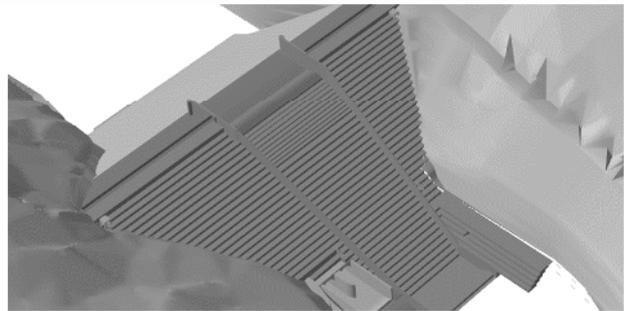




## SÉCURISATION DU COMPLEXE HYDRAULIQUE FORMÉ PAR LES BARRAGES DE SAINTE-CÉCILE D'ANDORGE ET DES CAMBOUS

Pièce 8a

### DOSSIER D'AUTORISATION ENVIRONNEMENTALE



CHANGER LE SENS  
DE VOTRE QUOTIDIEN

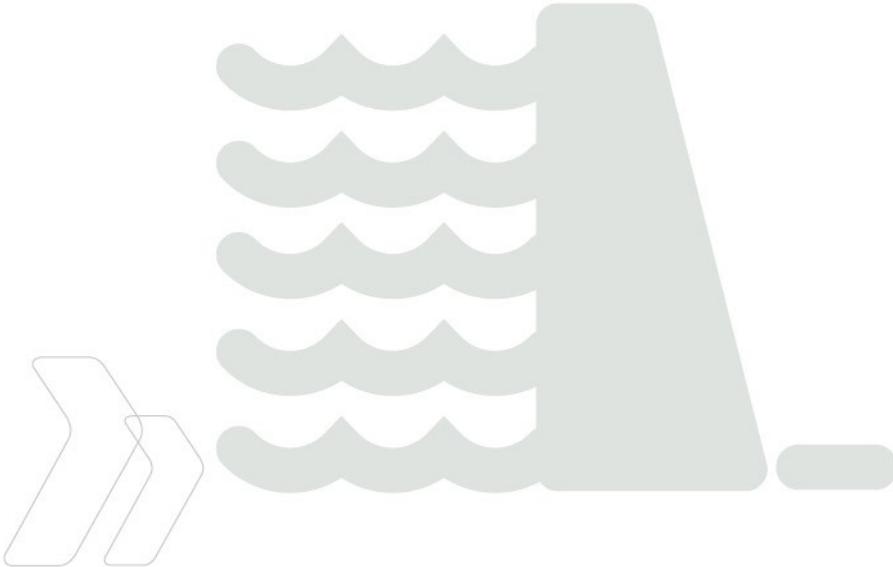
[GARD.FR](http://GARD.FR)

Barrage de Sainte-Cécile d'Andorge  
Étude de dangers (EDD) au titre de la rubrique 3.2.6.0



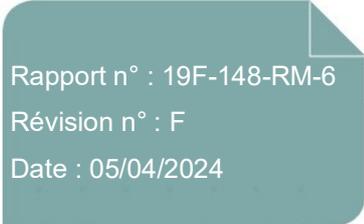


Barrages



DOSSIER D'AUTORISATION ENVIRONNEMENTALE DE L'AMENAGEMENT HYDRAULIQUE DE SAINTE-CECILE D'ANDORGE

Pièce 3 : EDD 3260 - Barrage de Sainte-Cécile



Rapport



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

www.isl.fr





# Visa

Document actualisé le 05/04/2024.

Révision	Date	Auteur	Chef de Projet	Superviseur	Commentaire
A	07/01/2021	GSE	ASA	ASA	Edition initiale
B	10/05/2021	GSE	GSE	ASA	Prise en compte des remarques du CD30 et de l'EPTB Gardons
C	16/06/2021	GSE	GSE	ASA	Edition consolidée après commentaires du SCOH
D	23/02/2022	GSE	GSE	OMU	Version finale
E	05/06/2023	GSE	GSE	ASA	Edition consolidée après à la réunion du 10/02/2023
F	05/04/2024	GSE	GSE	ASA	Edition consolidée après à la réunion du 28/11/2023

ASA : SALMI Akim

GSE : SENECHAL Gwendal

OMU : MUNOZ Olivier



## SOMMAIRE

<b>RUBRIQUE 0. RESUME NON TECHNIQUE</b>	<b>1</b>
0.1 PRESENTATION DU PORTEUR DU PROJET ET DE LA COMPETENCE GESTION DES INONDATIONS	1
0.2 DEFINITION DE L'AMENAGEMENT HYDRAULIQUE	1
0.3 TERRITOIRE BENEFICIANT DES EFFETS DE L'AMENAGEMENT HYDRAULIQUE	2
0.4 EFFET DU STOCKAGE SUR LE RISQUE INONDATION	4
0.5 PRINCIPALES LIMITES DE FONCTIONNEMENT	6
0.5.1 HYPOTHESES DE TRAVAIL	6
0.5.2 LIMITES DANS L'ETAT ACTUEL	7
0.5.3 LIMITES APRES TRAVAUX	9
<b>RUBRIQUE 1. RENSEIGNEMENTS ADMINISTRATIFS</b>	<b>12</b>
1.1 IDENTIFICATION DU GESTIONNAIRE DE L'AMENAGEMENT HYDRAULIQUE	12
1.2 LISTES DES COMMUNES BENEFICIANT DES EFFETS DE L'AMENAGEMENT HYDRAULIQUE	14
1.3 IDENTIFICATION DE L'AUTEUR DE L'ETUDE DE DANGERS	14
1.4 AUTORISATIONS RELATIVES AUX OUVRAGES EXISTANTS	15
<b>RUBRIQUE 2. OBJET DE L'ETUDE</b>	<b>16</b>
2.1 DESCRIPTIF DU CADRE DE L'ETUDE DE DANGERS	16
2.2 LOCALISATION EN PLAN ET DESCRIPTION SOMMAIRE DES OUVRAGES CONCERNES	17
<b>RUBRIQUE 3. DESCRIPTION PRECISE DE L'AMENAGEMENT HYDRAULIQUE ET DE SES FONCTIONS DE PROTECTION CONTRE LES INONDATIONS</b>	<b>18</b>
3.1 DESCRIPTION DES CONDITIONS NATURELLES POUVANT CONDUIRE A DES CRUES, DES SUBMERSIONS OU DES RUISSELLEMENTS DANGEREUX	18
3.1.1 IDENTIFICATION DU COURS D'EAU INTERCEPTE PAR L'AMENAGEMENT HYDRAULIQUE	18
3.1.2 MODELISATION HYDRAULIQUE ET HYDROLOGIQUE	19

3.1.3	ALEAS : EMBACLES ET TRANSPORTS SEDIMENTAIRES	20
3.1.3.1	Risque d'embâcles	20
3.1.3.2	Risque de transports sédimentaires	22
3.2	DESCRIPTION DE L'AMENAGEMENT HYDRAULIQUE	24
3.2.1	INVENTAIRE DES OUVRAGES CONSTITUANT L'AMENAGEMENT HYDRAULIQUE	24
3.2.2	DESCRIPTION DE L'AMENAGEMENT	24
3.2.3	FICHE SYNOPTIQUE DU BARRAGE DE STE-CECILE	26
3.2.4	ORGANES EXISTANTS D'EVACUATION DES CRUES	28
3.2.5	NOUVEL EVACUATEUR DE CRUE	29
3.2.6	CARACTERISTIQUES DE STOCKAGE DE L'AMENAGEMENT HYDRAULIQUE	30
3.2.7	MODALITE DE FONCTIONNEMENT	30
3.2.7.1	Principe de fonctionnement	30
3.2.7.2	Loi d'évacuation du barrage dans l'état actuel	31
3.2.7.3	Loi d'évacuation du barrage après travaux	32
3.2.8	CONTRAINTES TECHNIQUES DE FONCTIONNEMENT	32
3.2.9	CONTRAINTES D'EXPLOITATION LIES A D'AUTRES USAGES	33
3.3	ORGANISATION DU GESTIONNAIRE DE L'AMENAGEMENT HYDRAULIQUE	33
3.3.1	ORGANISATION GENERALE DU GESTIONNAIRE	33
3.3.2	ASSURER UNE SURVEILLANCE QUANT AU RISQUE DE CRUE DU GARDON D'ALES	34
3.3.2.1	Moyens mis à disposition pour assurer cette surveillance	34
3.3.2.2	Définition des états de vigilance dans l'état actuel	36
3.3.2.3	Définition des états de vigilance en phase travaux	37
3.3.2.4	Entretien de l'aménagement hydraulique, assurer sa disponibilité et surveiller son bon fonctionnement	39
3.3.2.5	Alerter les autorités compétentes pour intervention aux fins de mise en sécurité des personnes	42
3.3.2.6	Avis sur l'organisation mise en place	42
3.4	PERFORMANCE DE L'AMENAGEMENT HYDRAULIQUE	43
3.4.1	PREAMBULE	43
3.4.2	PERFORMANCE DANS L'ETAT ACTUEL	44
3.4.2.1	Fonctionnement nominal de l'aménagement pour les crues de projet	44
3.4.2.2	Scénarios d'étude des limites de performance de l'aménagement hydraulique	50
3.4.2.3	Scénario 1 dans l'état actuel	50
3.4.2.4	Scénario 2 dans l'état actuel	53
3.4.3	PERFORMANCE EN PHASE TRAVAUX	55
3.4.3.1	Rappel du phasage	55

3.4.3.2	Evolution des performances de l'aménagement en phase travaux	57
3.4.4	PERFORMANCE APRES TRAVAUX	59
3.4.4.1	Préambule	59
3.4.4.2	Fonctionnement dans l'état nominal	59
3.4.4.3	Scénario 1 après travaux	59
3.4.4.4	Scénario 2 après travaux	62

## **RUBRIQUE 4. CARTOGRAPHIE** **63**

### **TABLE DES ANNEXES**

#### **ANNEXE 1 ANNEXE BIBLIOGRAPHIQUE**

#### **ANNEXE 2 APPROCHE EN COTE SHYPRE**

#### **ANNEXE 3 MODELE HYDROLOGIQUE DU SDAPI**

#### **ANNEXE 4 PLANS DE L'OUVRAGE**

### **TABLE DES FIGURES**

Figure 1 : Plan d'ensemble de l'aménagement et emprise de la retenue	2
Figure 2 : Territoire bénéficiant de l'aménagement hydraulique de Sainte-Cécile d'Andorge	3
Figure 3 : Bassin versant du Gardon en amont du barrage de Sainte-Cécile d'Andorge	18
Figure 4 : Occupation des sols autour du barrage de Sainte-Cécile (source : EDD 2014)	20
Figure 5 : Vues de la drome en fin de chantier (ISL, 2015)	21
Figure 6 : Situation post-crue de la drome (ISL, 2017)	21
Figure 7 : Evolution du profil en long entre 1965 et 2005	22
Figure 8 : Comparaison des lois hauteur-volume de 1960 et 2005	23
Figure 9 : Ecart entre les lois hauteur volume de 1960 et 2005	23
Figure 10 : Vues des parements amont et aval du barrage	24
Figure 11 : Pertuis et tulipe	25
Figure 12 : Plan d'ensemble de l'aménagement et emprise de la retenue	26
Figure 13 : Coupe dans la Tulipe	28
Figure 14 : vue en plan de la corolle déversante	29
Figure 15 : Vue 3D de l'entonnement du seuil	29

Figure 16 : Loi hauteur / volume	30
Figure 17 : Loi d'évacuation du barrage de Sainte-Cécile	31
Figure 18 : Loi d'évacuation après travaux	32
Figure 19 : Localisation du local de surveillance et de l'échelle limni	35
Figure 20 : Vue des échelles limnimétriques présentes sur le barrage (à gauche sur la tulipe, à droite sur le parement amont)	35
Figure 21 : Parcours des visites	42
Figure 22 : Cote dans la retenue de Sainte-Cécile	44
Figure 23 : Débits entrant et sortant du barrage selon les périodes de retour	45
Figure 24 : Hydrogramme monofréquence T=100 ans en amont et en aval de la retenue	46
Figure 25 : Loi d'évacuation associée au scénario 1	51
Figure 26 : Phasage des déblais affectant la crête (janvier à juillet de l'année 3)	56
Figure 27 : Phase 7 – BCR en crête (juillet à aout de l'année 3)	57
Figure 28 : laminage au droit du barrage après travaux pour Q1000	62

## TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Débits au barrage selon les périodes de retour (état actuel et après travaux)	4
Tableau 2 : Performance de l'aménagement – Fonctionnement nominal – Etat actuel et après travaux	5
Tableau 3 : Hypothèses pour la modélisation des scénarios	6
Tableau 4 : Débits au barrage selon les périodes de retour – scénario 1 – état actuel	7
Tableau 5 : Limites de performance de l'aménagement hydraulique – Scénario 1 – état actuel	8
Tableau 6 : Limites de performance de l'aménagement – Scénario 2 – état actuel	9
Tableau 7 : Débits au barrage selon les périodes de retour – scénario 1 – après travaux	9
Tableau 8 : Limites de performance de l'aménagement – Scénario 1 – après travaux	10
Tableau 9 : Limites de performance de l'aménagement – Scénario 2 – après travaux	11
Tableau 1-1 : Renseignements administratifs	13
Tableau 2 : Liste des communes bénéficiant des effets de l'aménagement hydraulique	14
Tableau 3 : Cadre de l'EDD	16
Tableau 4 : Valeurs caractéristiques de la loi H/V – Barrage de Sainte Cécile	30
Tableau 5 : Table d'évacuation du barrage de Sainte Cécile	31
Tableau 6 : Loi d'évacuation après travaux	32
Tableau 7 : Etats de vigilance	36
Tableau 8 : Conditions de déclenchement des situations prévues au PPI	37
Tableau 9 : Matrice proposée en phase travaux	38
Tableau 10 : Procédure E20 – Opération de contrôle hebdomadaire	39

Tableau 11 : Procédure E23 – Opération de contrôle mensuelle.....	39
Tableau 12 : Procédures – Opérations particulières .....	40
Tableau 13 : Débits au barrage selon les périodes de retour – scénario 1 – après travaux.....	59
Tableau 14 : Limites de performance de l'aménagement – Scénario 1 – après travaux.....	61
Tableau 15 : Limites de performance de l'aménagement – Scénario 2 – après travaux.....	62



## RUBRIQUE 0. RESUME NON TECHNIQUE

### 0.1 PRESENTATION DU PORTEUR DU PROJET ET DE LA COMPETENCE GESTION DES INONDATIONS

La présente étude de dangers concerne l'aménagement hydraulique de classe A de Sainte-Cécile d'Andorge. Cet ouvrage protège les communes situées entre le barrage jusqu'à la confluence avec le Gardon d'Anduze, des crues du Gardon d'Alès.

L'autorité compétente pour la prévention des inondations est la communauté d'Alès Agglomération. Cette dernière a transféré la compétence à l'Établissement Public Territorial de Bassin Gardon.

Par conventionnement, le porteur de cette étude de danger est le Département du Gard qui est également le propriétaire et le gestionnaire de l'ouvrage.

### 0.2 DEFINITION DE L'AMENAGEMENT HYDRAULIQUE

Le barrage de Sainte-Cécile d'Andorge est un barrage écrêteur de crue destiné à la protection des communes situées sur le Gardon d'Alès. Il a également la fonction de soutien d'étiage pendant la période du 15 juin au 15 septembre.

Il est localisé dans la vallée du Gardon d'Alès, entre les communes de Sainte-Cécile d'Andorge en rive gauche et Branoux-les-Taillades en rive droite. Les cartes n°3 et n°4 de la rubrique 4 permettent sa localisation et présentent l'emprise de la retenue.

Les travaux de construction du barrage se sont achevés en 1967. Il s'agit d'un barrage en enrochements de 45 m de 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 et une corolle débitant dans deux galeries d'évacuation traversant le barrage.

Les deux ouvrages de restitution des débits en crue (pertuis de ½ fond et tulipe d'évacuation des crues) ont un fonctionnement passif. Ils ne nécessitent aucune action humaine ou mécanique. Ce choix a été adopté afin de renforcer la sécurité de fonctionnement de l'aménagement.

La surface du bassin versant alimentant la retenue est de 115,5 km<sup>2</sup>.

Le volume utile<sup>1</sup> à l'écrêtement des crues (tranche entre les pertuis de ½ fond à la cote 242 m NGF et la tulipe d'évacuation à la cote 261,34 m NGF) est d'environ 10 millions de m<sup>3</sup>.

Les travaux prévoient l'aménagement d'un nouveau seuil libre de 45 m de large sur le barrage. Il sera calé à la cote 262,5 m NGF (cote supérieure à celle atteinte pour la crue centennale). Après travaux, la cote de danger de l'ouvrage sera portée de 267,7 m NGF (cote de la RN106) à 267,8 m NGF (cote du couronnement du futur parapet).

La carte ci-après présente l'aménagement hydraulique, ses éléments le composant (pertuis et tulipe) ainsi que l'emprise de la retenue à la cote des pertuis (242,0 m NGF) et du seuil de la tulipe (261,34 m NGF).

---

<sup>1</sup> Le volume utile correspond au volume disponible pour l'écrêtement des crues, c'est-à-dire sans prise en compte du volume disponible sous les pertuis de ½ fond (cote 242,0 m NGF), ce volume étant utilisé uniquement pour le soutien d'étiage.

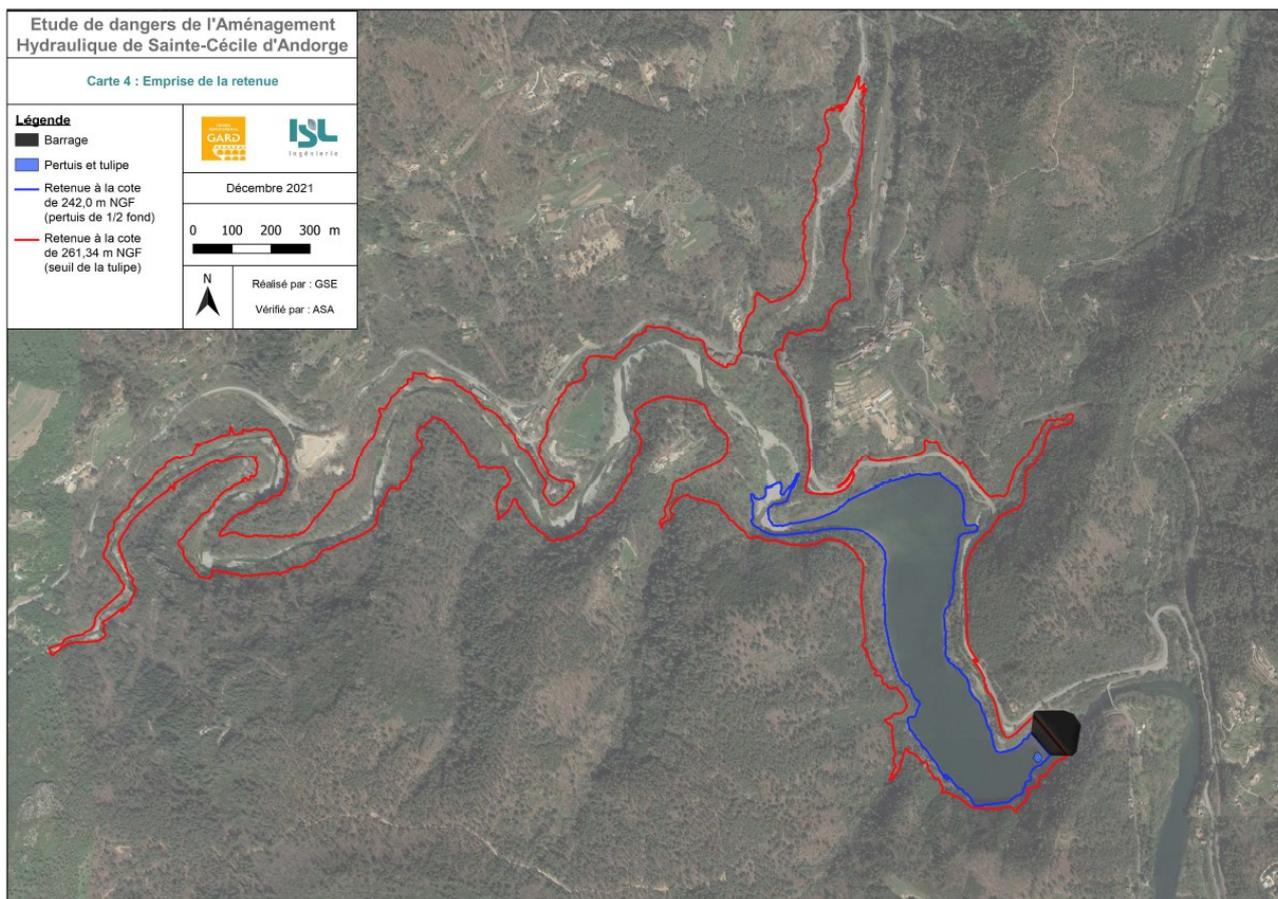


Figure 1 : Plan d'ensemble de l'aménagement et emprise de la retenue

### 0.3 TERRITOIRE BENEFCIANT DES EFFETS DE L'AMENAGEMENT HYDRAULIQUE

Le territoire bénéficiant des effets de l'aménagement hydraulique correspond aux communes situées entre le barrage et la confluence entre le Gardon d'Alès et celui d'Anduze. Au-delà de cette confluence les effets du laminage dans la retenue sont moins perceptibles et surtout très dépendants des conditions pluviométriques à l'échelle du bassin versant en aval du barrage.

Il a donc été décidé de limiter le territoire bénéficiant de l'effet des aménagements aux communes situées en amont du Gardon d'Anduze avec, d'amont en aval :

- Sainte-Cécile d'Andorge ; Branoux-les-Taillades ;
- La Grand-Combe ; Les Salles-du-Gardon ;
- Laval-Pradel ; Saint-Martin-de-Valgagues ;
- Cendras ; Alès ;
- Saint-Hilaire-de-Brethmas ; Saint-Christol-lès-Alès ;
- Vézénobres ; Ribaute-les-Tavernes.

Le Département du Gard avertit le GEMAPIEN (EPTB Gardons) et les communes bénéficiant de l'écrêtement de l'aménagement hydraulique dès le passage à l'état de crue, **soit pour un niveau de 246 m NGF** (période de retour d'environ 2 à 3 ans).

La carte ci-après présente l'aménagement hydraulique et le territoire qui en bénéficie. Elle est également disponible au format A3 dans la rubrique 4 de la présente étude de danger (Carte n°2).

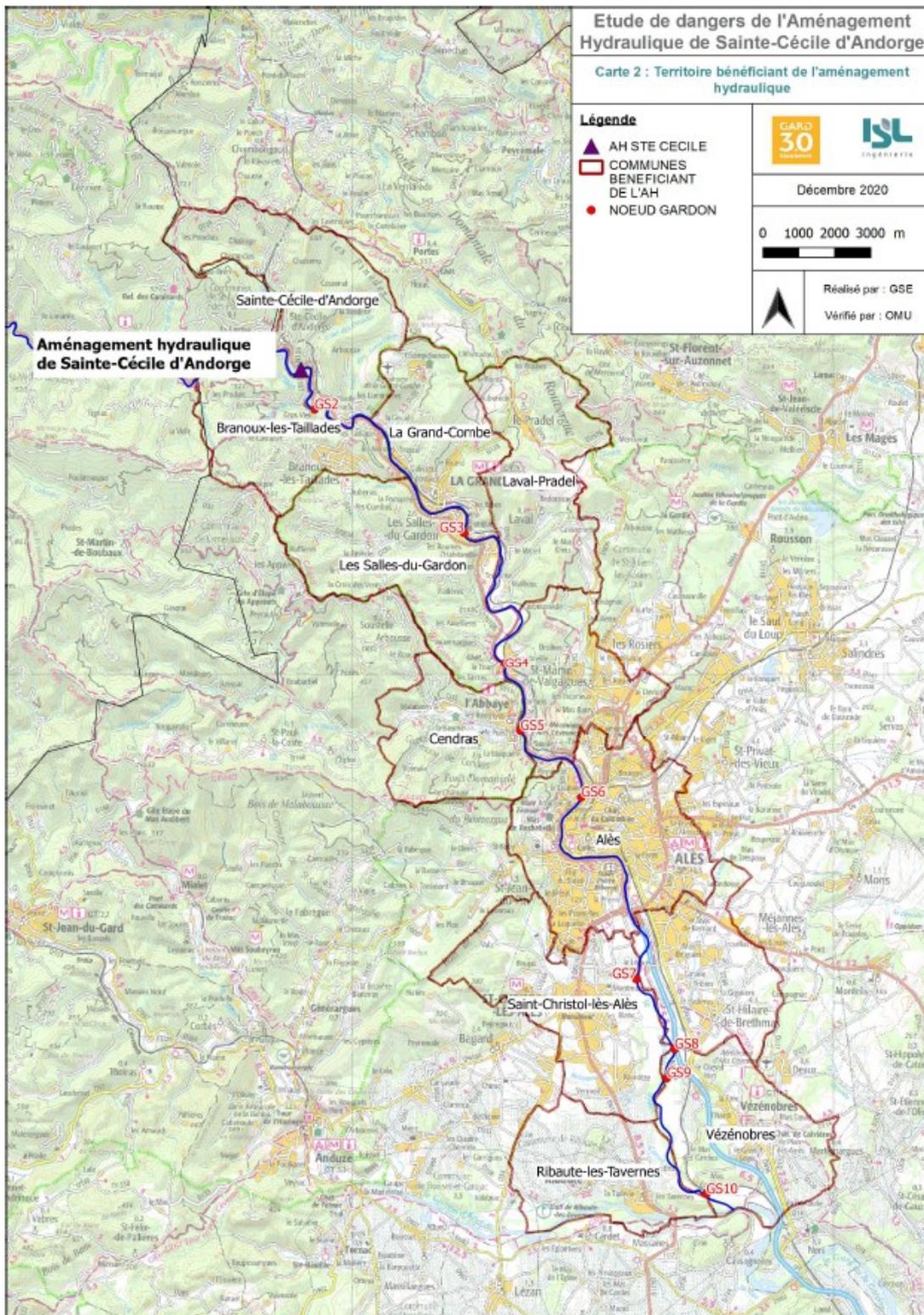


Figure 2 : Territoire bénéficiant de l'aménagement hydraulique de Sainte-Cécile d'Andorge

## 0.4 EFFET DU STOCKAGE SUR LE RISQUE INONDATION

L'effet du stockage sur le risque inondation correspond aux calculs de laminage au droit du barrage et à la propagation des crues jusqu'à la confluence entre les Gardons d'Alès et d'Anduze. Cet effet est quantifié dans les tableaux suivants jusqu'à une crue de période de retour 100 ans.

Le nouvel évacuateur étant calé à la cote 262,5 m NGF, les résultats figurés dans ce tableau correspondent à la fois à l'état actuel et l'état après travaux.

**Tableau 1 : Débits au barrage selon les périodes de retour (état actuel et après travaux)**

Période de retour des crues au droit du barrage	1 : Qp entrant (m <sup>3</sup> /s)	2 : Qp sortant (m <sup>3</sup> /s)	Réduction de débit	Cote dans la retenue (m NGF)	Volume total stocké dans la retenue (Mm <sup>3</sup> )
# 110 ans	902	427	53%	262,5 Cote du déversoir projeté	11,2
100 ans	890	410	54%	262,1	10,9
# 80 ans (atteinte du seuil de la tulipe)	810	300	63%	261,34	10,2
50 ans	710	285	60%	258,8	8,5
10 ans	400	225	44%	250,8	3,9
5 ans	290	190	34%	248,0	2,7
# 2-3 ans (atteinte de l'état de crue)	200	140	30%	246,0	2,0

*Remarque : les hydrogrammes entrant et sortant de l'aménagement hydraulique ne sont pas disponibles. En effet, la méthode SHYPRE (d'où proviennent les résultats présentés dans ce tableau) s'appuie, non pas sur la transformation d'un hydrogramme de projet, mais par la transformation d'un grand nombre d'hydrogrammes établie à partir d'un générateur stochastique de pluies.*

**Tableau 2 : Performance de l'aménagement – Fonctionnement nominal – Etat actuel et après travaux**

Nœud	Bassin versant (km <sup>2</sup> )	Commune	T = 10 ans			T = 50 ans			T = 100 ans		
			Débit sans barrage Qsb (m <sup>3</sup> /s)	Débits avec barrage Qb (m <sup>3</sup> /s)	Ecrêtement (Qsb-Qb) / Qb	Débit sans barrage Qsb (m <sup>3</sup> /s)	Débits avec barrage Qb (m <sup>3</sup> /s)	Ecrêtement (Qsb-Qb) / Qb	Débit sans barrage Qsb (m <sup>3</sup> /s)	Débits avec barrage Qb (m <sup>3</sup> /s)	Ecrêtement (Qsb-Qb) / Qb
GS3	160	La Grande Combe	435	275	37%	840	435	48%	1 069	561	48%
GS5	269	Cendras	675	573	15%	1 435	1 063	26%	1 662	1 413	15%
GS6	307	Alès	758	656	13%	1 596	1 245	22%	1 880	1 591	15%
GS8	413	Saint-Hilaire de Brethmas	935	826	12%	1 852	1 565	15%	2 362	2 002	15%
GS10	443	Amont confluence avec Gardon d'Anduze	1 007	891	11%	1 940	1 673	14%	2 573	2 192	15%

On peut tirer les enseignements suivants :

- l'aménagement hydraulique de Sainte-Cécile d'Andorge a un pouvoir d'écrêtement particulièrement intéressant sur le Gardon d'Alès (écrêtement > 10%) et ce jusqu'à la crue centennale ;
- son pouvoir d'écrêtement est réduit après confluence entre les Gardons d'Alès et d'Anduze, avec un écrêtement < 10% voire < 5% dans la plupart des situations ;
- l'écrêtement maximal dans la vallée est observé pour une période de retour 80 ans.

## 0.5 PRINCIPALES LIMITES DE FONCTIONNEMENT

### 0.5.1 HYPOTHESES DE TRAVAIL

Le barrage de Sainte-Cécile d'Andorge est un ouvrage écrêteur de crues dit « passif » : il ne nécessite aucune intervention humaine. Aucune manœuvre d'organes de sécurité n'est nécessaire lors du passage d'une crue.

Le bon fonctionnement de l'ouvrage est néanmoins conditionné à la non-obstruction des organes d'évacuation (pertuis de ½ fond et tulipe).

Concernant les deux évacuateurs de surface, une drome a été conçue et mise en œuvre pour prévenir ce phénomène.

Trois états de l'aménagement ont été considérés :

- Avant travaux (configuration actuelle),
- En phase travaux,
- Après travaux (avec le nouvelle évacuateur calé de manière à entrer en service au-delà d'une crue de période de retour 100 ans).

Les organes d'évacuation des crues existants ne sont pas modifiés en phase travaux. Les performances sont donc identiques à celles de l'état actuel tant que la cote de retenue n'atteint pas les cotes d'arasement des différentes phases de travaux soit :

- jusqu'à une période de retour 5 000 ans (sur la période considérée) pour les travaux se déroulant entre janvier et juin ;
- jusqu'à une période de retour 2 000 ans (sur la période considérée) pour les travaux se déroulant de juillet à aout.

Deux scénarios ont été analysés dans le cadre réglementaire de l'étude de danger afin d'apprécier les limites de performance de l'aménagement hydraulique. Ces scénarios sont décrits dans le tableau suivant.

	Niveau initial de la retenue	Débitance du pertuis	Crues étudiées
Scénario 1	Retenue remplie à la cote du seuil de la tulipe d'évacuation des crues (261,34 m NGF)	Pertuis de ½ fond non disponible (totalement obstrués)	Q10 Q50 Q100
Scénario 2	Retenue à la cote du seuil des pertuis de ½ fond (242,0 m NGF)	100% de la débitance nominale du pertuis	Q1000

**Tableau 3 : Hypothèses pour la modélisation des scénarios**

## 0.5.2 LIMITES DANS L'ÉTAT ACTUEL

**Dans l'état actuel, pour le scénario 1, les résultats au niveau du barrage sont les suivants.**

**Tableau 4 : Débits au barrage selon les périodes de retour – scénario 1 – état actuel**

Période de retour des crues au droit du barrage	1 : Qp entrant (m <sup>3</sup> /s)	2 : Qp sortant (m <sup>3</sup> /s)	Réduction de débit $([2]-[1]) / [1]$	Cote de la retenue (m NGF)
100 ans	890	744	16%	266,7
50 ans	710	605	15%	266,0
10 ans	400	310	22%	264,3

**Dans l'état actuel, pour le scénario 2, les résultats sont les suivants :**

- Qentrant (T=1000 ans) = 1 610 m<sup>3</sup>/s
- Qsortant (T=1000 ans) = 910 m<sup>3</sup>/s
- Cote de la retenue Z1000 = 266,3 m NGF.

Ainsi, pour le scénario 2, la cote atteinte au barrage est de 266,3 m NGF et reste inférieure à la cote de dangers de 267,7 m NGF dans l'état actuel (cote de la RN106).

Les tableaux suivants font la synthèse des résultats pour ces deux scénarios.

**Tableau 5 : Limites de performance de l'aménagement hydraulique – Scénario 1 – état actuel**

Nœud	Bassin versant (km <sup>2</sup> )	Commune	T = 10 ans			T = 50 ans			T = 100 ans		
			Nominal Qn (m <sup>3</sup> /s)	Scénario 1 Qs1 (m <sup>3</sup> /s)	Ecart (%) (Qn-Qs1)/Qn	Nominal Qn (m <sup>3</sup> /s)	Scénario 1 Qs1 (m <sup>3</sup> /s)	Ecart (%) (Qn-Qs1)/Qn	Nominal Qn (m <sup>3</sup> /s)	Scénario 1 Qs1 (m <sup>3</sup> /s)	Ecart (%) (Qn-Qs1)/Qn
GS3	160	La Grande Combe	275	361	31%	435	667	53%	561	867	55%
GS5	269	Cendras	573	638	11%	1 063	1 232	16%	1 413	1 617	14%
GS6	307	Alès	656	717	9%	1 245	1 386	11%	1 591	1 829	15%
GS8	413	Saint-Hilaire de Brethmas	826	874	6%	1 565	1 658	6%	2 002	2 285	14%
GS10	443	Amont confluence avec Gardon d'Anduze	891	933	5%	1 673	1 754	5%	2 192	2 474	13%

Ce scénario 1 met en évidence qu'en cas de dysfonctionnement des organes de régulation (pertuis) tels que présentés dans le Tableau 3, les conséquences sont importantes pour les premières communes en aval de l'aménagement, jusqu'à la commune de la Grand-Combe (écart sur les débits de pointe de 30 à 55%). Les conséquences restent significatives pour les communes en aval (de l'ordre de 10 à 15% d'écart sur les débits de pointe).

**Tableau 6 : Limites de performance de l'aménagement – Scénario 2 – état actuel**

Nœud	Bassin versant (km <sup>2</sup> )	Commune	T = 1 000 ans		
			Nominal Qn (m <sup>3</sup> /s)	Scénario 2 Qs2 (m <sup>3</sup> /s)	Ecart (%) (Qn-Qs2)/Qn
GS3	160	La Grande Combe	1 945	1 207	38%
GS5	269	Cendras	2 445	2 246	8%
GS6	307	Alès	2 771	2 563	8%
GS8	413	Saint-Hilaire de Brethmas	3 515	3 228	8%
GS10	443	Amont confluence avec Gardon d'Anduze	3 850	3 493	9%

### 0.5.3 LIMITES APRES TRAVAUX

**Après travaux, pour le scénario 1**, les résultats au niveau du barrage sont les suivants.

**Tableau 7 : Débits au barrage selon les périodes de retour – scénario 1 – après travaux**

Période de retour des crues au droit du barrage	1 : Qp entrant (m <sup>3</sup> /s)	2 : Qp sortant (m <sup>3</sup> /s)	Réduction de débit ([2]-[1]) / [1]	Cote de la retenue (m NGF)
100 ans	890	760	14%	265,0
50 ans	710	597	16%	264,5
10 ans	400	317	20%	263.6

**Après travaux, pour le scénario 2**, les résultats sont les suivants :

- Qentrant (T=1000 ans) = 1 610 m<sup>3</sup>/s
- Qsortant (T=1000 ans) = 1090 m<sup>3</sup>/s
- Cote de la retenue Z1000 = 264,5 m NGF.

Ainsi, pour le scénario 2, la cote atteinte au barrage est de 264,5 m NGF et reste inférieure à la cote de danger de 268,8 m NGF après travaux (cote du couronnement du futur parapet).

Les tableaux suivants font la synthèse des résultats pour ces deux scénarios.

**Tableau 8 : Limites de performance de l'aménagement – Scénario 1 – après travaux**

Nœud	Bassin versant (km <sup>2</sup> )	Commune	T = 10 ans			T = 50 ans			T = 100 ans		
			Nominal Qn (m <sup>3</sup> /s)	Scénario 1 Qs1 (m <sup>3</sup> /s)	Ecart (%) (Qn-Qs1)/Qn	Nominal Qn (m <sup>3</sup> /s)	Scénario 1 Qs1 (m <sup>3</sup> /s)	Ecart (%) (Qn-Qs1)/Qn	Nominal Qn (m <sup>3</sup> /s)	Scénario 1 Qs1 (m <sup>3</sup> /s)	Ecart (%) (Qn-Qs1)/Qn
GS3	160	La Grande Combe	275	395	44%	435	750	72%	561	984	75%
GS5	269	Cendras	573	661	15%	1 063	1 327	25%	1 413	1 647	17%
GS6	307	Alès	656	742	13%	1 245	1 477	19%	1 591	1 863	17%
GS8	413	Saint-Hilaire de Brethmas	826	907	10%	1 565	1 727	10%	2 002	2 333	17%
GS10	443	Amont confluence avec Gardon d'Anduze	891	968	9%	1 673	1 819	9%	2 192	2 532	16%

**Tableau 9 : Limites de performance de l'aménagement – Scénario 2 – après travaux**

Nœud	Bassin versant (km <sup>2</sup> )	Commune	T = 1 000 ans		
			Nominal Qn (m <sup>3</sup> /s)	Scénario 2 Qs2 (m <sup>3</sup> /s)	Ecart (%) (Qn-Qs2)/Qn
GS3	160	La Grande Combe	1 945	1 455	25%
GS5	269	Cendras	2 445	2 404	2%
GS6	307	Alès	2 771	2 713	2%
GS8	413	Saint-Hilaire de Brethmas	3 515	3 341	5%
GS10	443	Amont confluence avec Gardon d'Anduze	3 850	3 579	7%

## RUBRIQUE 1. RENSEIGNEMENTS ADMINISTRATIFS

### 1.1 IDENTIFICATION DU GESTIONNAIRE DE L'AMENAGEMENT HYDRAULIQUE

Le barrage de Sainte Cécile d'Andorge est 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'Alès Agglomération 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. Ces missions doivent être transférées à un établissement public de coopération intercommunale à fiscalité propre ou à une commune, au plus tard le 1er janvier 2020. Il s'agit dans le cas présent de la communauté d'Alès Agglomération.

Le Département est le propriétaire et le gestionnaire du barrage depuis sa création et donc antérieurement au 1<sup>er</sup> janvier 2018. 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 de délibérer (le 5 avril 2018) 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<sup>2</sup>**.

Ainsi le Département va-t-il continuer à assurer l'entretien et la surveillance de l'ouvrage. Il veillera à respecter les obligations réglementaires inhérentes au barrage.

De son côté la communauté d'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.

Une convention a été signée entre le Conseil Départemental, l'EPTB Gardon et Alès Agglomération afin de fixer les modalités de poursuite de l'exercice de la compétence GEMAPI par le Département du Gard au-delà du 1<sup>er</sup> janvier 2020 conformément à l'article 59 de la loi n° 2014-58 du 27 janvier 2014.

Dans le cadre du transfert de compétence GEMAPI de la communauté d'Alès Agglomération à l'EPTB Gardons, l'EPTB a la charge d'obtenir les autorisations pour les systèmes d'endiguement d'Alès et de la Grand Combe. Il est proposé que le barrage de Sainte Cécile d'Andorge soit intégré à ces demandes pour tenir compte de l'influence de ce dernier sur les niveaux de protections procurés par les digues.

En revanche en ce qui concerne les communes bénéficiant d'un écrêtement des débits lié au barrage de Sainte Cécile mais ne disposant pas de système d'endiguement, la convention qui lie l'EPTB Gardons et le Département du Gard prévoit que ce dernier obtienne en son nom l'autorisation du barrage selon la rubrique 3.2.6.0 de la nomenclature des installations, ouvrages, travaux et activités soumis à autorisation ou à déclaration.

---

<sup>2</sup> Gestion de l'Eau, des Milieux Aquatique et de la Prévention des Inondation (GEMAPI) au sens de la loi 2014-58 du 27 janvier 2014 dite « MAPTAM »

**Tableau 1-1 : Renseignements administratifs**

Identification de l'ouvrage	Barrage de Sainte-Cécile d'Andorge
Pétitionnaire	<b>Département du Gard, pour le compte de l'EPTB Gardons</b> 3 rue Guillemette 30044 NÎMES Cedex 9 Tel : 04.66.76.76.76 Fax : 04 66 76 79 31
Gestionnaire de l'ouvrage	<b>Département du Gard, pour le compte de l'EPTB Gardons</b> 3 rue Guillemette 30044 NÎMES Cedex 9 Tel : 04.66.76.76.76 Fax : 04 66 76 79 31
Commune	Sainte-Cécile d'Andorge en rive gauche et Branoux-les-Taillades en rive droite
Longueur	154 m
Hauteur sur fondation	45 m
Hauteur sur terrain naturel	42 m
Arrêté de Classement en tant que barrage	Courrier 08-220 de la DDAF du Gard (19/03/2008)
Décision de classement en tant que barrage	Classe A

## 1.2 LISTES DES COMMUNES BENEFICIANT DES EFFETS DE L'AMENAGEMENT HYDRAULIQUE

Le territoire bénéficiant des effets de l'aménagement hydraulique correspond aux communes situées entre le barrage et la confluence entre le Gardon d'Alès et celui d'Anduze. Au-delà de cette confluence les effets du laminage dans la retenue sont moins perceptibles et surtout très dépendants des conditions pluviométriques à l'échelle du bassin versant en aval du barrage.

Le tableau suivant présente les communes bénéficiant de manière notable des effets de l'aménagement hydraulique.

**Tableau 2 : Liste des communes bénéficiant des effets de l'aménagement hydraulique**

Commune	Code INSEE	EPCI concerné	Population (2017)
Sainte-Cécile d'Andorge	30 239	Alès Agglomération	586
Branoux-lès-Taillades	30 051	Alès Agglomération	1 340
La Grand-Combe	30 132	Alès Agglomération	5 041
Les Salles-du-Gardon	30 307	Alès Agglomération	2 600
Laval-Pradel	30 142	Alès Agglomération	1 161
Saint-Martin-de-Valgalgues	30 284	Alès Agglomération	4 419
Cendras	30 077	Alès Agglomération	1 841
Alès	30 007	Alès Agglomération	40 219
Saint-Hilaire-de-Brethmas	30 259	Alès Agglomération	4 313
Saint-Christol-lès-Alès	30 243	Alès Agglomération	7 030
Vézénobres	30 348	Alès Agglomération	1 774
Ribaute-les-Tavernes	30 214	Alès Agglomération	2 209

## 1.3 IDENTIFICATION DE L'AUTEUR DE L'ETUDE DE DANGERS

ISL Ingénierie est l'auteur de la présente EDD. Ses coordonnées sont les suivantes :

### ISL Ingénierie

Parc Castelnau 2000  
65 Av. Clément Ader  
34 170 CASTENAU-LE-LEZ  
Tél : 04 67 54 51 88 – Fax : 04 67 54 52 05

[www.isl.fr](http://www.isl.fr)

**L'agrément d'ISL a fait l'objet de l'arrêté ministériel du 10 mars 2021.** La date de validité de l'agrément est le **15/03/2029**.

**Cet agrément concerne les catégories suivantes :**

1. Dignes et barrages – études et diagnostics
2. Dignes et barrages – études, diagnostics et suivi des travaux
3. Barrages de classe C et digues – études et diagnostics
4. Barrages de classe C et digues – études, diagnostics et suivi des travaux
5. Auscultation - tous barrages
6. Auscultation - barrages de classe C

## 1.4 AUTORISATIONS RELATIVES AUX OUVRAGES EXISTANTS

Le barrage de Sainte-Cécile d'Andorge fait partie d'un programme d'aménagements hydrauliques des bassins versants des Gardons, du Vidourle et de la Cèze, mis en œuvre entre 1965 et les années 1980 pour écrêter les crues et assurer le soutien des étiages. Ces deux fonctions sont les objectifs premiers de l'ouvrage de Sainte-Cécile d'Andorge.

L'ouvrage a été autorisé par arrêté inter-préfectoral, signé par le Préfet du Gard le 31 janvier 1967, puis le Préfet de la Lozère le 22 février 1967, modifié le 25 février 1969, portant règlement d'eau et autorisant le Département du Gard à construire et à exploiter le barrage de Sainte Cécile d'Andorge.

Au titre de l'arrêté de classement et de la réglementation décret 2007 barrage et digue, l'étude de dangers au titre de la rubrique 3.2.5.0. du barrage de Sainte-Cécile d'Andorge, de classe A (classement selon courrier 08-220 de la DDAF du Gard du 19/03/2008), a été réalisée pour le compte du Département du Gard en décembre 2014. Il s'agissait de l'étude de dangers initiale d'un ouvrage existant. Elle a fait l'objet d'un contrôle et l'instruction a été clôturée par Arrêté Préfectoral le 18 octobre 2016.

La présente EDD, au titre de la rubrique 3.2.6.0 fait partie du dossier de demande d'autorisation initiale.

## RUBRIQUE 2. OBJET DE L'ETUDE

### 2.1 DESCRIPTIF DU CADRE DE L'ETUDE DE DANGERS

L'EDD Aménagement hydraulique est réalisée selon les modalités de l'arrêté du 30 septembre 2019 modifiant l'arrêté du 7 avril 2017 précisant le plan de l'étude de dangers des digues organisées en système d'endiguement et des autres ouvrages conçus ou aménagés en vue de prévenir les inondations et les submersions.

Elle tient compte des modifications apportées par le Décret n°2019-895 du 28 août 2019 portant diverses dispositions d'adaptation des règles relatives aux ouvrages de prévention des inondations.

La présente EDD s'inscrit dans les cas n°1 et n°2 présentés ci-dessous.

Cas	Description
Cas 1 <input checked="" type="checkbox"/>	Autorisation initiale de l'aménagement hydraulique, sans travaux. Le contenu de l'étude de dangers, qui fait partie du dossier de demande d'autorisation, est conforme aux dispositions de l'article 2 du présent arrêté.
Cas 2 <input checked="" type="checkbox"/>	Modification d'un aménagement hydraulique existant, avec travaux. Le contenu de l'étude de dangers, qui fait partie du dossier de demande d'autorisation, est conforme aux dispositions de l'article 3 du présent arrêté.
Cas 3 <input type="checkbox"/>	Autorisation initiale de l'aménagement hydraulique, avec travaux. Le contenu de l'étude de dangers, qui fait partie du dossier de demande d'autorisation, est conforme aux dispositions de l'article 4 du présent arrêté.
Cas 4 <input type="checkbox"/>	Mise à jour de l'étude de dangers de l'aménagement hydraulique exigée par arrêté préfectoral de prescription complémentaire en application de l'article R. 214-117-III en raison d'une modification de l'aménagement hydraulique. La mise à jour de l'étude de dangers est conforme aux dispositions de l'article 5 du présent arrêté.
Cas 5 <input type="checkbox"/>	Actualisation d'une étude de dangers en application du II de l'article R. 214-117. Cette actualisation est réalisée conformément aux dispositions de l'article 6 du présent arrêté.

**Tableau 3 : Cadre de l'EDD**

## 2.2 LOCALISATION EN PLAN ET DESCRIPTION SOMMAIRE DES OUVRAGES CONCERNES

La localisation de l'aménagement hydraulique est donnée sur les cartes n°3 et n°4 (RUBRIQUE 4).

L'aménagement hydraulique de Sainte-Cécile d'Andorge est un barrage en enrochement avec masque amont en béton bitumineux, de 45 m de hauteur par rapport à la fondation pour une longueur en crête de 154 m.

La capacité sous la cote de la retenue normale de l'ouvrage (cote : 242 m NGF) est d'environ 800 000 m<sup>3</sup>.

Il est implanté sur le Gardon d'Alès entre les communes de Sainte-Cécile d'Andorge en rive gauche et Branoux-les-Taillades en rive droite. Il forme une retenue destinée à écrêter les crues et à soutenir les débits d'étiage du Gardon en période de sécheresse.

L'évacuation des eaux de la retenue peut se faire, du bas vers le haut de l'ouvrage :

- un pertuis de demi-fond calé à la cote 242,0 m NGF (avec une section de contrôle après contraction de largeur 6 m et de hauteur 1,5 m) ;
- une tulipe calée à la cote 261,34 m NGF disposant d'une longueur déversante de 45,5 m.

Les travaux prévoient l'aménagement d'un nouveau seuil libre de 45 m de large sur le barrage. Il sera calé à la cote 262,5 m NGF (cote supérieure à celle atteinte pour la crue centennale). Après travaux, la cote de danger de l'ouvrage sera portée de 267,7 (cote de la RN106) à 267,8 m NGF (cote du couronnement du futur parapet).

Une description plus détaillée de l'ouvrage est effectuée au paragraphe 3.2.

## RUBRIQUE 3. DESCRIPTION PRECISE DE L'AMENAGEMENT HYDRAULIQUE ET DE SES FONCTIONS DE PROTECTION CONTRE LES INONDATIONS

### 3.1 DESCRIPTION DES CONDITIONS NATURELLES POUVANT CONDUIRE A DES CRUES, DES SUBMERSIONS OU DES RUISSELLEMENTS DANGEREUX

#### 3.1.1 IDENTIFICATION DU COURS D'EAU INTERCEPTE PAR L'AMENAGEMENT HYDRAULIQUE

Le barrage de Sainte-Cécile d'Andorge est implanté sur le Gardon d'Alès et intercepte un bassin versant de 115,5 km<sup>2</sup> soit :

- 73% du bassin versant en amont de la Grande Combe (160 km<sup>2</sup> à la confluence avec le Grave Longue) ;
- 38% du bassin versant en amont d'Alès (307 km<sup>2</sup>).

La Figure 3 présente le bassin versant du Gardon en amont du barrage.

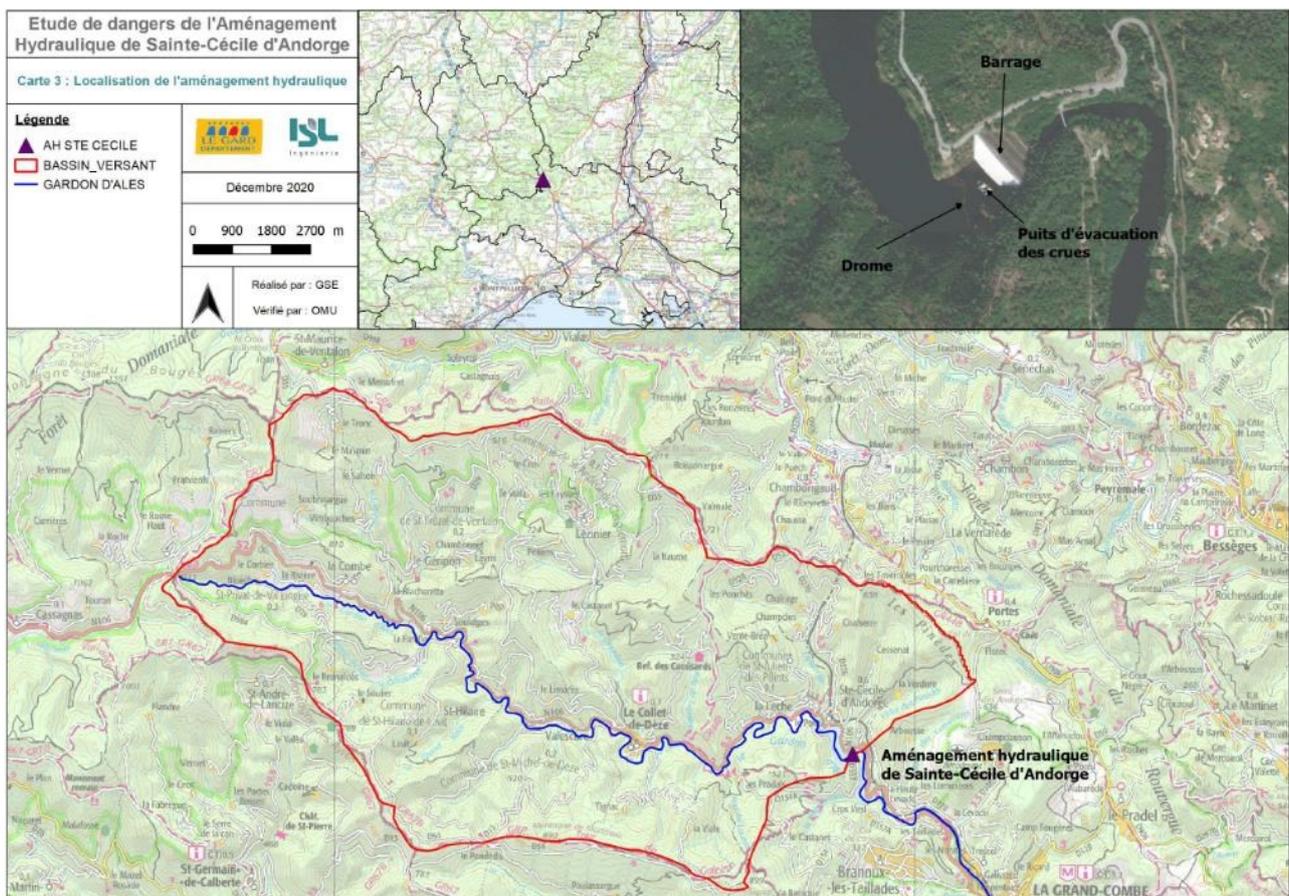


Figure 3 : Bassin versant du Gardon en amont du barrage de Sainte-Cécile d'Andorge

### 3.1.2 MODELISATION HYDRAULIQUE ET HYDROLOGIQUE

Deux types de modélisation ont été exploités pour réaliser la présente étude de danger.

- A l'échelle du bassin versant du barrage, l'approche en cote par la méthode SHYPRE (développée par l'INRAE) ; cette approche a également été appliquée dans le cadre des études de révision spéciale ; les résultats ont été validés par le CTPBOH ; cette approche est présentée en ANNEXE 2 ;
- A l'échelle du bassin versant des Gardons, une modélisation hydrologique qui est présentée en ANNEXE 3 ; elle a été initialement mise en œuvre pour le SDAPI<sup>3</sup> du Gard puis a été reprise, au fil des ans, pour diverses études :
  - l'hydrologique du bassin des Gardons (Rapport ISL RM05-028) : le SMAGE des Gardons a souhaité exploiter le modèle afin de mener une analyse hydrologique à l'échelle du bassin ; 50 nœuds de calculs ont fait l'objet d'une analyse hydrologique détaillée pour des périodes de retour 10, 20, 50 et 100 ans ;
  - le référentiel hydrologique du bassin des Gardons (Rapport ISL RM05-030) : dans le cadre de l'élaboration des PPRI du bassin des Gardons pour la Direction DDTM du Gard ;
  - les études de sécurisation du barrage de Ste-Cécile d'Andorge dont les conclusions ont été approuvées par la DREAL Occitanie.

L'approche en cote a été réalisée en 2014 par le bureau d'étude et de recherche HYDRIS HYDROLOGIE. L'étude du SDAPI du Gard a été réalisée par ISL en 2004, actualisée en 2014 à la suite de la mise à jour des pluies de projet réalisée par HYDRIS HYDROLOGIE dans le cadre de l'étude SHYPRE.

Ces études ont fait l'objet d'une validation par le CEMAGREF (étude SDAPI de 2004) puis par le CTPBOH (étude SHYPRE et révision de 2014).

*Remarque : dans l'approche en cote, les distributions des débits entrants et sortants sont déduites de la génération stochastique de milliers de crues puis de leurs laminages (cf. ANNEXE 2). Il n'est donc pas possible d'éditer les hydrogrammes de projet entrant dans le barrage.*

---

<sup>3</sup> Schéma Départemental d'Aménagement de Prévention des Inondations

### 3.1.3 ALEAS : EMBACLES ET TRANSPORTS SEDIMENTAIRES

#### 3.1.3.1 Risque d'embâcles

Le barrage de Sainte-Cécile est situé au cœur d'un massif forestier dense, comme illustré sur la carte de l'occupation des sols issue de l'étude de dangers barrage de l'aménagement.

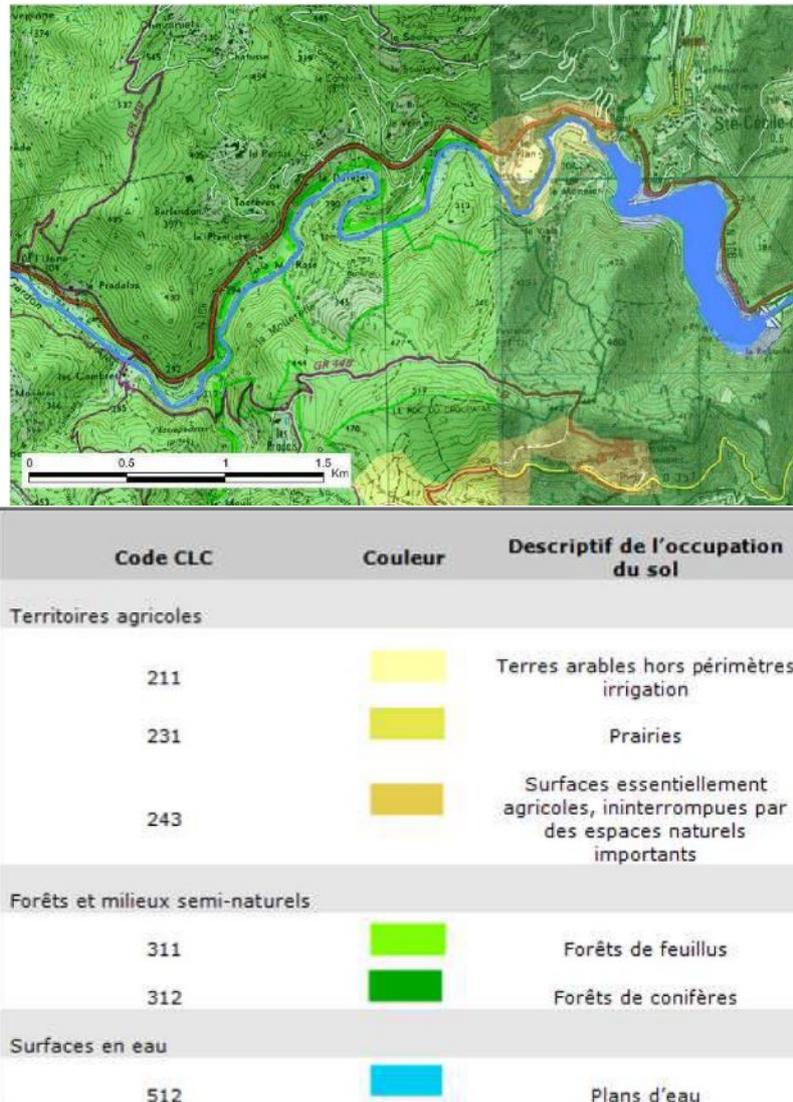


Figure 4 : Occupation des sols autour du barrage de Sainte-Cécile (source : EDD 2014)

L'aménagement est donc sujet à des apports significatifs de corps flottant notamment en période de crue.

De plus, la typologie des organes d'évacuation des crues (tulipe et pertuis de 1/2 fonds associés à une galerie unique) induit une sensibilité forte de l'ouvrage aux risques d'embâcles.

C'est pourquoi, l'ouvrage dispose d'une drome en amont des organes d'évacuation des crues. Cette drome a été remplacée en 2015. Elle a été conçue pour de retenir les corps flottants entre la cote minimale d'exploitation (235,0 m NGF) et les PHE (267,2 m NGF) en anticipant la réalisation de l'évacuateur de surface actuellement en phase PROJET.



**Figure 5 : Vues de la drome en fin de chantier (ISL, 2015)**

Cet ouvrage représente la barrière de sécurité principale vis-à-vis des risques d'embâcles.



**Figure 6 : Situation post-crue de la drome (ISL, 2017)**

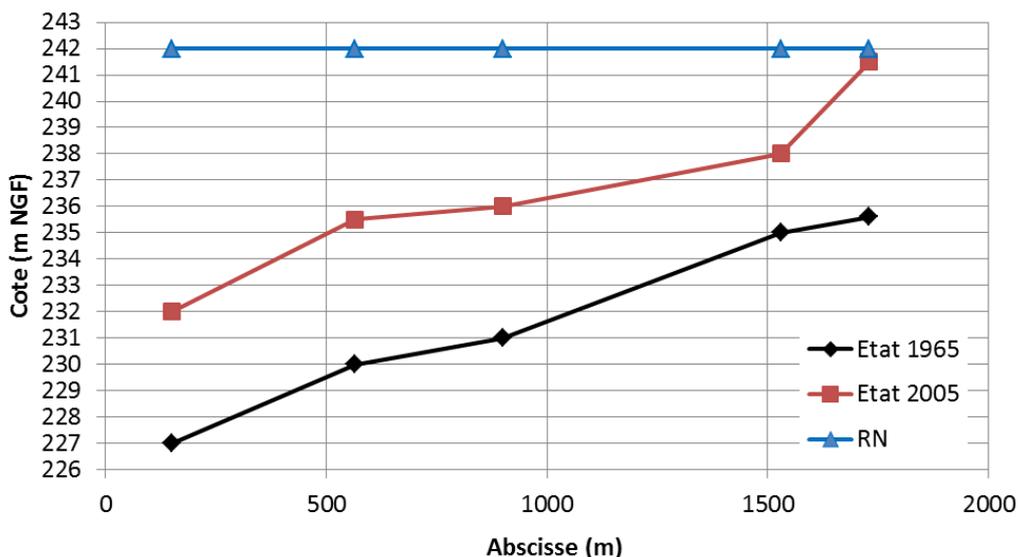
Enfin, pour assurer l'efficacité de cet organe, des opérations d'évacuation des embâcles sont organisées tous les ans. Plusieurs dizaines de tonnes de corps flottants sont ainsi retirés chaque année.

### 3.1.3.2 Risque de transports sédimentaires

L'accumulation de sédiments dans les organes d'évacuation des crues peut engendrer un risque de dysfonctionnement de l'aménagement hydraulique.

Dans le cas du barrage de Sainte-Cécile, les organes d'évacuation n'étant pas situés en fond de retenue (cf. §3.2.4), ce risque peut être écarté. Toutefois, les dépôts au-dessus de la RN (dans la partie amont) peuvent réduire le volume utile de la retenue.

Le graphique suivant présente les profils en long que l'on peut déduire du levé bathymétrique de 2005 et des plans de conception du barrage de 1965.

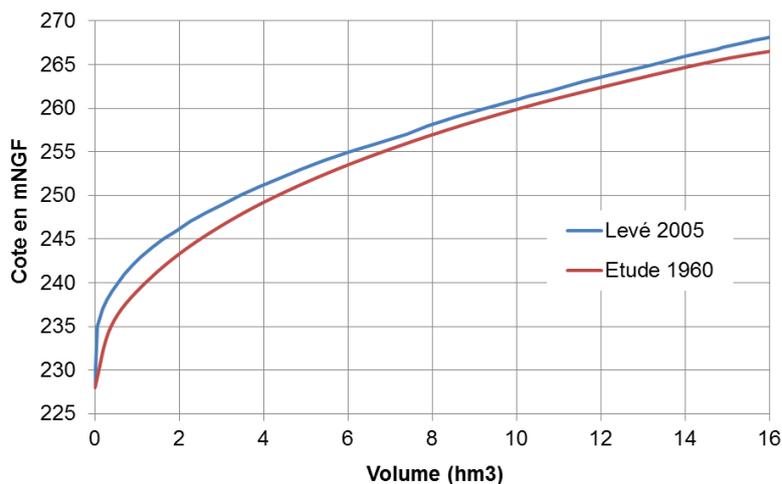


**Figure 7 : Evolution du profil en long entre 1965 et 2005**

Ce graphique confirme que les dépôts sont importants en queue de retenue. En considérant un profil en long disponible datant d'avant la construction du barrage (1945), on peut estimer que cet exhaussement a probablement conduit à un basculement du profil en long jusqu'à 3 à 4 km en amont du barrage.

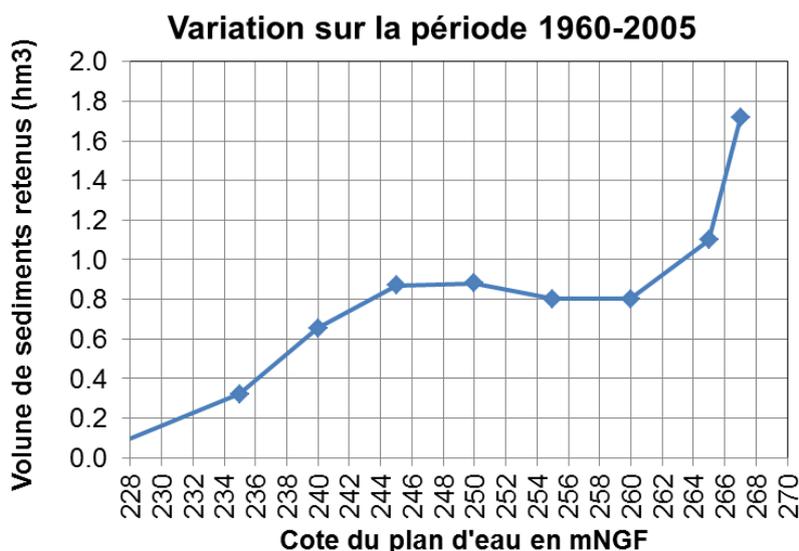
Le graphique suivant présente les deux courbes hauteur-volume disponibles :

- celle intégrée dans le projet réalisé en 1961,
- celle définie par Syntégra en 2005 sur la base d'un levé photogrammétrique au-dessus de la cote 242 m NGF (RN) et de points bathymétriques sous la RN.



**Figure 8 : Comparaison des lois hauteur-volume de 1960 et 2005**

Le levé de 2005 fait état d'un volume de retenue plus faible que celui établi lors des études de conception dans les années soixante. Le graphique suivant présente l'écart entre ces deux courbes en fonction de la cote.



**Figure 9 : Ecart entre les lois hauteur volume de 1960 et 2005**

La comparaison montre un écart qui atteint un palier à environ 800 000 m<sup>3</sup> sous la cote 242 m NGF (RN). Cet écart peut en premier lieu être expliqué par la sédimentation dans la retenue.

Au-delà de 260 m NGF, l'écart augmente fortement. Cette augmentation, de l'ordre du million, de m<sup>3</sup> peut être expliquée par :

- un exhaussement du profil en long de la rivière en amont de la retenue normale du fait de la sédimentation dans la retenue,
- une modification des conditions d'exploitation des sédiments en amont de la retenue par l'entreprise Dardaillon (interdite depuis plusieurs années),
- la précision relative des données exploitées (photogrammétrie pour 2005 et levés non disponibles pour les données de 1965).

Pour ce qui concerne la retenue normale (cote < 242 m NGF), un volume 800 000 m<sup>3</sup> sur 44 ans représente un taux d'engravement annuel de l'ordre de 18 000 m<sup>3</sup>/an, valeur conforme à celle estimée dans le cadre de l'étude de dragage en 2000 (17 000 à 18 000 m<sup>3</sup>/an).

**Aujourd'hui, cet engravement n'impacte pas la loi d'évacuation des crues de l'ouvrage, ni la courbe hauteur/volume de l'ouvrage** (engravement principalement sous la cote des pertuis de ½ fond). A ce stade, il n'est pas prévu de dragage de la retenue. Un levé bathymétrique est en revanche prévu en 2021 pour permettre ce suivi et alimenter la révision de l'étude de dangers 3.2.5.0. du barrage Sainte Cécile.

Cependant, à termes, cet engravement pourra avoir un impact (croissant au fil du temps) sur le laminage du fait de la réduction du volume utile au-dessus de la cote 242 m NGF (RN) du fait des dépôts en amont de la retenue.

## 3.2 DESCRIPTION DE L'AMENAGEMENT HYDRAULIQUE

### 3.2.1 INVENTAIRE DES OUVRAGES CONSTITUANT L'AMENAGEMENT HYDRAULIQUE

L'aménagement hydraulique est uniquement constitué du barrage de Sainte-Cécile d'Andorge.

Une carte de localisation de l'aménagement est fournie en RUBRIQUE 4.

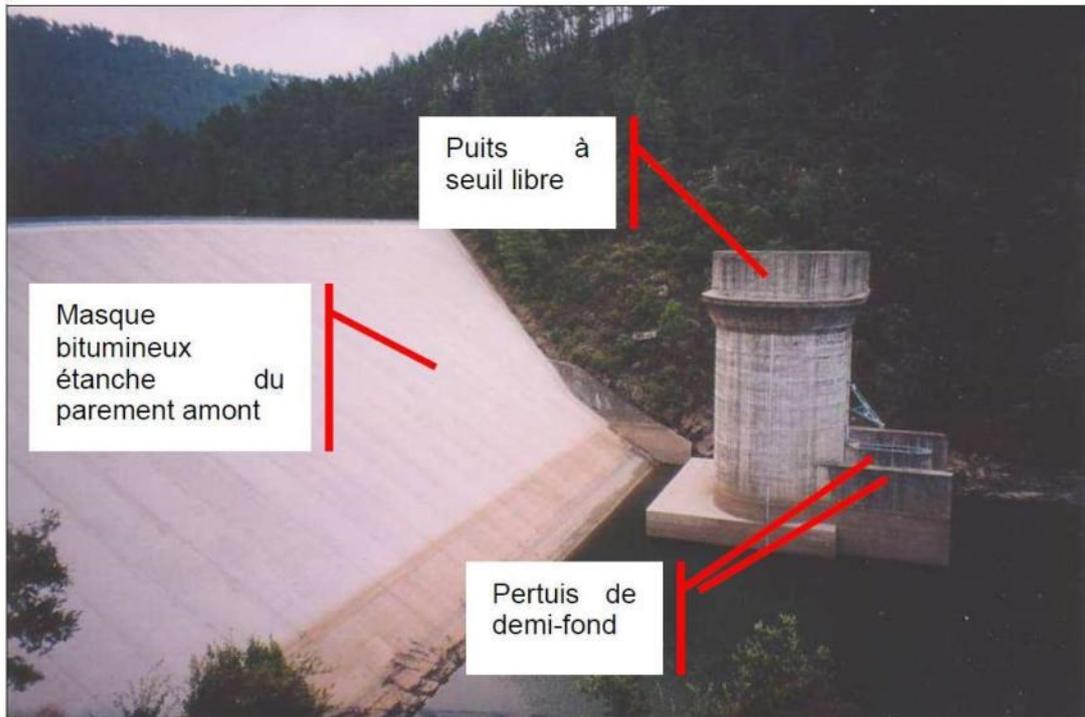
### 3.2.2 DESCRIPTION DE L'AMENAGEMENT

Le barrage de Sainte-Cécile est un barrage en enrochements de 45 m de 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 et une corolle débitant dans deux galeries d'évacuation traversant le barrage. Le détail de fonctionnement des organes d'évacuation des crues est présenté aux paragraphes suivants (§.3.2.4)

Le soutien d'étiage est assuré par 4 vannes de restitution étagées.



Figure 10 : Vues des parements amont et aval du barrage



**Figure 11 : Pertuis et tulipe**

La carte ci-après présente l'aménagement hydraulique, les éléments le composant (pertuis et tulipe) ainsi que l'emprise de la retenue à la cote des pertuis (242,0 m NGF) et du seuil de la tulipe (261,34 m NGF).

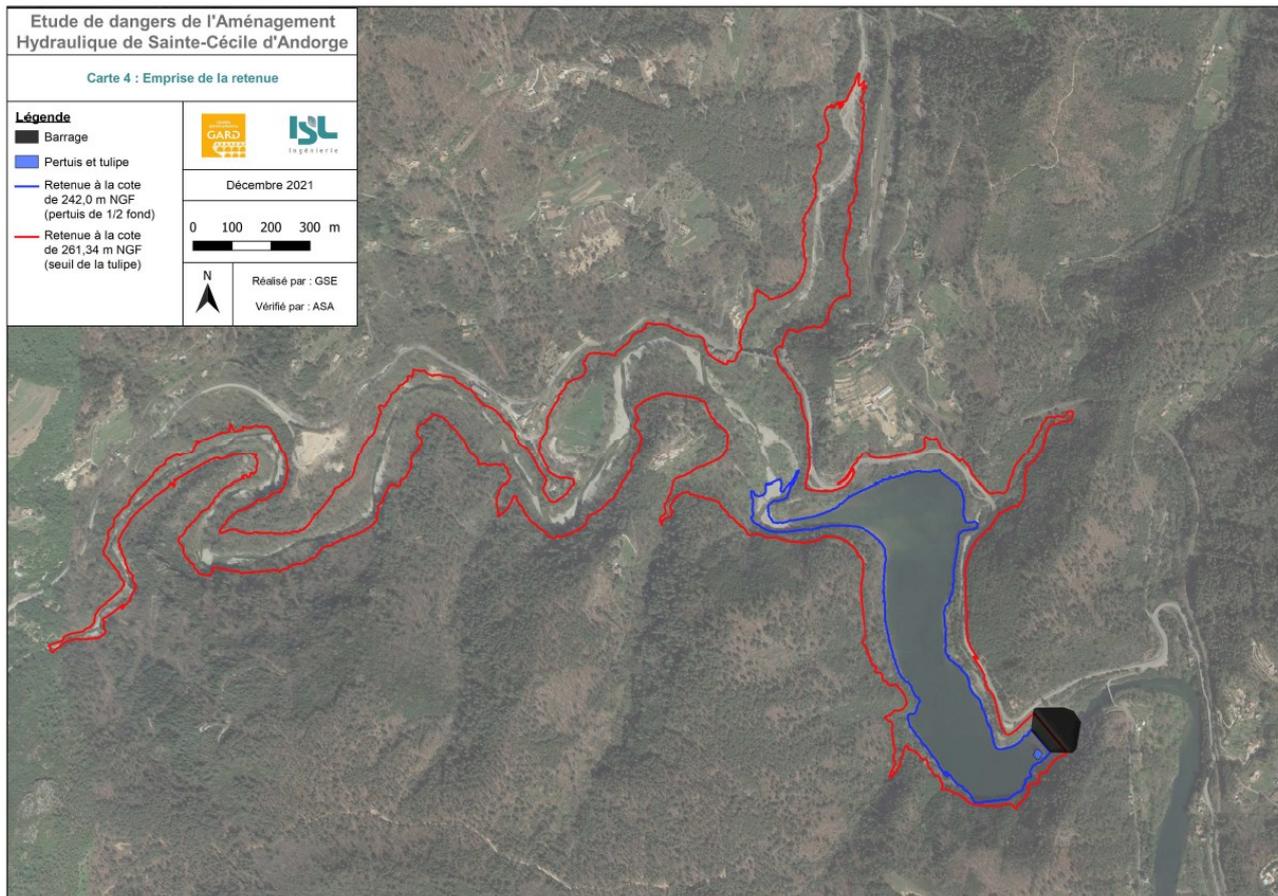


Figure 12 : Plan d'ensemble de l'aménagement et emprise de la retenue

### 3.2.3 FICHE SYNOPTIQUE DU BARRAGE DE STE-CECILE

Les caractéristiques du barrage sont présentées dans le tableau suivant.

CARACTERISTIQUES PRINCIPALES DE L'OUVRAGE	
Type	Barrage en enrochements avec masque amont en béton bitumineux
Volume du barrage	244 000 m <sup>3</sup>
Fonctions	Usage principal : écrêtement des crues Usage secondaire : soutien d'étiage
Années de fin de construction	1967
Terrain de fondation	Micaschistes
Drainage	Galerie périmétrale de pied et voile de drainage
Hauteur au-dessus du TN aval	42 m (45 m sur fondation)
Longueur en crête	154 m (crête rectiligne)
Largeur en crête	6 m

<b>CARACTERISTIQUES PRINCIPALES DE L'OUVRAGE</b>	
Largeur maximale au niveau du TN	136 m
Fruit du parement amont	1,7H / 1V au-dessus de la cote 235,4 m NGF Vertical sous la cote 235,4 m NGF (batardeau type poids en béton)
Fruit du parement aval	1,4H / 1V avec 3 risbermes de 4,5 m Fruit moyen de 1,75 avec les risbermes
Cote de la crête	267,5 m NGF (arase du mur anti-vague à 268,10 m NGF)

<b>HYDROLOGIE et RETENUE</b>	
Bassin versant	115,5 km <sup>2</sup>
Cote exceptionnelle (PHE)	266,8 m NGF
Cote de la RN	242,0 m NGF (surverse sur les pertuis)
Cote minimale	230,5 m NGF
Surface / Volume sous la cote du déversoir (RN)	25 ha / 800 000 m <sup>3</sup> (+800 000 m <sup>3</sup> d'engrèvement)
Surface / Volume sous la cote des PHE	96 ha / 14 800 000 m <sup>3</sup>
Débit décennal	2520 m <sup>3</sup> /s
Année du débit maximal connu	Les puits ne sont jamais entrés en service
Débit maximaux observés d'après la reconstitution des crues par ISL	519 m <sup>3</sup> /s en octobre 1977 419 m <sup>3</sup> /s en octobre 1995

<b>OUVRAGES HYDRAULIQUES</b>	
Evacuateur de crue	2 galeries de fond de 6 m de diamètre Chaque galerie est alimentée par : <ul style="list-style-type: none"> <li>• un puits à seuil libre (longueur déversante de 22,8 m calée à 261,34 m NGF)</li> <li>• un pertuis de demi-fond (largeur 6 m et hauteur 1,5 m calé à 242,0 m NGF)</li> </ul> Capacité totale sous les PHE : 920 m <sup>3</sup> /s (dont 300 m <sup>3</sup> /s dans les pertuis)
Ouvrages de vidange	une conduite 800 mm calée à 229,0 m NGF débouchant dans la galerie gauche une conduite 800 mm calée à 231,9 m NGF débouchant dans la galerie droite
Débit maximal de vidange	10 m <sup>3</sup> /s
Ouvrages de prise	4 conduites de prise 800 mm calées à 230,0 / 232,0 / 234,0 / 235,5 m NGF débouchant dans une unique conduite de 800 mm située entre les galeries de fond et débouchant en aval
Débit maximal de prise	5 m <sup>3</sup> /s

### 3.2.4 ORGANES EXISTANTS D'EVACUATION DES CRUES

Pour le passage des crues, le barrage est équipé de deux galeries de fond de 6 m de diamètre. Chaque galerie est alimentée par :

- un puits de demi-fond calé à la cote 242,0 m NGF (largeur 6 m / hauteur 1,5 m),
- une tulipe calée à la cote 261,34 m NGF.

La longueur totale du seuil déversant de la corolle est de 45,5 m.

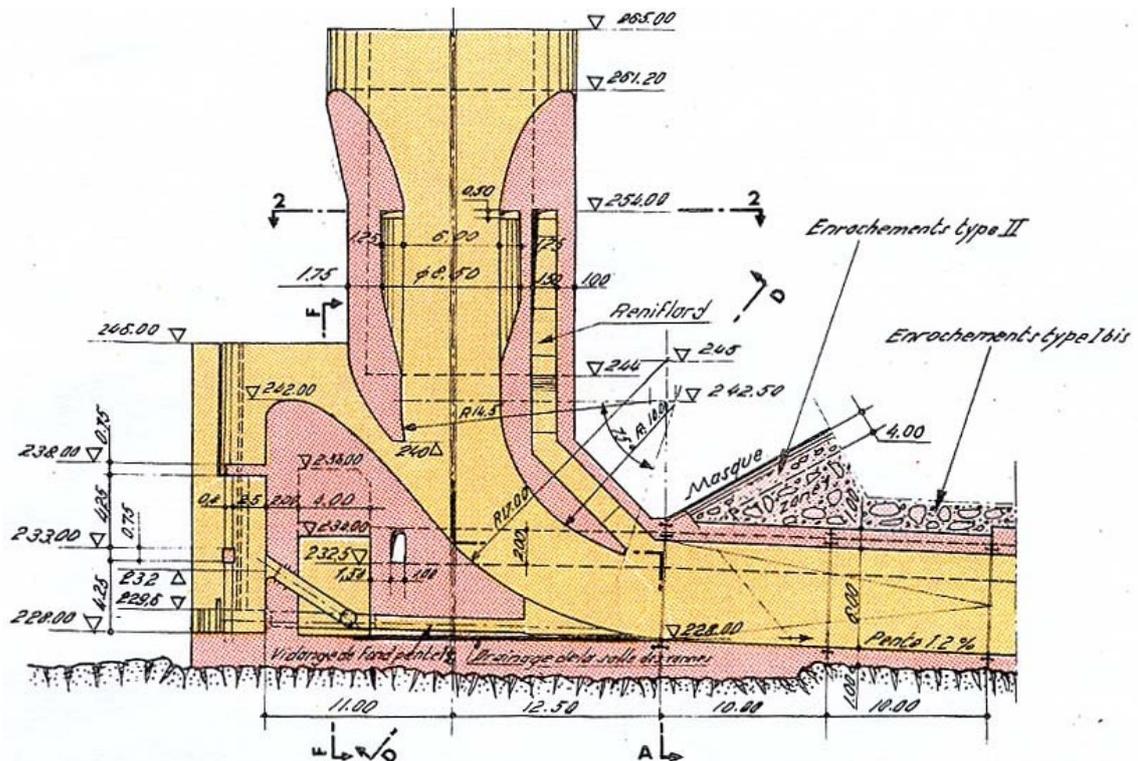


Figure 13 : Coupe dans la Tulipe

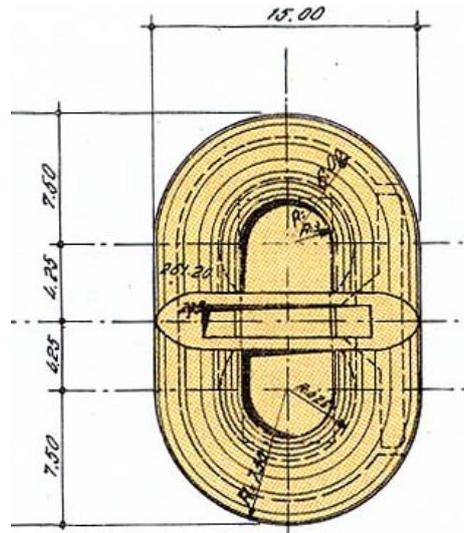


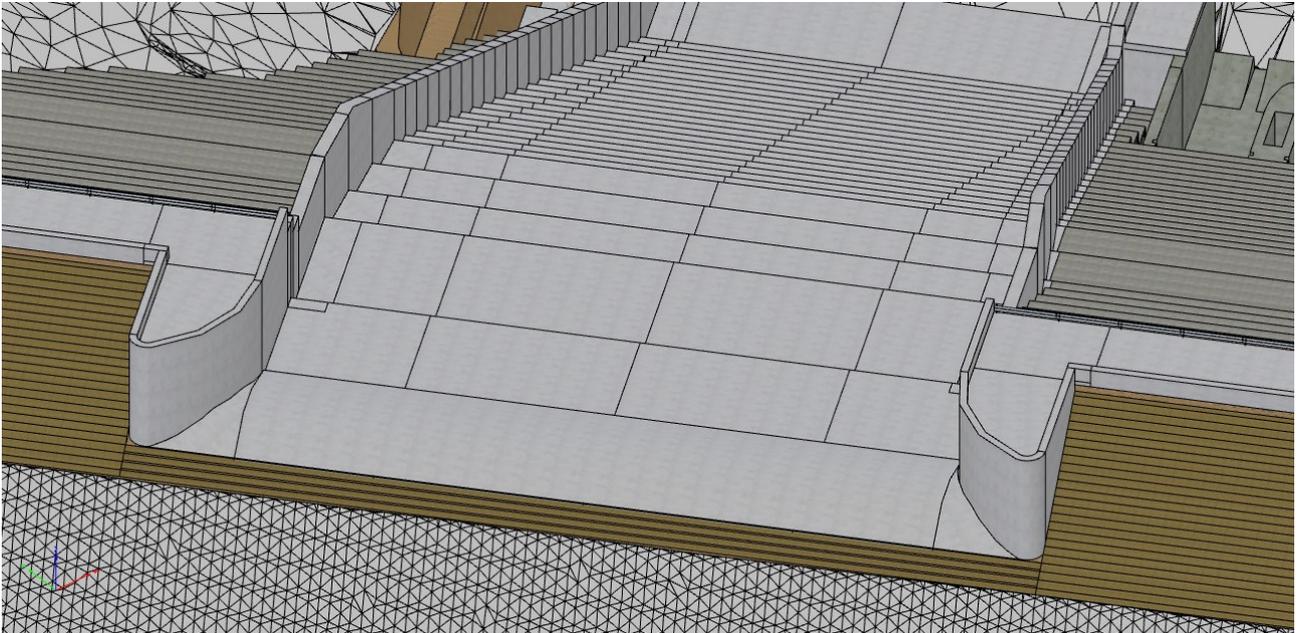
Figure 14 : vue en plan de la corolle déversante

La section de contrôle est située à la base de chaque puits. Elle ne contrôle l'écoulement qu'au-delà de 264,3 m NGF.

### 3.2.5 NOUVEL EVACUATEUR DE CRUE

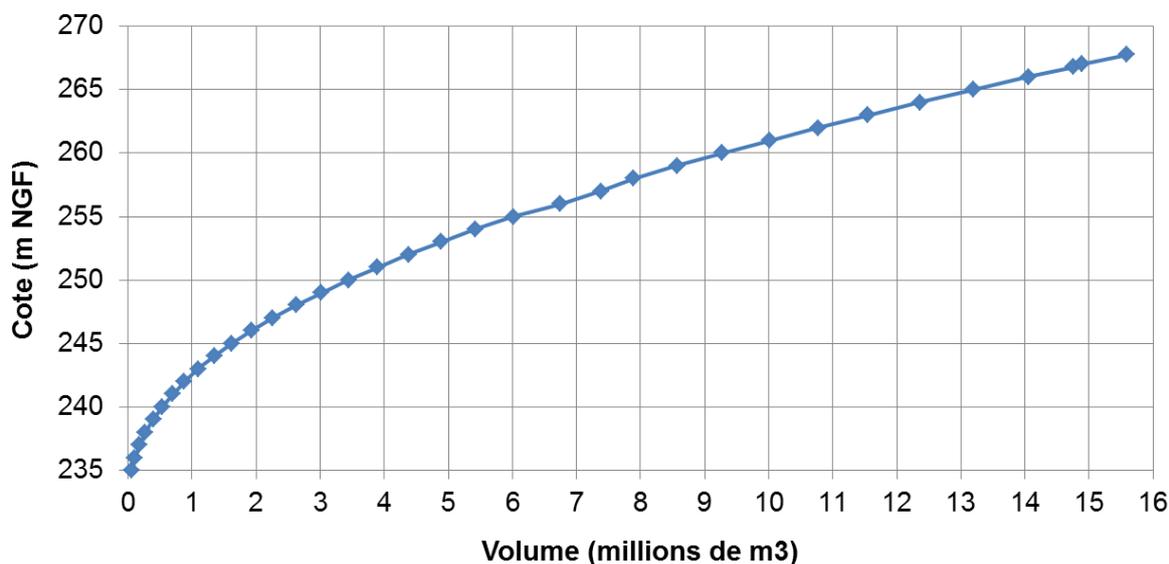
Le nouvel évacuateur de crue est un seuil libre de 45 m posé sur une carapace en BCR. L'entonnement de l'évacuateur de crues se fait entre deux bajoyers massifs (BCR) profilés hydrauliquement de manière à améliorer les conditions d'écoulement dans ce secteur.

Figure 15 : Vue 3D de l'entonnement du seuil



### 3.2.6 CARACTERISTIQUES DE STOCKAGE DE L'AMENAGEMENT HYDRAULIQUE

Le graphique suivant présente la loi cote / volume du barrage de Ste-Cécile.



**Figure 16 : Loi hauteur / volume**

La retenue normale est fixée par la cote des puits de demi-fond (242,0 m NGF). Sous cette cote, le volume d'eau de la retenue (hors engravement) est estimé à environ 0,8 millions de m<sup>3</sup> et la surface du plan d'eau est de l'ordre de 25 ha (environ 1,4 km de long).

L'engravement actuel du plan d'eau sous la retenue normale est estimé de l'ordre de 0,8 millions de m<sup>3</sup>. Les diverses approches mises en œuvre pour apprécier la vitesse d'engravement ont conduit à une valeur d'environ 18 000 m<sup>3</sup>/an (environ 2/3 de sables limoneux et 1/3 de graves sableuses).

Les principaux chiffres à retenir sont figurés dans le tableau suivant.

Localisation	Cote m NGF	Volume de la tranche (millions de m <sup>3</sup> )	Volume total (millions de m <sup>3</sup> )
Sous la cote des puits de demi-fond (RN)	229,0 / 242,0	0,8	0,8
De la RN au déversement sur la tulipe	242,0 / 261,34	9,4	10,2
Du déversement sur la tulipe aux PHE	261,34 / 266,8	4,6	14,8

**Tableau 4 : Valeurs caractéristiques de la loi H/V – Barrage de Sainte Cécile**

### 3.2.7 MODALITE DE FONCTIONNEMENT

#### 3.2.7.1 Principe de fonctionnement

En période normale, la totalité des écoulements transitent sans débordements sous l'ouvrage via les puits de demi-fond, le plan d'eau de la retenue étant à la RN.

Elle ne se remplit qu'en cas de crue. Le stockage y est temporaire : une vidange progressive s'opère après le passage de la crue jusqu'à ce que le plan d'eau ne redescende à la RN.

En cas de remplissage complet de la retenue, l'eau est évacuée par la tulipe.

Les deux ouvrages de restitution des débits (pertuis de demi-fond et tulipe) ont un fonctionnement passif (aucune action humaine ou mécanique).

### 3.2.7.2 Loi d'évacuation du barrage dans l'état actuel

La loi d'évacuation des évacuateurs du barrage de Sainte Cécile prend en compte les derniers levés topographiques réalisés sur l'ouvrage en 2012. Elle est présentée sur le tableau et le graphique suivants.

	Niveau dans la retenue (m NGF)	Par rapport à la cote de la tulipe (m)	Débit évacué (m <sup>3</sup> /s)
Cote du seuil du pertuis	242,00	-19,2 m	0 m <sup>3</sup> /s
Cote du seuil de la tulipe	261,34	+0,0 m	~300 m <sup>3</sup> /s
PHE cible dans EP BRLi	266,80	+5,6 m	920 m <sup>3</sup> /s
Cote du couronnement	267,50	+5,8 m	920 m <sup>3</sup> /s

Tableau 5 : Table d'évacuation du barrage de Sainte Cécile

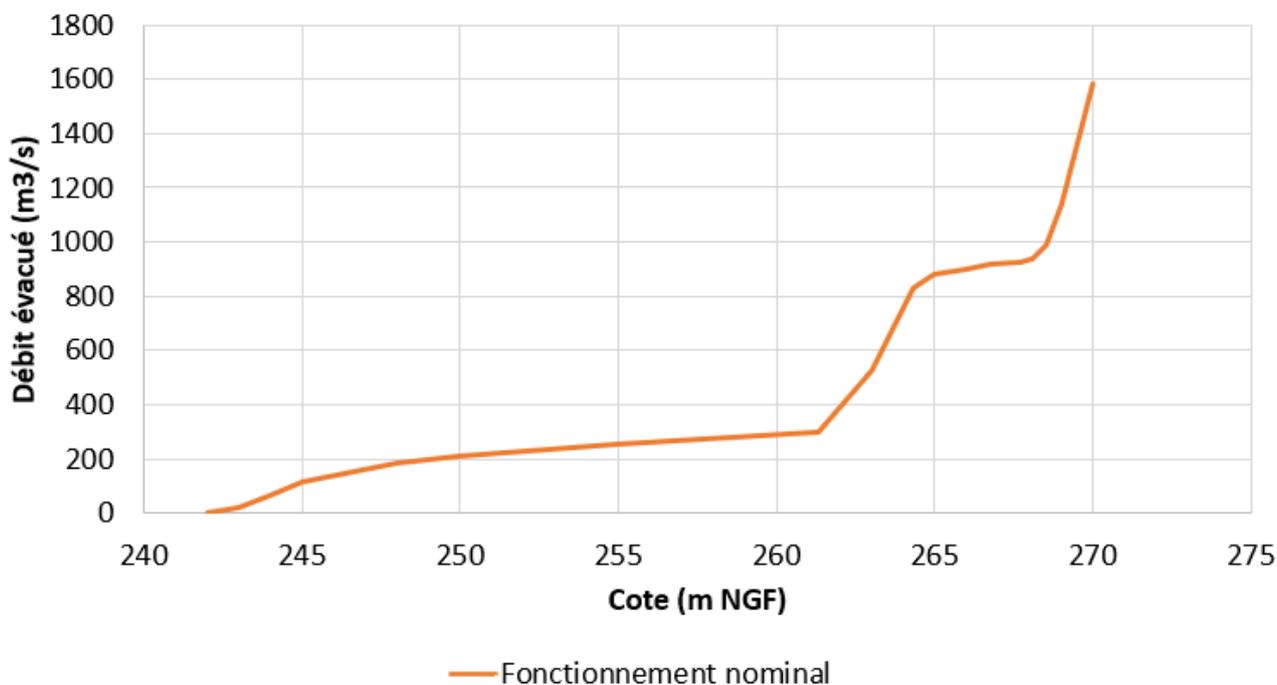


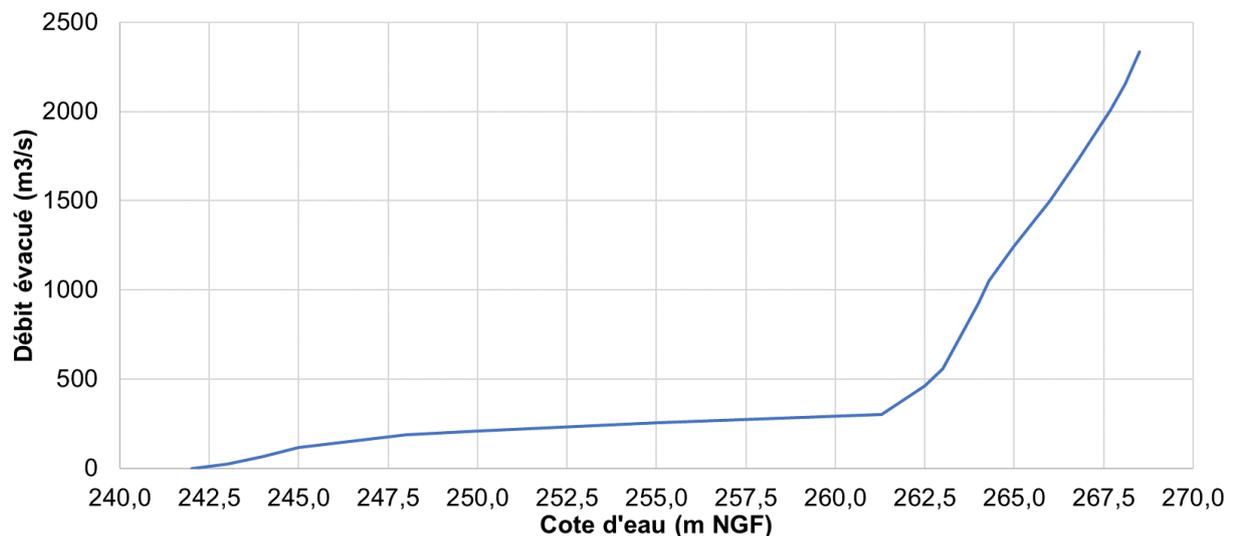
Figure 17 : Loi d'évacuation du barrage de Sainte-Cécile

Le débit maximal évacué par les galeries a été estimé à 920 m<sup>3</sup>/s par une modélisation physique réalisée dans le cadre des études de conception.

Au-delà de la cote 267,7 m NGF, des débordements se produisent par la RN106 en rive gauche. Des débordements se produisent par-dessus le parapet au-dessus de 268,1 m NGF.

### 3.2.7.3 Loi d'évacuation du barrage après travaux

La figure suivante présente la loi d'évacuation après travaux, c'est-à-dire en intégrant la capacité supplémentaire d'évacuation du nouvel évacuateur.



**Figure 18 : Loi d'évacuation après travaux**

Elle est également présentée dans le tableau suivant pour quelques cotes caractéristiques.

**Tableau 6 : Loi d'évacuation après travaux**

	Niveau dans la retenue (m NGF)	Par rapport à la cote de la tulipe (m)	Débit évacué (m³/s)
Cote du seuil du pertuis	242,0	-19,2 m	0 m³/s
Cote du seuil de la tulipe	261,3	+0,0 m	300 m³/s
Cote du seuil du nouvel évacuateur	262,5	+1,2 m	460 m³/s
Ancienne PHE (état actuel)	266,8	+5,5 m	1 580 m³/s
Nouvelle PHE (après travaux)	267,1	+5,8 m	1720 m³/s
Cote de danger	268,8	+7,5 m	2510 m³/s

### 3.2.8 CONTRAINTES TECHNIQUES DE FONCTIONNEMENT

Concernant sa fonction d'écrêtement des crues, le barrage de Sainte-Cécile d'Andorge est un ouvrage au fonctionnement passif puisque :

- La tulipe d'évacuation des crues et le nouvel évacuateur ne nécessite aucune manœuvre ;
- les pertuis de demi-fond ne nécessitent aucune manœuvre également ;
- les autres organes (vidange) manœuvrables sont supposés fermés pendant la période des crues.

Il n'y a donc aucune contrainte technique associée au fonctionnement du barrage pour l'écrêtement des crues.

### 3.2.9 CONTRAINTES D'EXPLOITATION LIES A D'AUTRES USAGES

Le barrage de Sainte-Cécile d'Andorge possède, en plus de sa fonction d'écrêtement des crues, une fonction de soutien d'étiage pendant la période sèche, du 15 juin au 15 septembre.

Pendant cette période, le gestionnaire du barrage se doit de laisser transiter l'écoulement naturel de la rivière, voire de le compléter pour atteindre un débit minimum de 200 l/s, par manœuvre des vannes de vidange et déstockage de la retenue.

Ces contraintes d'exploitation n'ont aucun impact sur le fonctionnement du barrage pour son rôle d'écrêtement des crues.

## 3.3 ORGANISATION DU GESTIONNAIRE DE L'AMENAGEMENT HYDRAULIQUE

*Remarque : ce chapitre est rédigé après analyse du document « Consignes écrites de surveillance et d'exploitation en toutes circonstances du barrage de Sainte-Cécile d'Andorge » (version V3 en date du 04/06/2021) transmis par le Département du Gard, gestionnaire de l'aménagement hydraulique.*

Ce document d'organisation est commun pour le barrage de Ste-Cécile et l'aménagement hydraulique correspondant.

### 3.3.1 ORGANISATION GENERALE DU GESTIONNAIRE

Le Département du Gard est propriétaire de l'aménagement hydraulique de Sainte-Cécile et en assure la gestion, l'exploitation et la maintenance en période normale et en période de crise. Le Département du Gard est également exploitant du barrage de classe A de Sainte-Cécile.

Le personnel, rattaché à la Direction de l'Eau et de la Valorisation du Patrimoine Naturel – Service des Grands Ouvrages Hydrauliques, se répartit entre le site du barrage et Nîmes. Il se compose d'un chef de service, d'un responsable d'exploitation, de 3 ingénieurs, d'un technicien barrages et de 5 surveillants de barrages.

Le patrimoine à surveiller par le SGOH est composé de 7 barrages :

- Barrage de Sainte-Cécile sur le Gardon d'Alès ;
- Barrage des Cambous sur le Gardon d'Alès ;
- Barrage de Sénéchas sur la Cèze ;
- Barrage de La Rouvière sur le Criulon (affluent rive gauche du Vidourle) ;
- Barrage de Conqueyrac sur le Vidourle ;
- Barrage de Ceyrac sur le Rieumassel (affluent rive droite du Vidourle) ;
- Barrage des Pises sur le Lingas (affluent rive gauche de la Dourbie).

L'organisation spécifique mise en place permet d'assurer la surveillance et l'exploitation en toutes circonstances. La continuité du service est garantie par la mise en place d'astreintes programmées chaque week-end et jour férié de l'année. Des astreintes non programmées de nuit en semaine peuvent également être décidées au cas par cas selon les événements.

### 3.3.2 ASSURER UNE SURVEILLANCE QUANT AU RISQUE DE CRUE DU GARDON D'ALÈS

#### 3.3.2.1 Moyens mis à disposition pour assurer cette surveillance

La surveillance quant au risque de crue du Gardon d'Alès est menée en lien avec différents partenaires :

- Météo France :
  - Bulletins de précipitations Météo France (2 bulletins par jour),
  - Avis de précipitation (envoi automatique sur les portables des surveillants de barrage et du cadre d'astreinte),
  - Site internet dédié aux Plans Particuliers d'Intervention des barrages de Sainte-Cécile et de Sénéchas (images radars, cumuls sur les bassins versants, ...)
- Service de Prévision des Crues (SPC) – Grand Delta :
  - Site Hydroréel (niveau dans la retenue, pluviométrie au barrage, débit restitué à l'aval du barrage),
  - Site Vigicrue (seuils de vigilance crue) ;
- Département du Gard :
  - Limnimètre de type bulle à bulle,
  - Echelle limnimétrique

Les outils d'information sur la situation hydrométéorologique du bassin versant concerné (tous accessibles par internet) et les moyens de communication entre Nîmes et le local de surveillance du barrage sont indispensables au fonctionnement optimal du service. Toutefois, des moyens dégradés sont également prévus pour que les surveillants de barrage puissent agir de façon autonome sur site.

En effet, en situation normale, toutes ces informations sont disponibles par téléphone et sur internet. En conditions dégradées, le surveillant de barrage peut assurer un contrôle visuel (pluviométrie au barrage et niveau dans la retenue) et agir de façon autonome si besoin.

La figure ci-après localise le local de surveillance ainsi que l'échelle de mesure du niveau de la retenue. Deux échelles limnimétriques sont disponibles : l'une sur la rive gauche du parement amont du barrage, l'autre, sur la tulipe côté rive gauche également.

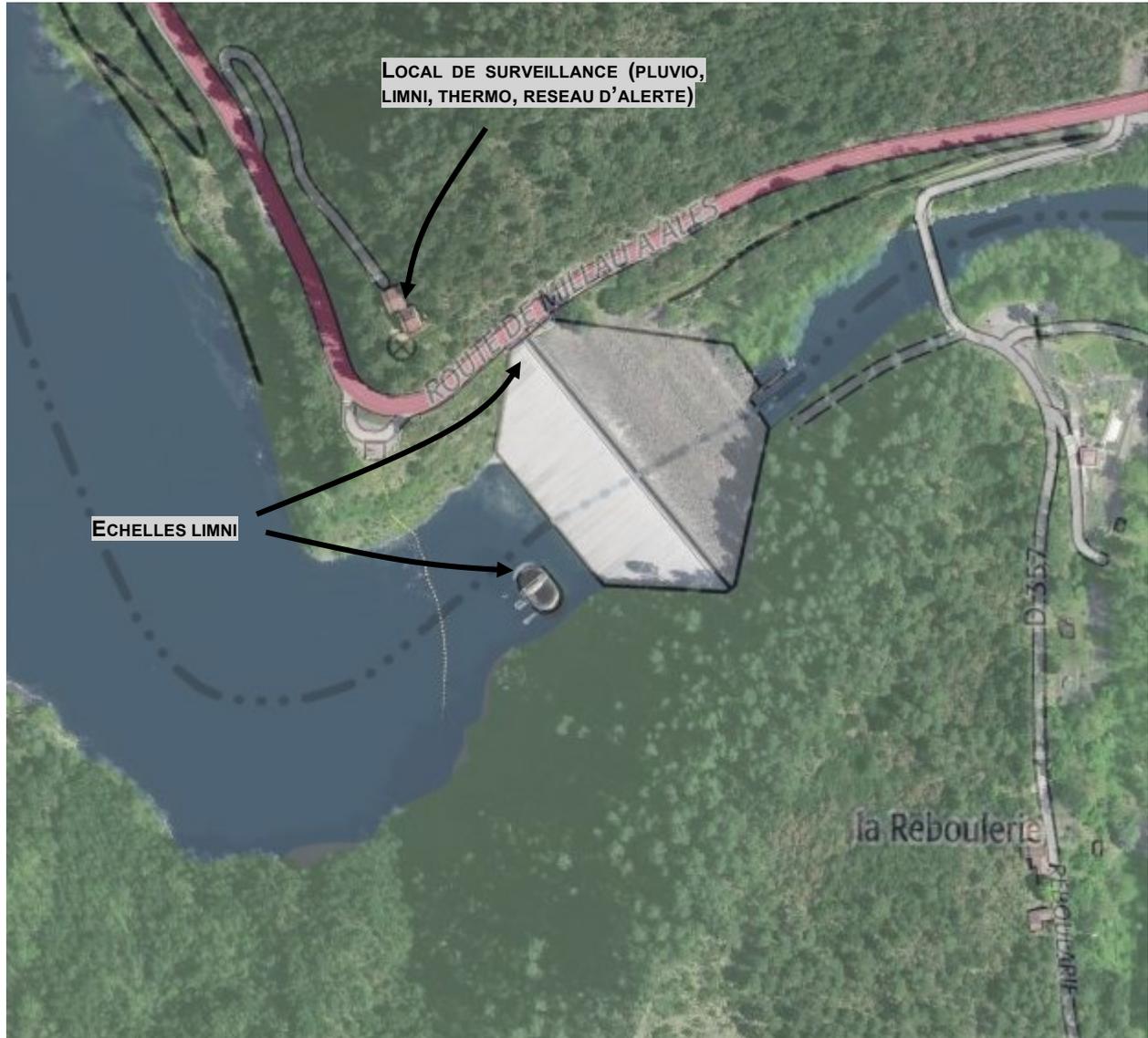


Figure 19 : Localisation du local de surveillance et de l'échelle limni



Figure 20 : Vue des échelles limnimétriques présentes sur le barrage (à gauche sur la tulipe, à droite sur le parement amont)

Cette échelle limnimétrique sert de point de référence pour caractériser le niveau de protection de l'aménagement hydraulique. Son suivi est réalisable à distance, à partir de du lien hydrométrique suivant : <https://rdbmcm.com/hydroreel2/station.php?codestation=278>.

A noter que la correspondance cote / débits à ce point de référence correspond à la loi d'évacuation de l'aménagement hydraulique de Sainte-Cécile, disponible au paragraphe 3.2.7.2.

### 3.3.2.2 Définition des états de vigilance dans l'état actuel

Les différents états de vigilance identifiés par le gestionnaire de l'ouvrage sont synthétisés dans le tableau ci-après. A noter que les consignes écrites présentent de façon plus détaillée ces états de vigilance, en faisant notamment référence aux procédures de surveillance associées et en précisant la répartition des tâches entre le cadre d'astreinte et le surveillant du barrage.

**Tableau 7 : Etats de vigilance**

	Conditions de déclenchement	Principales actions identifiées
<b>Etat d'exploitation normal</b>	/	Organisation des astreintes Renseignement du registre du barrage
<b>Etat de veille</b>	Prévision de précipitation > 60 mm en 24h sur le secteur Cévennes Gardoises OU Conditions particulières évaluées en concertation entre le cadre et le surveillant du barrage par exemple : prévision de pluies < 60 mm ET niveau haut de la retenue)	Contrôle des moyens de communication Contrôle du réseau d'alerte Contrôle des équipements (pluvio, limni, groupes électrogènes, drome, etc.) Avertissement du GEMAPIEN du déclenchement de l'état de veille 1 <sup>ère</sup> auscultation lorsque le plan d'eau est compris entre 244 et 245 m NGF
<b>Etat de crue</b>	Montée rapide de la cote de la retenue (à partir de 246 m NGF, soit la mise en charge des pertuis de ½ fond) OU Conditions particulières évaluées en concertation entre le cadre et le surveillant du barrage	Avertissement du GEMAPIEN, des communes bénéficiaires de l'aménagement hydraulique et de la préfecture Surveillance régulière de la cote du plan d'eau (internet et visualisation sur site) Auscultations en période de crues déclenchées en fonction du niveau d plan d'eau : - Entre 245 et 250 m NGF - Entre 250 et 255 m NGF - Si possible à Zmax - A la décrue
<b>Etat post-crue</b>		Tournée d'inspection visuelle et de contrôle hebdomadaire

En cas de rupture des communications entre le cadre d'astreinte et le surveillant ou au-delà de la cote 261,34 m NGF, la présence sur site du surveillant est indispensable.

Les crues exceptionnelles peuvent entraîner le déclenchement du Plan Particulier d'Intervention, qui fait l'objet de consignes d'application spécifiques. Ces consignes définissent également les règles de surveillance particulière selon les situations : vigilance renforcée (VR), préoccupation sérieuse (PS), péril imminent (PI).

Les conditions de déclenchement de ces situations sont rappelées ci-après.

**Tableau 8 : Conditions de déclenchement des situations prévues au PPI**

Cote (m NGF) observée au barrage à l'instant t	Cumul pluvieux (mm) sur 3h observé sur le BV à l'instant t							
	102	141	156	198	215	232		
264	PI	PI	PI	PI	PI	PI	PI	PI
261.2	PS	PS	PS	PI	PI	PI	PI	PI
257	VR	PS	PS	PI	PI	PI	PI	PI
252	VR	VR	VR	PS	PI	PI	PI	PI
247		VR	VR	PS	PS	PI	PI	PI
242			VR	VR	PS	PS	PI	PI

Cumul pluvieux observé sur le bassin versant estimé avec, par ordre de priorité :

- Météo France (système Panther),
- Service de Prévision des Crues Grand Delta (Web Calamar),
- Mesure au pluviographe du barrage de Ste Cécile

### 3.3.2.3 Définition des états de vigilance en phase travaux

Les éléments suivants sont issus du rapport ISL ref.19F-148-RM-31\_A\_MATRICE\_PPI transmis au service de l'état en 2023.

Il a été proposé de constituer une matrice **ne prenant en compte que la cote** (l'équivalent de la colonne de droite de la matrice initiale).

**La cote de vigilance renforcée VR** est fixée à -15 m par rapport à la cote de surverse. Cette valeur correspond à l'écart entre la VR et la cote de surverse dans la matrice actuelle (267–252). Les crues étant réputées moins intenses que sur l'année, elle offre sur les saisons d'arasement des délais de préparation supérieurs à la matrice actuelle. Il vient les cotes suivantes (dont les fréquences peuvent être appréciées à partir des distributions déjà présentées) :

- Sur janvier/mai : VR = 247,5 m NGF (T ~ 30 ans)
- Sur juin/juillet : VR = 244,7 m NGF (T ~ 190 ans)

**La cote de péril imminent** est fixée à -5 m par rapport à la surverse

- Sur janvier/mai : PI = 257,5 m NGF (T ~ 780 ans)
- Sur juin/juillet : PI = 254,7 m NGF (T > 10 000 ans)

Le domaine de préoccupation sérieuse s'étend entre la cote de VR et la cote de PI.

Le tableau suivant présente la matrice proposée pour les deux périodes d'arasement.

**Tableau 9 : Matrice proposée en phase travaux**

Cote de la retenue (m NGF)	De janvier à mai	De juin à aout
262,5	Surverse	Surverse
	PI	PI
261,3	Entrée en service de la tulipe	Surverse
	PI	PI
259,7		Surverse
	PI	PI
257,5	T ~ 780 ans	
	PS	PI
254,7	T ~ 350 ans	T > 10 000 ans (juin/juillet) T ~ 350 ans (aout)
	VR	PS
247,5	T ~ 30 ans	T ~ 1000 ans
		VR
244,7		T ~ 190 ans (juin/juillet) T < 10 ans (aout)
242,0	Retenue normale	Retenue normale

Vigilance renforcée	VR
Préoccupation sérieuse	PS
Péril imminent	PI

### 3.3.2.4 Entretien l'aménagement hydraulique, assurer sa disponibilité et surveiller son bon fonctionnement

#### Entretien et opération de contrôle

L'entretien de l'aménagement hydraulique concerne :

- les organes hydrauliques (galeries, chambres des vannes, drome),
- les dispositifs de mesure et d'auscultation.

Cet entretien est réalisé en continu, en fonction des constatations faites par le surveillant du barrage lors de ses visites de contrôle.

Cet entretien est complété par de nombreuses opérations de contrôles hebdomadaires et mensuelles, rappelées ci-après.

**Tableau 10 : Procédure E20 – Opération de contrôle hebdomadaire**

Procédure E20 : Opération de contrôle hebdomadaire		Périodicité	
		Surveillant	Encadrement
	Conditions météorologiques	Hebdomadaire	Annuelle
	Mesure de la cote du plan d'eau		
Contrôle visuel externe de l'ouvrage	Accès / cheminement		
	Crête		
	Parement aval		
	Parement amont		
	Drome (depuis abords ou local de surveillance)		
Contrôle visuel interne de l'ouvrage	Génie civil des galeries		
	Réseau d'éclairage des galeries		
	Vantelleries		
	Pompes de rejet des eaux de drainage		
	Pompe de vidange tête aval		
Contrôle du matériel	Dispositif d'auscultation (+ nettoyage)		
	Réseau d'alerte		
	Station pluviométrique		
	Thermomètre		
	Station limnimétrique		
	Echelles de crue		

**Tableau 11 : Procédure E23 – Opération de contrôle mensuelle**

Procédure E23 : Opération de contrôle mensuelle	Périodicité	
	Surveillant	Encadrement
Contrôles électriques	Mensuelle	Annuelle
Contrôles télécom		
Essai groupe électrogène + relevé compteur		
Contrôle des projecteurs et des prises		
Essai des liaisons PPI		
Essai des sirènes (uniquement les mois de mars, juin, septembre et décembre)		
Eteindre/redémarrer l'ordi de supervision		
Tournée des postes sirènes		
Inspection générale retenue/berges		
Inspection des échelles métallique entre barrage et local		
Essais des vannes		

D'autres opérations particulières de contrôles sont menées à des fréquences variables, comme identifié dans le tableau suivant.

**Tableau 12 : Procédures – Opérations particulières**

Procédure M.. : Opérations particulières	Périodicité	
	Surveillant	Encadrement
M31 : Contrôle visuel de l'intérieur de la tour de prise et de la rehausse métallique du reniflard (par le haut)	Annuelle	/
M31 : Relevé des défauts du masque d'étanchéité amont	Quinquennale	
M41 : Manœuvre manuelle des vannes (5 restitutions et 2 vidanges)	Annuelle	
M41 : Manœuvre d'ouverture totale de la vanne de réglage de restitution	Annuelle	
M41 : Manœuvre d'ouverture totale des vannes de vidange	Quinquennale (lors de l'essai de batardage M110)	
M41 : Contrôle de l'état de corrosion des conduites de vidange et de restitution (depuis les chambres des vannes avec mesures d'épaisseurs)	Biennale	
M82 : Contrôle de la drome (ancrages, lignes de flottaison et végétation)	Annuelle	
M84 : Contrôle bathymétrique (devant la tour de prise au droit des vannes de vidange)	Biennale	
M110 : Essai de batardage des conduites de vidange (batardeaux amovibles)	Quinquennale	

Enfin, ces opérations d'entretien et de contrôle sont complétées par des essais sur les vannes de restitution. Il est rappelé que ces vannes sont en position fermées hors période de soutien d'étiage et essais.

#### Surveillance de l'aménagement hydraulique

La surveillance de l'aménagement hydraulique est réalisée aux moyens des dispositifs présentés dans le tableau suivant.

	Fréquence	Moyens	Objectifs
<b>Tournées d'inspection visuelles en période normale</b>	Hebdomadaire	Surveillant du barrage	Inspections visuelles de l'état de l'ensemble des ouvrages et des abords de la retenue
<b>Tournées d'inspection visuelles post-crue</b>	Après chaque événement ayant nécessité le déclenchement de l'état de crue	Surveillant du barrage	Inspections visuelles de l'état de l'ensemble des ouvrages et des abords de la retenue à la suite de l'évènement.
<b>Visite Technique Approfondie (VTA)</b>	Tous les ans	Prestataire extérieur agréé Encadrement du Département Surveillant du barrage	Préciser « pour chaque partie de l'ouvrage, les constatations, les éventuels désordres observés, leurs origines possibles et les suites à donner en matière de surveillance, d'entretien, d'auscultation, de diagnostic ou de confortement » <sup>4</sup> .

<sup>4</sup> Article 4 de l'arrêté du 16 juin 2009

	Fréquence	Moyens	Objectifs
<b>Tournée d'inspection visuelle post-séisme</b>	Après un séisme qui présentera les caractéristiques suivantes : - Magnitude supérieure ou égale à 4 <sup>5</sup> dans une zone de 100 km autour du barrage <sup>6</sup> OU - Magnitude supérieure ou égale à 6,5 sur le territoire français métropolitain <sup>7</sup>	Prestataire extérieur agréé Surveillant du barrage	Inspections visuelles de l'état de l'ensemble des ouvrages et des abords de la retenue à la suite de l'évènement.
<b>Rapport de surveillance</b>	Tous les ans	Prestataire extérieur agréé Surveillant du barrage	Rendre compte des observations réalisées sur la période considérée (à partir des visites de surveillance, du registre de l'ouvrage, etc.).
<b>Tournées d'auscultation en période normale</b>	Mensuelles (mesures hydrauliques) Ou trimestrielles (déformations)	Surveillant du barrage	Relevé des mesures des dispositifs d'auscultation
<b>Tournées d'auscultation en crue</b>	1 à 4 tournées en fonction de la crue	Surveillant du barrage	Relevé des mesures des dispositifs d'auscultation
<b>Rapport d'auscultation</b>	Tous les ans	Prestataire extérieur agréé	Présenter les relevés des dispositifs d'auscultation sur l'année écoulée et établir l'interprétation (marnage du plan d'eau, mesures hydrauliques, mesures de déformations mécaniques, mesures topographiques, etc.)

Les tournées d'inspection visuelles et les VTA suivent le parcours présenté sur la figure ci-après.

<sup>5</sup> Echelle de Richter

<sup>6</sup> Rectangle délimité par les coordonnées (42.90° et 45.30° Nord) et (2.90° et 5.10° Est)

<sup>7</sup> Rectangle délimité par les coordonnées (40° et 50° Nord et 5° Ouest et 10° Est)

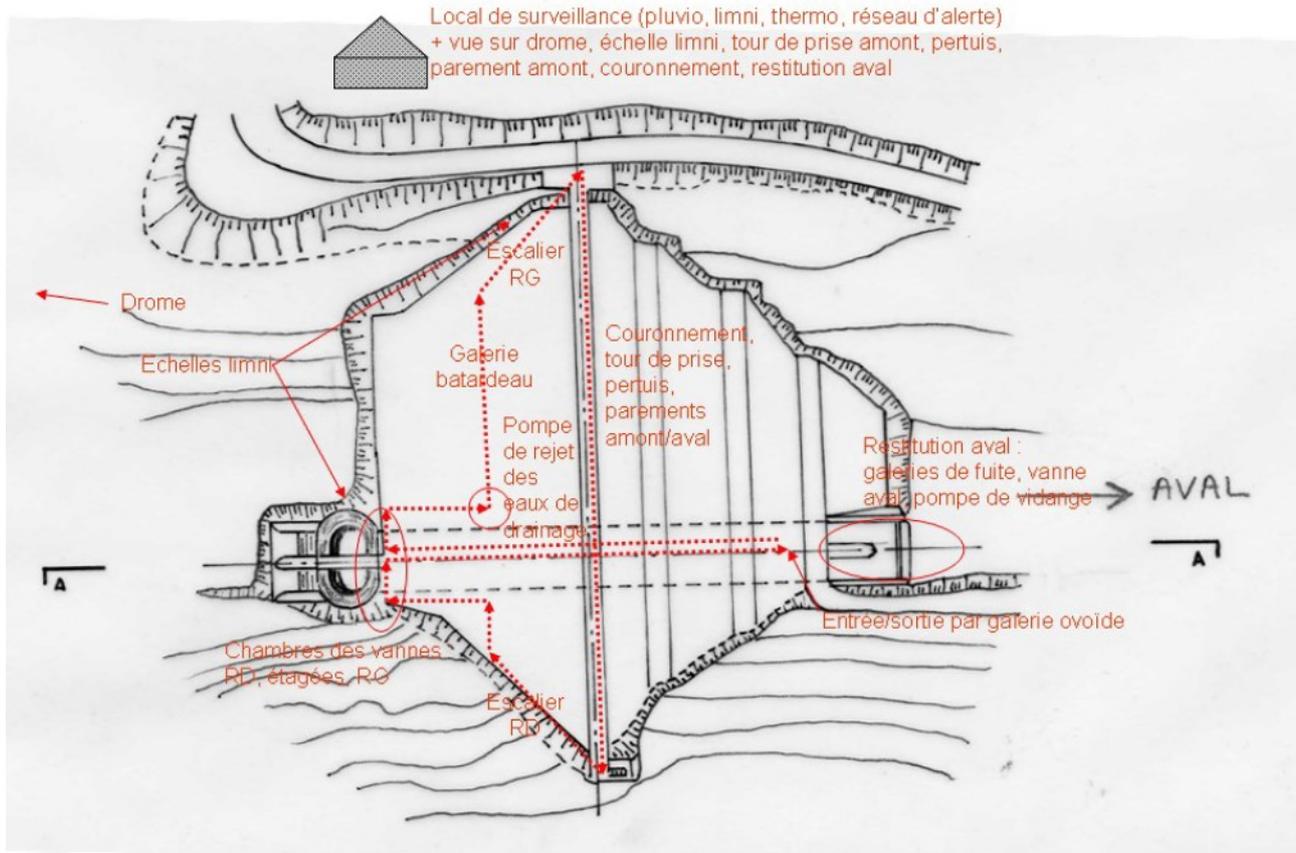


Figure 21 : Parcours des visites

### 3.3.2.5 Alerter les autorités compétentes pour intervention aux fins de mise en sécurité des personnes

En cas de crues, la communication avec les autorités est normalement assurée par l'encadrement (cadre d'astreinte ou niveau hiérarchique supérieur). Cette communication est engagée **en cas de constatation de problèmes majeurs sur l'ouvrage**, à l'appréciation du gestionnaire.

En cas de rupture des communications entre le surveillant du barrage et le Département du Gard à Nîmes, le surveillant est amené à communiquer directement avec les autorités avec lesquelles les communications sont possibles.

**Le Département du Gard avertit le GEMAPIEN (EPTB Gardons), les communes bénéficiant de l'écrêtement de l'aménagement hydraulique et la préfecture du Gard dès le passage à l'état de crue, soit pour un niveau de 246 m N F.**

*Remarque : ce niveau correspond à une période de retour d'environ 2 à 3 ans.*

Le GEMAPIEN n'est pas favorable à recourir à des seuils supplémentaires au-delà de la cote 246 ' NGF afin d'éviter de multiplier les seuils d'alerte au regard de ceux déjà existants au titre du Plan Particulier d'Intervention (PPI) en vigueur sur le barrage de Sainte-Cécile-d'Andorge.

La cote de l'état de crue comme seuil d'alerte des autorités locales permet en effet de différencier les seuils relevant du PPI (gestion de crise liée à un risque de rupture du barrage) de ceux relevant de la gestion du risque inondation au titre de la rubrique 3.2.6.0 du code de l'environnement.

### 3.3.2.6 Avis sur l'organisation mise en place

L'organisation mise en œuvre par le Département du Gard pour assurer la surveillance et l'entretien de l'aménagement hydraulique apparaît adaptée et suffisante pour l'ouvrage.

En particulier :

- Organisation pour assurer une surveillance des crues et anticipation : le gestionnaire de l'ouvrage dispose de nombreux moyens pour assurer la surveillance des crues, via notamment les partenariats mis en place avec le SPC (convention du 22/07/2011 reconduite tacitement tous les 3 an) et Météo France (partenariat relevant de la mission de service de Météo-France).
- Organisation pour effectuer les stockages en crue : l'ouvrage étant passif, le stockage en crue ne nécessite aucune organisation particulière. De plus, pour limiter les risques, des interventions d'entretien des dromes présentes sur le plan d'eau sont prévues après chaque crue ayant apporté un volume significatif d'embâcles. Le CD30 dispose à cet effet d'un accord-cadre pluriannuel avec un prestataire spécifique pour la capture et l'évacuation des corps flottants lorsque cela s'avère nécessaire (nouveau marché en cours de passation).
- Organisation pour l'entretien et la surveillance de l'aménagement hydraulique – Moyen du gestionnaire pour assurer la gestion de l'ensemble de son parc d'ouvrages hydrauliques : l'entretien et la surveillance mise en place pour assurer le bon fonctionnement de l'aménagement hydraulique sont conformes aux dispositions prévues pour les barrages de classe A.
- Organisation pour alerter les autorités compétentes en fonction des situations rencontrée et de leurs cinétiques : le barrage de Sainte-Cécile d'Andorge disposant d'un Plan Particulier d'Intervention validé par le Préfet, son organisation pour alerter les autorités est bien clarifiée dans le document PPI.

## 3.4 PERFORMANCE DE L'AMENAGEMENT HYDRAULIQUE

### 3.4.1 PREAMBULE

Les performances de l'aménagement hydrauliques sont évaluées à partir de la réduction du débit de pointe des crues du Gardon dans la vallée pour une gamme de débits allant de Q5 à Q100.

Les performances du barrage sont données, dans les paragraphes suivants, au droit des nœuds correspondant aux principales villes traversées par le Gardon, jusqu'à sa confluence avec le Rhône.

Les performances sont présentées pour le fonctionnement nominal pour l'état actuel, pour la phase travaux et après les travaux.

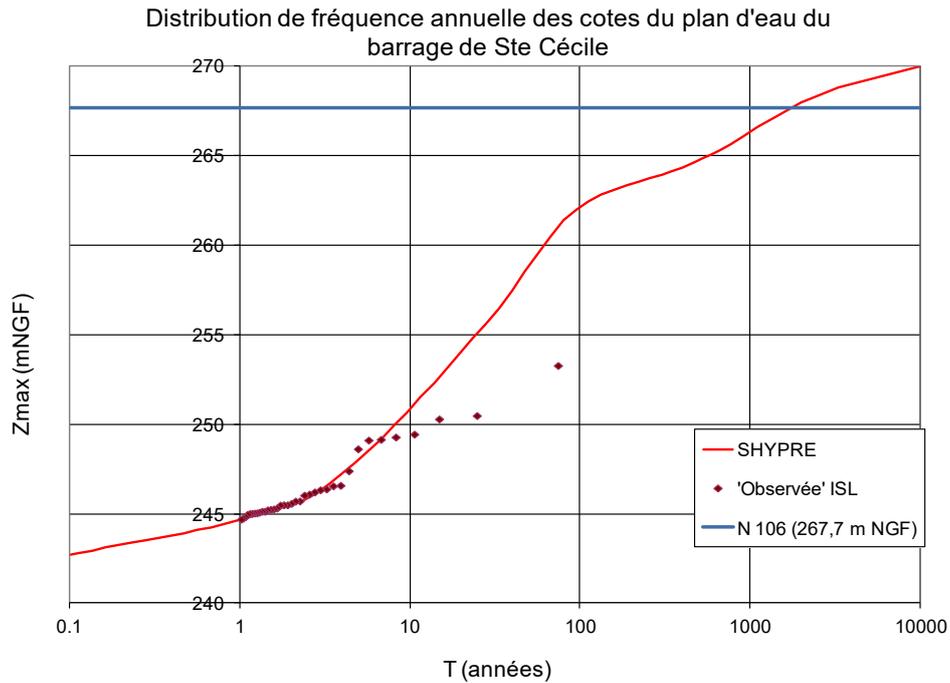
### 3.4.2 PERFORMANCE DANS L'ETAT ACTUEL

#### 3.4.2.1 Fonctionnement nominal de l'aménagement pour les crues de projet

##### Distribution fréquentielle des cotes dans la retenue

Le graphique suivant présente pour le barrage de Ste-Cécile :

- la distribution des cotes observées pour les plus fortes crues au barrage reconstituées par ISL,
- la distribution des cotes du plan d'eau issue de Shypre.

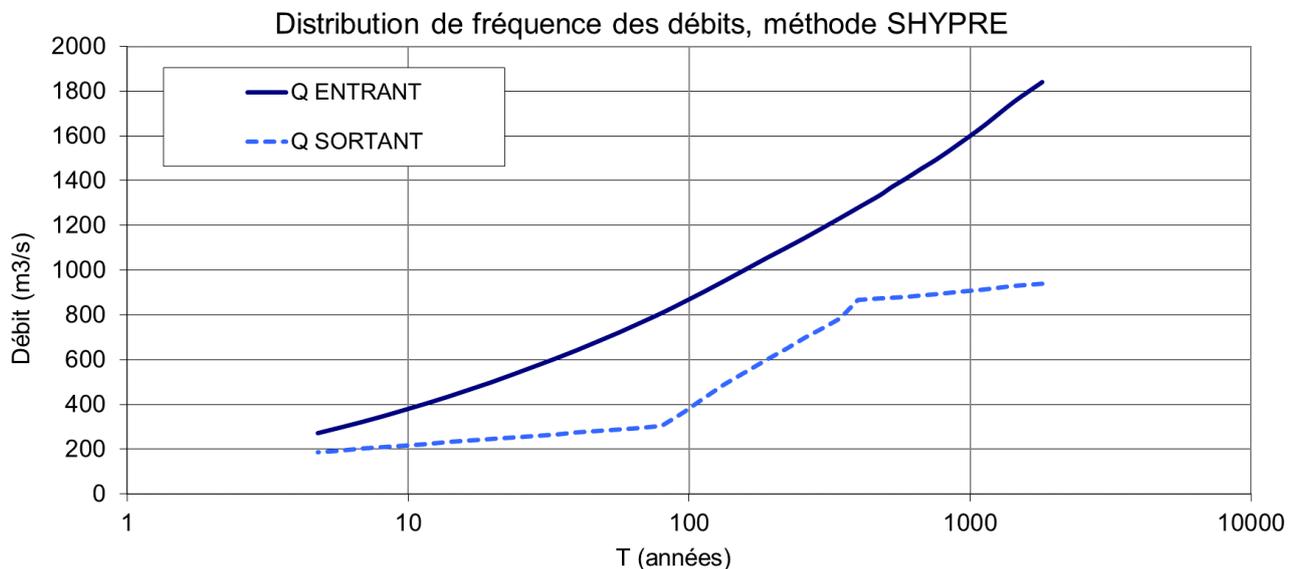


**Figure 22 : Cote dans la retenue de Sainte-Cécile**

Les distributions SHYPRE sont en accord avec les distributions « observées » sur la partie stable de celles-ci (au dessous de 10 ans).

### Laminage des crues au droit du barrage dans l'état actuel

Le graphique suivant présente les débits entrants et les débits sortants au droit du barrage de Ste-Cécile d'Andorge pour événement dont les périodes de retour sont définies au droit du barrage (115 km<sup>2</sup>).



**Figure 23 : Débits entrant et sortant du barrage selon les périodes de retour**

Le tableau détaille ces résultats pour plusieurs périodes de retour définies au droit du barrage (115 km<sup>2</sup>).

**Tableau 1 : Débits entrant et sortant du barrage selon les périodes de retour**

Période de retour des crues au droit du barrage	[1] : Qp entrant (m <sup>3</sup> /s)	[2] : Qp sortant (m <sup>3</sup> /s)	Réduction de débit ([2]-[1]) / [1]	Cote dans la retenue (m NGF)	Volume total stocké dans la retenue (Mm <sup>3</sup> )
# 110 ans	902	427	53%	262,5 Cote du déversoir projeté	11,2
100 ans	890	410	54%	262,1	10,9
# 80 ans (atteinte du seuil de la tulipe)	810	300	63%	261,34 (seuil de la tulipe)	10,2
50 ans	710	285	60%	258,8	8,5
10 ans	400	225	44%	250,8	3,9
5 ans	290	190	34%	248,0	2,7
# 2-3 ans (atteinte de l'état de crue)	200	140	30%	246,0	2,0

L'effet du barrage sur les crues au droit de son implantation est important pour les crues fréquentes comme pour les crues rares. L'optimum correspond à une crue de l'ordre de 80 ans, période de retour à partir de laquelle la tulipe entre en service (réduction d'environ 2/3 du débit entrant).

A noter, dans l'approche en cote, les distributions des débits entrants et sortants sont déduites de la génération stochastique de milliers de crues puis de leurs laminages (cf. ANNEXE 1). Il n'est donc pas possible d'éditer les hydrogrammes correspondant précisément aux valeurs indiquées dans le tableau suivant.

A titre d'illustration, la figure suivante présente le laminage de la crue dite « monofréquence » centennale (c'est-à-dire dont les débits sont centennaux, selon l'approche SHYPRE, en débit pointe et pour les débits moyens sur des durées de 1h à 48h).

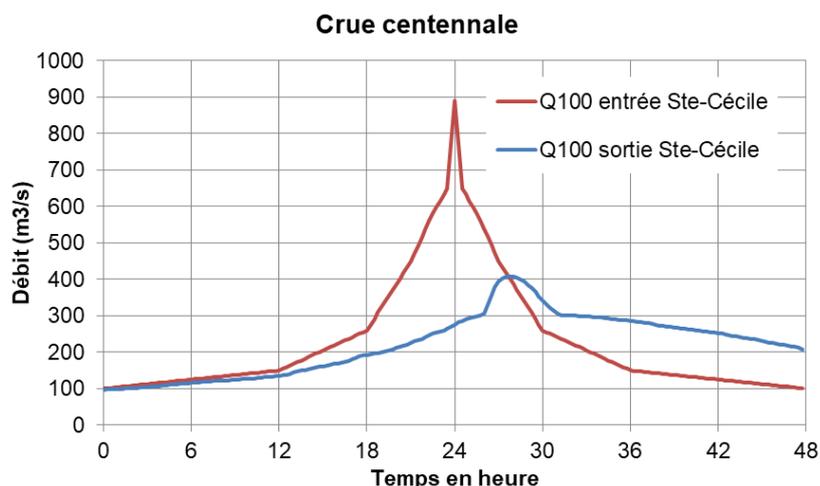


Figure 24 : Hydrogramme monofréquence T=100 ans en amont et en aval de la retenue

#### Laminage des crues au droit des communes en aval du barrage

Le tableau inséré en page suivante présente le laminage au droit des communes aval.

Dans la vallée du Gardon d'Alès (où l'incidence du laminage est significative), les résultats sont délivrés au droit des nœuds caractéristiques figurés dans le tableau suivant.

Tableau 2 : Nœuds de calcul dans la vallée du Gardon d'Alès

Nœud	Bassin versant	Description	Commune
GS3	160'km <sup>2</sup>	Confluence Gardon d'Alès/Grave Longue	La Grande Combe
GS5	269 'm <sup>2</sup>	Confluence Gardon d'Alès/Galeizon Station SAC 30	Cendras
GS6	307 km <sup>2</sup>		Alès
GS8	413 'm <sup>2</sup>	Confluence Gardon d'Alès/Avène	Saint-Hilaire de Brethmas
GS10	443 km <sup>2</sup>	Amont confluence avec Gardons d'Anduze	Vézénobres Ribaute-les-Tavernes

Tous les nœuds de calculs sont localisés sur la carte n°2 insérée en rubrique 4.

**Tableau 3 : Performance de l'aménagement – Fonctionnement nominal**

Nœud	Bassin versant (km <sup>2</sup> )	Commune	T = 10 ans			T = 50 ans			T = 100 ans		
			Débit sans barrage Qsb (m <sup>3</sup> /s)	Débites avec barrage Qb (m <sup>3</sup> /s)	Ecrêtement (Qsb-Qb) / Qb	Débit sans barrage Qsb (m <sup>3</sup> /s)	Débites avec barrage Qb (m <sup>3</sup> /s)	Ecrêtement (Qsb-Qb) / Qb	Débit sans barrage Qsb (m <sup>3</sup> /s)	Débites avec barrage Qb (m <sup>3</sup> /s)	Ecrêtement (Qsb-Qb) / Qb
GS3	160	La Grande Combe	435	275	37%	840	435	48%	1 069	561	48%
GS5	269	Cendras	675	573	15%	1 435	1 063	26%	1 662	1 413	15%
GS6	307	Alès	758	656	13%	1 596	1 245	22%	1 880	1 591	15%
GS8	413	Saint-Hilaire de Brethmas	935	826	12%	1 852	1 565	15%	2 362	2 002	15%
GS10	443	Amont confluence avec Gardon d'Anduze	1 007	891	11%	1 940	1 673	14%	2 573	2 192	15%
GR2	1 088	Ners	2 278	2 164	5%	4 384	4 028	8%	5 906	5 546	6%
GR4	1 104	Brignon	2 232	2 118	5%	4 310	3 972	8%	5 818	5 473	6%
GR11	1 514	Sainte-Anastasie	2 455	2 340	5%	4 890	4 602	6%	6 630	6 288	5%
GR14	1 798	Collias	2 447	2 346	4%	4 684	4 441	5%	6 612	6 332	4%
GR16	1 855	Remoulins	2 432	2 333	4%	4 628	4 396	5%	6 571	6 304	4%
GR18	1 985	Montfrin	2 421	2 327	4%	4 581	4 363	5%	6 536	6 285	4%
GR19	2 029	Comps	2 337	2 253	4%	4 414	4 220	4%	6 309	6 086	4%

De ce tableau, on peut tirer les enseignements suivants :

- l'aménagement hydraulique de Sainte-Cécile d'Andorge a un pouvoir d'écrêtement particulièrement intéressant sur le Gardon d'Alès (écrêtement > 10%) et ce jusqu'à la crue centennale ;
- son pouvoir d'écrêtement est réduit après confluence entre les Gardons d'Alès et d'Anduze, avec un écrêtement < 10% voire < 5% dans la plupart des situations ;
- l'écrêtement maximal dans la vallée est observé pour une période de retour 80 ans.

#### Stabilité de l'aménagement pour son fonctionnement nominal

En tant que barrage de classe A, l'aménagement hydraulique de Sainte-Cécile a fait l'objet d'une étude de dangers barrage au titre de la rubrique 3.2.5.0. Cette EDD barrage a été établie en 2014 et a été clôturée par la DREAL en 2016. Les éléments ci-après sont issus de cette EDD et justifient la stabilité de l'aménagement pour son fonctionnement nominal.

L'EDD barrage établie en 2014 est basée sur une analyse de risque détaillée permettant d'identifier les éléments redoutés centraux (ERC) et d'envisager tous les mécanismes aboutissant à ces ERC.

Chaque scénario identifié a été placé dans la matrice de criticité suivante, en fonction de la probabilité d'occurrence du scénario et de sa gravité en cas de survenue de l'ERC correspondant.

**Tableau 4 : Matrice de criticité du barrage de Sainte-Cécile (source : étude 4)**

		→ Probabilité croissante →				
		Possible mais extrêmement peu probable	Très improbable	Improbable	Possible	Probable
		10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-1</sup>
↑ Gravité croissante ↑	DESASTREUX 5	SC7 à SC10	SC3 SC5 SC6	SC1 SC2 SC4		
	CATASTROPHIQUE 4					
	IMPORTANT 3					
	SERIEUX 2					
	MODERE 1					

De cette matrice, on en tire les conclusions suivantes :

- La majorité des scénarios sont situés en zone verte de la matrice de criticité, correspondant à un croisement Probabilité x Gravité acceptable<sup>8</sup> (scénarios très improbables bien que potentiellement désastreux ou scénarios improbables mais de gravité moindre).
- 3 scénarios se situent en zone de criticité orange. Il s'agit :
  - du scénario 1 – *Surverse*
  - du scénario 2 – *Dysfonctionnement EVC et surverse*
  - du scénario 4 – *Vent 10 ans, dysfonctionnement EVC et surverse.*

<sup>8</sup> Concept anglo-saxon « As low as reasonably possible »

Ces trois scénarios aboutissent à la rupture du barrage à la suite d'une surverse sur la crête de l'ouvrage.

Les scénarios 2 et 4 introduisent un dysfonctionnement de l'EVC correspondant à l'accumulation d'embâcles sur la tulipe à la suite d'une rupture de la drome.

L'analyse de la surverse sur le barrage est ainsi conduite en considérant un fonctionnement nominal et un fonctionnement dégradé (embâcles) avec ou sans prise en compte de l'effet du vent. Le tableau ci-après, issu de l'EDD barrage, en fait la synthèse.

**Tableau 5 : Surverse ou non sur le barrage de Sainte-Cécile**

Crue	Vent	Fonctionnement EVC	Niveau d'eau	Surverse RN 106 (m)	Surverse barrage (m)	Probabilité de rupture
10	0	Nominal/dégradé	250,83	Non		0
	10	Nominal/dégradé	251,93	Non		0
	100	Nominal/dégradé	252,23	Non		0
100	0	Nominal	262,14	Non		0
		Dégradé	262,36	Non		0
	10	Nominal	263,24	Non		0
		Dégradé	263,46	Non		0
	100	Nominal	263,54	Non		0
		Dégradé	263,76	Non		0
1000	0	Nominal	266,32	Non		0
		Dégradé	269,23	Non		0
	10	Nominal	267,30	Non		0
		Dégradé	269,71	2,01	1,61	1
	100	Nominal	267,30	Non		1
		Dégradé	269,85	2,15	1,75	1
1800	0	Nominal	267,7	>0	Non	1
		Dégradé	269,29	1,59	1,19	1
	10	Nominal	268,18	0,48	0,08	1
		Dégradé	269,77	2,07	1,67	1
	100	Nominal	268,32	0,62	0,22	1
		Dégradé	269,91	2,21	1,81	1
10000	0	Nominal	269,99	2,29	1,89	1
		Dégradé	270,58	2,88	2,48	1
	10	Nominal	270,47	2,77	2,37	1
		Dégradé	271,06	3,36	2,96	1
	100	Nominal	270,61	2,91	2,51	1
		Dégradé	271,20	3,5	3,1	1

Ce tableau met en évidence :

- pour le scénario 1 (sans dysfonctionnement de l'EVC), la crue conduisant à la rupture est de période de retour 1 800 ans – en jaune sur le tableau ci-avant ;
- pour le scénario 2 (avec dysfonctionnement de l'EVC et sans vent), la crue conduisant à la rupture est de période de retour 1 800 ans – en orange sur le tableau précédent ;
- pour le scénario 4 (avec dysfonctionnement de l'EVC et avec vent), la crue conduisant à la rupture est de période de retour 1 000 ans – en rouge sur le tableau précédent.

A noter que l'EDD barrage propose un certain nombre de mesures de réduction du risque associés à ces scénarios et les principales sont :

- l'augmentation de la capacité d'évacuation de l'EVC (ainsi que le prolongement du muret anti-vague le long de la RN106) : le projet de modification de l'EVC est en cours et est au stade PROJET à la fin décembre 2021, les travaux étant prévus pour la période 2024-2027 ;
- le remplacement de la drome par un dispositif plus robuste et plus spécifique à la retenue de Sainte-Cécile : des travaux de remplacement de la drome ont bien été réalisés en 2016.

Ainsi, l'EDD barrage de 2014, dont la procédure a été validée par la DREAL en 2016, permet de conclure à la stabilité de l'aménagement pour son fonctionnement nominal, jusqu'à la crue de période de retour 1 000 ans. Un projet de grande ampleur est en cours pour assurer la stabilité de l'aménagement pour des crues plus importantes (jusqu'à 100 000 ans).

*Remarque : il est rappelé que, dans le cadre de la présente étude de danger aménagement hydraulique, aucun calcul de stabilité n'a été réalisé pour confronter les résultats de l'EDD barrage de 2014.*

#### 3.4.2.2 Scénarios d'étude des limites de performance de l'aménagement hydraulique

Ce chapitre vise à définir les performances et limites de l'aménagement hydraulique soumis à différents aléas naturels pour les périodes de retour 10 ans, 50 ans, 100 ans et 1 000 ans.

La présente étude de danger s'inscrit dans le cadre de l'article 2 de l'arrêté du 7 avril 2017 modifié par l'arrêté du 30 septembre 2019. Ainsi, les performances de l'aménagement hydraulique sont étudiées tel qu'il se trouve dans sa configuration effective au moment où ce document est déposé auprès de l'administration.

Les limites de performance de l'aménagement sont approchées par scénarios :

- **Scénario 1** : prend en compte un aléa pour lequel l'effet de l'aménagement hydraulique est significatif en conditions normales et examine les conséquences de l'indisponibilité totale de l'aménagement hydraulique, du fait d'un dysfonctionnement.
- **Scénario 2** : suppose que l'aménagement hydraulique n'est plus efficace en raison de la saturation de sa capacité de stockage sous l'effet d'un aléa significativement plus important que ceux pour lesquels il a été conçu.

Les scénarios tels que présentés ci-après ont été établis en concertation avec le gestionnaire de l'AH.

#### 3.4.2.3 Scénario 1 dans l'état actuel

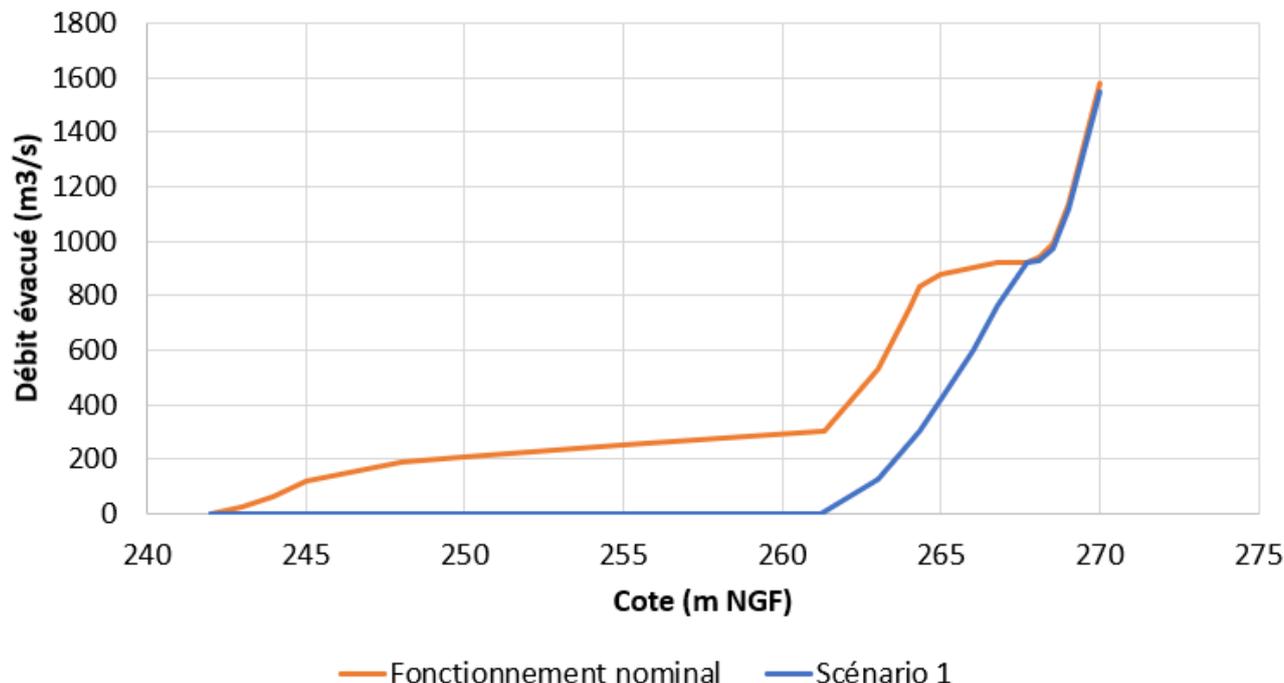
Le scénario 1 analyse les conséquences de l'indisponibilité totale de l'aménagement hydraulique pour plusieurs occurrences de crues.

Pour faire suite aux échanges techniques avec les Services de Contrôle et le gestionnaire de l'aménagement hydraulique, le scénario 1 a retenu les hypothèses suivantes :

- dysfonctionnement des organes d'évacuation : pertuis de demi-fond indisponibles en totalité ;
- tulipe disponible ;
- niveau initial dans la retenue correspondant au niveau du couronnement de la tulipe, soit 261,34 m NGF.

Ce scénario a été modélisé avec le modèle hydrologique du SDAPI qui intègre les lois de fonctionnement de l'aménagement hydraulique. En revanche, les débits entrant et sortant du barrage ne sont pas directement disponibles (approche en cote non réalisée en considérant un dysfonctionnement de l'aménagement).

Pour correspondre à ce scénario, la loi d'évacuation du barrage a été modifiée comme illustré sur la figure ci-après.



**Figure 25 : Loi d'évacuation associée au scénario 1**

On observe qu'à partir d'une cote autour de 267,7 m NGF, la loi d'évacuation du scénario est sensiblement égale à celle en fonctionnement normal.

Cela est dû au fait que la section de contrôle des organes d'évacuation se situent au fond de la galerie. Ainsi, en fonctionnement normal, la tulipe est « bridée » par la galerie. Sans les pertuis (scénario 1), la tulipe va compenser ce dysfonctionnement jusqu'à atteindre ce bridage.

Les résultats au niveau du barrage sont les suivants.

**Tableau 6 : Débits entrant et sortant du barrage selon les périodes de retour – scénario 1**

Période de retour des crues au droit du barrage	1 : Qp entrant (m³/s)	2 : Qp sortant (m³/s)	Réduction de débit $\frac{[2]-[1]}{[1]}$	Cote de la retenue (m NGF)
100 ans	890	744	16%	266,7
50 ans	710	605	15%	266,0
10 ans	400	310	22%	264,3

Les résultats obtenus dans la vallée du Gardon d'Alès sont présentés dans le tableau suivant.

Ils mettent en évidence que l'indisponibilité totale de l'aménagement hydraulique entraîne une dégradation des performances de l'ouvrages significatives pour les communes traversées par le Gardon d'Alès et particulièrement pour l'évènement centennal.

Les conséquences de cette indisponibilité après la confluence avec le Gardon d'Anduze deviennent marginales (augmentation de quelques % du débit de pointe).

**Tableau 7 : Limites de performance de l'aménagement – Scénario 1**

Nœud	Bassin versant (km <sup>2</sup> )	Commune	T = 10 ans			T = 50 ans			T = 100 ans		
			Nominal Qn (m <sup>3</sup> /s)	Scénario 1 Qs1 (m <sup>3</sup> /s)	Ecart (%) (Qn-Qs1)/Qn	Nominal Qn (m <sup>3</sup> /s)	Scénario 1 Qs1 (m <sup>3</sup> /s)	Ecart (%) (Qn-Qs1)/Qn	Nominal Qn (m <sup>3</sup> /s)	Scénario 1 Qs1 (m <sup>3</sup> /s)	Ecart (%) (Qn-Qs1)/Qn
GS3	160	La Grande Combe	275	361	31%	435	667	53%	561	867	55%
GS5	269	Cendras	573	638	11%	1 063	1 232	16%	1 413	1 617	14%
GS6	307	Alès	656	717	9%	1 245	1 386	11%	1 591	1 829	15%
GS8	413	Saint-Hilaire de Brethmas	826	874	6%	1 565	1 658	6%	2 002	2 285	14%
GS10	443	Amont confluence avec Gardon d'Anduze	891	933	5%	1 673	1 754	5%	2 192	2 474	13%
GR2	1 088	Ners	2 164	2 210	2%	4 028	4 237	5%	5 546	5 813	5%
GR4	1 104	Brignon	2 118	2 165	2%	3 972	4 172	5%	5 473	5 723	5%
GR11	1 514	Sainte-Anastasie	2 340	2 384	2%	4 602	4 738	3%	6 288	6 515	4%
GR14	1 798	Collias	2 346	2 387	2%	4 441	4 580	3%	6 332	6 506	3%
GR16	1 855	Rémoulins	2 333	2 373	2%	4 396	4 532	3%	6 304	6 468	3%
GR18	1 985	Montfrin	2 327	2 366	2%	4 363	4 493	3%	6 285	6 438	2%
GR19	2 029	Comps	2 253	2 289	2%	4 220	4 341	3%	6 086	6 222	2%

#### 3.4.2.4 Scénario 2 dans l'état actuel

Le scénario 2 analyse les conséquences de la saturation de la capacité de stockage du barrage sous l'effet d'un aléa significativement plus important que celui correspondant au niveau de protection.

Après échanges techniques avec le Service de Contrôle et le gestionnaire du barrage, le scénario 2 a été bâti avec les hypothèses suivantes :

- une cote initiale au niveau des pertuis de demi-fond, soit à la cote 242,0 m NGF ;
- un fonctionnement nominal des organes d'évacuation des crues ;
- le passage d'une crue de période de retour 1000 ans.

Pour ce scénario 2, l'approche en cote permet de disposer des éléments suivants :

- $Q_{entrant} (T=1000 \text{ ans}) = 1\,610 \text{ m}^3/\text{s}$
- $Q_{sortant} (T=1000 \text{ ans}) = 910 \text{ m}^3/\text{s}$
- Cote de la retenue  $Z_{1000} = 266,3 \text{ m NGF}$ .

La cote de dangers étant fixée à 267,7 m NGF (dans l'état actuel), ce scénario, conformément à la réglementation, n'induit pas de rupture de l'ouvrage.

En revanche, comme évoqué précédemment, l'approche en cote ne permet pas de disposer d'hydrogrammes associés (analyse basée sur un grand nombre d'hydrogrammes).

Les résultats obtenus dans la vallée du Gardon d'Alès sont figurés dans le tableau suivant.

**Tableau 8 : Limites de performance de l'aménagement – Scénario 2 – état actuel**

Nœud	Bassin versant (km <sup>2</sup> )	Commune	T = 1 000 ans		
			Nominal Qn (m <sup>3</sup> /s)	Scénario 2 Qs1 (m <sup>3</sup> /s)	Ecart (%) (Qn-Qs1)/Qn
GS3	160	La Grande Combe	1 945	1 207	38%
GS5	269	Cendras	2 445	2 246	8%
GS6	307	Alès	2 771	2 563	8%
GS8	413	Saint-Hilaire de Brethmas	3 515	3 228	8%
GS10	443	Amont confluence avec Gardon d'Anduze	3 850	3 493	9%
GR2	1 088	Ners	8 898	8 548	4%
GR4	1 104	Brignon	8 773	8 424	4%
GR11	1 514	Sainte-Anastasie	10 049	9 643	4%
GR14	1 798	Collias	10 058	9 717	3%
GR16	1 855	Rémoulins	10 005	9 675	3%
GR18	1 985	Montfrin	9 964	9 652	3%
GR19	2 029	Comps	9 637	9 357	3%

Ce scénario permet tout de même l'écrêtement à 38% du débit de pointe dans la traversée de la Grande Combe. L'écrêtement se réduit à quelques % après la confluence avec le Gardon d'Anduze.

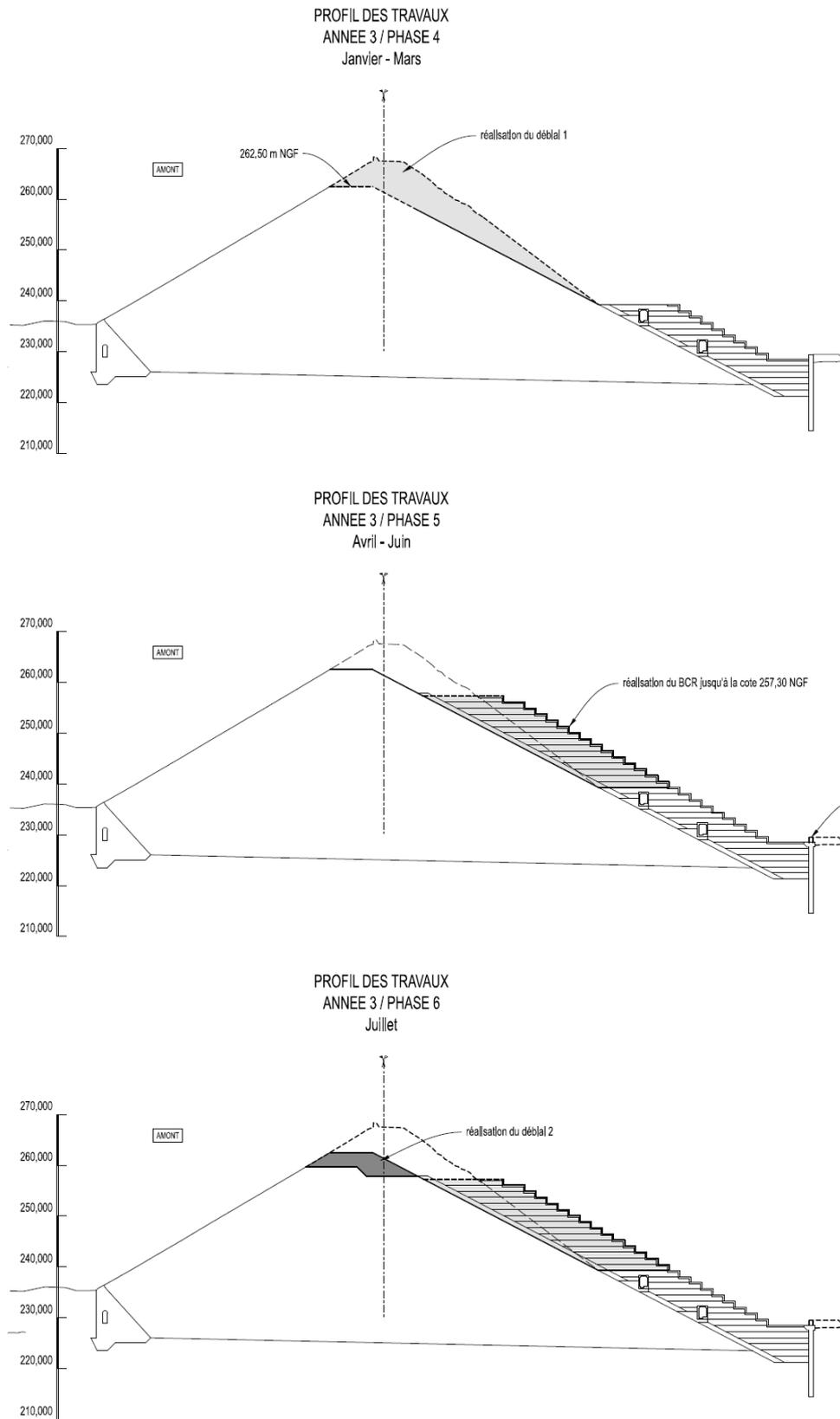
### 3.4.3 PERFORMANCE EN PHASE TRAVAUX

#### 3.4.3.1 Rappel du phasage

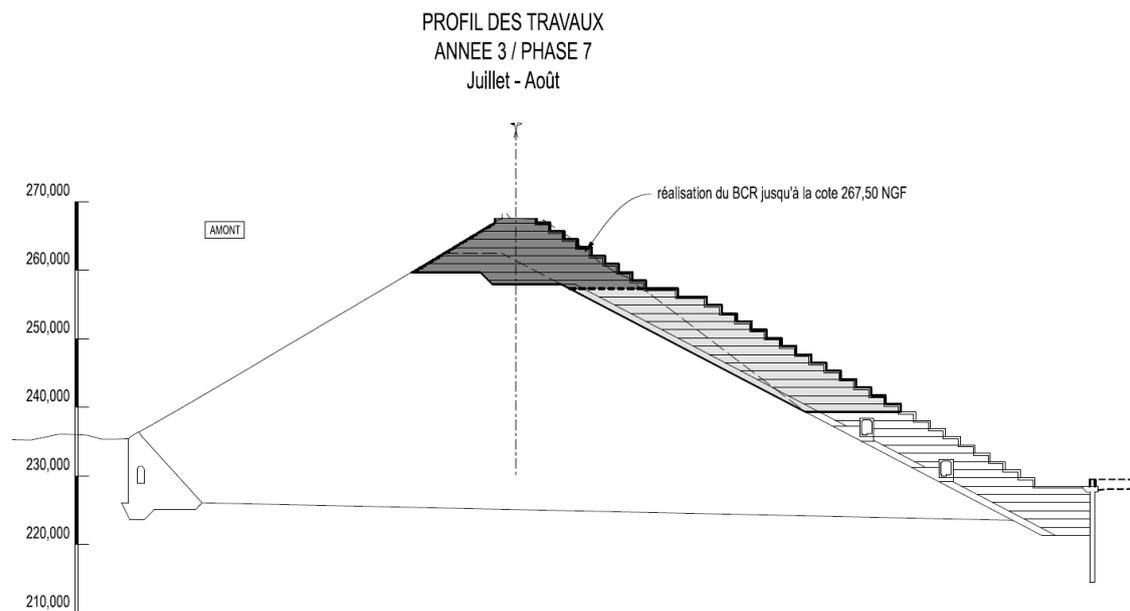
L'arasement de la crête du barrage durant l'année 3 a été identifié comme une phase sensible au risque de crue. L'arasement est à réaliser en deux phases (cf. figure suivante) :

- une première à la cote 262,50 m NGF à partir du mois de janvier,
- une deuxième à la cote 259,70 m NGF à partir du mois de juillet.

Le BCR se substituant au remblai jusqu'en crête doit être achevé avant la fin du mois d'aout.



**Figure 26 : Phasage des déblais affectant la crête (janvier à juillet de l'année 3)**



**Figure 27 : Phase 7 – BCR en crête (juillet à aout de l'année 3)**

La première phase (arasement à la cote 262,5 m NGF) est réalisée en janvier.

De janvier à juin, cette cote de 262,5 m NGF permet la mise en service de la tulipe et l'évacuation d'un débit de 435 m<sup>3</sup>/s (75 m<sup>3</sup>/s par la tulipe et 360 m<sup>3</sup>/s par les pertuis). **Sur cette période, elle est associée à une crue de période de retour supérieure à 5 000 ans** alors que sur l'année, elle est associée à une crue de période de retour de 100 ans.

L'arasement à la cote 259,7 m NGF est réalisé pendant la période de juillet à aout. Durant cette période, la probabilité de surverse est identique à celle du barrage dans l'état actuel sur l'année **(environ 2 000 ans)**.

#### 3.4.3.2 Evolution des performances de l'aménagement en phase travaux

L'analyse des performances sur les crues considérées pour l'état actuel n'a pas sens pour la phase travaux. En effet, la période des travaux ne correspond pas à la période (automnale) des crues considérées.

Les organes d'évacuation des crues existants ne sont pas modifiés en phase travaux. Les performances sont donc identiques à celles de l'état actuel tant que la cote de retenue n'atteint pas les cotes d'arasement des différentes phases soit :

- jusqu'à une période de retour d'environ 5 000 ans (sur la période considérée) pour les travaux se déroulant entre janvier et juin (cote 262,5 m NGF) ;
- jusqu'à une période de retour supérieure à 10 000 ans (sur la période considérée) pour les travaux se déroulant de juillet à aout (cote 259,7 m NGF).

A la demande de la DREAL, les tableaux suivants ont été ajoutés (115 km<sup>2</sup>). Ils présentent les performances pour les crues annuelles mais avec les périodes de retour correspondant aux niveaux atteints dans la retenue pour les périodes de juin-juillet et janvier/août.

**Tableau 9 : Débits entrant et sortant du barrage selon les périodes de retour**

Période de retour des crues au droit du barrage <b>sur juin-juillet</b>	[1] : Qp entrant (m <sup>3</sup> /s)	[2] : Qp sortant (m <sup>3</sup> /s)	Réduction de débit ([2]-[1]) / [1]	Cote dans la retenue (m NGF)	Volume total stocké dans la retenue (Mm <sup>3</sup> )
> 10 000 ans	722	289	59%	259,7 Cote d'arase de juillet à août	9,0
> 10 000 ans	710	285	60%	258,8	8,5
# 3 300 ans	400	225	44%	250,8	3,9
# 1 400 ans	290	190	34%	248,0	2,7
# 600 ans	200	140	30%	246,0	2,0

Période de retour des crues au droit du barrage <b>sur janvier à août</b>	[1] : Qp entrant (m <sup>3</sup> /s)	[2] : Qp sortant (m <sup>3</sup> /s)	Réduction de débit ([2]-[1]) / [1]	Cote dans la retenue (m NGF)	Volume total stocké dans la retenue (Mm <sup>3</sup> )
# 5 000 ans	902	427	53%	262,5 Cote d'arase de janvier à juin	11,2
# 1 500 ans	722	289	59%	259,7	9,0
# 1 000 ans	710	285	60%	258,8	8,5
# 100 ans	400	225	44%	250,8	3,9
# 40 ans	290	190	34%	248,0	2,7
# 17 ans	200	140	30%	246,0	2,0

### 3.4.4 PERFORMANCE APRES TRAVAUX

#### 3.4.4.1 Préambule

Après travaux, l'ouvrage comprendra un nouveau déversoir qui entre en service à la cote 262,5 m NGF.

Les organes d'évacuation des crues existants ne sont pas modifiés. Les performances après travaux sont donc identiques à celles de l'état actuel jusqu'à mise en service du déversoir.

Le tableau détaille ces résultats pour plusieurs périodes de retour définies au droit du barrage (115 km<sup>2</sup>).

**Tableau 10 : Débits entrant et sortant du barrage selon les périodes de retour**

Période de retour des crues au droit du barrage	[1] : Qp entrant (m <sup>3</sup> /s)	[2] : Qp sortant (m <sup>3</sup> /s)	Réduction de débit ([2]-[1]) / [1]	Cote dans la retenue (m NGF)	Volume total stocké dans la retenue (Mm <sup>3</sup> )
# 110 ans	902	427	53%	262,5 Cote du déversoir projeté	11,2
100 ans	890	410	54%	262,1	10,9
# 80 ans (atteinte du seuil de la tulipe)	810	300	63%	261,34 (seuil de la tulipe)	10,2
50 ans	710	285	60%	258,8	8,5
10 ans	400	225	44%	250,8	3,9
5 ans	290	190	34%	248,0	2,7
# 2-3 ans (atteinte de l'état de crue)	200	140	30%	246,0	2,0

#### 3.4.4.2 Fonctionnement dans l'état nominal

Pour le fonctionnement nominal, seule la crue de période de retour 1000 ans peut conduire à la mise en service du nouvel évacuateur. Le fonctionnement est donc inchangé pour les crues de périodes de retour comprises entre 10 et 100 ans.

#### 3.4.4.3 Scénario 1 après travaux

Le scénario 1 analyse les conséquences de l'indisponibilité totale de l'aménagement hydraulique pour plusieurs occurrences de crues (pertuis de demi-fond indisponibles en totalité, tulipe disponible, niveau initial dans la retenue correspondant au niveau du couronnement de la tulipe, soit 261,34 m NGF).

Pour le scénario 1, le nouvel évacuateur (cote 262,5 m NGF) se met en service dès la crue décennale et toutes les performances sont modifiées.

Les résultats au niveau du barrage sont les suivants.

**Tableau 13 : Débits au barrage selon les périodes de retour – scénario 1 – après travaux**

Période de retour des crues au droit du barrage	1 : Qp entrant (m <sup>3</sup> /s)	2 : Qp sortant (m <sup>3</sup> /s)	Réduction de débit ([2]-[1]) / [1]	Cote de la retenue (m NGF)
100 ans	890	760	14%	265,0
50 ans	710	597	16%	264,5
10 ans	400	317	20%	263.6

Les résultats obtenus dans la vallée du Gardon d'Alès sont présentés dans le tableau suivant jusqu'à GS10 (l'impact du barrage au-delà ayant été jugé marginal avec le fonctionnement nominal).

Ils mettent en évidence que l'indisponibilité totale de l'aménagement hydraulique entraîne une dégradation des performances de l'ouvrages significatives pour les communes traversées par le Gardon d'Alès. Elle est plus forte que dans l'état actuel car la tranche de laminage disponible avant surverse est limitée par le nouvel évacuateur.

**Tableau 14 : Limites de performance de l'aménagement – Scénario 1 – après travaux**

N œ u d	Bassin versant (km <sup>2</sup> )	Commune	T = 10 ans			T = 50 ans			T = 100 ans		
			Nominal Qn (m <sup>3</sup> /s)	Scénario 1 Qs1 (m <sup>3</sup> /s)	Ecart (%) (Qn-Qs1)/Qn	Nominal Qn (m <sup>3</sup> /s)	Scénario 1 Qs1 (m <sup>3</sup> /s)	Ecart (%) (Qn-Qs1)/Qn	Nominal Qn (m <sup>3</sup> /s)	Scénario 1 Qs1 (m <sup>3</sup> /s)	Ecart (%) (Qn-Qs1)/Qn
G S 3	160	La Grande Combe	275	395	44%	435	750	72%	561	984	75%
G S 5	269	Cendras	573	661	15%	1 063	1 327	25%	1 413	1 647	17%
G S 6	307	Alès	656	742	13%	1 245	1 477	19%	1 591	1 863	17%
G S 8	413	Saint-Hilaire de Brethmas	826	907	10%	1 565	1 727	10%	2 002	2 333	17%
G S 1 0	443	Amont confluence avec Gardon d'Anduze	891	968	9%	1 673	1 819	9%	2 192	2 532	16%

#### 3.4.4.4 Scénario 2 après travaux

Le scénario 2 analyse les conséquences de la saturation de la capacité de stockage du barrage sous l'effet d'un aléa significativement plus important que celui correspondant au niveau de protection (cote initiale à la retenue normale, fonctionnement nominal des organes d'évacuation des crues, crue de période de retour 1000 ans).

Le tableau détaille la performance pour une crue de période de retour 1000 ans définie au droit du barrage (115 km<sup>2</sup>).

Période de retour des crues au droit du barrage	1 : Qp entrant (m <sup>3</sup> /s)	2 : Qp sortant (m <sup>3</sup> /s)	Réduction de débit $([2]-[1]) / [1]$	Cote dans la retenue (m NGF)	Volume total stocké dans la retenue (Mm <sup>3</sup> )
1000 ans	1610	1090	32%	264,5	14

**Figure 28 : laminage au droit du barrage après travaux pour Q1000**

Par comparaison avec l'état actuel, après travaux, le débit laminé pour la crue millénaire augmente de +180 m<sup>3</sup>/s et le laminage est réduit à 32% (contre 43% dans l'état actuel).

La cote de danger étant fixée à 268,8 m NGF après travaux, ce scénario n'induit pas de rupture de l'ouvrage.

Les résultats obtenus dans la vallée du Gardon d'Alès sont figurés dans le tableau suivant.

**Tableau 15 : Limites de performance de l'aménagement – Scénario 2 – après travaux**

Nœud	Bassin versant (km <sup>2</sup> )	Commune	T = 1 000 ans		
			Nominal Qn (m <sup>3</sup> /s)	Scénario 2 Qs2 (m <sup>3</sup> /s)	Ecart (%) $(Qn-Qs2)/Qn$
GS3	160	La Grande Combe	1 945	1 455	25%
GS5	269	Cendras	2 445	2 404	2%
GS6	307	Alès	2 771	2 713	2%
GS8	413	Saint-Hilaire de Brethmas	3 515	3 341	5%
GS10	443	Amont confluence avec Gardon d'Anduze	3 850	3 579	7%

## RUBRIQUE 4. CARTOGRAPHIE

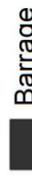
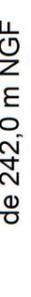
Les cartes insérées dans la présente rubrique sont présentées dans le tableau suivant.

Catégorie	N° de la carte	Titre de la carte
4.1 Cartes administratives	1A	Limites administratives de l'EPTB Gardons (GEMAPIEN)
	1B	Limites administratives d'Alès Agglomération (EPCI)
	2	Limites du territoire bénéficiant d'une diminution du risque d'inondation et localisation des ouvrages hydrauliques
4.2 Cartes liés à la description des conditions naturelles	3	Localisation du barrage, du cours d'eau intercepté par l'aménagement hydraulique et de son bassin versant
	4	Localisation des éléments constituant l'aménagement hydraulique et emprise de la retenue

# Etude de dangers de l'Aménagement Hydraulique de Sainte-Cécile d'Andorge

## Carte 4 : Emprise de la retenue

### Légende

-  Barrage
-  Pertuis et tulipe
-  Retenue à la cote de 242,0 m NGF (pertuis de 1/2 fond)
-  Retenue à la cote de 261,34 m NGF (seuil de la tulipe)



Décembre 2021

0 100 200 300 m

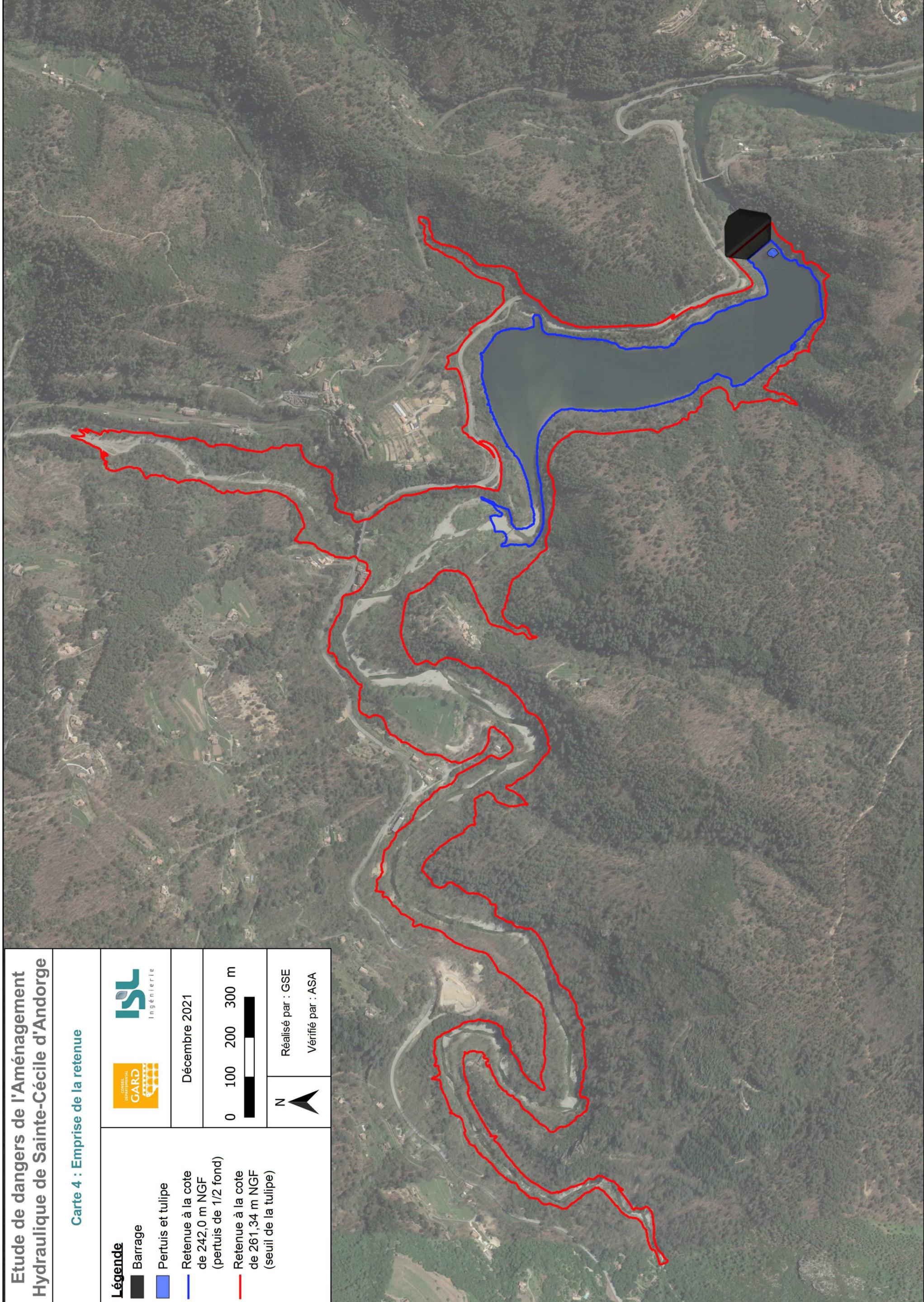


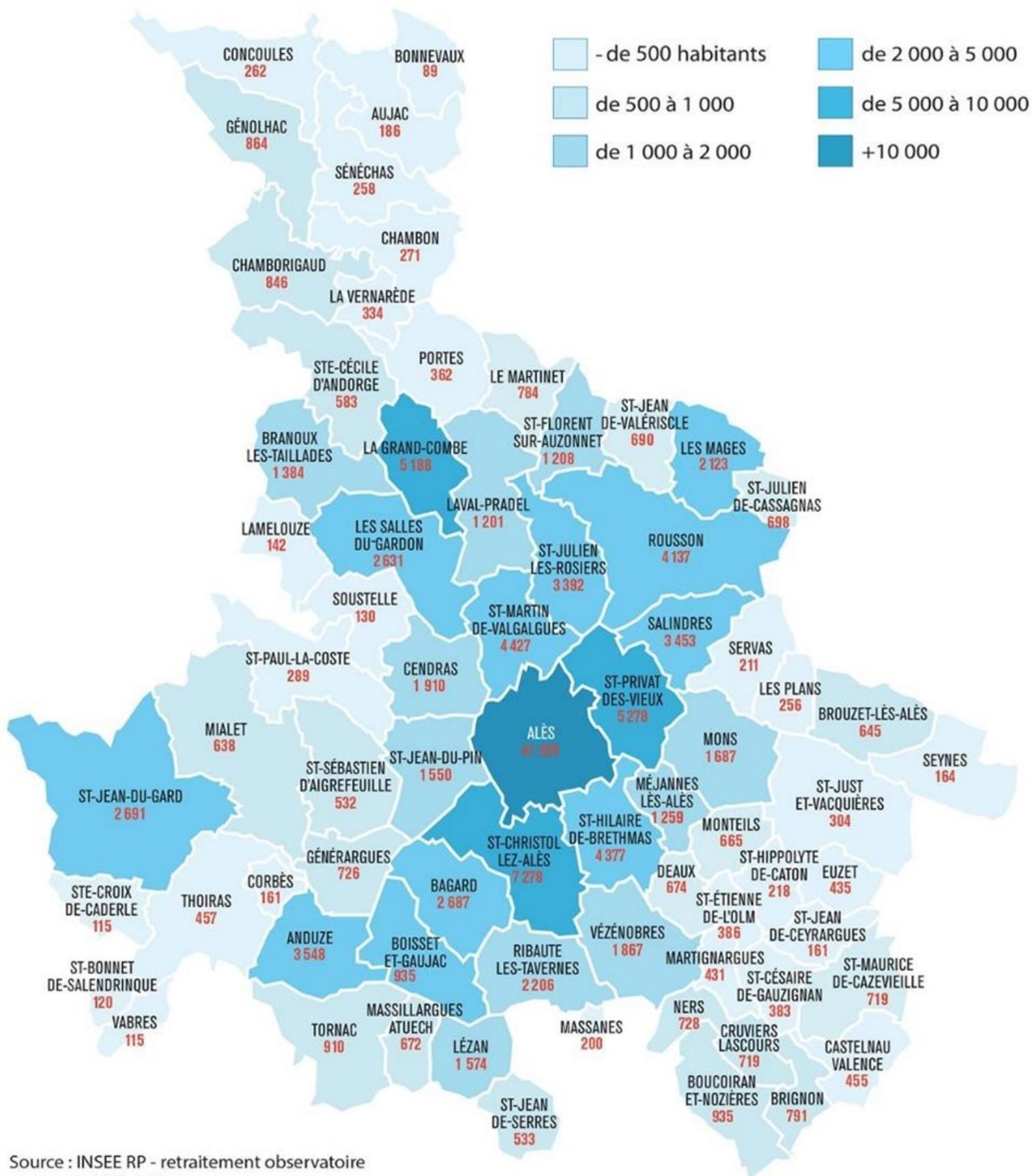
N



Réalisé par : GSE

Vérifié par : ASA





# Etude de dangers de l'Aménagement Hydraulique de Sainte-Cécile d'Andorge

## Carte 2 : Territoire bénéficiant de l'aménagement hydraulique

### Légende

- ▲ AH STE CECILE
- COMMUNES BENEFICIANT DE L'AH
- NOEUD GARDON



Décembre 2020

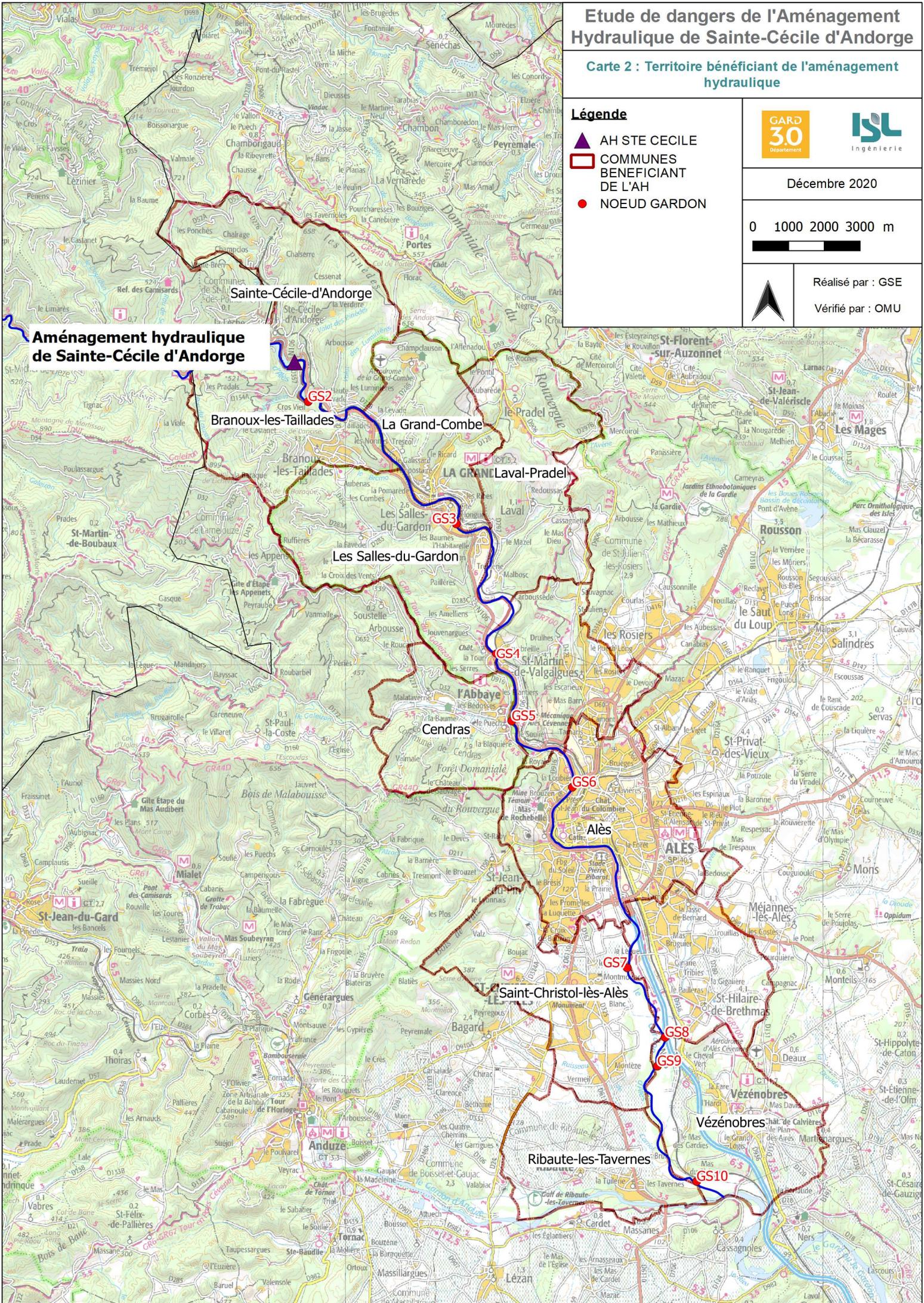
0 1000 2000 3000 m



Réalisé par : GSE

Vérifié par : OMU

### Aménagement hydraulique de Sainte-Cécile d'Andorge



**Etude de dangers de l'Aménagement Hydraulique de Sainte-Cécile d'Andorge**

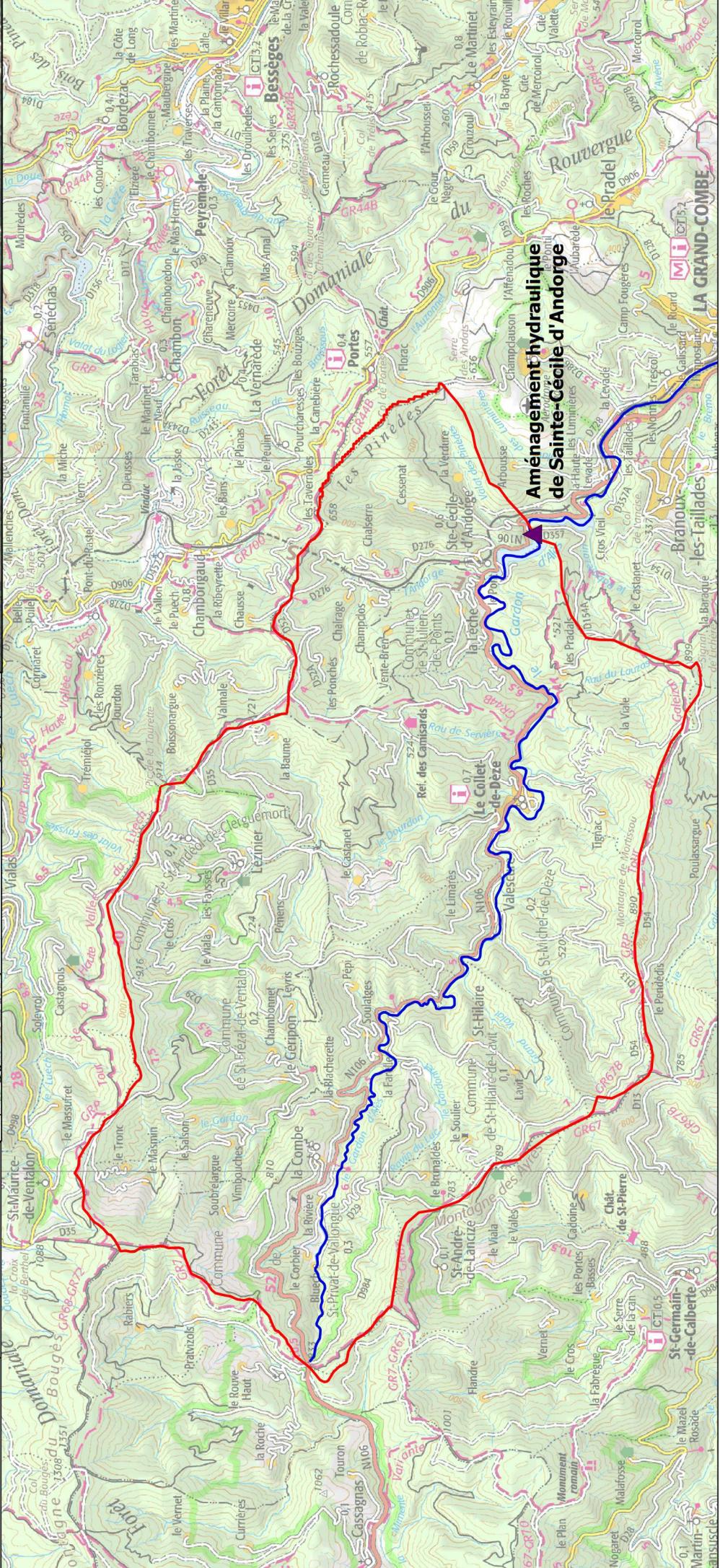
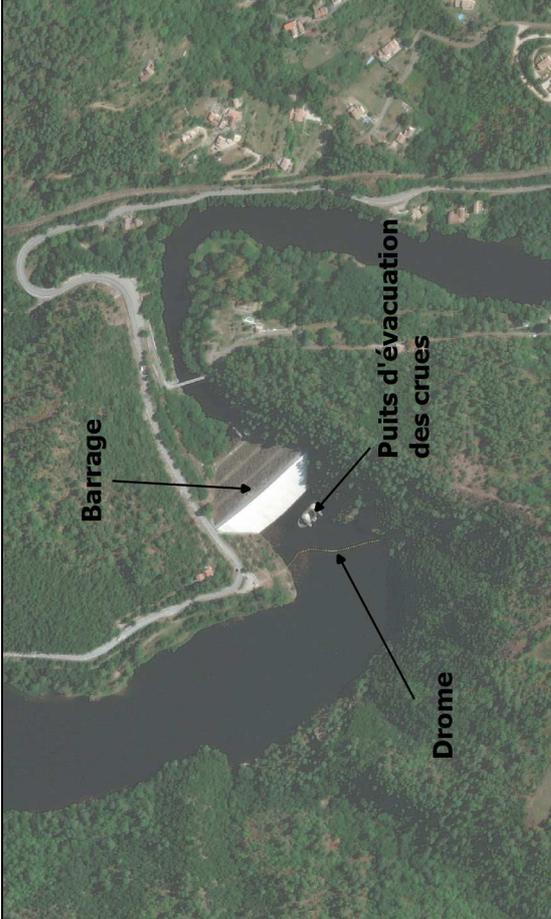
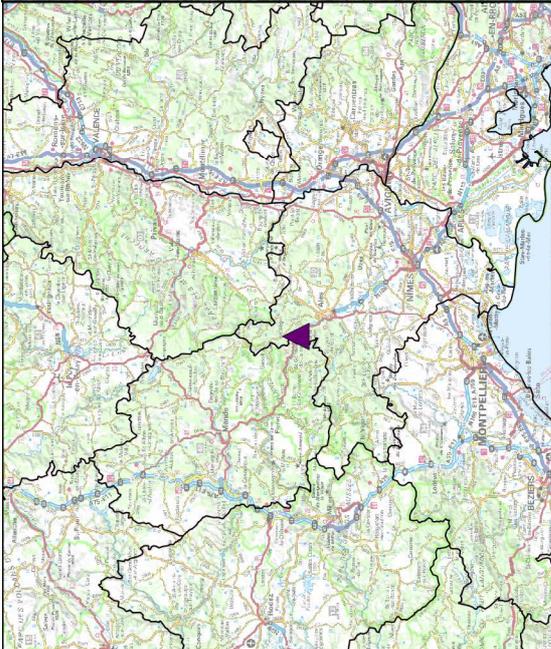
**Carte 3 : Localisation de l'aménagement hydraulique**

		Décembre 2020
		Réalisé par : GSE Vérifié par : ASA





**Légende**  
 AH STE CECILE  
 BASSIN\_VERSANT  
 GARDON D'ALES



# Etude de dangers de l'Aménagement Hydraulique de Sainte-Cécile d'Andorge

## Carte 4 : Emprise de la retenue

### Légende

-  Barrage
-  Pertuis et tulipe
-  Retenue à la cote de 242,0 m NGF (pertuis de 1/2 fond)
-  Retenue à la cote de 261,34 m NGF (seuil de la tulipe)



Décembre 2021

0 100 200 300 m

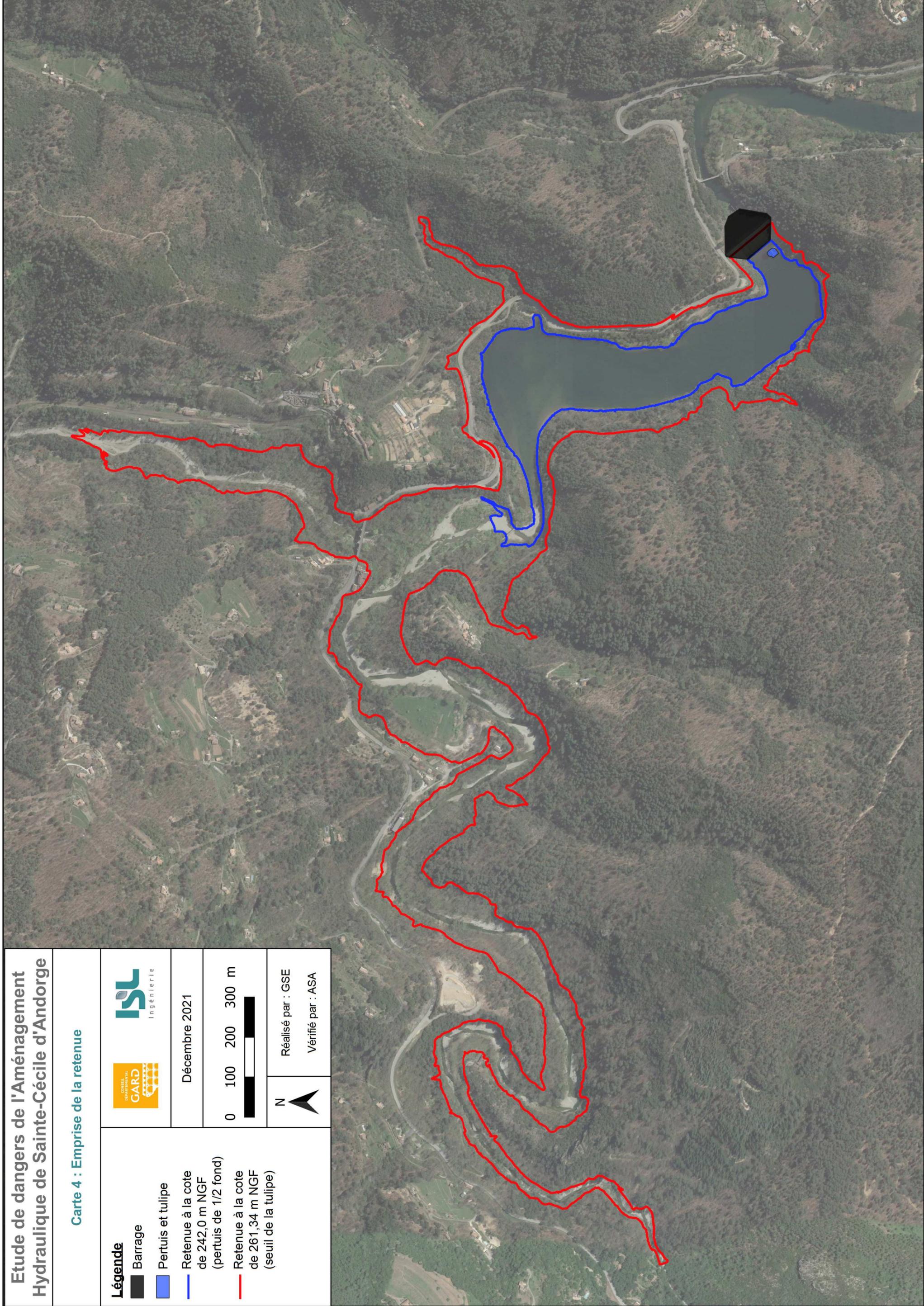


N



Réalisé par : GSE

Vérifié par : ASA



## ANNEXE 1      ANNEXE BIBLIOGRAPHIQUE

1. « RM13-09\_F\_COMPLET : Dossier de Révision Spéciale : Actualisation des études hydrologiques des barrages de Sainte-Cécile d'Andorge et de Sénéchas », ISL, Hydris Hydrologie – octobre 2015
  
2. « RM05-30\_B : Référentiel hydrologique sur le bassin versant des Gardons », ISL – octobre 2005
  
3. « Consignes écrites de surveillance et d'exploitation en toutes circonstances – Barrage de Sainte-Cécile d'Andorge », version 3, Département du Gard – juin 2021
  
4. « Etude de dangers du barrage de Sainte-Cécile d'Andorge\_indice\_C », BRLi – Décembre 2014
  
5. « Plan Particulier d'Intervention – Barrage de Sainte-Cécile d'Andorge », Préfecture du Gard – avril 2013
  
6. « Arrêté du règlement d'eau du barrage de Sainte-Cécile d'Andorge », Préfecture du Gard – janvier 1967

## ANNEXE 2 APPROCHE EN COTE SHYPRE

### Préambule

La révision de l'hydrologie des crues du barrage de Ste-Cécile d'Andorge a été réalisée en 2014. Les résultats suivants sont issus de ce document.

Plusieurs méthodes ont été employées. Les résultats retenus ont été ceux obtenus par la méthode SHYPRE (méthode de Simulation d'Hydrogrammes pour la PREdétermination des crues). Elle associe un générateur stochastique de pluies horaires et une transformation de la pluie en débit. Elle permet de générer de très longues chroniques de pluies horaires (sur 100 000 ans, par exemple) et d'hydrogrammes de crue. Elle a été développée par l'IRSTEA en partenariat avec Météo-France et la Direction de Prévention des Pollutions et des Risques (DPPR) du Ministère de l'Environnement et du Développement Durable.

Une approche « cote de projet » a été mise en œuvre. Elle a consisté à étudier directement la distribution de fréquence des cotes atteintes dans la retenue. Pour cela, HYDRIS-hydrologie a développé, avec l'appui scientifique de l'IRSTEA d'Aix-en-Provence, l'intégration dans SHYPRE d'un module de laminage permettant de simuler le comportement hydraulique des barrages. La méthode Shypre permet ainsi de générer les distributions de cote dans les retenues.

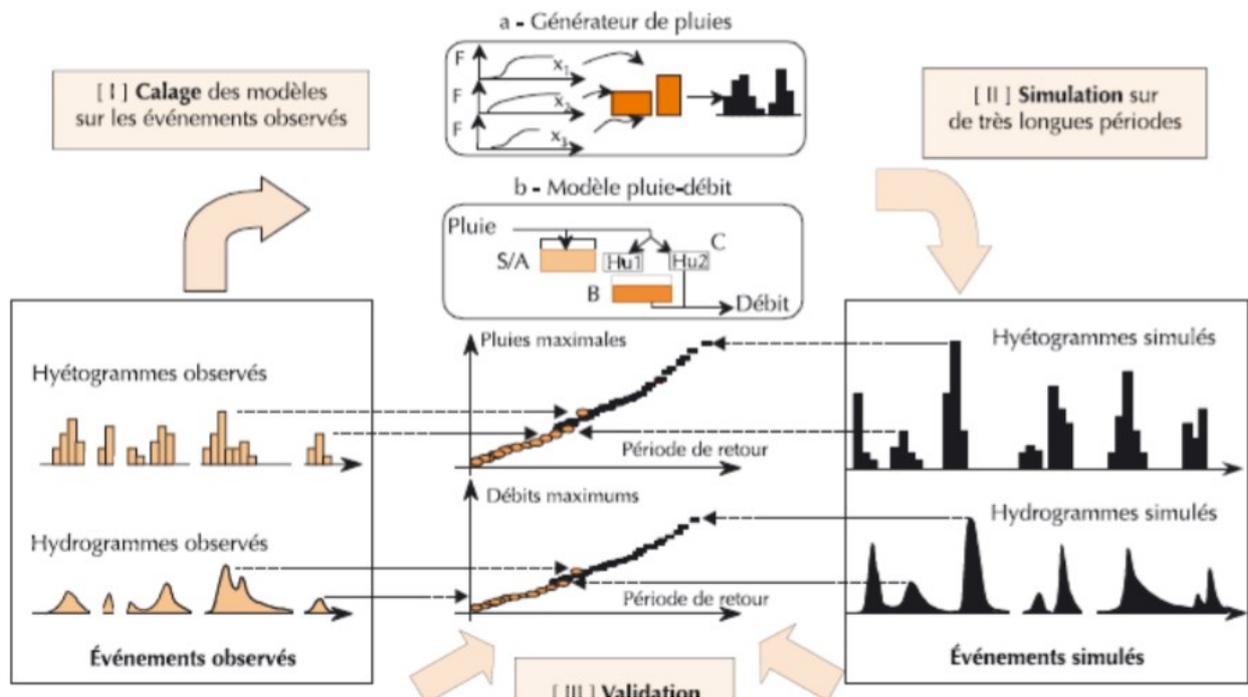
### Présentation générale

La méthode SHYPRE, développée par l'INRAE (anciennement Cemagref) d'Aix-en-Provence, associe :

- un générateur stochastique de pluies horaires,
- et une transformation de la pluie en débit.

Ces techniques de simulation permettent de générer de très longues chroniques de pluies horaires (sur 100 000 ans, par exemple) et d'hydrogrammes de crue.

Un simple classement des pluies et des débits simulés permet alors de tracer les distributions de fréquence « empiriques » des pluies et des débits de différentes durées et d'en déduire les quantiles pour une large gamme de période de retour (de 2 à 10000 ans, par exemple) et pour les deux saisons de SHYPRE : l'été (mois de Juin à Novembre) et l'hiver (mois de Décembre à Mai).



### **Principe de la méthode SHYPRE**

#### **Le modèle de génération stochastique des pluies horaires :**

Le modèle de génération de la pluie s'appuie sur une description géométrique du signal temporel de pluie. La génération du signal temporel de pluie est réalisée en deux étapes :

La première étape est l'étude descriptive du phénomène. Elle est basée sur l'analyse de la structure temporelle interne des événements pluvieux observés au pas de temps horaire. Un événement pluvieux est défini comme une succession de pluies journalières supérieures à 4mm et dont au moins une est supérieure à 20 mm.

Huit variables, identifiées par leur loi de probabilité, sont utilisées pour décrire le signal. Ces 8 variables sont alors « journalisées », ce qui permet de les déterminer à partir de 3 paramètres journaliers :

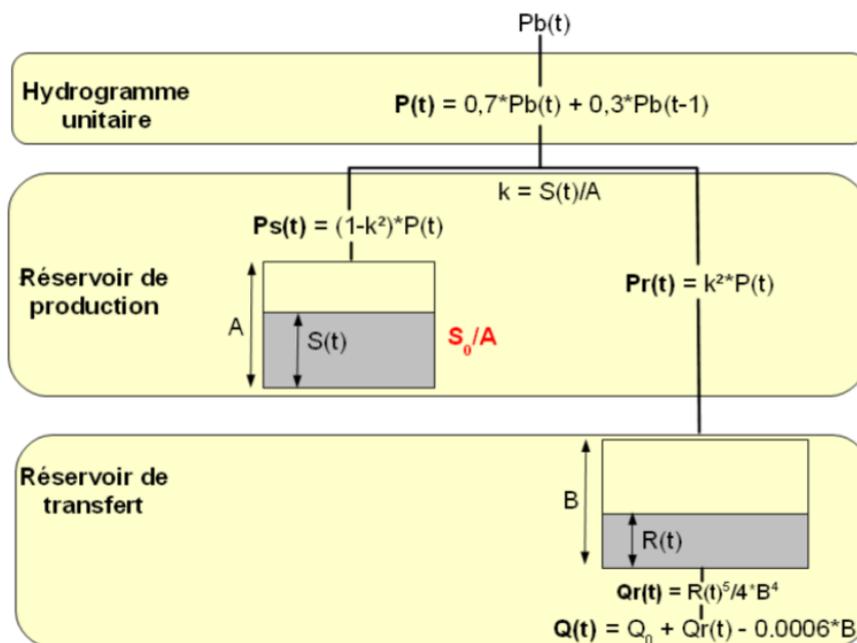
- NE = le nombre moyen d'événements pluvieux de la saison (en jours).
- PJmax = la moyenne des hauteurs des pluies journalières maximales par épisodes de la saison (en 1/10 mm).
- DTOT = la moyenne de la durée totale des événements de la saison (en jours).

Les données d'une station pluviométrique journalière suffisent alors pour appliquer SHYPRE.

La seconde étape consiste alors en la génération des hyétogrammes horaires à partir des variables descriptives qui sont générées, de manière indépendante, par tirage aléatoire dans leur loi de probabilité suivant une méthode de Monte-Carlo. De multiples scénarios de pluies horaires générées sur de très longues périodes de simulation sont ainsi obtenus.

### Le modèle pluie-débit :

Dans sa version actuelle, SHYPRE utilise une version simplifiée du modèle GRs au pas de temps horaire développé par l'IRSTEA. Son architecture est la suivante.



Architecture du modèle GRs

L'expérience de l'IRSTEA, qui a utilisé les modèles SCS et GRs dans SHYPRE, a conduit au choix du modèle GRs qui s'est avéré meilleur pour traiter des chroniques de pluie horaire.

C'est un modèle comportant 2 réservoirs : A et B.

Le réservoir A assure le rôle de fonction de production non linéaire. Il ne produit pas de débit et se vidange par un débit de perte constant. Sa valeur est fixée à la valeur de la pluie journalière centennale du bassin versant avec la contrainte d'être  $\geq 200$ mm. Le débit de fuite est fixé à 1% de PJ100 avec la contrainte d'appartenir à l'intervalle [0.5 ; 3].

Le réservoir B assure le rôle de fonction de transfert non linéaire. En amont de ce réservoir B, la pluie passe par un hydrogramme unitaire (HU) très simple qui la répartit sur quelques heures :  $\alpha$  % de la pluie entrent dans B pendant le pas de temps  $t$  et  $(\alpha - 1)$  % sont reportés aux pas de temps suivants ( $\alpha$  étant fonction de la surface du bassin versant). Le débit qui sort de B est proportionnel au niveau R de B

La pluie horaire est répartie entre les réservoirs A et B : La proportion de pluie qui entre dans A est inversement proportionnelle au niveau S de A.

Les deux paramètres de calage sont alors :

- S0/A : le niveau de remplissage du réservoir A au début de l'événement,
- B la capacité du réservoir B.

S0/A est événementiel : il peut varier d'un événement à l'autre, alors que B est considéré comme fixe pour un bassin versant.

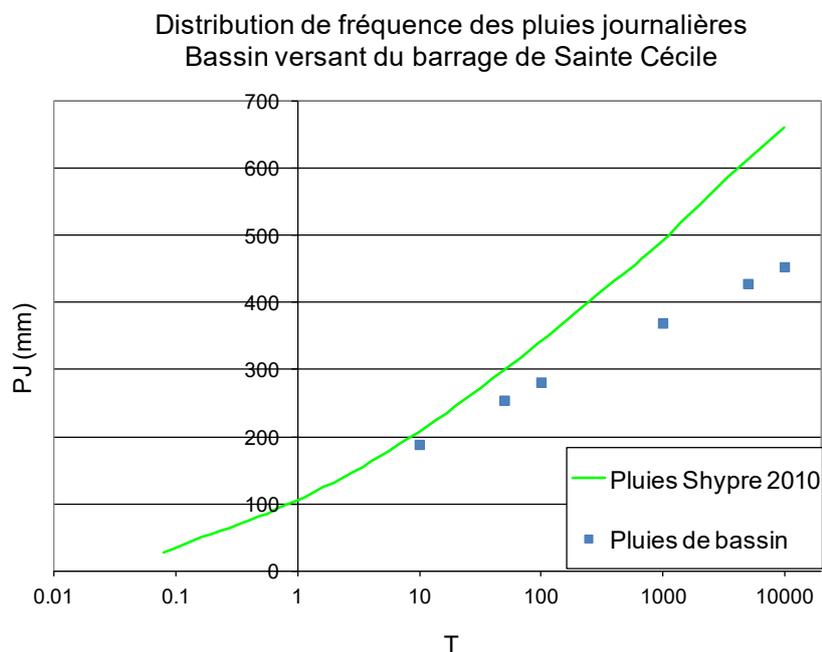
Shypre comprend une approche saisonnière constitutive de l'approche annuelle qui comprend deux saisons hydrologiques :

- hiver : décembre à mai,
- été : juin à novembre.

## Cumuls pluviométriques de référence shypre

Le graphique suivant présente pour le bassin versants de Sainte-Cécile d'Andorge :

- les ajustements de gumbel des pluies de bassin estimées dans le cadre de révision spéciale,
- les distributions des pluies journalières issues de Shypre.

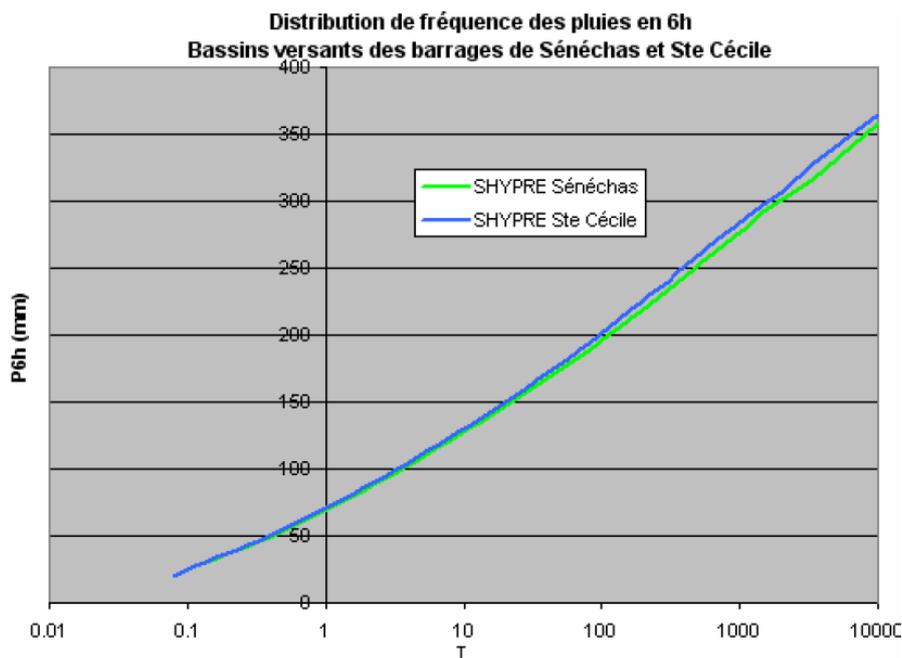


**Pj SHYPRE 2010 et Pj de bassin ajustées (Gumbel) pour Sainte-Cécile**

Les pluies journalières de période de retour 10 000 ans estimées par la dernière version de Shypre sont d'environ 660 mm pour les deux bassins versants.

Elles sont supérieures de 45 % environ à celles estimées dans le cadre de la présente étude par un ajustement de Gumbel (450 mm à Sainte-Cécile et environ 470 mm à Sénéchas). Ces écarts s'expliquent par le fait que l'utilisation en climat méditerranéen d'une loi à croissance exponentielle telle que la loi de Gumbel, sans sous-échantillonnage homogène par types d'événement, sous-estime les quantiles de pluie pour les fortes périodes de retour.

La figure suivante présente les distributions de fréquence SHYPRE des pluies en 6 heures des bassins versants de Sénéchas et Ste-Cécile.



Ces résultats sont synthétisés dans le tableau suivant.

Bassin versant <b>Sainte Cécile</b>	10 ans	50 ans	100 ans	1000 ans	5000 ans	10000 ans
P journalière	205 mm	300 mm	345 mm	490 mm	610 mm	660 mm
P6h de bassin	130 mm	180 mm	205 mm	285 mm	305 mm	364 mm

**PJ et P6h SHYPRE - Sainte Cécile et Sénéchas**

## Calage des paramètres du modèle pluie-débit GRS

Le modèle pluie-débit GRS a dans un premier temps été calé sur les distributions de fréquence des volumes ruisselés observés. Ces distributions ont été issues des données de volumes ruisselés reconstitués par ISL et complétées par Hydris pour toutes les crues au droit du barrage depuis sa construction.

Pour toutes saisons confondues et pour toutes durées (6h et 24h), les crues retenues par Hydris sont au total de :

- 78 sur le bassin versant de Sainte Cécile,
- 45 sur le bassins versants de Sénéchas.

La méthode SHYPRE comporte 2 saisons hydrologiques : « été » (de juin à novembre) et « hiver » (de décembre à mai). Les crues retenues par Hydris ont été classées en fonction de ces saisons.

Le recalage porte sur le paramètre de production  $S_0/A$  (Taux de remplissage (S) initiale (0) du réservoir de production (A)) du modèle pluie-débit conceptuel GR, compris entre 0 et 1 et représentant l'état de saturation hydrique du bassin versant.

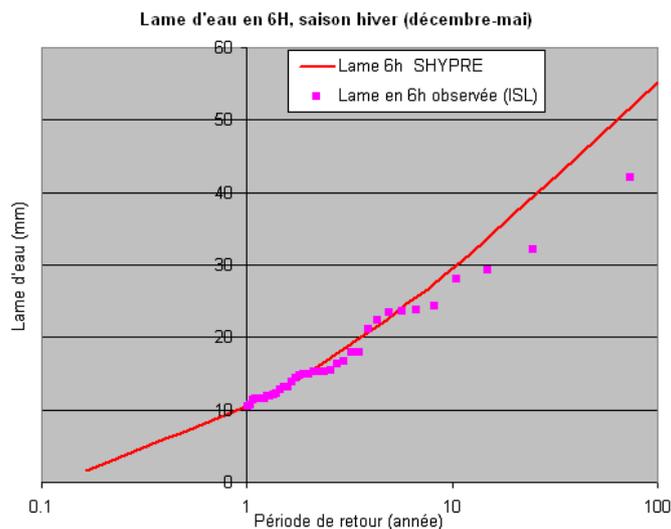
Le paramètre de production  $S_0/A$  a été calé pour chacune des deux saisons, de manière à obtenir une distribution de fréquence des lames d'eau en 6h et 24h proche de la distribution de fréquence « observée ».

Pour Ste-Cécile d'Andorge, les valeurs obtenues sont les suivantes :

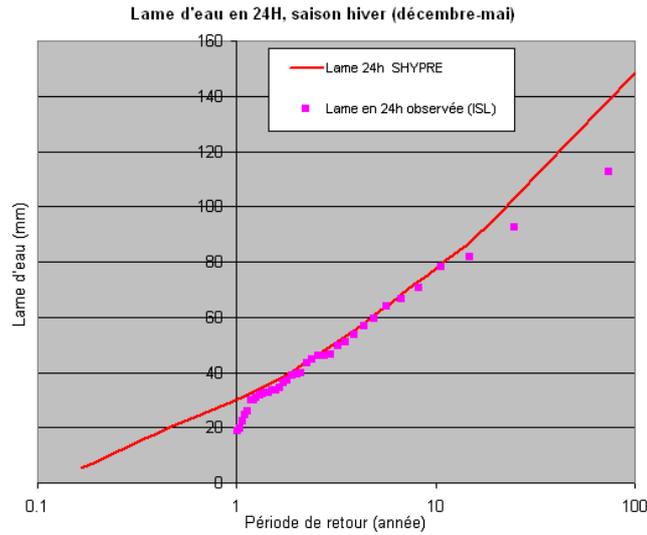
- Ste Cécile :  $S_0/A$  hiver = 0.74 et  $S_0/A$  été = 0.70

Les graphiques suivants présentent les distributions de fréquence saisonnières des volumes ruisselés sur 6h et 24h issues de Shypre 2010 et des observations.

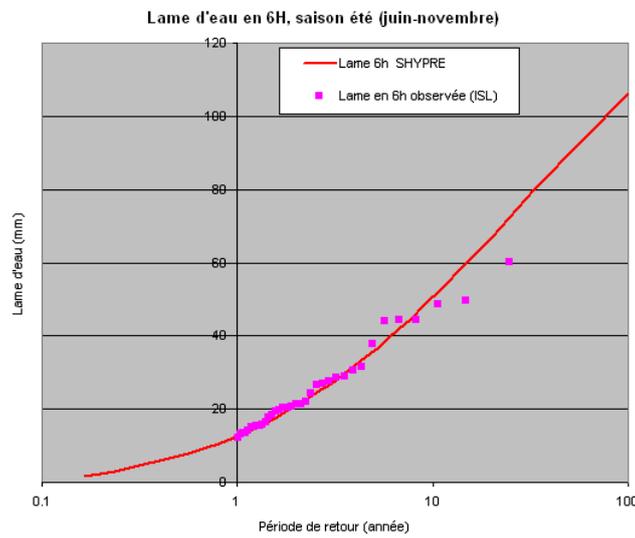
Bassin versant du barrage de Sainte Cécile :



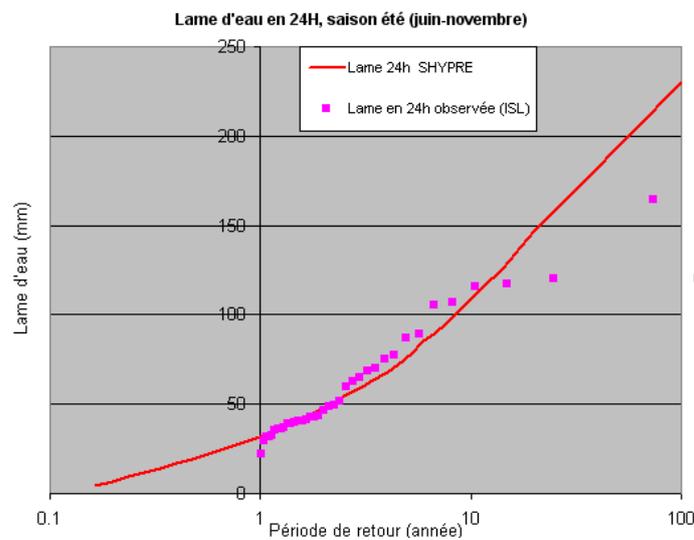
**SHYPRE 2010 - V6h (décembre/mai)- barrage de Sainte Cécile**



**SHYPRE 2010 - V24h (décembre/mai)- barrage de Sainte Cécile**



**SHYPRE 2010 - V6h (juin/novembre) barrage de Sainte Cécile**



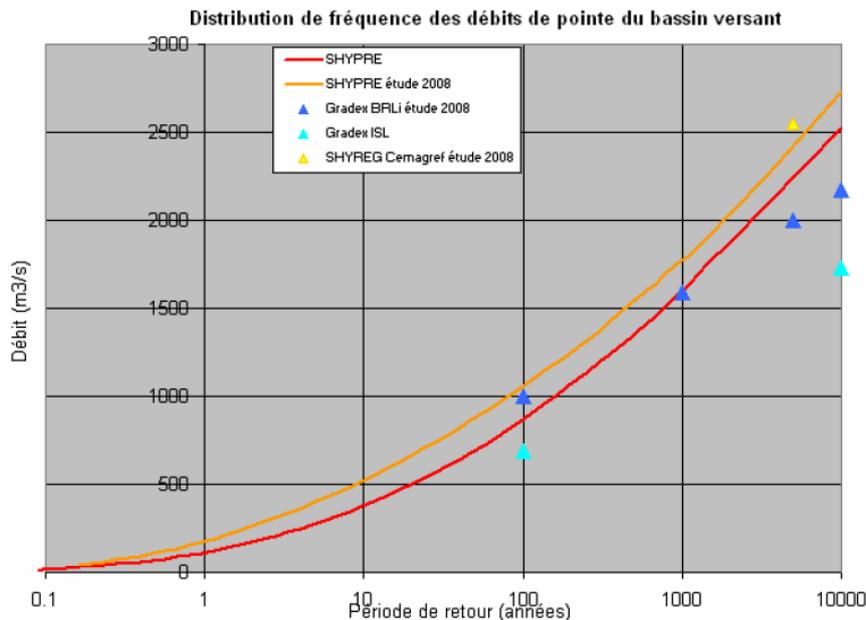
**SHYPRE 2010 - V24h (juin/novembre)- barrage de Sainte Cécile**

Les distributions des lames d'eau SHYPRE sont calées sur les distributions des « lames d'eau observées » pour les fréquences courantes, zone dans laquelle les distributions « observées » sont stables et non soumises au problème de l'échantillonnage.

## Resultats SHYPRE

### Débits de pointe des crues

Shypre a été utilisé pour apprécier les distributions de fréquence annuelle des débits de pointe du bassin versants de Sainte-Cécile d'Andorge. La distribution de fréquence annuelle du débit de pointe est présentée sur le graphique suivant.



**Distribution de fréquence des débits de pointe –Sainte Cécile**

Les tableaux suivants présentent pour les débits de pointe de référence obtenus par SHYPRE.

	10 ans	100 ans	1000 ans	5000 ans	10000 ans
Qp Ste-Cécile	389 m³/s	868 m³/s	1605 m³/s	2236 m³/s	2520 m³/s
Q6h Ste-Cécile	278 m³/s	578 m³/s	948 m³/s	1241 m³/s	1374 m³/s
Q24h Ste-Cécile	160 m³/s	320 m³/s	538 m³/s	710 m³/s	785 m³/s

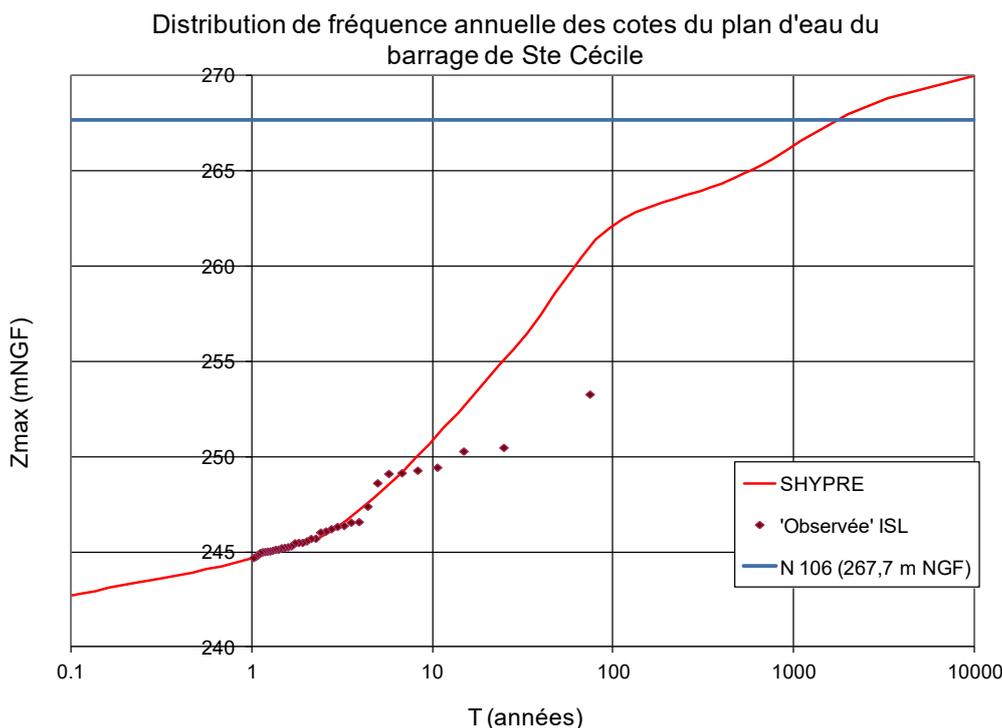
### Résultats Shypre

### Cotes dans les retenues

La méthode Shypre permet également de générer les distributions de cote dans les retenues. Les graphiques suivants présentent pour chaque barrage :

- les distributions des cotes observées pour les crues reconstituées par ISL,
- les distributions de fréquence des cotes du plan d'eau issues de Shypre.

Il a été fait l'hypothèse d'une cote initiale dans la retenue égale à la cote de retenue normale qui correspond à la cote des pertuis de laminage (cote 242,0 m NGF).



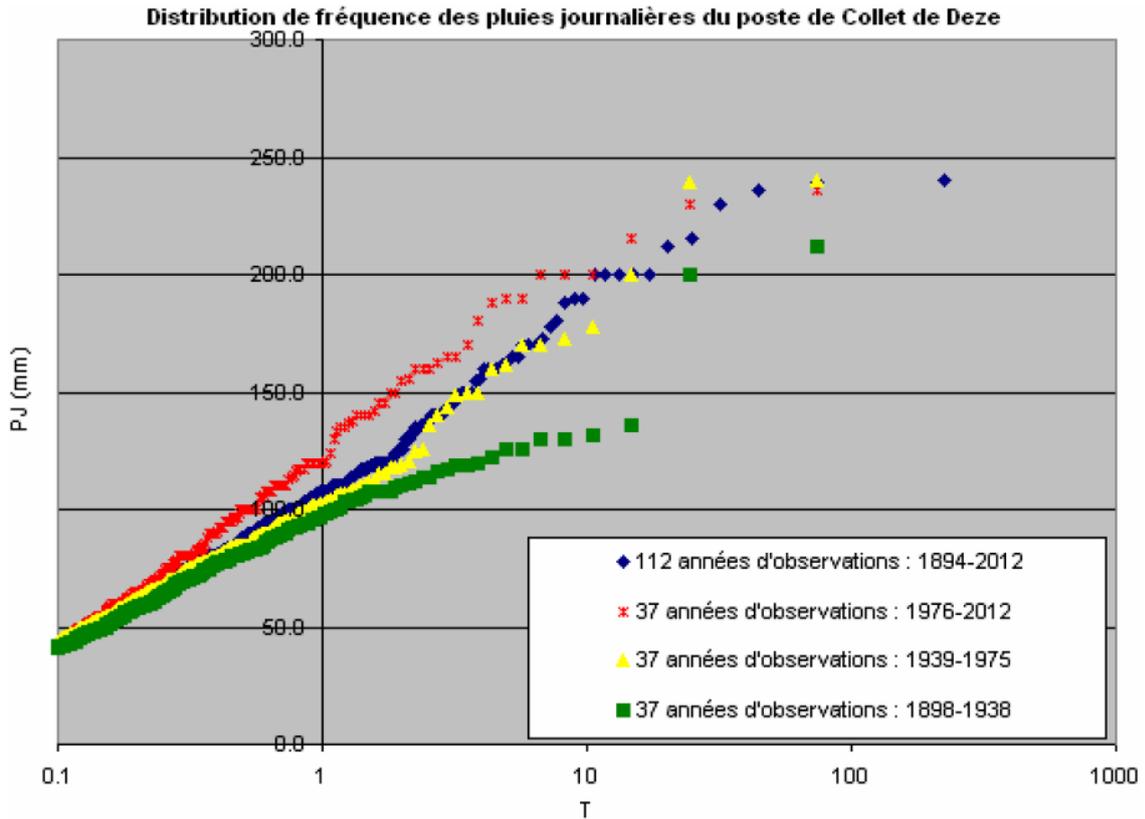
Les distributions SHYPRE sont en accord avec les distributions « observées » sur la partie stable de celles-ci (au dessous de 10 ans).

### Représentativité climatologique de la période de calage (1976-2012)

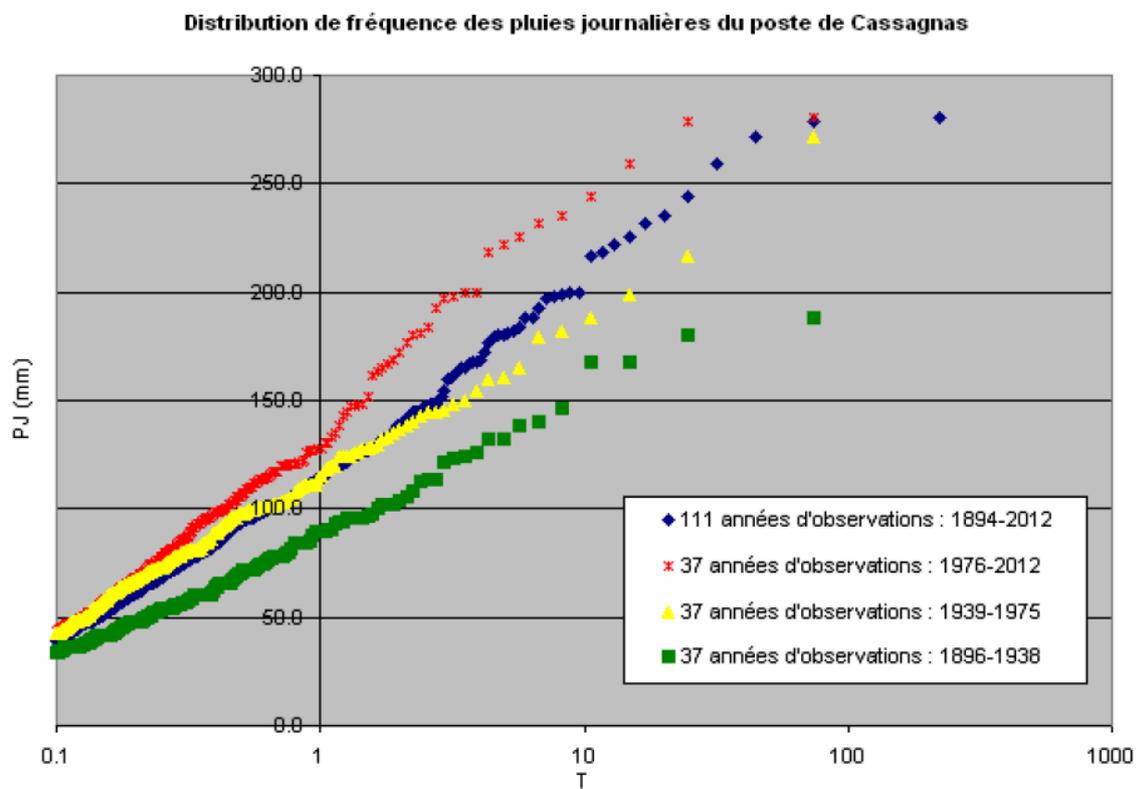
Le calage du modèle pluie-débit GRs d'Hydris reposant sur les mesures limnigraphiques de la période de 37 années 1976-2012, il a été cherché à définir la représentativité climatologique de cette période par rapport aux séries longues de pluies journalières.

Pour cela Hydris a examiné les distributions de fréquences des pluies journalières des postes de Collet de Dèze et Cassagnas (utilisés pour le calcul de la pluie de bassin de Ste Cécile) sur la période 1894-2012 (112 ans de données) et sur 3 périodes de 37 années de données : 1898-1938, 1939-1975, 1976-2012.

Les distributions de fréquences correspondantes figurent sur les graphiques suivants.



Distribution de fréquence des pluies journalières au poste de Collet de Deze [3]



Distribution de fréquence des pluies journalières au poste de Cassagnas [3]

Pour ces deux stations, la distribution de fréquences des pluies journalières de la période 1976-2012 est nettement supérieure à celle de 1939-1975, elle même nettement supérieur à celle de 1898-1938.

Face à ce constat, l'avis de Météo France a été sollicité par le Conseil Général.

Les investigations menées par Météo-France sur la station de Collet de Dèze ont montré l'existence de ruptures d'homogénéité sur la période 1887-2000. Ces ruptures peuvent avoir des causes diverses : changement d'opérateur, modification de l'instrumentation, déplacement des stations ...).

Une série homogénéisée est disponible pour cette station et cette période mais au pas de temps mensuel et non pas au pas de temps journalier comme cela est nécessaire pour appliquer la méthode SHYPRE. N'étant pas en mesure de produire des séries homogénéisées au pas de temps journalier, le Conseil Général a choisi de garder les chroniques de 110 ans de pluie journalière (1894-2003) non homogénéisées comme données d'entrée.

Outre la problématique de l'homogénéité des séries, ces comparaisons montrent que la période de 37 années (1976-2012), dont les données sont a priori les plus fiables et sur laquelle repose le calage du modèle pluie-débit GRs [3], présente des cumuls de pluviométrie journalière un peu plus forte.

Les distributions de fréquence des lames d'eaux observées utilisées pour caler SHYPRE ne pêcheraient donc pas par défaut pour les fréquences courantes et se placent donc du côté de la prudence.

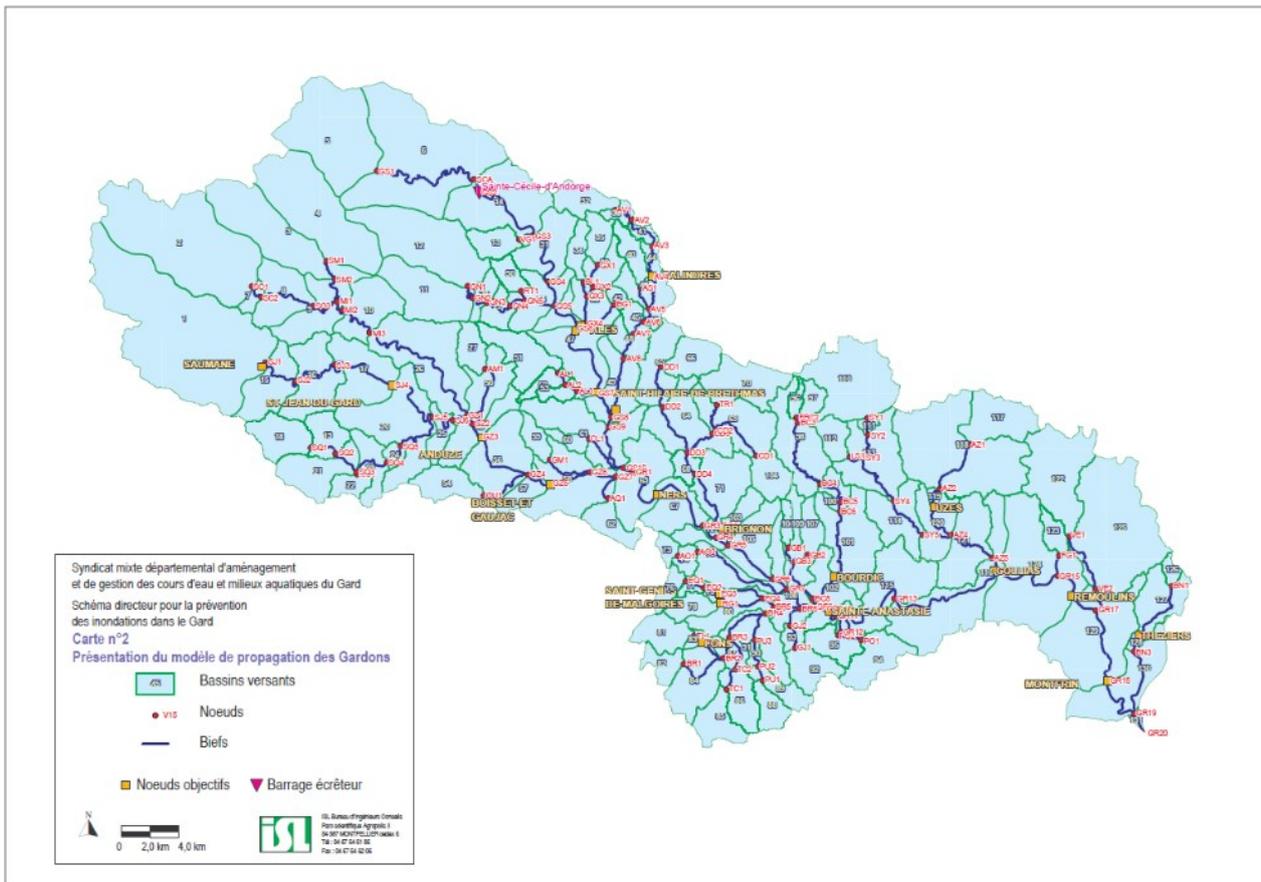
A contrario, cette hétérogénéité des séries pluviométriques incite à considérer avec prudence les estimations basées sur le gradex à partir de ces séries.

## ANNEXE 3 MODELE HYDROLOGIQUE DU SDAPI

Le modèle hydrologique construit dans le cadre du SDAPI couvre l'ensemble du bassin versant des Gardons et comprend :

- 131 sous-bassins versants,
- 151 nœuds dont le barrage de Ste-Cécile d'Andorge,
- 150 biefs.

Il permet de reproduire le fonctionnement du barrage en introduisant des hyétogrammes (entre 1 et 131 hyétogrammes c'est-à-dire un hyétogramme distinct pour chaque sous-bassin).



**Schéma synoptique du modèle des Gardons**

Ce modèle a été calé sur les crues de septembre 2002, décembre 1997 et octobre 1994.

Il a été exploité pour établir :

- l'hydrologique du bassin des Gardons (Rapport ISL RM05-028) : le SMAGE des Gardons a souhaité exploiter le modèle afin de mener une analyse hydrologique à l'échelle du bassin ; 50 nœuds de calculs ont fait l'objet d'une analyse hydrologique détaillée pour des périodes de retour 10, 20, 50 et 100 ans.
- le référentiel hydrologique du bassin des Gardons (Rapport ISL RM05-030) : dans le cadre de l'élaboration des PPRI du bassin des Gardons, la Direction Départementale de l'Équipement du Gard a fait part de son intérêt pour la réalisation d'un référentiel hydrologique sur le bassin des à l'aide du modèle.

La démarche menée par la DDE du Gard a compris :

- le recalage du modèle sur la crue de septembre 2002 avec comme objectif le respect des fourchettes d'estimation émises à partir des études de validation des courbes de tarage du réseau SAC 30 (ex. service d'annonce des crues du Gard) ;
- la comparaison des débits de pointe estimés pour des pluies centennales à l'aide du modèle, à ceux estimés par d'autres méthodes (méthodes de l'Aude et formulation Bressand-Golossof) en l'absence du barrage de Ste-Cécile.

Il peut être exploité pour étudier l'impact des modifications du barrage sur les crues du Gardons d'Alès pour les événements de périodes de retour comprises entre 5 et 1000 ans. Le modèle inclut le barrage de Ste-Cécile d'Andorge.

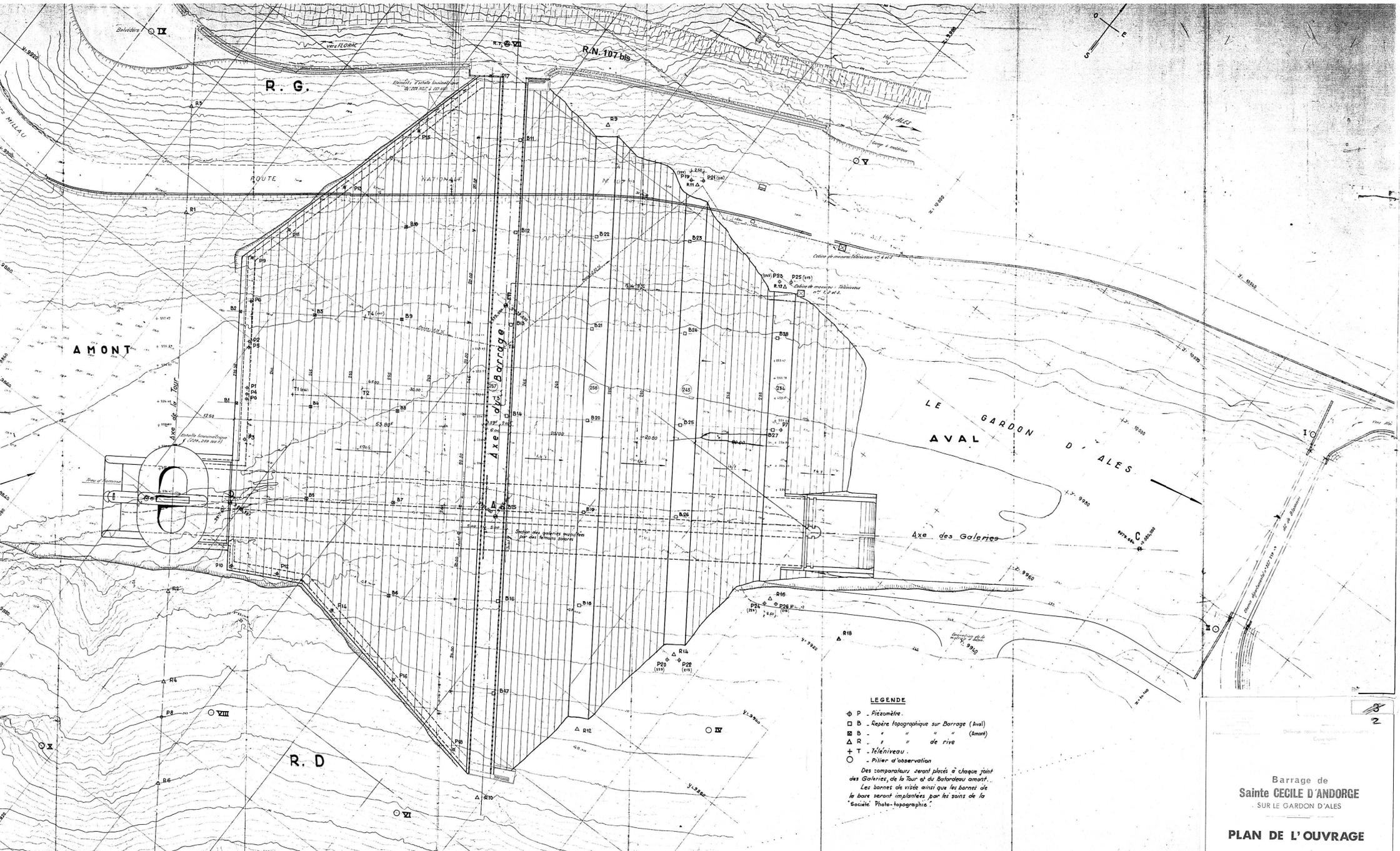
Les pluies de projet retenues sont celles de la méthode SHYPRE, qui a été mise à jour en 2014.

## ANNEXE 4 PLANS DE L'OUVRAGE

# **BARRAGE DE STE CECILE D'ANDORGE**

## **PLANS DE L'OUVRAGE**

- 5.1 – Vue en plan de l'ouvrage**
- 5.2 – Profils types du barrage**
- 5.3 – Masque**
- 5.4 – Masque (sections)**
- 5.5 – Masque (raccord plinthe)**
- 5.6 – Masque (raccord couronnement)**
- 5.7 – Couronnement**
- 5.8 – Plinthe béton (ancien batardeau)**
- 5.9 – Tulipe**
- 5.10 – Tulipe (coupes de détails)**
- 5.11 – Dispositifs de vidange et restitution**
- 5.12 – Galeries hydrauliques de fuite**
- 5.13 – Tête aval**



**LEGENDE**

- ⊕ P - Picomètre.
  - B - Repère topographique sur Barrage (Aval)
  - ⊞ B - " " " " (Amont)
  - △ R - " " " " de rive
  - + T - Téléniveau.
  - - Pilier d'observation
- Des comparateurs seront placés à chaque joint des Galeries, de la Tour et du Barrage amont.  
 Les bornes de visée ainsi que les bornes de la base seront implantées par les soins de la Société Photo-topographie.

Barrage de  
**Sainte CECILE D'ANDORGE**  
 SUR LE GARDON D'ALES

**PLAN DE L'OUVRAGE**