- Améliorer la qualité de service - Assurer la traçabilité de l'exploitation - Économiser l'eau	- Mise en place d'un ouvrage de vanne secteur automatique (+ télégestion avec niveau d'alerte haut et bas) - 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	À détailler chaque solution.
SIT-X	X	Bureau	Poste de supervision	Mettre en place une exploitation globale centralisée	- Poste fixe (PC) - Équipement + Installation de serveur et frontal de communication - Mise à jour du logiciel PCWIN2 - Équipement + Installation de l'onduleur - Développement de l'application de supervision	Sans objet	Sans objet		



5 ANALYSE COMPARATIVE DES ÉLÉMENTS CONSTITUTIFS DU SYSTÈME DE TÉLÉGESTION, MOTORISATION ET MESURE

5.1 ALIMENTATION ÉLECTRIQUE

On distingue, suivant le type d'équipements à alimenter, deux types d'ouvrages qui nécessitent une puissance électrique et une architecture différentes :

1. **Les ouvrages motorisés** : ils nécessitent une puissance électrique significative et/ou une énergie « abondante » car les manœuvres sont nombreuses.
2. **Les ouvrages non motorisés ou destinés à de la mesure** : leur puissance électrique est faible et constante entraînant une consommation contenue.

Les architectures d'alimentation électrique de ces ouvrages proposées sont les suivantes :

- Par le réseau de distribution électrique (ENEDIS) ;
- Par une batterie ;
- Par des panneaux photovoltaïques associés à des batteries.

L'architecture d'alimentation par batterie implique l'utilisation d'une centrale d'acquisition autonome de type LT42 / LT radar.

Le tableau ci-dessous liste les avantages et inconvénients de chaque type d'alimentation.

Tableau 5-1 : Avantages/inconvénients des types d'alimentation électrique

Avantages	Inconvénients
Réseau de distribution électrique	
• Facilité d'installation • Disponibilité du service • Pas de problème de vandalisme	• Frais de raccordement • Coût de l'abonnement
Batteries	
• Durée de vie importante (max. 10 ans) • Indépendance vis-à-vis du réseau	• Mais nécessite d'être remplacée • Coût de la pile (≈150 €)
Panneaux photovoltaïques/batteries	
• Système autonome • Pas de coût d'abonnement ni d'exploitation	• Gros problèmes de vandalisme • Coût de remplacement des batteries (5/6 ans)

Sur les ouvrages nécessitant une puissance significative (vannes motorisées), l'alimentation électrique privilégiée est **la solution de raccordement au réseau de distribution Enedis**.

Compte tenu du risque de vandalisme sur les ouvrages nécessitant une alimentation électrique dite « autonome » **la solution sur batteries est privilégiée**.

Sur les ouvrages ne disposant pas de bâtiment pour abriter les armoires électriques, nous prévoyant la création d'un bâti maçonné (murs en agglos, couverture béton, crépis et porte métallique) au plus près des dimensions de l'armoire. Ainsi, nous traitons les sujets d'intégration paysagère de l'armoire et de sa protection contre le vandalisme.



5.2 VECTEUR DE COMMUNICATION

Certains ouvrages existants sont déjà équipés de centrale d'acquisition communicante en GPRS avec la supervision actuelle.

Il est à noter que dans le cadre de l'évolution des supports de communication, les opérateurs arrêtent progressivement les réseaux de télécommunication analogiques (RTC et GSM Data). L'ouverture commerciale de ces lignes n'est plus possible à ce jour et leur fermeture technique interviendra à partir de 2023 d'après Orange.

Le réseau de télégestion à mettre en place dans le cadre de ce marché utilisera les supports suivants :

- ADSL, pour le poste central de supervision ;
- Réseau mobile (3G/4G), pour l'ensemble des sites ;

Il existe évidemment d'autres technologies, mais qui ont été jugées inadaptées au projet :

- Le satellite ;
- La radio ;
- Le Wifi.

5.3 MOTORISATION DE VANNE

Compte tenu des efforts nécessaires à la manœuvre des vannes, de sa simplicité et de sa robustesse, **la motorisation privilégiée sera de type par motoréducteur électrique.**

Les autres solutions de motorisation ont été jugées complexes et inadaptées au projet :

- Vérin et centrale hydraulique ;
- Vérin et centrale pneumatique.

5.4 POSITION DES VANNES

Suivant les besoins identifiés, le report de position des vannes (ouverte, fermée et/ou analogique) sera :

- Directement intégré au réducteur pour les équipements neufs, qu'ils soient motorisés ou manuels ;
- Ajouter par le biais de capteurs mécaniques de fin de course étanches pour les équipements existants nécessitant un report d'information ouverte ou fermée ;
- Ajouter par le biais d'une tige de recopie de position associée à un capteur magnétostrictif pour les équipements existants nécessitant un report d'information précis ;

5.5 CAPTEURS DE MESURE DE NIVEAU

Pour les mesures de niveau, les technologies de capteur les plus couramment utilisées sont :

- Les sondes piézorésistives immergées ;
- Les capteurs sans contact à technologie radar.

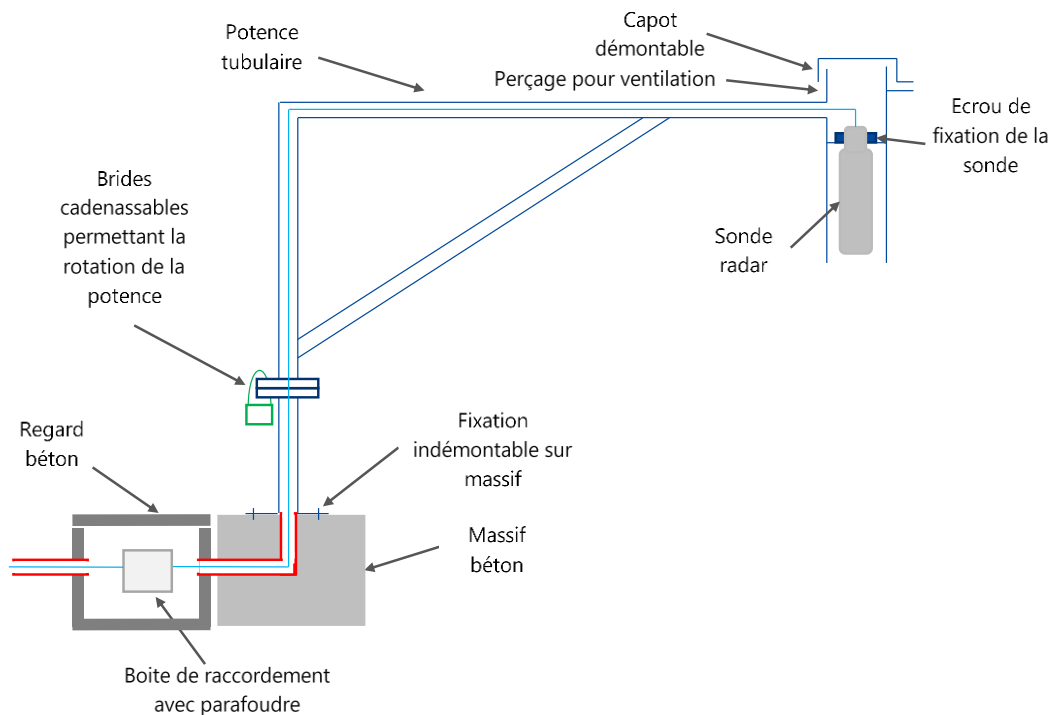
Le tableau ci-dessous liste les avantages et inconvénients de chaque technologie.

Tableau 5-2 : Avantages/inconvénients des types de capteur de niveau

Avantages	Inconvénients
Sonde piézorésistive immergée	
• Facilité d'installation • Fiabilité / robustesse • Faible coût • Faible consommation électrique • Facilité de maintenance • Installée dans un tube tranquilisateur, la sonde n'est pas visible (moins soumise au vandalisme)	• Entretien/nettoyage nécessaire car sonde en contact avec l'eau potentiellement chargée en matières en suspension • Risque de détérioration en cas de présence d'embâcles
Capteur à technologie radar	
• Faible coût • Précision de la mesure • Facilité de maintenance	• Nécessite mise en place d'une potence • Facilement accessible donc risque de vol ou de vandalisme accru (doit être protégé)

Compte tenu des avantages et inconvénients des différentes technologies, ainsi que des contraintes inhérentes aux différents sites sur lesquels les instruments seront installés, la solution d'une installation **panachée de ces capteurs est préconisée et adaptée au cas par cas.**

Figure 5-1 : Schéma de principe potence rotative





5.6 CAPTEURS DE MESURE DE DÉBIT

Pour les mesures de débit, nous avons identifié deux technologies qui permettent de répondre à chacun des besoins :

- Débitmètre électromagnétique destiné aux conduites partiellement remplies ;
- Débitmètre à ultrasons à différence de temps de transit destiné aux canaux d'irrigation.

Tableau 5-3 : Avantages/inconvénients des types de capteur de débit

Avantages	Inconvénients
Débitmètre électromagnétique	
• Fiabilité de la mesure • Précision de la mesure ($\pm 1\%$¹) • Faible consommation électrique	• Impose un montage soigné (sur conduite, respect de longueurs droites amont et aval) • Coût élevé
Débitmètre à ultrasons à différence de temps de transit	
• Précision de la mesure ($\pm 2\%$²) • Facilité de maintenance • Faible consommation électrique • Adapté au contexte du projet	• Nécessite mise en place de glissière pour faciliter le nettoyage des sondes • Respect des longueurs droites amont et aval pour une précision de mesure optimale • Facilement accessible donc risque de vol ou de vandalisme accru • Coût élevé

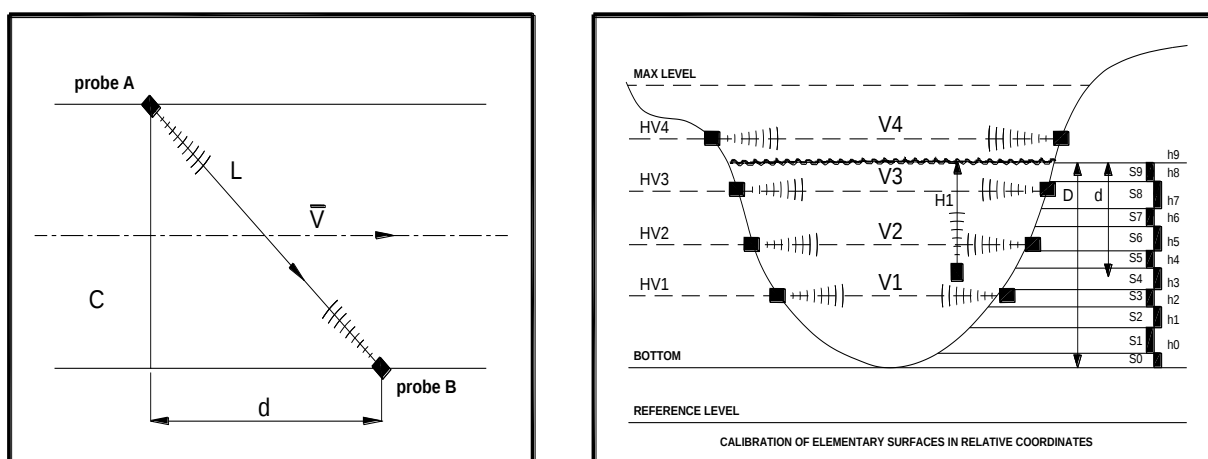
Présentation de la technologie ultrasons à différence de temps de transit

Cette technologie 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 proposé 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°. La mesure de vitesse est réalisée par une série de quatre tirs par seconde.

Figure 5-2 : Principe de mesure des cordes de vitesse



La turbidité maximale de l'eau sera à renseigner pour définir le type de sonde adéquat.

¹ Données constructeur – Source Krohne

² Données constructeur – source Ultraflux : « dans des conditions de laboratoire ».



Dans les faits, la mesure se base sur la longueur d'onde où la fréquence doit être plus basse pour franchir les matières en suspension. Il existe plusieurs types de sondes avec des fréquences d'émission différentes pour satisfaire à la plupart des installations.

Pour ces sondes, le fabricant recommande de procéder à leur nettoyage une fois par an ou après chaque épisode de forte turbidité.

Les sondes de vitesse et de niveau sont reliées au convertisseur qui transforme ces grandeurs physiques en débit suivant la norme ISO 6416 « Hydrométrie - Mesure du débit à l'aide de la méthode ultrasonique (acoustique) ».

5.7 POSTE DE SUPERVISION

5.7.1 Présentation

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 ;
- des 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, des équipements de mesure et de report d'informations permettront de connaître les niveaux d'eau, les états de marche ou de défaut ainsi que les positions des différents organes présents sur site. Le coffret de télétransmission permettra d'envoyer ces informations et les alarmes au CPST par le support de communication de type 3G/4G.

Il permettra également de commander à distance la manœuvre des équipements. Toutes les mesures, les informations et les alarmes remonteront, seront horodatées et stockées. Il sera possible d'afficher les mesures sous forme de courbes et d'extraire les données au format « tableur ».

5.7.2 Fonctionnement

5.7.2.1 Postes secondaires

Les postes secondaires ont pour vocation de collecter et de transmettre, l'état des ouvrages à tout moment.

Comme indiqué précédemment, les ouvrages ne nécessitant pas de forte puissance et ne demandant qu'un report de mesure ou d'information, le choix du télétransmetteur se fera sur la base d'un dispositif autonome (batterie et carte SIM 3G/4G).

Les ouvrages composés d'équipements motorisés seront équipés d'un télétransmetteur composé de plusieurs cartes d'entrées / sorties afin de collecter l'ensemble des informations qui seront plus nombreuses. Enfin, le support de communication sera de type 3G/4G pour des questions d'homogénéité et de coût.

Il est à noter que les télétransmetteurs seront obligatoirement de marque Sofrel pour pouvoir continuer de communiquer avec la télégestion actuelle : PCWin 2.



Courant 2020, ce fabricant a fait savoir par anticipation à ses clients la fin de la commercialisation de sa gamme S500 à partir de 2022. Toutefois, il s'engage à assurer la garantie décennale de ce matériel (maintenance et assistance technique) jusqu'en avril 2030.

Dans le cadre de ce projet, nous ne prévoyons pas de remplacer les postes S500 en place dont certains sont récents (Roquette 2020, Mérindol 2019, Robion 2011, Arrousaire). Les travaux sur la Roquette étant planifiés dans une dizaine d'années, le S550 sera tout de même remplacé..

Compte tenu de la robustesse de la gamme S500 et de sa large diffusion (plusieurs dizaines de milliers d'unités vendues), il ne nous paraît pas pertinent de remplacer ces équipements-là par la nouvelle gamme S4W. Il se posera également la question, en phase d'appel d'offres, de savoir si le Canal de l'Union souhaite interdire toute proposition de matériel issu de la gamme S500 ou non.

5.7.2.2 Centre principal de supervision et de télégestion

Le matériel existant sera renouvelé et comprendra :

- Un nouvel ordinateur raccordé à une connexion haut débit (ADSL, fibre optique) ;
- Un serveur pour le stockage et la consultation des données ;
- Une alimentation électrique secourue par onduleur, dont l'autonomie sera de 24h minimum, et protégée par des parafoudres (alimentation électrique et ADSL) ;
- Un frontal de communication pour la communication avec les sites distants.

Note : Les postes secondaires communiqueront en 3G/4G au sein d'un réseau privé virtuel (VPN). Leur adresse IP dynamique ne permettant pas de s'y connecter directement, c'est le frontal de communication qui assurera leur identification puis la connexion avec chacun d'entre eux. Chaque poste secondaire se verra attribuer une adresse IP privée à programmer dans le frontal de communication.

Les mesures du Canal de l'Union sont à ce jour hébergées sur le superviseur du Canal de l'Isle qui dispose du logiciel PCWin 2. Les autres canaux membres disposent également d'un superviseur fonctionnant sous licence PC Win 2. Dans le cadre de ces travaux, il sera prévu la fourniture du même logiciel avec une licence pour 20 sites, garantissant ainsi une parfaite homogénéité et compatibilité entre tous ces superviseurs.

Les prestations de l'entreprise comprendront le développement d'une nouvelle application comprenant l'intégration des nouveaux sites et la mise à disposition de l'interface sur smartphone. Les fonctions minimales à assurer seront les suivantes :

- 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,...).



6 SIMULATIONS HYDRAULIQUES EN VUE DE L'ANALYSE DE L'EFFICACITÉ DE LA MODERNISATION

6.1 MÉTHODOLOGIE

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 envisagées (voir le Tableau 4-1).

Les différentes simulations réalisées sont synthétisées dans le tableau suivant.

Tableau 6-1 : 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	

6.2 IMPACTS DES SOLUTIONS DE MODERNISATION SUR LA QUALITÉ DE LA DISTRIBUTION

6.2.1 Impact des ouvrages projetés sur la capacité du canal et faisabilité hydraulique du déplacement de la prise du Plan Oriental

La simulation C0 a permis de vérifier :

- Que les ouvrages projetés n'impactent pas la capacité hydraulique du canal
- Si le déplacement de la prise du Plan Oriental est envisageable ou non (d'un point de vue hydraulique)



Le résultat de simulation C0 est donné dans le tableau suivant :

Tableau 6-2 : Capacité du canal estimée suivant les solutions de modernisation

Numéro du bief	Pm amont	Pm aval	Description	Avec situation actuelle		Avec solution de modernisation	
				Capacité hydraulique (m³/s)	Dotation max (m³/s)	Capacité hydraulique (m³/s)	Dotation max * (m³/s)
1	0	5484	Prise Mallemort - Décharge de la Roquette	20	19.5	20	19.5
2	5484	8264	Décharge de la Roquette - Bel Hoste	20	19.5	20	19.5
3	8264	10664	Bel Hoste - Décharge de Redortier	12	12	12	12
4	10664	13750	Décharge de Redortier - Barraillère	12	12	12	12
5	13750	15124	Barraillère - Vidaque	12	12	12	12
6	15124	17415	Vidaque - Vannes des Taillades	12	12	12	12
7	17415	17816	Vannes des Taillades - batardeaux des Taillades	10	9.5	11	10.5
8	17816	18750	Bec de canard des Taillades - Nouvelle prise PO	10	9.5	11	10.5
9	18750	19669	Batardeaux des Taillades - Caramède	10	9.5	10	9.5
10	19669	20922	Caramède - Décharge de Robion	10	9.5	10	9.5
11	20922	21770	Décharge Robion - Moutillon	9	9	9	9
12	21770	23038	Moutillon - Ronflon	9	9	9	9
13	23038	23635	Ronflon - Arrousaire	9	9	9	9
14	23635	23784	Arrousaire - Fin du canal	7.5	7.3	7.5	7.3

*Déplacement de la prise PO au PM 18 750

La configuration actuelle ne permet pas de déplacer la prise PO (capacité hydraulique du tronçon amont : 10 m³/s alors que la dotation avec déplacement de la prise du PO est de 10,5 m³/s).

Les remplacements des batardeaux et des vannes AMIL par des seuils longs type « bec de canard » ou des vannes transversales ne remettent pas en cause les capacités du canal de l'Union. Cependant, la création de nouveaux ouvrages au PM 13 100 et PM 23 784 et la rehausse de la cote du seuil à Vidaque ont réduit la revanche du canal de l'Union (nouvelle revanche : 9-15 cm). Il est donc nécessaire de prévoir des rehausses/cuvelage sur 750 ml répartis sur le tronçon situé entre le PM 10 000 et le PM 13 600 (tronçon en béton dont l'état est moyen ou dégradé).

Par ailleurs, le fait de supprimer le batardeau au PM 17 990 et de créer un nouvel ouvrage au PM 17 816 permet d'augmenter les capacités hydrauliques des biefs 7 et 8. En effet, la section limitante (d'un point de vue de la capacité hydraulique) se trouvera en aval de l'ouvrage avec la solution de modernisation.

Les nouvelles capacités du canal (c'est-à-dire dans la situation « avec solution de modernisation ») permettent d'envisager le déplacement de la prise PO.

6.2.2 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-Vidaque) permettent d'alimenter correctement les prises.



Figure 6-1 : Profil en long du canal et ligne d'eau maximum obtenue- Simulation N02- Solution 1 (période Hors pointe)

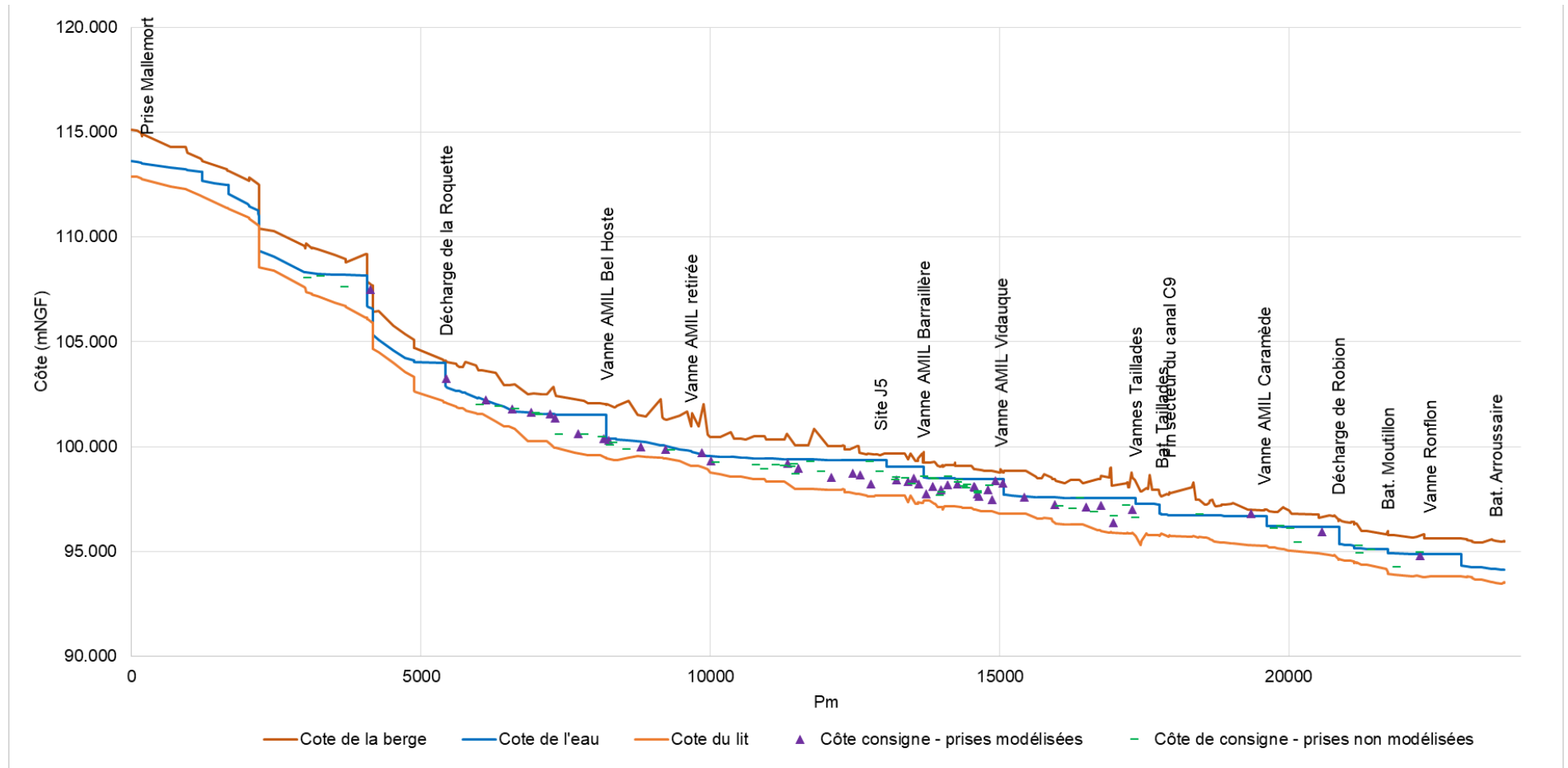
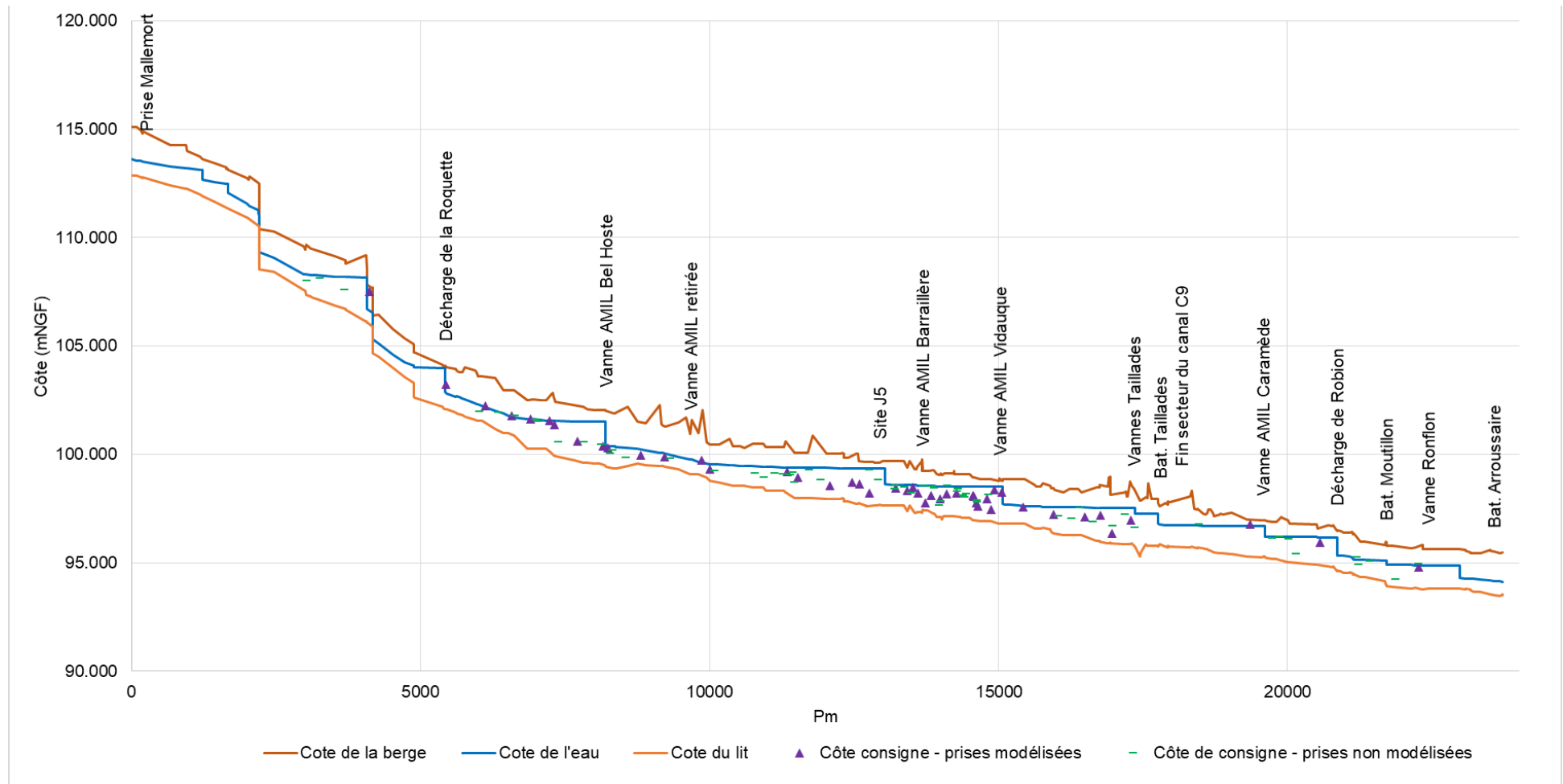




Figure 6-2: Profil en long du canal et ligne d'eau maximum obtenue- Simulation N02- Solution 2 (période Hors pointe)



6.2.3 Impact pour le Canal de Carpentras

La phase diagnostic (activité 3) a montré que le canal de Carpentras subit aujourd'hui des fluctuations des débits entrant dans le canal.

Les solutions envisagées pour le site SIT- 23 784 ont pour objectifs de limiter les variations de débits à l'entrée du canal de Carpentras.

Les résultats des simulations des solutions 1 et 2 du site SIT- 23 784 (régulation par des vannes automatiques) sont présentés dans les figures suivantes.

Figure 6-3: Débit entrant dans le canal de Carpentras issue des solutions 1 et 2 de la modernisation – N01 (pointe)

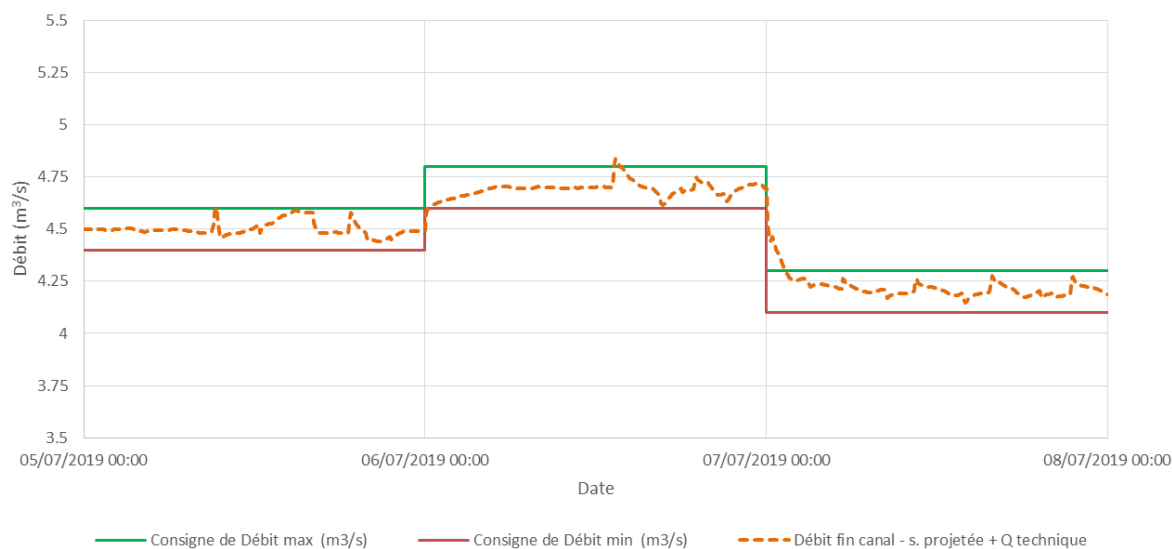
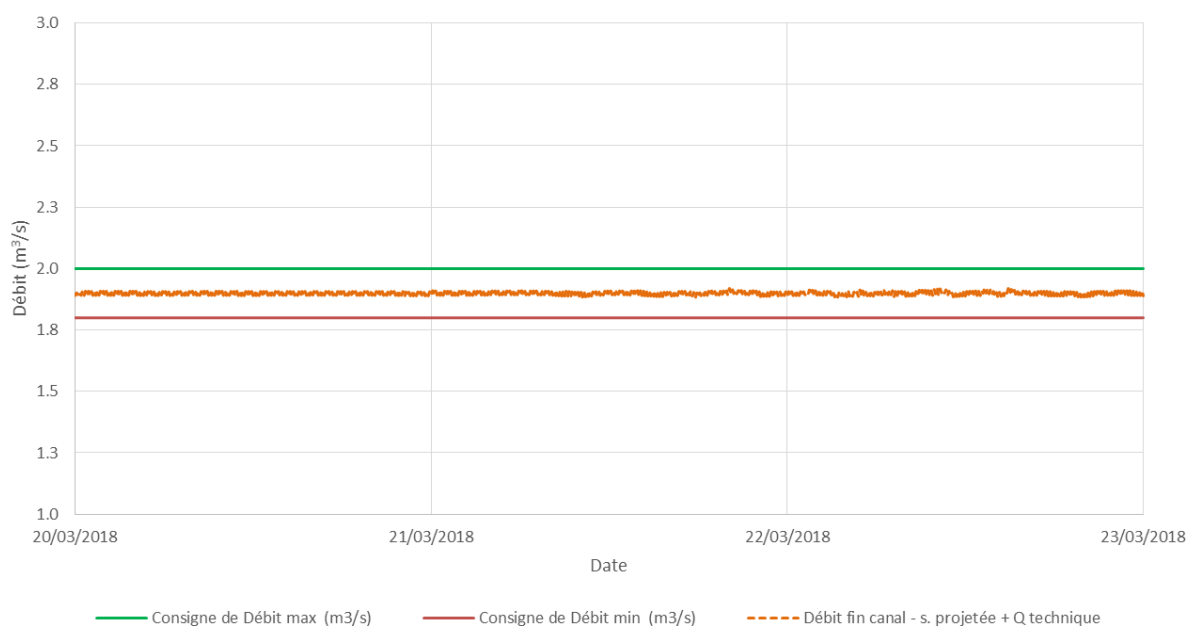


Figure 6-4: Débit entrant dans le canal de Carpentras issue des solutions 1 et 2 de la modernisation – N02 (hors pointe)





Les figures précédentes montrent que la ligne d'eau en situation future se situe entre les consignes de débits mini et maxi désirées par le canal de Carpentras.

Les solutions proposées permettent :

- D'utiliser le dernier bief du canal de l'Union comme stockage (permettant de limiter un peu les décharges à Robion)
- D'automatiser les décharges à Robion qui en situation actuelle sont réalisées manuellement selon l'expérience du garde canal

6.3 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 : évènement 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.

L'estimation des économies d'eau liée à la réactivité du canal est basée sur la mise en place de régulateurs de niveau et de débit permettant de réduire le débit technique qui a été estimé à partir des simulations N01 (période normale – pointe) et N02 (période normale – hors pointe).

Lors de la phase diagnostic, il a été montré que deux sites SIT-13100 et SIT-23784 nécessitent un débit technique qui est une base d'estimation du volume d'eau économisable. Ce volume a été estimé de **11 900 000 m³** dont 7 650 000 m³ sont issus du besoin pour le site SIT-13100 et 4 250 000 m³ issus du besoin pour le site SIT-23784.

L'économie d'eau dépend de la solution retenue pour le site SIT-23784 (fin canal) : de 7,6 Mm³ à 8,6Mm³/an.

Néanmoins, quelle que soit la solution retenue un débit technique est toujours nécessaire afin de satisfaire aux consignes de débit demandé. Une partie ou la totalité de ce débit sera au final rejetée à la décharge de Robion. Le volume économisé est donc égal à la différence entre le volume économisable et celui rejeté à la décharge (calculé à l'aide de la simulation hydraulique).



SOLUTION 1 OU SOLUTION 2

Le volume d'eau économisé est estimé dans le tableau ci-dessous.

Tableau 6-3 : Volume d'eau économisé issu de la solution 1 ou 2 du site SIT-23784

	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%	

SOLUTION 3

Le volume d'eau économisé est estimé dans le tableau ci-dessous.

Tableau 6-4 : Volume d'eau économisé issu de la solution 3 du site SIT-23784

	Période hors pointe	Période de pointe
Volume maximum économisable (m ³ /j)	60 500	14 000
Volume rejeté à Robion (m ³ /j)	15 000	14 000
Volume économisé (m ³ /j)	45 500	0
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)	7 650 000	0
Volume économisé total sur l'année (m ³)	7 650 000	
Arrondi à (m³)	7 650 000	
Prélèvement moyen annuel (sur 6 dernières années)	108 000 000	
% d'économie	7%	



6.4 CAPACITÉ D'ABSORPTION DES APPORTS PLUVIEUX

6.4.1 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 6-5 : 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 état 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.

6.4.2 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 6-6 : Volume de débordement par bief – simulation P01-A (pointe)

Numéro du bief	PM amont	PM aval	Description	Situation actuelle		Après modernisation	
				Débordement ?	Volume débordement (m ³)	Débordement ?	Volume débordement (m ³)
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 6-7 : 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 6-8 : 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	6 400
6 à 9	15 124	20 922	De Vidauque à Robion	Oui	40 000	Oui	30 000
10 à 13	20 922	23 784	De Robion à la fin du canal	Non	-	Non	-

Tableau 6-9 : 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.



7 HYPOTHÈSES POUR L'ESTIMATION DES COÛTS

7.1 HYPOTHÈSES POUR L'ESTIMATION DES COÛTS DES TRAVAUX

Chaque solution proposée a été chiffrée à partir de prix unitaires de marchés récents.

Le tableau suivant indique les prix unitaires utilisés.

Tableau 7-1 : Prix unitaires utilisés pour estimer le coût des travaux

N° prix	Libellé prix	Code unité	Description unité	Prix unitaire (€)
1. PRIX GÉNÉRAUX				
101	Prix généraux	15%	15% du montant total des travaux	15%
2. TERRASSEMENT				
202	Déblai terrain meuble	m³	Le mètre cube	15
203	Remblais pour construction des ouvrages ou berges	m³	Le mètre cube	25
204	Évacuation des déblais excédentaires	m³	Le mètre cube	30
205	Débroussaillage	m²	Le mètre carré	5
206	Curage des canaux de décharge	ml	Le mètre linéaire	6
3. GENIE CIVIL				
301	Béton armé dosé à 350 kg/m³	m³	Le mètre cube	480
302	Béton propreté de 150 kg/m³	m³	Le mètre cube	240
303	Coffrage	m²	Le mètre carré	110
304	Béton non armé	m³	Le mètre cube	240
305	Remis en état GC Caramède	Ft	Forfaitaire	3 200
306	Remis en état GC - ouvrage Vanne Taillades	Ft	Forfaitaire	71 000
307	Remis en état GC - ouvrage décharge Robion	Ft	Forfaitaire	43 000
308	Remis en état GC - ouvrage vanne Ronflon	Ft	Forfaitaire	2 500
309	Remise en état Maçonnerie	m³	Le mètre carré	290
311	Rehausse/Cuvelage	ml	Le mètre linéaire	850
312	Démolition d'un ouvrage béton armé	m³	Le mètre cube	170
314	Dépose d'une passerelle existante	Ft	Forfaitaire	2 000
315	Remise en état de la passerelle	Ft	Forfaitaire	1 000
316	Local pour l'armoire de contrôle commande	Ft	Forfaitaire	2 400
4. VANTELLERIE				
401	Vanne murale 400 x 400	u	L'unité	3 100
402	Vanne murale 1000 x 1500 - manuelle	u	L'unité	13 300
403	Vanne murale 1000 x 1800 - manuelle	u	L'unité	14 600
404	Vanne murale 1000 x 2000 - manuelle	u	L'unité	15 500
405	Vanne murale 1000 x 2100 - manuelle	u	L'unité	16 100
406	Vanne murale 1200 x 1500 - manuelle	u	L'unité	14 400
407	Vanne murale 1200 x 1800 - manuelle	u	L'unité	16 000
408	Vanne murale 1200 x 2000 - manuelle	u	L'unité	17 100
409	Vanne murale 1200 x 2100 - manuelle	u	L'unité	17 700



N° prix	Libellé prix	Code unité	Description unité	Prix unitaire (€)
410	Vanne murale 1000 x 1500 - motorisée	u	L'unité	16 230
411	Vanne murale 1000 x 1800 - motorisée	u	L'unité	17 580
412	Vanne murale 1000 x 2000 - motorisée	u	L'unité	18 480
413	Vanne murale 1000 x 2100 - motorisée	u	L'unité	19 020
414	Vanne murale 1200 x 1500 - motorisée	u	L'unité	17 400
415	Vanne murale 1200 x 1800 - motorisée	u	L'unité	18 960
416	Vanne murale 1200 x 2000 - motorisée	u	L'unité	20 010
417	Vanne murale 1200 x 2100 - motorisée	u	L'unité	20 640
418	Vanne murale 3600 x 1800 - motorisée	u	L'unité	53 800
419	Régulateur Orifice	u	L'unité	10 600
420	Siphon aspirant Neyrtec	u	L'unité	-
421	Ensemble de fins de course sur vanne	u	L'unité	750
422	Motorisation et télécommande de vannes	u	L'unité	6 000
423	Motorisation sur module à masques	u	L'unité	6 000
424	Mesure de la position de vanne	u	L'unité	2 000
427	Vanne déversante 7.5 m3/S	u	L'unité	52 000
428	Rainures batardage (L =3.5 m)			3 000
429	Planchage en bois	u	L'unité	500
430	Remise en état d'une vanne murale existante (sablage, peinture, remplacement cric pour adaptation motorisation, chgt glissière + graissage)	u	L'unité	3 500
431	Remise en état de rainure	Ft	Forfaitaire	1 000
432	Dépose d'une vanne AMIL	u	L'unité	3 500
433	Dépose d'une vanne murale + passerelle	u	L'unité	1 000
434	Démolition d'un ouvrage de batardeau	u	L'unité	2 000
5. EQUIPEMENTS DE METROLOGIE (FOURNITURE ET POSE)				
501	Echelle limnimétrique	u	L'unité	1 000
502	Mesure de débit par 2 cordes acoustiques	u	L'unité	25 600
503	Mesure de débit par 3 cordes acoustiques	u	L'unité	33 500
504	Mesure de niveau par capteur radar	u	L'unité	2 150
505	Mesure de niveau immergée	u	L'unité	1 000
506	Débit mètre électromagnétique (D800)	u	L'unité	18 400
6. EQUIPEMENTS DE TELEGESTION (FOURNITURE ET POSE)				
601	Coffret autonome (type LT42)	u	L'unité	1 550
602	Coffret standard (type S550)	u	L'unité	5 350
603	Coffret panneau solaire 30W + batterie 24Ah	u	L'unité	1 900
605	Programmation pour vanne automatique	u	L'unité	1 000
610	Mise à jour du logiciel PCWIN2	Ft	Le forfait	6 000
611	Serveur et frontal de communication	Ft	Le forfait	6 000
612	Poste de supervision (PC)	Ft	Le forfait	5 000
613	Développement de l'application de supervision	Ft	Le forfait	6 000
614	Redondance du serveur	u	L'unité	3 500
617	Support de communication - Radio	u	L'unité	5 000



N° prix	Libellé prix	Code unité	Description unité	Prix unitaire (€)
618	Support de communication - Wifi directionnel	u	L'unité	2 000
623	Remise en état des organes de motorisation	u	L'unité	1 000
7. TRAVAUX ELECTRIQUES				
701	Raccordement électrique-Vanne amil Bel Hoste	Ft	Forfaitaire	2 000
702	Raccordement électrique-Redortier	Ft	Forfaitaire	9 500
703	Raccordement électrique-Valloncourt	Ft	Forfaitaire	2 000
704	Raccordement électrique-Vanne AMIL Barraillère	Ft	Forfaitaire	2 000
705	Raccordement électrique-Vanne AMIL Vidauque	Ft	Forfaitaire	2 000
706	Raccordement électrique-Batardeau Taillades	Ft	Forfaitaire	12 500
707	Raccordement électrique-Ronflon	Ft	Forfaitaire	2 000
708	Raccordement électrique-Fin canal	Ft	Forfaitaire	12 500
709	Raccordement électrique-Caramède	Ft	Forfaitaire	2 000
710	Raccordement électrique-Vanne Taillades	Ft	Forfaitaire	2 000
713	Onduleur monophasé (autonomie 12h)	u	L'unité	3 000
8. AUTRES EQUIPEMENTS				
801	Conduite Acier DN800	ml	Le mètre linéaire	750
802	Garde-corps acier galvanisé	ml	Le mètre linéaire	225
803	Caillebotis (250 kg)	m²	Le mètre carré	250
804	Profile industriel	kg	Le kilogramme	15
805	Clôture panneaux rigides 2 m	ml	Le mètre linéaire	85
806	Portillon d'accès à l'ouvrage	u	L'unité	300
807	Escalier d'accès dans le canal	u	L'unité	300
809	Dépose d'une conduite DN500	Ft	Forfaitaire	1 800

Par ailleurs à ce stade de l'étude il est considéré un taux de **20 %** pour prendre en compte les divers et aléas.

7.2 HYPOTHÈSES POUR L'ESTIMATION DES COÛTS D'INVESTISSEMENTS

Les coûts d'investissement sont calculés sur la base des coûts de travaux. Ils correspondent à des investissements ponctuels au début du projet (coûts d'acquisition foncière, coûts liés aux études préalables :

- maîtrise d'œuvre (y compris études complémentaires topographiques, ...)
- dossiers réglementaires, etc...
- coûts de construction de l'aménagement ou coûts travaux.

A ce stade de l'étude il a été considéré **un ratio de 20 %** du montant des travaux pour prendre en compte les coûts d'investissements.



7.3 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, ...)).

7.3.1 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 7-2 : 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	

7.3.2 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.



7.4 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).

Pour cette phase, les coûts de maintenance ont été estimés à partir de ratio des prix travaux.

Les valeurs des ratios utilisés sont décrites dans le tableau suivant.

Tableau 7-3 : Ratios utilisés pour l'estimation les coûts de maintenance annuels

Libellé prix	Unité	Maintenance
Equipements	% des coûts de travaux	1.00%
Génie Civil	% des coûts de travaux	0.25%



8 PRINCIPES DE L'ANALYSE MULTICRITÈRES

8.1 OBJECTIF

L'objectif de l'analyse multicritères est de donner les éléments permettant au Canal de l'Union de se positionner sur la solution à retenir site par site. La solution retenue sera détaillée en phase AVP.

8.2 CRITÈRES D'ANALYSE

Pour chaque site, les solutions proposées sont analysées selon divers critères :

- La facilité de l'exploitation ;
- La possibilité d'évolution ;
- La qualité de fonctionnement ;
- La sûreté de fonctionnement ;
- La maintenabilité du système ;
- La sécurité des ouvrages ;
- L'impact sur la ligne d'eau ;
- Les économies d'eau potentielles ;
- La gestion des événements pluvieux et
- les coûts, y compris les coûts de travaux et ceux de fonctionnement.

Les définitions des critères, ou angle d'évolution, sont décrits dans les points suivants :

- **Angle de la facilité de l'exploitation** : mise en œuvre de solutions permettant une appropriation rapide par le personnel du canal de l'Union.
- **Angle de la possibilité d'évolution** : mise en œuvre de solutions permettant de s'adapter à l'évolution des besoins du canal de l'Union et des canaux membres en fonction de leur niveau de technicité initial et de l'objectif final du programme de modernisation.
- **Angle de la qualité du fonctionnement** : mise en œuvre des solutions améliorant la souplesse de fonctionnement pour les exploitants et qui permettent aux canaux membres d'avoir la quantité d'eau désirée au moment voulu.
- **Angle de la sûreté de fonctionnement** : mise en œuvre de solutions fiables et robustes.
- **Angle de la maintenabilité du système** : mise en œuvre des solutions les moins exigeantes en termes d'exploitation / maintenance (y compris la télégestion).
- **Angle de la sécurité des ouvrages** : mise en œuvre des solutions permettant d'améliorer la sécurité du canal et des différents ouvrages
- **Angle de la ligne d'eau** : mise en œuvre des solutions permettant de limiter les rehausses des berges
- **Angle d'économie d'eau** : mise en œuvre des solutions permettant de générer des économies d'eau
- **Angle de l'anticipation des événements pluvieux significatifs** : mise en œuvre des solutions permettant de limiter au maximum les impacts des événements pluvieux importants.
- **Angle financier** : mise en œuvre des solutions les plus efficaces (meilleur rapport qualité/prix) afin d'atteindre au plus vite le plus grand nombre d'objectifs fixés tout en respectant les capacités financières annuelles de maître d'ouvrage.



8.3 ELEMENTS DE NOTATION

Pour chaque site, une grille de notation est présentée décrivant pour chaque solution son impact vis-à-vis des angles d'évaluations retenus.

Le barème retenu est le suivant :

- ++ : solution très avantageuse vis de l'angle d'évaluation considéré
- + : solution avantageuse vis de l'angle d'évaluation considéré
- n : neutre
- - : solution ne présentant que peu d'avantages vis de l'angle d'évaluation considéré
- - - : solution présentant très peu ou peu d'avantages vis de l'angle d'évaluation considéré



9 PROPOSITIONS DE MODERNISATION PAR SITE

9.1 SIT-0 : OUVRAGE DE LA PRISE EN TÊTE

9.1.1 Description et objectif de la modernisation

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).

L'objectif de la modernisation est d'améliorer la réactivité de fonctionnement et faciliter de l'exploitation.

9.1.2 Solutions proposées et estimation des coûts

Le tableau suivant décrit la/les solutions proposée(s) en indiquant les avantages/inconvénients de chacune.

Tableau 9-1 : Description des solutions de modernisation de l'ouvrage du site SIT-0 - ouvrage de la prise en tête

	Solution 1	Solution 2
Propositions détaillées	- 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 (hors d'eau) amont et aval de l'ouvrage (y/c dispositif de protection)	Solution 1 + motorisation de 02 vannes supplémentaires
Avantages	Manœuvre à distance	Manœuvre à distance
	Optimisation des coûts de travaux	Plus de souplesse d'exploitation
Inconvénients	Moins de souplesse d'exploitation	Plus coûteux
Coût travaux k€/HT	20	37
Coût investissement k€/HT	24	44
Coût de maintenance annuelle (€/an)	150	270
Frais d'exploitation (€/an)	20	60



9.1.3 Analyse multicritères

Le tableau suivant indique les éléments de notation pour chaque critère retenu.

Tableau 9-2 : Analyse multicritères des solutions de modernisation de l'ouvrage du site SIT- 0 - ouvrage de la prise en tête

Angle d'évolution	Solution 1	Solution 2
Facilité de l'exploitation	+	++
Possibilité d'évolution	++	++
Qualité de fonctionnement	+	++
Sûreté de fonctionnement	++	++
Maintenabilité du système	-	-
Sécurité des ouvrages/ personnels	+	++
Impact sur la ligne d'eau	n	n
Economie d'eau	+	+
Gestion évènement pluvieux	+	++
Coût travaux (y/c cuvelage si c'est nécessaire) k€/HT	20	37
Coût fonctionnement €/an	170	330
Maintenance	150	270
Exploitation (consommation + abonnement)	20	60

9.2 SIT-1282 : BATARDEAU AU PM 1282

9.2.1 Description et objectif de la modernisation

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.

Les objectifs de la modernisation sont de :

- améliorer la réactivité de fonctionnement et faciliter de l'exploitation et
- assurer une meilleure sécurité du personnel.



9.2.2 Solutions proposées et estimation des coûts

Le tableau suivant décrit la/les solutions proposée(s) en indiquant les avantages/inconvénients de chacune.

Tableau 9-3 : Description des solutions de modernisation de l'ouvrage du site SIT-1282 – batardeau au PM 1282

	Solution 1
Propositions détaillées	Remise en état des rainures et remplacement de la passerelle
Avantages	Facilité d'exploitation
	Amélioration de la sécurité du personnel
Inconvénients	Maintien du réglage actuel soumis aux variations de débit en amont
Coût travaux k€/HT	27
Coût investissement k€/HT	32
Coût de maintenance annuelle (€/an)	180
Frais d'exploitation (€/an)	-

9.2.3 Analyse multicritères

Le tableau suivant indique les éléments de notation pour chaque critère retenu.

Tableau 9-4 : Analyse multicritères des solutions de modernisation de l'ouvrage du SIT-1282 – batardeau au PM 1282

Angle d'évolution	Solution 1
Facilité de l'exploitation	++
Possibilité d'évolution	--
Qualité de fonctionnement	--
Sûreté de fonctionnement	-
Maintenabilité du système	+
Sécurité des ouvrages/ personnels	+
Impact sur la ligne d'eau	n
Economie d'eau	n
Gestion évènement pluvieux	+
Coût travaux (y/c cuvelage si c'est nécessaire) k€/HT	27
Coût fonctionnement €/an	180
<i>Maintenance</i>	180
<i>Exploitation (consommation + abonnement)</i>	0



9.3 SIT-1730 : BATARDEAU AU PM 1730

9.3.1 Description et objectif de la modernisation

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.

Les objectifs de la modernisation sont de :

- améliorer la réactivité de fonctionnement et faciliter de l'exploitation et
- assurer une meilleure sécurité du personnel.

9.3.2 Solutions proposées et estimation des coûts

Le tableau suivant décrit la/les solutions proposée(s) en indiquant les avantages/inconvénients de chacune.

Tableau 9-5 : Description des solutions de modernisation de l'ouvrage du site SIT-1730 – batardeau au PM 1730

	Solution 1
Propositions détaillées	Remise en état des rainures et remplacement de la passerelle
Avantages	Facilité d'exploitation
	Amélioration de la sécurité du personnel
Inconvénients	Maintien du réglage actuel soumis aux variations de débit en amont
Coût travaux k€/HT	27
Coût investissement k€/HT	32
Coût de maintenance annuelle (€/an)	180
Frais d'exploitation (€/an)	-

9.3.3 Analyse multicritères

Le tableau suivant indique les éléments de notation pour chaque critère retenu.

Tableau 9-6 : Analyse multicritères des solutions de modernisation de l'ouvrage du SIT-1730 – batardeau au PM 1730

Angle d'évolution	Solution 1
Facilité de l'exploitation	++
Possibilité d'évolution	- -
Qualité de fonctionnement	- -
Sûreté de fonctionnement	-
Maintenabilité du système	+
Sécurité des ouvrages/ personnels	+
Impact sur la ligne d'eau	n



Angle d'évolution	Solution 1
Economie d'eau	n
Gestion évènement pluvieux	+
Coût travaux (y/c cuvelage si c'est nécessaire) k€/HT	27
Coût fonctionnement €/an	180
Maintenance	180
Exploitation (consommation + abonnement)	0

9.4 SIT-4130 : BATARDEAU AU PM 4130

9.4.1 Description et objectif de la modernisation

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.

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.

Les objectifs de la modernisation sont de :

- améliorer la réactivité de fonctionnement et faciliter de l'exploitation et
- assurer une meilleure sécurité du personnel.

9.4.2 Solutions proposées et estimation des coûts

Le tableau suivant décrit la/les solutions proposée(s) en indiquant les avantages/inconvénients de chacune.

Tableau 9-7 : Description des solutions de modernisation de l'ouvrage du site SIT-4130 – batardeau au PM 4130

	Solution 1	Solution 2
Propositions détaillées	Mise en service de la nouvelle prise de La Montagne	Remise en état des rainures et remplacement de la passerelle
Avantages	Aucun coût	Facilité d'exploitation
	Réduction des interventions des gardes canaux	Amélioration de la sécurité du personnel
Inconvénients	Risque de ne pas avoir l'autorisation pour la mise en service	Maintien du réglage actuel soumis aux variations de débit en amont
		Plus coûteux
Coût travaux k€/HT	-	24
Coût investissement k€/HT	-	29
Coût de maintenance annuelle (€/an)	-	160



9.4.3 Analyse multicritères

Le tableau suivant indique les éléments de notation pour chaque critère retenu.

Tableau 9-8 : Analyse multicritères des solutions de modernisation de l'ouvrage du SIT-4130 – batardeau au PM 4130

Angle d'évolution	Solution 1	Solution 2
Facilité de l'exploitation	n	++
Possibilité d'évolution	n	--
Qualité de fonctionnement	--	--
Sûreté de fonctionnement	--	-
Maintenabilité du système	++	+
Sécurité des ouvrages/ personnels	++	+
Impact sur la ligne d'eau	++	n
Économie d'eau	n	n
Gestion événement pluvieux	++	++
Coût travaux (y/c cuvelage si c'est nécessaire) k€/HT	0	24
Coût fonctionnement €/an	0	160
Maintenance	0	160
Exploitation (consommation + abonnement)	0	0

9.5 SIT-5454 : VANNE DE DÉCHARGE AU PM 5454

39

9.5.1 Description et objectif de la modernisation

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.



Les objectifs de la modernisation sont de :

- améliorer la réactivité de fonctionnement et faciliter de l'exploitation,
- assurer une meilleure sécurité du personnel et
- assurer une meilleure sécurité des ouvrages.

9.5.2 Solutions proposées et estimation des coûts

Le tableau suivant décrit la/les solutions proposée(s) en indiquant les avantages/inconvénients de chacune.

Tableau 9-9 : Description des solutions de modernisation de l'ouvrage du site SIT-5454 – Vanne de décharge au PM 5454

	Solution 1	Solution 2
Propositions détaillées	- 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 (hors d'eau) amont - Mise en place d'un débitmètre ultrasons à différence de temps de transit en aval - Mise en place d'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	Solution 1 + mesures des positions des vannes (toutes)
Avantages	Manœuvre à distance	Manœuvre à distance
	Optimisation des coûts de travaux	
	Meilleure sécurité du personnel	Meilleure sécurité du personnel
	Maîtrise la traçabilité de l'exploitation	Maîtrise la traçabilité de l'exploitation
		Plus de souplesse d'exploitation
Inconvénients	Moins de souplesse d'exploitation	Plus coûteux
Coût travaux k€/HT	254	265
Coût investissement k€/HT	305	318
Coût de maintenance annuelle (€/an)	1 830	1 910
Frais d'exploitation (€/an)	280	280

Par ailleurs, sur ce site on propose la mise en place des équipements de mesure suivants :

- un capteur de niveau dans le canal de l'Union en amont de l'ouvrage pour la régulation des vannes et alerte de niveau haut et bas et
- deux capteurs de mesure de débit afin d'assurer la traçabilité de l'exploitation :
 - un dans le canal de l'Union en aval de l'ouvrage
 - un dans le canal de décharge.



9.5.3 Analyse multicritères

Le tableau suivant indique les éléments de notation pour chaque critère retenu.

Tableau 9-10 : Analyse multicritères des solutions de modernisation de l'ouvrage du SIT-5454 – Vanne de décharge au PM 5454

Angle d'évolution	Solution 1	Solution 2
Facilité de l'exploitation	+	++
Possibilité d'évolution	++	++
Qualité de fonctionnement	-	-
Sûreté de fonctionnement	+	++
Maintenabilité du système	+	+
Sécurité des ouvrages/ personnels	++	++
Impact sur la ligne d'eau	+	++
Économie d'eau	+	+
Gestion évènement pluvieux	+	+
Coût travaux (y/c cuvelage si c'est nécessaire) k€/HT	254	265
Coût fonctionnement €/an	2 110	2 190
<i>Maintenance</i>	1 830	1 910
<i>Exploitation (consommation + abonnement)</i>	280	280

9.6 SIT-8264 : VANNE AMIL AU PM 8264

9.6.1 Description et objectif de la modernisation

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.

Les objectifs de la modernisation sont de :

- améliorer la réactivité de fonctionnement et faciliter de l'exploitation et
- améliorer la qualité de service.



9.6.2 Solutions proposées et estimation des coûts

Le tableau suivant décrit la/les solutions proposée(s) en indiquant les avantages/inconvénients de chacune.

Tableau 9-11 : Description des solutions de modernisation de l'ouvrage du site SIT-8264 – Vanne AMIL au PM 8264

	Solution 1	Solution 2
Propositions détaillées	- 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
Avantages	Contrôle précis des niveaux au droit des prises	Contrôle précis des niveaux au droit des prises
	Solution pérenne qui évite le blocage d'embâcle et limite les travaux d'entretien	Solution pérenne qui évite le blocage d'embâcle et limite les travaux d'entretien
	Manœuvre à distance	Manœuvre à distance
	Optimisation des coûts de travaux	
	Exploitation facile	Exploitation facile
Inconvénients		Plus de souplesse d'exploitation
	Augmentation de la perte de charge	Augmentation de la perte de charge
	Emprise plus importante	Emprise plus importante
	Réduire la hauteur de marnage (15 cm)	Réduire la hauteur de marnage (15 cm)
		Plus coûteux
Coût travaux k€/HT	292	301
Coût investissement k€/HT	350	361
Coût de maintenance annuelle (€/an)	1 200	1 260
Frais d'exploitation (€/an)	430	470

Par ailleurs, sur ce site on propose la mise en place des équipements de mesure de niveau en amont de l'ouvrage pour alerte de niveau haut et bas.



9.6.3 Analyse multicritères

Le tableau suivant indique les éléments de notation pour chaque critère retenu.

Tableau 9-12 : Analyse multicritères des solutions de modernisation de l'ouvrage du SIT-8264 – Vanne AMIL au PM 8264

Angle d'évolution	Solution 1	Solution 2
Facilité de l'exploitation	+	++
Possibilité d'évolution	++	++
Qualité de fonctionnement	++	++
Sûreté de fonctionnement	++	++
Maintenabilité du système	+	-
Sécurité des ouvrages/ personnels	+	++
Impact sur la ligne d'eau	+	++
Économie d'eau	+	+
Gestion évènement pluvieux	+	++
Coût travaux (y/c cuvelage si c'est nécessaire) k€/HT	292	301
Coût fonctionnement €/an	1 630	1 730
<i>Maintenance</i>	1 200	1 260
<i>Exploitation (consommation + abonnement)</i>	430	470

9.7 SIT-10611 : VANNE DE DÉCHARGE AU PM 10611

9.7.1 Description et objectif de la modernisation

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.

Les objectifs de la modernisation sont de :

- limiter les débordements et
- assurer une meilleure sécurité des ouvrages.



9.7.2 Solutions proposées et estimation des coûts

Le tableau suivant décrit la/les solutions proposée(s) en indiquant les avantages/inconvénients de chacune.

Tableau 9-13 : Description des solutions de modernisation de l'ouvrage du site SIT-10611 – Vanne de décharge au PM 10611

	Solution 1	Solution 2
Propositions détaillées	- 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 (hors d'eau) 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) - Mise en place de batardeau + passerelle en travers - Télégestion de la vanne latérale - Mise en place d'un capteur radar (hors d'eau) en amont - Mise en place d'un débitmètre dans la conduite d'évacuation
Avantages	Limite des risques de débordement lors d'événements pluvieux	Limite des risques de débordement lors d'événements pluvieux
	Manœuvre à distance	Manœuvre à distance
	Meilleure traçabilité de l'exploitation	Meilleure traçabilité de l'exploitation
	Optimisation des coûts de travaux	
Inconvénients	Moins de souplesse d'exploitation	Plus de souplesse d'exploitation
Coût travaux k€/HT	219	222
Coût investissement k€/HT	263	266
Coût de maintenance annuelle (€/an)	1 450	1 460
Frais d'exploitation (€/an)	430	430

Par ailleurs, sur ce site on propose la mise en place des équipements de mesure suivants :

- un capteur de niveau pour alerte de niveau haut et
- un capteur de débit pour la traçabilité de l'exploitation.



9.7.3 Analyse multicritères

Le tableau suivant indique les éléments de notation pour chaque critère retenu.

Tableau 9-14 : Analyse multicritères des solutions de modernisation de l'ouvrage du SIT-10611 – Vanne de décharge au PM 10611

Angle d'évolution	Solution 1	Solution 2
Facilité de l'exploitation	++	++
Possibilité d'évolution	+	+
Qualité de fonctionnement	n	n
Sûreté de fonctionnement	+	++
Maintenabilité du système	+	-
Sécurité des ouvrages/ personnels	+	++
Impact sur la ligne d'eau	n	n
Économie d'eau	n	n
Gestion évènement pluvieux	+	++
Coût travaux (y/c cuvelage si c'est nécessaire) k€/HT	219	222
Coût fonctionnement €/an	1 880	1 890
Maintenance	1 450	1 460
Exploitation (consommation + abonnement)	430	430

9.8 SIT-13100 : OUVRAGES VALLONCOURT- VIDAUQUE

9.8.1 Description et objectif de la modernisation

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).

Les objectifs de la modernisation sont de :

- améliorer la réactivité de fonctionnement et faciliter de l'exploitation,
- améliorer la qualité de service et
- économiser l'eau.



9.8.2 Solutions proposées et estimation des coûts

Le tableau suivant décrit la/les solutions proposée(s) en indiquant les avantages/inconvénients de chacune.

Tableau 9-15 : Description des solutions de modernisation de l'ouvrage du site SIT-13100 – Ouvrages Valloncourt-Vidaque

	Solution 1	Solution 2	Solution 3
Propositions détaillées	3 ouvrages de seuil : Valloncourt, Barraillère et Vidaque - Valloncourt : création d'un seuil long + 3 vannes télégérées - Barraillère 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 - Barraillère : suppression de l'ouvrage - 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 : Barraillère et Vidaque - Valloncourt : modernisation des secteurs du Cabedan Neuf - Barraillère 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
Avantages	Contrôle précis des niveaux au droit des prises	Contrôle précis des niveaux au droit des prises	Contrôle précis des niveaux au droit des prises
	Solution pérenne qui évite le blocage d'embâcle et limite les travaux d'entretien	Solution pérenne qui évite le blocage d'embâcle et limite les travaux d'entretien	Solution pérenne qui évite le blocage d'embâcle et limite les travaux d'entretien
	Manœuvre à distance	Manœuvre à distance	Manœuvre à distance
	Exploitation facile	Exploitation facile	Exploitation facile
		Minimise le nombre d'ouvrages	Minimise le nombre d'ouvrages
Inconvénients		Optimisation des coûts de travaux	Moins coûteux
	Emprise plus importante	Emprise plus importante	Emprise plus importante
	Plus rehausse/cuvelage	Plus rehausse/cuvelage	Moins rehausse/cuvelage
	Plus coûteux		Modernisation des prises du canal de Cabedan Neuf
	Nombre d'ouvrages plus important		
Coût travaux k€/HT	1 622	1 380	560
Coût investissement k€/HT	1 946	1 656	672
Coût de maintenance annuelle (€/an)	10 050	7 840	4 890
Frais d'exploitation (€/an)	1 410	940	940

Nota : la solution 3 fait l'hypothèse que les secteurs desservis par les prises qui ne sont pas correctement alimentées font l'objet d'une modernisation (conversion des secteurs en réseaux sous pression).

Par ailleurs, sur ce site on propose la mise en place des équipements de mesure de niveau en amont chacun de l'ouvrage pour alerte de niveau haut et bas.



9.8.3 Analyse multicritères

Le tableau suivant indique les éléments de notation pour chaque critère retenu.

Tableau 9-16 : Analyse multicritères des solutions de modernisation de l'ouvrage du SIT-13100 – Ouvrages Valloncourt- Vidaube

Angle d'évolution	Solution 1	Solution 2	Solution 3
Facilité de l'exploitation	+	++	++
Possibilité d'évolution	++	++	++
Qualité de fonctionnement	++	++	++
Sûreté de fonctionnement	++	++	++
Maintenabilité du système	+	++	++
Sécurité des ouvrages/ personnels	+	++	++
Impact sur la ligne d'eau	- -	-	+
Économie d'eau	++	++	++
Gestion évènement pluvieux	-	++	++
Coût travaux (y/c cuvelage si c'est nécessaire) k€/HT	1 622	1 380	560
Coût fonctionnement €/an	6 440	4 860	3 390
Maintenance	5 030	3 920	2 450
Exploitation (consommation + abonnement)	1 410	940	940

9.9 SIT-13946 : ROUE AU PM 13946

9.9.1 Description et objectif de la modernisation

L'ouvrage est situé en aval du pont de la Barraillère. Le canal est divisé en deux voies à partir du pont : une pour la roue, l'autre étant la continuité du canal. L'ouvrage est constitué de trois (03) batardeaux et d'une (01) roue.

Lors de la phase diagnostic, il est noté que les batardeaux sont mis contre le pont pour faire tourner la roue. Il n'y a aucune rainure de batardage et aucune passerelle pour l'exploitation.

L'objectif de la modernisation est d'assurer une meilleure sécurité du personnel et faciliter l'exploitation.



9.9.2 Solutions proposées et estimation des coûts

Le tableau suivant décrit la/les solutions proposée(s) en indiquant les avantages/inconvénients de chacune.

Tableau 9-17 : Description des solutions de modernisation de l'ouvrage du site SIT-13946 – roue au PM 13946

	Solution 1
Propositions détaillées	Mise en place des rainures + création d'une passerelle pour faciliter l'accès aux batardeaux
Avantages	Facilité d'exploitation
	Amélioration de la sécurité du personnel
Inconvénients	Fait obstacle aux flottants
Coût travaux k€/HT	24
Coût investissement k€/HT	29
Coût de maintenance annuelle (€/an)	180
Frais d'exploitation (€/an)	-

9.9.3 Analyse multicritères

Le tableau suivant indique les éléments de notation pour chaque critère retenu.

Tableau 9-18 : Analyse multicritères des solutions de modernisation de l'ouvrage du SIT-13946 – roue au PM 13946

Angle d'évolution	Solution 1
Facilité de l'exploitation	++
Possibilité d'évolution	++
Qualité de fonctionnement	n
Sûreté de fonctionnement	-
Maintenabilité du système	++
Sécurité des ouvrages/ personnels	--
Impact sur la ligne d'eau	n
Économie d'eau	n
Gestion évènement pluvieux	--
Coût travaux (y/c cuvelage si c'est nécessaire) k€/HT	24
Coût fonctionnement €/an	180
Maintenance	180
Exploitation (consommation + abonnement)	0



9.10 SIT-17414 : VANNE EN TRAVERS AU PM 17414

9.10.1 Description et objectif de la modernisation

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.

L'objectif de la modernisation est d'améliorer la réactivité de fonctionnement et faciliter de l'exploitation.

9.10.2 Solutions proposées et estimation des coûts

Le tableau suivant décrit la/les solutions proposée(s) en indiquant les avantages/inconvénients de chacune.

Tableau 9-19 : Description des solutions de modernisation de l'ouvrage du site SIT-17414 – Vanne en travers au PM 17414

	Solution 1	Solution 2	Solution 3
Propositions détaillées	- Renforcement GC - Remise en état des vannes existantes	- Renforcement GC + cuvelage - Remplacement des vannes existantes par de nouvelles vannes plus adaptées y compris les cadres et équipements de manœuvre	Solution 2 + motorisation (4 vannes)
Avantages	Optimisation des coûts de travaux	Sécurisation de la desserte des prises agricoles	Sécurisation de la desserte des prises agricoles
		Amélioration de la sécurité des ouvrages	Amélioration de la sécurité des ouvrages
			Facilité d'exploitation
Inconvénients	Ouvrage ancien	Ouvrage ancien	Ouvrage ancien
	Nécessite un diagnostic approfondi de l'état de l'ouvrage	Nécessite un diagnostic approfondi de l'état de l'ouvrage	Nécessite un diagnostic approfondi de l'état de l'ouvrage
Coût travaux k€/HT	143	333	422
Coût investissement k€/HT	172	400	506
Coût de maintenance annuelle (€/an)	500	1 500	2 120
Frais d'exploitation (€/an)	-	-	300



9.10.3 Analyse multicritères

Le tableau suivant indique les éléments de notation pour chaque critère retenu.

Tableau 9-20 : Analyse multicritères des solutions de modernisation de l'ouvrage du SIT-17414 – Vanne en travers au PM 17414

Angle d'évolution	Solution 1	Solution 2	Solution 3
Facilité de l'exploitation	-	+	++
Possibilité d'évolution	-	+	++
Qualité de fonctionnement	+	++	++
Sûreté de fonctionnement	+	++	++
Maintenabilité du système	++	++	+
Sécurité des ouvrages/ personnels	++	++	++
Impact sur la ligne d'eau	n	n	n
Économie d'eau	n	n	n
Gestion événement pluvieux	-	+	++
Coût travaux (y/c cuvelage si c'est nécessaire) k€/HT	143	333	422
Coût fonctionnement €/an	500	1 500	2 420
Maintenance	500	1 500	2 120
Exploitation (consommation + abonnement)	0	0	300

9.11 SIT-17816 : BATARDEAU AU PM 17816

9.11.1 Description et objectif de la modernisation

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 ($h_{\min} = 1.3$ 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.

Les objectifs de la modernisation sont de :

- améliorer la réactivité de fonctionnement et faciliter de l'exploitation,
- améliorer la qualité de service et
- assurer une meilleure sécurité des ouvrages.



9.11.2 Solutions proposées et estimation des coûts

Le tableau suivant décrit la/les solutions proposée(s) en indiquant les avantages/inconvénients de chacune.

Tableau 9-21 : Description des solutions de modernisation de l'ouvrage du site SIT-17816 – Batardeau au PM 17 816

	Solution 1	Solution 2
Propositions détaillées	- Démolition de l'ouvrage existant - Construction d'un seuil long à un autre endroit plus en amont + 3 vannes télégérées - 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
Avantages	Contrôle précis des niveaux au droit des prises	Manœuvre à distance
	Solution pérenne qui évite le blocage d'embâcle et limite les travaux d'entretien	Facilité d'exploitation
	Manœuvre à distance	Moins coûteux
	Exploitation facile	
Inconvénients	Emprise plus importante	Fait obstacle aux flottants
	Plus coûteux	
Coût travaux k€/HT	740	727
Coût investissement k€/HT	888	872
Coût de maintenance annuelle (€/an)	2 260	2 440
Frais d'exploitation (€/an)	330	330

Par ailleurs, sur ce site on propose la mise en place des équipements de mesure suivants :

- un capteur de niveau pour alerte de niveau haut et
- un débit mètre pour la traçabilité de l'exploitation.

9.11.3 Analyse multicritères

Le tableau suivant indique les éléments de notation pour chaque critère retenu.

Tableau 9-22 : Analyse multicritères des solutions de modernisation de l'ouvrage du SIT-17816 – Seuil-vanne au PM 17816

Angle d'évolution	Solution 1	Solution 2
Facilité de l'exploitation	++	++
Possibilité d'évolution	++	++
Qualité de fonctionnement	++	+
Sûreté de fonctionnement	++	++
Maintenabilité du système	++	-
Sécurité des ouvrages/ personnels	++	-
Impact sur la ligne d'eau	+	- -
Économie d'eau	n	n
Gestion événement pluvieux	++	+
Coût travaux (y/c cuvelage si c'est nécessaire) k€/HT	740	727
Coût fonctionnement €/an	2 590	2 770
Maintenance	2 260	2 440
Exploitation (consommation + abonnement)	330	330



9.12 SIT-18750 : PRISE DU PLAN ORIENTAL

9.12.1 Description et objectif de la modernisation

Le Plan Oriental prélève l'eau du canal de l'Union via la prise de l'ASCO du canal de Cabedan Neuf au PM 17414. Le prélèvement non direct engendrant des contraintes de gestion d'ordre institutionnel (interactions avec le canal de Cabedan Neuf via des navettes pour les différentes manœuvres sur la prise, entretien de tronçon) et hydraulique (le temps de transfert et les volumes à transporter sont importants).

L'objectif de la modernisation est d'améliorer la qualité de service.

9.12.2 Solutions proposées et estimation des coûts

Le tableau suivant décrit la/les solutions proposée(s) en indiquant les avantages/inconvénients de chacune.

Tableau 9-23 : Description des solutions de modernisation de l'ouvrage du site SIT-18750 – Prise PO

	Solution 1	Solution 2
Propositions détaillées	Motorisation de la prise C9 au PM 17 414 (PO)	Création de la prise PO au PM 18 750 - Orifice calibré
Avantages	Optimisation des coûts de travaux	Plus de souplesse d'exploitation
Inconvénients	Contrainte de gestion	Plus coûteux
Coût travaux k€/HT	30	36
Coût investissement k€/HT	36	43
Coût de maintenance annuelle (€/an)	220	210
Frais d'exploitation (€/an)	170	-

9.12.3 Analyse multicritères

Le tableau suivant indique les éléments de notation pour chaque critère retenu.

Tableau 9-24 : Analyse multicritères des solutions de modernisation de l'ouvrage du SIT-18750 – Prise PO

Angle d'évolution	Solution 1	Solution 2
Facilité de l'exploitation	+	++
Possibilité d'évolution	++	++
Qualité de fonctionnement	+	++
Sûreté de fonctionnement	++	++
Maintenabilité du système	+	++
Sécurité des ouvrages/ personnels	n	n
Impact sur la ligne d'eau	n	n
Économie d'eau	n	n
Gestion évènement pluvieux	n	n
Coût travaux (y/c cuvelage si c'est nécessaire) k€/HT	30	36
Coût fonctionnement €/an	390	210
<i>Maintenance</i>	220	210
<i>Exploitation (consommation + abonnement)</i>	170	0



9.13 SIT-19669 : SEUIL-VANNE AU PM 19669

9.13.1 Description et objectif de la modernisation

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.

Les objectifs de la modernisation sont de :

- améliorer la réactivité de fonctionnement et faciliter de l'exploitation,
- améliorer la qualité de service et
- assurer une meilleure sécurité des ouvrages.

9.13.2 Solutions proposées et estimation des coûts

Le tableau suivant décrit la/les solutions proposée(s) en indiquant les avantages/inconvénients de chacune.

Tableau 9-25 : Description des solutions de modernisation de l'ouvrage du site SIT-19669– Seuil-vanne au PM 19669

	Solution 1	Solution 2
Propositions détaillées	- Renforcement du Génie civil - Remplacement des vannes existantes 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 (hors d'eau) amont de l'ouvrage (y/c dispositif de protection) - Mise en place des alertes de niveau haut	Solution 1 + motorisation
Avantages	Entretien simple	Facilité d'exploitation
	Optimisation des coûts de travaux	
Inconvénients		Plus coûteux
Coût travaux k€/HT	138	157
Coût investissement k€/HT	166	188
Coût de maintenance annuelle (€/an)	940	1 060
Frais d'exploitation (€/an)	10	330

Par ailleurs, sur ce site on propose la mise en place des équipements de mesure de niveau en amont de l'ouvrage pour alerte de niveau haut et bas.



9.13.3 Analyse multicritères

Le tableau suivant indique les éléments de notation pour chaque critère retenu.

Tableau 9-26 : Analyse multicritères des solutions de modernisation de l'ouvrage du SIT-19669– Seuil-vanne au PM 19669

Angle d'évolution	Solution 1	Solution 2
Facilité de l'exploitation	++	++
Possibilité d'évolution	+	++
Qualité de fonctionnement	++	++
Sûreté de fonctionnement	+	++
Maintenabilité du système	++	+
Sécurité des ouvrages/ personnels	- -	-
Impact sur la ligne d'eau	n	n
Économie d'eau	n	n
Gestion évènement pluvieux	-	+
Coût travaux (y/c cuvelage si c'est nécessaire) k€/HT	138	157
Coût fonctionnement €/an	950	1 390
Maintenance	940	1 060
Exploitation (consommation + abonnement)	10	330

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

9.14.1 Description et objectif de la modernisation

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 télécommandées.
- 6 vannes en travers identiques de hauteur 1,89 m et largeur 1,06 m chacune. Deux (02) vannes sont motorisées et télécommandées.

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.

Les objectifs de la modernisation sont de :

- améliorer la réactivité de fonctionnement et faciliter de l'exploitation,
- assurer une meilleure sécurité des ouvrages et
- assurer la traçabilité de l'exploitation.



9.14.2 Solutions proposées et estimation des coûts

Le tableau suivant décrit la/les solutions proposée(s) en indiquant les avantages/inconvénients de chacune.

Tableau 9-27 : Description des solutions de modernisation de l'ouvrage du site SIT-20909– Vanne de décharge au PM 20909

	Solution 1	Solution 2
Propositions détaillées	- Réhabilitation de l'ouvrage existant 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) - Remplacement des capteurs existants par des capteurs radar (hors d'eau) 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 (hors d'eau) 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
Avantages	Manœuvre à distance	Manœuvre à distance
	Optimisation des coûts de travaux	Ouvrage neuf
	Meilleure sécurité du personnel	Meilleure sécurité du personnel
	Maîtrise la traçabilité de l'exploitation	Maîtrise la traçabilité de l'exploitation
Inconvénients	Ouvrage ancien	Plus coûteux
	Nécessite un diagnostic approfondi de l'état de l'ouvrage	
Coût travaux k€/HT	413	477
Coût investissement k€/HT	496	572
Coût de maintenance annuelle (€/an)	2 610	2 790
Frais d'exploitation (€/an)	160	160

Par ailleurs, sur ce site on propose la mise en place des équipements de mesure suivants :

- deux capteurs de niveau dans le canal de l'Union pour la régulation des vannes et alerte de niveau haut et bas et
- un capteur de débit dans le canal de décharge afin d'assurer la traçabilité de l'exploitation.



9.14.3 Analyse multicritères

Le tableau suivant indique les éléments de notation pour chaque critère retenu.

Tableau 9-28 : Analyse multicritères des solutions de modernisation de l'ouvrage du SIT-20909– Vanne de décharge au PM 20909

Angle d'évolution	Solution 1	Solution 2
Facilité de l'exploitation	++	++
Possibilité d'évolution	+	+
Qualité de fonctionnement	++	++
Sûreté de fonctionnement	+	+
Maintenabilité du système	-	+
Sécurité des ouvrages/ personnels	- -	++
Impact sur la ligne d'eau	n	n
Économie d'eau	+	+
Gestion évènement pluvieux	++	++
Coût travaux (y/c cuvelage si c'est nécessaire) k€/HT	413	477
Coût fonctionnement €/an	2 770	2 950
Maintenance	2 610	2 790
Exploitation (consommation + abonnement)	160	160

9.15 SIT-21772 : BATARDEAU AU PM 21772

9.15.1 Description et objectif de la modernisation

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.

Les objectifs de la modernisation sont de :

- améliorer la réactivité de fonctionnement et faciliter de l'exploitation et
- assurer une meilleure sécurité du personnel.



9.15.2 Solutions proposées et estimation des coûts

Le tableau suivant décrit la/les solutions proposée(s) en indiquant les avantages/inconvénients de chacune.

Tableau 9-29 : Description des solutions de modernisation de l'ouvrage du site SIT-21772– batardeau au PM 21772

	Solution 1
Propositions détaillées	- Mise en place des rainures (1/2 planchage chaque côté) - Mise en place d'une passerelle
Avantages	Entretien simple
	Facilité d'exploitation
	Amélioration de la sécurité du personnel
Inconvénients	Maintien du réglage actuel soumis aux variations de débit en amont
	Fait obstacle aux flottants
Coût travaux k€/HT	38
Coût investissement k€/HT	46
Coût de maintenance annuelle (€/an)	270
Frais d'exploitation (€/an)	-

9.15.3 Analyse multicritères

Le tableau suivant indique les éléments de notation pour chaque critère retenu.

Tableau 9-30 : Analyse multicritères des solutions de modernisation de l'ouvrage du SIT-21772– batardeau au PM 21772

Angle d'évolution	Solution 1
Facilité de l'exploitation	++
Possibilité d'évolution	+
Qualité de fonctionnement	++
Sûreté de fonctionnement	+
Maintenabilité du système	-
Sécurité des ouvrages/ personnels	- -
Impact sur la ligne d'eau	n
Économie d'eau	+
Gestion évènement pluvieux	++
Coût travaux (y/c cuvelage si c'est nécessaire) k€/HT	38
Coût fonctionnement €/an	270
<i>Maintenance</i>	270
<i>Exploitation (consommation + abonnement)</i>	0



9.16 SIT-23038 : VANNE EN TRAVERS AU PM 23038

9.16.1 Description et objectif de la modernisation

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.

Les objectifs de la modernisation sont de :

- améliorer la réactivité de fonctionnement et faciliter de l'exploitation et
- assurer une meilleure sécurité du personnel.

9.16.2 Solutions proposées et estimation des coûts

Le tableau suivant décrit la/les solutions proposée(s) en indiquant les avantages/inconvénients de chacune.

Tableau 9-31 : Description des solutions de modernisation de l'ouvrage du site SIT-23038– Vanne en travers au PM 23038

	Solution 1	Solution 2
Propositions détaillées	- Remise en état GC (mineur) - Remis en état des vannes (peinture, sablage, graissage, remplacement des joints, etc.) - Mise en place du garde-corps	Solution 1 + motorisation (3 vannes)
Avantages	Amélioration de la sécurité du personnel Optimisation des coûts de travaux	Amélioration de la sécurité du personnel Facilité d'exploitation
Inconvénients		Plus coûteux
Coût travaux k€/HT	38	71
Coût investissement k€/HT	46	85
Coût de maintenance annuelle (€/an)	270	480
Frais d'exploitation (€/an)	-	280

9.16.3 Analyse multicritères

Le tableau suivant indique les éléments de notation pour chaque critère retenu.

Tableau 9-32 : Analyse multicritères des solutions de modernisation de l'ouvrage du SIT-23038– Vanne en travers au PM 23038

Angle d'évolution	Solution 1	Solution 2
Facilité de l'exploitation	- -	++
Possibilité d'évolution	+	++
Qualité de fonctionnement	+	+
Sûreté de fonctionnement	+	+
Maintenabilité du système	+	-
Sécurité des ouvrages/ personnels	+	+
Impact sur la ligne d'eau	n	n
Économie d'eau	n	n
Gestion événement pluvieux	-	+
Coût travaux (y/c cuvelage si c'est nécessaire) k€/HT	38	71
Coût fonctionnement €/an	270	760
Maintenance	270	480
Exploitation (consommation + abonnement)	0	280



9.17 SIT-23784 : VANNE EN TRAVERS AU PM 23784

9.17.1 Description et objectif de la modernisation

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.

Les objectifs de la modernisation sont de :

- améliorer la qualité de service et
- économiser l'eau.

9.17.2 Solutions proposées et estimation des coûts

Le tableau suivant décrit la/les solutions proposée(s) en indiquant les avantages/inconvénients de chacune.

Tableau 9-33 : Description des solutions de modernisation de l'ouvrage du site SIT-23784– Vanne en travers au PM 23784

	Solution 1	Solution 2	Solution 3
Propositions détaillées	- Mise en place d'un ouvrage de vanne secteur automatique (+ télégestion avec niveau d'alerte haut et bas) - 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
Avantages	Facilité d'exploitation	Facilité d'exploitation	Facilité d'exploitation
	Sécurisation de la desserte des prises agricoles	Sécurisation de la desserte des prises agricoles	Moins coûteux
	Manceuvre à distance	Manceuvre à distance	
	Meilleure traçabilité de l'exploitation	Meilleure traçabilité de l'exploitation	Meilleure traçabilité de l'exploitation
Inconvénients	Augmentation de la perte de charge	Augmentation de la perte de charge	Maintien du réglage actuel soumis aux variations de débit en amont
	Plus coûteux	Plus coûteux	Pas d'économie d'eau
Coût travaux k€/HT	242	195	52
Coût investissement k€/HT	290	234	62
Coût de maintenance annuelle (€/an)	1 640	1 280	380
Frais d'exploitation (€/an)	450	430	140



Par ailleurs, sur ce site on propose la mise en place des équipements de mesure suivants :

- un capteur de niveau dans le canal de l'Union pour la régulation des vannes et alerte de niveau haut et bas et
- un capteur de mesure de débit dans le canal de l'Union afin d'assurer la traçabilité de l'exploitation.

9.17.3 Analyse multicritères

Le tableau suivant indique les éléments de notation pour chaque critère retenu.

Tableau 9-34 : Analyse multicritères des solutions de modernisation de l'ouvrage du SIT-23784– Vanne en travers au PM 23784

Angle d'évolution	Solution 1	Solution 2	Solution 3
Facilité de l'exploitation	++	++	+
Possibilité d'évolution	-	-	+
Qualité de fonctionnement	++	++	- -
Sûreté de fonctionnement	-	-	- -
Maintenabilité du système	-	- -	+
Sécurité des ouvrages/ personnels	+	+	+
Impact sur la ligne d'eau	- -	- -	++
Économie d'eau	++	++	- -
Gestion événement pluvieux	+	+	++
Coût travaux (y/c cuvelage si c'est nécessaire) k€/HT	242	195	52
Coût fonctionnement €/an	2 090	1 710	520
Maintenance	1 640	1 280	380
Exploitation (consommation + abonnement)	450	430	140

9.18 SIT-X : POSTE DE SUPERVISION AU BUREAU

9.18.1 Description et objectif de la modernisation

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

Pour consulter les données, l'Exploitant établit la connexion avec le site souhaité pour récupérer les dernières valeurs présentes dans le télétransmetteur distant. L'interrogation des sites n'est pas simultanée, il faut répéter l'opération pour chaque ouvrage.

Ce système ne répond pas aux attentes du canal de l'Union qui souhaite avoir un système ouvert, temps réel (ADSL + secours 3G) et pouvant rapatrier des informations provenant des canaux membres.

L'objectif de la modernisation est de mettre en place une exploitation globale centralisée. :



9.18.2 Solutions proposées et estimation des coûts

Le tableau suivant décrit la/les solutions proposée(s) en indiquant les avantages/inconvénients de chacune.

Tableau 9-35 : Description des solutions de modernisation du poste de supervision

	Solution 1
Propositions détaillées	Mise en place d'un poste de supervision
Avantages	Facilité d'exploitation
	Manœuvre à distance
	Plus de souplesse d'exploitation
Inconvénients	Entretien plus complexe
Coût travaux k€/HT	36
Coût investissement k€/HT	43
Coût de maintenance annuelle (€/an)	260
Frais d'exploitation (€/an)	70

9.18.3 Analyse multicritères

Le tableau suivant indique les éléments de notation pour chaque critère retenu.

Tableau 9-36 : Analyse multicritères des solutions de modernisation du poste de supervision

Angle d'évolution	Solution 1
Facilité de l'exploitation	++
Possibilité d'évolution	-
Qualité de fonctionnement	++
Sûreté de fonctionnement	+
Maintenabilité du système	--
Sécurité des ouvrages/ personnels	+
Impact sur la ligne d'eau	n
Économie d'eau	+
Gestion évènement pluvieux	++
Coût travaux (y/c cuvelage si c'est nécessaire) k€/HT	36
Coût fonctionnement €/an	330
<i>Maintenance</i>	260
<i>Exploitation (consommation + abonnement)</i>	70



10 RÉCAPITULATIFS DES COÛTS DE TRAVAUX ET DE FONCTIONNEMENT

Les coûts de travaux et de fonctionnement incluant le coût de maintenance et le frais d'exploitation sont présentés dans le Tableau 10-2. La fourchette des coûts de travaux est donnée dans le Tableau 10-1. Ces coûts ne comprennent pas les coûts liés au déplacement de la prise PO.

Tableau 10-1 : Fourchette de coûts des travaux

	Fourchette basse (€)	Fourchette haute (€)
Coût total travaux HT (€)	3 995 000	4 732 000
dont rehausse/ cuvelage	967 300	1 047 200
Coût total investissement (€)	4 794 000	5 678 400
Coût de maintenance annuelle (€/an)	18 000	22 000
Frais d'exploitation (€/an)	3 000	5 000

Tableau 10-2 : Récapitulatif des coûts de travaux et de fonctionnement par solution

Site	PM	Secteur	Type d'ouvrage	Code nature de travaux	Nature de travaux	Solution 1					Solution 2					Solution 3				
						Coût total travaux HT (€)	dont rehausse/cuvelage	Coût total investissement (€)	Coût de maintenance annuelle (€/an)	Frais d'exploitation (€/an)	Coût total travaux HT (€)	dont rehausse/cuvelage	Coût total investissement (€)	Coût de maintenance annuelle (€/an)	Frais d'exploitation (€/an)	Coût total travaux HT (€)	dont rehausse/cuvelage	Coût total investissement (€)	Coût de maintenance annuelle (€/an)	Frais d'exploitation (€/an)
SIT-0	-	Mérindol	Modules à maques + vanne	TRA-01	Réhabilitation de prise existante	20 000	-	24 000	150	20	37 000	-	44 400	270	60	-	-	-	-	-
SIT-1282	1 282	Mérindol	Batardeau	TRA-04	Réhabilitation de régulateurs de niveau existants	27 000	-	32 400	180	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SIT-1730	1 730	Mérindol	Batardeau	TRA-04	Réhabilitation de régulateurs de niveau existants	27 000	-	32 400	180	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SIT-4130	4 130	La Montagne	Batardeau	TRA-04	Réhabilitation de régulateurs de niveau existants	-	-	-	-	-	24 000	-	28 800	160	-	-	-	-	-	-
SIT-5454	5 454	La Roquette - décharge	Déversoir latéral + Vanne de décharge	TRA-07	Réhabilitation es ouvrages de décharges	254 000	-	304 800	1 830	280	265 000	-	318 000	1 910	280	-	-	-	-	-
SIT-8264	8 264	Bel Hoste	Seuil + vanne	TRA-04	Réhabilitation de régulateurs de niveau existants	292 000	-	350 400	1 200	430	301 000	-	361 200	1 260	470	-	-	-	-	-
SIT-10611	10 611	Redortier	Vanne latérale	TRA-07	Réhabilitation es ouvrages de décharges	219 000	-	262 800	1 450	430	222 000	-	266 400	1 460	430	-	-	-	-	-
SIT-13100	13 100	La Barraillère - Vidaube	Seuil + vannes	TRA-04	Réhabilitation de régulateurs de niveau existants	1 622 000	641 750	1 946 400	5 030	1 410	1 380 000	603 500	1 656 000	3 920	940	560 000	38 250	672 000	2 450	940
SIT-13946	13 946	La Baraillère	Roue + Batardeau	TRA-04	Réhabilitation de régulateurs de niveau existants	24 000	-	28 800	180	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SIT-17414	17 414	Les Taillades - Vanne	Seuil + vanne	TRA-04	Réhabilitation de régulateurs de niveau existants	143 000	-	171 600	500	-	333 000	51 000	399 600	1 500	-	422 000	51 000	506 400	2 120	300
SIT-17816	17 816	Les Taillades - Batardeau	Seuil + vanne (ou vanne)	TRA-04	Réhabilitation de régulateurs de niveau existants	740 000	354 450	888 000	2 260	330	727 000	363 800	872 400	2 440	330	-	-	-	-	-
SIT-18750	18 750	Les Taillades - PO	Vanne orifice calibré	TRA-03	Déplacement de prises existantes	30 000	-	36 000	220	170	36 000	-	43 200	210	-	-	-	-	-	-
SIT-19669	19 669	Caramède	Seuil + vanne	TRA-04	Réhabilitation de régulateurs de niveau existants	138 000	-	165 600	940	10	157 000	-	188 400	1 060	330	-	-	-	-	-
SIT-20909	20 909	Robion	Vanne de décharge + Seuil latéral	TRA-07	Réhabilitation es ouvrages de décharges	413 000	-	495 600	2 610	160	477 000	-	572 400	2 790	160	-	-	-	-	-
SIT-21772	21 772	Le Moutillon	Batardeau	TRA-04	Réhabilitation de régulateurs de niveau existants	38 000	-	45 600	270	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SIT-23038	23 038	Ronflon	Vanne plate à crémaillère	TRA-04	Réhabilitation de régulateurs de niveau existants	38 000	-	45 600	270	-	71 000	-	85 200	480	280	-	-	-	-	-
SIT-23784	23 784	Route de Robion (fin canal)	Vanne	TRA-06	Création de nouveaux régulateurs de débits	242 000	-	290 400	1 640	450	195 000	-	234 000	1 280	430	52 000	-	62 400	380	140
SIT-X	X	Bureau	Poste de supervision	TRA-08	Mise en place d'un poste de supervision	36 000	-	43 200	260	70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL						4 303 000	996 200	5 163 600	19 170	3 760	4 225 000	1 018 300	5 070 000	18 740	3 710	1 034 000	89 250	1 240 800	4 950	1 380
TOTAL hors travaux SIT-18750						4 273 000	996 200	5 127 600	18 950	3 590	4 189 000	1 018 300	5 026 800	18 530	3 710	1 034 000	89 250	1 240 800	4 950	1 380



11 CONCLUSIONS

SYNTHÈSE DE LA MODERNISATION

La modernisation proposée concerne 18 sites.

Pour chaque site, une ou plusieurs solutions sont proposées.

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 de travaux totaux sont estimés entre 4 M€ et 4.7 M€ selon la solution retenue.

Les frais d'exploitation sont estimés entre 3 et 5 k€/an selon la solution retenue.

Les frais de maintenance 18 et 22 k€/an selon la solution retenue.

BÉNÉFICES DE LA MODERNISATION

Plus de 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 filioles privées de ce tronçon.

Plus de souplesse de fonctionnement

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

Moins de perte d'eau

Même si les économies d'eau sont difficiles à appréhender, les solutions de modernisations proposées pourraient permettre d'économiser entre 7- 8% du volume prélevé entre 2014 et 2020.

Amélioration du 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 l'alimentation des prises de l'ASCO du Cabedan Neuf non correctement alimentées en situation actuelle.

Les solutions de modernisation proposées à la fin du canal, permettent de donner plus de souplesse d'exploitation et atténuer les fluctuations de débits entrants dans le canal de Carpentras.



Moins d'interventions sur les ouvrages de régulation

De par leur géométrie, les seuils longs prévus dans ce programme de modernisation pour la desserte des prises permettent de contrôler les niveaux sans que les gardes-canaux aient à se déplacer.

Renforcement de la sécurité fonctionnelle

Le réseau de télémesures doté d'alarmes permet également 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.

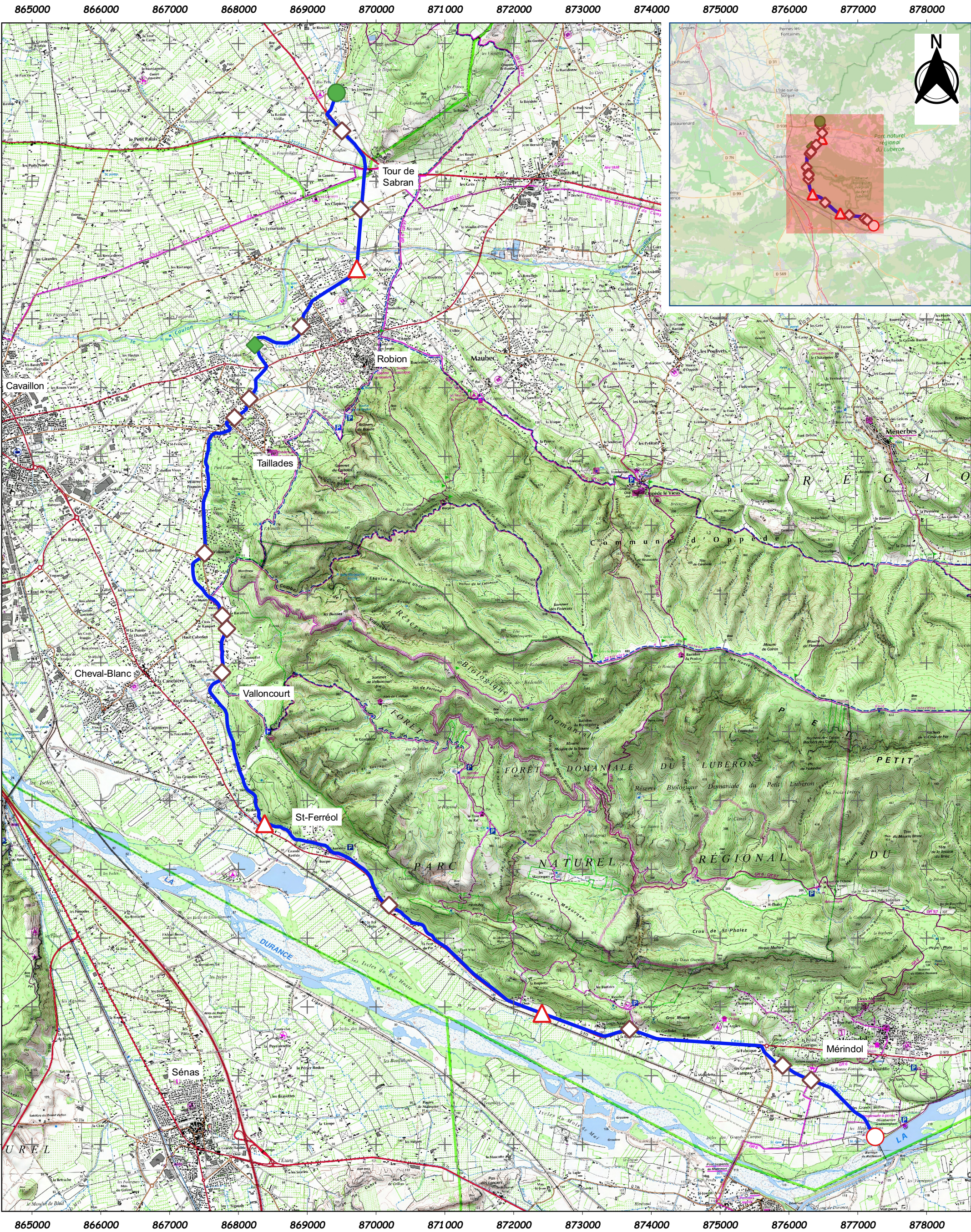
Renforcement de la capacité d'absorption des apports pluvieux

La remise en service de la décharge de Redortier permet de réduire le temps d'intervention de manœuvre des ouvrages avant l'arrivée de la pluie de l'évènement non majeur. Cette décharge permet aussi de limiter les débordements (réduction des volumes de débordement).



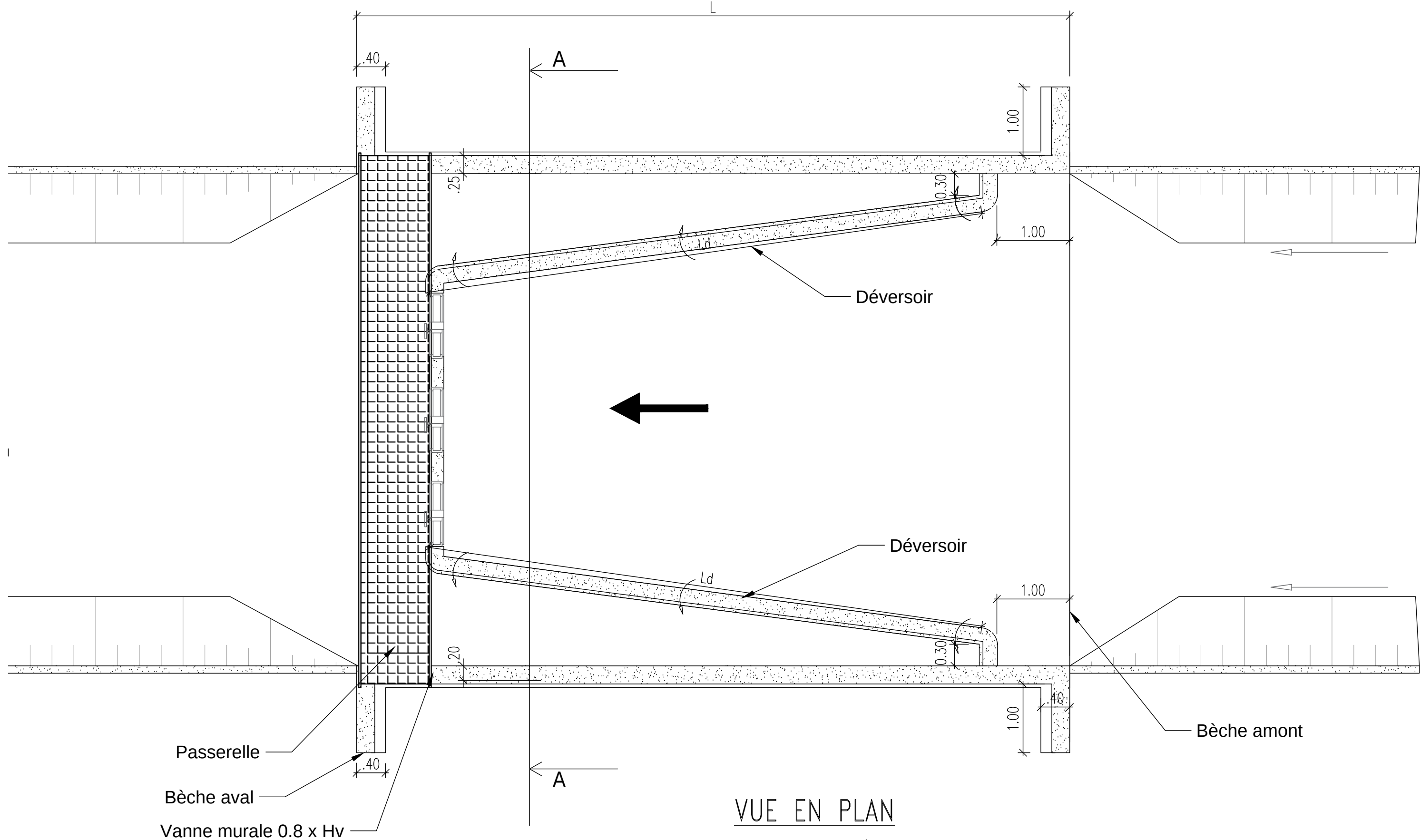
ANNEXES

Annexe 1. Plan de situation des ouvrages modernisés



Union du canal Luberon Sorgue Ventoux ETUDE DE MODERNISATION DE LA REGULATION DU CANAL DE L'UNION LUBERON SORGUE VENTOUX Plan de situation des ouvrages modernisés	Légende - Canal de l'Union - Nature de travaux - Création de nouveaux régulateurs de débits - Déplacement de prises existantes - Réhabilitation de prise existante - Réhabilitation de régulateurs de niveau existants - Réhabilitation es ouvrages de décharges	0 1000 2000 3000 m Echelle : 1:50000 Date : Janvier 2021 Réalisé par : S. Hong - Vérifié par : A. Blache Référence : Plan de situation des ouvrages modernisés.pdf Sources : BRLi - sur fond © IGN - SCAN25 © Pour impression A3 BRL Ingénierie
--	---	---

Annexe 2. Plan type de seuil en forme de « bec de canard »



VUE EN PLAN
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

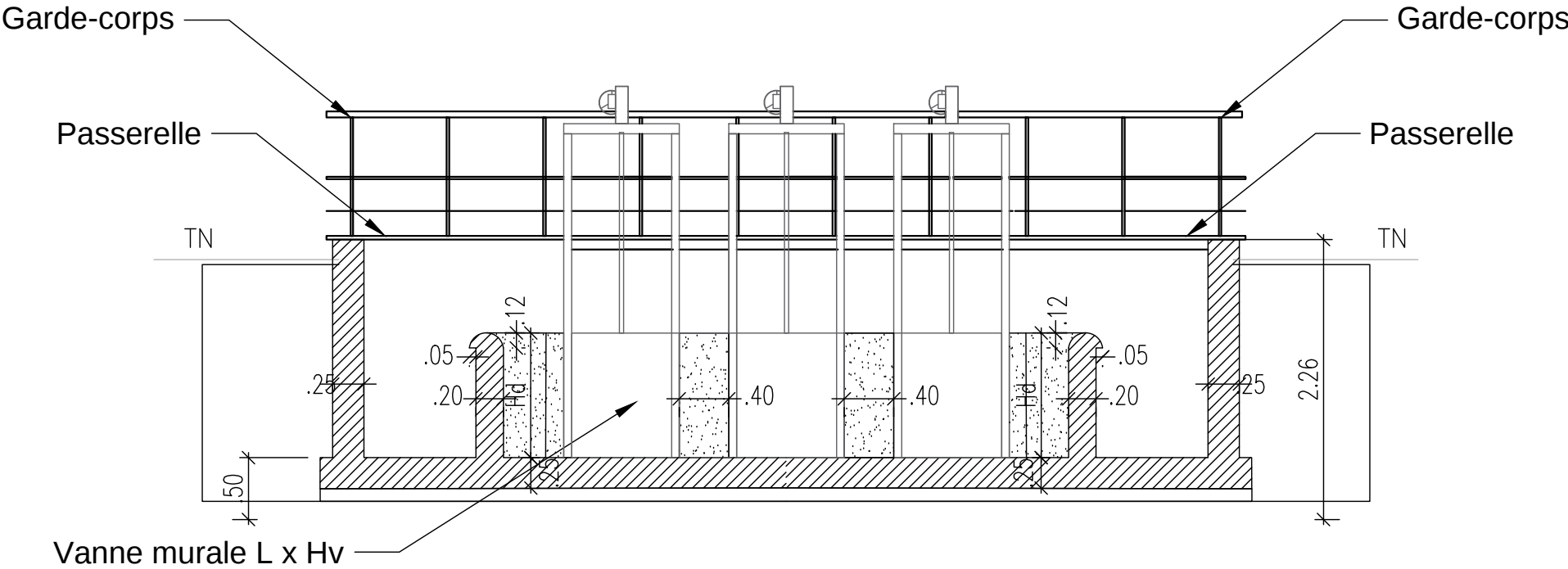
Nom du fichier
INDEX
A

BEC DE CANARD
Vue en plan

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

COUPE A-A

Echelle :1/50



MAITRISE D'OUVRAGE : UNION DU CANAL LUBERON SORGUE VENTOUX



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

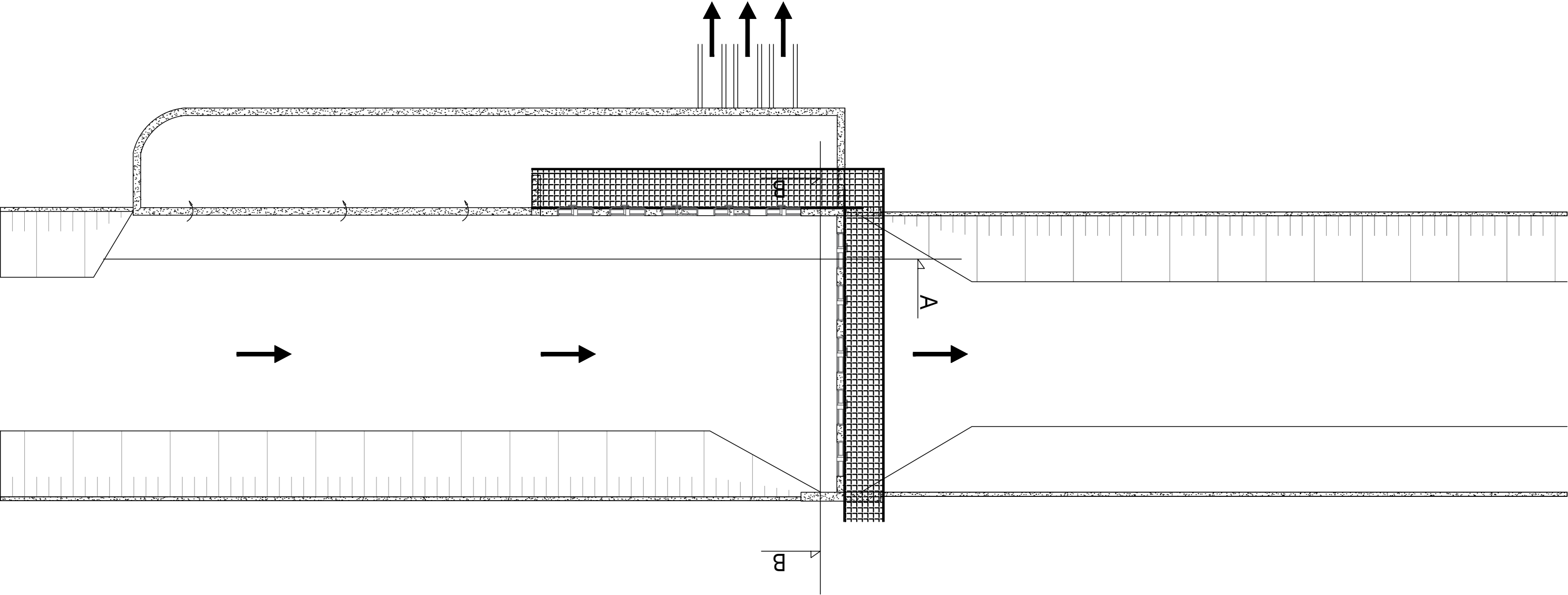
Étude de modernisation de la régulation du canal de l'Union
Lubéron Sorgue Ventoux
AVP

Nom du fichier:
A0001-MP-01N-2001
Indice
A

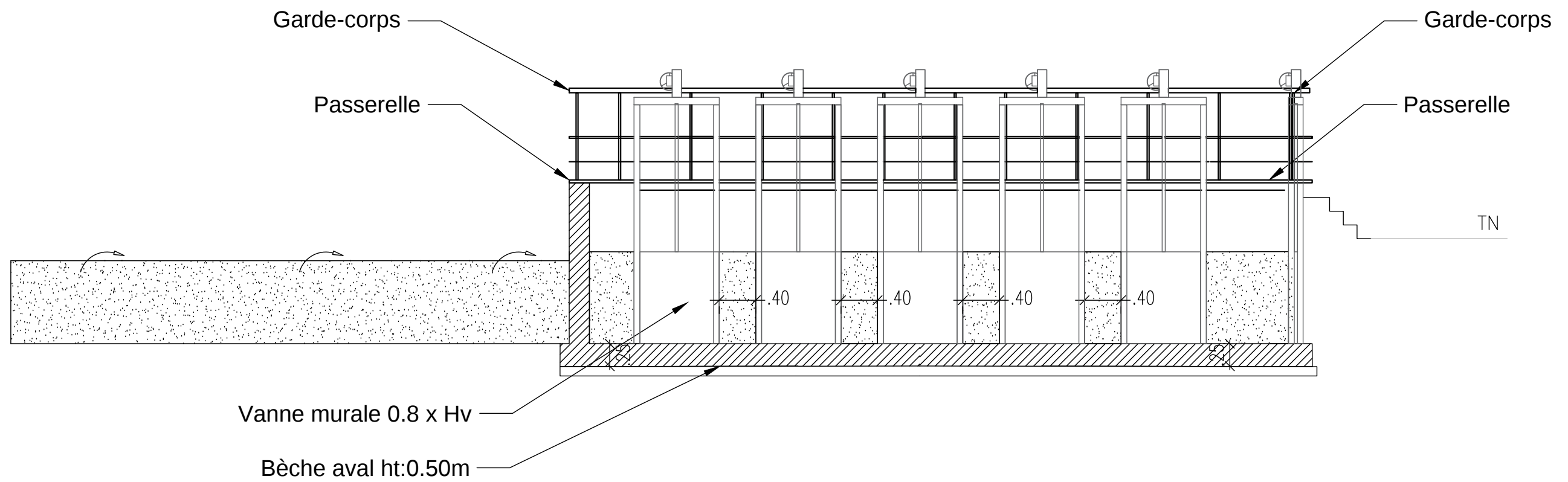
BEC DE CANARD
Coupe

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

Annexe 3. Plan de l'ouvrage de décharge de Robion



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>

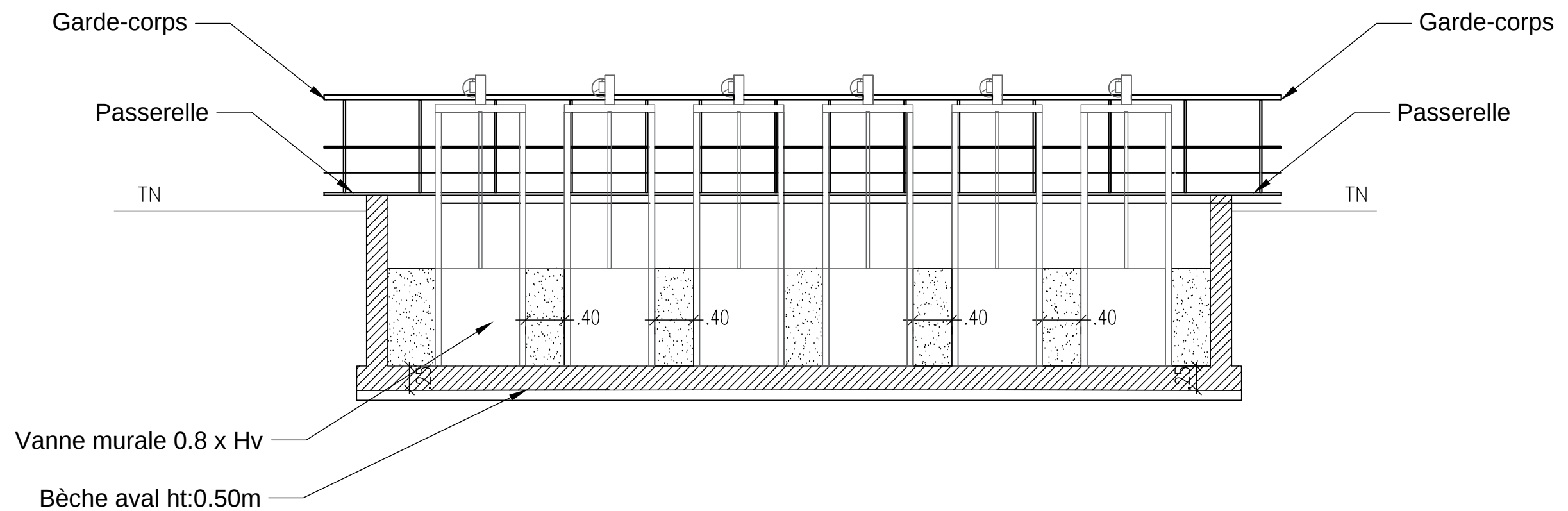
Étude de modernisation de la régulation du canal de l'Union
 Lubéron Sorgue Ventoux
 AVP

Nom du fichier
 INDEX
 A

OUVRAGE DE DECHARGE

Coupe A-A

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



COUPE B-B

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

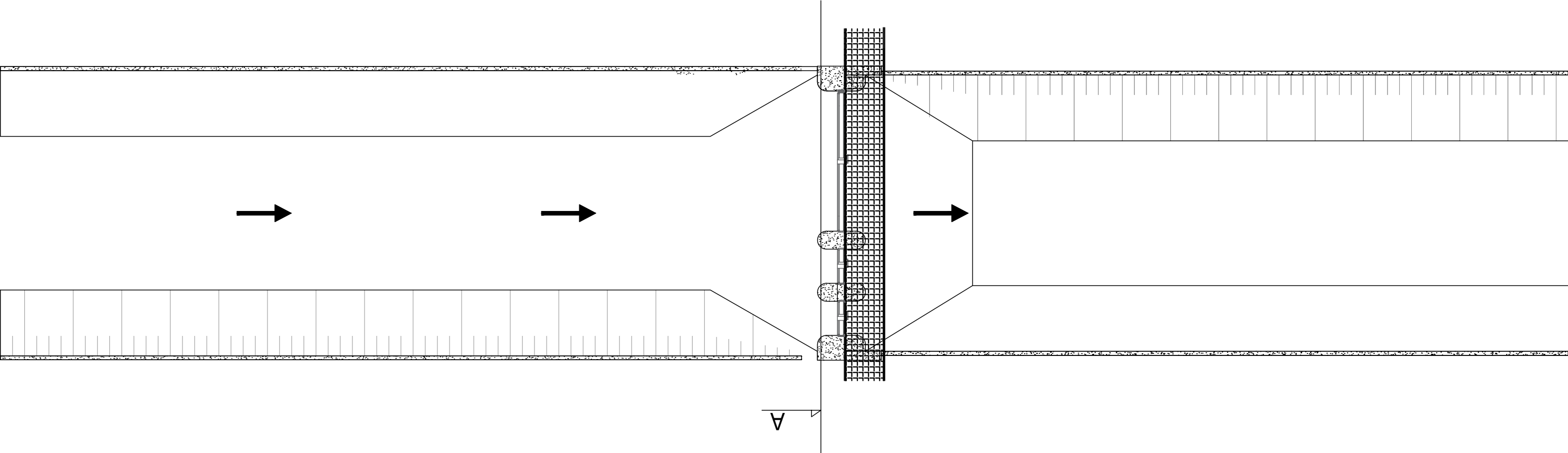
Nom du fichier
INDEX
A

OUVRAGE DE DECHARGE

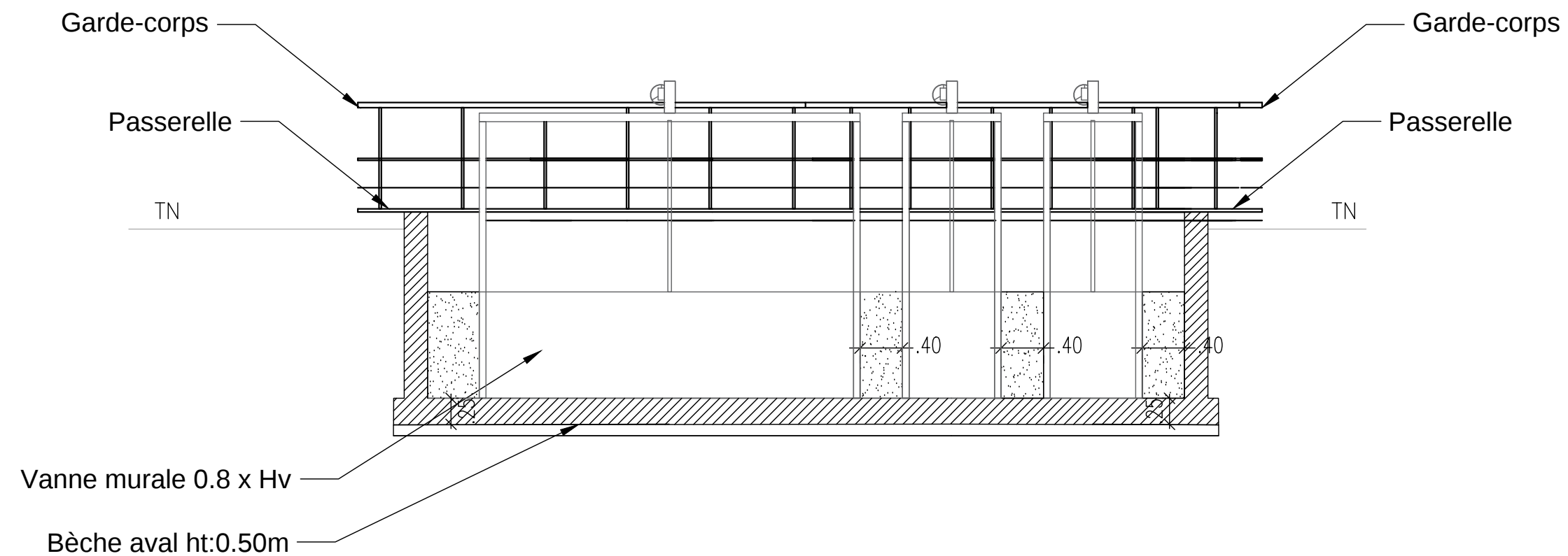
Coupe B-B

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

Annexe 4. Plan de l'ouvrage de vanne fin canal



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:
A0001-MP-CAN-2003
Indice
A

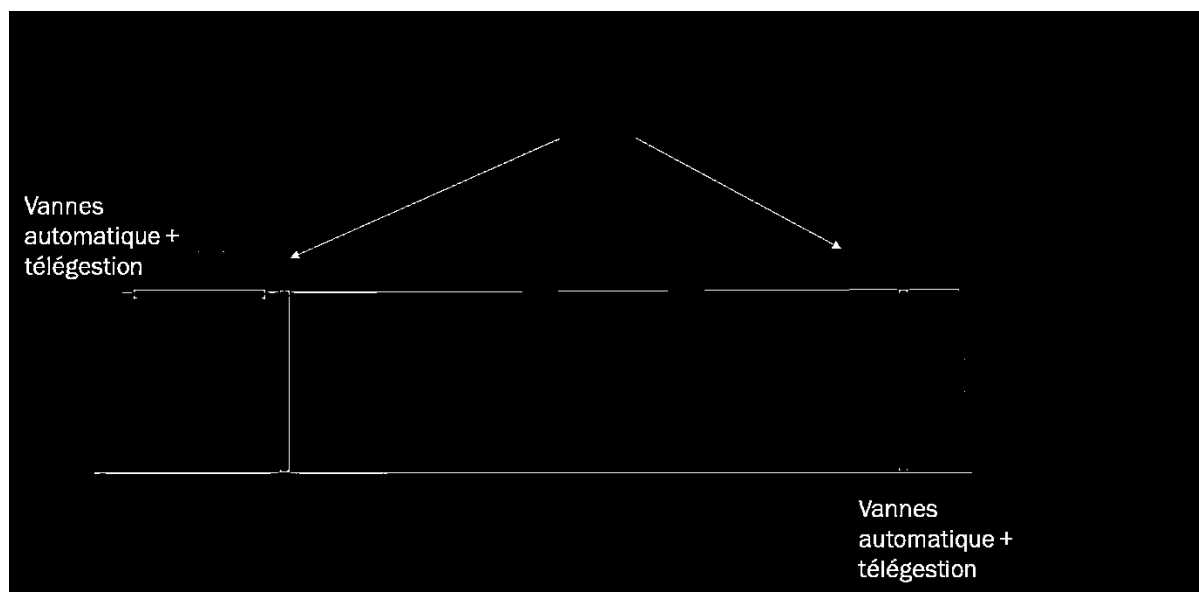
OUVRAGE DE VANNE EN TRAVERS

Coupe A-A

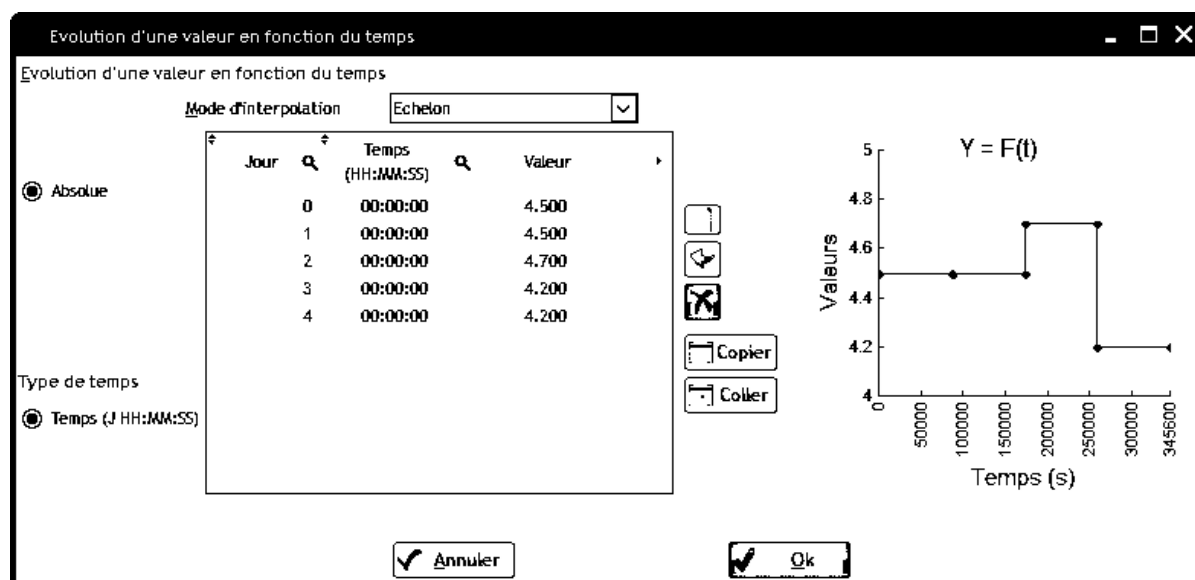
Cotation en
mètre
Papier A3
PIECE
2000
Date: 13/01/2021
Dessiné par: FBA
Vérifié par: SHO
Approuvé par: ABL

Annexe 5. Principe du fonctionnement de l'ouvrage de vanne automatique à la fin du canal

Le fonctionnement de l'ouvrage proposé à la fin du canal se fait par la gestion interaction dynamique de deux ouvrages : vanne automatique ou déversante fin canal et vanne automatique de la décharge de Robion.

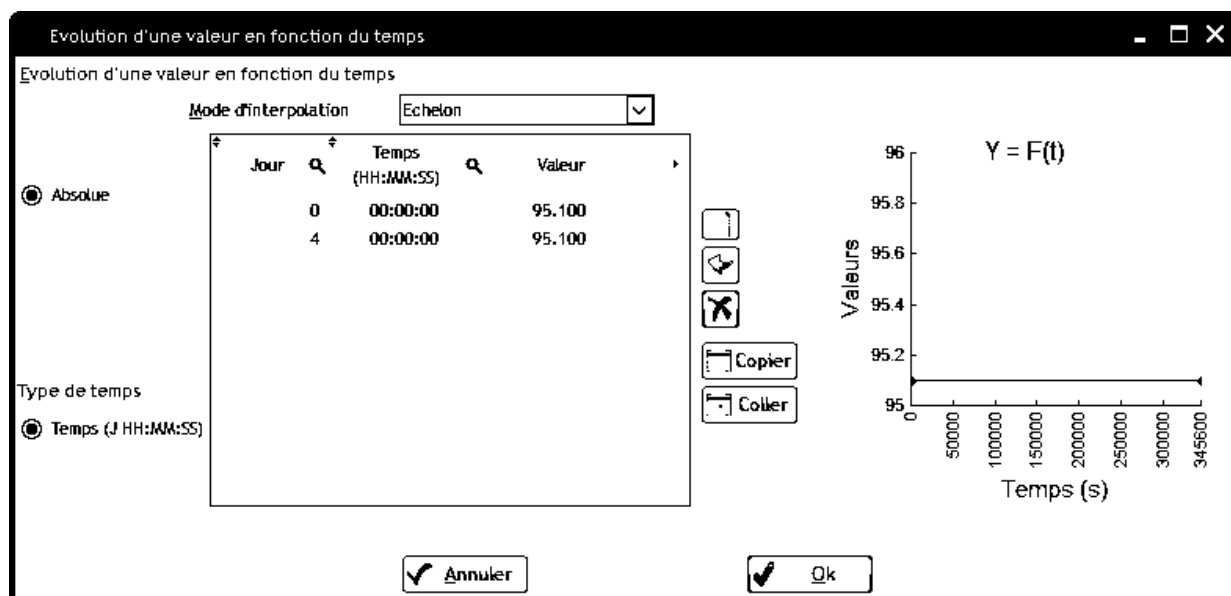


La vanne automatique ou déversante fin canal sont régulée selon des consignes de débit comme indiqué par l'image ci-dessous.

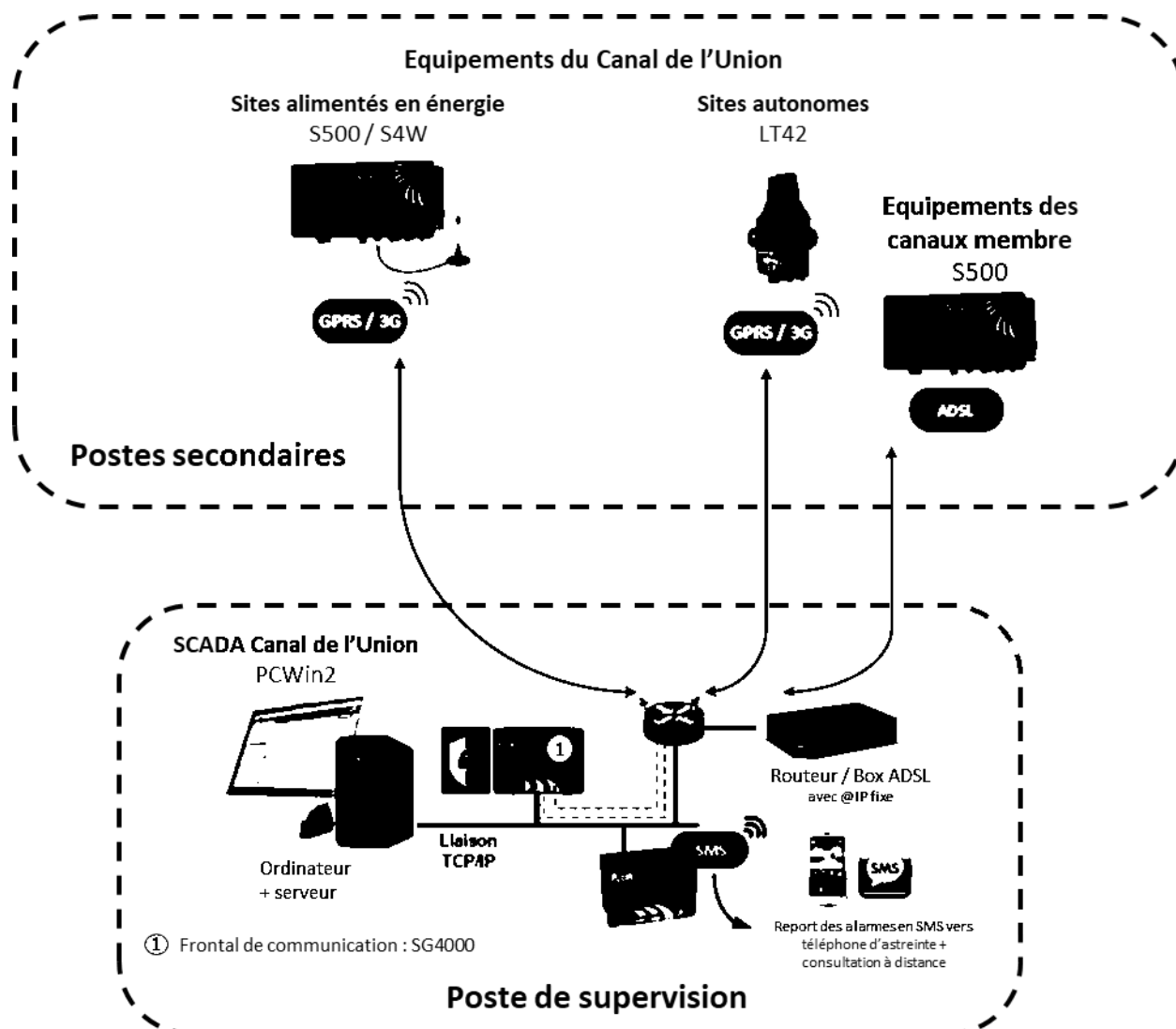




La vanne automatique de la décharge de Robion est réglée selon des consignes de niveau en amont de l'ouvrage comme indiqué par l'image ci-dessous.



Annexe 6. Synoptique du réseau de télétransmission





BRL
Ingénierie



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 84 81 11
Fax : +33 (0) 4 66 87 51 09
e-mail : brli@brl.fr