

# PROGRAMME D' ACTIONS DE PREVENTION DES INONDATIONS

**CONSEIL DEPARTEMENTAL DU GARD**  
Direction de l'Eau et de la Valorisation du Patrimoine Naturel  
**Service des Grands Ouvrages Hydrauliques**  
Maison du Département  
2 rue guillemette  
30 044 Nîmes Cedex 9



## MISE EN SECURITE DU COMPLEXE HYDRAULIQUE FORME PAR LES BARRAGES DE SAINTE-CECILE D'ANDORGE ET DES CAMBOUS

### Note de contexte

<b><u>Service :</u></b> Grands Ouvrages Hydrauliques		<b><u>Version document :</u></b> V2
<b><u>Rédacteur :</u></b> F. FOUSSARD	<b><u>Validation :</u></b> P. Thomas	<b><u>Date :</u></b> Septembre 2020

## TABLE DES MATIERES

<b>1 - INTRODUCTION</b>	<b>6</b>
<b>2 - PRESENTATION DES OUVRAGES</b>	<b>7</b>
<b>3 - BIBLIOGRAPHIE non exhaustive</b>	<b>8</b>
<b>4 - Incidence du barrage sur la securite publique</b>	<b>9</b>
<b>5 - SOLUTIONS ETUDIEES AU NIVEAU ESQUISSES DANS LE CADRE DE LA REPRISES DES ETUDES HYDROLOGIQUES DES BARRAGES DU GARD</b>	<b>10</b>
<b>5.1 - Identification des solutions à étudier au niveau esquisses</b>	<b>10</b>
5.1.1 - Solutions basées sur une réhausse du barrage	10
5.1.2 - Solutions basées sur la création de galeries d'évacuation supplémentaires	11
5.1.3 - Solutions d'évacuateurs à ciel ouvert	12
<b>5.2 - Etudes d'esquisses</b>	<b>12</b>
5.2.1 - Création d'un coursier en béton armé inséré dans le remblai avec seuil fusible à la cote 263.5 m NGF	12
5.2.2 - Evacuateur latéral	14
5.2.3 - Effacement définitif de l'ouvrage	14
<b>5.3 - Conclusion des études d'esquisses de 2008</b>	<b>14</b>
<b>5.4 - Avis du CTPBOH sur la reprise des études hydrologiques</b>	<b>15</b>
<b>6 - ETUDE DE 4 SOLUTIONS AU NIVEAU AVP</b>	<b>16</b>
<b>6.1 - Etude des différentes solutions</b>	<b>16</b>
6.1.1 - Les évacuateurs en rive	16
6.1.2 - Evacuateur sur remblai (EVC-Rb)	16
6.1.3 - Déconstruction et reconstruction en BCR	16
6.1.4 - Etude préliminaire d'un nouveau barrage à l'aval du barrage existant	16
<b>6.2 - Analyse préliminaire des risques des différentes solutions</b>	<b>17</b>
<b>6.3 - Analyse multicritère</b>	<b>18</b>
<b>6.4 - Position des parties prenantes de l'opération</b>	<b>20</b>
6.4.1 - Position de l'équipe de projet	20
6.4.2 - Position de la DGPR	20
<b>6.5 - Suite donnée par l'équipe de projet</b>	<b>20</b>
6.5.1 - Organisation d'une revue de projet	20
6.5.2 - Adaptation de la revue de projet	21
6.5.3 - Conclusion de la revue de projet	21
6.5.3.1 - Evacuateurs en rive	21
6.5.3.2 - Evacuateurs sur remblai	21
6.5.3.3 - Evacuateur sur BCR	21
6.5.3.4 - Nouveau barrage en BCR	22
<b>6.6 - Conséquences de la revue de projet</b>	<b>22</b>
<b>7 - DEMARCHE DE SECURISATION PAR DECONSTRUCTION</b>	<b>22</b>
<b>7.1 - Consistance des études</b>	<b>22</b>
<b>7.2 - Solutions étudiées</b>	<b>23</b>
<b>7.3 - Impacts de l'effacement du barrage</b>	<b>25</b>
7.3.1 - Hypothèses hydrologiques et hydrauliques	25
7.3.2 - Impacts de la solution 1	26
7.3.2.1 - Distribution fréquentielle des dommages et dommages ajoutés moyens annuels	26
7.3.3 - Impacts de la solution 2	27

7.3.3.1 - Distribution fréquentielle des dommages et dommages ajoutés moyens annuels	27
7.3.4 - Impacts de la solution 3	27
7.3.4.1 - Distribution fréquentielle des dommages et dommages ajoutés moyens annuels	27
<b>7.4 - Evaluation économique des solutions y compris mesures d'accompagnement et compensatoires</b>	<b>27</b>
7.4.1 - Solution 1	27
7.4.2 - Solution 2	30
7.4.3 - Solution 3	32
7.4.4 - Conclusion de l'évaluation économique des solutions étudiées	34
<b>7.5 - Conclusions du comité de révision spéciale du 15 juin 2016</b>	<b>34</b>
<b>8 - APPROBATION DE LA SOLUTION EVC-BCR</b>	<b>34</b>
<b>8.1 - Approbation du CTPBOH</b>	<b>34</b>
<b>8.2 - Approbation du Ministère</b>	<b>35</b>
8.2.1 - Consistance des compléments demandés par l'Etat	35
8.2.2 - Synthèse des compléments	36
8.2.2.1 - Solution EVC-RG	36
8.2.2.2 - Solution EVC-RD	38
8.2.2.3 - Solution déconstruction du barrage existant et reconstruction d'un barrage en remblai dur	38
8.2.2.4 - Solution de construction d'un barrage en BCR à l'aval du barrage existant	39
8.2.2.5 - Solution d'évacuateur sur recharge en BCR (EVC-BCR)	39
8.2.2.6 - Synthèse des coûts	40
8.2.2.7 - Analyse multicritère	40
8.2.3 - Réponse de l'Etat suite à transmission des compléments demandés	45
<b>8.3 - Approbation du comité de révision spécial</b>	<b>46</b>
<b>9 - DESCRIPTION DE la SOLUTIONs RETENUE AU NIVEAU AVP</b>	<b>47</b>
<b>9.1 - Travaux de sécurisation du barrage de Sainte Cécile d'Andorge</b>	<b>47</b>
9.1.1 - Travaux de génie civil	47
9.1.2 - Matériaux constitutifs des ouvrages	48
9.1.2.1 - BCR	48
9.1.2.2 - Masque	48
9.1.2.3 - Eléments préfabriqués	49
9.1.3 - Phasage des travaux	49
9.1.3.1 - Phase 0 : Travaux préparatoires (année 1)	49
9.1.3.2 - Phase 1 : Terrassements (année 2)	49
9.1.3.3 - Phase 2 : Construction du bassin de dissipation et montée du BCR jusqu'à la cote 239.30 NGF (année 2)	50
9.1.3.4 - Phase 3 : Abaissement de la crête à la cote à 262.50 NGF (année 3)	51
9.1.3.5 - Phase 4 : montée du BCR au delà de la cote 239.30 NGF (année 3)	51
9.1.3.6 - Phase 5 : Arasement de la crête du barrage (année 3)	51
9.1.3.7 - Phase 6 : Construction du plot amont et reconstitution de la crête (année 3)	51
9.1.3.8 - Phase 7 : reconstitution de la crête et raccordement au masque (année 3)	52
9.1.3.9 - Phase 8 : travaux de finition (année 3)	52
9.1.4 - Installation de chantier	52
9.1.1 - Justification hydraulique	53
<b>10 - contexte environnemental</b>	<b>55</b>
<b>10.1 - Analyse écologique de la zone d'étude (sources [A3])</b>	<b>55</b>
10.1.1 - Synthèse des enjeux par groupe biologique	55
10.1.2 - Approche fonctionnelle	56
<b>11 - contexte réglementaire</b>	<b>59</b>
<b>11.1 - ECHEANCE FIXEE PAR ARRETE MINISTERIEL</b>	<b>59</b>
<b>11.2 - COMPETENCE GEMAPI : CONVENTION ENTRE L'EPTB GARDONS ET LE CD30</b>	<b>59</b>

<b>11.3 - Procédures réglementaires visant l'autorisation environnementale des travaux</b>	<b>60</b>
11.3.1 - Procédure au titre du code de l'environnement	60
11.3.2 - Evaluation des incidences sur Natura 2000	60
11.3.3 - Autorisation environnementale unique (AEU)	61
11.3.3.1 - Autorisation au titre de la police de l'eau et des milieux aquatiques	61
11.3.3.2 - Au titre du contrôle des ouvrages hydrauliques	62
11.3.3.3 - Autorisation au titre des ICPE	62
11.3.3.4 - Autorisation de défrichement	63
11.3.3.5 - Dérogation aux interdictions visant les espèces protégées	63
<b>11.4 - AUTRES PROCEDURES REGLEMENTAIRES</b>	<b>63</b>
11.4.1 - Déclaration d'intention préalable et concertation	63
11.4.1.1 - Déclaration d'intention préalable	63
11.4.1.2 - Concertation / Communication	64
11.4.1.3 - Déclaration d'utilité publique	65
11.4.2 - Déclaration de projet	65
<b>12 - CALENDRIER PREVISIONNEL</b>	<b>66</b>

## Liste des tableaux :

Tableau 1 : Bibliographie de référence de la présente note	8
Tableau 2 : Probabilité annuelle de rupture des différentes solutions étudiées (source [B9])	17
Tableau 3 : Evaluation des critères pour chacune des solutions étudiées avec une note sur 100 (source [B9])	18
Tableau 4 : Répartition des pondérations suivant les grilles testées (total de chaque grille égal à 20)	19
Tableau 5 : Synthèse des coûts des différentes solutions étudiées (source [B9])	20
Tableau 6 : Simulation effectuée pour évaluer l'impact de la suppression du barrage (sources [B7])	25
Tableau 7 : Ventilation des montants de fonctionnement annuels de la solution 1 (source [B7])	28
Tableau 8 : Détail des montants d'investissement de la solution 1 (source [B7])	29
Tableau 9 : Indicateurs économiques de synthèse de la solution n°1 (source [B7])	29
Tableau 10 : Ventilation des montants de fonctionnement annuel de la solution 2 (source [B7])	30
Tableau 11 : Détail des montants d'investissement de la solution 2 (source [B7])	31
Tableau 12 : Indicateurs économiques de synthèse de la solution n°2 (source [B7])	31
Tableau 13 : Ventilation des montants de fonctionnement annuel de la solution 3 (source [B7])	32
Tableau 14 : Détail des montants d'investissement de la solution 3 (source [B7])	33
Tableau 15 : Indicateurs économiques de synthèse de la solution n°3 (source [B7])	33
Tableau 16 : Synthèse des coûts des 5 solutions étudiées (source [B6])	40
Tableau 17 : Notation de la sureté en phase définitive (source [B6])	41
Tableau 18 : Synthèse et notation du critère de sureté en phase travaux (source [B6])	41
Tableau 19 : Notation du critère aléas et difficultés en phase travaux (source [B6])	41
Tableau 20 : Notation du critère coût d'investissement (source [B6])	41
Tableau 21 : Notation du critère délais (source [B6])	42
Tableau 22 : Notation du critère impact paysager (source [B6])	42
Tableau 23 : Notation du critère exploitation de la RN 106 (source [B6])	42
Tableau 24 : Notation du critère impact environnemental (source [B6])	43
Tableau 25 : Répartition des pondérations suivant les grilles de notation (source [B6])	43
Tableau 26 : Résultats de la notation suivant la grille sûreté	43
Tableau 27 : Résultats de la notation suivant la grille coût (source [B6])	44
Tableau 28 : Résultats de la notation suivant la grille délais (source [B6])	44
Tableau 29 : Synthèse des résultats par grille de notation (source [B6])	44
Tableau 30 : Débits testés sur modèle physique	53

## Liste des figures :

Figure 1 : Plan de situation des ouvrages	7
Figure 2 : Coupe type de la solution rehausse envisagée (source [B12])	10
Figure 3 : Schéma de principe d'une solution basée sur la création d'une galerie supplémentaire (source [B12])	11
Figure 4 : Visualisation 3D du parement aval de la solution d'évacuateur sur remblai (source [B12])	13
Figure 5 : Schéma de mise en fonctionnement des hausses fusibles à la cote 263,50 mNGF (source [B12])	13
Figure 6 : Visualisation 3D du parement aval de la solution d'évacuateur en rive gauche avec coursier rectiligne (source [B12])	14

Figure 7 : Notation globale de chaque solution suivant les grilles testées (source [B9]).....	19
Figure 8 : Différentes partie de l'ouvrage pouvant être déconstruites (source [B7]).....	23
Figure 9 : Vue en plan schématique des trois solutions de déconstruction (source [B7]) .....	24
Figure 10 : Coupe type des terrassements sur le versant RG (source [B6]) .....	36
Figure 11 : Plan de masse de la solution EVC-RG (source [B6]).....	37
Figure 12 : Plan masse de la solution EVC-RD (source [B6]) .....	38
Figure 13 : Vue en coupe de la solution de déconstruction et reconstruction en remblai dur (source [B6]) .....	39
Figure 14 : Vue en coupe de la solution de construction d'un barrage en BCR à l'aval du barrage existant partiellement déconstruit (source [B6]).....	39
Figure 15 : Vue en coupe de la solution EVC-BCR (source [B6]).....	40
Figure 16 : Représentation graphique de la synthèse des notations par grille (Source [B6]) .....	45
Figure 17 : Vue en plan de la solution retenue (Source [B9]) .....	47
Figure 18 : Lois d'évacuation projetées déduites de l'étude sur modèle physique (source [B9]).....	54
Figure 19 : Ecoulement pour $Q=860 \text{ m}^3/\text{s}$ soit $T = 10\,000$ ans (source [B9]) .....	55
Figure 23 : Synthèse des enjeux écologiques.....	58

## Liste des photos :

Photo 1 : Vue des parements amont et de la tulipe du barrage de Sainte Cécile.....	7
Photo 3 : Le barrage de la Rouvière lors de la crue de septembre 2002 .....	9
Photo 4 : Vue général du modèle physique de la SCP (source [B9]).....	35

## Liste des annexes :

ANNEXE 1 : RUBRIQUES DE LA NOMENCLATURE DE LA LOI SUR L'EAU SUSCEPTIBLES DE CONCERNER DIRECTEMENT OU INDIRECTEMENT LE PROJET DE SECURISATION. ....	67
ANNEXE 2 : RUBRIQUES DE LA NOMENCLATURE ICPE CONCERNEES PAR LE PROJET .....	68

## 1 - INTRODUCTION

Après les catastrophiques inondations de septembre et octobre 1958 (40 morts), le Conseil Départemental du Gard (CD30) a lancé un vaste programme de protection contre les inondations, essentiellement basé sur la construction d'une dizaine de barrages - écrêteurs sur les bassins des Gardons, du Vidourle et de la Cèze.

Cinq de ces barrages, dont celui de Sainte Cécile d'Andorge ont successivement été réalisés entre 1965 et 1970.

Le barrage de Ste-Cécile fait partie de ces ouvrages et a été achevé en 1967 sur le Gardon d'Alès dans le département du Gard. Il est situé à environ 1,6 km en amont du barrage des Cambous et contrôle un bassin versant de 116 km<sup>2</sup>. Il s'agit d'un barrage de classe A en enrochements de 45 m hauteur sur fondation et de 154 m de longueur en crête. Son étanchéité est assurée par un masque amont en béton bitumineux.

L'évacuation des crues est assurée par deux pertuis de demi-fond pour les débits courants et une corolle pour les débits rares. Les pertuis et la corolle débitent tous deux dans deux galeries d'évacuation traversant le barrage. L'effet du barrage sur les crues au droit des enjeux aval est important avec :

- en amont de la Grand'Combe (9 700 habitants) :
  - une réduction du débit de période de retour 50 ans de -55 % ;
  - une réduction du débit de période de retour 100 ans de -19 % ;
- en amont d'Alès (41 000 habitants) :
  - une réduction du débit de période de retour 50 ans de -22 % ;
  - une réduction du débit de période de retour 100 ans de -16 %.

Les évènements hydro-climatiques cévenols survenus ces vingt dernières années, associés à l'évolution de l'état de l'art en matière d'hydrologie, ont révélé les insuffisances de l'évacuateur de crue du barrage, confirmée par un avis du CTPBOH datant de 2009 inscrivant l'ouvrage dans une procédure de révision spéciale.

Le barrage des Cambous, situé à l'aval immédiat de celui de Sainte Cécile a été construit dans les années 50 afin que sa retenue serve de réserve d'eau pour l'activité minière. Avec l'arrêt de cette activité l'ouvrage a été cédé au Département pour le franc symbolique dans les années 80. L'augmentation de la capacité d'évacuation des crues du barrage de Sainte Cécile va nécessiter une mise en cohérence de la capacité hydraulique du barrage des Cambous. De fait l'opération de sécurisation du barrage de Sainte Cécile comprend-elle aussi le projet de sécurisation du barrage des Cambous. Les deux barrages sont ainsi considérés comme faisant partie d'un seul et même complexe hydraulique. Il convient de préciser dès-à-présent que les travaux requis pour le barrage des Cambous ne font pas débat et sont d'un montant prévisionnel (600k€ HT) très largement inférieur à celui du barrage de Sainte Cécile.

L'objet du présent document est de mettre en perspective les dix années d'études écoulées qui ont permis d'aboutir à la solution d'aménagement du barrage de Sainte Cécile d'Andorge actuellement en cours de conception au niveau projet et qui fera prochainement l'objet d'une demande de financement pour la réalisation des travaux de sécurisation du barrage de Sainte Cécile d'Andorge.

## 2 - PRESENTATION DE L'OUVRAGE PRINCIPAL

La situation des barrages de Sainte Cécile et des Cambous est représentée sur la figure ci-après. Des photographies des ouvrages figurent aussi dans ce paragraphe.

Outre sa fonction de barrage écrêteur, le barrage de Sainte-Cécile assure le soutien estival des étiages. Cette fonction peut être complétée par une sollicitation de volumes d'eau dans le plan d'eau des Cambous en cas d'étiage particulièrement sévère, soit en moyenne une année sur trois.

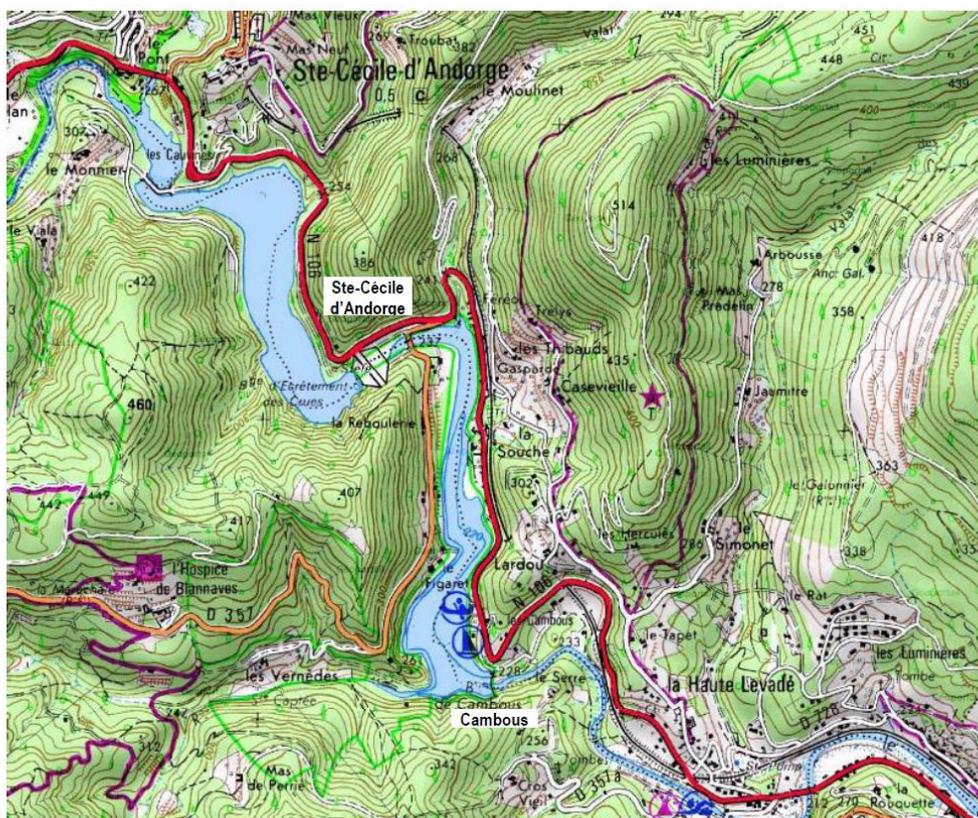


Figure 1 : Plan de situation des ouvrages



Photo 1 : Vue des parements amont et de la tulipe du barrage de Sainte Cécile

### 3 - BIBLIOGRAPHIE NON EXHAUSTIVE

La bibliographie de référence de la présente note est mentionnée dans le tableau ci-après.

N°	Intitulée	Nature des documents	Maître d'ouvrage	Date de production	Auteur
A1	Echange Phase amont Autorité Environnementale - Mise en sécurité du complexe formé par les barrages de Sainte école d'Andorge et des Cambous	AVIS	CD30	2020	DDTM
A2	SECURISATION DU COMPLEXE HYDRAULIQUE FORME PAR LES BARRAGES DE SAINTE-CECILE D'ANDORGE ET DES CAMBOUS Elaboration du dossier de demande d'autorisation environnementale au titre des articles R.181-13 et suivants du Code de l'Environnement Note de cadrage	Rapport	CD30	2020	ECO-MED
A3	Etat initial du projet de sécurisation du complexe hydraulique formé par les barrages de Sainte-Cécile d'Andorge et de Cambous – Conseil Départemental du Gard – Sainte-Cécile-d'Andorge et Branoux-les-Taillades (30)	Rapport	CD30	2020	ECO-MED
B1	SECURISATION DU COMPLEXE DES BARRAGES DE SAINTE-CECILE ET DES CAMBOUS Analyse multicritère	Rapport	CD30	2017	ISL
B2	MISE EN SECURITE DU COMPLEXE HYDRAULIQUE Barrages départementaux de Sainte-Cécile d'Andorge et des Cambous - Diagnostic paysagé et Intégration paysagère de la solution retenue	Rapport	CD30	2017	ICI et La paysage
B3	Avis du CTBOH sur le dossier de révision spécial du barrage de Sainte Cécile d'Andorge	AVIS	CD30	2017	CTPBOH
B4	SECURISATION DU COMPLEXE DES BARRAGES DE SAINTE-CECILE ET DES CAMBOUS Compléments pour le CTPBOH	Rapport	CD30	2017	ISL
B5	Retour d'expérience des barrages en remblais pouvant supporter des déversements avec une protection en BCR	Rapport	CD30	2017	EDF
B6	SECURISATION DU COMPLEXE DES BARRAGES DE SAINTE-CECILE ET DES CAMBOUS Synthèse des solutions de sécurisation du barrage	Rapport	CD30	2017	ISL
B7	Mise en sécurité du barrage de Sainte Cécile d'Andorge par déconstruction	Rapports	CD30	2016	EGIS-ISL
B8	Etude de stabilité du barrage de Sainte Cécile d'Andorge	Rapport	CD30	2016	ISL
B9	SECURISATION DU COMPLEXE DES BARRAGES DE SAINTE-CECILE ET DES CAMBOUS DOSSIER DE REVISION SPECIALE SAINTE CECILE	Rapport	CD30	2015	ISL - EDF-HYDRIS Hydrologie-GINGER CEBTP- ECN GEM-SismOcean-SCP- CACG-Kenneth D. Hansen (Expert)
B10	Etude de danger du barrage de Sainte Cécile d'Andorge	Rapport	CD30	2014	BRLi - ISL
B11	Actualisation des études hydrologiques des barrages de Sainte-Cécile d'Andorge et de Sénéchas	Rapport	CD30	2014	ISL - HYDRIS
B12	Reprise des études hydrologiques des barrages départementaux	Rapport	CD30	2008	BRLi - HYDRIS
B13	Etude de propagation de l'onde de rupture du barrage de Sainte Cécile d'Andorge	Rapport	CD30	1999	SIEE

**Tableau 1 : Bibliographie de référence de la présente note**

#### 4 - INCIDENCE DU BARRAGE SUR LA SECURITE PUBLIQUE



**Photo 2 : Le barrage de la Rouvière lors de la crue de septembre 2002**

Le phénomène méditerranéen généralisé de septembre 2002 qui a touché plus des deux tiers du Département du Gard a entraîné le dépassement de la crue de projet du barrage de la Rouvière sur le bassin versant du Vidourle. (i.e. : la capacité hydraulique de l'évacuateur de crue s'est trouvée dépassée et des surverses significatives se sont produites sur les culées du barrage, voir photo ci-après).

Ce phénomène sans précédent tant par son ampleur géographique que son intensité pluviométrique a conduit le Conseil Départemental à lancer une étude de révision de l'hydrologie des 5 barrages écrêteurs de crue dont il était propriétaire. Comme évoqué plus haut les résultats de cette étude ont permis de constater l'insuffisance hydraulique de l'évacuateur de crue du barrage de Sainte Cécile d'Andorge d'une part, et d'avoir la certitude que si l'épicentre de l'évènement de septembre 2002 s'était trouvé à l'amont du barrage de Sainte Cécile, ce dernier aurait rompu du fait de sa structure en remblai d'enrochement et aurait entraîné avec lui la rupture du barrage des Cambous.

Les informations ci-dessous sont issues du rapport de l'étude de [B10].

La description des enjeux aval se base sur l'étude de propagation de l'onde de submersion réalisée pour le barrage de Sainte-Cécile, intégrant la rupture combinée du barrage des Cambous. Elle constitue donc une description maximisante. Dans la vallée, entre Sainte Cécile d'Andorge et Alès, la population potentiellement touchée par une inondation se regroupe essentiellement dans les villages de La Grand-Combe, Saint-Martin de Valgagues et Alès. Elle a été estimée à 28 000 personnes par le Conseil Départemental.

La zone du quart-d'heure est définie comme celle comprise entre le barrage et la limite atteinte par le front de l'onde de rupture en moins de 15 minutes. Pour le barrage de Ste-Cécile d'Andorge, elle

s'étend sur environ 9 km et englobe la totalité de la Grand'Combe. La ville d'Alès est atteinte en une heure.

L'emprise de la zone inondée extraite de l'étude d'onde de submersion inclut :

- 26 écoles (La Grande-Combe (3), Les Salles du Gardon (2), Alès (21)),
- 6 collèges (La Grande-Combe (2), Alès (4)),
- 5 lycées (La Grande-Combe (1), Alès (4)).

L'analyse du PCS de la Grand'Combe permet de compléter cette liste par les établissements suivants : 1 gymnase, 3 églises, 1 mosquée et 1 temple protestant, 1 supermarché.

La vallée est également occupée par des zones industrielles et commerciales, notamment au niveau des secteurs de la Grand-Combe, et d'Alès.

De nombreuses voies de communications sont susceptibles d'être entièrement ou partiellement coupées en cas de rupture du barrage de Sainte Cécile d'Andorge combinée à celle du barrage des Cambous.

Par ailleurs, des ponts et ouvrages traversants sont présents sur le linéaire de la rivière. Les principaux sont les ponts de la RD357, de la RN106 , de la Grand-Combe sur la RD234, de la traversée d'Alès.

## 5 - SOLUTIONS ETUDIÉES AU NIVEAU ESQUISSES DANS LE CADRE DE LA REPRISES DES ETUDES HYDROLOGIQUES DES BARRAGES DU GARD

Cette étude ([B12]) attribuée au bureau d'étude BRLi prévoyait pour les ouvrages dont l'insuffisance hydraulique était avérée, la conception au niveau esquisse de plusieurs variantes de sécurisation.

### 5.1 - Identification des solutions à étudier au niveau esquisses

#### 5.1.1 - Solutions basées sur une réhausse du barrage

La faisabilité de ce type de solution est remise en question par la présence d'une galerie SNCF à la cote 268 mNGF dans le périmètre de la retenue. Au delà de cette cote, l'évacuation des eaux se fera donc aussi par cet ouvrage.

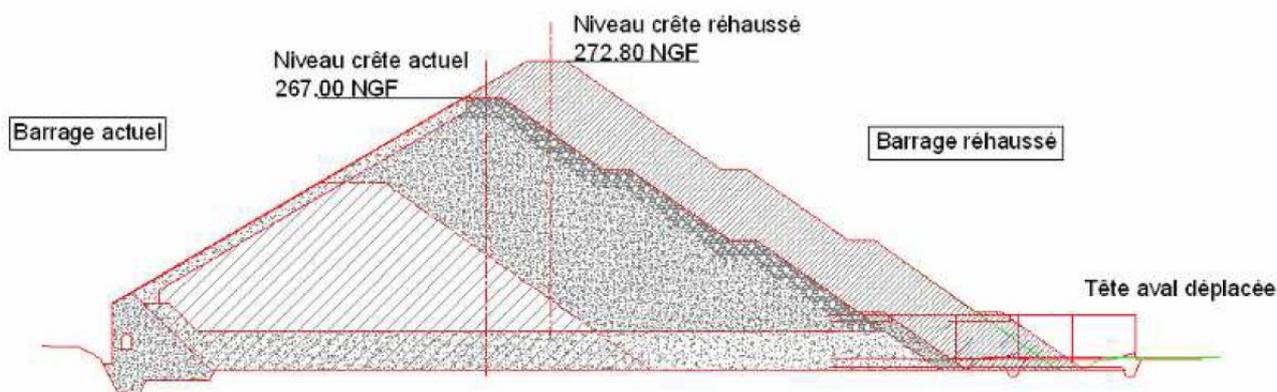


Figure 2 : Coupe type de la solution rehausse envisagée (source [B12])

Ce type de solution n'a donc pas été retenu par le comité de pilotage de l'étude.

### 5.1.2 - Solutions basées sur la création de galeries d'évacuation supplémentaires

La contrainte consistant à maintenir le niveau d'écrêtement actuel de la crue centennial qui se traduit par une cote de déversement de la nouvelle galerie à 263.5 mNGF conduit à des diamètres d'ouvrages irréalistes.

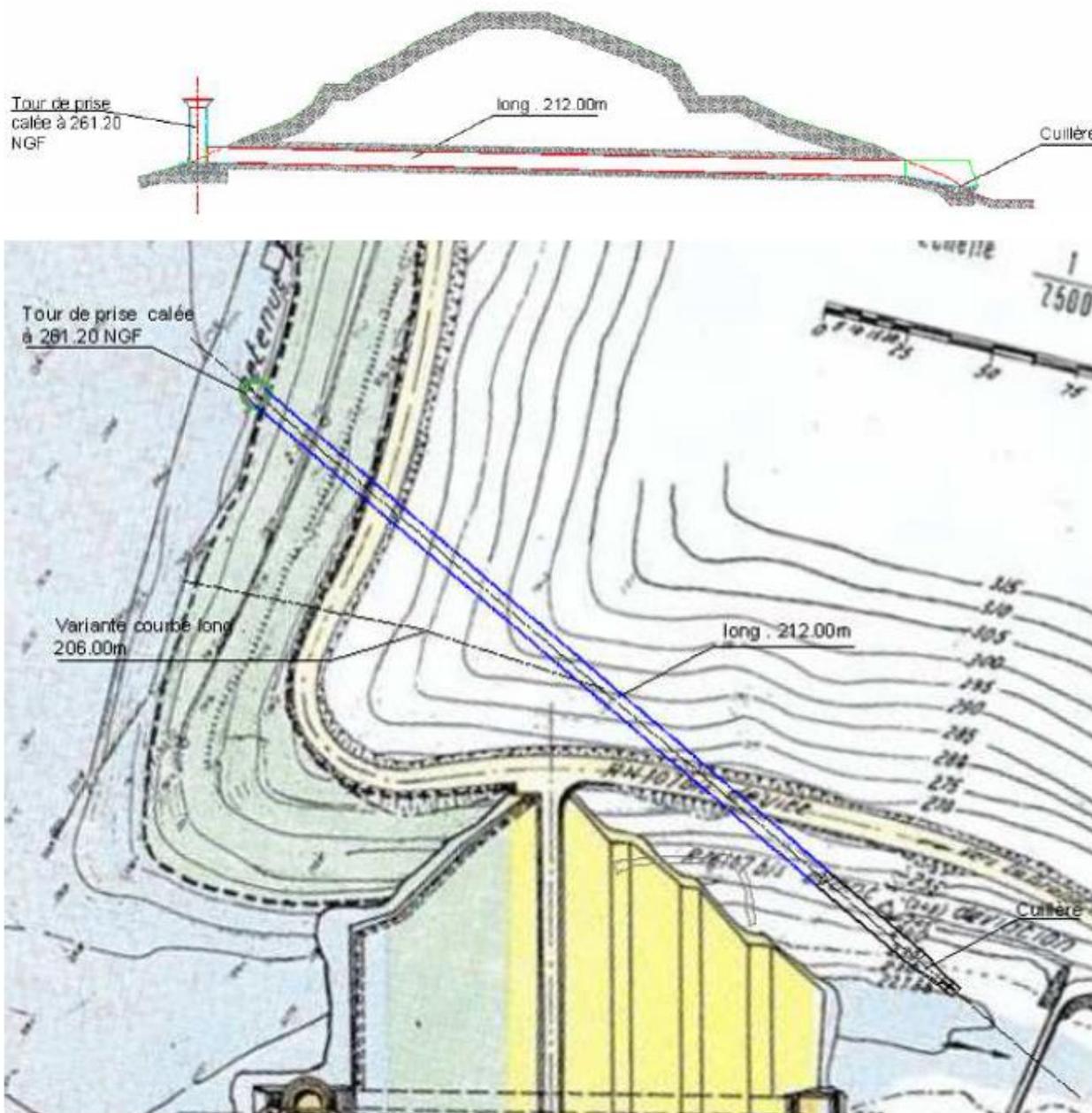


Figure 3 : Schéma de principe d'une solution basée sur la création d'une galerie supplémentaire (source [B12])

De plus, ce type de solution, compte-tenu du fonctionnement en charge des ouvrages, n'offre pas de sécurité vis à vis des incertitudes hydrologiques. En effet, malgré les études approfondies qui ont été menées jusqu'à ce jour, force est de constater que ces incertitudes resteront significatives dans le contexte climatique Cévenol.

Il convient pour autant de rappeler que, au-delà de l'hydrologie, les règles de dimensionnement ont elles aussi évoluées vers un niveau de sécurité supérieur depuis la création de l'ouvrage. En effet, les périodes de retour des crues de sûreté étaient à l'époque de la construction du barrage de 1000 à 5000 ans alors qu'elles sont aujourd'hui de 5000 à 10000 ans. On ne peut donc pas dire que le choix initial d'une évacuation par galerie était une erreur de conception mais plutôt qu'il répondait à un contexte qui a depuis sensiblement évolué tant sur les plans techniques, juridiques que climatiques.

**Au vu de l'incapacité des solutions d'évacuateur en galerie à faire face à une évolution future défavorable de l'hydrologie, cette incapacité relevant d'une problématique de sécurité publique, ces solutions n'ont pas été retenues par le comité de pilotage.**

### 5.1.3 - Solutions d'évacuateurs à ciel ouvert

Deux sous-types de solution ont été étudiés :

- **Barrage déversant :**

Réalisation d'un coursier en béton armé inséré dans le remblai de l'ouvrage.

- **Déversoir latéral :**

Création d'un déversoir latéral en rive gauche entraînant des terrassements importants mais permettant une marge supplémentaire correspondant à la hauteur de la revanche au niveau du barrage. Afin de limiter la longueur déversante tout en ne diminuant pas l'efficacité de l'écrêtement de la crue centennale (crue de référence des PPR sur le Gardon d'Alès à l'aval du barrage de Sainte-Cécile d'Andorge), la mise en place de seuils fusibles qui s'effaceraient à la cote 263.50 mNGF (Cote de projet centennale) a été envisagée.

Le comité de pilotage de l'étude a approuvé les résultats présentés. Les solutions ci-après ont donc pu être étudiées au niveau esquisse dans le cadre de la tranche conditionnelle de l'étude :

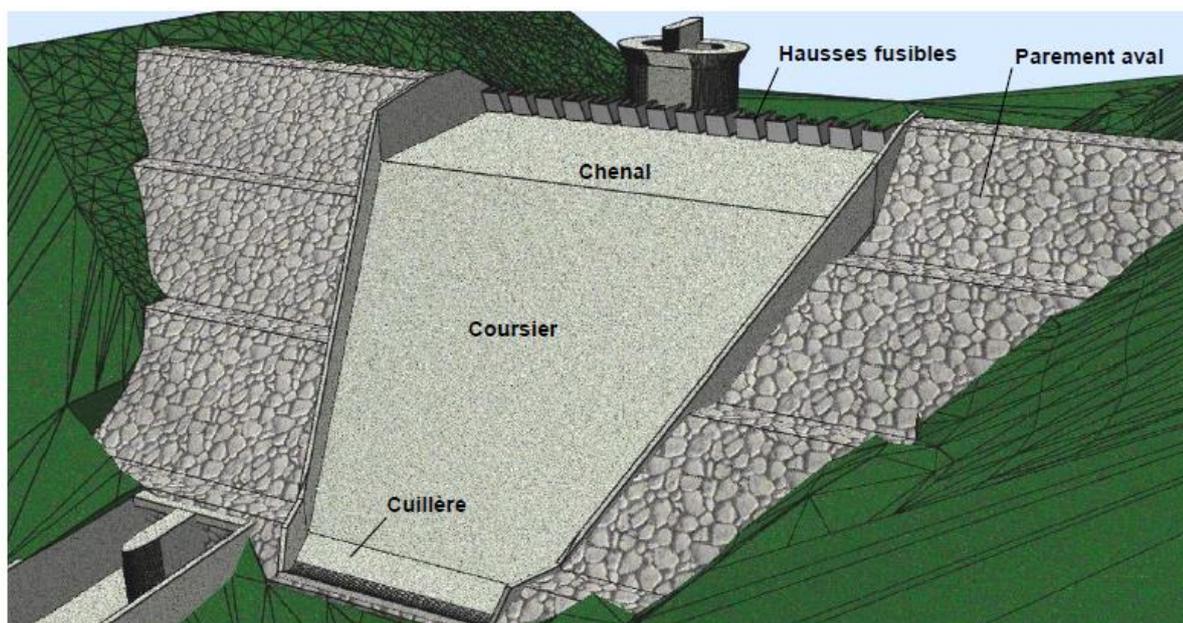
- Création d'un déversoir latéral en rive gauche avec seuil fusible à la cote 263.5 mNGF,
- Création d'un coursier en béton armé inséré dans le remblai avec seuil fusible à la cote 263.5 mNGF,
- Effacement définitif de l'ouvrage.

*NOTA : les solutions mixtes « Déversoir de sécurité et galerie d'évacuation » cumulant les inconvénients des solutions galeries et des solutions déversoirs à ciel ouvert n'ont pas été retenues par le comité de pilotage.*

## 5.2 - Etudes d'esquisses

### 5.2.1 - Création d'un coursier en béton armé inséré dans le remblai avec seuil fusible à la cote 263.5 m NGF

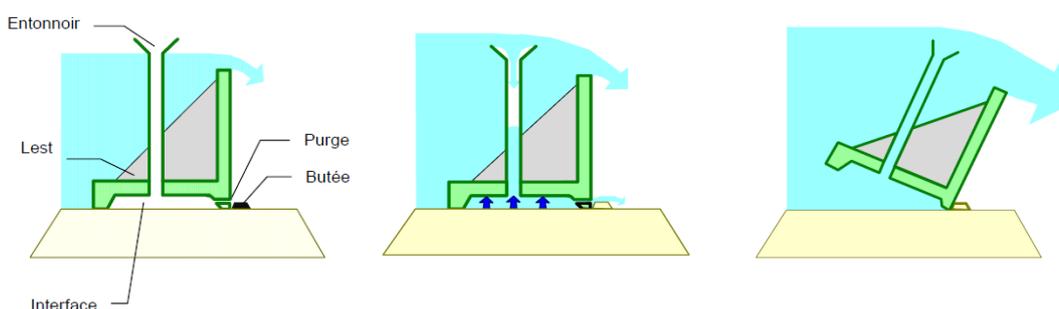
Cette solution consistait à insérer un évacuateur à surface libre en béton dans la partie haute et sur le parement aval du barrage (voir figure ci-après).



**Figure 4 : Visualisation 3D du parement aval de la solution d'évacuateur sur remblai (source [B12])**

Deux variantes ont été étudiées, l'une avec un canal rectiligne, l'autre avec un canal convergent. Du fait de sa largeur importante, la variante sans convergent empiétait sur l'emplacement des ouvrages de restitution situés à l'aval du barrage (galeries) et nécessitait des travaux très importants de modification de ces derniers. De fait seule la solution avec convergent a été retenue à ce stade des études.

Comme évoqué précédemment, une des données d'entrée du projet est que le comportement écrêteur de l'ouvrage ne doit pas être modifié pour les crues de périodes de retour inférieures à 100 ans. Le nouvel évacuateur de crues ne devait donc entrer en fonctionnement qu'à partir de la cote 263.5 mNGF. Pour cela, des hausses fusibles de type Hydroplus mises en place sur le radier du chenal à l'aval immédiat du seuil d'entonnement ont été étudiées.



**Figure 5 : Schéma de mise en fonctionnement des hausses fusibles à la cote 263,50 mNGF (source [B12])**

**Cette solution était estimée en 2008 à 6,87 M€ HT.**

### 5.2.2 - Évacuateur latéral

Ces solutions consistaient à créer un évacuateur latéral à surface libre en rive gauche du barrage existant. Plusieurs types d'entonnement ont été étudiés : à déversement frontal et à déversement latéral. Il en a été de même pour les seuils déversant : seuil fixe et seuil avec hausses fusibles.

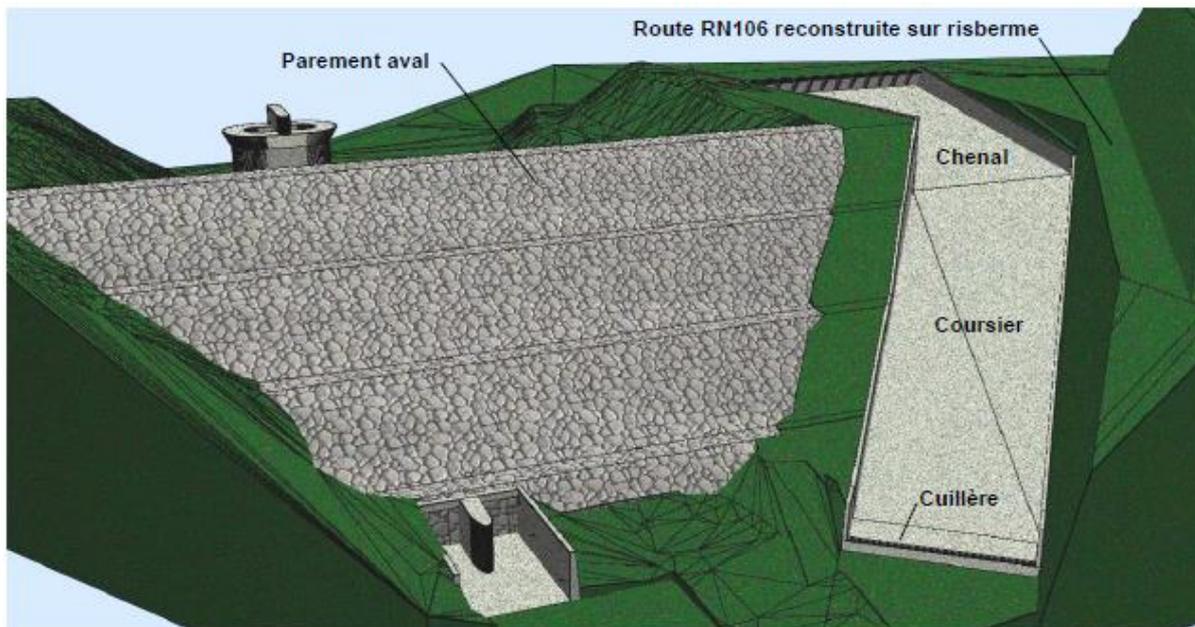


Figure 6 : Visualisation 3D du parement aval de la solution d'évacuateur en rive gauche avec coursier rectiligne (source [B12])

A l'issue des études de prédimensionnement deux variantes d'évacuateur latéral **notées V1 (largeur minimale) et V2 (profondeur minimale)** ont été retenues. Les coûts estimés en 2008 à un niveau préliminaire étaient les suivants :

- **Solution V1 : 34,73M€ HT,**
- **Solution V2 : 43,57M€ HT.**

### 5.2.3 - Effacement définitif de l'ouvrage

A la demande du comité de pilotage, une estimation sommaire du montant relatif à la déconstruction du barrage a été réalisée.

Cette solution consistait donc à déconstruire à la fois le corps du barrage lui-même ainsi que son masque d'étanchéité bitumineux mais également l'ensemble des ouvrages en béton armé, à savoir, les galeries sous remblai, les ouvrages amont et aval de prise et de restitution ainsi que le pied amont du barrage.

**Les coûts estimés en 2008 à un niveau préliminaire pour cette solution étaient de 16,92M€ HT.**

## 5.3 - Conclusion des études d'esquisses de 2008

Au terme de cette étude, la solution consistant à créer un évacuateur de crues rapporté sur le barrage existant est apparue comme étant la solution non seulement la plus économique mais

également la moins contraignante en termes d'impact sur les ouvrages alentours constitués par la Route National 106 et le barrage des Cambous. C'est pourquoi le comité de pilotage a retenu cette solution pour la suite des études qui devraient néanmoins porter une attention toute particulière sur les dispositions techniques d'étanchéité et de drainage à mettre en place au niveau de ce nouvel évacuateur de crues.

#### **5.4 - Avis du CTPBOH sur la reprise des études hydrologiques**

Le barrage de Sainte Cécile d'Andorge est un ouvrage de classe A (i.e. catégorie des grands barrages). De fait l'étude de révision de l'hydrologie nécessitait un avis du Comité Technique Permanent des Barrages et Ouvrages Hydrauliques.

**Les méthodes hydrologiques employées et les résultats obtenus ont reçu, suite à sa séance du 17 décembre 2009 un avis favorable du CTPBOH<sup>1</sup> dans le cadre de la révision du Plan Particulier d'Intervention du barrage.**

L'ouvrage ne remplissant pas les conditions de sûreté suffisantes de par le sous-dimensionnement de son évacuateur de crue, ce dernier devait faire l'objet d'une procédure dite de « révision spéciale ». De ce fait, les mesures que le responsable de l'ouvrage se proposait de retenir devrait faire l'objet à nouveau d'un avis du CTPBOH.

Bien que le CTPBOH n'ait pas été sollicité dans le cadre d'un dossier de révision spéciale, les études d'esquisses figurant dans le dossier transmis l'ont autorisé à donner un avis sur ces dernières ce qui a permis de mesurer le chemin restant à parcourir avant de pouvoir soumettre un dossier de révision spéciale acceptable par le comité. Un extrait de l'avis du comité est présenté ci-après :

*« Considérant que la solution proposée d'implantation d'un évacuateur de crue sur le barrage soulève, compte-tenu des caractéristiques de celui-ci, **des difficultés particulières dont la maîtrise n'est pas assurée, qu'elle n'a pas été expérimentée dans des conditions comparables sur un autre ouvrage, et qu'elle appellerait donc des justifications particulièrement étudiées.***

*[...] Considérant que le dossier n'examine pas des variantes crédibles et que l'étude de solutions de mise en sécurité comparées dans celui-ci et de la solution effectivement proposée se situe à un niveau esquisse, insuffisant pour valider les comparaisons et justifier la faisabilité et la sécurité de la solution proposée.*

*NE PEUT ACCEPTER le dossier en l'état »*

Le Conseil Départemental a donc décidé d'approfondir le choix de la solution à retenir moyennant une analyse comparative des solutions techniques les plus pertinentes à un niveau de précision accru, à savoir l'AVP selon la terminologie de la loi MOP<sup>2</sup>. Il s'agissait donc de passer un contrat de maîtrise d'œuvre pour une étude à un niveau avant projet de trois solutions de renforcement de la capacité d'évacuation de l'ouvrage : La construction d'un évacuateur à surface libre, en rive droite, en rive gauche et sur le remblai. Le contrat comprenait aussi la mise en sécurité du barrage des Cambous.

---

<sup>1</sup> Comité Technique Permanent des Barrages et Ouvrages Hydrauliques

<sup>2</sup> Maîtrise d'Ouvrage Publique

A la suite des observations de l'assistant à maîtrise d'ouvrage (EDF Centre d'Ingénierie Hydraulique) dont la collectivité s'est adjoint les compétences dans le cadre de la présente opération, le Conseil Départemental a ouvert l'appel d'offres à une quatrième solution à savoir la déconstruction-reconstruction du remblai du barrage en BCR (béton compacté au rouleau) avec évacuateur à surface libre en marches d'escalier.

Les solutions à étudier devaient faire l'objet d'une analyse multicritères dont les résultats devraient permettre au maître d'ouvrage de valider d'une solution qu'il jugerait comme la plus « avantageuse ».

La solution validée ferait l'objet d'une optimisation / vérification sur modèle physique. C'est sur la base de la solution validée et optimisée de mise en sécurité du barrage de Sainte Cécile que serait constitué le dossier à présenter au CTPBOH dans le cadre de la procédure de révision spéciale.

## **6 - ETUDE DE 4 SOLUTIONS AU NIVEAU AVP**

### **6.1 - Etude des différentes solutions**

#### **6.1.1 - Les évacuateurs en rive**

L'étude a mis en évidence :

- Des volumes de terrassement considérables (deux fois le volume du barrage),
- Des aléas sur la réalisation des terrassements importants,
- Un impact paysager notoire,
- Un coût très élevé.

Quels que soient les pondérations et les barèmes d'évaluation retenus, ces solutions se retrouveraient écartées au niveau de l'analyse multicritère.

#### **6.1.2 - Evacuateur sur remblai (EVC-Rb)**

Il s'agissait de la solution la moins coûteuse et la plus rapide à mettre en oeuvre. Les conclusions des études d'esquisses se trouvaient donc confortées.

#### **6.1.3 - Déconstruction et reconstruction en BCR**

Dans un premier temps c'est la déconstruction totale qui a été étudiée avec comme perspective la possibilité de pouvoir utiliser le déblai comme granulats dans la fabrication du BCR. Or la réalisation des terrassements, même selon une approche saisonnalisée, entraînait inévitablement une augmentation de la probabilité de rupture par surverse en phase chantier. En effet l'abaissement progressif de la crête du barrage allait augmenter le risque que l'eau surverse sur le remblai au cours des travaux. Cette hypothèse a été refusée par les services de l'Etat. Aussi c'est finalement une variante qui a été retenue à savoir la déconstruction partielle du parement aval, sa reconstruction en BCR et la construction de l'évacuateur à surface libre sur le BCR. **Cette solution a finalement été renommée EVC sur BCR.**

#### **6.1.4 - Etude préliminaire d'un nouveau barrage à l'aval du barrage existant**

Les premiers résultats de l'analyse multicritère ont révélé rapidement que les solutions EVC-Rb et EVC-BCR seraient les plus compétitives. Le service de contrôle des ouvrages hydrauliques

(SCSOH) de la Direction Régionale de l'Environnement de l'Aménagement et du Logement (DREAL) en charge de la mise en application de la réglementation sur les barrages, a alors manifesté ses réticences vis-à-vis de ces solutions jugées trop innovantes. Aussi afin de s'inscrire dans une démarche de dialogue constructif le Conseil Départemental a rédigé un avenant au contrat du maître d'oeuvre afin qu'il réalise une étude préliminaire d'un nouveau barrage à l'aval immédiat du barrage existant. Plusieurs variantes ont été étudiées prenant en compte plusieurs niveaux de déconstruction du barrage existant.

Les études du maître d'oeuvre ont mis en évidence les sujétions suivantes :

- Un délai de réalisation supérieur de deux ans compte-tenu du niveau d'avancement des études réduit par rapport aux autres solutions,
- Un coût deux fois supérieur à celui de la solution EVC sur BCR,

## 6.2 - Analyse préliminaire des risques des différentes solutions

Cette analyse est l'un des principaux critères de l'analyse multicritère. Elle vise à évaluer les risques de défaillance des différentes solutions une fois mise en œuvre. Les résultats synthétiques aboutissant à une estimation de la probabilité annuelle de rupture en situation aménagée pour les 4 solutions du cahier des charges figurent dans le tableau ci-après.

Solution	Estimation de la P annuelle de rupture	Commentaires
EVC sur Remblai	3.10-6	Cette évaluation tient compte d'une amélioration de la protection de pied aval par la réalisation d'un parement épais en béton Scénario le plus probables : surverse
EVC en rives	4.10-6	Cette évaluation tient compte d'une amélioration de la protection de pied aval par la réalisation d'un parement épais en béton Idem EVC sur remblai pour les scénarios de surverse Risque spécifique lié à l'instabilité potentielle du bajoyer de l'EVC coté barrage dans l'axe du barrage
EVC sur BCR	2.10-7	Sécurité plus importante vis-à-vis des scénarios de rupture les plus probables que pour EVC en rives et sur remblai

**Tableau 2 : Probabilité annuelle de rupture des différentes solutions étudiées (source [B9])**

Pour les solutions EVC sur remblai et EVC en rives le scénario de surverse signifie que la capacité d'évacuation de l'EVC est atteinte et que l'eau fini par passer au-dessus de la crête du barrage et par érodé le parement aval en enrochement. Ce scénario ne peut se produire avec la solution EVC sur BCR puisque le parement aval est protégé par du béton compacté au rouleau. Ceci explique pourquoi la probabilité de rupture de la solution EVC-BCR est inférieure d'un ordre de grandeur aux autres solutions.

A la demande du comité technique et bien que le niveau de définition ne soit pas le même que les solutions prévues initialement au cahier des charges d'ISL, la solution nouveau barrage a fait l'objet

elle aussi, d'une analyse préliminaire des risques. Il a toutefois été impossible d'appliquer une méthode similaire à celle développée pour les autres solutions. En effet les retours d'expérience à l'échelon mondial montrent que les ruptures des barrages poids en BCR sont le plus souvent la conséquence d'une faiblesse mal prise en compte au niveau de la fondation. De fait, il eut fallu, pour pouvoir évaluer précisément le risque de rupture de l'ouvrage projeté, mener des reconnaissances de sol dans l'emprise de la fondation projetée avec un niveau d'investigation similaire à celui déployé lors des campagnes de 2012 et de 2013 réalisées pour les solutions figurant au cahier des charges initial. Ceci était d'autant plus vrai que cette emprise est traversée par la faille qui avait conduit à écarter, lors de la conception du barrage existant, la solution du barrage en béton.

Il n'en demeurerait pas moins que sous réserve de pouvoir mettre en oeuvre des dispositions techniques permettant de s'affranchir de cette sujétion, la sûreté d'une solution de nouveau barrage en BCR devrait être du même ordre de grandeur que celle de l'EVC-BCR.

### 6.3 - Analyse multicritère

L'AMC devait permettre, lors d'un comité de pilotage, de se prononcer sur la solution à retenir qui ferait l'objet d'une modélisation physique (modèle réduit en laboratoire hydraulique) et qui serait par la suite soumise à l'approbation du CTPBOH. Les critères à retenir, les modalités de leur évaluation ainsi que leur pondération relative avaient fait l'objet de multiples ajustements suite à plusieurs réunions du comité technique et du comité de pilotage. La principale évolution avait porté sur l'intégration de la solution nouveau barrage. Les résultats de l'évaluation des différents critères figurent dans le tableau ci-après.

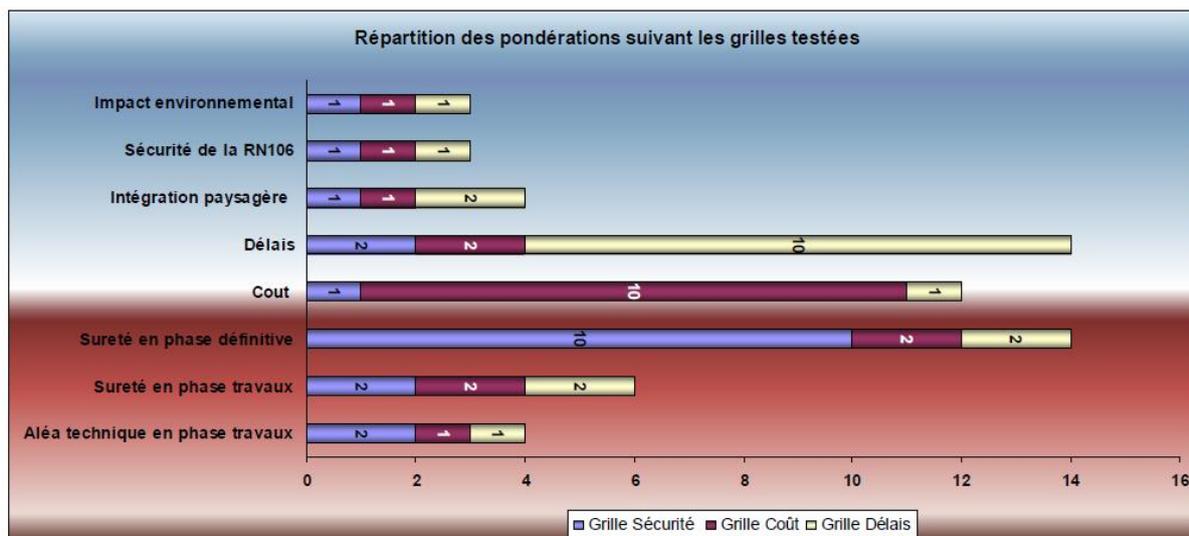
	EVC RG	EVC RD	EVC sur remblai	EVC sur BCR	Nouveau barrage BCR	Ne rien faire
Aléa technique en phase travaux	33	33	67	67	50	100
Sûreté en phase travaux	100	100	83	67	100	100
Sûreté en phase définitive	44	44	47	90	100	0
Coût	17	15	100	50	19	100
Délais	68	73	100	93	50	100
Intégration paysagère	0	0	100	100	50	100
Sécurité de la RN106	0	33	100	67	33	100
Impact environnemental	0	0	100	75	0	100

**Tableau 3 : Evaluation des critères pour chacune des solutions étudiées avec une note sur 100 (source [B9])**

Les trois grilles de pondération « type » ci-après ont été retenues :

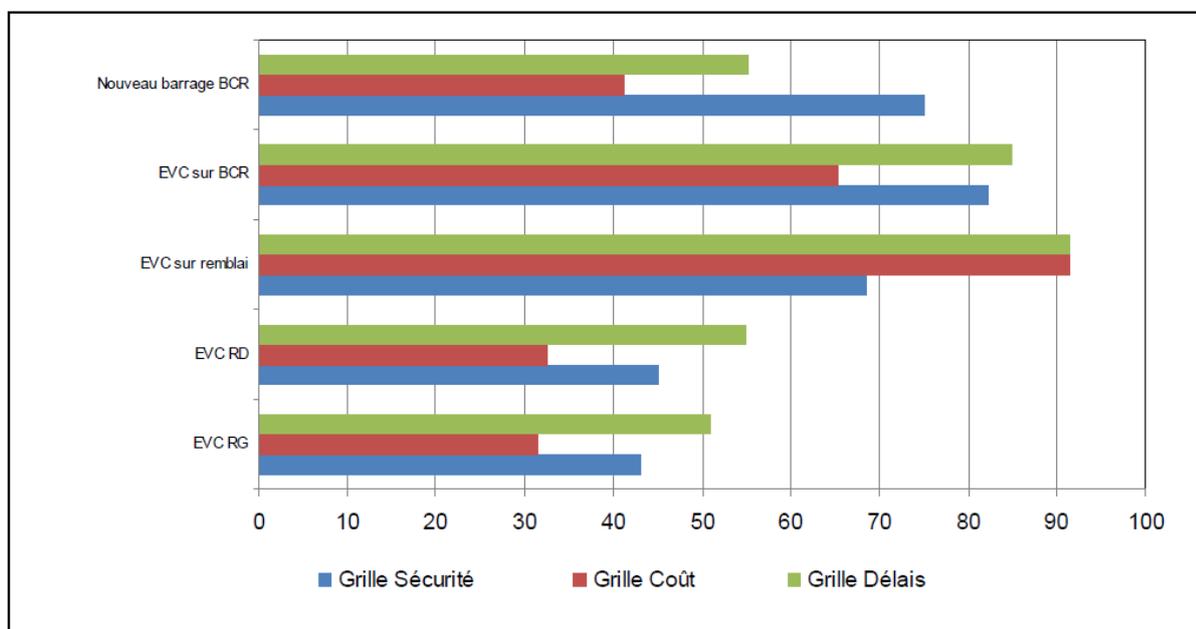
- Une grille privilégiant la sécurité,
- Une grille privilégiant la limitation du coût,
- Une grille privilégiant la limitation des délais.

La ventilation des pondérations suivant les grilles est représentée sur la figure ci-après. Cette ventilation pourrait pour le moins apparaître caricaturale et c'est volontaire car elle avait pour objectif de tester la sensibilité du modèle d'évaluation multicritère.



**Tableau 4 : Répartition des pondérations suivants les grilles testées (total de chaque grille égal à 20)**

La note globale pour chaque solution et pour chaque grille testée est représentée sur la figure ci-après. S’agissant de la grille sécurité on pourra constater que la solution EVC sur BCR arrive en tête devant la solution nouveau barrage alors que cette dernière peut apparaître comme une solution sûre car ayant recours à des techniques éprouvées. Au demeurant l’évaluation de la sécurité en phase définitive du maître d’œuvre pour ces deux solutions conduit à des ordres de grandeurs très proches. De fait c’est finalement sur les autres critères que se fait la différence et notamment sur les délais et le coût.



**Figure 7 : Notation globale de chaque solution suivant les grilles testées (source [B9])**

Les grilles délais et coûts conduisaient à retenir la solution d’évacuateur sur remblai, à la fois la plus rapide à mettre en œuvre et la moins chère. En conclusion on pouvait dire que deux solutions se distinguaient très nettement au vu de l’analyse multicritère à savoir l’EVC sur remblai et l’EVC sur BCR.

#### **6.4 - Position des parties prenantes de l'opération**

La synthèse des coûts des solutions étudiées à laquelle est arrivée le maître d'œuvre figure dans le tableau ci-après.

Solution	EVC rive gauche	EVC rive droite	EVC sur remblai	EVC sur BCR	Nouveau barrage en BCR	Nouveau barrage en BCR (variante)
Montant préliminaire en € HT	30 M€	34 M€	6 M€	11 M€	24 M€	19 M€

**Tableau 5 : Synthèse des coûts des différentes solutions étudiées (source [B9])**

##### 6.4.1 - Position de l'équipe de projet

Au vu des coûts affichés et compte-tenu de la conformité des niveaux de sécurité atteints avec les exigences du CFBR<sup>3</sup>, organisme producteur de normes françaises s'agissant des règles de l'art en matière de conception et de construction de barrages, l'équipe de projet (MOA, AMO, MOE), considérait la solution EVC sur remblai comme la plus avantageuse. La solution d'EVC sur BCR était également intéressante car elle apportait un surcroît de sécurité par rapport à l'EVC sur remblai et les EVC en rives.

##### 6.4.2 - Position de la DGPR<sup>4</sup>

Le STEEGBH<sup>5</sup> de la DGPR, est le service de l'état en charge de la supervision des procédures de révision spéciale. Ce dernier a notamment exprimé ses réserves à propos de la solution EVC-BCR lors du comité de pilotage de révision spéciale présidé par le Préfet du Gard le 7 décembre 2012.

#### **6.5 - Suite donnée par l'équipe de projet**

##### 6.5.1 - Organisation d'une revue de projet

Au vu des réticences de la DGPR, le Conseil Départemental a souhaité, afin de fonder le choix de la solution qu'il retiendrait pour la sécurisation du barrage, que la validité technique des investigations menées et des résultats obtenus pour les 5 solutions (4 solutions du cahier des charges + solution nouveau barrage) fasse l'objet d'une évaluation extérieure par un collège d'experts indépendants d'envergure internationale.

Les experts qui intervenaient avaient plus de 30 ans d'expérience. Leurs profils étaient complémentaires et recoupaient les spécialités suivantes :

- conception et construction d'évacuateurs de crue sur remblai,
- conception des évacuateurs de crue et des barrages en BCR.

<sup>3</sup> Comité Français des Barrages et Réservoirs

<sup>4</sup> Direction Générale de la Prévention des Risques du Ministère de L'environnement

<sup>5</sup> Service Technique de l'Energie Electrique, des Grands Barrages et de l'Hydraulique

### 6.5.2 - Adaptation de la revue de projet

Lors de la rencontre de la délégation du Conseil Départemental avec le cabinet du Ministère de l'Environnement de juillet 2013 il est apparu que des divergences techniques profondes persistaient entre la DGPR et l'équipe de projet. Ces divergences portaient principalement sur les points suivants :

- Modalités d'évaluation du niveau de sécurité des solutions étudiées,
- Evaluation du niveau de sécurité requis pour l'ouvrage projeté dans le contexte spécifique du barrage de Sainte Cécile.

En conséquence, il est apparu nécessaire de tout mettre en oeuvre, pour créer les conditions d'un dialogue technique approfondi entre experts, qui permettent d'entrevoir une issue partagée de l'opération. C'est pourquoi le Conseil Départemental a proposé que la DGPR mandate une délégation d'experts qui puissent participer à la revue de projet qu'il prévoyait d'organiser. Ainsi ce sont deux panels d'experts qui ont été mis en présence lors de la revue de projet : ceux du Conseil Départemental d'une part et ceux de la DGPR d'autre part.

### 6.5.3 - Conclusion de la revue de projet

#### 6.5.3.1 - *Evacuateurs en rive*

Les experts ont recommandé d'écarter ces solutions.

#### 6.5.3.2 - *Evacuateurs sur remblai*

Le retour d'expérience de la Compagnie des Coteaux de Gascogne relativement aux évacuateurs sur remblais a révélé que de nombreux ouvrages de ce type avaient été mis en oeuvre en France dans des conditions de fondations souvent nettement plus défavorables que celles du remblai de Sainte Cécile. Ces ouvrages continuent d'être exploités depuis des années, après plusieurs passages de crue, sans problèmes particuliers. En revanche il est vrai que les débits spécifiques à évacuer sont d'une manière générale sensiblement plus faibles que sur le barrage de Sainte Cécile.

Les experts du Conseil Départemental ont considéré que le recensement des initiateurs de rupture les plus plausibles pour cette solution était exhaustif et que les dispositions techniques retenues par le maître d'oeuvre, moyennant quelques améliorations et optimisations, étaient à-même de satisfaire aux objectifs de sureté fixés par la réglementation.

Les experts du Ministère ont considéré que les retours d'expérience sur des solutions similaires étaient insuffisants pour arriver à cette conclusion.

#### 6.5.3.3 - *Evacuateur sur BCR*

Le retour d'expérience américain a révélé :

- Une technique mature utilisée aux US depuis de nombreuses années pour augmenter la capacité d'évacuation des ouvrages en remblai,
- des services de contrôle américains qui acceptent les solutions d'évacuateurs sur carapace BCR y-compris pour de grands barrages à l'amont de zones urbaines,
- Une constitution d'épaisseur sensiblement plus faible à celle proposée sur Sainte Cécile par le maître d'oeuvre qui est de fait plutôt assimilable à une recharge contribuant aussi à la stabilité plutôt qu'une simple carapace à vocation de résistance à la surverse,
- Un seul problème identifié à savoir le vieillissement des marches accéléré par les cycles gel-dégel,

- Une résistance pouvant être augmentée en traitant les nez de marche en béton conventionnel coulé en place,
- Des retours d'expérience significatifs : Yellow river #15 lame d'eau >0,8m pendant 36h et Ocoee n°2 lame d'eau >4m 80 jrs par an pendant 32 ans.

Les experts du Conseil Départemental n'ont pas identifié d'initiateur de rupture plausible. De fait les dispositions techniques retenues, moyennant quelques améliorations et optimisations, étaient à même d'aller au-delà des objectifs de sureté fixés par la réglementation.

Les experts du Ministère ont considéré que les retours d'expérience sur des solutions similaires étaient insuffisants pour arriver à cette conclusion.

#### 6.5.3.4 - Nouveau barrage en BCR

Les experts ont jugé que la comparaison avec les autres solutions n'était pas pertinente car sa faisabilité n'était pas avérée. Sous réserve de cette dernière, le niveau de sureté après aménagement serait du même ordre de grandeur que celui atteint avec la solution EVC sur BCR.

Au demeurant les experts ont indiqué qu'il s'agissait d'une solution plus couteuse et plus longue à mettre en oeuvre que la solution EVC sur BCR.

***En conclusion les experts du maître d'ouvrage ont préconisé de retenir l'EVC sur BCR et de déposer le premier dossier CTPBOH sur cette base. Les experts du Ministère ont considéré pour leur part que la solution EVC sur BCR manquait de références comparables ce qui ne permettait pas de garantir un recensement exhaustif des initiateurs de rupture de l'ouvrage.***

### 6.6 - Conséquences de la revue de projet

Lors de la réunion du comité de pilotage du 8 novembre 2013 le Conseil Départemental a décidé de poursuivre le projet avec la solution EVC sur BCR en tenant compte des recommandations des experts.

La DGPR a établi son propre compte-rendu de cette revue et l'a transmis au Préfet du Gard le 3 décembre 2013. Ce compte-rendu indiquait que la solution de sécurisation de l'ouvrage que privilégie le Conseil Départemental « *ne paraît pas pouvoir recevoir les autorisations nécessaires et doit donc être abandonnée* ».

Une réunion du comité de révision spécial du barrage s'est tenue le 22 janvier 2014 en présence du Préfet du département et du Président du Conseil Départemental. Cette réunion conclut sur la nécessité de rédiger un nouvel arrêté de révision spécial prescrivant l'étude de la déconstruction du barrage, de ses impacts et de la stratégie à mettre en oeuvre pour l'accompagner.

## 7 - DEMARCHE DE SECURISATION PAR DECONSTRUCTION

### 7.1 - Consistance des études

L'arrêté évoqué plus haut comprend les dispositions suivantes :

**« ARTICLE 1 – étude de sécurisation du barrage de Sainte Cécile d'Andorge**

*Le Conseil Général du Gard réalise une étude de sécurisation du barrage de Sainte Cécile d'Andorge complétée par un volet stratégique.*

### ARTICLE 1.1 – Contenu de l'étude

Cette étude, conduite par un organisme agréé conformément aux dispositions des articles R. 214-148 à R. 214-151 :

- envisage plusieurs scénarios de déconstruction au niveau études préliminaires ;
- procède à une évaluation préliminaire des impacts des différents scénarios ;
- identifie à un niveau préliminaire les mesures compensatoires et/ou d'accompagnement de ces scénarios ;
- établit une analyse multicritère des scénarios étudiés ;
- étudie à un niveau de définition avant projet le scénario retenu par le Conseil Départemental du Gard à l'issue de l'analyse multicritère ;
- évalue les impacts du scénario retenu ;
- définit les mesures compensatoires et/ou d'accompagnement du scénario retenu.

Afin de satisfaire aux exigences de cet arrêté les marchés suivants ont été attribués fin 2014 et début 2015 :

- Mission de maîtrise d'oeuvre pour la mise en sécurité du barrage de Sainte-Cécile d'Andorge par déconstruction - phase avant projet : groupement ISL-EGIS,
- Mission d'assistance à maîtrise d'ouvrage pour la mise en sécurité du barrage de Sainte-Cécile d'Andorge par déconstruction – phase avant projet : TRACTEBEL.

### 7.2 - Solutions étudiées

Les différentes parties du barrage pouvant être déconstruites suivant les solutions identifiées sont présentées en coupe sur la figure ci-après.

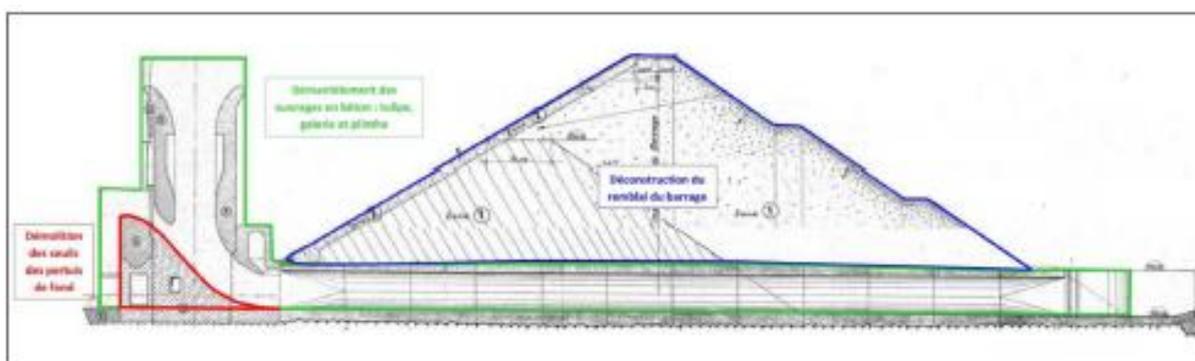


Figure 8 : Différentes parties de l'ouvrage pouvant être déconstruites (source [B7])

- Rouge : solution n°1,
- Rouge + Bleu : solution n°2,
- Rouge + Bleu + vert : solution n°3.

Les vues en plan schématiques sont représentées ci-après.

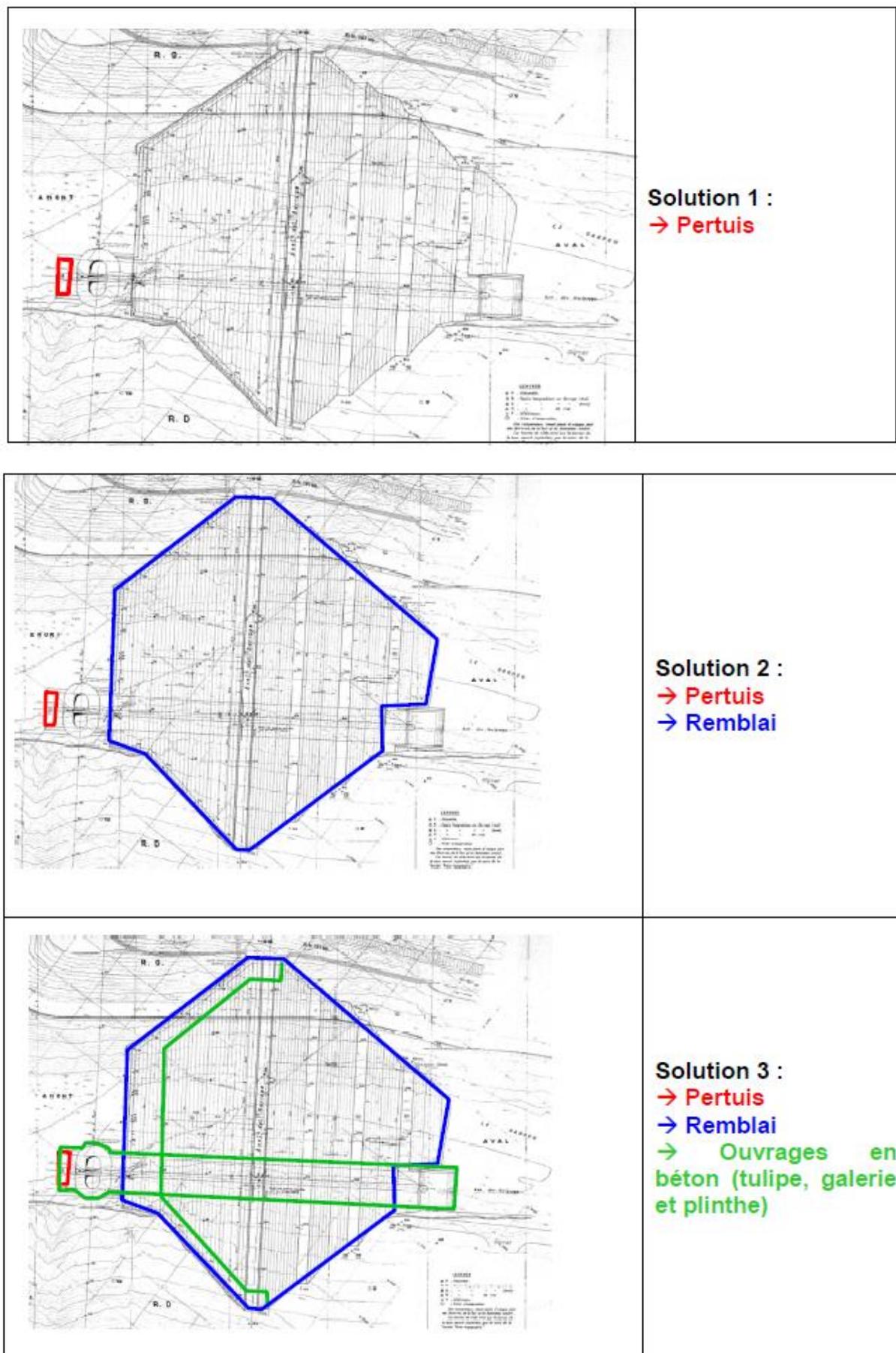


Figure 9 : Vue en plan schématique des trois solutions de déconstruction (source [B7])

### 7.3 - Impacts de l'effacement du barrage

#### 7.3.1 - Hypothèses hydrologiques et hydrauliques

Les simulations effectuées afin d'évaluer l'impact de l'effacement du barrage sont consignées dans le tableau ci-après.

nature des hydrogrammes	configurations	hydrogrammes	simulations
période de retour calée sur <b>Alès</b>	A sans barrage	50, 100, 1000 ans	3
	B avec barrage (état actuel)	50, 100, 1000 ans	3
période de retour calée sur <b>l'amont de la zone d'étude ( Grand Combes )</b>	A sans barrage	50, 100, 1000 ans	3
	B avec barrage (état actuel)	50, 100, 1000 ans	3
ACB	A sans barrage	10 ans	1
	B avec barrage (état actuel)	10 ans	1
<b>TOTAL</b>			<b>14</b>

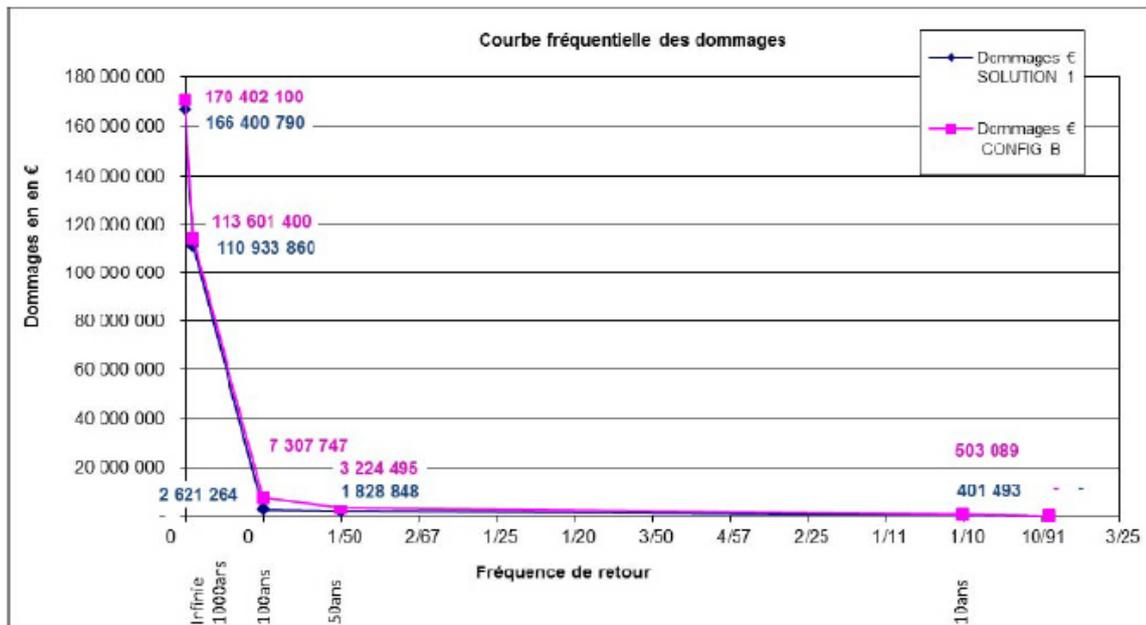
**Tableau 6 : Simulation effectuées pour évaluer l'impact de la suppression du barrage (sources [B7])**

Les simulations hydrauliques ont été effectuées sur la base des hypothèses suivantes :

- Il n'y a aucune rupture des digues de protections contre les inondations situées à l'aval du barrage y-compris les parapets,
- Il n'y a aucune rupture ni embâcle sur les ouvrages d'art franchissant le gardon d'Alès à l'aval du barrage.

7.3.2 - Impacts de la solution 1

7.3.2.1 - *Distribution fréquentielle des dommages et dommages ajoutés moyens annuels*



Ainsi, on obtient à l'échelle du périmètre d'étude :

**DMA avec barrage (configuration B) : 763 360 €**

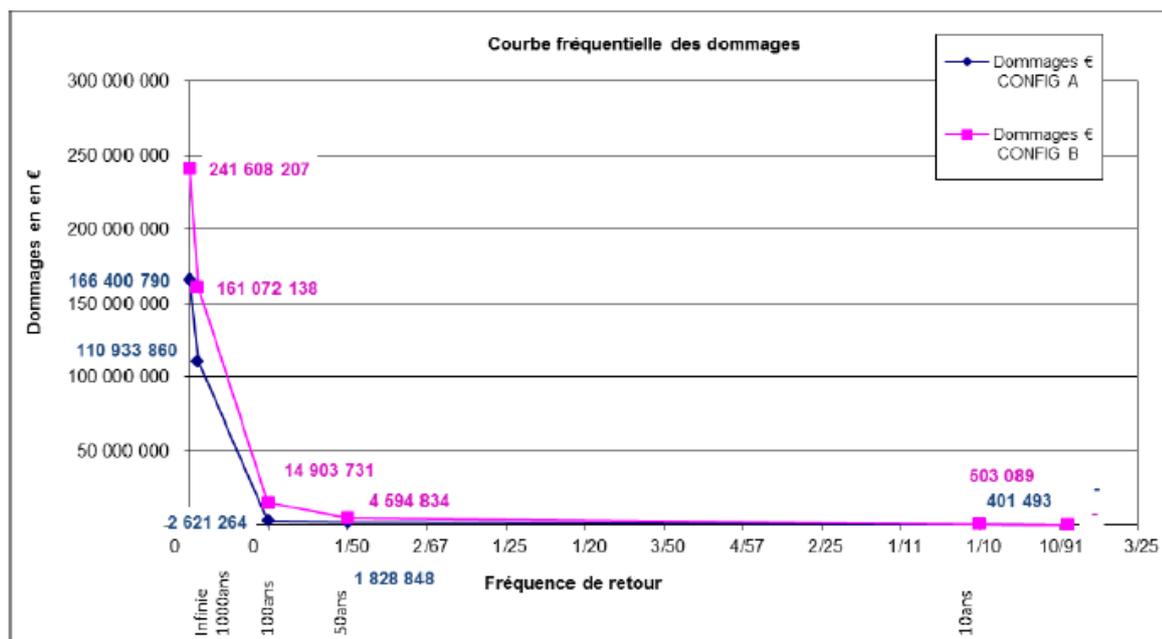
**DMA Solution 1 : 890 652€**

**DAMA : 127 292€**

**Les aménagements de la solution 1 engendre une augmentation des dommages annuels potentiels dus aux inondations de 127K€, soit une progression de 17% de ces dommages par rapport à la situation actuelle (avec barrage).**

### 7.3.3 - Impacts de la solution 2

#### 7.3.3.1 - Distribution fréquentielle des dommages et dommages ajoutés moyens annuels



Ainsi, on obtient à l'échelle du périmètre d'étude<sup>8</sup> :

<b>DMA avec barrage (configuration B) : 763 360 €</b>
<b>DMA Solution 2 : 1 297 436 €</b>
<b>DAMA : 534 076€</b>

**La suppression du barrage de Sainte-Cécile selon la solution 2 engendre une augmentation des dommages annuels potentiels dus aux inondations de 534K€, soit une progression de 70% de ces dommages par rapport à la situation actuelle (avec barrage).**

### 7.3.4 - Impacts de la solution 3

#### 7.3.4.1 - Distribution fréquentielle des dommages et dommages ajoutés moyens annuels

Idem solution 2.

## 7.4 - Evaluation économique des solutions y compris mesures d'accompagnement et compensatoires

### 7.4.1 - Solution 1

Actuellement, le coût moyen annuel des inondations est de 763 360 € (= DMA Dommage Moyen Annuel configuration B avec barrage). Avec la solution 1 avec mesures compensatoires et d'accompagnements, le coût annuel des inondations sera de 760 036 € (DMA Solution 1 avec mesures compensatoires et d'accompagnements).

La solution 1 de déconstruction du barrage de Ste-Cécile engendre une légère réduction du coût des dommages annuels potentiels dus aux inondations de 3325 €, soit une diminution de 0.4% de ces dommages par rapport à la situation actuelle (avec barrage).

**Le bilan annuel du coût des inondations est diminué de 3325 €.**

Dans le cadre de la Solution 1, les coûts de fonctionnement et d'entretien relatifs au barrage seront identiques à ceux de la situation actuelle vu que cette solution conserve l'ouvrage. Il n'y a donc pas de surcoût engendré par cette solution. Les montants estimés par poste de dépenses sont synthétisés dans le tableau suivant :

Poste de dépense	Coût annuel
relatif au barrage (source: CG30)	idem actuel
surcoût entretien berges - Pays Grand Combien	35 000 €
surcoût entretien berges - traversée d'Alès	28 800 €
suivi : bathymétrie et topographie	16 000 €
suivi physico-chimique + morphologique + hydrobiologique	28 000 €
traitement de la turbidité	200 000 €
<b>MONTANT TOTAL</b>	<b>307 800 €</b>
% du montant d'investissement	0.49%

**Tableau 7 : Ventilation des montants de fonctionnement annuels de la solution 1 (source [B7])**

*NOTA : le poste traitement de la turbidité correspond à la réponse en terme de traitement de l'eau potable consécutif à l'augmentation de la fréquence des crues dans les aquifère karstiques.*

Le tableau ci-après présente les montants d'investissement par poste de la solution 1 y compris mesures d'accompagnement et compensatoires. A noter que la solution 1 se limitant à la dépose des pertuis du barrage reste insuffisante en matière d'évacuation des crues exceptionnelles et extrêmes. Le risque de rupture du remblai par surverse pour ces occurrences demeure et nécessite la réalisation d'un évacuateur de crue complémentaire en rive gauche estimé à 20 M€HT.

Les principales autres mesures compensatoires et d'accompagnement concernent notamment la rehausse des tabliers des ponts et des digues de protection contre les inondations.

Coût solution 1 de déconstruction (€HT)

Travaux	solution 1
déconstruction des puits	840 000
<b>total</b>	<b>840 000</b>

Coût des mesures d'accompagnements et des mesures compensatoires (€HT)

Thème	Description	solution 1
<b>mesures d'accompagnements</b>		
sécurité de la retenue	l'évacuateur en rive gauche	20 000 000
	confortement du barrage des Cambous	500 000
	aménagement de la retenue (sédiments)	1 400 000
risque inondation	ouvrage de protection - secteur amont	8 063 000
	pont - secteur amont	1 432 000
	ouvrage de protection - secteur aval	4 517 000
	pont - secteur aval	9 685 000
prélèvement	traitement de la turbidité	8 000 000
<b>mesures compensatoires</b>		
faune et flore	continuité écologique	200 000
<b>total</b>		<b>53 797 000</b>

Bilan des coûts (€HT)

Description	solution 1
coût de mise en œuvre de la solution	840 000
coût des mesures d'accompagnements et des mesures compensatoires	53 797 000
Estimation des montants d'études / dossiers réglementaires / investigations diverses / acquisitions foncières (15% des travaux)	8 195 550
<b>MONTANT TOTAL D'INVESTISSEMENT CONSIDERE</b>	<b>62 832 550</b>

**Tableau 8 : Détail des montants d'investissement de la solution 1 (source [B7])**

Les indicateurs économiques de synthèse relatifs à la solution 1 figurent dans le tableau ci-après.

Critère considéré	Résultats
Montant d'investissement (rappel)	62.8 M€
DEMA (rappel)	3.3 k€/an
Ratio bénéfices - coût à 50 ans	0
VAN à 50ans	-71.5 M€

**Tableau 9 : Indicateurs économiques de synthèse de la solution n°1 (source [B7])**

L'efficacité économique de cette solution est très négative avec une VAN à 50 ans à -71,5 M€. En revanche avec un DEMA à 3.3 k€/an on peut dire que les mesures compensatoires et / ou

d'accompagnement arrivent peu ou prou à compenser l'aggravation de l'aléa consécutive à l'effacement partiel du barrage.

#### 7.4.2 - Solution 2

Pour mémoire, actuellement, le coût annuel des inondations est de 763 360 € (= DMA Dommage Moyen Annuel configuration B avec barrage). Avec la solution 2 avec mesures compensatoires et d'accompagnements, le coût annuel des inondations sera de 1 065 473 € (DMA Solution 2 avec mesures compensatoires et d'accompagnements).

La solution 2 de déconstruction du barrage de Ste-Cécile engendre une augmentation du coût des dommages annuels potentiels dus aux inondations de 302 k€, soit une progression de 40 % de ces dommages par rapport à la situation actuelle (avec barrage).

**Le bilan annuel du coût des inondations est augmenté de 302 k€.**

Dans le cadre de la Solution 2, les coûts de fonctionnement et d'entretien relatifs au barrage seront quasiment nuls et présenteront une nette réduction de ces montants par rapport à la situation actuelle.

Les montants estimés par poste de dépenses sont synthétisés dans le tableau suivant :

Description	Coût annuel
gain de fonctionnement relatif à la déconstruction du barrage (pertuis et remblai)	-160 000 €
signalétique et barrièrage	10 000 €
surcoût entretien berges - Pays Grand Combien	44 000 €
surcoût entretien berges - traversée d'Alès	57 000 €
suivi : bathymétrie et topographie	16 000 €
suivi physico-chimique + morphologique + hydrobiologique	28 000 €
traitement de la turbidité	200 000 €
<b>MONTANT TOTAL</b>	<b>195 000 €</b>
% du montant d'investissement	0.36%

**Tableau 10 : Ventilation des montants de fonctionnement annuel de la solution 2 (source [B7])**

Le tableau ci-après présente les montants d'investissement par poste de la solution 2 y compris mesures d'accompagnement et compensatoires. Les mesures compensatoires et d'accompagnement sont moins coûteuse que celles de la solution 1 (44,4 M€ HT contre 54 M€ HT) du fait de la réalisation de l'évacuateur RG dans le cas de la solution n°1.

Cet écart est toutefois partiellement compensé par une hausse des postes relatifs au risque inondation (24M€ HT contre 33 M€ HT). Le démontage du remblai dans le cas de la solution 2 supprime l'essentiel de l'effet d'écrêtement du barrage ce qui entraîne une augmentation des compensations à opérer tant sur les digues que sur les ouvrages d'art.

Coût solution 2 de déconstruction (€HT)	
Travaux	solution 2
déconstruction des pertuis et remblai	3 300 000
total	3 300 000

Coût des mesures d'accompagnements et des mesures compensatoires (€HT)		
Thème	Description	solution 2
mesures d'accompagnements		
sécurité de la retenue	confortement du barrage des Cambous	1 500 000
	aménagement de la retenue (sédiments)	1 400 000
	déplacement de la drôme	120 000
	signalétique et barrière	50 000
risque inondation	ouvrage de protection - secteur amont	12 189 000
	pont - secteur amont	3 007 000
	ouvrage de protection - secteur aval	8 251 000
	pont - secteur aval	9 685 000
prélèvement	traitement de la turbidité	8 000 000
paysager	fc choix du parti d'aménagement	
mesures compensatoires		
faune et flore	continuité écologique	200 000
	total	44 402 000

Bilan des coûts (€HT)	
Description	solution 2
coût de mise en œuvre de la solution	3 300 000
coût des mesures d'accompagnements et des mesures compensatoires	44 402 000
Estimation des montants d'études / dossiers réglementaires / investigations diverses / acquisitions foncières (15% des travaux)	7 155 300
<b>MONTANT TOTAL D'INVESTISSEMENT CONSIDERE</b>	<b>54 857 300</b>

**Tableau 11 : Détail des montants d'investissement de la solution 2 (source [B7])**

Les indicateurs économiques de synthèse relatifs à la solution 2 figurent dans le tableau ci-après.

Critère considéré	Résultats
Montant d'investissement (rappel)	54.8 M€
Bilan annuel du coût des inondations	302 k€/an
Ratio bénéfices - coût à 50 ans	-0.14
VAN à 50ans	- 69 M€

**Tableau 12 : Indicateurs économiques de synthèse de la solution n°2 (source [B7])**

L'efficacité économique de cette solution bien que meilleure que celle de la solution 1 demeure tout de même très négative avec une VAN à 50 ans à -69 M€. Par ailleurs, avec un DEMA à 302 k€/an on peut dire que les mesures compensatoires et / ou d'accompagnement peinent à compenser l'aggravation de l'aléa consécutive à l'effacement du barrage.

### 7.4.3 - Solution 3

Pour mémoire, actuellement, le coût annuel des inondations est de 763 360 € (= DMA Dommage Moyen Annuel configuration B avec barrage).

Avec la solution 3 avec mesures compensatoires et d'accompagnements, le coût annuel des inondations sera de 1 065 473 €. Aussi la solution 3 de déconstruction du barrage de Ste-Cécile, comme la solution 2, engendre une augmentation du coût des dommages annuels potentiels dus aux inondations de 302 k€, soit une progression de 40 % de ces dommages par rapport à la situation actuelle (avec barrage).

Dans le cadre de la Solution 3, les coûts de fonctionnement et d'entretien relatifs au barrage seront quasiment nuls et présenteront une nette réduction de ces montants par rapport à la situation actuelle. Ils sont par ailleurs légèrement inférieurs à ceux de la solution 3.

Les montants estimés par poste de dépenses sont synthétisés dans le tableau suivant :

Description	Coût annuel
gain de fonctionnement relatif à la déconstruction complète du barrage	-170 000 €
surcoût entretien berges - Pays Grand Combien	44 000 €
surcoût entretien berges - traversée d'Alès	57 000 €
suites : bathymétrie et topographie	16 000 €
suites physico-chimique + morphologique + hydrobiologique	28 000 €
traitement de la turbidité	200 000 €
<b>MONTANT TOTAL</b>	<b>175 000 €</b>
% du montant d'investissement	0.30%

**Tableau 13 : Ventilation des montants de fonctionnement annuel de la solution 3 (source [B7])**

Le tableau ci-après présente les montants d'investissement par poste de la solution 3 y compris mesures d'accompagnement et compensatoires. Les mesures compensatoires et d'accompagnement ont des coûts très proches de ceux de la solution 2.

En revanche le coût de la solution en elle-même est sensiblement plus élevé que la solution 2 puisqu'il implique le démontage des organes hydraulique en génie civil (7,1 M€ contre 3,3 M€ HT).

Coût solution 3 de déconstruction (€HT)

Travaux	solution 3
déconstruction des pertuis	
déconstruction des pertuis et remblai	
déconstruction des pertuis, remblai, galerie et plinthe	7 100 000
total	7 100 000

Coût des mesures d'accompagnements et des mesures compensatoires (€HT)

Thème	Description	solution 3
mesures d'accompagnements		
sécurité de la retenue	confortement du barrage des Cambous	1 500 000
	aménagement de la retenue (sédiments)	1 400 000
	déplacement de la drôme	120 000
risque inondation	ouvrage de protection - secteur amont	12 189 000
	pont - secteur amont	3 007 000
	ouvrage de protection - secteur aval	8 251 000
	pont - secteur aval	9 685 000
prélèvement	traitement de la turbidité	8 000 000
paysager	fc choix du parti d'aménagement	
mesures compensatoires		
faune et flore	continuité écologique	20 000
total		44 172 000

Bilan des coûts (€HT)

Description	solution 3
coût de mise en œuvre de la solution	7 100 000
coût des mesures d'accompagnements et des mesures compensatoires	44 172 000
Estimation des montants d'études / dossiers réglementaires / investigations diverses / acquisitions foncières (15% des travaux)	7 690 800
<b>MONTANT TOTAL D'INVESTISSEMENT CONSIDERE</b>	<b>58 962 800</b>

**Tableau 14 : Détail des montants d'investissement de la solution 3 (source [B7])**

Les indicateurs économiques de synthèse relatifs à la solution 3 figurent dans le tableau ci-après.

Critère considéré	Résultats
Montant d'investissement (rappel)	58.9 M€
bilan annuel du coût des inondations	302 k€/an
Ratio bénéfices - coût à 50 ans	0.14
VAN à 50ans	-72.1 M€

**Tableau 15 : Indicateurs économiques de synthèse de la solution n°3 (source [B7])**

Les résultats des indicateurs économiques de synthèses sont très proches de ceux de la solution n°2 et amènent aux mêmes conclusions.

#### 7.4.4 - Conclusion de l'évaluation économique des solutions étudiées

Dans la suite de ce chapitre nous évoquerons l'analyse multicritère réalisée pour satisfaire aux exigences de l'arrêté préfectorale et qui devait permettre de retenir la solution de déconstruction la plus pertinente parmi les trois étudiées.

Toutefois, avant d'entamer ce travail de comparaison il importe de souligner que les trois solutions présentent des sujétions majeures qui interrogent directement leur faisabilité :

- Les coûts sont énormes (Valeur Actualisée Nette de 70 millions d'€),
- Les délais de réalisations sont importants (une dizaine d'années),
- Les aléas techniques sont forts,
- l'efficacité finale vis-à-vis de la protection contre les inondations de la population (estimée 28000 personnes d'après [B10]) est pour l'essentiel réduite par rapport la situation actuelle.

#### 7.5 - Conclusions du comité de révision spéciale du 15 juin 2016

Les conclusions de cette réunion à laquelle ont participé notamment les services de la DGPR, le Préfet et le Président du CD30 peuvent être résumées comme suit :

- Aucune des 3 solutions ne peut être rejetée mais aucune n'est entièrement satisfaisante,
- Le CD30 est dans l'impossibilité de retenir une solution de déconstruction,
- **Le Président du CD30 décide de déposer un dossier de révision spécial de sécurisation du barrage par construction d'un évacuateur à surface libre sur recharge aval en béton compacté au rouleau (EVC-BCR).**

### 8 - APPROBATION DE LA SOLUTION EVC-BCR

#### 8.1 - Approbation du CTPBOH

Alors que les services du Ministère avaient demandé au CD30 suite à la revue de projet de bien vouloir abandonner la solution EVC-BCR, ce dernier a malgré tout décidé d'aller jusqu'au bout des contrats qui le liaient à son maître d'œuvre (ISL) et à son assistant à maîtrise d'ouvrage (EDF-CIH). Cette démarche avait un triple objectif :

- Prendre en compte les recommandations du panel d'experts internationaux de la revue de projet,
- Vérifier et optimiser le dimensionnement hydraulique sur modèle physique,
- Etablir un retour d'expérience à l'échelle mondiale relatif au barrage en remblai avec protection aval en BCR pouvant supporter des déversements.



**Photo 3 : Vue général du modèle physique de la SCP (source [B9])**

La procédure d’instruction du dossier par le CTPBOH a donné lieu à :

- une visite du site réalisée le 13 octobre 2016,
- une visite du modèle réduit de l’EVC dans les locaux de la société du Canal de Provence le 17 janvier 2017,
- une audience lors d’une réunion du CTPBOH le 29 mars 2017 dans les locaux du Ministère.

Le CTPBOH a émis un avis favorable à la solution proposée pour le cas du barrage de Sainte Cécile d’Andorge sous réserve que, en cas de crue exceptionnelle, la sécurité des populations à l’aval ne soit pas dégradée pendant les travaux, même en cas d’aléas impactant les délais de réalisation et sous réserve des améliorations à apporter au stade de l’avant-projet détaillé.

## **8.2 - Approbation du Ministère**

### **8.2.1 - Consistance des compléments demandés par l’Etat**

Lors de la réunion du comité de révision spécial du 7 juin 2017 l’Etat a pris acte de l’avis favorable du CTPBOH mais a exigé du CD30 qu’il établisse les documents suivant avant d’entériner définitivement la solution EVC sur BCR :

- une synthèse des avant-projets des 2 scénarii de nouvel évacuateur (EVC) de crue en rive droite et en rive gauche,

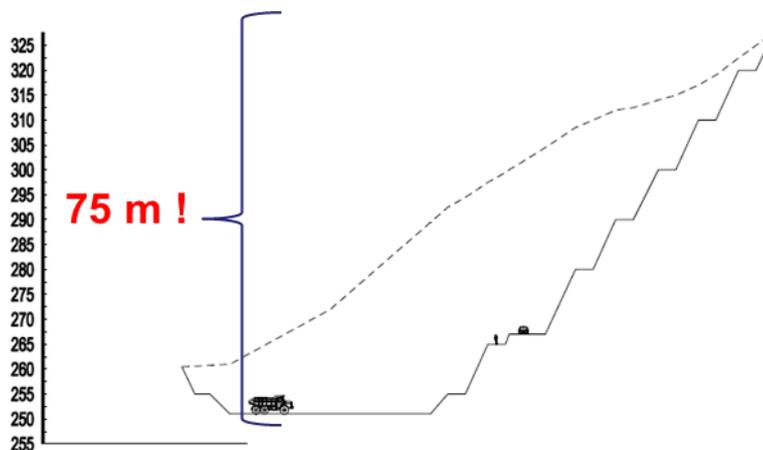
- une étude préliminaire d'un nouveau barrage en béton compacté au rouleau (BCR) à l'aval du barrage existant avec destruction de ce dernier,
- un avant projet de reconstruction d'un nouveau barrage en remblai dur à la place du barrage actuel,
- une synthèse des 5 solutions de sécurisation restant envisageable incluant un rappel de la solution EVC-BCR ayant reçu un avis favorable du CTPBOH,
- une analyse multicritère des 5 scénarii étudiées.

## 8.2.2 - Synthèse des compléments

### 8.2.2.1 - *Solution EVC-RG*

Les principales contraintes de réalisation de cette solution peuvent être résumées comme suit :

- De grandes difficultés techniques à prévoir :
  - Excavation profonde à proximité immédiate du barrage
  - Restauration de l'étanchéité
- Des travaux considérables :
  - Excavation d'environ 625 000 m<sup>3</sup> (2,5 x le volume du barrage)
  - Pont de 45 m sur l'évacuateur
- Des difficultés à prévoir avec la RN106 :
  - Déplacement de la RN106
  - Sécurité de la RN106 en phase travaux
- Impact environnemental et paysager fort
- Risque résiduel de rupture en cas de surverse



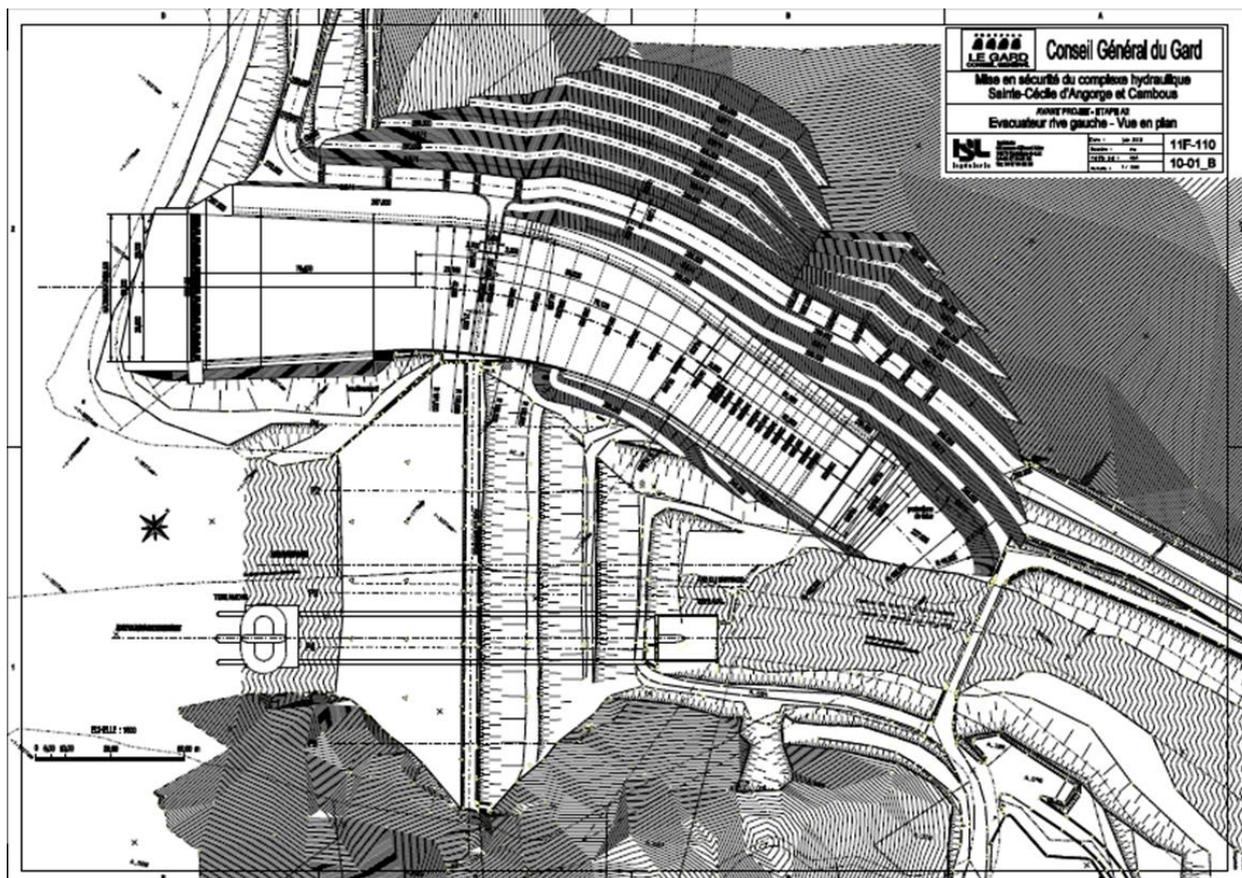


Figure 11 : Plan de masse de la solution EVC-RG (source [B6])

### 8.2.2.2 - Solution EVC-RD

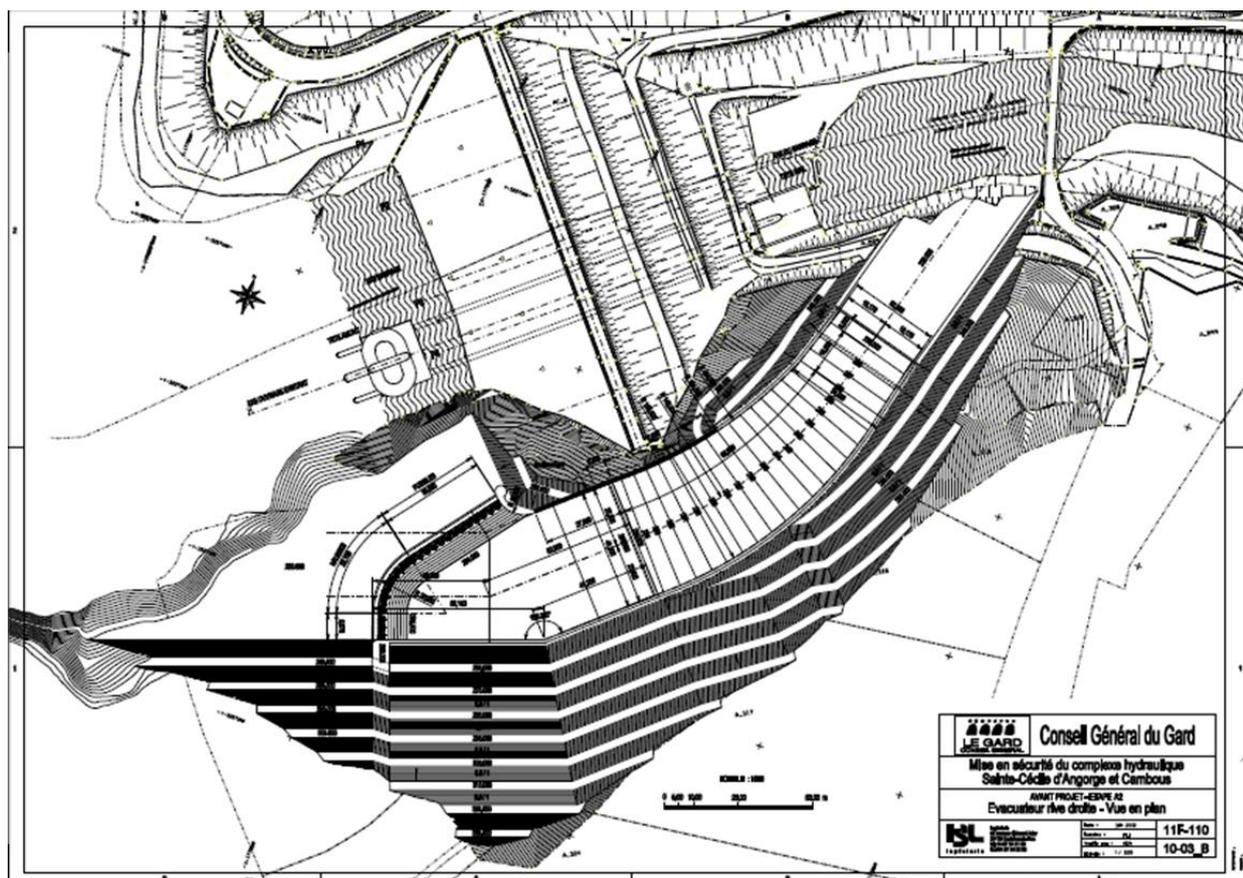


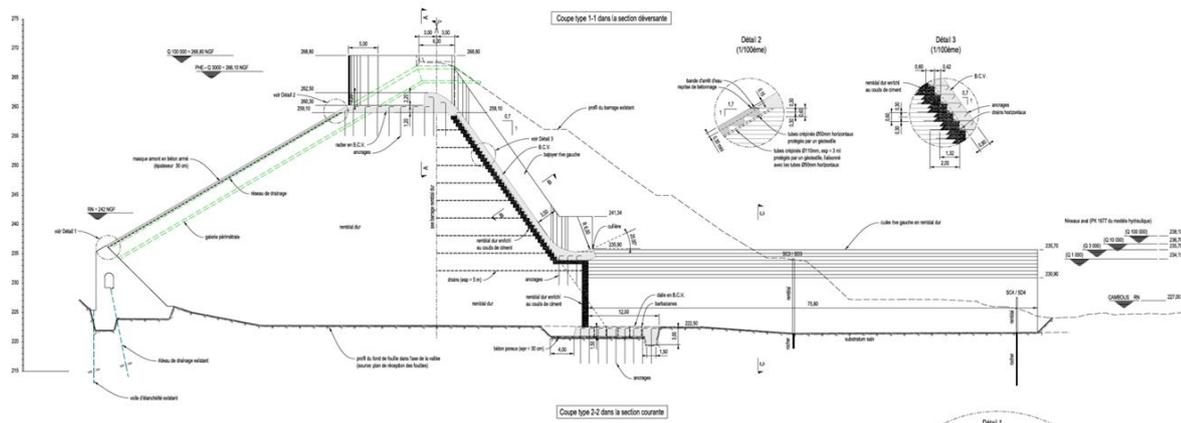
Figure 12 : Plan masse de la solution EVC-RD (source [B6])

Les contraintes de réalisation sont sensiblement les mêmes que pour l'EVC-RG à l'exception de celles relatives à la route Nationale 106 qui n'est pas concernée ici. A noter toutefois que les volumes d'excavation en rive sont encore plus importants que pour la solution en rive gauche.

### 8.2.2.3 - Solution déconstruction du barrage existant et reconstruction d'un barrage en remblai dur

Les principales contraintes de cette solution peuvent être résumées comme suit :

- Réduction de la protection contre les crues des populations aval en phase chantier (pendant 2 à 3 ans),
- Hypothèses sur lesquelles repose la sécurité de la phase déconstruction non partagées par le SCOH (i.e. impossibilité de ne pas aggraver le risque de rupture actuel par surverse pendant les terrassements),
- Modèle physique (maquette) à prévoir.



**Figure 13 : Vue en coupe de la solution de déconstruction et reconstruction en remblai dur (source [B6])**

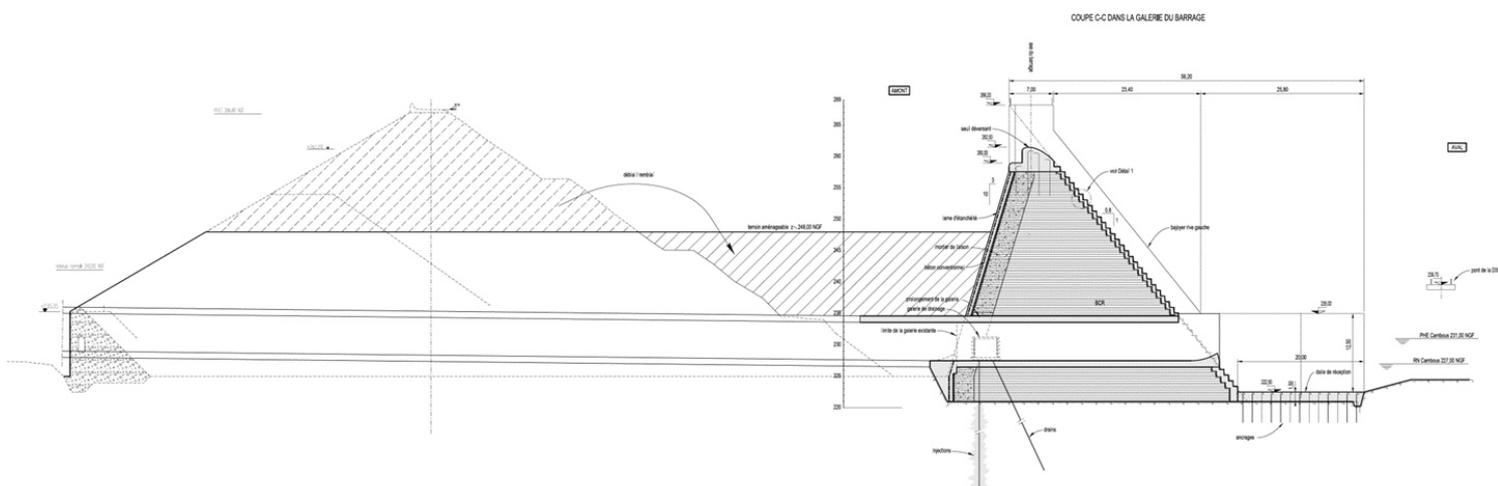
#### 8.2.2.4 - Solution de construction d'un barrage en BCR à l'aval du barrage existant

Les principales contraintes de cette solution sont les suivantes :

- Des investigations complémentaires à réaliser,
- Modèle physique (maquette) à prévoir,
- Impact environnemental et paysager important.

Cette solution présente aussi les avantages suivants :

- Solution classique,
- Adaptée pour récupérer une partie des ouvrages existants,
- Résistante à la surverse.



**Figure 14 : Vue en coupe de la solution de construction d'un barrage en BCR à l'aval du barrage existant partiellement déconstruit (source [B6])**

#### 8.2.2.5 - Solution d'évacuateur sur recharge en BCR (EVC-BCR)

Les principales contraintes de cette solution peuvent être résumées comme suit :

- Phasage rigoureux imposé par la sécurité en phase chantier,
- Solution « innovante » nécessitant les meilleures compétences techniques.

Cette solution présente aussi les avantages suivants :

- Avis favorable du CTPBOH sur AVP,
- Cout 2 à 3 fois moindre,
- Faisabilité assurée sans investigation complémentaire,
- Modèle physique (maquette) déjà réalisé,
- Résistante à la surverse.

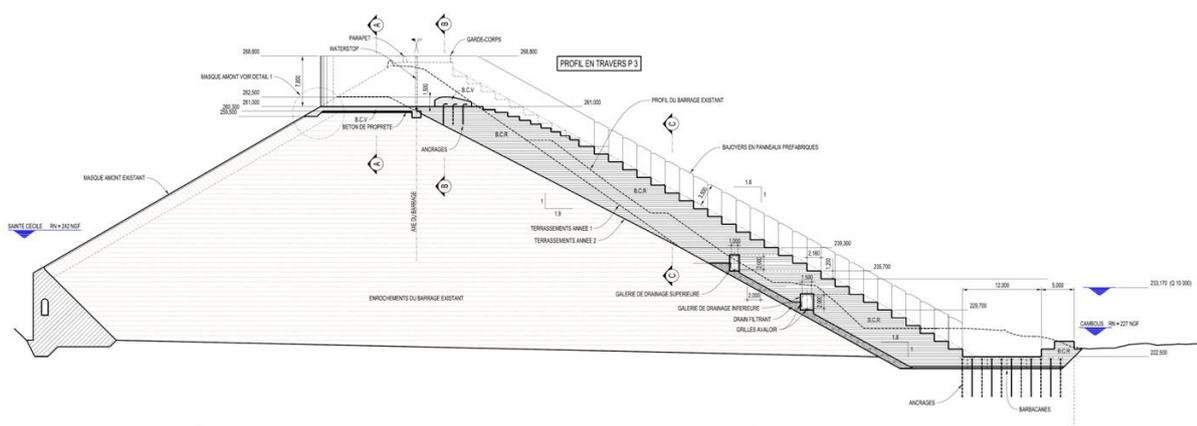


Figure 15 : Vue en coupe de la solution EVC-BCR (source [B6])

### 8.2.2.6 - Synthèse des coûts

La synthèse des coûts prévisionnels des différentes solutions figure dans le tableau ci-après.

Solution	EVC rive gauche	EVC rive droite	Barrage aval en BCR	EVC sur BCR	Barrage en remblai dur
Montant préliminaire en € HT arrondi	29 M€	33 M€	24 M€	12 M€	30 M€

Tableau 16 : Synthèse des coûts des 5 solutions étudiées (source [B6])

### 8.2.2.7 - Analyse multicritère

L'analyse multicritère a pour objectif d'intégrer d'autres paramètres que la sûreté. Les critères proposés sont :

- les résultats d'une l'analyse préliminaire de risque (sûreté en phase travaux et après construction),
- l'impact paysager,
- les coûts,
- les délais,

- l'exploitation de la RN106,
- l'impact environnemental.

	Etat actuel	EVC RG	EVC RD	EVC sur BCR	barrage BCR aval	barrage en remblai dur en place
Probabilité annuelle de rupture p	$5.10^{-4}$	$5.10^{-6}$	$5.10^{-6}$	$5.10^{-7}$	$5.10^{-7}$	$5.10^{-7}$
- Log10 (p)	3,3	5,3	5,3	6,3	6,3	6,3
Sureté en phase définitive	0	66 <sup>2</sup>	66	100	100	100

<sup>2</sup> : (5,3-3,3)/(6,3-3,3) = 66

**Tableau 17 : Notation de la sureté en phase définitive (source [B6])**

	EVC RG	EVC RD	EVC sur BCR	barrage BCR aval	Barrage en remblai dur
Surverse en phase travaux	3	3	1	3	2
Erosion interne en phase travaux	2	2	2	3	3
Instabilité en phase travaux	2	2	3	3	3
Erosion externe en phase travaux	3	3	2	3	3
Protection des populations en aval	3	3	3	3	1
Somme	13	13	11	15	12
Sureté en phase travaux	87	87	73	100	80

**Tableau 18 : Synthèse et notation du critère de sureté en phase travaux (source [B6])**

	EVC RG	EVC RD	EVC sur BCR	barrage BCR aval	barrage en remblai dur en place
Aléa technique en phase travaux	33	33	67	50 <sup>3</sup>	100

<sup>3</sup> =(33+67) /2

**Tableau 19 : Notation du critère aléas et difficultés en phase travaux (source [B6])**

Solution	EVC rive gauche	EVC rive droite	EVC sur BCR	barrage BCR aval	barrage en remblai dur en place
Montant préliminaire en à HT arrondi	29 M�	33 M�	12 M�	24 M�	30 M�
Notation	$100 \times 12 / 29 = 41$	36	100	50	40

**Tableau 20 : Notation du critère coût d'investissement (source [B6])**

Phase	EVC rive gauche	EVC rive droite	EVC sur BCR	barrage BCR aval	Barrage remblai dur en place
Recherche de financement pour maîtrise d'œuvre	6	6	6	6	6
Recrutement d'un maître d'œuvre	6	6	6	6	6
Recrutement des entreprises en charges des investigations complémentaires (géotechniques, topographiques ...)	0	0	0	6	0
Réalisation des reconnaissances géotechniques (phase AVP)	0	0	0	6	0
Mise au point du dossier CTPBOH premier passage	6	6	0	6	6
Instruction CTPBOH	6	6	0	6	6
Réalisation des reconnaissances géotechniques (phase PRO)	6	6	0	6	0
Mise au point du dossier CTPBOH second passage	6	6	6	6	6
Instruction CTPBOH	6	6	6	6	6
Instruction au titre du code de l'environnement et enquête publique	12	12	12	12	12
Recrutement d'une entreprise pour les travaux	6	6	6	6	6
Préparation du chantier	6	6	6	6	6
Déviations de la RN106	9	0	0	6	0
Travaux (y compris préparation)	24	30	36	30	36
<b>TOTAL</b>	<b>99</b>	<b>96</b>	<b>84</b>	<b>114</b>	<b>96</b>
<b>NOTATION</b>	<b>85</b>	<b>88</b>	<b>100</b>	<b>74</b>	<b>88</b>

**Tableau 21 : Notation du critère délais (source [B6])**

Solution	EVC rive gauche	EVC rive droite	EVC sur BCR	barrage BCR aval	barrage en remblai dur en place
Intégration paysagère (sur 100)	33	33	100	66	100

**Tableau 22 : Notation du critère impact paysager (source [B6])**

Solution	EVC rive gauche	EVC rive droite	EVC sur BCR	barrage BCR aval	barrage en remblai dur en place
Exploitation de la RN106 (sur 100)	0	66	100	33	100

**Tableau 23 : Notation du critère exploitation de la RN 106 (source [B6])**

Grille SURETE	Pondération	EVC RG	EVC RD	EVC sur BCR	barrage BCR aval	Barrage en remblai dur
Sureté en phase définitive	10	66	66	100	100	100
Sureté en phase travaux	2	87	87	73	100	80
Aléa technique en phase travaux	2	33	33	67	50	100
Cout	1	41	36	100	50	40
Délais	2	85	88	100	74	88
Impact paysagère	1	33	33	100	66	100
Exploitation de la RN106	1	0	66	100	33	100
Impact environnemental	1	33	33	100	66	100
<b>Note globale sur 100</b>	<b>20</b>	<b>59</b>	<b>63</b>	<b>95</b>	<b>84</b>	<b>94</b>

**Tableau 24 : Notation du critère impact environnemental (source [B6])**

La combinaison des notations a été réalisée en utilisant trois grilles de pondération (la somme des poids étant toujours égale à 20).

- une grille privilégiant la sureté,

Critères	Pondération grille sureté	Pondération grille cout	Pondération grille délais
Sureté en phase définitive	10	2	2
Sureté en phase travaux	2	2	2
Aléa technique en phase travaux	2	1	1
Cout	1	10	1
Délais	2	2	10
Impact paysager	1	1	2
Exploitation de la RN106	1	1	1
Impact environnemental	1	1	1
<b>Somme des poids</b>	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>20</b>

- une grille privilégiant le cout,
- une grille privilégiant le délai de réalisation.

Les coefficients associés aux 3 grilles sont présentés dans le tableau suivant.

**Tableau 25 : Répartition des pondérations suivant les grilles de notation (source [B6])**

Les trois tableaux ci-après présentent les résultats de l'évaluation des solutions suivants les trois grilles de notation.

**Tableau 26 : Résultats de la notation suivant la grille sûreté (source [B6])**

	EVC RG	EVC RD	EVC sur BCR	barrage BCR aval	Barrage en remblai dur
<b>Grille SURETE</b>	59	63	95	84	94
<b>Grille COUT</b>	50	51	96	64	67
<b>Grille DELAIS</b>	67	71	96	74	89

**Tableau 27 : Résultats de la notation suivant la grille coût (source [B6])**

**Tableau 28 : Résultats de la notation suivant la grille délais (source [B6])**

Le tableau suivant synthétise les résultats des 3 grilles de pondération.

Grille COUT	Pondération	EVC RG	EVC RD	EVC sur BCR	barrage BCR aval	Barrage en remblai dur
Sureté en phase définitive	2	66	66	100	100	100
Sureté en phase travaux	2	87	87	73	100	80
Aléa technique en phase travaux	1	33	33	67	50	100
Cout	10	41	36	100	50	40
Délais	2	85	88	100	74	88
Impact paysagère	1	33	33	100	66	100
Exploitation de la RN106	1	0	66	100	33	100
Impact environnemental	1	33	33	100	66	100
<b>Note globale sur 100</b>	<b>20</b>	<b>50</b>	<b>51</b>	<b>96</b>	<b>64</b>	<b>67</b>

Grille DELAIS	Pondération	EVC RG	EVC RD	EVC sur BCR	barrage BCR aval	Barrage en remblai dur
Sureté en phase définitive	2	66	66	100	100	100
Sureté en phase travaux	2	87	87	73	100	80
Aléa technique en phase travaux	1	33	33	67	50	100
Cout	1	41	36	100	50	40
Délais	10	85	88	100	74	88
Impact paysagère	2	33	33	100	66	100
Exploitation de la RN106	1	0	66	100	33	100
Impact environnemental	1	33	33	100	66	100
<b>Note globale sur 100</b>	<b>20</b>	<b>67</b>	<b>71</b>	<b>96</b>	<b>74</b>	<b>89</b>

**Tableau 29 : Synthèse des résultats par grille de notation (source [B6])**

La figure ci-après est une représentation graphique de cette synthèse.

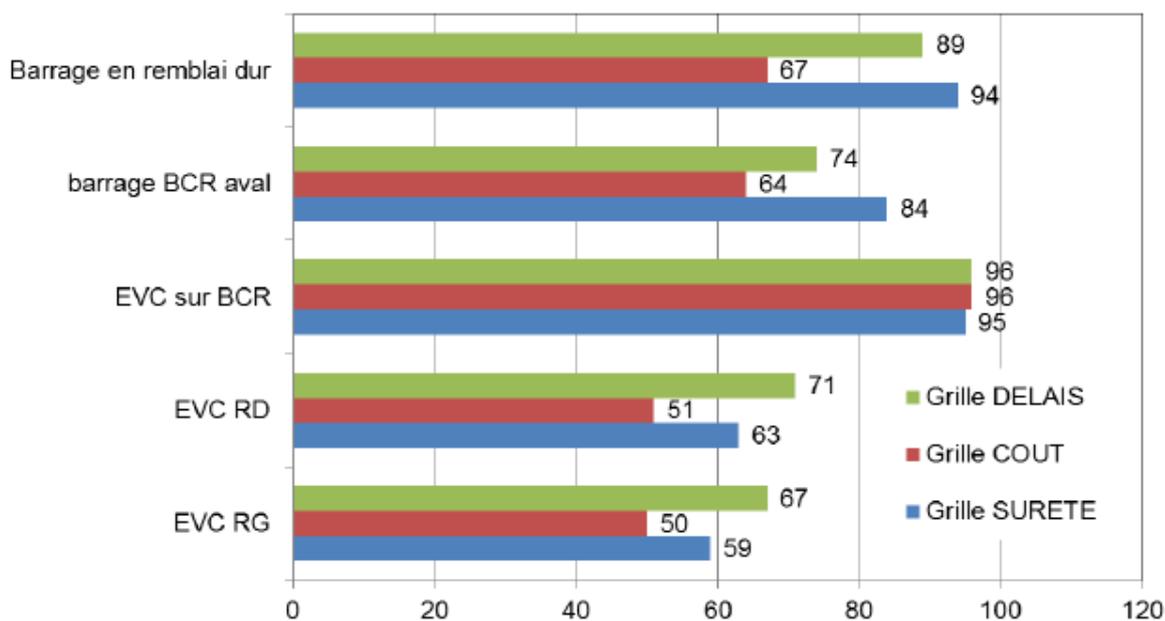
**Figure 16 : Représentation graphique de la synthèse des notations par grille (Source [B6])**

Quelle que soit la grille, la solution d'EVC sur BCR apparait comme la plus intéressante.

### 8.2.3 - Réponse de l'Etat suite à transmission des compléments demandés

Dans son courrier du 5 janvier 2018 le Préfet du Gard, au sujet du dossier comprenant les compléments demandés, indique que :

Ce dossier constitue la base de laquelle la solution d'EVC sur BCR est la plus intéressante ». Je recommande le financement de cette solution, les éléments permettant la sécurisation de cette solution.



### **8.3 - Approbation du comité de révision spécial**

Les parties prenantes de l'opération représentées lors du comité de révision spécial en sa réunion du 13 février 2018 étaient les suivantes :

- Préfecture du Gard,
- Conseil Départemental du Gard,
- Le SMAGE des Gardons,
- Alès Agglomération,
- La DREAL Occitanie,
- La DDTM,
- Le SPC Grand Delta,
- L'IRSTEA,
- Le maître d'œuvre (bureau d'étude ISL).

A l'occasion des discussions engagées avec les membres du COPIL sur les conclusions des études, les observations suivantes ont été formulées :

La DREAL a indiqué qu'à l'occasion d'une visite du barrage de Sainte Cécile elle a pu constater que celui-ci était en bon état de fonctionnement si on ne tenait pas compte du danger lié à son sous-dimensionnement pour l'évacuation des crues. Elle a souligné la qualité de la démarche d'étude qui a été menée par le Conseil Départemental et qui allait servir de base pour la suite et pour engager la mise en œuvre de la sécurisation.

Elle a par ailleurs rappelé que l'analyse multicritère menée était nécessaire pour choisir collectivement la meilleure solution et justifier la demande de financement.

Le Maire de la Grand'Combe a souligné lui aussi, la qualité de la démarche d'étude mise en œuvre et l'importance qu'elle soit collectivement partagée. Il a rappelé que la sécurité liée à ce barrage (y-compris pendant les travaux) était un sujet de préoccupation majeur pour la population locale qui se soucie des risques associés.

Le Conseil départemental a confirmé après avoir salué la qualité des études, l'importance de l'acceptabilité sociale du scénario de sécurisation retenu et précisé que celui de l'EVC-BCR était le meilleur de ce point de vue également.

Il a souhaité une conclusion partagée quant à la solution à retenir. Il a souligné lui aussi le bon état du barrage et affirmé son intention de rester solidaire des communes concernées par le barrage.

En conclusion des échanges le COPIL a validé les conclusions de l'analyse multicritère menée par le Conseil Départemental ainsi que du scénario EVC-BCR pour sécuriser le barrage.

## 9 - DESCRIPTION DE LA SOLUTIONS RETENUE AU NIVEAU AVP

### 9.1 - Travaux de sécurisation du barrage de Sainte Cécile d'Andorge

#### 9.1.1 - Travaux de génie civil

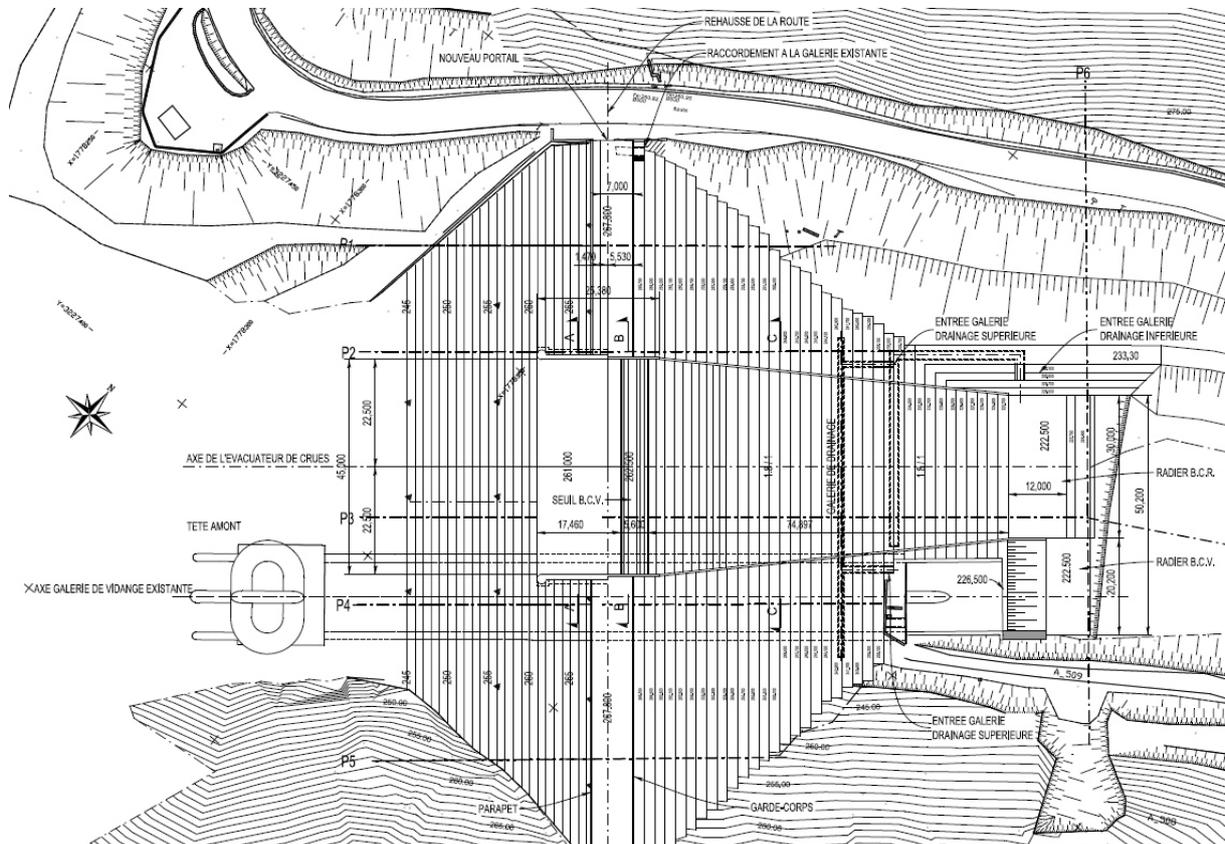


Figure 17 : Vue en plan de la solution retenue (Source [B9])

Le projet prévoit l'arasement de la crête du barrage et du parement aval en vue de la mise en œuvre d'une recharge en BCR avec un parement en marches d'escalier.

Un évacuateur de crues est ensuite aménagé sur la recharge. Sur le parement aval, le déversement se fait directement sur les marches de la recharge. La zone d'écoulement est circonscrite par des bajoyers. Dans cette zone, les marches sont revêtues de béton conventionnel vibré.

La section de contrôle correspond à la crête du seuil déversant. D'une largeur de 45 m, elle est calée à la cote 262,5 NGF correspondant à la cote de période de retour 100 ans.

La dissipation est assurée par les marches et par une fosse terrassée (à confirmer lors du PRO) et aménagée en pied. Le fond de la fosse est constitué par un radier en béton armé ancré au rocher. La fosse comprend en rive gauche une culée en BCR au parement extérieur en béton armé et en rive droite un parement en BCV armé.

La partie supérieure du barrage est reconstituée pour la partie aval en BCR et pour la partie amont en remblai (à confirmer lors du PRO). Un nouveau parapet d'une hauteur de 1,1 m est aménagé en crête.

La cote de crête du couronnement du barrage est portée à 268,0 NGF (soit 0,4 à 0,7 m au-dessus de la crête actuelle). Cette rehausse implique la rehausse locale de la Route Nationale 106 d'environ 0,4 m.

### 9.1.2 - Matériaux constitutifs des ouvrages

#### 9.1.2.1 - *BCR*

Le phasage de chantier prévoit la déconstruction partielle du barrage en enrochement et la réalisation immédiate du parement aval en BCR.

Les matériaux d'excavation comprendront :

- ◆ Les enrochements du barrage, correspondant aux phases 1 et 3 de construction,
- ◆ Les matériaux des rives et du lit de la rivière.

Le volume total de BCR nécessaire au projet est d'environ 45 000 m<sup>3</sup>. Un béton compacté au rouleau nécessite environ 2,2 t d'agrégats par mètre cube réalisé. Le poids des agrégats nécessaire est donc d'environ 100 000 tonnes. Le volume total excavé, y compris en rive, est à 63 000 m<sup>3</sup>. Le poids de ces matériaux peut être estimé à environ 150 000 tonnes.

Au stade actuel des études, il apparaît envisageable d'utiliser les déblais comme granulat pour la production du BCR, mais il est préconisé de poursuivre les essais en phase PRO pour s'assurer de sa durabilité.

En fixant un objectif de production de 2000 tonnes par jour de concassage/criblage, la réalisation des 100 000 tonnes nécessaires à la confection du BCR nécessitera environ 3 mois.

#### 9.1.2.2 - *Masque*

Dans sa version rénovée, le masque est actuellement âgé de 23 ans et aura près de 30 ans au moment des travaux de l'évacuateur de crues supplémentaire en BCR. Par ailleurs, comme ce masque a été réhabilité en 1995 avec un bitume clair très spécial, ce qui constituait à l'époque une première mondiale et unique dont on ne dispose pas de retour d'expérience, il est nécessaire de se questionner quant à sa durabilité au-delà de 30 ans. Les travaux décrits dans [B9] et mentionnés ci-après prévoient que la partie supérieure du masque devra être partiellement retirée dans le cadre des travaux de l'évacuateur en BCR et un nouveau revêtement sera à réaliser et à raccorder à l'ancien.

Avant de statuer sur le remplacement partiel du masque tel qu'évoqué ci-dessus, il apparaît nécessaire de réaliser tout d'abord une mission de diagnostic de l'état du masque dès le début de l'étude afin de vérifier son état (inspection visuelle détaillée du masque des joints et des raccordements à la périphérie), de procéder à des prélèvements d'échantillons par carottage à minima dans la partie supérieure de l'ouvrage qui sera détruite lors des travaux futurs (et qui est a priori la plus exposée), de faire réaliser des essais en laboratoire sur ces échantillons afin de déterminer le degré de vieillissement du béton bitumineux du

masque, d'estimer sa durabilité résiduelle, de vérifier s'il sera possible ou non de venir raccorder un nouveau masque sur l'ancien. Ce diagnostic, complété d'un avant projet portant sur la rénovation intégrale du masque permettra d'éclairer le maître d'ouvrage sur les contraintes, les échéances et le budget à prévoir pour cette alternative. Il lui appartiendra alors de décider si cette dernière doit venir se substituer, dans le cadre de la présente opération, au remplacement partiel du masque tel que prévu dans le dossier de révision spécial de 2015.

### 9.1.2.3 - *Eléments préfabriqués*

La préfabrication doit permettre de réduire les délais du chantier. Les éléments seront préfabriqués avant le démarrage du chantier. Ils seront stockés sur une plateforme à proximité du site, par exemple sur le site de la carrière Dardaillon situé en amont de la retenue.

Il est prévu de préfabriquer les cadres du réseau de drainage et la grande majorité des voiles du coursier.

### 9.1.3 - Phasage des travaux

Les travaux sont prévus sur 3 ans. Le phasage ci-après a été élaboré en respectant la consigne exigée par l'autorité de tutelle concernant la non-aggravation de la probabilité de rupture de l'ouvrage par surverse pendant la période des travaux.

#### 9.1.3.1 - *Phase 0 : Travaux préparatoires (année 1)*

Les travaux préparatoires prévoient, avant toute intervention sur le barrage :

- ◆ la préparation des accès, plateformes de stockage et de traitement de matériaux, centrale pour le BCR et autres installations de chantier,
- ◆ la mise au point des formulations et la réalisation des planches d'essais de BCR,
- ◆ la préfabrication de tous les éléments en béton.

#### 9.1.3.2 - *Phase 1 : Terrassements (année 2)*

Cette phase démarre en janvier de la seconde année.

Le parement aval, le pied aval et les rives sont terrassés préalablement à la mise en œuvre de la recharge en BCR. Les travaux de terrassements sont les suivants :

- ◆ **terrassement des risbermes du parement aval** (avec décapage jusqu'au rocher sain sur les versants),
- ◆ **excavation de la fosse** (à confirmer dans les études PRO) jusqu'à une cote de 220,7 NGF sur une longueur d'environ 40 m ; cette cote assure un ancrage de l'ouvrage d'environ 2 m dans le rocher sain ;
- ◆ **excavation du versant rive gauche.**

Les terrassements doivent impérativement débuter en janvier. Le volume des terrassements est estimé à 63 000 m<sup>3</sup> dont environ 50 % dans le rocher. Les déblais issus des travaux d'excavation sont évacués et stockés à proximité du site en vue de leur réutilisation pour la fabrication du BCR.

### 9.1.3.3 - Phase 2 : Construction du bassin de dissipation et montée du BCR jusqu'à la cote 239.30 NGF (année 2)

Dès la fin des travaux de terrassement, les travaux de construction des ouvrages hydrauliques peuvent débuter. Sont ainsi réalisés sur les mois de janvier à aout (période avec le risque hydrologique moindre) les travaux suivants :

- ♦ **Excavation et renforcement du pied de la galerie existante par un rampant et un radier en BCV** ; le radier, d'une épaisseur de 1,5 m (plus une bêche de 3,0 m), est ancré dans le rocher de fondation ; la cote du radier est identique à celle du radier du nouvel évacuateur ; des barbacanes, noyées dans le radier, permettent la dissipation des sous-pressions ;
- ♦ **Construction de la fosse de dissipation en BCR (à confirmer dans les études PRO)** du nouvel évacuateur ; le radier en BCR présente une épaisseur de 1,8 m et est ancré dans le rocher sain ; il comprend un contre-seuil également en BCR ;
- ♦ **Construction de la culée rive gauche en BCR jusqu'à la cote 233,30 NGF** ; cette culée en BCR permet d'accéder aux galeries de drainage et protège le rocher en pied de barrage de l'érosion ;
- ♦ **Montée du BCR en « marches d'escalier »** par couche de 30 cm **sur le parement aval, jusqu'à la cote 239,90 NGF** ; le fruit du parement en BCR est de 1,8H/1V ;
- ♦ **Pose des bajoyers préfabriqués de l'évacuateur** ; les bajoyers préfabriqués sont clavés sur une semelle ancrée dans le BCR.

La largeur des levées du BCR est d'environ 13 m sur toute la hauteur de l'ouvrage. L'épaisseur verticale de BCR est d'au moins 5 m dans les zones où le BCR est disposé sur le remblai.

Une couche de transition est mise en œuvre entre le BCR et le corps en enrochement du barrage au fur et à mesure de l'édification du BCR jusqu'au niveau de la galerie supérieure. La largeur horizontale de la couche de transition est de 2 m.

Le nez des marches est réalisé suivant une méthode choisie de manière à ne pas influencer sur les cadences de l'atelier de réalisation du BCR.

L'espacement entre les joints de fractionnement amont-aval est compris entre 20 et 30 m. Ils sont réalisés par sciage du BCR lors de la mise en œuvre (le sciage assurant une ouverture de quelques mm). Dans la mesure du possible, ces joints de fractionnement coïncideront avec les éléments de galerie disposés dans le sens amont/ aval.

Les deux galeries de drainage visitables (de section de 2 m x 1,5 m pour la galerie inférieure et 2 m x 1 m pour la galerie supérieure) sont situées dans la recharge en BCR. Elles sont constituées :

- ♦ pour les galeries rive-rive : d'éléments préfabriqués qui sont posés à l'avancement ;
- ♦ pour les galeries amont-aval : au moyen d'une réservation constituée avec du BCR sans liant à excaver ultérieurement ; ce choix a été fait afin de ne pas perturber les cadences du BCR.

Les galeries sont rendues drainantes au moyen d'ouvertures fermées par des grilles en acier ce qui nécessite localement une augmentation de la granulométrie du filtre (5-200 mm avec D15 > 30 mm) afin d'éviter d'avoir des mailles de grille trop petites. Ces ouvertures sont pratiquées sur le piédroit côté enrochements et sur le radier.

#### 9.1.3.4 - Phase 3 : Abaissement de la crête à la cote à 262.50 NGF (année 3)

Cette phase débute en janvier de la troisième année de travaux, après une interruption du chantier durant la période à risque de crue élevé. Durant cette phase, la partie haute du parement aval est terrassée suivant une pente à 1,9H/1V et la crête du barrage est arasée à la cote 262.50 NGF. Cette cote a volontairement été limitée afin de réduire le risque de surverse pendant le chantier.

#### 9.1.3.5 - Phase 4 : montée du BCR au delà de la cote 239.30 NGF (année 3)

Après les terrassements, les travaux d'élévation du BCR se poursuivent :

- ◆ entre les cotes 239,3 et 256,0 NGF, les dispositions constructives sont similaires à celles adoptées pour la partie inférieure ;
- ◆ entre les cotes 256,1 et 261,0 NGF (à confirmer dans les études PRO) :
  - au droit du coursier, les hauteurs des marches sont réduites à 0,6 m et leurs longueurs ajustées de manière à constituer un profil déversant plus hydraulique ;
  - en dehors de l'emprise du coursier, les marches poursuivent le profil défini en partie inférieure avec un fruit de 1,8H/1V ;
  - les bajoyers de l'évacuateur sont coffrés et coulés en place.
- au-delà de la cote 261,0 NGF, l'échancrure dans le plot supérieur est réalisée par la technique du BCR sans liant à excaver ; des parements en BCV armé ancrés dans le BCR sont réalisés après excavation du BCR sans liant.

#### 9.1.3.6 - Phase 5 : Arasement de la crête du barrage (année 3)

Pendant la période estivale (de juin à août), le risque de crue est minimal et les travaux de modification de la crête sont programmés. La crête du barrage est encore arasée à la cote 260,1 NGF au droit de l'évacuateur uniquement. Au préalable, les infrastructures en crête (parapet, glissière, ...) sont déposées et le masque est découpé soigneusement.

En cas de crue exceptionnelle, l'eau peut s'infiltrer dans le remblai par la crête et provoquer des désordres. Pour minimiser les conséquences d'une crue durant cette période, une étanchéité provisoire est mise en place sur la crête. Cette étanchéité peut inclure le béton de propreté des ouvrages à construire.

#### 9.1.3.7 - Phase 6 : Construction du plot amont et reconstitution de la crête (année 3)

Une fois la crête arasée, le plot amont de l'évacuateur est construit. Il s'agit d'un ouvrage en BCV armé constitué :

- ◆ d'un radier de 45 m de largeur et d'épaisseur 0,70 m muni de deux bèches de 80 cm ancrées dans le corps de la digue,
- ◆ de deux bajoyers de hauteur libre 7,8 m, d'épaisseur 1 m en tête et 1,7 m à la base.

Les bajoyers du plot amont présentent un fruit de 10V/1H pour un meilleur compactage du remblai. Le modèle physique a conduit à ajouter des piles circulaires en l'extrémité amont des bajoyers pour réduire les perturbations à l'entrée du coursier.

L'étanchéité entre le plot amont et le BCR est assurée par une lame d'étanchéité avec boudin central.

Cette phase doit impérativement se terminer avant la fin du mois d'août.

#### 9.1.3.8 - Phase 7 : reconstitution de la crête et raccordement au masque (année 3)

Lorsque le plot amont est terminé, le corps du barrage est reconstitué en remblai (à confirmer dans les études PRO) de part et d'autre de l'évacuateur et le masque est reconstruit jusqu'en crête. La perméabilité attendue pour ce remblai est de l'ordre de  $10^{-4}$  à  $10^{-5}$  m/s. Elle doit permettre de réduire les effets :

- ♦ pendant les travaux, de l'occurrence d'une crue exceptionnelle alors que le masque n'est pas achevé en partie haute ;
- ♦ à long terme, d'une éventuelle défaillance du masque en partie supérieure lors d'une crue exceptionnelle.

Un nouveau parapet en béton préfabriqué, d'une hauteur de 1,1 m, est disposé en crête.

L'étape finale est la réalisation du masque et son raccordement au masque existant, au plot amont et au parapet. Cette étape est à confirmer dans les études PRO qui produiront un diagnostic précis de l'état du masque.

#### 9.1.3.9 - Phase 8 : travaux de finition (année 3)

Cette phase de travaux peut avoir lieu sur n'importe quelle période, y compris la période de septembre à décembre, c'est-à-dire avec un risque hydrologique accru. Les travaux à réaliser sont les suivants :

- ♦ finalisation des bajoyers sur la partie inclinée du coursier,
- ♦ réalisation du seuil profilé en BCV ancré dans le BCR (à confirmer dans les études PRO).

#### 9.1.4 - Installation de chantier

Indépendamment des travaux à exercer sur le génie civil même, les études d'AVP, telles que définies aujourd'hui prévoient de mobiliser des emprises au sol pour les installations de chantier, qui devront nécessairement être le plus proche possible du barrage pour, limiter en premier lieu :

- sur le plan technico-économique : le coût des travaux, la dégradation du risque routier du fait de l'augmentation significative du trafic poids lourds sur le principal axe routier permettant aux usagers de joindre les départements du Gard et de la Lozère, la sécurité des usagers et des personnels de chantier sur cet axe routier pendant toute la durée des travaux estimée à 3 ans, les délais de production des études PRO sur d'autres sites alternatifs (recherche du foncier disponible, inventaires écologiques sur un cycle biologique complet, ...)
- et sur le plan environnemental : l'empreinte carbone du projet, l'augmentation significative des incidences du projet du fait de l'extension du périmètre d'intervention (nouvelles emprises concernées, comprenant par ailleurs le périmètre des voies d'accès entre des zones de chantier plus distantes et les sites des deux barrages) ...

A titre indicatif : le chiffre de 150 000 tonnes de matériaux à déplacer correspond aux ordres de grandeur suivants :

- 15 000 passages de poids lourds pour l'opération (circulation continue dans les 2 sens),
  - Avec une pointe à 300 poids lourds par jour pour assurer les cadences (50 camions à mobiliser simultanément ...), soit une augmentation de pratiquement 1,3 à 1,4 fois le trafic poids lourds enregistré en 2017 entre Alès et Florac (le trafic poids lourd journalier étant compris entre 224 et 236 véhicules/jour).

Les emprises nécessaires aux travaux concerneront pour l'essentiel :

- L'installation technique nécessaire au concassage / broyage / lavage des matériaux extraits du parement aval du barrage de Sainte- Cécile d'Andorge,
- L'installation technique nécessaire à la centrale à béton pour produire le BCR,
- Les sites de dépôts et/ou de stockage des matériaux et des engins de chantier,
- Les bases vies pour le personnel de chantier.

Si le site dit des deux lacs (voir figure ci-après) identifié en phase AVP est à ce jour privilégié, il apparait que ses enjeux environnementaux, son exigüité, associés à sa localisation pour l'essentiel en zone rouge du PPRi amènent à rechercher des sites alternatifs. Ceci afin de limiter au maximum les pressions sur ce site. Actuellement 3 autres sites sont à l'étude et font l'objet d'un recensement des contraintes afférentes qu'elles soient techniques, environnementales ou règlementaires. A l'issue de ces études le choix pourra être fait de retenir un ou plusieurs sites dédiés aux installations de chantier de l'opération.

### 9.1.1 - Justification hydraulique

Les débits testés sur le modèle physique ayant permis le dimensionnement hydraulique de l'ouvrage figurent dans le tableau ci-après.

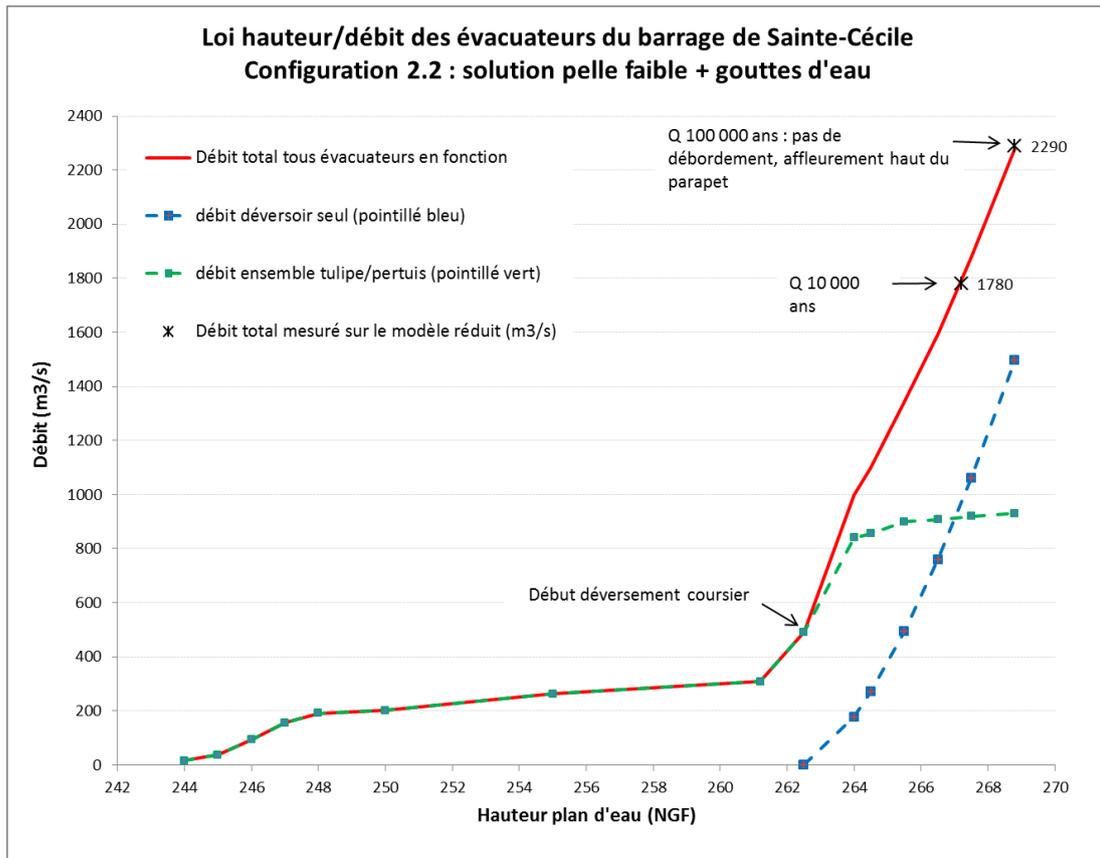
Evénement	Débit entrant avant laminage	Débit théorique tulipe + pertuis	Débit par nouvel évacuateur	Débit spécifique du nouvel évacuateur	Débit total évacué
<b>T = 1 000 ans</b>	1 600 m <sup>3</sup> /s	850 m <sup>3</sup> /s	230 m <sup>3</sup> /s	5 m <sup>3</sup> /s/m	1080 m <sup>3</sup> /s
<b>T = 10 000 ans</b>	2 520 m <sup>3</sup> /s	920 m <sup>3</sup> /s	860 m <sup>3</sup> /s	19 m <sup>3</sup> /s/m	1780 m <sup>3</sup> /s
<b>T = 100 000 ans</b>	3 280 m <sup>3</sup> /s	930 m <sup>3</sup> /s	1 360 m <sup>3</sup> /s	30 m <sup>3</sup> /s/m	2290 m <sup>3</sup> /s

**Tableau 30 : Débits testés sur modèle physique**

Le graphique ci-dessous présente les courbes hauteur/débit déduites de la modélisation physique dans les différentes configurations de fonctionnement :

- tulipe seule (pointillés verts),
- déversoir seul (pointillés bleus) : la tulipe est alors fermée,
- tous les évacuateurs en fonctionnement (courbe rouge).

Figure 18 : Lois d'évacuation projetées de l'étude sur modèle physique (source)



[B9])

Il vient pour les crues de dimensionnement la confirmation des cotes de référence :

- ♦ Q10 000 : 267,2 NGF (PHEE)
- ♦ Q100 000 ans : 268,8 NGF

Les études d'optimisation hydrauliques se poursuivent en phase PRO à l'aide du modèle physique mais aussi du modèle numérique 3D. Ces études amèneront probablement à revoir la cote de période de retour 100 000 ans et la cote des PHEE.

Le modèle physique a confirmé le calage des bajoyers. Les écoulements sont bien canalisés et la crue de projet (10 000 ans) s'écoule avec une marge de sécurité minimale de 1,8 m avant débordement. Cette marge est réduite à 0,5 m pour la crue extrême.



**Figure 19 : Ecoulement pour  $Q=860 \text{ m}^3/\text{s}$  soit  $T = 10\,000$  ans (source [B9])**

## 10 - CONTEXTE ENVIRONNEMENTAL

### 10.1 - Analyse écologique de la zone d'étude (sources [A3])

#### 10.1.1 - Synthèse des enjeux par groupe biologique



##### **Habitats naturels**

Parmi les 13 habitats recensés au sein de la zone d'étude, 1 habitat présente un enjeu fort (cours d'eau non aménagé), deux autres habitats présentent un enjeu modéré de conservation (le plan d'eau de rétention et la frênaie riveraine) et un dernier habitat présente un faible enjeu de conservation (matorral de chêne vert). Les autres habitats apparaissent tous dégradés par les activités humaines ou sont en partie voire totalement artificialisés. Ces derniers possèdent un enjeu tout au plus très faible.



##### **Flore**

Aucune espèce à enjeu n'a été avérée au sein de la zone d'étude. Les habitats prospectés apparaissent dégradés par les activités anthropiques passées (aménagement des berges) et actuelles (tourisme, parc, entretien de la végétation...) ainsi que par la présence de plantes exotiques envahissantes. Dans ces conditions, il est plus difficile pour des espèces rares (qui possèdent souvent des préférences écologiques assez strictes) de se maintenir.



##### **Invertébrés**

La zone d'étude abrite deux espèces protégées au niveau national d'odonates, à enjeu « zone d'étude » modéré : la Cordulie à corps fin et la Macromie splendide. Par ailleurs, les boisements de chênes à proximité du cours d'eau constituent des habitats favorables à deux coléoptères : le Lucane Cerf-volant et le Grand Capricorne (ce dernier est protégé au niveau national).



##### **Poissons et écrevisses**

Le Gardon d'Alès à l'aval des barrages constitue une zone d'actions prioritaires pour l'Anguille dans le cadre du plan national de gestion des poissons grands migrateurs. Les 2 retenues abritent une population de Brochet, espèce à enjeu modéré pouvant faire l'objet d'une gestion halieutique. Le Gardon de part et d'autre du complexe de barrages (secteurs classés en arrêté « frayères ») est favorable à la Truite fario (espèce dont les frayères sont protégées par l'arrêté « frayères »), au Chabot (espèce DH2) et aux cyprinidés rhéophiles. Aucune espèce de poisson (et d'écrevisse) à enjeu fort n'y est cependant connue.



##### **Amphibiens**

Le cortège batrachologique avéré est constitué par une espèce à faible enjeu (l'Alyte accoucheur) et deux espèces à enjeu « zone d'étude » très faible (le Crapaud épineux et la

Rainette méridionale). Notons aussi la présence de la Grenouille rieuse, revêtant un enjeu nul mais néanmoins protégée.

Si le lit principal du Gardon reste peu favorable à la reproduction de ces espèces, les vasques déconnectées de l'écoulement superficiel et les habitats périphériques sont propices au cycle de vie biphasique de ces vertébrés.

### Reptiles

Les lisières, enrochements, zones rudérales et partiellement ouvertes à l'échelle de la zone d'étude sont propices à l'expression d'un cortège herpétologique relativement diversifié : Lézard catalan (enjeu faible), Couleuvre vipérine, Lézard des murailles, Lézard à deux raies et Orvet fragile (enjeux très faibles). Notons la potentialité de présence de la Couleuvre d'Esculape, espèce protégée à faible enjeu « zone d'étude ».



### Oiseaux

La zone d'étude présente des habitats favorables aux espèces inféodées aux milieux boisés et également aux milieux aquatiques de type retenues et grands cours d'eau. Le Cincle plongeur (EZE modéré) et l'Hirondelle de rochers (EZE modéré) sont des nicheurs avérés. Le Martin-pêcheur (EZE modéré) niche probablement aux abords du Gardon et se nourrit sur place. La majorité des autres espèces sont forestières ou utilisent le milieu aquatique en période d'hivernage.



### Mammifères

Concernant les chiroptères, les enjeux principaux résident au niveau des **habitats boisés** où le Petit Rhinolophe chasse et où plusieurs **gîtes arboricoles potentiels** ont été identifiés. Plusieurs **gîtes anthropiques** sont **utilisés par des individus de Petit Rhinolophe**, espèce à fort enjeu.

Concernant les autres mammifères, les enjeux portent sur la **Loutre d'Europe** et le **Castor d'Europe** qui ont été tous deux avérés **en gîte et en alimentation**, aux abords des deux barrages.

#### 10.1.2 - Approche fonctionnelle

La zone d'étude, scindée en deux parties autour des barrages de Sainte-Cécile d'une part et de Cambous, d'autre part, correspond aux gorges du Gardon d'Alès et aux retenues liées à ces 2 barrages. En dehors des milieux aquatiques, les habitats présents sont caractéristiques de zones rudérales (aux abords proches des barrages) et de boisements plus ou moins denses ou clairsemés du fait des activités humaines. A plus large échelle, on observe des milieux très différents dès lors que l'on remonte sur les versants et les plateaux en altitude ; ces milieux n'étant pas retrouvés au sein de la zone d'étude.

A l'échelle de la zone d'étude, les habitats apparaissent relativement homogènes formant un continuum forestier bien implanté de part et d'autre du Gardon ; les ripisylves, peu marquées en lien avec le profil en V de la vallée sont toutefois dégradées. Les 2 barrages constituent des obstacles majeurs à la continuité écologique. Les espèces non strictement aquatiques (exemple de la Loutre et du Castor) peuvent toutefois les contourner par les berges.

L'aménagement des gorges par le complexe de barrages a profondément modifié le paysage et l'hydro-morphologie du Gardon d'Alès avec la présence de 2 retenues artificielles contiguës. Les milieux terrestres en bordure du Gardon apparaissent globalement nettement moins dégradés en dehors des 2 barrages, notamment du fait des pentes marquées qui limitent très fortement leur accès. Dans ces conditions, une faune terrestre diversifiée et à

enjeux a pu se maintenir, notamment des mammifères semi-aquatiques, des chiroptères et des oiseaux.

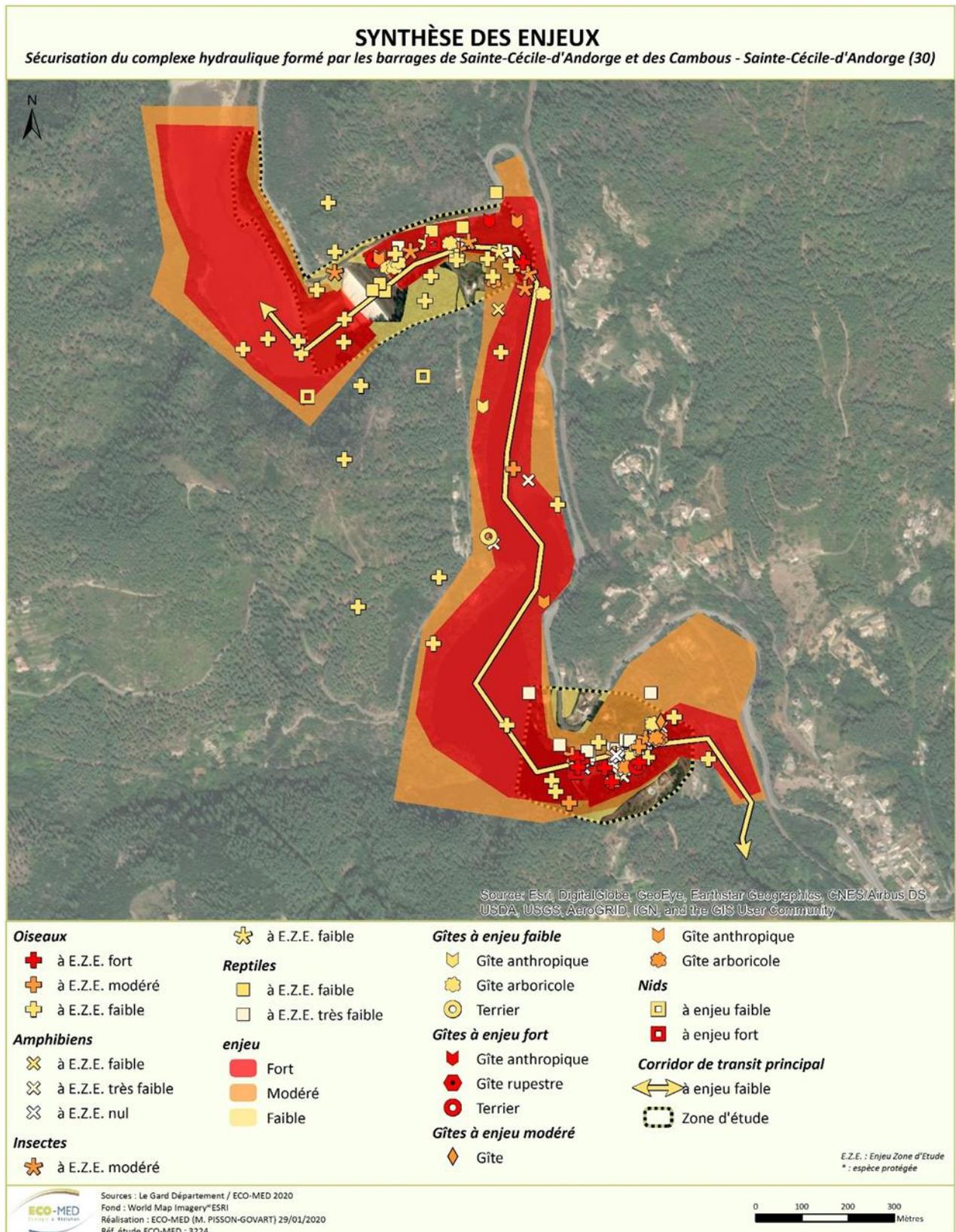


Figure 20 : Synthèse des enjeux écologiques

## 11 - CONTEXTE REGLEMENTAIRE

### 11.1 - ECHEANCE FIXEE PAR ARRETE MINISTERIEL

L'arrêté ministériel du 6 août 2018 fixe des prescriptions techniques relatives à la sécurité des barrages et impose une mise en sécurité effective (achèvement des travaux) pour les barrages de classe A, **au 31 décembre 2025**.

Le complexe hydraulique formé par les barrages de Sainte-Cécile d'Andorge et des Cambous est visé par ce décret ministériel.

### 11.2 - COMPETENCE GEMAPI : CONVENTION ENTRE L'EPTB GARDONS ET LE CD30

En tant qu'ouvrage hydraulique de prévention des inondations, le barrage de Sainte Cécile d'Andorge en situation actuelle relève de la GEMAPI<sup>6</sup> (ce qui n'est pas le cas pour le barrage des Cambous).

Le barrage de Sainte Cécile d'Andorge constitue un ouvrage mixte au sens de loi n°2014-58 du 27 janvier 2014 de modernisation de l'action publique territoriale et d'affirmation des métropoles. Il assure en effet les fonctions de soutien d'étiage et d'écrêtement des crues du Gardons d'Alès. Il contribue ainsi à la prévention des inondations sur le territoire de communes appartenant à la communauté d'Agglomération du grand Alès et dont certaines présentent aussi des systèmes d'endiguement de protection contre les inondations.

La prévention des inondations est une des missions mentionnées aux 1°, 2°, 5° et 8° du I de l'article L. 211-7 du code de l'environnement. Dans le cas présent, ces missions ont été transférées à la **communauté d'Agglomération du Grand Alès**. Nonobstant, le Département du Gard est le propriétaire et le gestionnaire du barrage de Sainte-Cécile d'Andorge, depuis 2007 et donc antérieurement au 1er janvier 2018<sup>7</sup>. Il a donc la faculté de maintenir sa fonction de gestionnaire du barrage de Sainte Cécile d'Andorge conformément à la loi n°2017-1838 du 30 décembre 2017. Cette disposition lui a permis lors de la séance plénière de l'assemblée départementale du 5 avril 2018 de délibérer sur une nouvelle stratégie d'intervention Départementale dans le domaine de la gestion des milieux aquatiques et de la prévention du risque inondation. Cette délibération précise notamment pour la gestion des grands barrages et des digues, le maintien et le développement d'un service départemental de gestion des barrages **par conventionnement avec le détenteur de la compétence GEMAPI**.

Or, de son côté la Communauté Alès Agglomération a transféré à **l'EPTB Gardons** la compétence de gestion des milieux aquatiques et de prévention des inondations (compétence GEMAPI) à compter de date de l'arrêté préfectoral n°20181604-B3-001 du 16 avril 2018 portant changement de dénomination, modification des statuts et extension du périmètre du Syndicat Mixte d'Aménagement et de Gestion Equilibrée des Gardons.

---

<sup>6</sup> : Gestion des milieux aquatiques et prévention des inondations

<sup>7</sup> : Avant le 1er janvier 2018, l'entretien et la restauration des cours d'eau et des ouvrages de protection contre les crues incombait à tous les niveaux de collectivités. Les régions, les départements, les communes et leurs intercommunalités pouvaient s'en saisir, mais aucune de ces collectivités n'en était spécifiquement responsable. A partir du 1er janvier 2018, ces travaux sont exclusivement confiés aux communes et à leurs établissements publics de coopération intercommunale à fiscalité propre (EPCI FP). En effet, la loi a attribué aux communes depuis le 1er janvier 2018, une nouvelle compétence sur la Gestion des Milieux Aquatiques et la Prévention des Inondations (GEMAPI). Cette compétence est transférée de droit aux EPCI FP : communautés de communes, communautés d'agglomération, communauté urbaines et métropoles.

Depuis, une convention a été signée le 09 octobre 2019 entre l'**EPTB Gardons et le CD30** pour permettre au Département au-delà du 1<sup>er</sup> janvier 2020<sup>8</sup>, l'exploitation du barrage de Sainte-Cécile d'Andorge.

### **11.3 - PROCEDURES REGLEMENTAIRES VISANT L'AUTORISATION ENVIRONNEMENTALE DES TRAVAUX**

Les éléments présentés ci-après synthétisent les procédures réglementaires susceptibles de s'appliquer au projet de sécurisation du complexe hydraulique formé par les barrages de Sainte-Cécile d'Andorge et des Cambous.

Cette analyse repose sur la nature et les caractéristiques du projet, telles que présentées en phase AVP, ainsi que sur l'ensemble des enjeux et sensibilités environnementales et réglementaires recensés sur le périmètre d'étude et connu ce jour.

#### **11.3.1 - Procédure au titre du code de l'environnement**

Les travaux portant sur la sécurisation du complexe hydraulique formé par les barrages de Sainte-Cécile d'Andorge et des Cambous devant s'inscrire dans un calendrier particulièrement contraint, le Conseil Départemental a retenu à l'issue du comité technique n°3 du 8 octobre 2019, tenu en présence des Services Instructeurs, d'anticiper immédiatement une évaluation environnementale et de ne pas engager une demande d'examen au cas par cas.

L'article L123-2 du Code de l'environnement précise que les projets de travaux, d'ouvrages ou d'aménagements exécutés par des personnes publiques ou privées devant comporter une évaluation environnementale en application de l'article L122-1 du Code de l'environnement font l'objet d'une enquête publique, préalablement à leur autorisation, leur approbation ou leur adoption.

Le projet de sécurisation du complexe hydraulique formé par les barrages de Sainte-Cécile d'Andorge et des Cambous est donc soumis à évaluation environnementale, et devra faire l'objet d'une enquête publique.

#### **11.3.2 - Evaluation des incidences sur Natura 2000**

Le réseau Natura 2000 regroupe un ensemble de sites naturels européens, terrestres et marins, identifiés pour la rareté ou la fragilité des espèces sauvages, animales ou végétales, et de leurs habitats.

La démarche Natura 2000 n'exclut pas la mise en œuvre de projets d'aménagements ou la réalisation d'activités humaines dans les sites Natura 2000 ou à proximité de ces sites, sous réserve qu'ils soient compatibles avec les objectifs de conservation des habitats et des espèces qui ont justifié la désignation des sites.

L'article R414-19 du Code de l'Environnement, modifié par le décret n°2016-1613 du 25 novembre 2016 - art. 4 dresse la liste nationale des documents de planification, programmes ou projets ainsi que des manifestations et interventions qui doivent faire l'objet d'une évaluation des incidences sur un ou plusieurs sites Natura 2000 en application du 1° du III de l'article L. 414-4.

Les projets soumis à évaluation environnementale (au titre du tableau annexé à l'article R.122-2 précédemment cité) figurent sur cette liste (alinéa 3°).

Le projet de sécurisation du complexe hydraulique formé par les barrages de Sainte-Cécile d'Andorge et des Cambous ne se situe pas dans le périmètre d'un site du réseau Natura 2000. Les sites Natura 2000 les plus proches des deux barrages correspondent à 3 sites Natura 2000 (SIC de la vallée du Galeizon, SIC des Hautes Vallées de la Céze, ZPS des Cévennes). Le plus proche se situe à 3,5 km environ des deux barrages (il correspond au SIC de la Vallée du Galeizon).

Compte tenu de la nature du projet, de la distance des sites Natura 2000 et des enjeux d'intérêt communautaires des sites concernés, le principe d'une évaluation simplifiée des incidences du projet sur ces trois sites Natura 2000 est proposé dans le cadre de la demande d'autorisation environnementale (formulaire simplifié).

L'évaluation d'incidences Natura 2000, suivant l'article R414-23 du Code de l'environnement concernant le projet sera jointe au dossier d'enquête publique.

### 11.3.3 - Autorisation environnementale unique (AEU)

Les travaux de sécurisation du complexe hydraulique formé par les barrages de Sainte-Cécile d'Andorge et des Cambous sont soumis à la procédure d'autorisation environnementale au titre :

- des installations, ouvrages, travaux et activités (IOTA),
- de dérogation « espèces et habitats protégés »,
- et potentiellement au titre :
  - des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE),
  - de l'autorisation de défrichement.

#### 11.3.3.1 - *Autorisation au titre de la police de l'eau et des milieux aquatiques*

Les articles L214-1 à L214-6 du Code de l'environnement prévoient que les installations, ouvrages, travaux et activités peuvent être sou**ANNEXE 1**mis à autorisation ou à déclaration, au titre de la Loi sur l'eau et les milieux aquatiques, suivant les dangers qu'ils présentent et la gravité de leurs effets sur la ressource en eau et les écosystèmes aquatiques.

L'article R214-1 du Code de l'environnement précise la nomenclature et les rubriques nécessitant une autorisation ou une déclaration.

Le tableau présenté en ANNEXE 1 synthétise les rubriques de la nomenclature susceptibles de concerner directement ou indirectement le projet de sécurisation du complexe hydraulique formé par les barrages de Sainte-Cécile d'Andorge et des Cambous.

*Nota : cette synthèse reprend a minima les rubriques de la nomenclature citées dans un avis formulé par la DDTM30 sur le volet « loi sur l'eau » dans un courrier en date du 29/08/2018 rédigé à l'attention du CD30, concernant le présent projet.*

### 11.3.3.2 - *Au titre du contrôle des ouvrages hydrauliques*

Les rubriques de la nomenclature Loi sur l'Eau concernées sont :

- 3.2.5.0. : Barrage de retenue et ouvrages assimilés relevant des critères de classement prévus par l'article R. 214-112 (A),
- 3.2.6.0. : Ouvrages construits ou aménagés en vue de prévenir les inondations et les submersions (système d'endiguement au sens de l'article R. 562-13 (A), aménagement hydraulique au sens de l'article R. 562-18 (A))

Les barrages de Sainte Cécile d'Andorge et des Cambous, de classe A, sont concernés par ces deux rubriques.

De fait les travaux sont soumis à une autorisation qui doit comprendre une étude de dangers pour chacun des deux barrages, établie conformément à la partie I de l'article R.214-116 du code de l'environnement pour la rubrique 3.2.5.0 et une étude de danger conforme à la partie IV de l'article R.214-116 du code de l'environnement pour la rubrique 3.2.6.0.

### 11.3.3.3 - *Autorisation au titre des ICPE*

Selon les rubriques de la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement, les travaux en lien avec le projet de sécurisation du complexe hydraulique formé par les barrages de Sainte-Cécile d'Andorge et des Cambous sont soumis à une procédure réglementaire au titre des ICPE pour :

- L'installation d'une unité de broyage, concassage, criblage des matériaux extraits du parement aval du barrage de Sainte Cécile d'Andorge,
- Et l'installation d'une centrale à béton, pour produire le BCR à partir des matériaux ainsi produits, BCR qui sera ensuite déposé sur le parement aval du barrage de Sainte Cécile.

Le tableau en ANNEXE 2 présente les rubriques susceptibles d'être concernées par le projet et le régime de la procédure associée, selon les spécificités du mode opératoire des travaux, non connues à ce jour. Les parties surlignées en vert correspondent aux activités susceptibles d'être mise en œuvre pour la réalisation du projet. En fonction des installations retenues par le Maître d'Ouvrage, le projet sera soumis à Déclaration ou Enregistrement (avec pour ce dernier cas, un examen au cas par cas).

L'enregistrement correspond à une démarche intermédiaire d'autorisation simplifiée (entre la demande de Déclaration et l'Autorisation au titre des ICPE). Elle n'exige pas automatiquement la réalisation d'une étude d'impact (cas par cas en l'espèce). Par ailleurs, cette procédure dispense de la réalisation d'une étude de danger, de la réalisation d'une enquête publique, ou encore d'un avis d'une commission départementale consultative.

La procédure nécessite cependant une consultation du public en mairie et sur internet, de même.

#### 11.3.3.4 - *Autorisation de défrichement*

Suivant les articles L341-1 à L341-10 du nouveau code forestier (version en vigueur au 1er juillet 2012), toute opération volontaire entraînant directement ou indirectement la destruction de l'état boisé d'un terrain **en mettant fin à sa destination forestière est un défrichement**. Tout défrichement dans un bois de superficie de plus de 4 ha nécessite l'obtention d'une autorisation préalable de l'administration.

Lorsque l'autorisation environnementale tient lieu d'autorisation de défrichement, le dossier de demande est complété par les éléments suivants. Art. D181-15-9, rubriques 1° à 3° :

« 1° Une déclaration indiquant si, à la connaissance du pétitionnaire, les terrains ont été ou non parcourus par un incendie durant les quinze années précédant l'année de la demande. Lorsque le terrain relève du régime forestier, cette déclaration est produite dans les conditions de l'article R. 341-2 du code forestier ;

2° La localisation de la zone à défricher sur le plan de situation mentionné au 2° de l'article R. 181-13 et l'indication de la superficie à défricher, par parcelle cadastrale et pour la totalité de ces superficies. Lorsque le terrain relève du régime forestier, ces informations sont produites dans les conditions de l'article R. 341-2 du code forestier ;

3° Un extrait du plan cadastral».

En l'état des connaissances, le projet de sécurisation du complexe hydraulique formé par les barrages de Sainte-Cécile d'Andorge et des Cambous pourrait s'installer en partie dans des espaces actuellement boisés (ripisylve du Gardon d'Alès). Une demande d'autorisation de défrichement sera demandée si nécessaire.

#### 11.3.3.5 - *Dérogation aux interdictions visant les espèces protégées*

La destruction, le prélèvement, la capture de spécimens d'espèces protégées de faune et flore, y compris la destruction, l'altération ou la dégradation du milieu particulier à ces espèces animales ou végétales sont interdits conformément aux articles L411-1 et 2 du Code de l'environnement.

Toutefois, l'alinéa 4° de l'article L411-2 du Code de l'environnement prévoit les conditions dans lesquelles peut être délivrées une dérogation aux interdictions visant les espèces protégées, à condition qu'il n'existe pas d'autre solution satisfaisante et que la dérogation ne nuise pas au maintien, dans un état de conservation favorable, des populations des espèces concernées dans leur aire de répartition naturelle.

Le projet ne détruit pas des espèces protégées, mais affecte des habitats d'espèces protégées compromettant le cycle biologique de ces espèces. Le projet est concerné par la demande de dérogation aux interdictions visant des espèces protégées.

### 11.4 - **AUTRES PROCEDURES REGLEMENTAIRES**

#### 11.4.1 - Déclaration d'intention préalable et concertation

##### 11.4.1.1 - *Déclaration d'intention préalable*

Selon l'article L.121-18, modifié par la loi n°2018-148 du 2 mars 2018 - art. 2, les projets soumis à évaluation environnementale de plus de 5 millions d'euros de crédit public doivent faire l'objet d'une déclaration d'intention, publiée par le Maître d'Ouvrage avant le dépôt de la demande d'autorisation.

Cette déclaration d'intention est publiée sur un site internet et comporte les éléments suivants :

- 1° Les motivations et raisons d'être du projet ;
- 2° Le cas échéant, le plan ou le programme dont il découle ;
- 3° La liste des communes correspondant au territoire susceptible d'être affecté par le projet ;
- 4° Un aperçu des incidences potentielles sur l'environnement ;
- 5° Une mention, le cas échéant, des solutions alternatives envisagées ;
- 6° Les modalités déjà envisagées, s'il y a lieu, de concertation préalable du public.

Dans le cas présent, le montant estimé du projet de sécurisation du complexe hydraulique formé par les barrages de Sainte-Cécile d'Andorge et des Cambous est estimé à 16 millions d'euros. Il est soumis à évaluation environnementale et une demande d'autorisation environnementale au titre des articles R.181-13 et suivants du Code de l'Environnement. Il doit donc faire l'objet d'une déclaration d'intention préalable.

En application des articles L121-18 et R121-25 du code de l'environnement, une déclaration d'intention devra être publiée durant deux mois. Elle permet, préalablement au dépôt du dossier de demande d'autorisation nécessaire à la réalisation du projet, d'informer le public et d'ouvrir le droit d'initiative pour demander l'organisation d'une concertation préalable, prévue par les articles L121-17 et L121-19 du code de l'environnement.

#### 11.4.1.2 - *Concertation / Communication*

Selon l'article L.121-15 -1 du Code de l'Environnement, le projet de sécurisation du complexe hydraulique formé par les barrages de Sainte-Cécile d'Andorge et des Cambous, soumis à évaluation environnementale, en application de l'article L.122-1 et ne donnant pas lieu à saisine de la Commission Nationale du Débat Public (CNDP) en application de l'article L. 121-8 du Code de l'Environnement **peut être concerné par la concertation préalable.**

La concertation préalable associe le public à l'élaboration du projet et est d'une durée minimale de quinze jours et d'une durée maximale de trois mois.

Quinze jours avant le début de la concertation, le public est informé des modalités et de la durée de la concertation par voie dématérialisée et par voie d'affichage sur le ou les lieux concernés par la concertation. Le bilan de cette concertation est rendu public. Le maître d'ouvrage indique les mesures qu'il juge nécessaire de mettre en place pour répondre aux enseignements qu'il tire de la concertation, article L.121-16 du Code de l'Environnement.

Dans le cas présent, **le Conseil Départemental du Gard, souhaite mener une concertation / communication exemplaire quant à la conduite de l'opération.** Le périmètre, les objectifs et le mode opératoire pour mener cette consultation, sont actuellement en cours de définition par le Conseil Départemental.

### CAS DE LA CONCERTATION PREALABLE MENEES DANS LE CADRE DU PAPI III (BASSIN VERSANT DES GARDONS)

Le projet de sécurisation du complexe hydraulique formé par les barrages de Sainte-Cécile d'Andorge et des Cambous sera très certainement évoqué dans le cadre de la concertation publique organisée autour du futur PAPI III (au regard de l'importance du projet à l'échelle du bassin versant du Gardon d'Alès).

Cette concertation se déroulera avant la concertation que souhaite engager le Conseil Départemental du Gard pour le projet de sécurisation du complexe hydraulique formé par les barrages de Sainte-Cécile d'Andorge et des Cambous. Aussi, si elles s'avèrent adaptées, les éventuelles remarques / demandes formulées dans le cadre de la concertation menée pour le PAPI III pourront utilement être appréhendées dans le cadre de la concertation qui sera conduite pour le projet ici à l'étude.

#### 11.4.1.3 - *Déclaration d'utilité publique*

Le projet de sécurisation du complexe hydraulique formé par les barrages de Sainte-Cécile d'Andorge et des Cambous s'inscrit, en l'état des connaissances dans le périmètre des emprises foncières du CD30.

Dans l'éventualité, où le CD30 devrait acquérir des terrains dont il n'a pas la maîtrise foncière (*cas à envisager par exemple pour les sites à rechercher pour les installations de chantier*), les démarches d'acquisition à l'amiable seront privilégiées.

Néanmoins, dans les cas où ces démarches n'aboutiraient pas, le maître d'ouvrage envisagera la voie ultime de l'expropriation pour la maîtrise foncière nécessaire au projet. Une demande de Déclaration d'Utilité Publique serait alors sollicitée.

Conformément à l'article L1 du Code de l'expropriation pour cause d'utilité publique :

« L'expropriation, en tout ou partie, d'immeubles ou de droits réels immobiliers ne peut être prononcée qu'à la condition qu'elle réponde à une utilité publique préalablement et formellement constatée à la suite d'une enquête [...] ». »

La déclaration d'utilité publique interviendra au plus tard un an après la clôture de l'enquête publique. Elle précisera le délai accordé pour réaliser l'expropriation, qui ne pourra excéder cinq ans dans le cadre du projet. Les effets de la déclaration d'utilité publique peuvent être prorogés une fois pour une durée au plus égale à la durée initialement fixée.

#### 11.4.2 - Déclaration de projet

Conformément à l'article L.126-1 du Code de l'environnement, lorsqu'un projet public de travaux a fait l'objet d'une enquête publique, le responsable du projet se prononce par une déclaration de projet sur l'intérêt général de l'opération projetée. En l'absence de déclaration de projet, aucune autorisation de travaux ne peut être délivrée.

La déclaration de projet mentionne :

- L'objet de l'opération ;
- Les motifs et considérations qui justifient son caractère d'intérêt général ;
- Le cas échéant, la nature et les motifs des principales modifications qui, sans en altérer l'économie générale, sont apportés au projet au vu des résultats de l'enquête publique.

La déclaration de projet prend en considération :

- l'étude d'impact ;
- l'avis de l'autorité environnementale ;
- l'avis des collectivités territoriales et de leurs groupements intéressés par le projet ;
- le résultat de la consultation du public.

En outre, elle comporte les prescriptions que devra respecter le maître d'ouvrage ainsi que les mesures et caractéristiques du projet destinées à éviter ou réduire et, si possible, compenser les effets négatifs notables. Elle précise également les modalités du suivi des incidences du projet sur l'environnement ou la santé humaine.

## **12 - CALENDRIER PREVISIONNEL**

- Reconnaissances faune-Flore : 1<sup>er</sup> semestre 2019 – 2<sup>ième</sup> semestre 2021,
- Reconnaissance géotechniques et topographique : 2021,
- Maîtrise d'œuvre PRO et élaboration des dossiers définitifs d'autorisations administratives : 1<sup>er</sup> semestre 2020 – 4<sup>ième</sup> semestre 2021,
- Procédure d'autorisation : 4<sup>ème</sup> semestre 2021- 2<sup>ème</sup> semestre 2023,
- Recrutement des entreprises : 2023,
- Travaux : 2024 – 2026,
- Réception : 2027.

**ANNEXE 1 : RUBRIQUES DE LA NOMENCLATURE DE LA  
LOI SUR L'EAU SUSCEPTIBLES DE CONCERNER  
DIRECTEMENT OU INDIRECTEMENT LE PROJET DE  
SECURISATION.**



Tableau 2 : Rubriques de la nomenclature Loi sur l'Eau concernées par le projet de sécurisation du complexe hydraulique formé par les barrages de Sainte-Cécile d'Andorge et des Cambous

NOMENCLATURE LOI SUR L'EAU		SECURISATION DU COMPLEXE HYDRAULIQUE FORME PAR LES BARRAGES DE SAINTE-CÉCILE D'ANDORGE ET DES CAMBOUS
<b>REJETS</b>		
2.1.5.0	<p>Rejet d'eaux pluviales dans les eaux douces superficielles ou sur le sol ou dans le sous-sol, la surface totale du projet, augmentée de la surface correspondant à la partie du bassin naturel dont les écoulements sont interceptés par le projet, étant :</p> <p>1° Supérieure ou égale à 20 ha (A)</p> <p>2° Supérieure à 1 ha mais inférieure à 20 ha (D)</p>	<p>A déterminer selon la localisation / superficie des emprises nécessaires aux installations de chantier et des modalités relatives à la gestion des eaux pluviales afférentes</p> <p>➡ En l'état des connaissances, projet non concerné</p>
2.2.1.0	<p>Rejet dans les eaux douces superficielles susceptible de modifier le régime des eaux, à l'exclusion des rejets visés à la rubrique 2.1.5.0 ainsi que des rejets des ouvrages visés aux rubriques 2.1.1.0 et 2.1.2.0, la capacité totale de rejet de l'ouvrage étant :</p> <p>1° Supérieure ou égale à 10 000 m<sup>3</sup>/j ou à 25 % du débit moyen interannuel du cours d'eau (A)</p> <p>2° Supérieure à 2 000 m<sup>3</sup>/j ou à 5 % du débit moyen interannuel du cours d'eau mais inférieure à 10 000 m<sup>3</sup>/j et à 25 % du débit moyen interannuel du cours d'eau (D)</p>	<p>A déterminer selon les modalités des travaux (éventuels usages de pompes / rejets dans le milieu récepteur)</p> <p>➡ En l'état des connaissances, projet non concerné</p>
2.2.3.0	<p>Rejet dans les eaux de surface, à l'exclusion des rejets visés aux rubriques 4.1.3.0, 2.1.1.0, 2.1.2.0 et 2.1.5.0 :</p> <p>1° Le flux total de pollution brute étant :</p> <p>a) Supérieur ou égal au niveau de référence R2 pour l'un au moins des paramètres qui y figurent (A)</p> <p>b) Compris entre les niveaux de référence R1 et R2 pour l'un au moins des paramètres qui y figurent (B)</p> <p>2° e produit de la concentration maximale d'Escherichia coli, par le débit moyen journalier du rejet situé à moins de 1 km d'une zone conchylicole ou de culture marine, d'une prise d'eau potable ou d'une zone de baignade, au sens des articles D. 1332-1 et D. 1332-16 du code de la santé publique, étant :</p> <p>a) Supérieur ou égal à 1011 E coli/ j (A)</p> <p>b) Compris entre 1010 à 1011 E coli/ j (D)</p>	<p>A déterminer selon les modalités des travaux. Cette rubrique ne peut être concernée que s'il y a dégradation de la qualité des eaux (par exemple eaux souillées par le chantier avec rejet dans le cours d'eau)</p> <p>➡ En l'état des connaissances, projet non concerné</p>



NOMENCLATURE LOI SUR L'EAU		SECURISATION DU COMPLEXE HYDRAULIQUE FORME PAR LES BARRAGES DE SAINTE-CÉCILE D'ANDORGE ET DES CAMBOUS
<b>IMPACTS SUR LE MILIEU AQUATIQUE OU SUR LA SECURITE</b>		
3.3.1.0	Installations, ouvrages, remblais et épis, dans le lit mineur d'un cours d'eau, constituant : 1° Un obstacle à l'écoulement des crues 2° Un obstacle à la continuité écologique : a) Entraînant une différence de niveau supérieure ou égale à 50 cm, pour le débit moyen annuel de la ligne d'eau entre l'amont et l'aval de l'ouvrage ou de l'installation b) Entraînant une différence de niveau supérieure à 20 cm mais inférieure à 50 cm pour le débit moyen annuel de la ligne d'eau entre l'amont et l'aval de l'ouvrage ou de l'installation	Les travaux envisagés n'induisent aucune contrainte supplémentaire à celle existante sur l'écoulement des crues et la continuité écologique. Ils visent avant tout la sécurisation de la fonctionnalité «écrêteur de crues » des ouvrages  → En l'état des connaissances, projet non concerné
3.1.2.0	Installations, ouvrages, travaux ou activités conduisant à modifier le profil en long ou le profil en travers du lit mineur d'un cours d'eau, à l'exclusion de ceux visés à la rubrique 3.1.4.0, ou conduisant à la dérivation d'un cours d'eau : 1° Sur une longueur de cours d'eau supérieure ou égale à 100 m (A) 2° Sur une longueur de cours d'eau inférieure à 100 m (D)	Le profil en long et/ou travers du lit mineur du cours d'eau ne seront pas modifiés (seuls des aménagements seront opérés dans les emprises des deux barrages).  → En l'état des connaissances, projet non concerné
3.1.4.0	Consolidation ou protection des berges, à l'exclusion des canaux artificiels, par des techniques autres que végétales vivantes : 1° Sur une longueur supérieure ou égale à 200 m (A) 2° Sur une longueur supérieure ou égale à 20 m mais inférieure à 200 m (D)	La reprise de la culée rive gauche du barrage de Sainte-Cécile d'Andorge, concerne une protection de berge en technique de génie civil sur environ 40 à 50 ml.  → En l'état des connaissances, projet soumis à déclaration
3.1.5.0	Installations, ouvrages, travaux ou activités, dans le lit mineur d'un cours d'eau, étant de nature à détruire les frayères, les zones de croissance ou les zones d'alimentation de la faune piscicole, des crustacés et des batraciens, ou dans le lit majeur d'un cours d'eau, étant de nature à détruire les frayères de brochet : 1° Destruction de plus de 200 m <sup>2</sup> de frayères 2° Dans les autres cas	A déterminer selon les modalités des travaux  → En l'état des connaissances, projet non concerné
3.2.1.0	Entretien de cours d'eau ou de canaux, à l'exclusion de l'entretien visé à l'article L. 215-14 réalisé par le propriétaire riverain, des dragages visés à la rubrique 4.1.3.0 et de l'entretien des ouvrages visés à la rubrique 2.1.5.0, le volume des sédiments extraits étant au cours d'une année : 1° Supérieur à 2 000 m <sup>3</sup> (A) 2° Inférieur ou égal à 2 000 m <sup>3</sup> dont la teneur des sédiments extraits est supérieure ou égale au niveau de référence S1 (A) 3° Inférieur ou égal à 2 000 m <sup>3</sup> dont la teneur des sédiments extraits est inférieure au niveau de référence S1 (D)	La création des ouvrages en aval du barrage de Sainte-Cécile peut nécessiter un prélèvement de sédiments et/ou des matériaux issus d'opération de déroctage (roches)  → En l'état des connaissances, projet soumis à déclaration ou autorisation (fonction des volumes concernés)



NOMENCLATURE LOI SUR L'EAU		SECURISATION DU COMPLEXE HYDRAULIQUE FORME PAR LES BARRAGES DE SAINTE-CECILE D'ANDORGE ET DES CAMBOUS
3.2.2.0	Installations, ouvrages, remblais dans le lit majeur d'un cours d'eau : 1° Surface soustraite supérieure ou égale à 10 000 m <sup>2</sup> (A) 2° Surface soustraite supérieure ou égale à 400 m <sup>2</sup> et inférieure à 10 000 m <sup>2</sup> (D)	Les emprises nécessaires aux installations de chantier, sont susceptibles de concerner une surface certainement supérieure à 400 m <sup>2</sup> . (site pressenti par le CD30 (sites des deux lacs » se situe en zone inondable du Gardon d'Alès). Elle peut être assimilée à une surface soustraite au sens de la rubrique.  ➡ En l'état des connaissances, <b>projet soumis à déclaration ou autorisation</b> (fonction des surfaces concernées et choix du site retenu)
3.2.4.0	1° Vidanges de plans d'eau issus de barrages de retenue, dont la hauteur est supérieure à 10 m ou dont le volume de la retenue est supérieur à 5 000 000 m <sup>3</sup> (A) 2° Autres vidanges de plans d'eau, dont la superficie est supérieure à 0,1 ha, hors opération de chômage des voies navigables, hors piscicultures mentionnées à l'article L. 431-6, hors plans d'eau mentionnés à l'article L. 431-7 (D) Les vidanges périodiques des plans d'eau visés au 2° font l'objet d'une déclaration unique.	A déterminer suivant la nature des travaux  ➡ En l'état des connaissances, projet non concerné par cette rubrique (il est question d'abaisser la retenue des Cambous de 5 m)
3.2.5.0	Barrage de retenue et ouvrages assimilés relevant des critères de classement prévus par l'article R. 214-112 (A)	Les barrages de Sainte Cécile d'Andorge et des Cambous, de classe A sont concernés par cette rubrique  ➡ <b>Projet soumis à autorisation, qui appelle à une étude de dangers pour chacun des deux barrages, établie conformément à l'article R.214-116 du code de l'environnement</b>
3.2.6.0	Ouvrages construits ou aménagés en vue de prévenir les inondations et les submersions : Système d'endiguement au sens de l'article R. 562-13 (A) Aménagement hydraulique au sens de l'article R. 562-18 (A)	Le barrage de Sainte Cécile d'Andorge est concerné par cette rubrique  ➡ <b>Projet soumis à autorisation, qui appelle à une étude de dangers établie conformément à l'article R.214-116 du code de l'environnement</b>
3.3.1.0	Assèchement, mise en eau, imperméabilisation, remblais de zones humides ou de marais, la zone asséchée ou mise en eau étant : 1° Supérieure ou égale à 1 ha (A) 2° Supérieure à 0,1 ha, mais inférieure à 1 ha (D)	A déterminer suivant la localisation / emprise des installations de chantier  ➡ En l'état des connaissances, projet non concerné par cette rubrique (Absence de zones humide et/ou de marais dans le périmètre d'étude investiguée en 2019 par le bureau d'étude ECO-Med)

## **ANNEXE 2 : RUBRIQUES DE LA NOMENCLATURE ICPE CONCERNEES PAR LE PROJET**



Tableau 3 : Rubriques de la nomenclature des ICPE concernées par le projet

RUBRIQUE	ACTIVITES	PROCEDURE / REGIME	
2515	Broyage, concassage, criblage, ensachage, pulvérisation, nettoyage, tamisage, mélange de pierres, cailloux, minerais et autres produits minéraux naturels ou artificiels ou de déchets non dangereux inertes	1. Installations de broyage, concassage, criblage, ensachage, pulvérisation, lavage, nettoyage, tamisage, mélange de pierres, cailloux, minerais et autres produits minéraux naturels ou artificiels ou de déchets non dangereux inertes, en vue de la production de matériaux destinés à une utilisation, à l'exclusion de celles classées au titre d'une autre rubrique ou de la sous-rubrique 2515-2. La puissance maximale de l'ensemble des machines fixes pouvant concourir simultanément au fonctionnement de l'installation, étant :	a) Supérieure à 200 kW Enregistrement
			b) Supérieure à 40 kW, mais inférieure ou égale à 200 kW Déclaration
		2. Installations de broyage, concassage, criblage, mélange de pierres, cailloux, minerais et autres produits minéraux naturels ou artificiels ou de déchets non dangereux inertes extraits ou produits sur le site de l'installation, fonctionnant sur une période unique d'une durée inférieure ou égale à six mois. La puissance maximale de l'ensemble des machines fixes pouvant concourir simultanément au fonctionnement de l'installation, étant :	a) Supérieure à 350 kW Enregistrement
			b) Supérieure à 40 kW, mais inférieure ou égale à 350 kW Déclaration
2517	Station de transit, regroupement ou tri de produits minéraux ou de déchets non dangereux inertes autres que ceux visés par d'autres rubriques	La superficie de l'aire de transit étant :	1. Supérieure à 10 000 m <sup>2</sup> Enregistrement
			2. Supérieure à 5 000 m <sup>2</sup> , mais inférieure ou égale à 10 000 m <sup>2</sup> Déclaration
2518	Installation de production de béton prêt à l'emploi équipée d'un dispositif d'alimentation en liants hydrauliques mécanisé, à l'exclusion des installations visées par la rubrique 2522	La capacité de malaxage étant :	a) Supérieure à 3 m <sup>3</sup> Enregistrement
			b) Inférieure ou égale à 3 m <sup>3</sup> Déclaration
			Ces activités ne donnent pas lieu à classement sous la rubrique 2515.
2522	Installation de fabrication de produits en béton par procédé mécanique	La puissance maximum de l'ensemble du matériel de malaxage et de vibration pouvant concourir simultanément au fonctionnement de l'installation étant :	a) Supérieure à 400 kW Enregistrement
			b) Supérieure à 40 kW, mais inférieure ou égale à 400 kW Déclaration
			Ces activités ne donnent pas lieu à classement sous la rubrique 2515.