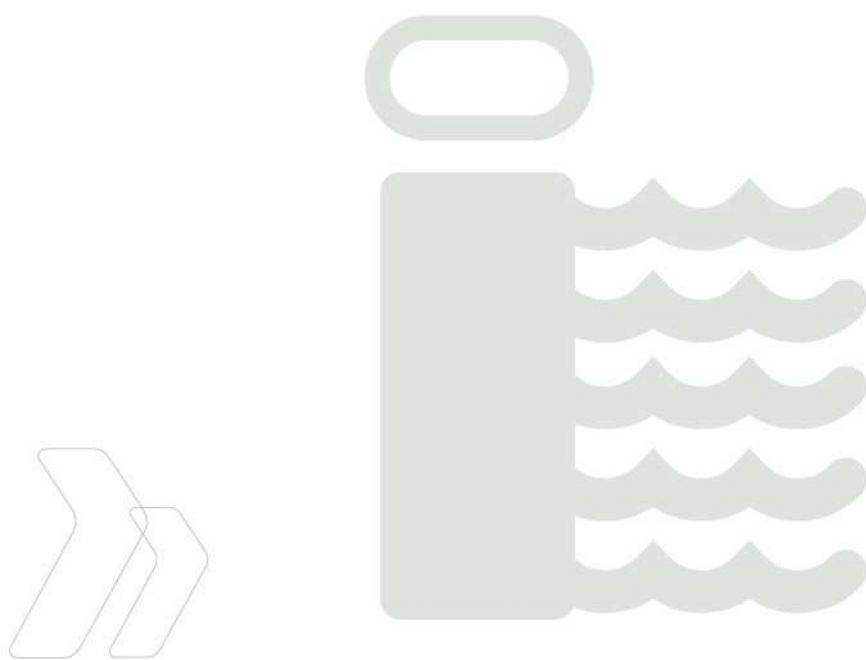


Infrastructures
Aménagements
hydrauliques



ETUDE DU RACCORDEMENT SUD DE LA DIGUE DE COMPS

Etat des lieux et diagnostic



Rapport n° : 18F-141-RM-4

Révision n° : C

Date : 26/05/2020

Votre contact :
Claire PLASSE
plasse@isl.fr

Rapport



ISL Ingénierie SAS - MONTPELLIER
65 rue Clément Ader
34170 - Castelnau-le-Lez
FRANCE
Tel. : +33.4.67.54.51.88
Fax : +33.4.67.54.52.05

www.isl.fr



Visa

Document verrouillé du 5/26/2020.

Révision	Date	Auteur	Chef de Projet	Superviseur	Commentaire
A	04/12/2019	CPL	CPL	ASA	
B	14/04/2020	CPL	CPL	ASA	Prise en compte des remarques de l'EPTB Gardons
C	26/05/2020	CPL	CPL	ASA	

ASA : SALMI Akim

CPL : PLASSE Claire

Rapport ISL
18F-141-RM-4
Revision C

<http://www.isl.fr/r.php?c=180196>



SOMMAIRE

1	PREAMBULE	11
1.1	PROTECTION CONTRE LES CRUES DU GARDON ET DU RHONE	11
1.2	LES AUTRES VENUES D'EAU DANS COMPS	14
1.3	LES OBJECTIFS DE CETTE ETUDE	16
1.4	CONTENU DU PRESENT RAPPORT	16
2	DIAGNOSTIC HYDRAULIQUE DU GRAND VALAT	17
2.1	FONCTIONNEMENT DE LA ZONE DE LA PALUD ET DU GRAND VALAT	17
2.2	DEBIT DANS LE TUNNEL	19
2.2.1	CONFIGURATION DE L'ENTREE DU TUNNEL	19
2.2.2	LOI D'EVACUATION DU TUNNEL	20
2.2.3	NIVEAU D'EAU DANS LA PLAINE DE LA PALUD	21
2.3	LIGNE D'EAU DANS LE VALAT	22
2.3.1	OBJECTIF DE LA MODELISATION	22
2.3.2	LOGICIEL DE MODELISATION	22
2.3.3	CONSTRUCTION DU MODELE	22
2.3.3.1	Emprise du modèle	22
2.3.3.2	Conditions aux limites amont et aval	23
2.3.3.3	Données topographiques	23
2.3.3.4	Ouvrages de franchissement	23
2.3.3.5	Coefficient de Strickler	25
2.3.4	EXPLOITATION DU MODELE	26
2.4	REMOUS DU CASIER DES BAISSSES DANS LE GRAND VALAT	30
2.5	REMPLISSAGE DU CASIER DES BAISSSES PAR LE GRAND VALAT	33
2.5.1	OBJECTIF DE LA MODELISATION ET PRESENTATION DU MODELE	33
2.5.2	DEFINITION DES APPORTS DU GRAND VALAT	33
2.5.3	LOI HSV DES DEUX CASIERS	34
2.5.4	RESULTATS DE LA MODELISATION	34
2.5.4.1	Situations étudiées	34
2.5.4.2	Situation 1 : Rhône et/ou Gardon en crue	35
2.5.4.3	Situation 2 : niveaux du Rhône et/ou Gardon bas	35
2.5.4.4	Conclusion	35

2.6	CONCLUSION	36
3	ANALYSE DU RUISSELLEMENT PLUVIAL	37
3.1	PROBLEMATIQUE	37
3.2	MODELISATION HYDROLOGIQUE	38
3.2.1	PRESENTATION DU MODELE	38
3.2.2	DEFINITION DES PLUIES DE PROJET	38
3.2.3	RESULTATS DE LA MODELISATION	40
3.2.3.1	Situations étudiées	40
3.2.3.2	Situation 1 : Rhône et/ou Gardon en crue	40
3.2.3.3	Situation 2 : niveaux du Rhône et du Gardon bas	41
3.3	CONCLUSION	42
4	DIAGNOSTIC HYDRAULIQUE DU CANAL	44
4.1	PREAMBULE	44
4.2	PRESENTATION DU CANAL	44
4.2.1	DESCRIPTION GENERAL DU CANAL	44
4.2.2	DESCRIPTION DU CANAL AU SUD DU VILLAGE	44
4.2.2.1	Section courante	44
4.2.2.2	Siphon	46
4.2.2.3	Foncier	46
4.2.2.4	Ouvrages traversants	46
4.2.2.5	Etat de l'ouvrage en 2019	47
4.3	BILAN DES RECONNAISSANCES GEOTECHNIQUE	49
4.3.1	DESCRIPTION DE LA CAMPAGNE	49
4.3.2	NIVEAU DE LA NAPPE	51
4.3.3	BILAN DES ESSAIS D'IDENTIFICATION EN LABORATOIRE	51
4.3.4	NATURE DES MATERIAUX	52
4.3.4.1	Matériaux de la digue	52
4.3.4.2	Matériaux de la fondation	52
4.3.4.3	Perméabilité	52
4.4	FONCTIONNEMENT HYDRAULIQUE DU CANAL	53
4.4.1	REMPLISSAGE DU CANAL PAR RUISSELLEMENT	53
4.4.2	COMMUNICATION ENTRE LE CANAL ET LE GARDON OU LE RHONE	53
4.4.3	SOLlicitATIONS HYDRAULIQUES DU CANAL	55
4.4.4	ANALYSE FONCTIONNELLE DU CAVALIER EN TANT QU'OUVRAGE HYDRAULIQUE	59

4.4.5 AVIS SUR LE NIVEAU DE SECURITE DU CAVALIER _____ 61

5 CONCLUSION _____ 62

TABLE DES FIGURES

Figure 1 : Plan de situation _____	11
Figure 2 : Altimétrie des ouvrages _____	12
Figure 3 : Périmètre de l'étude _____	13
Figure 4 : Localisation des raccordements amont et aval de la digue avec le canal _____	14
Figure 5 : Profil en long de la conduite d'alimentation du lavoir de Comps _____	15
Figure 6 : Localisation de la partie du canal assurant une fonction de digue _____	16
Figure 7 : Fonctionnement de la zone de la Palud _____	17
Figure 8 : Vanne et déversoir de la Palud _____	18
Figure 9 : Station d'exhaure et exutoire dans le Gardon _____	19
Figure 10 : Modèle 1D du Grand Valat _____	23
Figure 11 : Photo et levé topographique du pont de la voie verte _____	24
Figure 12 : Photo et levé topographique du pont canal _____	24
Figure 13 : Levé topographique du pont de la route de Cabanis et Pillière _____	24
Figure 14 : Levé topographique du pont de la route de Beaucaire _____	25
Figure 15 : Passage sur le Grand Valat _____	25
Figure 16 : Végétation dans le lit mineur du Grand Valat _____	26
Figure 17 : Lignes d'eau pour les crues de période de retour 10 ans et 100 ans _____	26
Figure 18 : Localisation des profils en travers du Grand Valat _____	27
Figure 19 : Profils en travers et niveau d'eau pour les crues de période de retour 10 ans et 100 ans _____	29
Figure 20 : Parapet entre le Grand Valat et la RD 102 _____	30
Figure 21 : Remplissage des casiers pour une crue de danger du Rhône _____	31
Figure 22 : Débit du Grand Valat _____	34
Figure 23 : Bassin versant drainé par la RD102 _____	37
Figure 24 : Schéma du modèle hydrologique _____	38
Figure 25 : Hyétogramme de période de retour 10 ans _____	39
Figure 26 : Hyétogramme de période de retour 100 ans _____	40
Figure 27 : Zone inondée dans le village pour un niveau de 11,4 m NGF _____	43

Figure 28 : Zone inondée dans le village pour un niveau de 11,8 m NGF	43
Figure 29 : Photographies du canal (Source EPTB Gardons)	45
Figure 30 : Photo du siphon	46
Figure 31 : Photos des ouvrages traversants	47
Figure 32 : Localisation des sondages	50
Figure 33 : Sondages réalisés	50
Figure 34 : Essais de perméabilité réalisés	50
Figure 35 : Essais en laboratoire réalisés	51
Figure 36 : Identification des matériaux	52
Figure 37 : Essais de perméabilité sur SC3	52
Figure 38 : Essais de perméabilité sur SC4	53
Figure 39 : PPRI du Gardon aval	54
Figure 40 : Localisation des profils en travers	55
Figure 41 : Profils en travers et niveau d'eau pour les niveaux de protection	57
Figure 42 : Linéaire de canal potentiellement en charge	58
Figure 43 : Raccordement au siphon (zone ouest)	59

TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Volume et niveau d'eau atteint dans la zone de la Palud pour T=10 ans et 100 ans...	21
Tableau 2 : Niveau d'eau dans le Grand Valat en fonction du niveau dans le casier des Baisses – T = 10ans.....	31
Tableau 3 : Niveau d'eau dans le Grand Valat en fonction du niveau dans le casier des Baisses – T = 100ans.....	32
Tableau 4 : Niveau d'eau, volume et débit évacué à la Palud	33
Tableau 5: Résultats du remplissage du casier des Baisses par le Grand Valat - Niveau du Gardon et/ou du Rhône haut	35
Tableau 6: Résultats du remplissage du casier des Baisses par le Grand Valat - Niveau du Gardon et/ou du Rhône bas.....	35
Tableau 7 : Coefficients de Montana à Nimes-Courbessac (Source Météo France).....	39
Tableau 8 : Cumuls pluviométriques retenus	39
Tableau 9 : Résultats du ruissellement pluvial - Niveau du Gardon et/ou du Rhône haut.....	41
Tableau 10 : Résultats du ruissellement pluvial - Niveau du Gardon et/ou du Rhône bas	41
Tableau 11 : Dimensions du canal et du cavalier rive gauche.....	46
Tableau 12 : Photos du cavalier rive gauche du canal	49
Tableau 13 : Extrait étude de dangers (source Safege - mars 2016)	58

Tableau 14 : Revanche et charges du cavalier rive gauche du canal	59
---	----

1 PREAMBULE

1.1 PROTECTION CONTRE LES CRUES DU GARDON ET DU RHONE

Le village de Comps, à la fois sous l'influence des crues du Gardon et des inondations par remous du Rhône, est protégé par des digues communales et la digue de la CNR. Ces digues ceinturent le village et comprennent 4 tronçons distincts :

- **la digue « retour amont »** située entre le canal d'irrigation de Remoulins à Fourques et le batardeau du cimetière ;
- **la digue longitudinale du Gardon** située entre le batardeau du cimetière et le déversoir en gabions ;
- **la digue « retour aval »** située entre l'extrémité aval de la digue longitudinale et le canal d'irrigation de Remoulins à Fourques, constituée d'un déversoir en gradins de gabions, d'un mur maçonné et d'un mur en béton armé auto-stable ;
- **la digue CNR** située le long du Rhône, calée à 16,0 m NGF comprenant un déversoir calé à 14,1 m NGF.

La figure ci-dessous localise les tronçons de la digue de Comps.

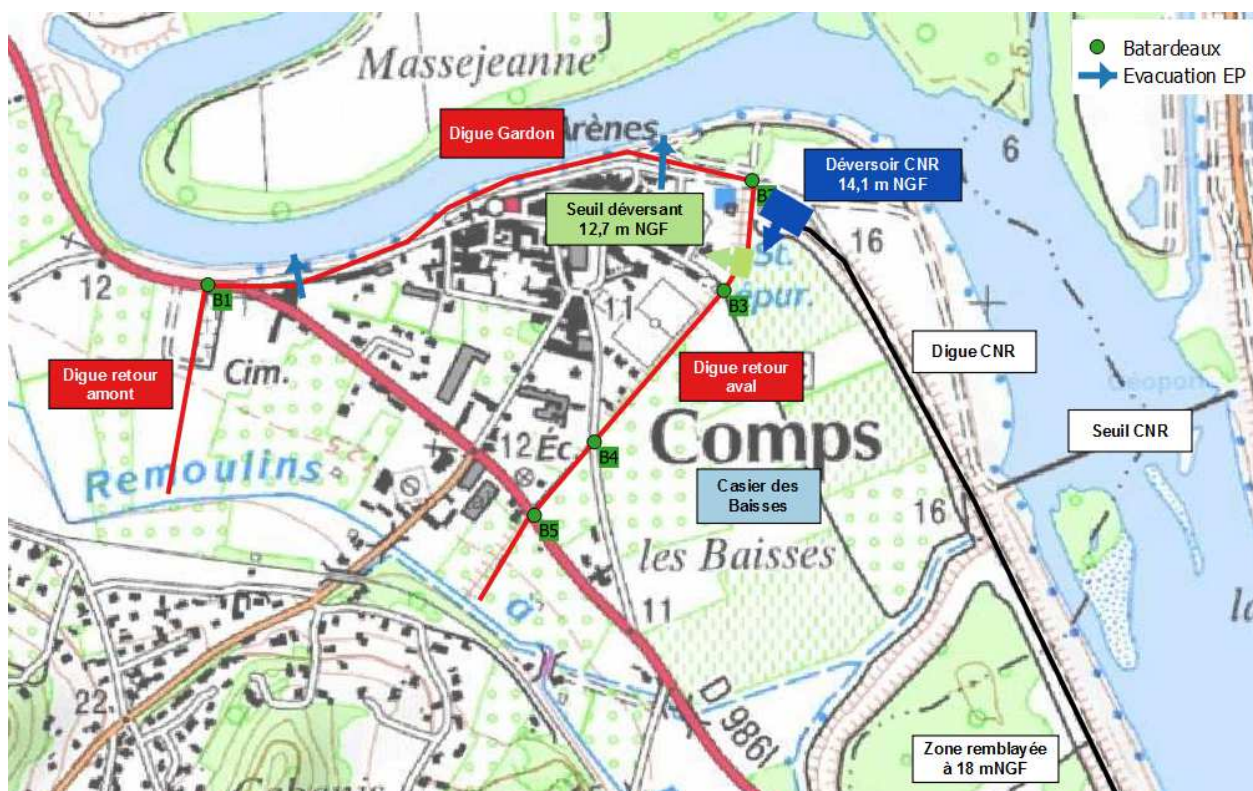


Figure 1 : Plan de situation

La digue retour aval sépare le village d'un casier d'inondation (appelé « les Baisses ») qui peut être inondé par le Rhône via le déversoir CNR en cas de dépassement de la cote 14,1 m NGF. Le déversoir en gradins de gabions permet alors le remplissage du village avant la surverse par-dessus les digues. La fonction de cette digue est limitée, le déversoir en gabions permettant d'équilibrer la charge hydraulique entre l'amont et l'aval de l'ouvrage à partir d'une cote de 12,7 NGF dans le casier des Baisses.

Le système de protection de la ville de Comps comprend également :

- cinq batardeaux (B1 à B5) situés aux entrées du village ; les batardeaux B3, B4 et B5 n'ont plus d'utilité car le remplissage du village se fait par le déversoir en gradins de gabions (cote 12,7 mNGF) avant qu'il ne soit nécessaire de les fermer ; B1 se situe sur la route de Beaucaire (RD9861) au droit de l'intersection de la digue « retour amont » et de la digue longitudinale ; B2 se situe à proximité des arènes ;
- huit vannes, situées dans la partie amont de la digue du Gardon, permettant la vidange du village vers les Gardons à la décrue en cas de submersion ;
- deux vannes pluviales, la première est située à proximité des arènes, elle est implantée sur un réseau traversant le corps de la digue longitudinale du Gardon. La seconde est située au droit de la station de relevage à proximité du terrain de pétanque, elle est implantée sur un réseau traversant le corps de la digue « retour aval » ;
- une station de pompage, située dans la partie aval de la digue du Gardon, permettant de relever les eaux pluviales vers les Gardons en période de crue ;
- un clapet anti-retour situé sur le réseau pluvial traversant le corps de la digue longitudinale au droit de l'implantation des huit vannes.

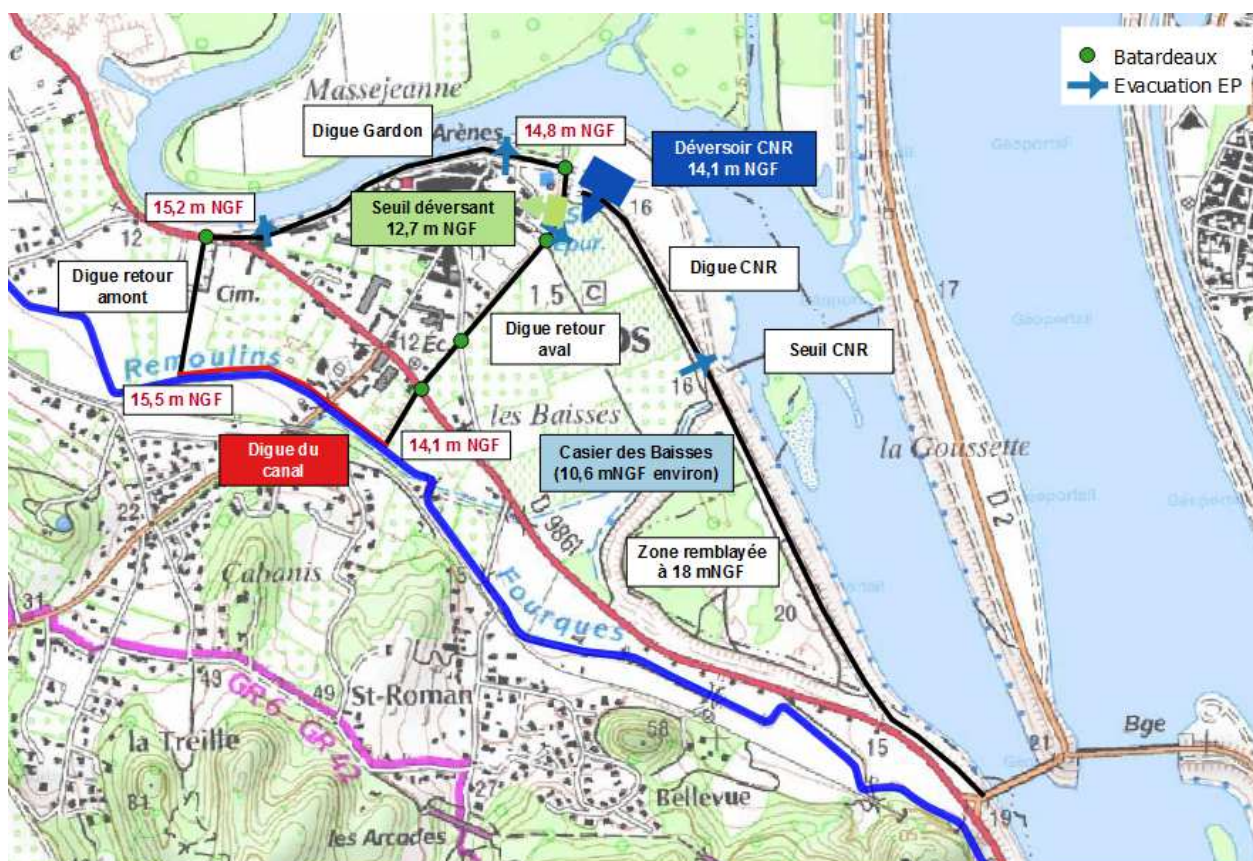


Figure 2 : Altimétrie des ouvrages

Conformément au décret 2007-1735 du 11 décembre 2007, la commune a réalisé l'ensemble des obligations réglementaires concernant la surveillance et l'entretien de ses digues. Le dossier de l'ouvrage est constitué et réputé complet. L'étude de dangers, les consignes écrites, les visites courantes et les VTA ont été produites et réalisées conformément à la réglementation.

Dans le cadre du Schéma d'Organisation de la Compétence Locale de l'Eau, il est prévu que la compétence « gestion des ouvrages hydrauliques » soit transmises à l'EPTB Gardons.

L'EPTB Gardons est gestionnaire des digues de Comps depuis avril 2018. Conformément au décret 2015, il se doit de définir le système d'endiguement de Comps et de garantir un niveau de protection de la zone protégée. Il s'agit de l'objet de cette étude.

Au sud du centre-ville, les digues communales de retour amont et de retour aval viennent s'ancrer sur un canal d'irrigation. Depuis quelques années, l'ASA propriétaire et gestionnaire du canal d'irrigation a décidé d'abandonner l'exploitation de la partie amont de son ouvrage. L'entretien et la surveillance du canal au droit de Comps ne sont donc plus assurés.

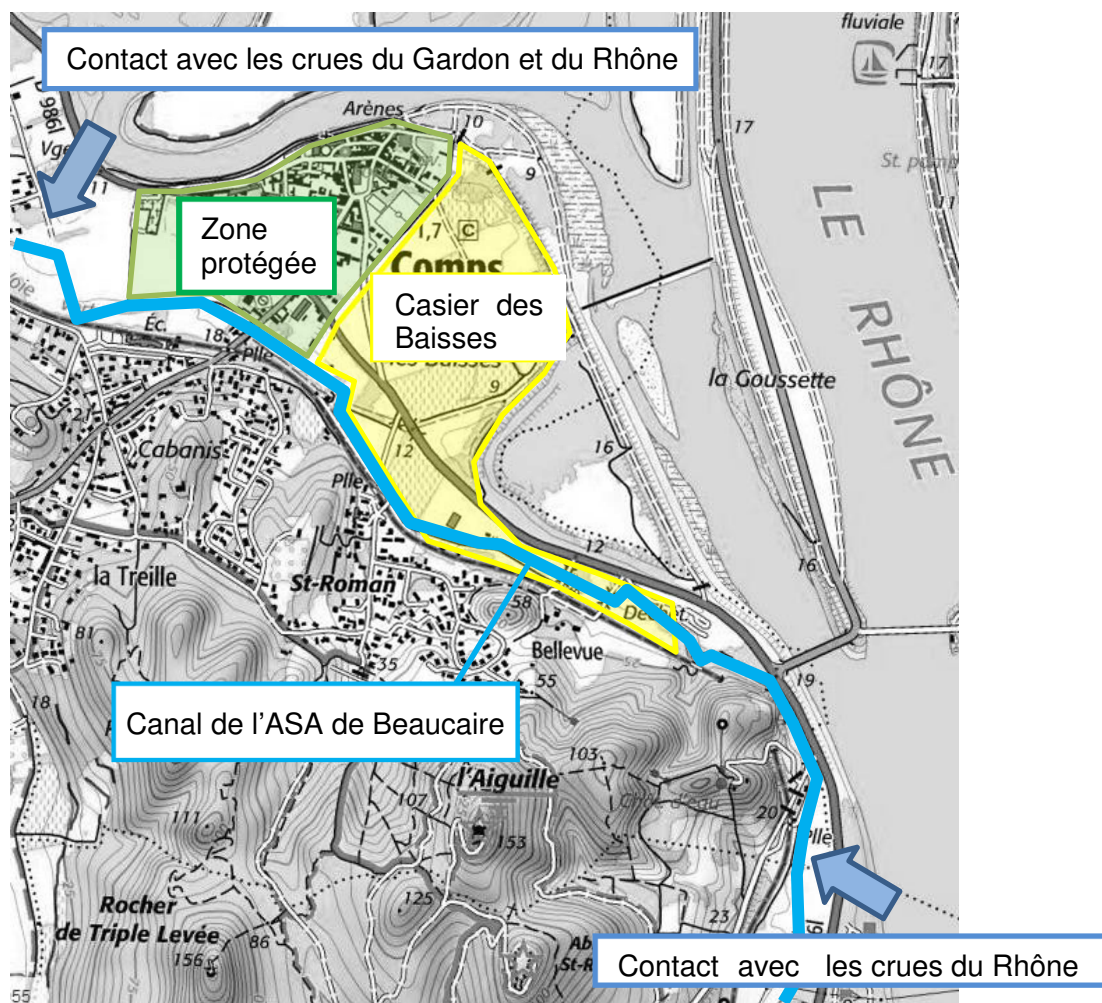


Figure 3 : Périmètre de l'étude

1.2 LES AUTRES VENUES D'EAU DANS COMPS

Trois apports hydrologiques supplémentaires ont été identifiés comme risque pour la commune de Comps.

- LE CANAL D'IRRIGATION DE REMOULINS A FOURQUES

Au sud du centre ville, les digues de retour amont et aval viennent s'ancrer sur une digue latérale longeant le canal d'irrigation de Remoulins à Fourques autrement dénommé « le Canon ».

Cette digue sud, en rive gauche du canal, est un ouvrage en remblai probablement réalisé à partir des déblais du canal. L'ASA propriétaire et gestionnaire du canal a décidé d'abandonner l'exploitation de cette partie du canal (entre Remoulins et Beaucaire) qui est aujourd'hui à sec et n'est plus entretenue.

Sur certaines portions, le fond du canal est surélevé par rapport au terrain naturel du centre-ville de Comps, ce qui pourrait occasionner une intrusion d'eau dans le centre du village de Comps et/ou dans le casier des Baisses en cas de présence de brèches dans les berges ou de surverse par-dessus les berges du canal.



Figure 4 : Localisation des raccordements amont et aval de la digue avec le canal

Le canal peut être le siège de venues d'eau :

- par drainage les eaux de ruissellement des coteaux,
- par débordement du Rhône et/ou du Gardon lorsque la zone inondable de ces cours d'eau communique avec le canal (ce point étant à définir dans le cadre de la présente étude),
- par un éventuel dysfonctionnement des vannes d'alimentation et de restitution du canal.

Ces venues d'eau peuvent conduire à l'inondation :

- du bas village par :
 - une rupture de la digue implantée en rive gauche du canal en cas de mise en charge,
 - les nombreuses anciennes prises d'eau vannées du canal vers le village identifiées sur le terrain.
- du casier des Baisses par :
 - une rupture de la digue implantée en rive gauche du canal, brèche localisée en aval de la digue de retour aval, cette rupture entrainerait le remplissage du casier des Baisses puis l'inondation du bas du village par le déversoir en gabions.
- LE GRAND VALAT

Le cours d'eau du Grand Valat draine les eaux provenant de Jonquières-St-Vincent. En crue, ces apports sont stockés dans la zone dépressionnaire de La Palud, en amont de Comps. Un tunnel permet de contrôler les écoulements en sortie de cette zone. La sortie du tunnel débouche à Comps, le long de la RD102, en aval de la voie Verte. Après avoir longé le canal d'irrigation, les eaux du Grand Valat arrivent dans le casier des baisses puis s'évacuent vers le Gardon soit en gravitaire soit par pompage.

Comme le montre la Figure 5, le fond du Valat à la sortie du tunnel est approximativement à la cote 12,5 m NGF. La cote de crête des berges du canal est à la cote 15,0 m NGF. Au droit de son point le plus bas, le terrain naturel coté zone protégée est au même niveau que le fond du canal.

Le canal constitue donc, une digue d'environ 140 m de longueur et 2,5 m de hauteur qui protège le centre du village contre les inondations par le Valat.

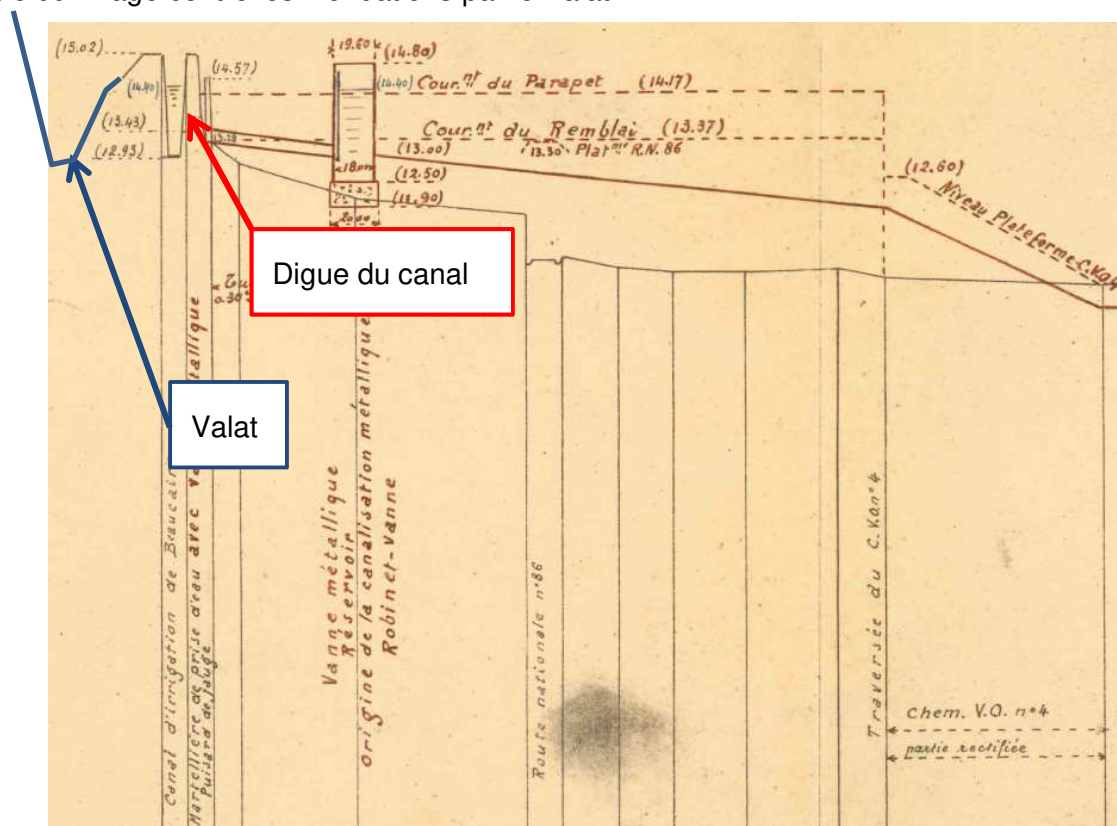


Figure 5 : Profil en long de la conduite d'alimentation du lavoir de Comps



Figure 6 : Localisation de la partie du canal assurant une fonction de digue

La station de pompage d'exhaure présente une capacité maximale de 1,5 m³/s (3 pompes en parallèle).

On peut s'interroger sur la capacité de la station d'exhaure à évacuer les apports du Valat avant que le casier des Baisses n'atteigne la cote du déversoir de sécurité de Comps (sachant que le casier des Baisses reçoit également les eaux de ruissellement du casier du village via une conduite de diamètre 800 mm passant sous la digue de retour aval).

En cas d'inondation du casier, cette conduite est fermée et l'évacuation des eaux de ruissellement du casier du village est uniquement assurée par la station d'exhaure des arènes dont la capacité maximale est comprise entre 250 l/s et 500 l/s, cette valeur sera vérifiée au cours de l'étude.

- LE RUISSELLEMENT PLUVIAL

Les eaux de ruissellement du quartier les Cabanis (situé sur les coteaux au sud-ouest du village) sont drainées par la RD102 et viennent s'ajouter à l'impluvium propre de Comps. Le quartier des Arènes peut être inondé par cette accumulation de ruissellement.

1.3 LES OBJECTIFS DE CETTE ETUDE

Les objectifs de cette étude sont :

- faire le diagnostic du risque lié au canal, au Grand Valat et au ruissellement pluvial,
- définir un système d'endiguement cohérent à l'échelle du bas village Comps et lui associer une zone protégée et un niveau de protection,
- proposer des aménagements permettant d'assurer ce niveau de protection.

1.4 CONTENU DU PRESENT RAPPORT

Le présent rapport constitue le rapport de phase 2, il présente l'état des lieux des aléas impactant le système d'endiguement de Comps.

Ce rapport présente le diagnostic hydraulique du Grand Valat, l'analyse du ruissellement et le diagnostic du canal d'irrigation.

2 DIAGNOSTIC HYDRAULIQUE DU GRAND VALAT

2.1 FONCTIONNEMENT DE LA ZONE DE LA PALUD ET DU GRAND VALAT

Le cours d'eau du Grand Valat draine les eaux provenant de Jonquières-St-Vincent. Son bassin versant a une superficie de 38 km². En crue, ces apports sont stockés dans la zone dépressionnaire de La Palud, en amont de Comps. Un tunnel, créé en 1850, permet d'évacuer les écoulements du Grand Valat vers le Gardon, ce qui a permis d'assécher la zone humide de la Palud. Le contrôle des eaux de crue se fait par des ouvrages de régulation (vannes, déversoir latéral, seuil déversant).

La sortie du tunnel débouche à Comps, le long de la RD102, en aval de la voie Verte. Après avoir longé le canal d'irrigation, les eaux du Grand Valat arrivent dans le casier des baisses. Elles sont rejetées dans le Gardon via un ouvrage unique avec :

- une conduite pour une évacuation gravitaire,
- par pompage lorsque le niveau du Gardon (en crue) ne permet plus le rejet en gravitaire.

Ce fonctionnement est présenté sur le schéma ci-dessous et dans les paragraphes suivant. La zone en bleu correspond à la zone humide de la Palud.

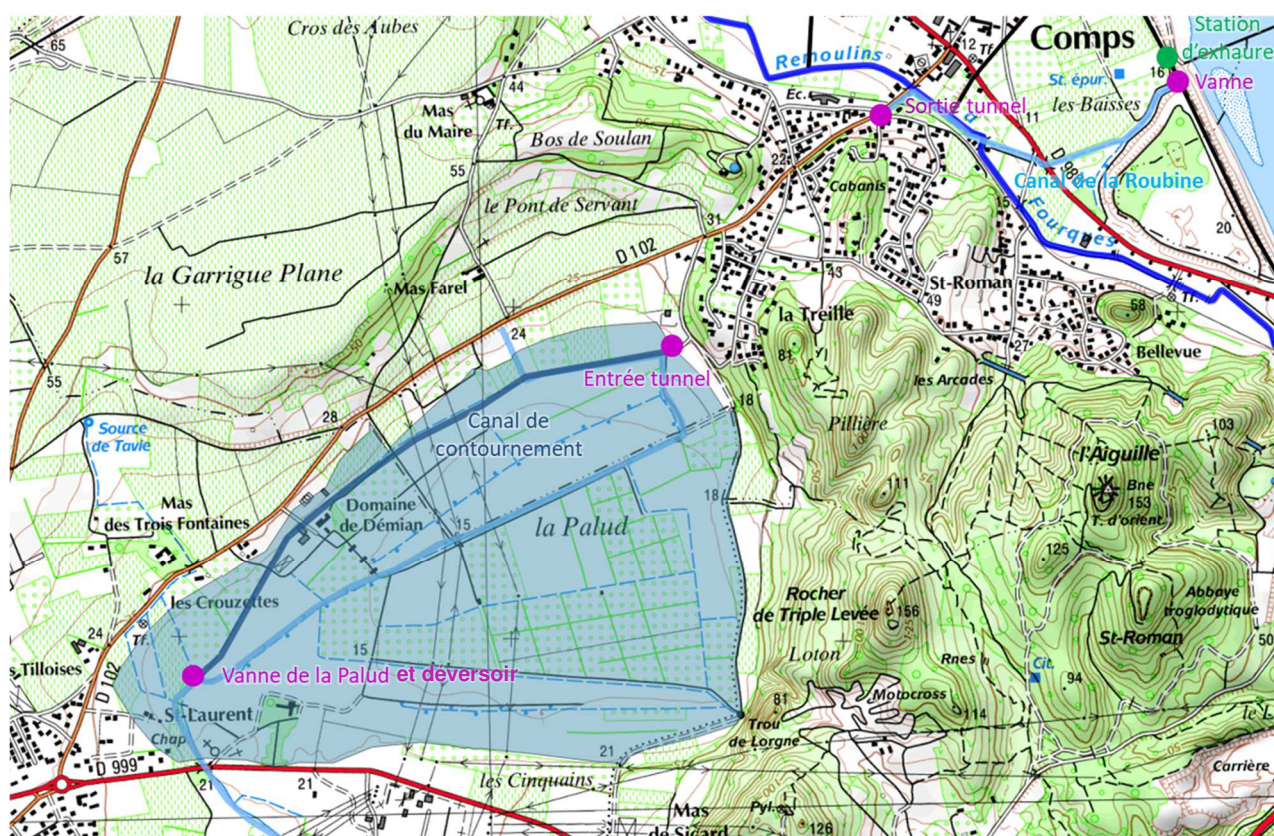


Figure 7 : Fonctionnement de la zone de la Palud

En cas de montée du niveau du Gardon, l'objectif est de réduire les apports du Grand Valat vers le casier des Baisses. Pour cela, il est prévu de stocker le maximum d'eau du Grand Valat en amont du tunnel. Les ASA ferment les vannes afin de stocker l'eau sur leur territoire en amont de la zone de la Palud.

Concernant la zone de la Palud, la vanne située en aval du déversoir du canal de contournement est fermée et permet de diriger les eaux du Grand Valat vers la zone dépressionnaire de la Palud. Tant que le niveau d'eau reste inférieur à 15.66 m NGF (par le déversoir situé en amont de l'entrée du tunnel), les eaux sont stockées en amont du tunnel. En cas de dépassement de cette cote, les eaux stockées surversent par dessus le déversoir et se dirigent vers le casier des baisses en empruntant le tunnel.

Le fonctionnement de la zone de La Palud est donc le suivant :

- en situation normale, la vanne de La Palud est ouverte et les eaux s'écoulent par le canal de contournement jusqu'à l'entrée du tunnel ;
- lorsque le niveau du Gardon atteint la cote 10,4 m NGF, la vanne de la Palud est fermée, le déversoir de la Palud entre en fonctionnement et les eaux sont stockées dans la zone dépressionnaire de la Palud jusqu'à la cote 15,66 m NGF ;
- lorsque le niveau du Gardon redescend en dessous de la cote 10,40 m NGF, la vanne située sur le canal de contournement est ouverte et les pompes se mettent en marche pour vidanger la Palud ;
- la vidange de la zone dépressionnaire est limitée/contrôlée par la capacité du tunnel.



Figure 8 : Vanne et déversoir de la Palud

Le fonctionnement en aval du tunnel est le suivant :

- les eaux s'évacuent par « le canal de la Roubine » ou Grand Valat entre la sortie du tunnel et le casier des Baisses ;
- en situation normale, la vanne du casier des Baisses est ouverte et les eaux du Grand Valat sont évacuées gravitairement vers le Gardon ;
- lorsque le niveau du Gardon atteint la cote 10,4 m NGF, la vanne est fermée et l'évacuation se fait par la station de pompage d'exhaure dont la capacité maximale est de 1,5 m³/s.



Figure 9 : Station d'exhaure et exutoire dans le Gardon

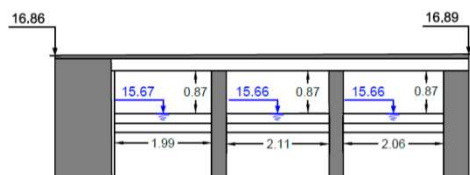
2.2 DEBIT DANS LE TUNNEL

2.2.1 CONFIGURATION DE L'ENTREE DU TUNNEL

Les photos et schémas ci-après présentent l'ouvrage amont du tunnel.

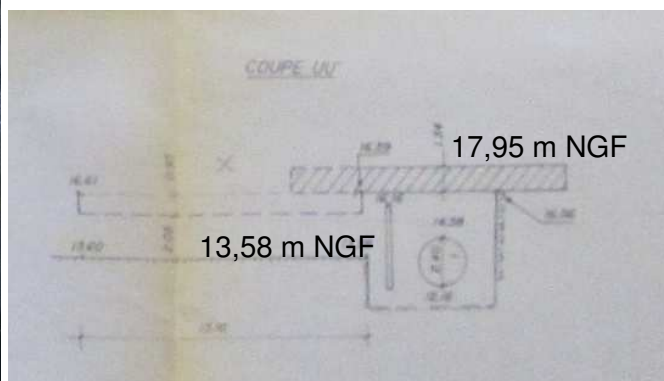
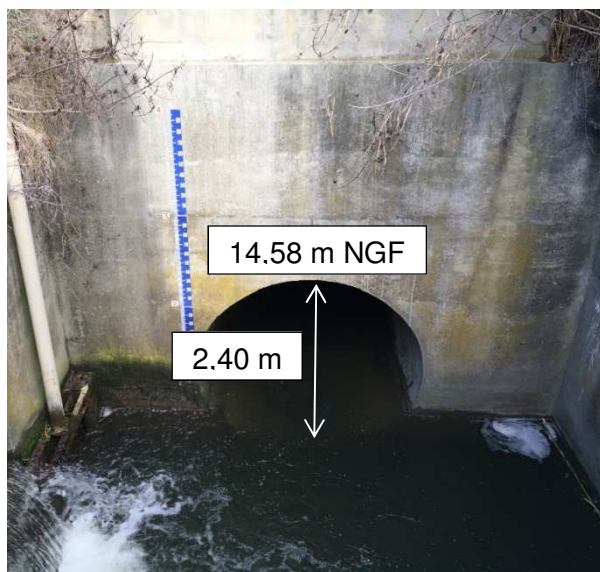


Déversoir

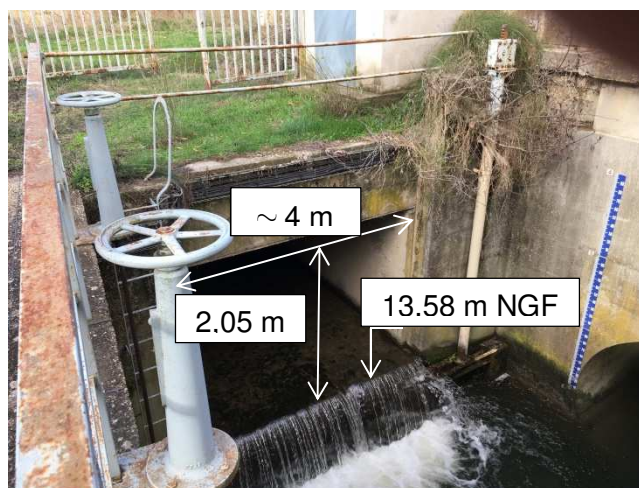


Trois pompes sont également présentes au droit de ce déversoir.

Entrée du tunnel



Arrivée du canal de contournement (seuil/pertuis)



2.2.2 LOI D'EVACUATION DU TUNNEL

Le tunnel de la Palud a été créé en 1850. Sa longueur est d'environ 1,1 km.

L'« étude hydraulique de l'émissaire principal de la galerie de Jonquières Saint Vincent et de l'exutoire au Gardon », réalisée en 1991 par la SCP pour le Syndicat Intercommunal d'assainissement des terres du bassin de Jonquières Saint Vincent, présente une loi d'évacuation de ce tunnel. Elle est basée sur la reconnaissance de la galerie réalisée par l'Association Spéléologique Nimoise le 22 mai 1969 qui a dressée le plan et le profil en long de la galerie et donné des renseignements sur l'état des différents tronçons de la galerie.

Les pertes de charge linéaires sont calculées par la formule : $\Delta H_l = \left(\frac{D}{\frac{1}{n} \times S \times R^{\frac{2}{3}}} \right)^2$ avec $\frac{1}{n} = 60$ pour les tronçons revêtus et $\frac{1}{n} = 25$ pour les tronçons non revêtus.

Les pertes de charge singulières sont calculées par la formule $\Delta H_p = K \times \left(\frac{V}{2 \times g}\right)^2$ avec K un coefficient fonction des caractéristiques de l'obstacle.

A partir des relevés effectués par l'association de spéléologie Nimoise, SCP a obtenu :

- somme des pertes de charge linéaires : $\sum \Delta H_l \times L = 0,1429 \times Q^2$
- somme des pertes de charge singulière : $\sum \Delta H_p = 0,0607 \times Q^2$

Ainsi, la loi d'évacuation du tunnel est donnée par la formule

$$\Delta H = 0,2036 \times Q^2 = Z_{\text{eau amont tunnel}} - Z_{\text{eau aval tunnel}}$$

Dans le cadre de la présente étude, il a été vérifié que cette loi est cohérente avec les données historiques en matière de volume stocké et de durée de vidange. En effet, pour une pluie décennale sur une durée de 24h, la vidange de la Palud s'effectue en 5 jours environ pour 1,7 Mm³ stocké. Pour une pluie centennale sur une durée de 24h, la vidange de la Palud s'effectue en 12 jours environ pour 5,1 Mm³ stocké. En 2003, plus de 2 Mm³ ont été stockés et 9 jours ont été nécessaires pour vidanger la zone de la Palud.

En revanche, il n'a pas été possible de vérifier le calcul des pertes de charge faute d'information sur les singularités relevées par l'association de spéléologie Nîmoise.

2.2.3 NIVEAU D'EAU DANS LA PLAINE DE LA PALUD

En 2005, BRL a réalisé pour la commune de Jonquières-Saint-Vincent une étude hydraulique des crues sur le ruisseau du Grand Valat. Un modèle hydrologique a été mis en œuvre, les résultats pour les crues décennale et centennale sont figurés dans le tableau suivant.

	Volume ruisselé (m3)	Niveau d'eau dans la zone de la Palud (m NGF)
Pluie 10 ans en 3h	1 022 000	15,15
Pluie 100 ans en 3 h	3 328 000	16,99
Pluie 10 ans en 24h	1 768 000	15,80
Pluie 100 ans en 24h	5 179 000	18,24

Tableau 1 : Volume et niveau d'eau atteint dans la zone de la Palud pour T=10 ans et 100 ans

En retenant des crues de 24h, les débits évacués par le tunnel sont les suivants :

- pour T=10 ans : Q = 3,6 m³/s,
- pour T=100 ans : Q = 4,9 m³/s.

Ces débits ont été évalués de manière itérative en prenant le niveau amont issu de l'étude BRL et en calculant le niveau aval à partir du modèle présenté dans le paragraphe suivant.

Il convient de vérifier si le chenal de dérivation et le déversoir en amont de l'entrée du tunnel permettent d'évacuer ces débits. Le fonctionnement est le suivant :

- pour $Z_{\text{palud}} < 15,66$ m NGF : l'apport dans le tunnel se fait uniquement via le chenal de dérivation (seuil) ;
- pour $Z_{\text{palud}} > 15,66$ m NGF : les débits dans le tunnel proviennent de la surverse sur le déversoir et du chenal de dérivation (pertuis).

Pour les deux niveaux étudiés, les résultats sont les suivants en considérant un niveau d'eau nul en entrée du tunnel :

- $Z = 15,80$ m NGF :
 - $Q_{\text{déversoir}} = 0 \text{ m}^3/\text{s}$,
 - $Q_{\text{chenal}} = \mu \times L \times \sqrt{2 \times g} \times h^{\frac{3}{2}} = 0,4 \times 4 \times \sqrt{2 \times 9,81} \times (15,8 - 13,58)^{\frac{3}{2}} = 23 \text{ m}^3/\text{s}$;
- $Z = 18,24$ m NGF :
 - $Q_{\text{déversoir}} = \mu \times L \times \sqrt{2 \times g} \times h^{\frac{3}{2}} = 0,4 \times 6,16 \times \sqrt{2 \times 9,81} \times (18,24 - 15,66)^{\frac{3}{2}} = 45 \text{ m}^3/\text{s}$,
 - $Q_{\text{chenal}} = C_d \times S \times \sqrt{2 \times g \times h} = 0,6 \times 8,2 \times \sqrt{2 \times 9,81 \times (18,24 - 14,61)} = 42 \text{ m}^3/\text{s}$.

Ces débits sont supérieurs à la capacité d'évacuation du tunnel et c'est donc bien le tunnel qui contrôle la vidange de la zone dépressionnaire lors d'évènements exceptionnels (supérieur à une crue décennale).

2.3 LIGNE D'EAU DANS LE VALAT

2.3.1 OBJECTIF DE LA MODELISATION

Les objectifs de la modélisation 1D sont :

- d'évaluer la ligne d'eau dans le lit mineur du Grand Valat en crue,
- de connaître les sollicitations hydrauliques sur les digues du canal.

2.3.2 LOGICIEL DE MODELISATION

Le modèle hydraulique a été construit à l'aide du logiciel HEC-RAS version 5.0.1, développé par l'Hydrologic Engineering Center de l'US Army Corps.

Il permet la modélisation des écoulements permanent ou transitoire maillés (plusieurs bras d'écoulement) en régime fluvial, torrentiel ou mixte.

2.3.3 CONSTRUCTION DU MODELE

2.3.3.1 Emprise du modèle

Le modèle couvre le lit mineur du Grand Valat, depuis l'aval du tunnel jusqu'au casier des Baisses. Il s'étend sur un linéaire de 1 000 m environ.

La figure ci-dessous présente le modèle construit.

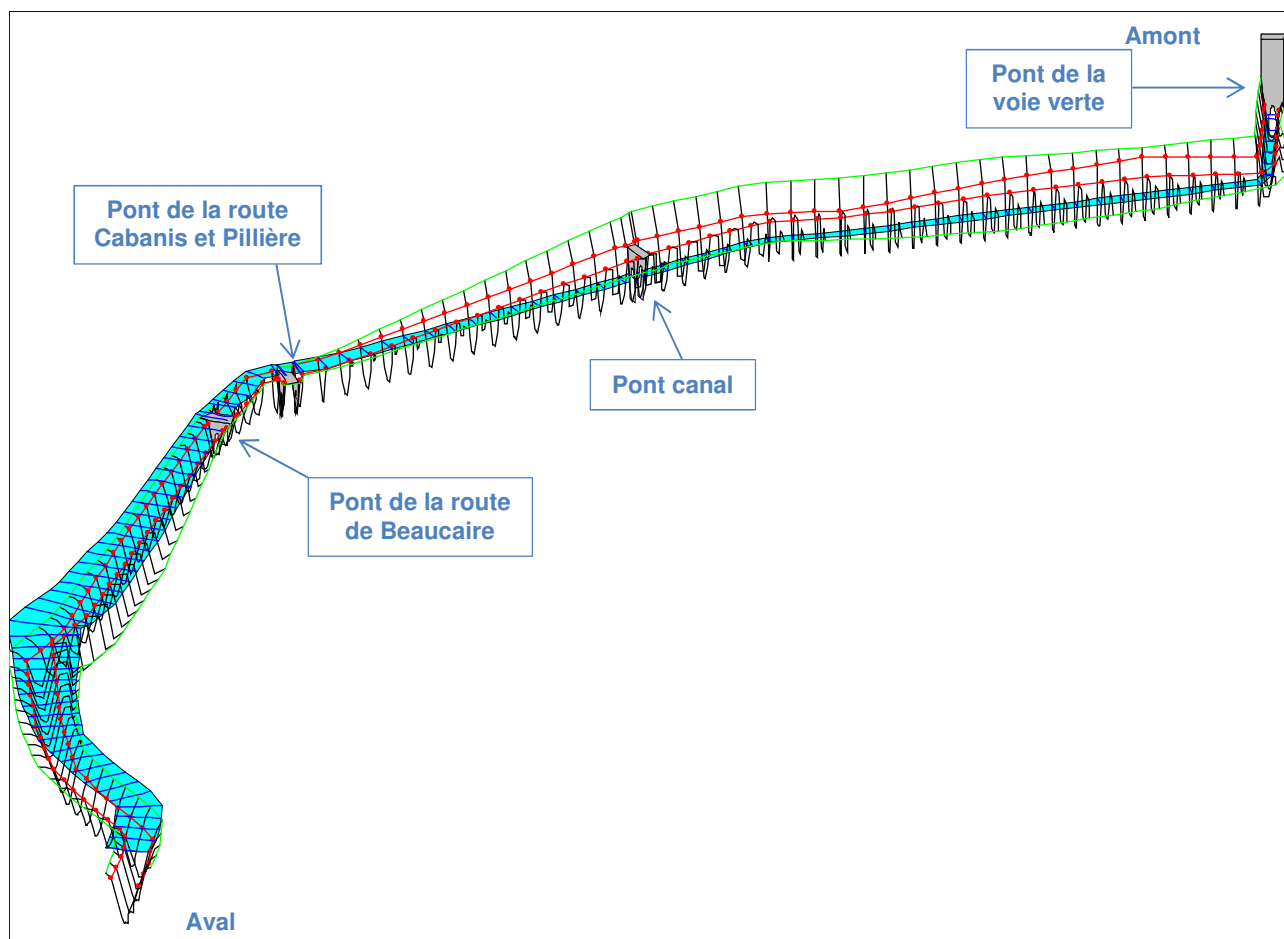


Figure 10 : Modèle 1D du Grand Valat

2.3.3.2 Conditions aux limites amont et aval

Des débits permanents ont été injectés en amont du modèle dans la gamme de débitance du tunnel. La condition limite aval du modèle est définie par le niveau dans le casier des Baisses.

2.3.3.3 Données topographiques

Des levés topographiques du Grand Valat ont été réalisés en 2019 dans le cadre de la présente étude :

- 14 profils en travers,
- 3 ouvrages.

2.3.3.4 Ouvrages de franchissement

L'ensemble des ouvrages de franchissement présents sur le lit du Grand Valat ont été intégrés au modèle (ponts), de l'amont vers l'aval :

- le pont de la voie verte,
- le pont canal,
- le pont de la route de Cabanis et Pillière,
- le pont de la route de Beaucaire.

Les photographies et élévations insérées ci-dessous présentent ces ouvrages de franchissement, de l'amont vers l'aval.

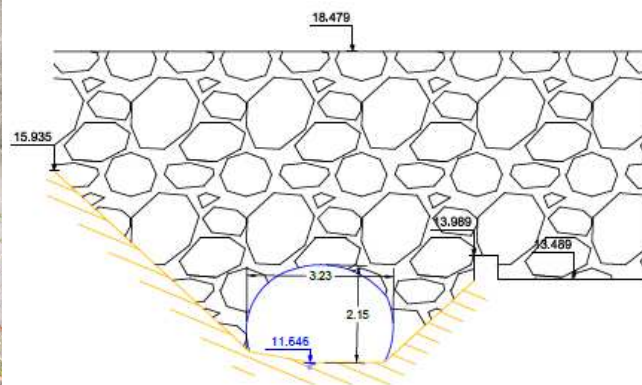


Figure 11 : Photo et levé topographique du pont de la voie verte

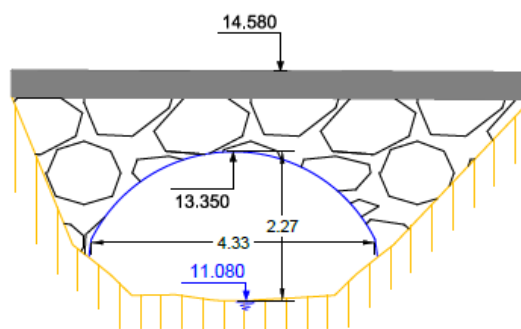


Figure 12 : Photo et levé topographique du pont canal

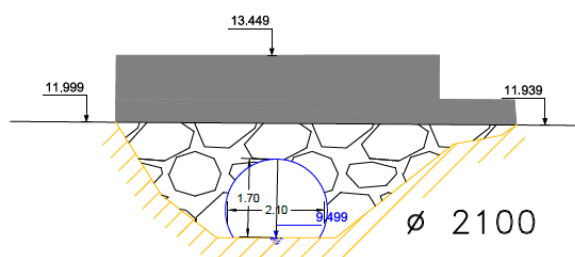


Figure 13 : Levé topographique du pont de la route de Cabanis et Pillière

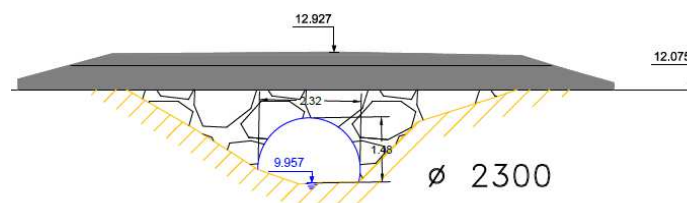


Figure 14 : Levé topographique du pont de la route de Beaucaire

Un passage est également présent sur le Grand Valat environ 90 m en amont du pont canal.



Figure 15 : Passage sur le Grand Valat

Cet ouvrage n'a pas été levé. Ces caractéristiques sont les suivantes :

- largeur de l'arche $\approx 2,4$ m,
- hauteur de l'arche $\approx 2,65$ m,
- surface d'écoulement $\approx 3,1$ m²,
- cote du haut de l'arche = 12,97 m NGF.

Cet ouvrage, secondaire, n'a pas été intégré au modèle. Les vitesses sont faibles dans le Grand Valat ; pour les crues de périodes de retour 10 ans et 100 ans (ligne d'eau présentée dans le paragraphe 2.3.4), les vitesses sont de l'ordre de 1 m/s. Avec ces vitesses, la perte de charge induite par cet ouvrage est pluricentimétrique et a été négligée.

2.3.3.5 Coefficient de Strickler

La visite de terrain a montré que le lit mineur est constitué de végétation basse et d'arbres sur les talus. Les photos suivantes illustrent cette végétation. Un coefficient de Strickler de 20 a été retenu. Il s'agit d'une valeur prudente compte tenu de la végétation (dans l'état observé sur le terrain lors de notre visite) et des caractéristiques du lit de la rivière.



Figure 16 : Végétation dans le lit mineur du Grand Valat

2.3.4 EXPLOITATION DU MODELE

Le modèle a été mis en œuvre pour apprécier la ligne d'eau dans le Grand Valat pour les crues de période de retour 10 ans et 100 ans.

De manière très défavorable pour la ligne d'eau dans le Grand Valat, pour les crues de période de retour 10 ans et 100 ans, le casier des Baisses est supposé être à la cote 12,7 m NGF (cote du déversoir de la digue retour aval de Comps).

La figure suivante présente la ligne d'eau obtenue pour ces deux crues. Jusqu'au pont canal, le niveau d'eau est imposé par le casier des baisses.

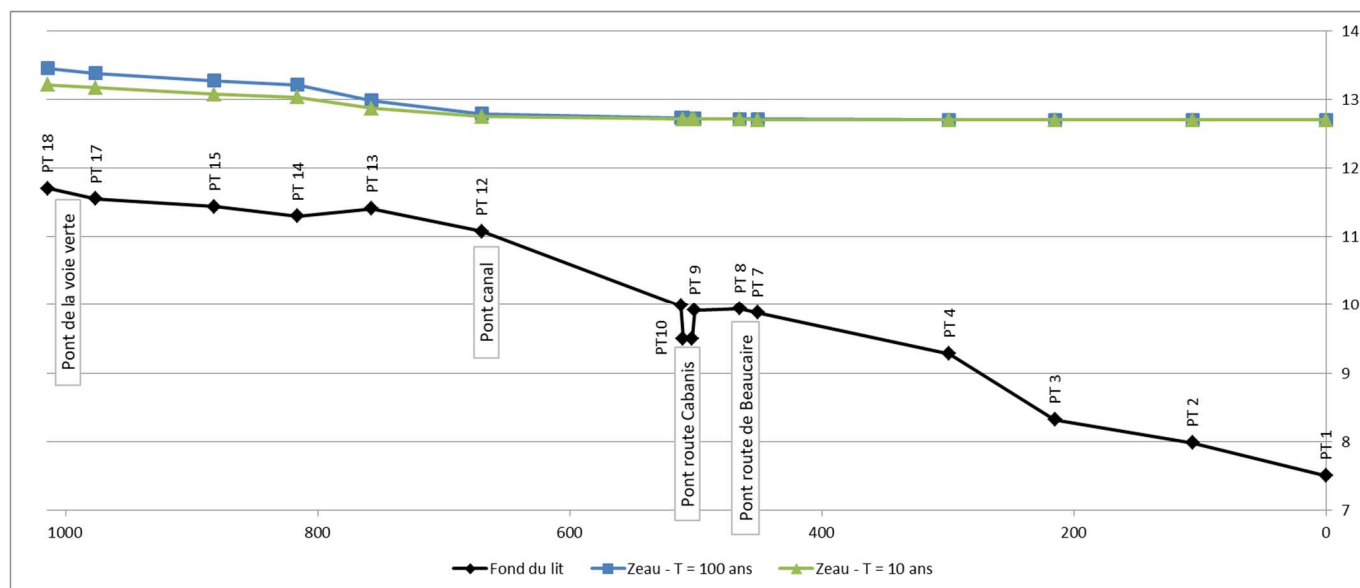
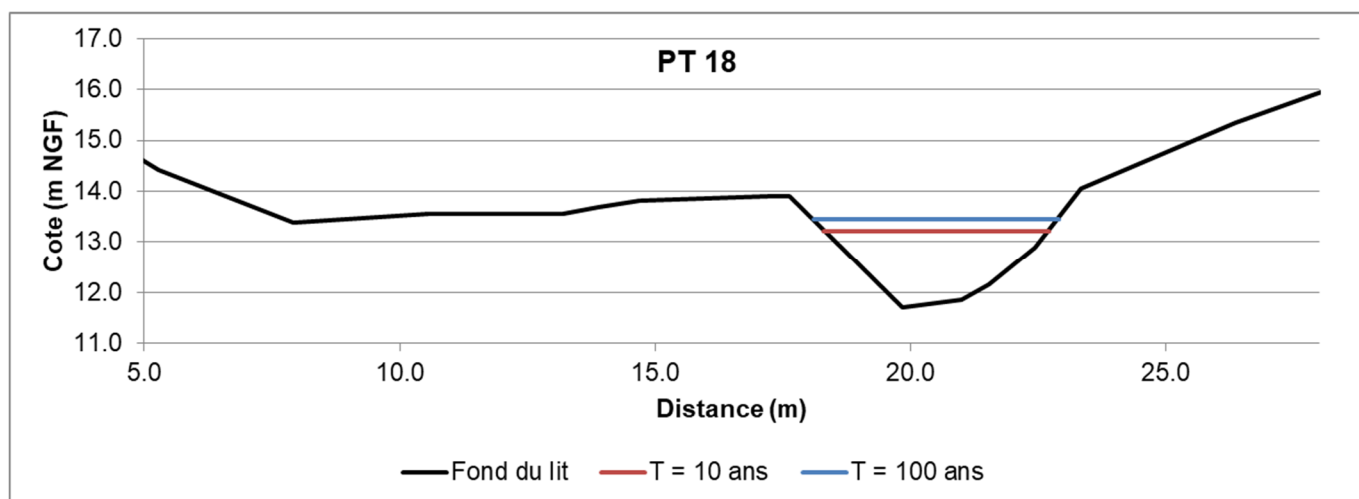


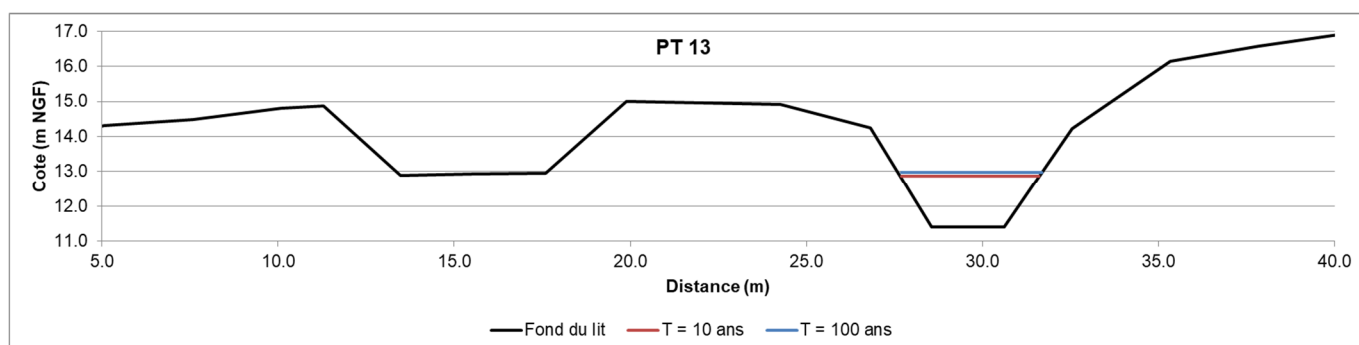
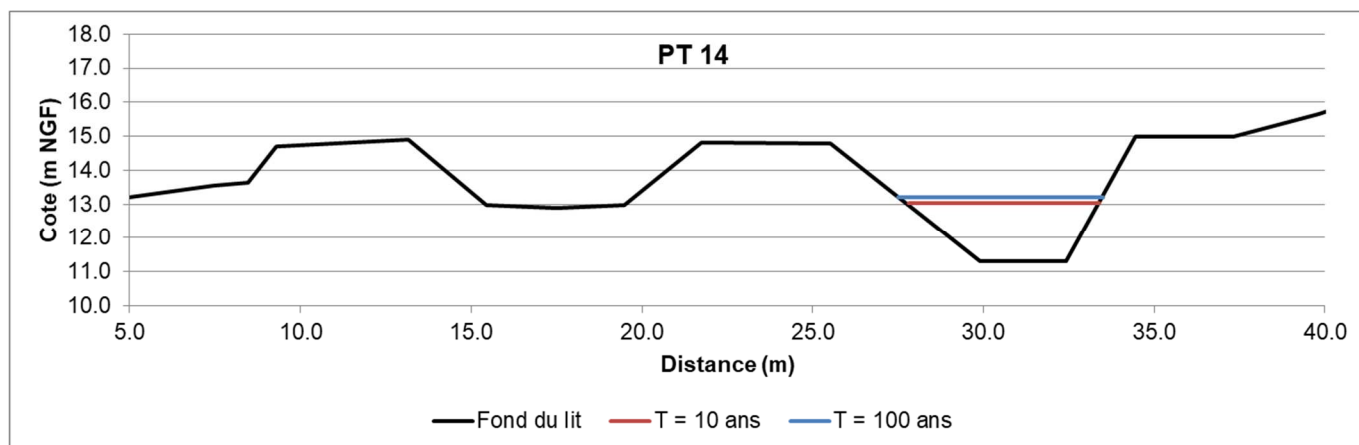
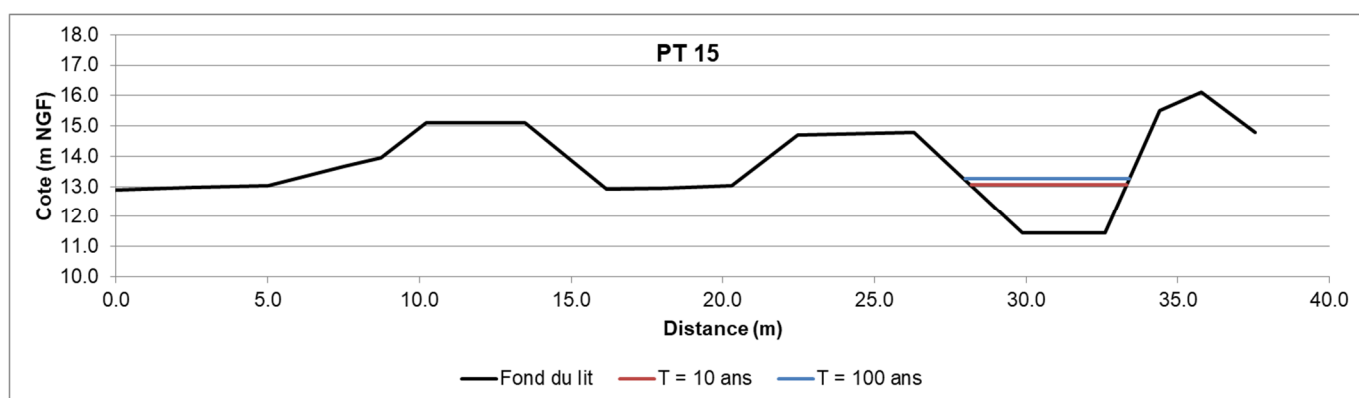
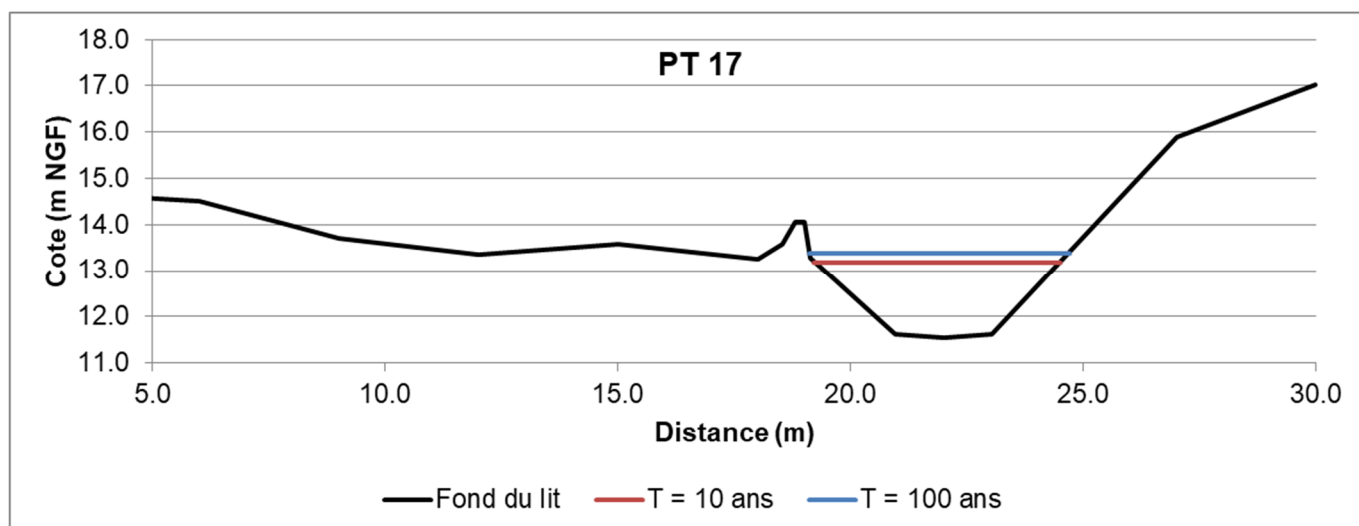
Figure 17 : Lignes d'eau pour les crues de période de retour 10 ans et 100 ans

Les profils en travers entre la sortie du tunnel (PT18) et le casier des Baisses (PT7) sont localisés sur la figure suivante et les niveaux d'eau atteints au droit de chaque profil sont indiqués sur les figures ci-dessous.



Figure 18 : Localisation des profils en travers du Grand Valat





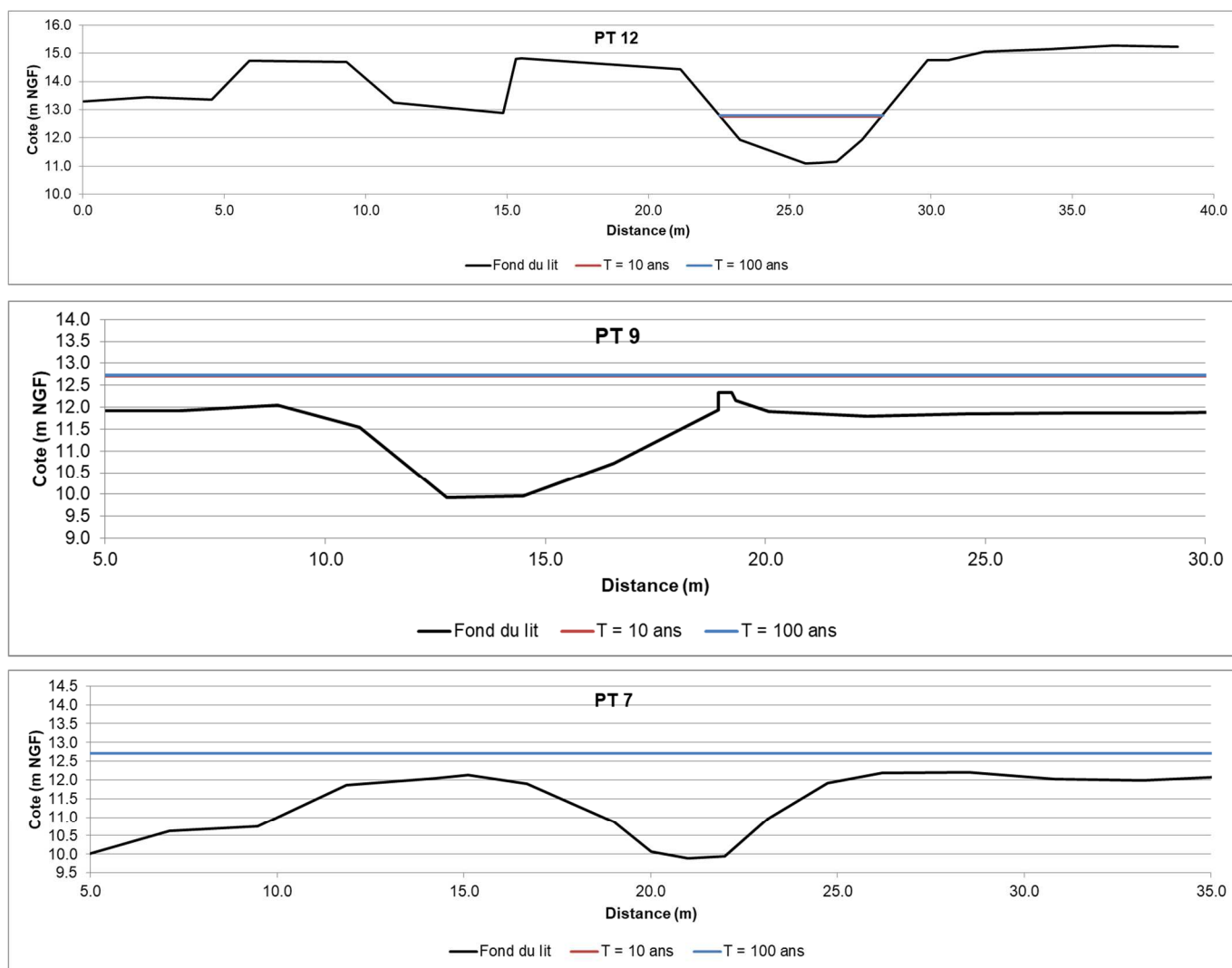


Figure 19 : Profils en travers et niveau d'eau pour les crues de période de retour 10 ans et 100 ans

Pour ces deux crues, les niveaux atteints dans le Grand Valat ne dépassent pas le niveau du fond du canal ni celui du terrain naturel en aval, excepté pour les profils les plus en aval qui sont sous l'influence du casier des Baisses.

Au droit des profils 17 et 18, le Grand Valat longe la RD102. Un parapet est présent en haut de berge rive gauche du Grand Valat.



Figure 20 : Parapet entre le Grand Valat et la RD 102

Les caractéristiques au droit de ces profils sont présentées dans le tableau suivant.

Profil	Z parapet (m NGF)	Z route (m NGF)	Z100 ans (m NGF)	Z10 ans (m NGF)
PT 18	14,1 *	13,55	13,5	13,2
PT 17	14,1	13,4	13,4	13,2

* estimé à partir de la cote du trottoir 13,9 m NGF + 20 cm

Ce secteur est situé juste en aval de la sortie du tunnel et les vitesses d'écoulement sont faibles (< 1 m/s). Le risque d'embâcles est donc nul. Il n'y a donc pas de risque de débordement dans le secteur.

2.4 REMOUS DU CASIER DES BAISES DANS LE GRAND VALAT

Le graphe suivant présente le remplissage du casier des Baisses et du village lors d'une crue de danger du Rhône ($Z = 15,0$ m NGF) (source : 17F-035-RM-2 : Diagnostic approfondi du tronçon retour aval de la digue de Comps, ISL 2017)

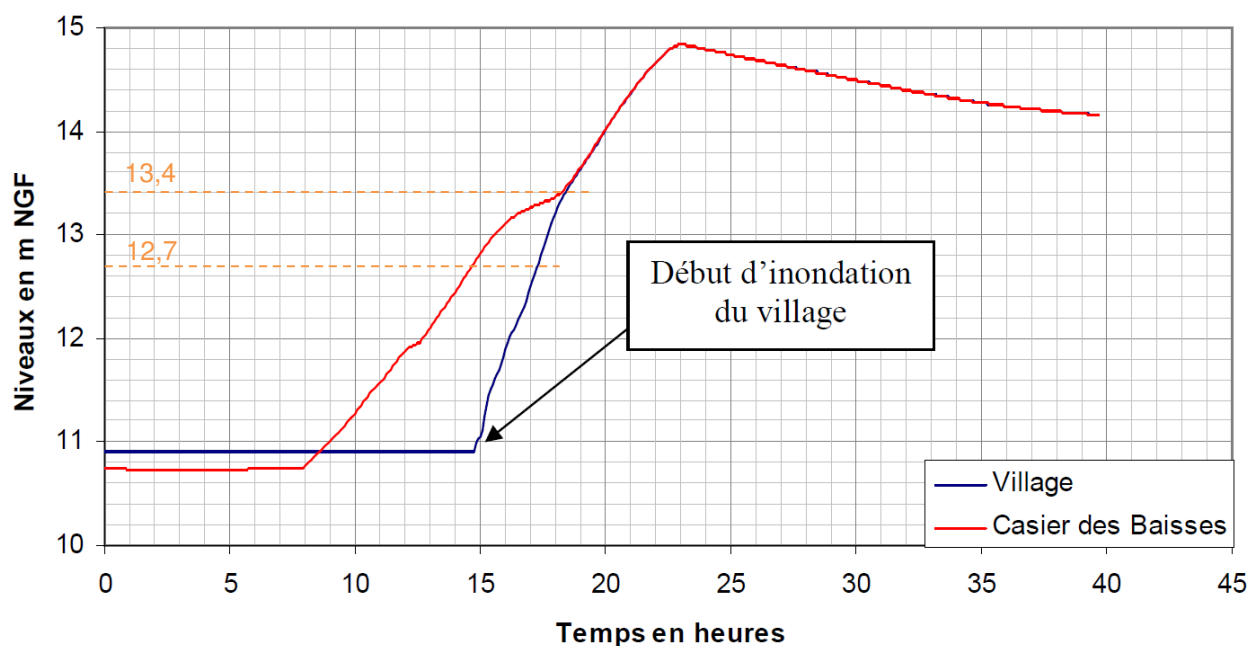


Figure 21 : Remplissage des casiers pour une crue de danger du Rhône

La problématique liée à cette situation est la suivante : le remous du casier des Baisses dans le Grand Valat peut-il entraîner un risque de rupture de la digue « Grand Valat + canal » entre le siphon et la digue de retour aval ?

L'analyse de la ligne d'eau du Grand Valat au paragraphe précédent a conclu que jusqu'à un niveau de 12,7 m NGF dans le casier des Baisses, les niveaux atteints dans le Grand Valat ne sont pas en mesure de mettre en charge le remblai séparant le Valat et le canal ni le remblai constituant le cavalier rive gauche du canal.

Au-delà de 13,4 m NGF dans le casier des Baisses, le village est déjà inondé avec des hauteurs d'eau supérieures à 50 cm.

Le tableau suivant présente les niveaux d'eau atteints au droit des profils PT14 et PT 15 (situés entre le siphon et la digue de retour aval) pour différents niveaux dans le casier des Baisses.

Q_{valat} = 10 ans

Profil		Z Baisses = 12,7 m NGF	Z Baisses = 13 m NGF	Z Baisses = 13,4 m NGF	Z TN aval
PT 14	Zeau Grand Valat	13,0 m NGF	13,2 m NGF	13,5 m NGF	13,2 m NGF
	Zeau Village	-	-	13,4 m NGF	
PT 15	Zeau Grand Valat	13,1 m NGF	13,2 m NGF	13,5 m NGF	13 m NGF
	Zeau Village	-	-	13,4 m NGF	

Tableau 2 : Niveau d'eau dans le Grand Valat en fonction du niveau dans le casier des Baisses – T = 10ans

Qvalat = 100 ans

Profil		Z Baisses = 12,7 m NGF	Z Baisses = 13 m NGF	Z Baisses = 13,4 m NGF	Z TN aval
PT 14	Zeau Grand Valat	13,2 m NGF	13,3 m NGF	13,6 m NGF	13,2 m NGF
	Zeau Village	-	-	13,4 m NGF	
PT 15	Zeau Grand Valat	13,3 m NGF	13,4 m NGF	13,6 m NGF	13 m NGF
	Zeau Village	-	-	13,4 m NGF	

Tableau 3 : Niveau d'eau dans le Grand Valat en fonction du niveau dans le casier des Baisses – T = 100ans

La charge maximale supportée par la berge rive gauche du Grand Valat et/ou la digue rive gauche du canal est d'environ 0,4 m.

Les niveaux atteints dans le Grand Valat entraînent une mise en charge du remblai constituant le cavalier rive gauche du canal. Le gradient hydraulique maximal est $<0,05$ et ne peut conduire à des désordres.

2.5 REMPLISSAGE DU CASIER DES BAISSSES PAR LE GRAND VALAT

2.5.1 OBJECTIF DE LA MODELISATION ET PRESENTATION DU MODELE

Pour compléter le diagnostic hydraulique du Grand Valat, une modélisation a été réalisée pour évaluer le risque d'inondation du village par surverse sur le déversoir entre le casier des Baisses et le village en ne prenant en compte que les apports du Grand Valat.

Pour étudier la problématique, un modèle a été réalisé incluant :

- les apports du Grand Valat par le tunnel,
- les casiers de stockage que constituent le village et le casier des Baisses (représentés par leur loi hauteur/surface),
- les échanges :
 - entre ces deux casiers via la conduite de 800 mm et le déversoir (cote 12,7 m NGF, longueur 40m),
 - entre chacun de ces casiers et le Gardon via les stations de pompage (en considérant un niveau haut du Gardon) ou les vannes et conduites gravitaires (en considérant un niveau bas du Gardon).

2.5.2 DEFINITION DES APPORTS DU GRAND VALAT

Le tableau ci-dessous rappelle les résultats de l'étude hydraulique des crues sur le ruisseau du Grand Valat réalisée en 2005 par BRL pour la commune de Jonquières-Saint-Vincent et des calculs réalisés au paragraphe 2.2.2.

	T = 10 ans	T = 100 ans
Volume stocké dans la zone de la Palud (m³)	1 768 000	5 179 000
Niveau d'eau dans la zone de la Palud (m NGF)	15,80	18,24
Qmax évacué par le tunnel (m³/s)	3,6	4,9

Tableau 4 : Niveau d'eau, volume et débit évacué à la Palud

Ne connaissant pas la loi de remplissage et la loi HSV de la zone de la Palud, nous avons fait l'hypothèse suivante de vidange de la zone :

- décroissance linéaire du débit entre Qmax et 0 m³/s,
- durée évaluée en fonction du volume stocké.

Le graphe suivant présente les débits retenus pour le Grand Valat pour les deux crues étudiées.

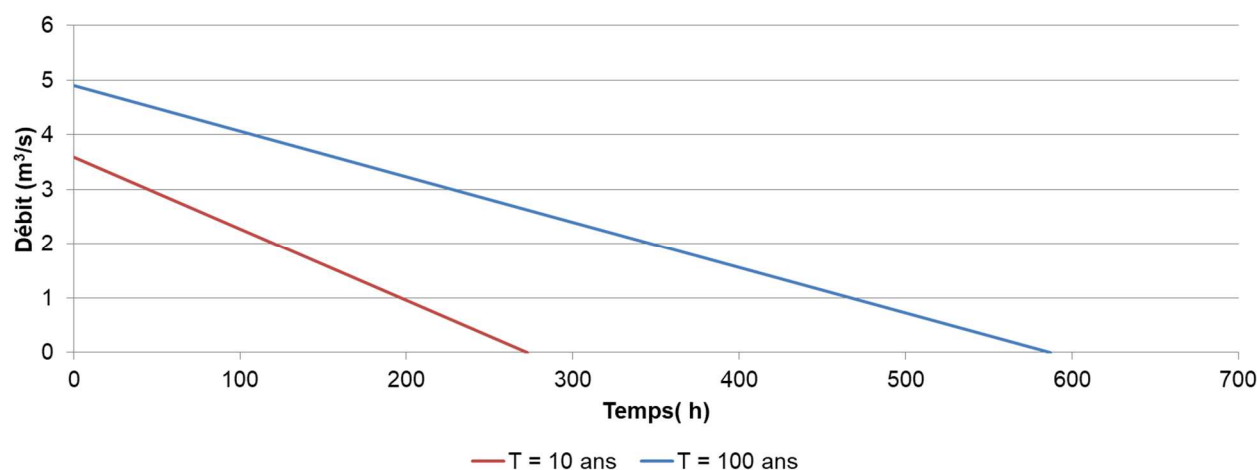
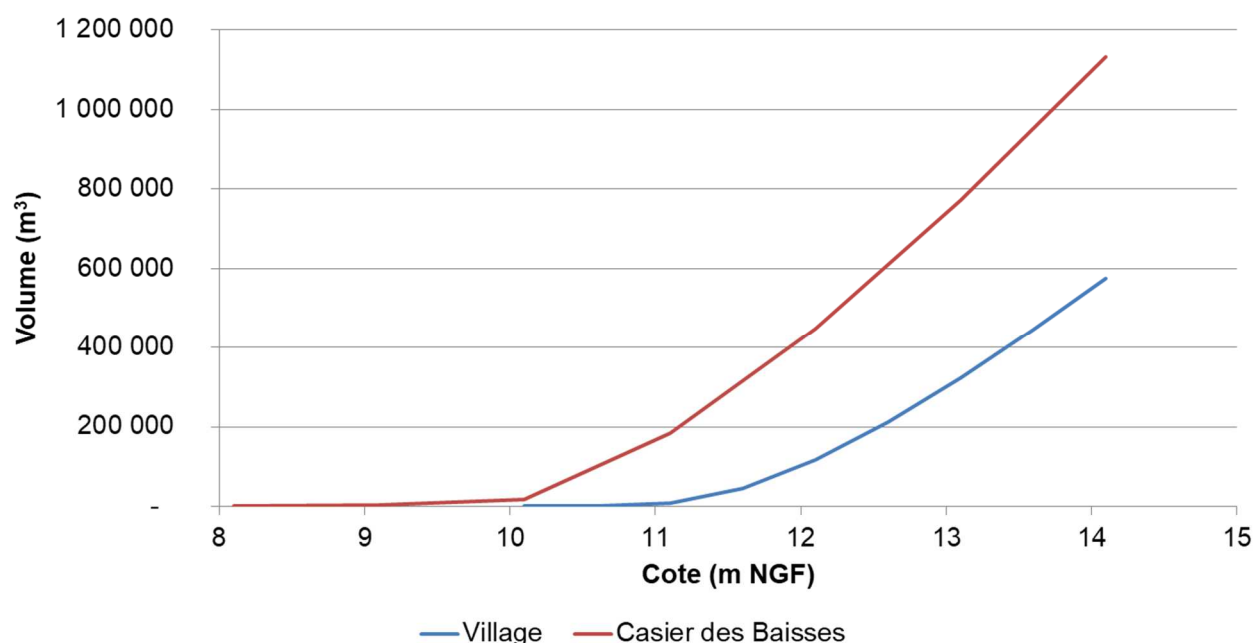


Figure 22 : Débit du Grand Valat

2.5.3 LOI HSV DES DEUX CASIERS

Le graphe suivant présente les lois hauteur-volume du village et du casier des Baisses.



2.5.4 RESULTATS DE LA MODELISATION

2.5.4.1 Situations étudiées

Deux situations ont été modélisées :

- Situation 1 : le Rhône et/ou le Gardon sont en crue avec des niveaux d'eau supérieurs à 11 m NGF (pendant au moins 45h) ; les ouvrages de vidange gravitaire vers le Gardon sont fermés ; la vidange du village et du casier des Baisses n'est possible qu'avec les 2 pompes ;
- Situation 2 : le Rhône et/ou le Gardon ne sont pas en crue : la vidange du village se fait en gravitaire par la conduite pluviale au niveau des 8 vannes, la conduite entre le village et le casier des Baisses et la conduite au niveau des Arènes ; la vidange du casier des Baisses se fait en gravitaire par un pertuis situé à l'exutoire du Grand Valat.

2.5.4.2 Situation 1 : Rhône et/ou Gardon en crue

Dans cette situation, les flux sont les suivants :

- Hydrogramme du Grand Valat dans le casier des Baisses,
- Conduite entre le village et les Baisses lorsque $Z_{\text{Baisses}} < Z_{\text{village}}$,
- Déversoir entre les Baisses et le village lorsque $Z_{\text{Baisses}} > 12,7$ m NGF,
- Pompe entre le village et le Gardon (250 l/s),
- Pompe entre les Baisses et le Gardon (1500 l/s).

Les résultats pour les deux crues étudiées sont présentés dans le tableau suivant.

	Niveau max atteint dans le casier des Baisses (m NGF)	Niveau max atteint dans le village (m NGF)	Temps à partir duquel le village est inondé par le déversoir
T = 10 ans	12,6 m NGF	- m NGF	Pas de surverse
T = 100 ans	14,8 m NGF	14,8 m NGF	55 h

Tableau 5: Résultats du remplissage du casier des Baisses par le Grand Valat - Niveau du Gardon et/ou du Rhône haut

2.5.4.3 Situation 2 : niveaux du Rhône et/ou Gardon bas

Dans cette situation, les flux sont les suivants :

- Hydrogramme du Grand Valat dans le casier des Baisses,
- Conduite entre le village et les Baisses lorsque $Z_{\text{Baisses}} < Z_{\text{village}}$,
- Déversoir entre les Baisses et le village lorsque $Z_{\text{Baisses}} > 12,7$ m NGF,
- Conduite entre le village et le Gardon (\varnothing 800 mm),
- Conduite des Arènes entre le village et le Gardon (\varnothing 800 mm),
- Pertuis entre les Baisses et le Gardon ($S = 1,8$ m²).

Les résultats pour les deux crues étudiées sont présentés dans le tableau suivant.

	Niveau max atteint dans le casier des Baisses (m NGF)	Niveau max atteint dans le village (m NGF)	Temps à partir duquel le village est inondé par le déversoir
T = 10 ans	9,9 m NGF	- m NGF	Pas de surverse
T = 100 ans	10,3 m NGF	- m NGF	Pas de surverse

Tableau 6: Résultats du remplissage du casier des Baisses par le Grand Valat - Niveau du Gardon et/ou du Rhône bas

2.5.4.4 Conclusion

Jusqu'à une période de retour 100 ans, sans crue du Gardon et/ou du Rhône (sorties gravitaires), le Grand Valat ne peut conduire à l'inondation du village via le déversoir entre le casier et le village.

Lorsque le Gardon et/ou le Rhône est en crue (évacuation par les pompes), au-delà de la crue décennale, le village est susceptible d'être inondé par surverse sur le déversoir entre le casier et le village.

2.6 CONCLUSION

En considérant des valeurs prudentes pour le calage du modèle et pour la condition aval et une crue centennale, il vient que les niveaux atteints dans le Grand Valat n'entraînent qu'une faible charge du :

- remblai séparant le valat et le canal,
- remblai constituant le cavalier rive gauche du canal.

L'inondation du village de Comps par la rupture de ces ouvrages est hautement improbable.

Lorsque le Gardon et/ou le Rhône est en crue (évacuation par les pompes), au-delà de la crue décennale, le village est susceptible d'être inondé par le Grand Valat par remplissage du casier des Baisses et surverse sur le déversoir entre le casier et le village.

3 ANALYSE DU RUISSELLEMENT PLUVIAL

3.1 PROBLEMATIQUE

Les eaux ruisselant sur la RD102 (cf. bassin versant sur la figure suivante) viennent s'ajouter à l'impluvium propre du village. Le cumul de ces eaux de ruissellement peut inonder le quartier des Arènes si la capacité de la station d'exhaure est dépassée (conduite de 800 mm vers le casier des Baisses + capacité de la station des arènes).

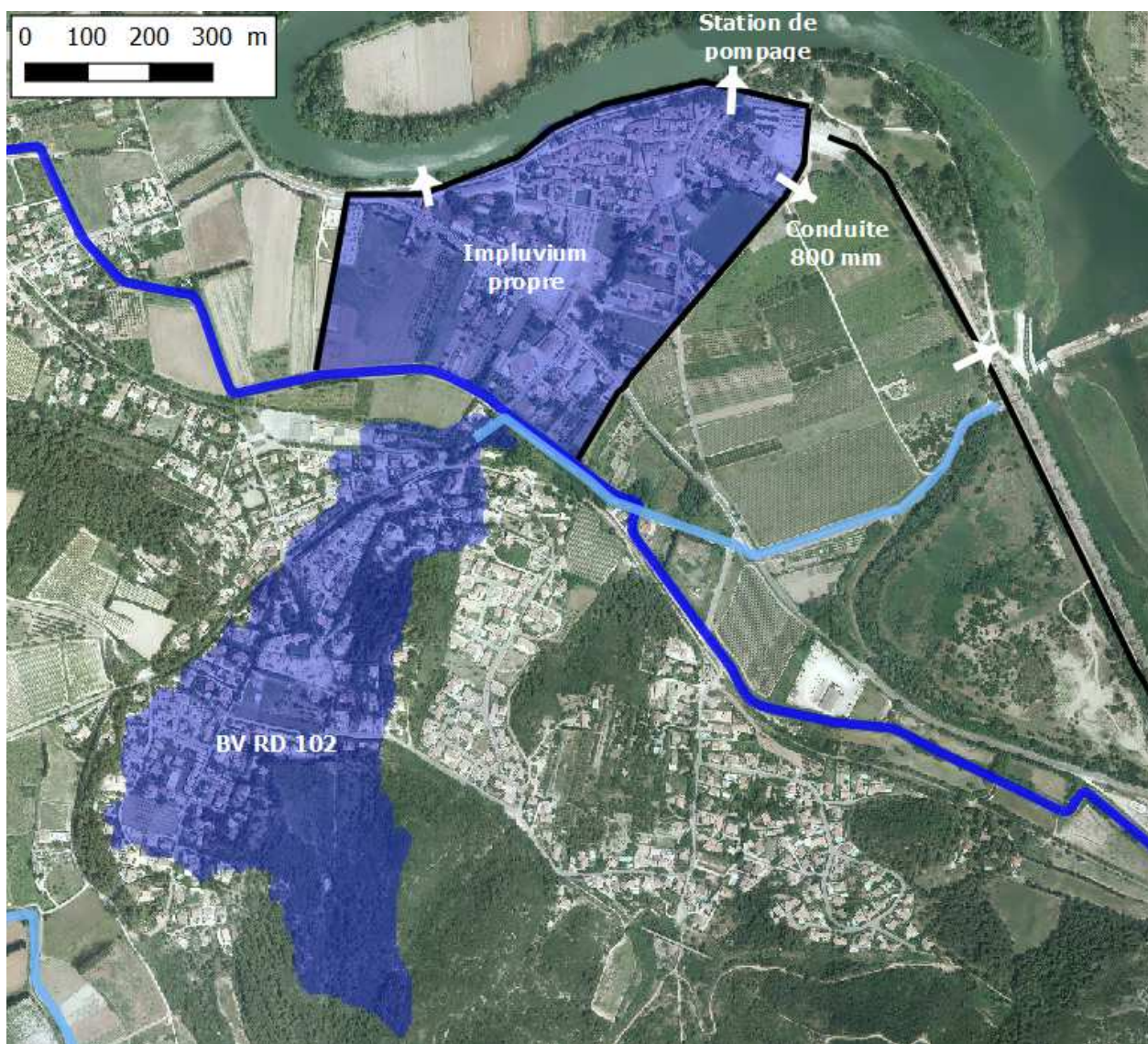


Figure 23 : Bassin versant drainé par la RD102

3.2 MODELISATION HYDROLOGIQUE

3.2.1 PRESENTATION DU MODELE

Pour étudier la problématique du ruissellement, un modèle hydrologique a été réalisé incluant :

- 3 sous-bassins versants :
 - Impluvium du casier des baisses
 - Impluvium du village
 - Impluvium du quartier de Cabanis (0,26 km²).
- les casiers de stockage que constituent le village et le casier des Baisses (représentés par leur loi hauteur/surface),
- les échanges :
 - entre ces deux casiers via la conduite de 800 mm et le déversoir (cote 12,7 m NGF, longueur 40m),
 - entre chacun de ces casiers et le Gardon via les stations de pompage (en considérant un niveau haut du Gardon) ou les vannes et conduites gravitaires (en considérant un niveau bas du Gardon).

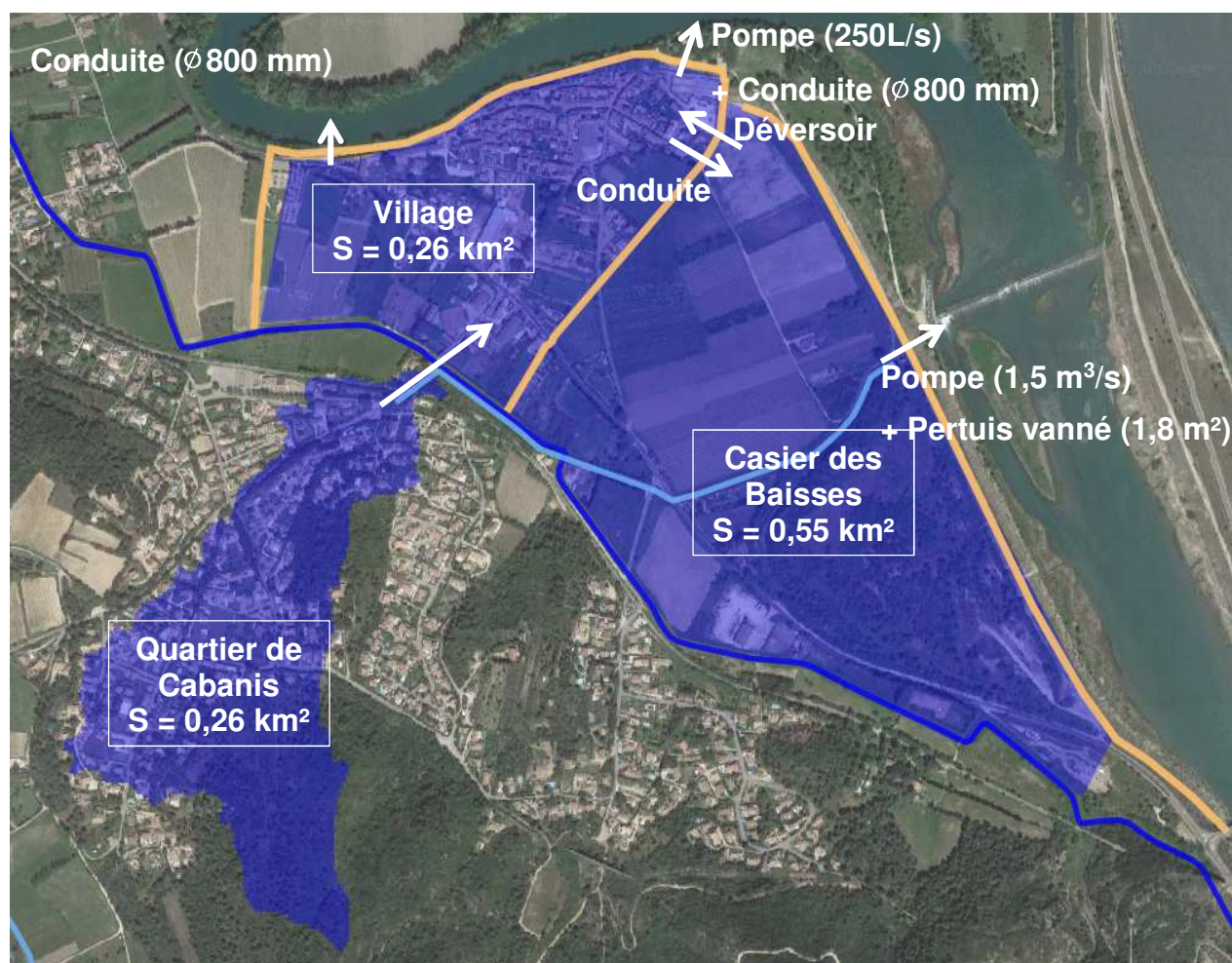


Figure 24 : Schéma du modèle hydrologique

3.2.2 DEFINITION DES PLUIES DE PROJET

Les pluies de projet sont estimées à partir des coefficients de Montana (2019) de la station de Nîmes-Courbessac, déterminés par Météo France. Ces coefficients sont les suivants :

Coefficient de Montana 1h-3h			Coefficient de Montana 1h-24h		
T (ans)	a	b	T (ans)	a	b
5	14.658	0.684	5	20.401	0.753
10	15.357	0.649	10	23.85	0.741
20	15.343	0.609	20	26.615	0.725
50	14.463	0.549	50	29.413	0.699
100	13.394	0.5	100	30.9	0.676

Tableau 7 : Coefficients de Montana à Nîmes-Courbessac (Source Météo France)

Les cumuls obtenus pour différentes durées pour les crues de période de retour 2 ans, 5 ans, 10 ans, 20 ans, 50 ans et 100 ans sont présentés dans le tableau suivant.

	P1h (mm)	P3h (mm)	P6h (mm)	P12h (mm)
T = 2 ans*	37	46	54	62
T = 5 ans	54	76	87	104
T = 10 ans	65	95	110	131
T = 20 ans	76	117	134	163
T = 50 ans	92	150	173	213
T = 100 ans	104	180	208	261

Tableau 8 : Cumuls pluviométriques retenus

- Valeurs obtenues par ajustement de Gumbel entre 5 ans et 10 ans.

Les hyétoigrammes correspondants sont présentés ci-dessous pour T = 10 ans et T = 100 ans.

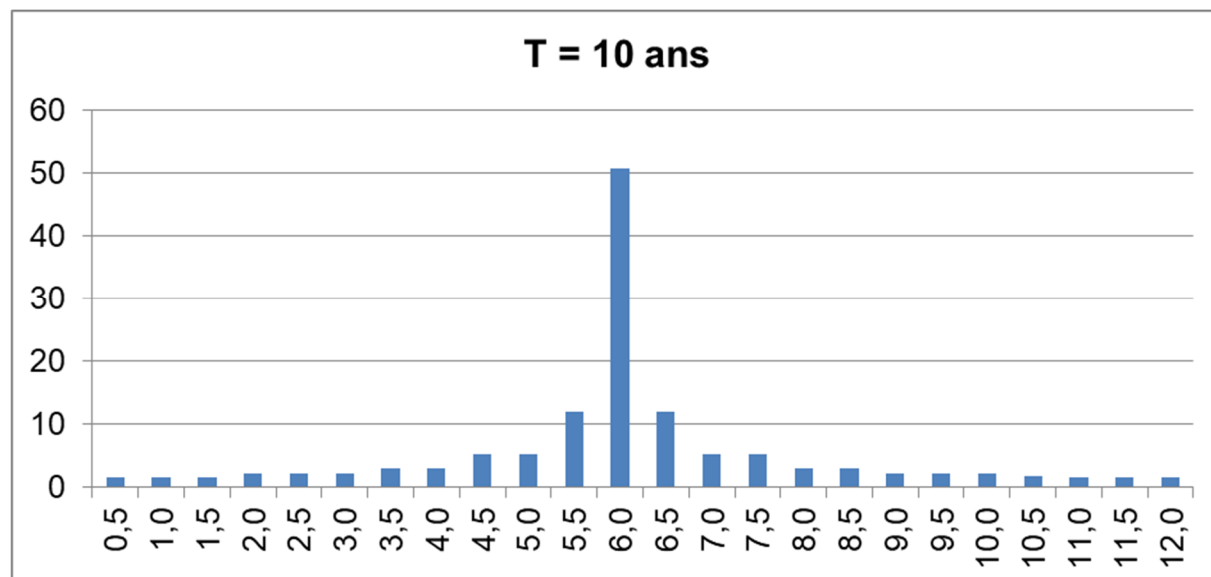


Figure 25 : Hyétoigramme de période de retour 10 ans

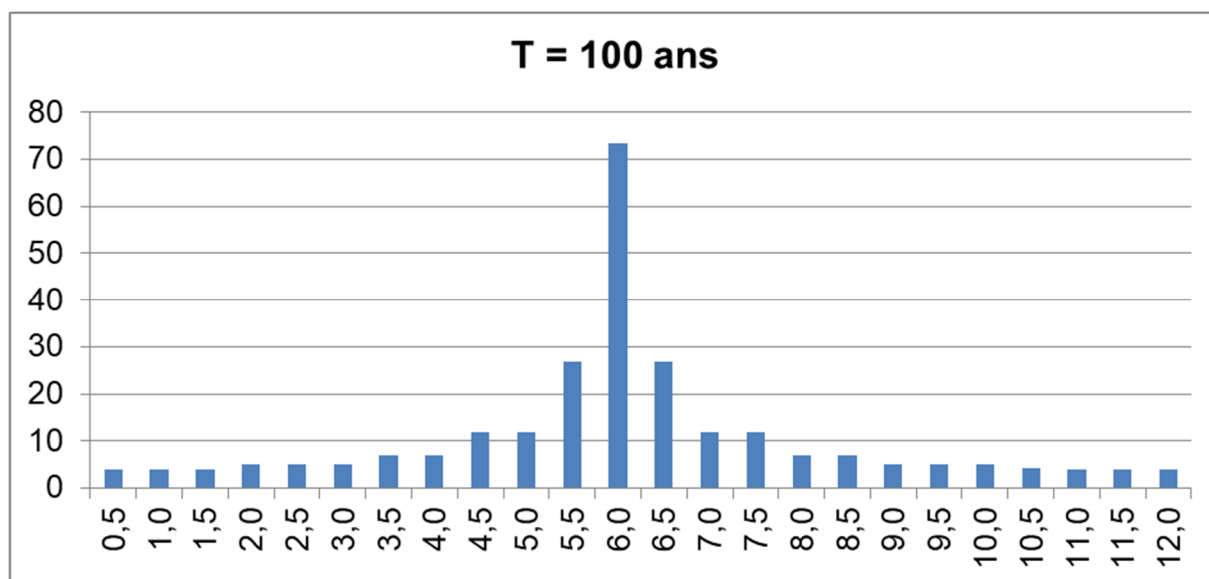


Figure 26 : Hyétoگرامme de période de retour 100 ans

3.2.3 RESULTATS DE LA MODELISATION

3.2.3.1 Situations étudiées

Deux situations ont été modélisées :

- Situation 1 : le Rhône et/ou le Gardon sont en crue avec des niveaux d'eau supérieurs à 11 m NGF (pendant au moins 45h) ; les ouvrages de vidange gravitaire vers le Gardon sont fermés ; la vidange du village et du casier des Baisses n'est possible qu'avec les 2 pompes ;
- Situation 2 : le Rhône et/ou le Gardon ne sont pas en crue :
 - la vidange du village se fait en gravitaire par la conduite pluviale au niveau des 8 vannes, la conduite entre le village et le casier des Baisses et la conduite au niveau des Arènes,
 - la vidange du casier des Baisses se fait en gravitaire par un pertuis situé à l'exutoire du Grand Valat.

Il est difficile d'affecter des probabilités à chacune de ces situations. On peut néanmoins apporter les éclairages suivants :

- la situation 1 correspond à un dépassement de longue durée (45 h) qui est peu probable pour le Gardon (crue rapide) et probable pour une crue généralisée du Rhône ;
- s'agissant d'une longue crue généralisée du Rhône (de type 2003), la situation 1 est associée à un contexte météorologique qui ne correspond pas à celui susceptible de générer une crue cévenole sur les bassins locaux.

La situation 1 apparaît ainsi très improbable (ordre de grandeur de 1%). Cette probabilité est à multiplier par les probabilités d'occurrence des crues (1% à 10%).

3.2.3.2 Situation 1 : Rhône et/ou Gardon en crue

Dans cette situation, les flux sont les suivants :

- Pluie sur les 3 bassins versants (Cabanis, Village, Baisses),
- Conduite entre le village et les Baisses lorsque $Z_{\text{Baisses}} < Z_{\text{village}}$,
- Déversoir entre les Baisses et le village lorsque $Z_{\text{Baisses}} > 12,7$ m NGF,
- Pompe entre le village et le Gardon (250 l/s),
- Pompe entre les Baisses et le Gardon (1500 l/s).

Les résultats sont présentés dans le tableau suivant.

	BV du village			Casier des baisses			BV de Cabanis	
Période de retour	Débit de pointe (m³/s)	Volume ruissellé (m³)	Niveau max atteint (m NGF)	Débit de pointe (m³/s)	Volume ruissellé (m³)	Niveau max atteint (m NGF)	Débit de pointe (m³/s)	Volume ruissellé (m³)
2 ans	3,6	10 000	11,1	0,7	2 000	9,0	2,7	7 000
5 ans	5,5	20 000	11,3	3,7	11 000	9,2	4,6	16 000
10 ans	6,7	27 000	11,4	5,9	19 000	9,5	5,9	22 000
20 ans	7,9	34 000	11,5	8,4	30 000	9,8	7,0	30 000
50 ans	9,3	47 000	11,7	11,8	51 000	10,2	8,5	42 000
100 ans	10,3	59 000	11,8	14,5	71 000	10,5	9,5	53 000

Tableau 9 : Résultats du ruissellement pluvial - Niveau du Gardon et/ou du Rhône haut

3.2.3.3 Situation 2 : niveaux du Rhône et du Gardon bas

Dans cette situation, les flux sont les suivants :

- Pluie sur les 3 bassins versants (Cabanis, Village, Baisses),
- Conduite entre le village et les Baisses lorsque $Z_{\text{Baisses}} < Z_{\text{village}}$,
- Déversoir entre les Baisses et le village lorsque $Z_{\text{Baisses}} > 12,7$ m NGF,
- Conduite entre le village et le Gardon ($\varnothing 800$ mm),
- Conduite des Arènes entre le village et le Gardon ($\varnothing 800$ mm),
- Pertuis entre les Baisses et le Gardon ($S = 1,8$ m²).

Les résultats sont présentés dans le tableau suivant.

	BV du village			Casier des baisses			BV de Cabanis	
Période de retour	Débit de pointe (m³/s)	Volume ruissellé (m³)	Niveau max atteint (m NGF)	Débit de pointe (m³/s)	Volume ruissellé (m³)	Niveau max atteint (m NGF)	Débit de pointe (m³/s)	Volume ruissellé (m³)
2 ans	3,6	10 000	11,1	0,7	2 000	8,9	2,7	7 000
5 ans	5,5	20 000	11,3	3,7	11 000	9,3	4,6	16 000
10 ans	6,7	27 000	11,4	5,9	19 000	9,5	5,9	22 000
20 ans	7,9	34 000	11,5	8,4	30 000	9,6	7,0	30 000
50 ans	9,3	47 000	11,6	11,8	51 000	9,9	8,5	42 000
100 ans	10,3	59 000	11,8	14,5	71 000	10,1	9,5	53 000

Tableau 10 : Résultats du ruissellement pluvial - Niveau du Gardon et/ou du Rhône bas

3.3 CONCLUSION

Les niveaux d'eau maximum atteints au droit du village sont proches dans les deux situations. Cependant, le volume d'eau et la durée d'inondation sont différents dans les deux situations, comme l'illustre les deux graphes suivants présentant l'évolution du niveau d'eau dans le village pour les crues de période de retour 10 ans et 100 ans.

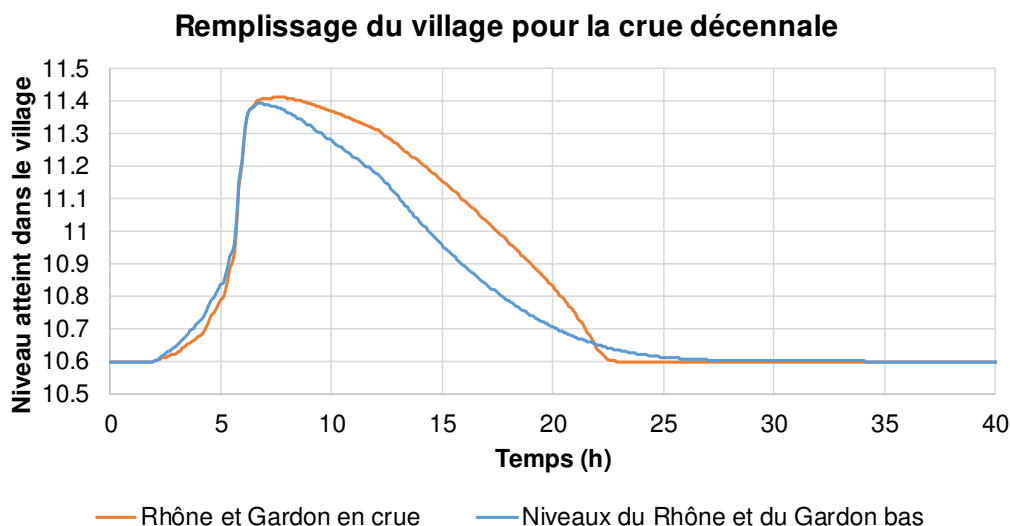


Figure 27 : Remplissage du casier du village pour la crue décennale

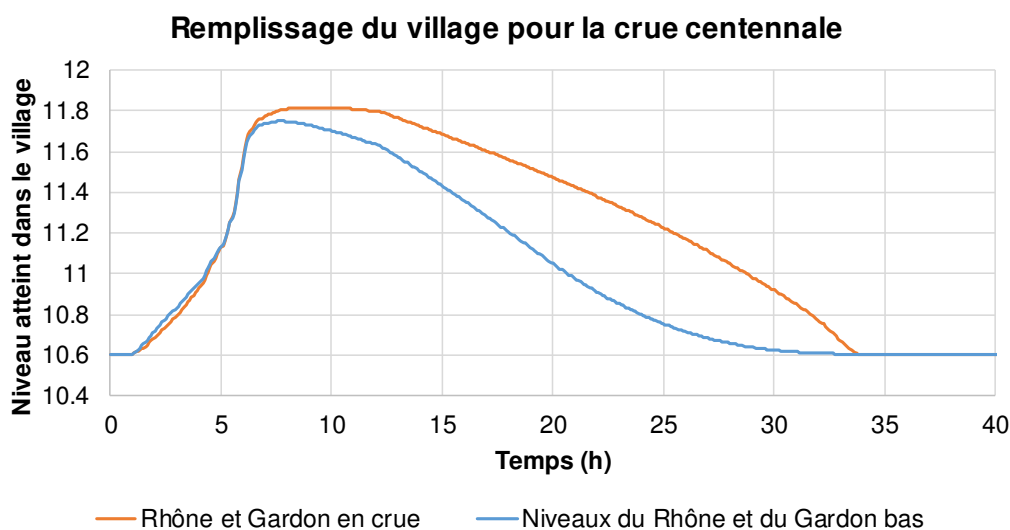


Figure 28 : Remplissage du casier du village pour la crue centennale

Jusqu'à une période de retour 100 ans, le ruissellement lié à l'impluvium propre du casier des Baisses ne peut conduire à l'inondation du village via le déversoir entre le casier et le village.

En revanche, pour les différentes périodes de retour, les quartiers des Arènes et du stade et tout le secteur au nord de la RD986L sont susceptibles d'être plus ou moins inondés par le ruissellement lié à l'impluvium propre du village et du quartier de Cabanis. La capacité d'évacuation du pluvial est limitée et vite saturée. Les zones inondées sont illustrées, pour la pluie décennale et centennale, par les extraits cartographiques ci-dessous.

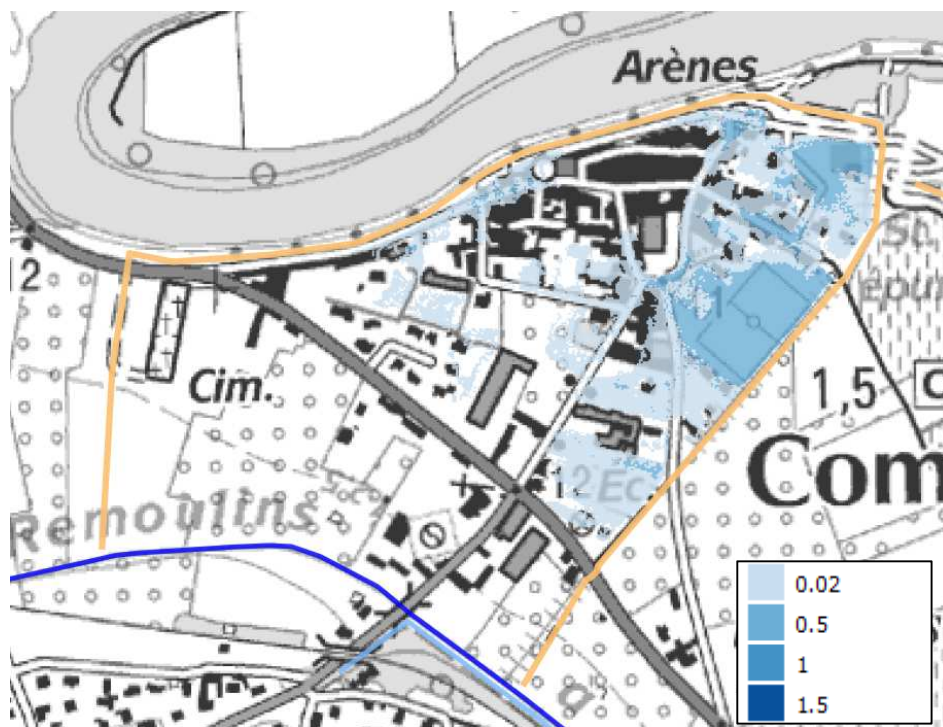


Figure 29 : Zone inondée dans le village pour un niveau de 11,4 m NGF

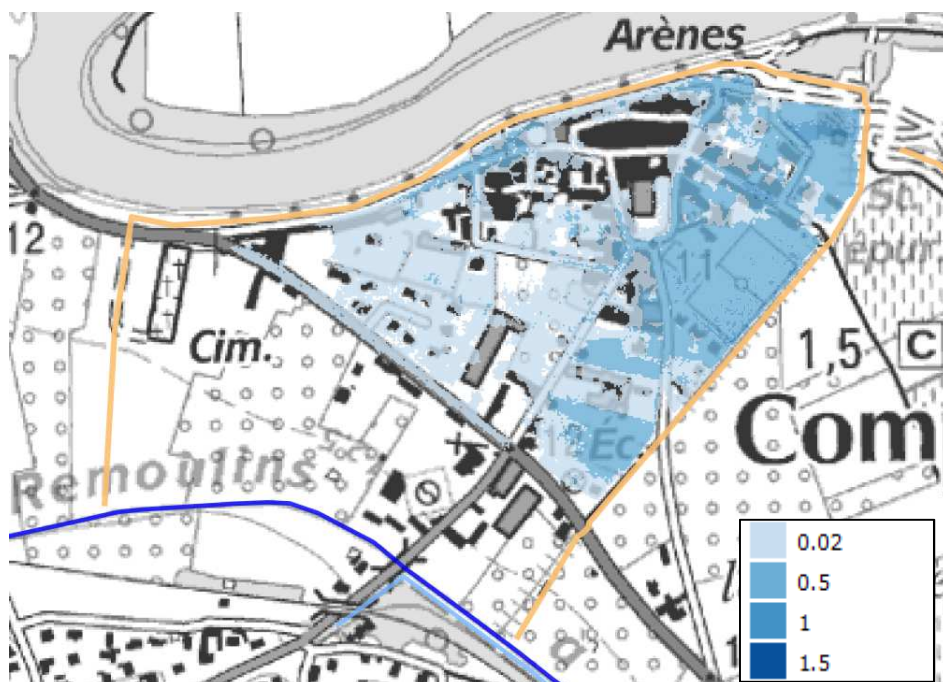


Figure 30 : Zone inondée dans le village pour un niveau de 11,8 m NGF

4 DIAGNOSTIC HYDRAULIQUE DU CANAL

4.1 PREAMBULE

Le présent chapitre vise à établir un diagnostic du canal d'irrigation vis-à-vis de ces risques. Il comprend deux parties :

- un diagnostic hydraulique qui vise à apprécier les possibilités de mise en eau du canal ;
- un diagnostic structurel qui vise à apprécier la capacité du canal à supporter sans rupture cette mise en eau.

4.2 PRESENTATION DU CANAL

4.2.1 DESCRIPTION GENERAL DU CANAL

Le canal d'irrigation de Beaucaire a été construit au milieu de 19^{ème} siècle. Il a ensuite progressivement fait l'objet de modernisation et de sécurisation d'alimentation en eau. Le prélèvement dans le Gardon, permettait ainsi d'alimenter gravitairement tout un périmètre viticole pour lutter contre le phylloxera.

Progressivement, le développement des systèmes de pompage et le contexte d'après guerre ont permis la mise en place des rizières qui se sont substituées en grande partie à la vigne dans les années 60.

Le canal et le système associé comprend :

- le canal principal, long de 34 km ;
- 5 filioles (canaux secondaires d'une longueur totale de 24 km), situées dans la partie amont du canal entre Beaucaire et Fourques ;
- de très nombreux ouvrages : martelières (vannes de sectionnement du canal principal) et martelières (vannes de prise), stations de pompes, siphons, seuils etc.

Le canal principal présente, sur une grande partie du linéaire, des caractéristiques d'un cours d'eau naturel parfois en déblai et parfois en déblai/remblai avec des cavaliers latéraux. Il est rarement cuvelé et son profil en travers est irrégulier.

Suite à la dégradation du seuil de Lafoux lors de la crue historique de 2002 (seuil dans le Gardon permettant la prise d'eau), une étude a été réalisée afin d'apprécier les enjeux associés au canal et les investissements à réaliser pour assurer sa pérennité et sa mise en conformité sur le plan réglementaire.

A la suite de cette étude, faute de consensus des différents acteurs sur les suites à donner, les montants à engager et les modes de financement, la partie amont du canal entre Remoulins et la station de pompage de la Bagnade a été abandonnée. Il est aujourd'hui à sec et ses ouvrages ne font plus l'objet d'une surveillance et d'un entretien.

4.2.2 DESCRIPTION DU CANAL AU SUD DU VILLAGE

4.2.2.1 Section courante

Au sud du village de Comps, le canal a été réalisé en déblai/remblai : les produits des excavations ont été mis en remblai le long du canal pour constituer des cavaliers. Les digues communales « retour amont » et « retour aval » de Comps se referment sur le cavalier rive gauche du canal.

Les photographies suivantes (source EPTB Gardons) ont été prises suite à une campagne de débroussaillage.

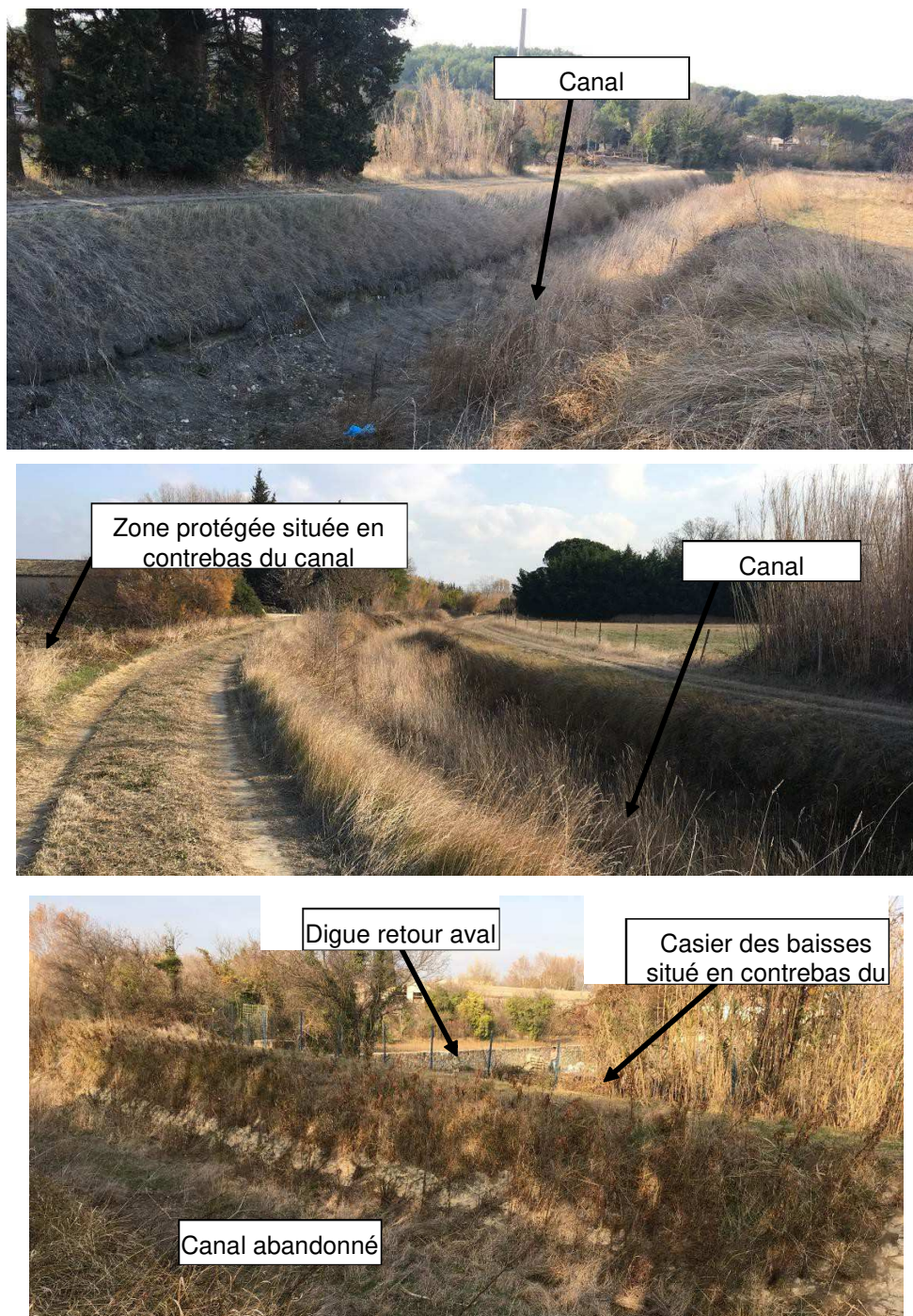


Figure 31 : Photographies du canal (Source EPTB Gardons)

Les levés topographiques suivants ont été réalisés en 2019 dans le cadre de la présente étude :

- plan topographique au 1/500^{ème} incluant le Grand Valat et le canal entre la digue « retour amont » et le pont canal,
- 19 profils en travers du Grand Valat et/ou du canal,
- 1 seuil en amont du tunnel du Grand Valat,
- 3 ouvrages sur le Grand Valat.

Les dimensions approximatives du canal et du cavalier de rive gauche sont présentées dans le tableau suivant.

Linéaire du canal entre la digue « retour amont » et la digue « retour aval »	470 m
Largeur au miroir	6 à 9 m
Profondeur (depuis la crête du cavalier jusqu'au fond du canal)	1,8 à 4,4 m
Largeur en crête du cavalier	0,3 à 5,0 m
Hauteur de la digue au-dessus du terrain naturel coté zone protégée	0,4 à 2,1 m
Altimétrie de la crête (ouest du siphon)	15,0 à 15,6 m
Altimétrie de la crête (est du siphon)	14,5 à 15,1 m

Tableau 11 : Dimensions du canal et du cavalier rive gauche

4.2.2.2 Siphon

Le canal passe en siphon sous le pont de la route départementale 102. Ce siphon est un ouvrage mixte constitué de béton et de maçonnerie. La section d'écoulement est assurée par 3 conduites de diamètre 900 mm.



Figure 32 : Photo du siphon

4.2.2.3 Foncier

L'ASA du Canal d'irrigation est propriétaire des parcelles du canal. La précision du cadastre ne permet pas d'affirmer que cette propriété inclut l'intégralité du cavalier. Elle semble limitée à la crête de l'ouvrage à l'ouest du siphon.

Selon le géomètre en charge des levés, sur le tronçon entre les digues de retour amont et aval, l'accès au pied de l'ouvrage coté zone protégée lui a été refusé par le propriétaire riverain à l'est du siphon.

4.2.2.4 Ouvrages traversants

Les ouvrages traversants entre la digue de retour amont et le pont canal sont localisés sur l'extrait de carte ci-dessous. On dénombre 12 martelières entre la digue « retour amont » et le pont canal qui permettaient la prise d'eau depuis le canal. Ces martelières et leurs systèmes d'obturation apparaissent aujourd'hui particulièrement dégradés.

D'après notre visite, la majorité des martelières sont en position fermée, au moins un des ouvrages (photo en bas à droite) ne dispose plus de martelière.



Figure 33 : Photos des ouvrages traversants

4.2.2.5 Etat de l'ouvrage en 2019

Deux visites de l'ouvrage ont été réalisées par ISL en 2018 (17/09 et 20/12). Les photographies suivantes ont été prises lors de ces visites.

Les cavaliers sont des remblais végétalisés. La crête, non revetue, est carrossable pour un véhicule léger mais probablement pas par tout temps.

Des perrés en béton ou en maçonnerie sont localement visibles par endroit sous la végétation en partie basse du talus. La végétation (même après débroussaillage) ne permet de déterminer ni leurs états, ni leurs extensions. Des loupes de glissement sur les zones les plus raides des talus conduisent à supposer qu'ils ne recouvrent qu'une partie de la berge. Les parties en béton, dont les emprises sont réduites sont probablement des « rustines » mises en œuvre suite à des défaillances de l'étanchéité du canal.

L'inspection s'est concentrée sur la partie située entre la digue « retour amont » et la digue « retour aval ».

De nombreux désordres ont pu être observés :

- talus irrégulier avec loupe de glissement ou effondrement par pan coté canal ;
- arbustes localisés sur la berge en partie supérieure coté canal ou coté zone protégée (dans la zone en remblai) ;
- Maçonnerie dégradée (déjointoiement, pierres manquantes, fractures) au droit des vannes ou au raccordement avec le siphon ;
- Affaissement de la crête au droit de martelière pouvant être lié à un endommagement de la structure sous-jacente ou à un phénomène d'érosion interne.



Talus irrégulier



Arbuste dans le talus



Arbustes dans le talus



Maçonnerie dégradée




 <p>Arbustes dans le talus</p>	 <p>Béton sur le talus</p>
 <p>Affaissement de la crête</p>	

Tableau 12 : Photos du cavalier rive gauche du canal

4.3 BILAN DES RECONNAISSANCES GEOTECHNIQUE

4.3.1 DESCRIPTION DE LA CAMPAGNE

Le canal est implanté dans la plaine alluviale commune au Rhône et au Gardon. Une campagne de reconnaissances géotechniques a été réalisée dans le cadre de la présente étude dans le périmètre situé entre les digues « retour amont » et « retour aval ». Les reconnaissances ont été réalisées par Esiris en 2019 sur la base d'un programme établi par ISL. L'extrait de carte suivant localise les sondages réalisés.

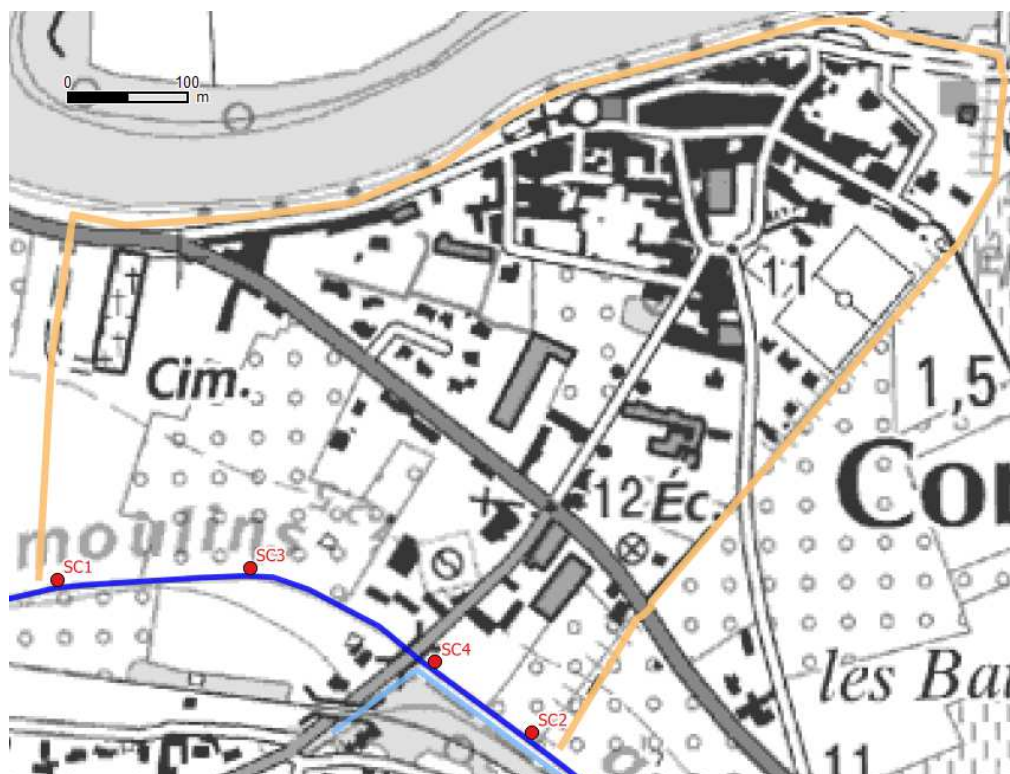


Figure 34 : Localisation des sondages

Les reconnaissances ont compris les investigations in-situ et essais de laboratoires figurés dans les tableaux suivants.

Type de sondage	N° de sondage	Profondeur atteinte (m/TN actuel)*	Cote altimétrique de la tête du sondage (NGF)**
Sondage au carottier LS Ø114 mm	SC1	5.0	15.36
	SC2	5.0	14.74
	SC3	5.5	15.44
	SC4	8.0	14.51

Figure 35 : Sondages réalisés

Type d'essai de perméabilité in situ	Sondage de référence	Dénomination	Profondeur (m)
Essai NASBERG norme NF EN 22282-2	SC3	E1	1.5 à 2.6
	SC3	E2	3.5 à 4.5
	SC4	E1	1.0 à 2.0
	SC4	E2	3.0 à 4.0

Figure 36 : Essais de perméabilité réalisés

Identification des sols	Sondage	Nombre	Norme
Teneur en eau pondérale W	SC1	2	NF P 94-050
	SC2	1	
	SC3	1	
	SC4	2	
Analyse granulométrique par tamisage	SC1	2	NF EN ISO 17892-4
	SC2	1	
	SC3	1	
	SC4	2	
Valeur au bleu du sol (VBS)	SC1	2	NF P 94-068
	SC2	1	
	SC3	1	
	SC4	2	
Classification des sols (GTR 2000)	SC1	2	NF P 11-300
	SC2	1	
	SC3	1	
	SC4	2	

Figure 37 : Essais en laboratoire réalisés

4.3.2 NIVEAU DE LA NAPPE

La nappe n'a pas été rencontrée y compris dans les forages les plus profonds : -8m/TN, soit environ 7 m NGF. Ce résultat n'est pas surprenant car le niveau du Gardon est de l'ordre de :

- 6,9 m NGF en amont du seuil de Vallabrègue,
- 4,2 m NGF en aval du seuil.

4.3.3 BILAN DES ESSAIS D'IDENTIFICATION EN LABORATOIRE

Le tableau suivant présente la synthèse des essais d'identification en laboratoire. A noter, ils ont été réalisés sur une sélection d'échantillons réalisée par ISL en privilégiant les matériaux sableux qui sont les plus sensibles à l'érosion interne.

Les matériaux identifiés sont des matériaux de type A1 à B5 (limons sableux à sables peu limoneux).

Sondage	Profondeur de l'échantillon (m/TN)	Nature du terrain	Résultats					
			w (%)	<80µm (%)	<2mm (%)	Dmax mm	VBS	Classe GTR
SC1	1.05 à 2.00	Limon sableux	9.2	58.8	99.5	10.0	1.8	A1
SC1	4.15 à 5.00	Sable légèrement limoneux à graviers	3.0	12.1	50.4	25.0	0.2	B5
SC2	0.70 à 1.00	Sable fin limoneux	3.7	59.0	98.4	8.0	1.2	A1
SC3	1.50 à 2.50	Sable fin limoneux à graviers	5.8	48.0	98.5	25.0	0.9	A1
SC4	0.25 à 0.85	Sable fin limoneux à graviers	2.5	51.4	96.0	20.0	0.9	A1
SC4	1.40 à 2.40	Sable légèrement limoneux à graviers	4.9	34.7	93.6	16.0	0.6	B5

Figure 38 : Identification des matériaux

4.3.4 NATURE DES MATERIAUX

4.3.4.1 Matériaux de la digue

Selon les essais d'identification et les logs des sondages, la digue est constituée de limons sableux et sables fins limoneux avec quelques graviers et galets (principalement A1 et C1A1). Des passages plus sableux, de type B5 à C1B5 sont probables.

4.3.4.2 Matériaux de la fondation

La fondation est composée de matériaux similaires avec localement des passes plus argileuses (A2) ou plus graveleuses (C1A2 à C1B5). Cette classification résulte des reconnaissances disponibles au droit des digues communales de Comps.

4.3.4.3 Perméabilité

Les tableaux suivant présentent le bilan des essais de perméabilité.

Sondage	Essai réalisé	Profondeur de l'essai (m/TN)	Nature du terrain testé	Perméabilités mesurées (m/s)	Perméabilité retenue (m/s)
SC3	Nasberg - E1	1.5 à 2.6	Limon sableux	Phase injection : 4.5×10^{-6} Phase redescende : 3.3×10^{-6}	4×10^{-6}
	Nasberg - E2	3.5 à 4.5	Limon sableux	Phase injection : 4.1×10^{-6} Phase redescende : 3.7×10^{-6}	4×10^{-6}

Figure 39 : Essais de perméabilité sur SC3

Sondage	Essai réalisé	Profondeur de l'essai (m/TN)	Nature du terrain testé	Perméabilités mesurées (m/s)	Perméabilité retenue (m/s)
SC4	Nasberg – E1	1.0 à 2.0	Sable fin limoneux	Phase injection : 6.7×10^{-6} Phase redescende : 5.2×10^{-6}	6×10^{-6}
	Nasberg – E2	3.0 à 4.0	Limon sableux	Phase injection : 4.5×10^{-6} Phase redescende : 3.6×10^{-6}	4×10^{-6}

Figure 40 : Essais de perméabilité sur SC4

Les essais conduisent à des estimations de perméabilité verticale comparable pour la digue et la sa fondation et de l'ordre de 10^{-5} m/s. Cette valeur est cohérente avec la nature des matériaux.

4.4 FONCTIONNEMENT HYDRAULIQUE DU CANAL

4.4.1 REMPLISSAGE DU CANAL PAR RUISSELLEMENT

Dans les zones où le canal n'est pas en remblai, le canal reçoit de manière diffuse les eaux de ruissellement. Etant donné le linéaire concerné (environ 12 km en amont de Comps), ces apports ne peuvent être quantifiés.

Par ailleurs, le canal intersecte des cours d'eau sur son parcours, et il ne peut être exclu qu'un affluent en crue se déverse dans le canal.

4.4.2 COMMUNICATION ENTRE LE CANAL ET LE GARDON OU LE RHONE

La carte suivante présente le zonage du PPRI du Gardon aval. Le canal (représenté en bleu sur la carte) communique avec la zone inondée du PPRI sur tout son parcours (aussi bien en amont qu'en aval et dans la traversée du village).

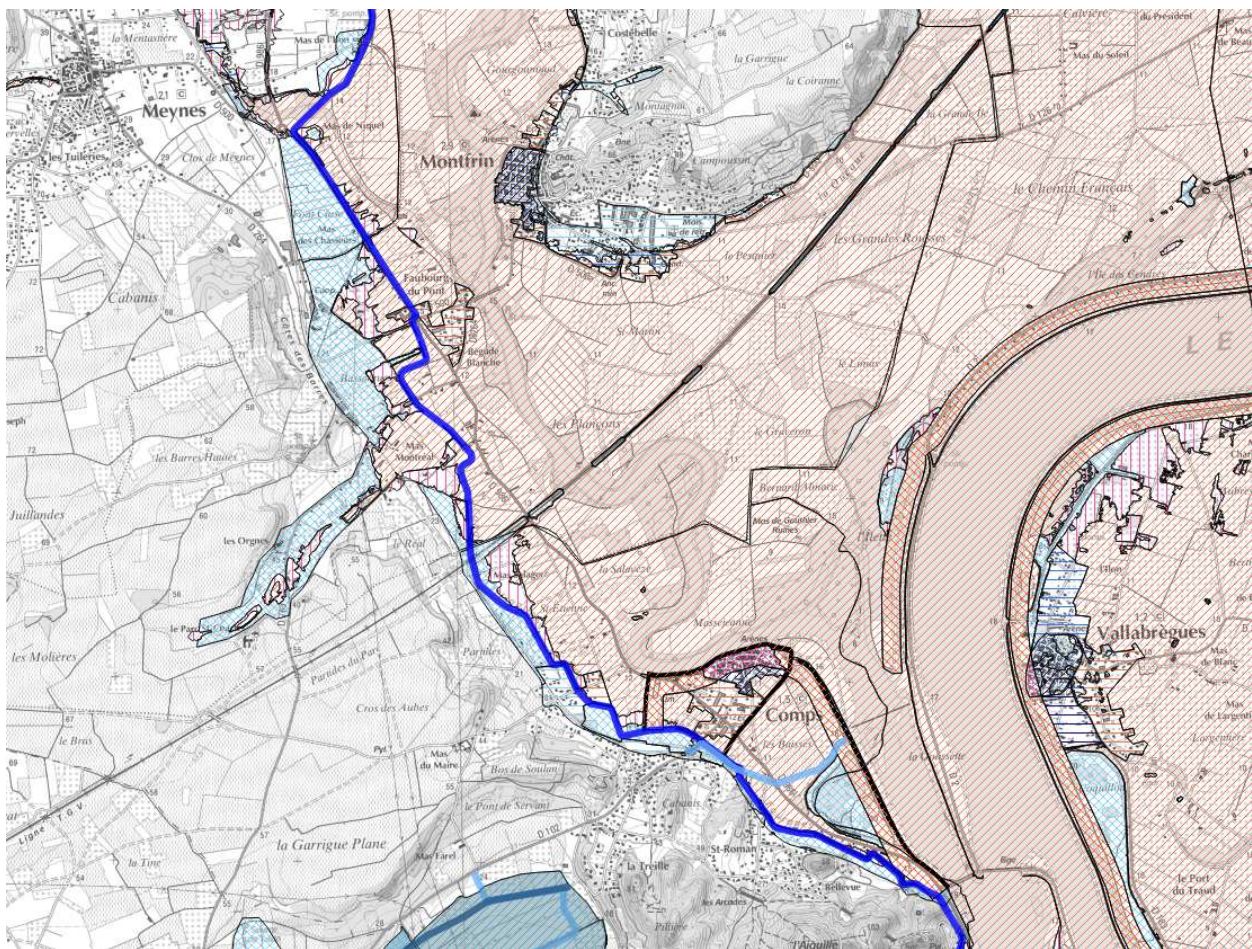


Figure 41 : PPRI du Gardon aval

Ces éléments permettent de conclure qu'en cas de crue importante du Gardon et/ou du Rhône, le niveau d'eau dans le canal peut être identique à celui de ces cours d'eau. Ce point n'a pas pu être confirmé par les observateurs lors des crues de 2002 et 2003. Toutefois, l'abandon du canal ne fait qu'en renforcer la probabilité d'occurrence.

Les niveaux atteints dans la plaine de Comps pour les crues de 2002 et 2003 sont les suivants :

- crue de 2002 :
 - $Z_{\text{eau}} = 14,6 \text{ à } 14,7 \text{ mNGF } (\pm 20 \text{ cm})$ à la vierge de Comps en amont de la digue retour amont,
 - $Z_{\text{eau}} = 14,1 \text{ mNGF } (\pm 20 \text{ cm})$ au boulodrome en amont de la digue de retour aval ;
- crue de 2003 : $Z_{\text{eau}} = 14,6 \text{ mNGF } (\pm 20 \text{ cm})$.

Dans l'état actuel, le déversoir CNR fixe le niveau de protection du village de Comps à une cote de 14,1 m NGF. Lorsque cette cote est atteinte, le casier des Baisses se remplit rapidement (quelques heures suivant l'hydrogramme considéré) et submerge ensuite le village via le déversoir de Comps calé à 12,7 m NGF.

Le village de Comps n'est réellement protégé contre une crue atteignant une cote de 14,1 m NGF (cote du déversoir CNR) que si :

- les cavaliers du canal sont en mesure de supporter cette charge,
- les nombreux ouvrages de prise traversant la digue du canal sont effectivement fermés (12 ouvrages relevés sur le terrain).

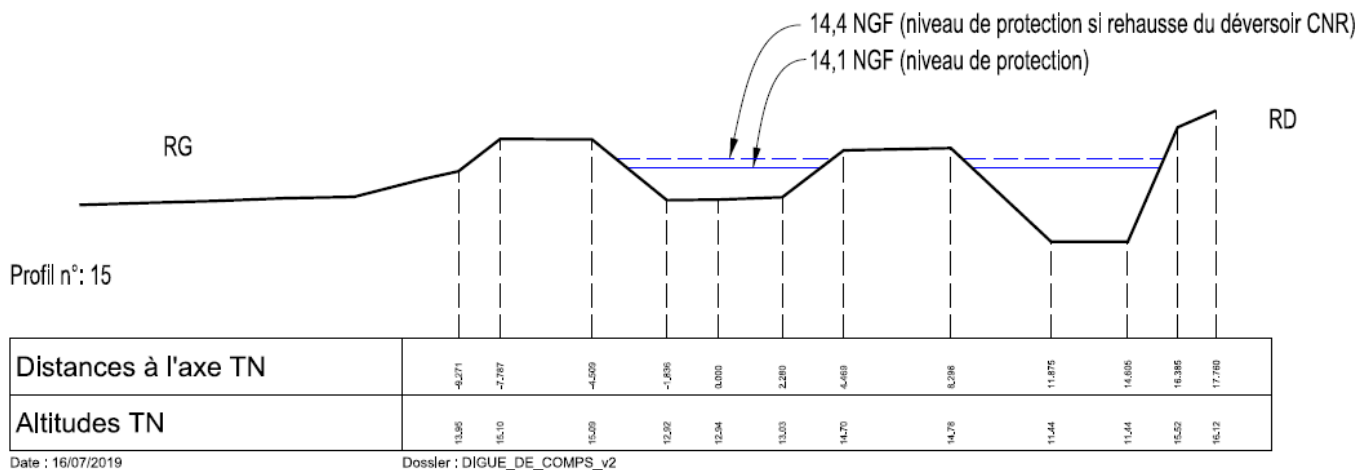
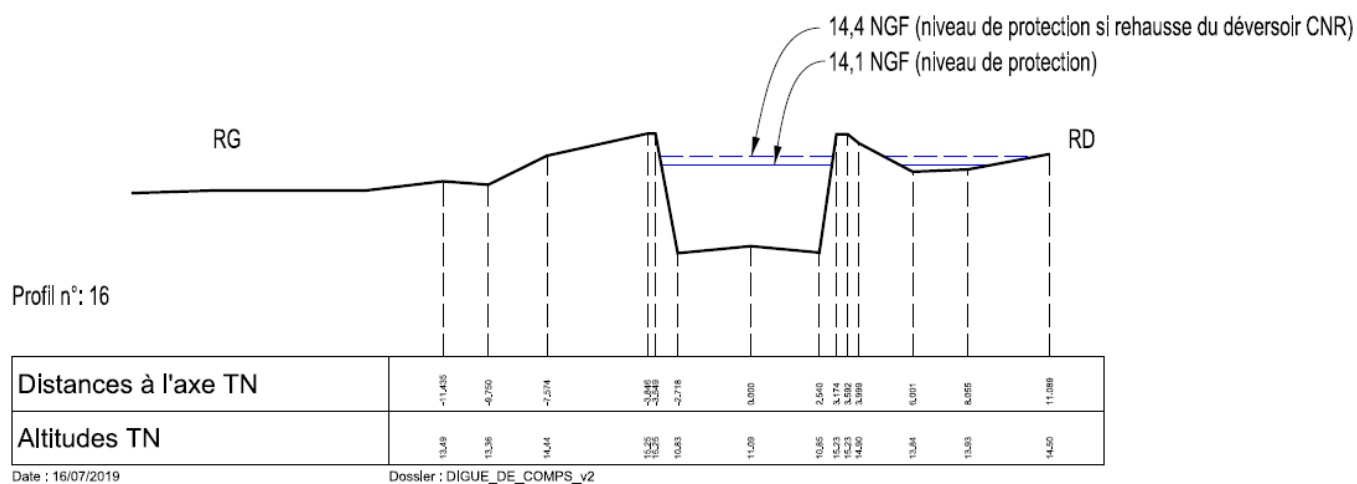
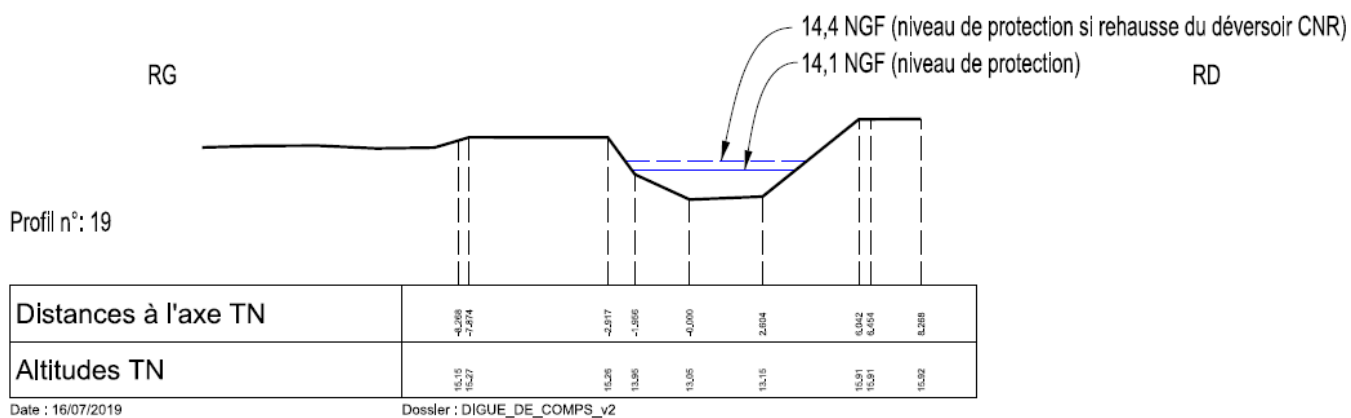
4.4.3 SOLLICITATIONS HYDRAULIQUES DU CANAL

La carte et les graphes suivants présentent les profils en travers du canal avec les cotes d'eau atteintes pour le niveau de protection (14,1 m NGF) et pour le futur niveau de protection si le déversoir CNR est rehaussé (14,4 m NGF).



Figure 42 : Localisation des profils en travers

Si le canal entre en communication avec le niveau dans la plaine (14,1 ou 14,4 m NGF), le canal se remplit. Les graphiques suivants illustrent les niveaux d'eau attendus sur la base des profils en travers localisés sur la Figure 42.



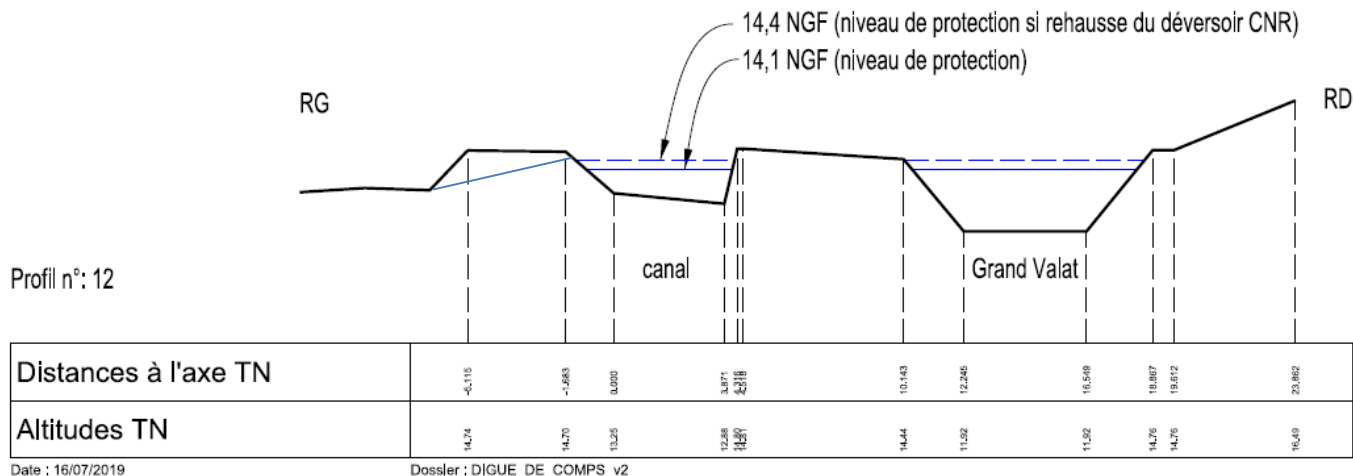
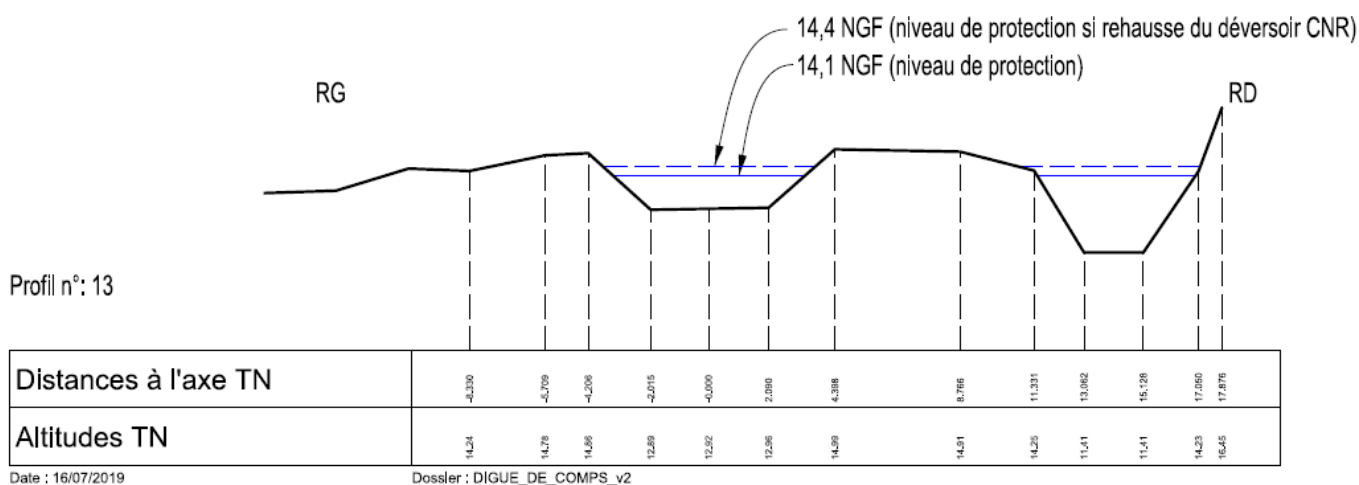
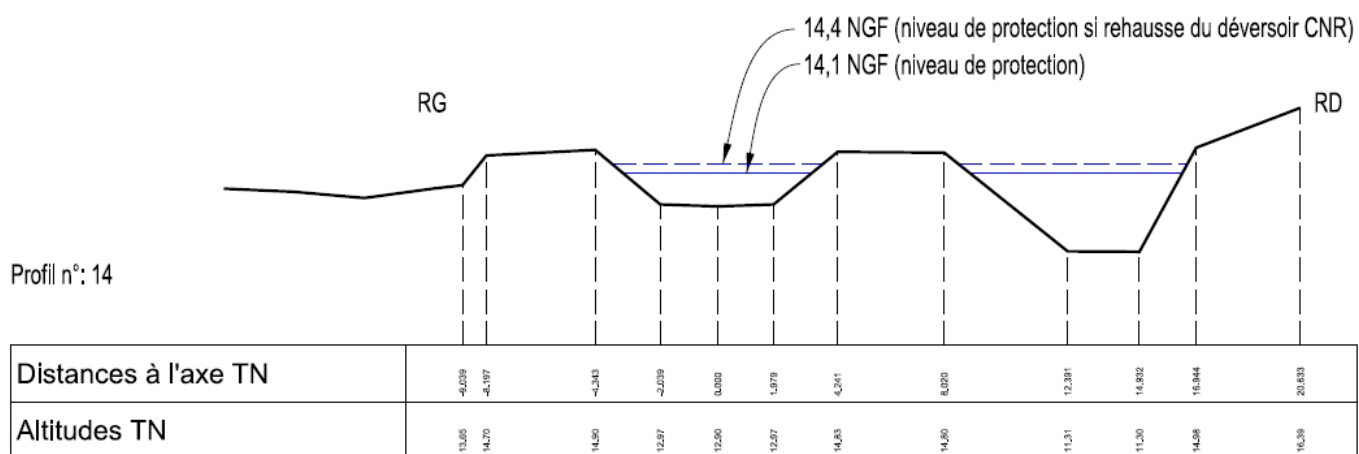


Figure 43 : Profils en travers et niveau d'eau pour les niveaux de protection

Une rupture d'un cavalier du canal conduira à l'inondation du village :

- inondation directe si la rupture se produit en rive gauche entre la digue « retour amont » et la digue « retour aval » (profil 19 à profil 14) ;
- inondation indirecte si la rupture se produit :
 - en rive gauche en aval de la digue « retour aval », via le casier des baisses (profil 13, 12 et au-delà),

- en rive droite en aval du pont de la RD102 via le Valat qui a pour exutoire le casier des baisses (profil 16 à profil 12 et au-delà).

Dés lors, il apparaît que le linéaire de cavalier à sécuriser est important, comme le montre la figure suivante : de manière certaine sur 1,5 km en rive gauche et sans doute sur 1,2 km en rive droite alors que le système d'endiguement actuel (digue retour amont, digue longitudinale et digue CNR jusqu'au pont du barrage de Vallabrègues) ne représente que 1,1 km.

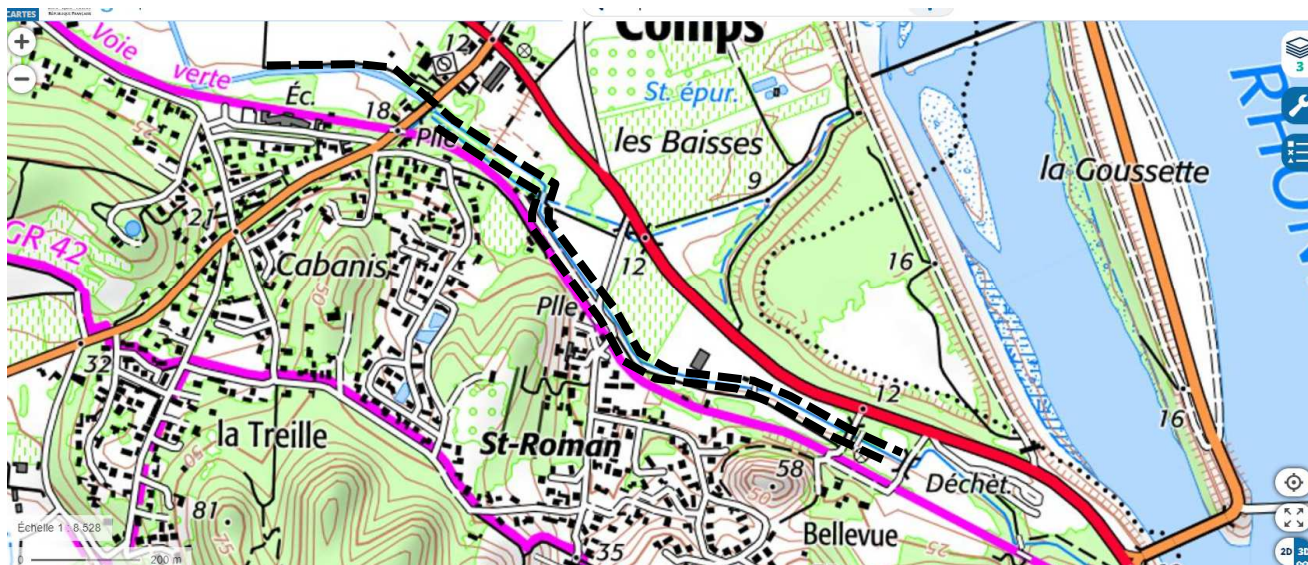


Figure 44 : Linéaire de canal potentiellement en charge

A noter, l'étude de danger mise à jour par Safège en 2016 [Etude de dangers de la digue de Comps (30) avec prise en compte de la rehausse du déversoir CNR, version 2 mars 2016] a bien identifié le risque de mise en charge du canal mais ne l'a pas traité. Les extraits suivants sont issus de cette étude.

En limite de la rive droite de l'emprise, le canal d'irrigation, bien que protégé par des merlons, peut être inondé en cas de crue très forte du Gardon (à partir de la crue de danger type *concomitance du Gardon et du Rhône*). La propagation des écoulements dans ce canal n'est pas analysée dans cette étude.

De même la rupture du canal d'irrigation de Remoulins-Fourques endigué génèrerait une inondation de la zone protégée.

Potentiel de danger	Défaillance Oui / non	Mode de défaillance	Évènement initiateur	Conséquence
RUPTURE du CANAL	Oui	Rupture suite à vétusté de l'ouvrage	Charge d'eau	Inondation du village de Comps

Tableau 13 : Extrait étude de dangers (source Safège - mars 2016)

Si on se base sur le profil général de la digue dans la zone des levés topographiques, les revanches et charges du cavalier de rive gauche par rapport au niveau atteint en crue sont figurés dans le tableau suivant.

Cote de remplissage	Revanche minimale	Charge par rapport au TN coté aval	Plus fort gradient hydraulique pour les profils considérés
14,1 m NGF	0,6 m	0,6 à 1,1 m	0,13
14,4 m NGF	0,3 m	0,9 à 1,4 m	0,23
Plein bord	-	1,3 à 2,1 m	0,3

Tableau 14 : Revanche et charges du cavalier rive gauche du canal

On note toutefois que des raccordements peuvent conduire à des profils particuliers qui peuvent réduire le niveau de sureté du cavalier en cas de mise en eau à 14,4 m NGF. A titre d'exemple, sur la figure suivante, le profil figuré en pointillé présente une géométrie triangulaire en crête au droit du raccordement ouest avec le siphon.



Figure 45 : Raccordement au siphon (zone ouest)

4.4.4 ANALYSE FONCTIONNELLE DU CAVALIER EN TANT QU'OUVRAGE HYDRAULIQUE

Si le cavalier est considéré comme un endiguement, alors ces composants doivent lui permettre d'assurer les différentes fonctions suivantes :

- **Fonction « étanchéité »** pour la digue et pour la fondation : la fonction **étanchéité** est l'aptitude à retenir l'eau et à éviter les infiltrations et fuites ;
 - ⇒ Pour le canal, cette fonction est assurée par les matériaux constituant la digue et la fondation. Sur le secteur longeant la zone protégée de Comps, les perméabilités ont été estimées de l'ordre de 10^{-5} . Aucun autre composant ne vient conforter cette fonction (écran étanche ...), y compris le perré dont l'état et l'extension ne sont pas connus.
 - ⇒ Cette étanchéité peut avoir été altérée :
 - par les conduits racinaires de la végétation en place,
 - par les ouvrages traversants (fracturation, écoulement aux interfaces remblai/ouvrage...),
 - par des terriers d'animaux fouisseurs.
- **Fonction « filtration »** pour la digue et sa fondation : la fonction **filtration** est l'aptitude à protéger l'étanchéité en retenant les particules susceptibles d'être emportées par des écoulements induits par des fuites ;
 - ⇒ Pour le canal, aucun composant n'assure cette fonction.
 - ⇒ Les gradients correspondants sont de l'ordre de 0,13 (cote 14,1 m NGF) et 0,3 (cote de plein bord). Même si la probabilité est faible, avec un gradient de 0,3, l'occurrence d'une érosion de conduit ne peut être écartée (érosion des matériaux B5 au sein de matériaux plus limoneux).
- **Fonction « drainage »** pour la digue et sa fondation : la fonction **drainage** est l'aptitude à canaliser/évacuer les fuites accidentelles et limiter les pressions interstitielles dans la digue et sa fondation (source d'instabilité) ;
 - ⇒ Pour le canal, aucun composant n'assure cette fonction.
- **Fonction « résistance à l'érosion interne »** pour la digue et sa fondation : l'aptitude des particules de sols en cas d'infiltrations ou de fuites à ne pas être emportées par l'écoulement (principalement lié à la nature du remblai et de la fondation ainsi qu'à la qualité du compactage lors de la construction) ;
 - ⇒ Le remblai et la fondation comprennent des sables B5, C1B5 qui peuvent être particulièrement sensibles à l'érosion interne lorsque leurs teneurs en fines sont faibles (<5%).
- **Fonction « résistance à la surverse »** pour la digue : l'aptitude à supporter un déversement sans rompre (par exemple au moyen d'une carapace en gabions ou en enrochements) ;
 - ⇒ Pour le canal, aucun composant n'assure cette fonction. Néanmoins, les niveaux de crête des cavaliers ménagent une revanche suffisante par rapport aux niveaux considérés (14,1 m NGF et 14,4 m NGF) pour prévenir ce phénomène.
- **Fonction « stabilité »** pour la digue et pour la fondation : la fonction stabilité est l'aptitude à retenir l'eau sans instabilité mécanique ;
 - ⇒ Pour le canal, cette fonction est assurée par les matériaux constituant la digue et la fondation. Aucun autre composant ne vient conforter cette fonction (soutènement, massif de butée ...) ;
 - ⇒ Les pentes des talus et profils de la digue sont très variables avec localement :
 - Des pentes raides de l'ordre de 1H/1V pour une hauteur de l'ordre de 1,5 à 2,0 m ;
 - Des profils triangulaires au droit de rampe d'accès (le profil trapézoïdal ayant été entaillé pour faciliter l'accès) ;

- ⇒ Des loupes de glissement sont visibles coté canal.
- ⇒ Au droit des parcelles agricoles, les pieds de talus ont été raidis, probablement par le passage d'engins agricoles.
- **Fonction « surveillance et entretien »** pour la digue : l'aptitude à détecter un désordre et à mettre en œuvre des moyens d'urgence pour le traiter par tout temps;
 - ⇒ L'ouvrage est abandonné et ne fait plus l'objet de surveillance et d'entretien.
- **Fonction « protection »** : l'aptitude à protéger la surface du remblai de l'environnement extérieur
 - interdire aux animaux fouisseurs de creuser des galeries dans les talus,
 - protéger contre l'érosion externe par l'écoulement.
- ⇒ Coté canal, on ne peut pas considérer que le perré joue ce rôle du fait du manque d'information sur son état et son extension.
- ⇒ Une dégradation de la fonction « étanchéité » par les fouisseurs est possible.
- ⇒ La charge attendue est statique (pas de vitesse d'écoulement). Il n'est donc pas nécessaire d'avoir une protection contre l'érosion externe.

4.4.5 AVIS SUR LE NIVEAU DE SECURITE DU CAVALIER

La question qui se pose est la suivante :

- pour une crue à 14,1 m NGF (ou 14,4 m NGF en cas de rehausse du déversoir CNR),
- sur le linéaire compris à l'est du raccordement avec la digue « retour amont » :

les cavaliers du canal peuvent-ils assurer une fonction « digue » avec un niveau de sécurité comparable à celui de la digue de Comps ?

Au vu des éléments présentés dans le paragraphe précédent, **la réponse est bien évidemment non.**

A ce risque, il convient d'ajouter les défaillances possibles des nombreuses vannes implantées dans la digue.

Si une brèche se produit dans le cavalier rive gauche du canal, les niveaux d'eau entre le canal et le village s'équilibreront rapidement. La seule zone de danger est celle située juste en aval de la brèche.

Il en résulte que pour assurer le niveau de sureté mais aussi le niveau de protection affiché pour la digue de Comps, il est nécessaire de réaliser des travaux permettant de palier au risque de défaillance du canal.

Les scénarii possibles sont présentés dans le rapport de la phase suivante.

5 CONCLUSION

Les venues d'eau dans le village de Comps peuvent provenir :

- du Grand Valat,
- du ruissellement pluvial,
- du Rhône et/ou Gardon via le canal.

Le diagnostic du risque lié à ces aléas permet de conclure que :

- les niveaux d'eau atteints par le Grand Valat ne sont pas en mesure d'entraîner de rupture d'ouvrage ;
- le grand Valat peut remplir le casier des Baisses et inonder le village via le déversoir lorsque les niveaux du Rhône et/ou du Gardon sont hauts (évacuation au débit limité par la capacité des pompes) ;
- le ruissellement pluvial n'entraîne pas d'inondation du village par surverse sur le déversoir entre le casier des Baisses et le village, mais les zones basses du village sont inondées par l'impluvium du village ;
- le cavalier rive gauche du canal ne permet pas d'assurer le niveau de protection affiché pour la digue de Comps sans travaux.