

ISL Bureau d'Ingénieurs Conseils

Montpellier

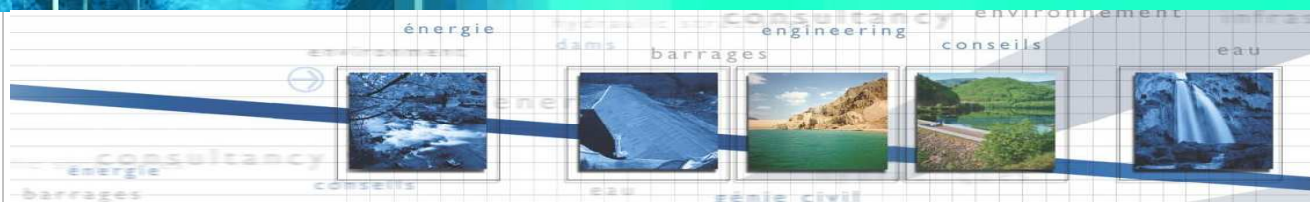
Parc Scientifique Agropolis
34397 Montpellier cedex 5

Tel : 04 67 54 51 88
Fax : 04 67 54 52 05

Votre contact :
Akim SALMI
salmi@isl-ingenierie.fr

www.isl-ingenierie.fr

Rapport



Etude de l'endiguement d'Anduze :

Etude du scénario retenu au stade préliminaire

Octobre 2007



VISA DES DOCUMENTS LIVRES

Titre du document : « Etude de l'endiguement d'Anduze – Etude du scénario retenu au stade préliminaire »

Nature (rapport, plans, cartes, spécifications...) : rapport principal

Constitution (dans le cas d'un dossier, donner la liste des documents constitutifs du dossier ou attacher un sommaire ou une liste) : 1 rapport principal

nombre de volume(s) : 1

- nombre de pages du rapport hors annexe : 46
- nombre d'annexe(s) : 2
- nombre de plan(s) :

Propriétaire du document :

Syndicat Mixte pour l'Aménagement et la Gestion Equilibrée des Gardons

Numéro du document : RM07-38_B.doc

Numéro de révision : B

Nom du fichier (éventuellement) :

Date d'émission : 30/10/2007

Statut du rapport : **PROVISOIRE**

DEFINITIF



Diffusion (indiquer les différents destinataires et le nombre d'exemplaires) :

Syndicat Mixte pour l'Aménagement et la Gestion Equilibrée des Gardons

1 exemplaire numérique complet

Etablissement émetteur :

ISL Bureau d'Ingénieurs Conseils

Parc Scientifique Agropolis II

34 397 Montpellier Cedex 5

Nom de l'affaire : Digue Anduze

N° : 06F-105

Document bon pour remise au client :

Chef de projet : A. SALMI

signature

Superviseur de projet : F. ISAMBERT

signature

SOMMAIRE

1	OBJECTIFS DE L'ETUDE.....	3
2	PRESENTATION DU SCENARIO D'AMENAGEMENT	5
3	CALAGE DES OUVRAGES	7
3.1	TRONÇONS D1 ET D2.....	7
3.2	TRONÇON D3	8
3.3	VOIRIE	8
4	DEFINITION PRELIMINAIRE DES OUVRAGES	9
4.1	ENDIGUEMENT SUR LE TRONÇON D1.....	9
4.2	ENDIGUEMENT SUR LE TRONÇON D2.....	12
4.3	ENDIGUEMENT SUR LE TRONÇON D3.....	16
4.4	DEVIATION ROUTIERE	18
4.5	EVACUATION DES EAUX PLUVIALES	22
4.6	ESTIMATION PRELIMINAIRE DU MONTANT DES AMENAGEMENTS	25
5	IMPACT HYDRAULIQUE DU SCENARIO RETENU	27
5.1	RAPPEL DE LA MODELISATION.....	27
5.2	INCIDENCE SUR LES NIVEAUX D'EAU.....	29
5.3	INCIDENCE SUR LES DEBITS DE POINTES.....	30
5.4	ZONES INONDABLES.....	31
5.5	DESCRIPTION DES ENJEUX PROTEGES PAR LES AMENAGEMENTS	35
5.6	IMPACT SUR LA CIRCULATION	35
5.7	IMPACT FONCIER	36
5.8	INSERTION PAYSAGERE DES AMENAGEMENTS.....	38
5.8.1	ENDIGUEMENTS	38
5.8.2	VOIRIE	38
5.9	MESURES D'ACCOMPAGNEMENT	38
5.9.1	HABITATIONS SITUEES LE LONG DU PARAPET EN AMONT DU PONT ROUTIER	39
5.9.2	CAS PARTICULIERS.....	41
5.9.3	DEVIATION ROUTIERE	43

6	DESCRIPTION DES INVESTIGATIONS A MENER SUR LA DIGUE ACTUELLE	44
6.1	RAPPEL DES CONCLUSIONS SUR LA SURETE DE L'OUVRAGE	44
6.2	OBJECTIFS ET DESCRIPTIF DES INVESTIGATIONS A REALISER	45
6.3	CAMPAGNE DE SONDAGES GEOTECHNIQUES	46
6.4	INVESTIGATIONS COMPLEMENTAIRES	46
7	ANNEXE N° 1 : VUE EN PLAN DES AMENAGEMENTS	47
8	ANNEXE N° 2 : PROFIL EN LONG DE LA VOIRIE PROJETEE	48

1 OBJECTIFS DE L'ETUDE

La commune d'Anduze est traversée par le Gardon d'Anduze qui draine un bassin versant de 539 km². Ce cours d'eau cévenol est responsable d'inondations dont les principales sont celles de 1958 et 2002. Les dégâts ont été très importants.

Une digue de protection en maçonnerie a été édifiée en zone urbaine à la fin du XVIII^{ème} siècle suite à la crue de 1768. Cependant, cette digue n'est pas continue et par conséquent, ne permet pas de protéger efficacement les populations et les biens.

La digue existante a été recensée comme intéressant la sécurité publique (ISP) par les services d'Etat. Une procédure de classement est en cours. Les propriétaires de la digue sont le Conseil général du Gard et la commune d'Anduze.

Dans le cadre du plan d'actions de prévention des inondations du bassin des Gardons (PAPI), le Syndicat Mixte pour l'Aménagement et la Gestion Equilibrée des Gardons souhaite réduire le risque inondation de la commune. Pour cela, le Syndicat envisage de prolonger l'ouvrage vers l'aval.

Par ailleurs, la commune d'Anduze souhaite étudier un projet de déviation routier du trafic au droit de la berge rive droite du Gardon à savoir dans le prolongement de la digue actuelle.

Le SMAGE des Gardons a mandaté le groupement ISL/Mediae pour étudier l'ensemble de solutions techniques envisageables conciliant les différents enjeux et projets, en intégrant les principales contraintes (topographie, géotechnique, incidences négatives, gestion des eaux pluviales...).

Les objectifs sont de définir un aménagement permettant :

- d'assurer la sécurité des biens et des personnes dans la partie densément urbanisée d'Anduze,
- de concilier les aspects risque inondation et circulation,
- d'assurer le meilleur rapport entre la protection et le montant des aménagements,
- de répondre aux attentes sécuritaires associées à la démarche de classement des digues intéressant la sécurité publique (ISP).

Les prestations réalisées lors de la **phase 1** de l'étude sont les suivantes :

- réalisation de levés topographiques complémentaires,
- établissement de scénarios pour le prolongement de la digue actuelle,
- établissement de scénarios pour une déviation d'Anduze,
- analyse historique et diagnostic de la digue actuelle.

Le rendu de la phase 1 a fait l'objet du rapport ISL RM07-09_C et comprenant en annexe 2 le dossier MEDIAE « Endiguement d'Anduze – Déviation routière – Etude préliminaire ».

A l'issue de la phase 1, le Comité de Pilotage s'est réuni et s'est prononcé pour un parti d'aménagement comprenant :

- l'étude détaillée du scénario n° 3 d'endiguement,
- l'étude d'une déviation routière à double sens en pied de digue.

Par ailleurs, l'Ordre de Service n° 2 du 7 août 2007 précise le contenu attendu de la **phase 2** portant sur :

- une cartographie plus fine du projet,
- une réflexion sur les impacts fonciers du projet : expropriation, conséquence en matière de parking, ...
- les mesures compensatoires rendues nécessaires par le rehaussement de la ligne d'eau (nature, montant estimatif),
- une réflexion sur des solutions d'insertion paysagère des aménagements,
- une description du fonctionnement pluvial avec notamment la localisation du cheminement en surface en cas de dépassement des capacités de l'assainissement en place,
- une description des enjeux protégés,
- un estimatif financier détaillé,
- un descriptif des investigations (nature, priorité) à mettre en œuvre pour définir le confortement de la digue actuelle.

Le rendu de la phase 2 fait l'objet du présent rapport.

2 PRESENTATION DU SCENARIO D'AMENAGEMENT

L'implantation des ouvrages est figurée sur la **carte n° 1** insérée en page suivante.

Le scénario retenu prévoit :

- le prolongement de la digue actuelle jusqu'à la station d'épuration (tronçons D1 et D2),
- l'aménagement d'une digue de fermeture renforcée au déversement (tronçon D3),
- l'aménagement d'une voirie routière à double sens depuis le pont submersible jusqu'à la gendarmerie.

La description des aménagements fait l'objet du paragraphe 4.

Les effets de l'aménagement sur les inondations sont présentés en détail au paragraphe 5.

Le prolongement de la digue actuelle permet de repousser le point de débordement du Gardon (actuelle situé au droit du pont submersible) jusqu'à la station d'épuration située environ 1 km en aval de ce même pont. Il permet ainsi de réduire les effets des crues sur l'ensemble du linéaire avec une efficacité d'autant plus importante qu'on s'éloigne du point de débordement. L'efficacité est à ce titre maximale au droit du centre ville.

La digue de fermeture permet d'augmenter encore l'efficacité au droit du centre ville jusqu'à assurer une protection pour une crue type septembre 2002.

En complément des clapets anti-retour qui devront être posés sur les 6 collecteurs intersectant le tracé des endiguements projetés, des vannes devront être installées sous la digue de fermeture afin de permettre l'évacuation des eaux de ruissellement susceptibles de s'accumuler en centre ville. L'exutoire du collecteur encastré dans la digue actuelle devra également être traité.

Il est précisé que **ces travaux doivent être réalisés après le confortement de la digue existante** dont l'état général a été jugé préoccupant dans le cadre de la présente étude (cf. rapport ISL RM07-09_C). En effet, l'aménagement projeté aurait pour effet de supprimer le niveau d'eau à l'aval de la digue actuelle dans le centre ville ce qui entraînerait :

- une augmentation du gradient hydraulique au sein de l'ouvrage et dans sa fondation qui favorise les mécanismes d'érosion interne par entraînement des fines (remblai entre les deux murs de la digue et matériaux de fondation),
- une augmentation relative de la poussée sur l'ouvrage (annulation de la poussée hydrostatique aval).

La déviation routière envisagée permettra de relier la RD910A, route d'Alès à la RD907 au Sud d'Anduze à proximité de la gendarmerie dans de bonnes conditions de sécurité et de fluidité pour l'ensemble des usagers.

Elle franchira le Gardon par le pont submersible existant au niveau de la rue de l'Ecluse.

Carte n° 1

3 CALAGE DES OUVRAGES

3.1 Tronçons D1 et D2

Le calage de la crête des digues des tronçons D1 (mur) et D2 (digue en remblai) a été réalisé en appliquant les principes suivants :

- la cote amont de la nouvelle digue est égale à la cote de la digue existante à son extrémité aval (continuité du niveau de protection) ;
- la pente en crête doit être supérieure à la pente de la ligne d'eau d'une crue type septembre 2002 ; cette disposition permet de prévenir une rupture par surverse ; le niveau en aval de la digue au point de surverse étant quasiment égal au niveau amont, les vitesses des écoulements surversants sont limitées ;
- la cote de l'extrémité aval de l'endiguement projeté est prise égale au niveau atteint par le Gardon pour une crue type septembre 2002.

La déviation routière se situe en pied de digue au droit des tronçons D1 et D2 (partiellement).

Les profils en long des endiguements projetés suivant les tronçons D1 et D2 sont définis à l'aide de 4 points de calage, notés Pt.A à Pt.D. Leurs implantations sont présentées sur la **carte n° 1**.

Le tableau suivant présente le calage des tronçons D1 et D2 au droit des points précédemment définis :

Tronçons	Point	Abscisse (m)	Cote TN (m NGF)	Cote de la crête de digue (m NGF)	Hauteur sur TN (m)
D1	Pt.A	0	126,8	131,25	4,5
	Pt.B	125	125,8	130,9	4,9
D2	Pt.B	125	125,8	130,7	4,9
	Pt.C	555	125,0	129,6	4,6
	Pt.D	1160	124,3	127,0	2,7

L'abscisse 0 correspond à l'extrémité amont de l'endiguement projeté (soit l'extrémité aval de la digue existante).

Au droit du pont submersible, la cote de crête du mur est calée à la cote 130,9 m NGF, pour un terrain naturel calé à 125,5 m NGF. La hauteur de la porte batardable est donc fixée à 5,4 m. La largeur est conditionnée par la voirie et est fixée à 6 m.

3.2 Tronçon D3

Le calage de la crête de digue du tronçon D3 (digue en remblai) correspond à la cote atteinte par le Gardon à l'extrémité aval du tronçon D2 (nouveau point de débordement) pour une crue type septembre 2002. Ce tronçon est renforcé afin de pouvoir supporter la surverse en cas de crue supérieure à la crue de projet.

La longueur du tronçon D3 est d'environ 170 m. La partie déversante de l'ouvrage est calée à la cote 127, 0 m NGF.

Les extrémités, non déversantes, sont calées à la cote 129,4 m NGF (cote de la digue D2 au contact avec la digue D3).

3.3 Voirie

Le tracé retenu de la déviation routière est présentée sur la vue en plan générale des aménagements présentée en **annexe n° 1**. Par ailleurs, le profil en long de la voirie est présenté en **annexe n° 2**.

Le raccordement avec le pont submersible, est un point dur en terme de caractéristiques routières et de protection contre les inondations.

Les caractéristiques géométriques sont restrictives avec un rayon de 20 m en sortie de l'ouvrage nécessitant l'acquisition de la terrasse du restaurant.

La rue de l'Ecluse se raccordera à la déviation par une perte de priorité. Elle est située en pied de la digue depuis la rue de l'Ecluse.

Un mur de soutènement au droit de l'habitation située entre le parking existant et la maison de soins et de réadaptation sera nécessaire ainsi que l'acquisition d'une partie du terrain afin de minimiser l'emprise de la digue dans le lit du Gardon.

Une grande partie des places de stationnement situées entre le restaurant et cette habitation seront dans l'emprise de la déviation.

Après avoir contourné par le Sud la maison de soins et de réadaptation, elle utilise les plateformes de la rue du Luxembourg et de la traverse d'Espagnac jusqu'à la RD907 où un carrefour privilégiant la déviation devra être mis en œuvre.

4 DEFINITION PRELIMINAIRE DES OUVRAGES

4.1 Endiguement sur le tronçon D1

La longueur du tronçon D1 est de 125 m.

Sur ce tronçon, l'endiguement est assuré par un mur d'environ 5 m de hauteur édifié dans le prolongement de la digue existante . Une digue en remblai a été écartée du fait de l'emprise nécessaire (environ 25 m).

Un batardeau métallique doit être implanté au droit du pont submersible afin d'assurer la continuité du trafic vers le centre ville hors période de crue (largeur de 6 m ; hauteur de 5,4 m).

La photo suivante présente un exemple de batardeau métallique implanté sur le mur de protection Beaucaire (h = 3 m, L = 6 m) :



Pour cette hauteur, deux types de murs sont envisageables :

- mur poids en béton,
- mur auto-stable (en L ou en T) en béton armé.

Au stade préliminaire, une solution de type auto-stable avec un rideau d'étanchéité en fondation a été chiffrée.

Ces choix devront être confirmés par les études ultérieures, en prenant en compte les conditions de fondations des ouvrages.

L'insertion paysagère d'un tel ouvrage est difficile du fait de sa hauteur. Cette insertion devra faire l'objet d'une attention particulière en phase AVP et PRO. Plusieurs pistes sont envisageables :

- habillage du mur en maçonnerie,
- parements en treillis électrosoudés,
- plantation de haies,
- aménagement d'une promenade en crête.

Deux coupes types sont insérées en page suivante (**plan 09-01**) : une sans habillage et une ayant fait l'objet d'une réflexion sur l'insertion paysagère.

Plan 09-01

4.2 Endiguement sur le tronçon D2

La longueur du tronçon D2 est de 1035 m.

L'endiguement projeté est réalisé au moyen d'une digue en remblai compacté.

Sur les 150 premiers mètres (extrémité amont), le talus amont est constitué d'un mur de soutènement doté d'un rideau d'étanchéité. A l'aval, le talus amont de la digue en remblai est protégé par des enrochements bétonnés sur un linéaire d'environ 285 m. Sur les derniers 600 m (extrémité aval), le talus amont de la digue en remblai est protégé par des matelas de gabions végétalisés.

Les dispositions retenues au stade préliminaire sont les suivantes :

- largeur en crête de 4,5 m,
- pentes de talus égales à 2H/1V,
- étanchéité artificielle assurée par une membrane renforcée noyée en pied dans une plinthe en béton,
- étanchéité en fondation assurée par un rideau,
- sur les 150 m amont : une protection du pied du mur de soutènement assurée au moyen d'une banquette de pied en enrochements libres reposants sur une plinthe en béton liée à au rideau d'étanchéité de fondation (cf. **plan 09-02**),
- sur 285 m : une protection de talus en enrochements bétonnés ainsi qu'une banquette de pied en enrochements libres reposants sur une plinthe en béton ; **cette protection s'avère nécessaire compte tenu des sollicitations hydrauliques (hauteur d'eau importante et vitesse moyenne de l'ordre de 4 à 5 m/s) ; de fait, cette protection induit un surcoût important ;** afin d'améliorer l'aspect visuel de cette protection, il pourra être envisagé de végétaliser la couche d'enrochement bétonnés (cf. **plan 09-03**),
- sur les 600 m aval : une protection de talus en matelas gabions végétalisés ainsi qu'une banquette de pied en enrochements libres reposants sur une plinthe en béton (cf. **plan 09-04**),
- dispositif de drainage du corps de digue et de sa fondation constitué d'un géodrain et d'un massif drainant côté aval,
- grillage anti-fouisseurs disposé sur le talus aval qui est enherbé,
- protection en enrochements bétonnés sur les 10 derniers mètres (extrémité aval) sur toute la hauteur ainsi que sur les parements amont et aval de l'ouvrage afin de protéger le corps de digue contre les courants pouvant s'établir lors du débordement en lit majeur rive droite,
- caniveau en béton armé au pied aval de la digue qui permet de canaliser les eaux de ruissellement et de drainage.

Un accès à la crête depuis la route du pont submersible est prévu (rue de l'Ecluse). La rampe d'accès nécessite un soutènement.

Les **plans 09-02, 09-03 et 09-04** sont insérés dans les pages suivantes.

Plan 09-02

Plan 09-03

Plan 09-04

4.3 Endiguement sur le tronçon D3

La longueur du tronçon D3 est d'environ 170 m.

Sur ce tronçon, l'endiguement projeté est composé d'une digue en remblai compacté. La plus grande partie du linéaire est renforcée au déversement (155 m).

Les dispositions retenues au stade préliminaire sont les suivantes :

- largeur en crête de 4,5 m,
- pentes de talus égales à 2H/1V,
- étanchéité artificielle assurée par une membrane renforcée noyée en pied dans une plinthe en béton,
- un grillage anti-fouisseurs disposé sur les talus amont et aval qui sont enherbés au droit des zones non déversantes,
- dans les zones déversantes, le crête et le talus aval sont recouverts d'une carapace d'enrochements bétonnés disposés en saillie afin de dissiper un maximum d'énergie ; une poutre en béton permet de prévenir les infiltrations d'eau au travers des enrochements avant la surverse ; un bassin de dissipation en enrochements bétonnés est également prévu au pied aval.

Le plan **09-05** est insérée en page suivante.

Plan 09-05

4.4 Déviation routière

Les caractéristiques données à la voie pourraient être les suivantes :

- pente de 7% maximum permettant le franchissement des poids lourds dans de bonnes conditions, en particulier pour le raccordement à la RD907,
- chaussée de 6,0 m de large entre bordures,
- rayon en plan et profil en long permettant d'assurer une cohérence d'itinéraire pour une vitesse de 50 km/h (agglomération),
- trottoir de 1,50 m au minimum d'un côté de la voie, accotement de 1,50 m du côté de la digue avec fossé de récupération des eaux.

Les hypothèses prises pour le Trafic Moyen Journalier Annuel (TMJA) de la déviation sont de 3000 véhicules en TMJA soit 1500 véhicules par sens. Le trafic poids lourds peut représenter environ 5% du trafic réel généré. Ces éléments restent à valider.

Les hypothèses du calcul défini sur la base du catalogue de dimensionnement des structures de chaussées neuves pour une voie du réseau non structurante (VRNS), sont donc :

- durée de dimensionnement initial : 20 ans,
- TMJA : 1500 véh/j/sens,
- pourcentage de PL : 5%,
- trafic PL MJA : 75 PL/j/sens,
- taux de croissance linéaire annuel : 2%.

Selon le catalogue des structures types de chaussées neuves, et d'après les hypothèses formulées ci-dessus, la classe trafic correspondante est TC_{3₂₀}.

La classe de plateforme retenue est de type PF2. Elle devrait être obtenue après mise en œuvre d'une couche de forme de 50 cm, en matériaux insensibles.

La structure retenue pour le couple TC_{3₂₀} / PF2 est la suivante :

- couche de roulement : 6 cm de Béton Bitumineux Semi-Grenu,
- couche de base : 8 cm de Grave Bitume,
- couche de fondation : 8 cm de Grave Bitume,
- couche de forme : 50 cm en matériaux insensibles à l'eau.

Les **coupes-types AA', BB' et CC'** de la voirie sont insérées dans les pages suivantes.

Coupe-type AA'

Coupe-type BB'

Coupe-type CC'

4.5 Evacuation des eaux pluviales

La digue déversante D3 doit être équipée de vannes implantées dans le corps de digue permettant d'évacuer rapidement les eaux de ruissellement susceptibles de s'accumuler en centre ville, ainsi que les eaux surversées par dessus le déversoir en cas de crue du Gardon ($T > 100$ ans).

Après remplissage suite à une surverse, il n'est pas nécessaire d'attendre le retour à l'étiage du Gardon.

Le gabarit de l'ouvrage vanné a été défini au stade préliminaire de manière à assurer l'évacuation du débit centennal des bassins alimentant le ruissellement en centre ville avec un niveau d'eau amont non dommageable pour les secteurs urbanisés (126,5 m NGF).

L'analyse hydrologique réalisée dans le cadre de la première phase de la présente étude a permis de déterminer la superficie du bassin versant (0,84 km²) et le temps de concentration du bassin concerné (environ 15 minutes).

L'application de la méthode rationnelle aboutit à un débit centennal des bassins alimentant le centre ville d'Anduze de l'ordre de 20 à 30 m³/s.

Au stade préliminaire, l'ouvrage d'évacuation est réalisé au moyen de 5 cadres préfabriqués en béton de 2 m de large pour 1,5 m de hauteur. Les 5 cadres devront être équipés de vannes. Le radier des ouvrages est calé à la cote 125 m NGF.

Afin de permettre l'évacuation des eaux pluviales, cet ouvrage doit rester continuellement ouvert. Les vannes doivent être fermées lors des épisodes extrêmes du Gardon (à partir d'une crue de période de retour 50 ans) pour prévenir les remontées d'eau depuis le point de débordement (aval de D3). Dans cette situation, il n'est plus possible d'évacuer les eaux pluviales du centre ville. Compte tenu du temps de réaction du bassin versant du Gardon à Anduze, il est cependant très peu probable qu'une pluie intense coïncide avec la pointe d'une crue du Gardon de période de retour supérieure à 50 ans.

Cependant, dans l'hypothèse de pluies intenses coïncidant avec le pic de crue, le niveau du Gardon à l'aval immédiat de la digue D3 peut empêcher toute restitution des eaux pluviales vers l'aval.

Par ailleurs, la **carte n° 2** insérée dans les pages suivantes présente les principaux axes de ruissellement ainsi que les principales zones d'accumulation des eaux pluviales en cas de dépassement de la capacité du réseau d'évacuation en place dans le secteur du centre ville.

Cette démarche a été réalisée en considérant le traitement des ouvrages traversants concernés et la mise en œuvre d'un ouvrage de vidange vanné dans le corps de la digue D3.

L'analyse de cette carte conduit aux remarques suivantes :

- pour le secteur du centre-ville (du pont SNCF au plan de Brie) :
 - . le fort dénivelé des coteaux induit un ruissellement important vers la digue existante en empruntant le réseau de voiries,
 - . les écoulements ruisselés sont ensuite acheminés gravitairement vers le point bas du quartier de l'Horloge,
- pour le secteur sud du centre-ville (du plan de Brie à la petite digue de fermeture D3) :
 - . le dénivelé modéré du terrain naturel permet d'observer un ruissellement moindre que sur le secteur du centre-ville ; en revanche, les écoulements restent canalisés par les principales voiries et acheminés vers le sud (rue du Luxembourg, rue Rabaud St Etienne, rue de l'Ecluse),
 - . la topographie du terrain dans ce secteur induit l'accumulation des eaux ruisselées contre la digue projetée au droit de la rue de l'Ecluse, du parc de la maison de soins et de réadaptation et éventuellement en amont de la petite digue de fermeture D3 dans l'hypothèse où les vannes soient fermées.

Carte n° 2 EP

4.6 Estimation préliminaire du montant des aménagements

Les tableaux ci-dessous l'estimation du montant des aménagements établi au stade préliminaire.

Ces montants incluent :

- un aléa de 20 % du montant HT des aménagements afin de tenir compte des non métrés et des aléas pour les digues et de 10 % pour l'infrastructure routière,
- les coûts de maîtrise d'œuvre et des dossiers réglementaires (fixés forfaitairement à 10 % de la masse des travaux).

Ces prix n'intègrent pas les surcoûts liés aux acquisitions foncières et aux déplacements de réseaux.

Le tableau suivant présente le montant des aménagements avec intégration paysagère :

Ouvrages	Coûts estimatifs des aménagements (€HT)
Digue mur D1	660 000
Porte métallique	100 000
Digue en remblai D2	2 600 000
Digue en remblai D3 (déversoir de sécurité)	230 000
Evacuation des eaux pluviales	160 000
<i>Sous-total</i>	<i>3 750 000</i>
Aléas et imprévus 20 %	750 000
Maîtrise d'œuvre et dossiers réglementaires	450 000
Total arrondi	5 000 000

Les surcoûts engendrés par les travaux d'intégration paysagère s'élèvent à 280 000 € HT.

A titre indicatif, le tableau suivant présente les principales quantités à mettre en œuvre :

Postes	Quantités
Béton armé	1 050 m ³
Béton de propreté	1 700 m ³
Remblai compacté d'apport	42 000 m ³
Enrochements	9 300 m ³
Matelas de gabions	4 100 m ²
Rideau d'étanchéité	1 330 ml
Placage en maçonneries / parement minéral	1 350 m ²
Garde corps normalisé type S8	300 ml

Mesures d'accompagnement au projet

Dans le cadre de cette étude, le chiffrage de la rehausse des parapets de rive gauche a été réalisé en considérant deux cas :

- cas n° 1 : la rehausse est limitée à la compensation de la surcote induite par le projet,
- cas n° 2 : la rehausse est destinée à régulariser la cote de débordement.

Pour chacun de ces deux cas, il a été envisagé d'employer deux types de matériaux :

- solution de base : béton,
- solution « plus value paysagère » : maçonneries plaquées sur un massif béton.

Le tableau suivant présente l'estimation du coût de ces travaux :

	Solution de base	Solution « plus value paysagère »
Cas n° 1	27 000 €HT	54 000 €HT
Cas n° 2	105 000 €HT	210 000 €HT

Le montant des autres aménagements à réaliser dans le cadre des mesures d'accompagnement au projet (pose de clapets anti-retour, batardeaux,...) est considéré inclus dans les 20 % d'aléas et non métrés relatifs à l'estimation du montant des travaux de la digue.

Le tableau suivant présente le montant des aménagements relatifs à la déviation routière :

Ouvrages	Coûts estimatifs des aménagements (€HT)
Infrastructure routière	900 000
Ecran acoustique absorbant	250 000
Eclairage public	90 000
<i>Sous-total</i>	<i>1 230 000</i>
Signalisations horizontale et verticale (2 %)	30 000
Aléas et imprévus 10 %	140 000
Maîtrise d'œuvre et dossiers réglementaires	140 000
Total arrondi	1 550 000

5 IMPACT HYDRAULIQUE DU SCENARIO RETENU

5.1 Rappel de la modélisation

Le modèle hydraulique mis en œuvre dans le cadre de la première phase de la présente étude s'étend sur un linéaire de 3,2 km depuis :

- en amont : le profil (A) P2 issu de l'Etude Globale du Bassin Versant du Gardon situé environ 100 m en aval du pont SNCF,
- en aval : le profil (D) P37 issu du PER situé au droit de l'ancienne fabrique de la Madeleine.

L'emprise du modèle est figurée sur la **carte n° 3** insérée en page suivante.

Le modèle a été construit à l'aide du logiciel HEC-RAS version 3.1.3, développé par l'Hydrologic Engineering Center de l'US Army Corps, qui permet la modélisation des écoulements permanent ou transitoire maillés (plusieurs bras d'écoulement) en régime fluvial, torrentiel ou mixte.

Le modèle a été calé en régime transitoire sur la crue des 8 et 9 septembre 2002 qui est l'événement de référence sur le domaine d'étude.

Par ailleurs, il est précisé que le débit de pointe de la crue des 8 et 9 septembre 2002 est comparable au débit de pointe de la crue centennale. En conséquence, les impacts hydrauliques des aménagements sont présentés pour des crues de période de retour 10, 20 et 50 ans, ainsi que pour une crue type septembre 2002.

Carte n° 3 Modèle

5.2 Incidence sur les niveaux d'eau

Le tableau suivant présente les cotes calculées en m NGF par le modèle hydraulique pour des crues de périodes de retour 10, 20 et 50 ans et pour une crue type septembre 2002 au droit des profils topographiques présentés sur la **carte n° 3** dans l'état actuel (EAc) et dans l'état aménagé (EAm) :

Profil	PK (m)	Q ₁₀ = 1 310 m ³ /s			Q ₂₀ = 2 000 m ³ /s			Q ₅₀ = 2 630 m ³ /s			Septembre 2002 (3 200 m ³ /s)		
		EAc (1)	EAm (2)	Ecart (2)-(1)	EAc (1)	EAm (2)	Ecart (2)-(1)	EAc (1)	EAm (2)	Ecart (2)-(1)	EAc (1)	EAm (2)	Ecart (2)-(1)
(A) P1	3079	129.18	129.18	+0.00	130.56	130.60	+0.04	131.80	131.86	+0.06	132.73	132.81	+0.08
(A) P2	2841	128.63	128.64	+0.01	129.86	129.91	+0.05	130.82	130.91	+0.09	131.54	131.66	+0.12
(B) P6	2751	128.51	128.52	+0.01	129.71	129.77	+0.06	130.67	130.77	+0.10	131.38	131.51	+0.13
(A) P3	2635	128.24	128.25	+0.01	129.39	129.46	+0.07	130.30	130.43	+0.13	130.99	131.15	+0.16
(B) P8	2499	127.88	127.89	+0.01	128.98	129.08	+0.10	129.88	130.04	+0.16	130.56	130.77	+0.21
(B) P9_Amont	2423	127.68	127.70	+0.02	128.77	128.89	+0.12	129.67	129.86	+0.19	130.36	130.60	+0.24
(B) P9_Aval	2370	127.60	127.62	+0.02	128.61	128.74	+0.13	129.37	129.62	+0.25	129.88	130.21	+0.33
(B) P11	2210	127.29	127.32	+0.03	128.30	128.47	+0.17	129.07	129.40	+0.33	129.59	130.01	+0.42
(B) P12_Amont	2095	127.02	127.04	+0.02	128.03	128.17	+0.14	128.88	129.12	+0.24	129.44	129.74	+0.30
(B) P12_Aval	2035	126.69	126.69	+0.00	127.77	127.87	+0.10	128.59	128.81	+0.22	129.03	129.37	+0.34
(A) P6	1870	126.26	126.25	-0.01	127.27	127.36	+0.09	128.08	128.22	+0.14	128.48	128.70	+0.22
(A) P7	1415	125.59	125.57	-0.02	126.75	126.80	+0.05	127.62	127.75	+0.13	128.00	128.25	+0.25
(A) P8	1035	124.52	124.54	+0.02	125.71	125.74	+0.03	126.62	126.65	+0.03	126.97	127.01	+0.04
(D) P38	275	122.69	122.69	+0.00	124.04	124.04	+0.00	125.07	125.07	+0.00	125.44	125.47	+0.03
(D) P37	0	122.08	122.08	+0.00	123.44	123.45	+0.01	124.49	124.49	+0.00	124.86	124.89	+0.03

Dans les zones endiguées :

- 1) Tous les terrains situés en rive droite au nord de la digue de fermeture D3 sont protégés pour une crue type septembre 2002 (T ~ 100 ans),
- 2) Au sud de la digue de fermeture D3, derrière la digue D2, les incidences sur les niveaux atteints en crue (T = 50 ans et crue type septembre 2002) sont illustrées par les **cartes n° 5 et n° 6** ; le gain maximal est de l'ordre de 1 m quelle que soit la période de retour considérée.

Le prolongement de la digue suivant le scénario d'aménagement retenu a les impacts suivants sur la ligne d'eau :

- **en amont du pont routier :**
 - . pour un débit décennal : exhaussement maximal de 2 cm,
 - . pour une crue type septembre 2002 : exhaussement compris entre 16 et 24 cm,
- **entre le pont routier et le pont submersible :**
 - . pour un débit décennal : exhaussement maximal de 3 cm,
 - . pour une crue type septembre 2002 : exhaussement compris entre 30 et 42 cm,
- **en aval du pont submersible :**
 - . pour un débit décennal : exhaussement maximal de 2 cm,
 - . pour une crue type septembre 2002 : exhaussement maximal de 34 cm.

5.3 Incidence sur les débits de pointes

Le tableau suivant présente l'évolution du débit de pointe du Gardon en aval du modèle et dans l'état aménagé pour des crues de périodes de retour 10, 20 et 50 ans et pour une crue type septembre 2002 par rapport à l'état actuel :

	Q _p amont	Etat actuel	Etat aménagé
		Q _p aval	Augmentation Q _p aval par rapport à EAc
Q ₁₀	1310 m ³ /s	1305 m ³ /s	< 1 m ³ /s
Q ₂₀	2000 m ³ /s	1981 m ³ /s	< 1 m ³ /s
Q ₅₀	2630 m ³ /s	2611 m ³ /s	+1 à 2 m ³ /s
Septembre 2002	3200 m ³ /s	2861 m ³ /s	+17 m ³ /s

Jusqu'à une crue de période de retour 50 ans, l'endiguement projeté n'entraîne pas de modifications significatives du laminage des débits sur le bief étudié. Pour une crue type septembre 2002, la valeur du débit de pointe est augmentée de 0,6 %.

5.4 Zones inondables

Trois cartes de zones inondables ont été établies en s'appuyant sur les résultats du modèle hydraulique.

Celles-ci sont :

- une carte des zones inondées dans l'état actuel par des crues de période de retour 20, 50 et pour une crue type septembre 2002 : **carte n° 4** ;
- une carte des zones inondées dans l'état aménagé pour une crue de période de retour 50 ans : **carte n° 5** ;
- une carte des zones inondées dans l'état aménagé pour une crue type septembre 2002 (assimilable à une crue centennale) : **carte n° 6**.

La carte **carte n° 4** relative à l'état actuel indique que l'extension de la zone inondable progresse peu avec l'augmentation du débit. L'augmentation des niveaux atteints entre une crue de période de retour 20 ans et une crue type septembre 2002 sont de l'ordre de 1,3 à 2,0 m au droit de la digue existante et de l'ordre de 1,2 m en aval. Par ailleurs, le centre ville est déjà submergé par débordement au droit du pont submersible.

Les cartes produites dans l'état aménagé précisent au droit des points caractéristiques de rive gauche et de rive droite :

- la cote du terrain naturel,
- la cote d'eau atteinte dans l'état actuel,
- la cote d'eau atteinte dans l'état aménagé.

Elles intègrent les mesures d'accompagnement présentées au paragraphe 5.9, à savoir :

- la rehausse des parapets de rive gauche,
- la fermeture d'ouvertures y ayant été pratiquées,
- la pose de clapets anti-retour sur les descentes d'eau implantées au pied des parapets.

Ces cartes sont insérées dans les pages suivantes.

Carte n° 4

Carte n° 5

Carte n° 6

5.5 Description des enjeux protégés par les aménagements

En rive droite, il faut distinguer les enjeux du centre ville situé au nord de la digue de fermeture D3 de ceux situés en aval.

Au nord de la digue de fermeture D3, environ 140 habitations, bâtiments ou commerces sont protégés jusqu'à une crue type septembre 2002 (T ~ 100 ans). Parmi ces bâtiments, une centaine se situe au nord du plan de Brie (place de la Mairie), les 40 restants étant situés entre ce même lieu et la digue D3.

Parmi les infrastructures les plus dommageables, nous citerons :

- le centre de soins et de réadaptation,
- la mairie,
- le Super U.

Pour une crue type septembre 2002, le collège, l'école maternelle et la crèche municipale ne sont pas inondés par le Gardon.

Au sud de la digue de fermeture D3, pour une crue type septembre 2002, l'aménagement permet une baisse maximale des niveaux d'environ 1,0 m, concernant environ 12 habitations et bâtiments.

En rive gauche, les mesures d'accompagnement (traitement des ouvertures et rehausse des parapets) permettent d'améliorer le niveau de protection de l'école de musique et d'une dizaine habitations sises le long du parapet en amont du pont routier.

5.6 Impact sur la circulation

Peu de données sont existantes sur le trafic au niveau du réseau structurant autour d'Anduze.

Seul les Trafics Moyens Journaliers Annuels (TMJA) issus de comptages réalisés en 2005 par le Conseil Général du Gard ont pu être obtenus.

- RD910A à l'Est d'Anduze : 7264 véh/j en TMJA,
- RD907 en direction de Saint Jean du Gard : 3228 véh/j en TMJA,
- RD907 au Sud d'Anduze : 4950 véh/ j en TMJA.

Ces données donnent des ordres de grandeur des trafics traversant Anduze mais ne permettent pas de les quantifier avec précision. D'autre part, l'attrait touristique d'Anduze induit des trafics élevés en période estivale, non quantifiés.

Cependant au vu des trafics issus des comptages réalisés par le Conseil Général du Gard en 2005, les trafics captés par la déviation devraient être compris entre 2500 et 3500 véh/j.

Les mouvements concernés sont les usagers en transit au niveau d'Anduze entre la RD910A vers Alès à l'Est d'Anduze, la RD129 au Nord en direction de Générargues et la RD907 au Sud. Les usagers de

la RD907 en direction de St Jean du Gard pourraient également être concernés par cette déviation en fonction de son attractivité et des conditions de circulation en centre ville.

L'attractivité de la déviation avec son passage sur les voies existantes (rue du Luxembourg et traverse d'Espagnac) ne sera pas optimale du fait du mélange des fonctions entre les trafics en transit et la desserte des activités existantes.

Il devra être recherché à optimiser les accès aux diverses surfaces afin de minimiser les points de conflit pour permettre un bon fonctionnement de la déviation pour les usagers en transit.

5.7 Impact foncier

Une analyse foncière sommaire des terrains situés à proximité du projet a été réalisée.

Les parcelles ont été regroupées suivant 4 classes :

- bâti / parking,
- territoires agricoles,
- zones de friches,
- zones boisées / ripisylves.

L'interaction du projet d'endiguement et de déviation routière est présentée sur la **carte n° 7** insérée en page suivante.

Outre des territoires agricoles, l'aménagement nécessite l'acquisition foncière de la parcelle du restaurant situé au bord du parking le long de la rue de l'Ecluse (déjà concerné par les réservations foncières réalisées par la commune d'Anduze dans l'objectif du projet de déviation routière).

Au droit de la déviation projetée, des acquisitions foncières sur 2 à 5 m de large sont nécessaires. Elles évitent le bâti existant.

Carte n° 7 OS

5.8 Insertion paysagère des aménagements

5.8.1 Endiguements

La mise en place de l'endiguement projeté a un impact visuel fort :

- depuis la rive droite : il coupe la vision de la rivière,
- depuis la rive gauche : il coupe la vision de la ville.

Afin de limiter ces nuisances, plusieurs axes d'amélioration peuvent être suivis. Ils ont pour objectif d'insérer au mieux les ouvrages dans leur environnement.

Ces axes d'amélioration sont les suivants :

- sur le tronçon D1, l'intégration du mur béton peut être améliorée par un traitement des parements (placage en maçonnerie, opus incertum, ...) et l'aménagement d'une promenade en crête ;
- sur le tronçon D2 entre l'aval du pont submersible et la rue d'Espagnac, la végétalisation des enrochements de protection du parement amont de la digue peut être envisagé ;
- sur le tronçon D2 entre la rue d'Espagnac et la station d'épuration, les matelas de gabions protégeant le parement amont de l'ouvrage seront végétalisés ;
- les parements aval des ouvrages, non soumis à de fortes sollicitations hydrauliques, seront enherbés ; par ailleurs, un itinéraire de promenade peut être créé en crête de digue.

5.8.2 Voirie

D'autre part, l'insertion paysagère de la voie, en particulier dans la section où elle est réalisée entre la digue et la maison de soins et de réadaptation, sera difficile du fait du manque d'espace.

La qualité de l'aménagement de la voie devra être recherchée en travaillant le talus de la digue par la mise en place d'aménagements passagers et en proposant un mur de clôture ou un écran acoustique avec parement soigné.

5.9 Mesures d'accompagnement

L'analyse des impacts des inondations en rive gauche a permis d'identifier trois secteurs sensibles aux surcotes induites par le projet d'endiguement :

- les habitations situées le long du parapet en amont du pont routier,
- l'école et le musée de la musique situé entre le pont routier et le pont submersible,
- le secteur du stade situé au droit du pont submersible.

D'autre part, ce paragraphe présente également les mesures d'accompagnement liées à la déviation routière.

5.9.1 Habitations situées le long du parapet en amont du pont routier

Le tableau suivant compare la cote du parapet et la cote calculée par le modèle hydraulique au droit des profils de calcul pour un événement type 2002 dans l'état actuel et dans l'état aménagé :

Profil	PK	Cote parapet (m NGF)	Cote Septembre 2002 (m NGF) – Etat actuel	Cote Septembre 2002 (m NGF) – Etat aménagé	Surcote (m)
(A) P1	3079	132,60	132,73	132,81	+0,08
(B) P2	2946	131,61	132,47	132,55	+0,08
(A) P2	2841	132,62	131,54	131,66	+0,12
(B) P6	2751	133,84	131,38	131,51	+0,13
(A) P3	2635	132,19	130,99	131,15	+0,16
(B) P8	2499	130,25	130,56	130,77	+0,21
(B) P9_Amont	2423	130,53	130,36	130,60	+0,24

L'implantation des profils est figurée sur la **carte n° 3**.

Ce tableau permet d'observer que la cote du parapet est très irrégulière, entraînant des débordements ponctuels qui peuvent être importants (jusqu'à 0,9 m au droit du profil (B) P2 situé au droit du pont SNCF).

D'après les observations de terrain, la cote du parapet semble même avoir été abaissée en amont du pont routier. Par ailleurs, des ouvertures y ont été pratiquées afin d'évacuer les eaux de ruissellement. Une ouverture d'environ 1 m de large permet notamment d'accéder à un escalier permettant de descendre vers le Gardon.

Dans cette configuration, d'autres arrivées d'eau sont possibles avant que la cote du fil d'eau n'atteigne la cote du parapet.

Ces observations sont illustrées sur les photos suivantes :



Profil de crête irrégulier et ouvertures



Accès à l'escalier

En guise de mesures d'accompagnement au projet, les actions suivantes peuvent être envisagées :

- modification de la géométrie du parapet¹ :
 - si l'action vise simplement à compenser les surcotes induites par le projet, le parapet doit être rehaussé sur une hauteur moyenne de 0,15 m sur l'ensemble de son linéaire ; ce qui représente un volume de l'ordre de 50 m³ de matériaux²,
 - si l'action vise à régulariser la cote de débordement, le parapet doit être rehaussé sur une hauteur moyenne de 0,30 m et élargi d'une épaisseur moyenne de 0,25 m au droit des secteurs débordants ; ce qui représente un volume de l'ordre de 215 m³ de matériaux²,
- pose de clapets anti-retour sur les descentes d'eau ;
- pose de batardeaux sur les accès au pied du parapet.

Ces mesures nécessitent cependant la réalisation d'un levé topographique continu du parapet et de la chaussée ainsi qu'un recensement des ouvertures afin d'affiner le montant de ces travaux.

▪ Ecole et musée de la musique

Le tableau suivant compare la cote du parapet de protection du bâtiment et la cote calculée par le modèle hydraulique pour un événement type 2002 dans l'état actuel et dans l'état aménagé :

Profil	PK	Cote parapet (m NGF)	Cote Septembre 2002 (m NGF) – Etat actuel	Cote Septembre 2002 (m NGF) – Etat aménagé	Surcote (m)
(B) P10	2288	130,10	129,74	130,11	+0,37

Le profil (B) P10, situé à l'amont immédiat du bâtiment, fait état d'un parapet calé à la cote 130,10 m NGF.

La cote du parapet doit être augmentée afin de se prémunir contre les entrées d'eau sous réserve toutefois d'équiper de clapets anti-retour les ouvertures qui y ont été pratiquées pour permettre l'évacuation des eaux de ruissellement.

Par ailleurs, d'après des observations de terrain, la partie centrale du bâtiment est surélevée d'environ 1,1 m par rapport au terrain naturel (cote 129,5 m NGF). Cette partie n'est donc pas sensible aux impacts prévisibles de l'aménagement.

¹ Pour garantir la stabilité des parapets après rehausse, la base du mur peut être prise égale, en première approximation, à $0,6 \times H$; H étant la hauteur d'eau à reprendre.

² Les matériaux envisagés pour la rehausse du mur sont soit du béton (solution de base), soit des maçonneries plaquées sur un massif béton (solution « plus value paysagère »). Ces deux matériaux ont des densités voisines, de l'ordre de 22 kN/m³, sans incidence sur la définition de la géométrie du mur après rehausse (stabilité identique).

En guise de mesures compensatoires au projet, les actions suivantes doivent être entreprises :

- rehausse du parapet de 0,1 m à la cote 130,2 m NGF :
 - cette rehausse représente un volume de l'ordre de 3 m³ de matériaux (béton ou maçonneries plaquées sur un massif béton),
 - pour une hauteur d'eau à reprendre H d'environ 0,7 m, la condition de stabilité du mur est vérifiée ($0,6 \times H \sim 0,4$ m, largeur inférieure à la base du mur actuel d'environ 0,5 m),
- pose de clapets anti-retour sur les descentes d'eau,
- pose d'un batardeau au droit de l'entrée de la parcelle de hauteur approximative 0,7 m (à affiner par un levé topographique du portail d'entrée).

Les photos suivantes illustrent ces actions :



Parapet à rehausser



Entrée de l'enclos à équiper d'un batardeau

5.9.2 Cas particuliers

Locaux du terrain de sport communal

Le tableau suivant compare la cote du pas de porte du bâtiment et la cote calculée par le modèle hydraulique pour un événement type 2002 dans l'état actuel et dans l'état aménagé :

Profil de calcul le plus proche	PK	Cote pas de porte (m NGF)	Cote Septembre 2002 (m NGF) – Etat actuel	Cote Septembre 2002 (m NGF) – Etat aménagé	Surcote (m)
(B) P12_Aval	2035	128,39	128,92	129,24	+0,32

Un repère de crue relatif à l'épisode de septembre 2002 a été posé sur ce bâtiment. La cote de ce repère (gam_133) fait état d'un niveau d'eau de 129,76 m NGF. Comme précisé dans le rapport ISL RM07-09_C relatif à la phase 1, cette cote n'est pas cohérente avec le repère gam_31 situé en rive droite et caractérisé par une cote de 129,17 m NGF. Cet écart peut être lié à un phénomène de reprise de charge ($V^2/2g = 0,6$ m, soit $V \sim 3,5$ m/s) au droit du repère (grillage colmaté par des brindilles).

En guise de mesure compensatoire au projet, il peut être envisagé de traiter les habitations au cas par cas (traitement de la vulnérabilité et traitement des ouvertures).

Habitation isolée située à proximité du stade

Le tableau suivant la surcote observée au droit de cette habitation pour un événement type 2002 :

Profil de calcul le plus proche	PK	Cote Septembre 2002 (m NGF) – Etat actuel	Cote Septembre 2002 (m NGF) – Etat aménagé	Surcote (m)
(B) P12_Aval	2035	128,98	129,31	+0,33

Un levé topographique et une visite de cette propriété doivent être réalisés dans l'enceinte (fermée) lors de l'AVP afin d'apprécier sa vulnérabilité.

Lotissement aval situé en rive droite à proximité de la station d'épuration

Le tableau suivant présente la surcote observée au droit de cette habitation pour un événement type 2002 :

Profil de calcul le plus proche	PK	Cote du TN (m NGF)	Cote Septembre 2002 (m NGF) – Etat actuel	Cote Septembre 2002 (m NGF) – Etat aménagé	Surcote (m)
(A) P8	1035	126,0	126,85	126,90	+0,05

L'incidence hydraulique de l'aménagement est faible (+0,05 m). De plus, l'endiguement projeté permet de réduire les vitesses d'écoulement (inondation par remous).

Il est précisé que la problématique d'inondation de ce secteur semble davantage liée au ruisseau drainant le bassin versant situé à l'ouest du lotissement (hameau de Veyrac), comme cela peut être observé sur les photos aériennes prises suite à la crue de septembre 2002.

5.9.3 Déviation routière

La proximité de la maison de soins et de réadaptation devrait nécessiter la mise en place de protection acoustique.

La réglementation impose lors de la création d'une infrastructure nouvelle à proximité des maisons de repos ou de soins un niveau sonore de 57 dBa en période diurne pour les espaces destinés au séjour des malades. Avec un niveau de trafic de 2500 à 3000 véhicules en trafic moyen journalier et une vitesse limitée à 50 km/h, le niveau sonore devrait être proche de 61 à 62 dBa à l'étage.

Des écrans acoustiques en bord de voie d'une hauteur proche de 2,5 m ou en reconstitution de la clôture de la maison de repos devront être mis en oeuvre, ce qui impose dans ce dernier cas de rapprocher au plus près la déviation du mur d'enceinte.

Les contraintes environnementales liées au domaine de l'eau devraient imposer la mise en place d'ouvrage de protection contre les pollutions accidentelles et de compensation de l'imperméabilisation complémentaires. Un bassin de rétention calculé avec la règle de 100 l/m² imperméabilisé, définie par les services de la DISE du Gard devra être mis en oeuvre. Un volume d'environ 350 m³ liées à l'aménagement de la déviation permettant de compenser les surfaces imperméabilisées complémentaires, sera nécessaire.

6 DESCRIPTION DES INVESTIGATIONS A MENER SUR LA DIGUE ACTUELLE

6.1 Rappel des conclusions sur la sûreté de l'ouvrage

D'après les observations réalisées sur l'ouvrage lors de la phase 1 de la présente étude (cf. rapport ISL RM07-09_C), il n'est pas possible de garantir la tenue de l'ouvrage du fait :

- des incertitudes sur :
 - 1) sa géométrie (profils des murs poids),
 - 2) la nature et les caractéristiques des matériaux de remblais et de sa fondation,
 - 3) les caractéristiques des ouvrages traversant la digue,
- de l'historique des pathologies ayant affecté l'ouvrage (effondrement passé, fontis, bombement ...),
- des désordres relevés (maçonnerie dégradée, fissures, déformations, dévers, zones éboulées, affouillement en pied),
- des incertitudes sur le comportement de l'ouvrage (fuites, résurgences) lors des dernières crues du fait de l'inondation de la zone endiguée par l'aval.

Les modes de ruptures susceptibles d'affecter cet ouvrage sont les suivants :

- érosion externe du pied du mur ou de la maçonnerie par l'écoulement du Gardons susceptible d'induire le basculement vers les Gardons et l'ouverture d'une brèche ;
- érosion interne de la fondation de la digue par infiltration sous l'ouvrage avec création de cavité sous les murs poids susceptibles de les déstabiliser ou ouverture d'un renard sous la digue,
- basculement du mur aval sous l'effet de la pression susceptible de s'établir dans le remblai situé entre les deux murs du fait du défaut d'étanchéité du mur amont et de la fondation.

6.2 Objectifs et descriptif des investigations à réaliser

La campagne de reconnaissances doit être définie au droit de chaque secteur en fonction du (des) mode(s) de rupture potentiel(s) afin d'en estimer le risque.

Les secteurs correspondent à des tronçons d'ouvrage homogènes en termes :

- de nature du risque de rupture,
- de pathologie,
- de géométrie.

▪ **Etude du risque de rupture par érosion externe du pied du mur ou de la maçonnerie (basculement du parement amont)**

L'étude de ce mode de rupture nécessite :

- la reconnaissance des terrains de fondation (nature et profondeur),
- la détermination de la géométrie de la fondation sous le terrain naturel (forme, nature, ancrage).

Pour cela, les sondages géotechniques suivants sont à réaliser :

- fouilles à la pelle mécanique en pied de parement,
- éventuellement sondage carotté depuis la crête de l'ouvrage.

▪ **Etude du risque de rupture par érosion interne de la fondation de la digue par infiltration sous l'ouvrage**

L'étude de ce mode de rupture nécessite la reconnaissance et la caractérisation des matériaux constitutifs de la fondation.

Pour cela, les sondages géotechniques suivants sont à réaliser :

- sondages carottés traversant la fondation depuis la crête (log géologique et prélèvements d'échantillons intacts),
- essais de perméabilité de type Lefranc,
- analyse granulométrique,
- éventuellement sondage destructif dans le but de densifier à moindre coût les informations apportées par les sondages carottés.

▪ Etude du risque de rupture du parement aval par basculement sous l'effet de la pression susceptible de s'établir dans le remblai

L'étude de ce mode de rupture nécessite la détermination de la géométrie du (des) mur(s) et des remblais.

Pour cela, les sondages géotechniques suivants sont à réaliser :

- sondages verticaux, inclinés et horizontaux carottés et destructifs depuis la crête avec enregistrement des paramètres de forage,
- sondages carottés pour apprécier la qualité des maçonneries et des liants,
- essais pressiométriques dans la fondation,
- sondages pénétrométriques.

6.3 Campagne de sondages géotechniques

Il est envisagé de réaliser la campagne de sondages suivante :

- 10 fouilles à la pelle mécanique,
- 12 forages carottés (sur une profondeur moyenne d'environ 10 m),
- 20 forages destructifs (sur une profondeur moyenne d'environ 10 m),
- 10 essais Lefranc,
- 10 pénétromètres dynamiques,
- 10 essais pressiométriques dans la fondation,
- 10 mesures granulométriques.

Ces sondages sont à réaliser au droit de 6 à 7 profils distincts.

Cette campagne est à réaliser en plusieurs phases ; les reconnaissances pouvant être modifiées au fil des informations.

A ce stade de définition, le montant de cette campagne est estimé à **50 000 €HT**.

6.4 Investigations complémentaires

Le nettoyage et l'inspection des galeries (notamment le collecteur d'eaux pluviales), permettra d'observer leur état de fissuration afin d'apprécier le lessivage des fines du remblai.

La pose de piézomètres dans le corps de digue permettra de connaître l'état de saturation du remblai au cours des épisodes de crue.

7 ANNEXE N° 1 : VUE EN PLAN DES AMENAGEMENTS

8 ANNEXE N° 2 : PROFIL EN LONG DE LA VOIRIE PROJETEE