

Pétitionnaire :

CARCASSONNE AGGLO

1 rue Pierre Germain

11 890 CARCASSONNE CEDEX 9

Détail des calculs hydrauliques

**PROJET DE CREATION D'UNE RETENUE A
VOCATION D'IRRIGATION ET DU RESEAU
ASSOCIE SUR LA COMMUNE DE VAL-DE-
DAGNE (11)**

PROCEDURE DE DECLARATION



I.E.S. Ingénieurs Conseil

Agropole - BP342
47 931 AGEN Cedex 9

05 53 77 21 45
contact@ies-ic.com



HYDROGEN

Site Agropole
47 310 ESTILLAC

05 53 77 20 82
contact@hydrogen-ingenierie.fr

DATE : MAI 2026

REF : ENV/2024/AO

1. DIMENSIONNEMENT DE L'EVACUATEUR DE CRUES

1.1 Caractérisation de l'aléa considéré

Le paragraphe ici présenté a pour but de préciser les paramètres de calculs utilisés en vue de la caractérisation de l'aléa considéré pour le dimensionnement de l'évacuateur de crues. La méthodologie utilisée est présentée dans l'annexe « *Méthodologie des calculs hydrologiques et hydrauliques* ».

1.1.1 LE COEFFICIENT DE RUISSELLEMENT

Les coefficients de ruissellements pris en compte pour cette étude sont les suivants :

Occupation du sol	C
Zone Urbanisée	0,95
Prairies et friches	0,55
Cultures	0,70
Bois	0,50
Plan d'eau	0,95

Tableau 1. Coefficients de ruissellement utilisés pour cette étude

1.1.2 CARACTERISTIQUES PLUVIOMETRIQUES

Le tableau suivant présente les paramètres pluviométriques utilisés lors de cette étude.

Période de retour de la pluie (années)	Paramètres de Montana (IT 77)		Paramètres de Montana (Val de Dagne) De 6 min à 1 h		Coefficients de la formule superficielle			
	a	b	a	b	K	α	β	γ
100			75,52	-0,392				
20			57,44	-0,430				
10	6,7	-0,55	42,95	-0,475	1,601	0,27	1,19	0.8
5			34,44	-0,498				
2	4,6	-0,62			1,0087	0,31	1,22	0,77

Tableau 2. Caractéristiques pluviométriques

1.1.3 PARAMETRES DE CALCUL

1.1.3.1 COEFFICIENT DE MANNING

Le tableau suivant présente les valeurs utilisées pour la présente étude :

Coefficient de Manning	n
Ecoulement concentré	0,050
Ecoulement dans les fossés	0,020
Ecoulement étalé	0,020

Tableau 3. Coefficient de Manning pour les différents types de sol rencontrés dans la présente étude

1.1.3.2 RAYON HYDRAULIQUE DE L'ECOULEMENT R.

Le tableau suivant présente les valeurs utilisées pour la présente étude et selon les recommandations du TR55.

Rayon hydraulique	R (m)
Ecoulement concentré	0,30
Ecoulement dans les fossés	0,20

Tableau 4. Rayon hydraulique pour différents types d'écoulements

1.1.4 RESULTATS DES CALCULS DU DEBIT DE POINTE

Le temps de concentration du bassin versant est estimé à environ 35 minutes.

Au regard de la superficie du bassin versant du projet (159 ha) seule la méthode rationnelle est applicable parmi les formules usuelles. En appliquant les coefficients de Montana de Val de Dagne issus de la base de données de la DDTM11, le débit de pointe centennal avec la méthode rationnelle est estimé à 25,8 m³/s. Noter que le coefficient de ruissellement tient compte de l'occupation des sols et de la période de retour 100 ans suivant une méthode analogue à celle de la méthode Audoise.

Noter que sur le département de l'Aude, la méthode audoise a été développée pour l'estimation des débits de pointe centennaux. Cette méthode fournit un débit de pointe de 33,4 m³/s sur le bassin versant. Toutefois, après échange avec la DDTM11, cette méthode n'est pas adaptée pour les petits bassins versants tels que celui étudié.

Les résultats du débit de pointe issu de la méthode rationnelle sont donc retenue.

Au regard du volume et de la hauteur de digue, la période de retour de la crue de projet est de 500 ans. Une extrapolation des débits par ajustement de Gumbel conduit a un **débit de pointe de 32,4 m³/s pour une crue cinq-centennale.**

La fiche hydrologique suivante (Figure 1) présente les caractéristiques du bassin versant alimentant le lac.

Fiche de synthèse hydraulique

Caractéristiques générales du bassin versant

Morphologie

Longueur du thalweg principal (L):	2657.1	m
Longueur parcours eau hors du chenal ppl (Ls):	50	m
Altitude de l'exutoire (He):	204	m
Altitude maximale du bassin versant (Hm):	442.3	m
Dénivelé	238.3	m
Pluie annuelle moyenne PA	754	mm
Pluie journalière decennale Pj(10)	165	mm
T. annuelle moyenne au niveau de la mer (ta)	15	°C
Pente hydraulique TR55 (s)	4.6	%
Pente moyenne (s)	0.09	m/m
V.moy écoulement concentré selon le TR55	1.05	m/s

Occupation des sols

	Coef R (10)	Surface		Coefficients de ruissellement retenus (Guide technique assainissement, 2006)			
Zone Urbanisée	0.95	4030	m²	T (ans)	Pt (mm)	Cr	Po
Prairies et friches	0.55	661376	m²	10	165	0.53	55
Cultures	0.70	27405	m²	20	191	0.57	
Bois	0.50	872654	m²	100	253	0.63	
Plan d'eau	0.95	25980	m²	500	307	0.66	
Surface du bassin versant total (A):	0.53	1591444.43	m²	1000	331	0.67	
	0.53	159.144443	ha				

Paramètres pluviométriques

Période de retour de la pluie (années)	Paramètres de Montana (IT 77)		Coefficients de la formule superficielle				Paramètres de Montana (Val de Dagne) de 6 min à 1h		Paramètres de Montana (Pergignan) de 6h à 48 h	
	a	b	K	α	β	γ	a	b	a	b
100							75.520	-0.392	32.076	-0.716
20							57.440	-0.430	13.063	-0.631
10	6.7	-0.55	1.601	0.27	1.19	0.80	42.950	-0.475	8.983	-0.600
5							34.440	-0.498	6.310	-0.577
2	4.6	-0.62	1.087	0.31	1.22	0.77				

Hauteur d'une pluie de durée 24h et de période de retours 2 ans P2

114 mm

Paramètres de calcul

Paramètres pour le calcul du temps de concentration selon TR55-SCS

Rh pour l'écoulement concentré R	0.3	m
Rh pour l'écoulement dans les fossés R	0.2	m
Manning pour l'écoulement concentré n	0.05	
Manning pour l'écoulement dans les fossés n	0.02	
Manning pour l'écoulement étalé n	0.02	

Paramètres pour le calcul du débit selon la méthode SOCLOSE

Interception potentielle du bassin v	134	mm
Dune de l'averse D	0.80	hr
Indice volumétrique K	34.0	
Coefficient intermédiaire p	0.21	

Paramètres pour le calcul du débit selon la méthode CRUPEDIX

Coefficient régional Crupedix R	1	
---------------------------------	---	--

Calcul des débits de pointe en m³/s

Temps de retour de la pluie (années)	Formule Rationnelle	Formule SOCLOSE	Formule CRUPEDIX	Formule Superficielle (Craquel)
5	10.58	0.16	4.99	148.15
10	13.03	0.19	6.15	200.02
30	17.01	0.25	8.03	326.39
100	25.76	0.38	12.15	525.64
500	32.40	0.48	15.29	497.39
1000	35.74	0.53	16.87	548.71
10000	46.84	0.69	22.11	719.09

Caractéristiques du thalweg principal

Distance à l'exutoire (m)	Altitude (m)	Pente (%)	Écoulement	
			Vitesse (m/s)	Temps (min)
0	204			
551	211	1.2	0.7	12.3
1321	239	3.7	1.3	9.7
1518	285	23.4	3.3	1.0
1956	327	9.6	2.1	3.4
2607	442	17.7	2.9	3.8
0	0	0.0	0.0	0.0
Temps de cheminement en écoulement concentré (min)				30.2
Temps de cheminement en écoulement étalé (min)				5.0
Temps de concentration total selon TR55-SCS (min)				35.2

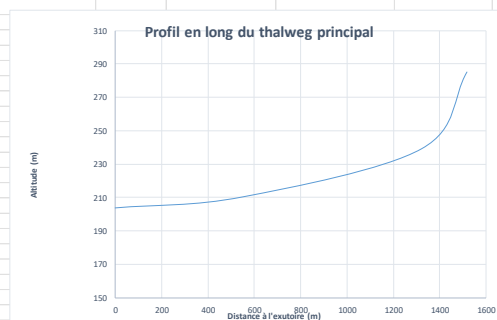


Figure 1. Fiche hydrologique du bassin versant pour le calcul du débit de pointe

1.2 Calcul du laminage de la crue cinq-centennale

L'aléa considéré étant, caractérisé, il s'agit maintenant de visualiser comment agit la retenue sur l'onde de crue générée.

Selon la méthode présentée en annexe « *Méthodologie des calculs hydrauliques* » et suite à une procédure de calculs en boucle et répétée pour le lac, on obtient les graphiques suivants pour une largeur de l'évacuateur de crue de 17,00 m.

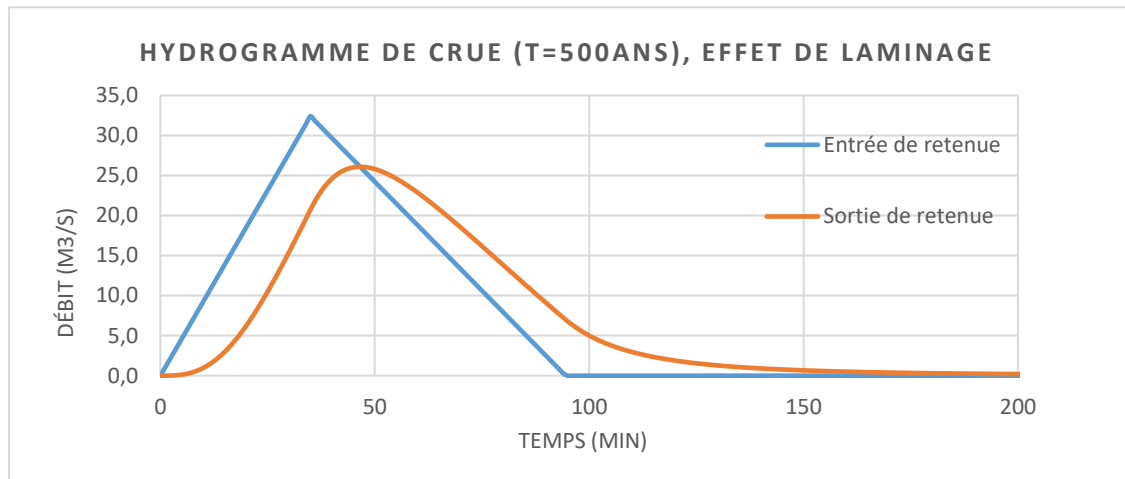


Figure 2. Hydrogrammes d'entrée et sortie pour une crue T = 500 ans

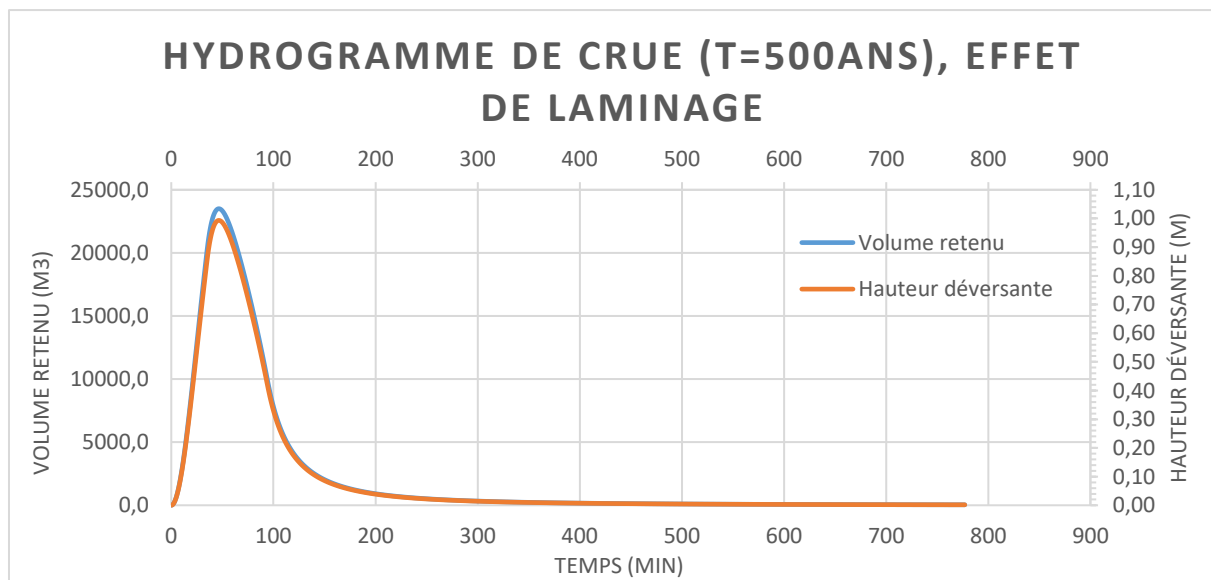


Figure 3. Volumes et hauteurs au sein du lac pour une crue T = 500 ans

Pour un évacuateur de crue de largeur 17,00 m, on obtient donc un débit maximal en sortie du lac de 26,1 m³/s et une hauteur de charge maximale de l'évacuateur de crue d'environ 99 cm.

Une modélisation HEC-RAS sera par la suite entreprise afin de vérifier la cohérence des calculs ici réalisés. Elle permettra d'obtenir une meilleure estimation de la lame d'eau déversante pour la crue de projet.

1.3 Détermination de la revanche minimale requise

La méthodologie ici utilisée pour déterminer la revanche minimale requise est tirée de l'ouvrage « *Recommandations pour le dimensionnement des évacuateurs de crues de barrages* » - CFBR, 2013.

La revanche correspond à la différence entre la cote de retenue et la crête du barrage, généralement calculée pour les Plus Hautes Eaux (PHE). Or, il est fréquent qu'elle soit exprimée au-dessus du niveau normal de retenue (RN) par des non spécialistes. Afin d'éviter cette confusion, il a été proposé de considérer la revanche pour un état donné (Figure 4). Ainsi, comme le préconise les recommandations, deux revanches distinctes sont calculées. L'une sur le RN et l'autre sur les PHE. Le cas retenu est celui qui renvoie à la cote « retenue + revanche » la plus élevée.

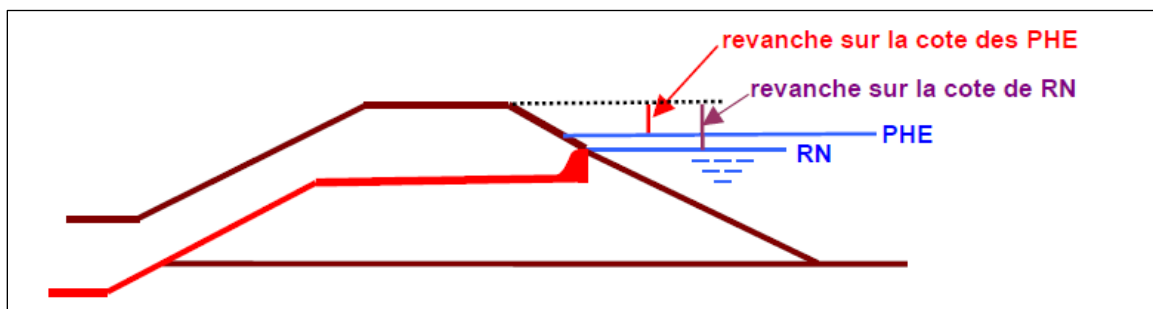


Figure 4. Revanche sur les PHE ou sur la RN (d'après CFBR, 2013)

Le vent étant à l'origine de la formation des vagues, il est impératif de définir un vent projet pour lequel l'ouvrage est dimensionné.

Généralement, deux situations de projet vis-à-vis du vent sont considérées :

- ◆ Un vent de période de retour 50 ans, soufflant sur une retenue se trouvant à cote des PHE ;
- ◆ Un vent de période de retour 1000 ans soufflant sur une retenue se trouvant à cote normale RN.

L'ensemble des paramètres de calcul et des résultats obtenus est présenté dans le tableau ci-après (Tableau 5).

Paramètres morphologiques de l'ouvrage		
Fetch (m)	230	
Profondeur (m)	5	
Pente du parement amont (m/m)	0,40	
Cote de la crête de digue (m NGF)	204,00	
Cote de la RN (m NGF)	202,00	
Cote des PHE (m NGF)	202,99	
Type de barrage	Terre	
Type de parement amont	Lisse en remblai	
Paramètres météorologiques		
	RN	PHE
Vent de projet considéré (km/h)	166,6	137,7
Angle entre la direction des vagues et la direction du vent (°)	0,0	
Hauteur de vagues significative Hs (m)	0,57	0,47
Hauteur de vagues de projet Hd (m)	0,71	0,59
Calcul de la revanche		
	RN	PHE
Cote du plan d'eau au repos (m NGF)	202	202,99
Revanche (m)	1,15	0,93
Cote de retenue atteinte (m NGF)	203,15	203,92

Tableau 5. Synthèse du calcul de la revanche

La cote de retenue maximale atteinte par le déferlement des vagues sur le parement de l'ouvrage étant de 203,92 m NGF, la crête de la retenue devra à minima se situer à cette altimétrie. Pour le lac étudié, la crête de digue sera calée à 204,00 m NGF.

1.4 Dimensionnement de l'évacuateur de crues et du système de dissipation de l'énergie

L'évacuateur de crues du lac est dimensionné pour admettre le débit de crue cinq-centennale en tenant compte du phénomène de laminage, soit un débit de 26,1 m³/s.

Il est à noter que le dimensionnement des évacuateurs de crues sera validé par une modélisation 1D présentée plus bas dans ce rapport.

Pour le lac en projet, il est proposé d'implanter la crête de retenue à 204,00 m NGF, soit 2,00 m au-dessus de la cote déversante du seuil.

Il est préconisé la mise en place d'un évacuateur de crue ayant une largeur déversante de 17,00 m. Des murs latéraux de hauteur 2,0 m encadreront le déversoir du lac. Ainsi, la lame d'eau pouvant avoir une épaisseur de 0,99 m sera contenue.

1.4.1 MODELISATION SOUS HEC-RAS

Les graphiques suivants présentent les résultats obtenus par la modélisation sous Hec-Ras sous la forme du profil en long.

Les frottements sur les parois des sections seront représentés par un coefficient de Manning de 0,025 pour les surfaces naturelles et de 0,027 pour les surfaces en gabions.

Il apparaît donc que l'évacuateur de crues peut contenir une crue cinq-centennale et que les écoulements observés auront des vitesses maximales voisines de 6,9 m/s et des vitesses inférieures à 1,5 m/s en sortie du système de dissipation d'énergie ce qui apparaît acceptable pour un tel dispositif. En aval de l'évacuateur de crue, des vitesses proches de 3 m/s peuvent être constatées.

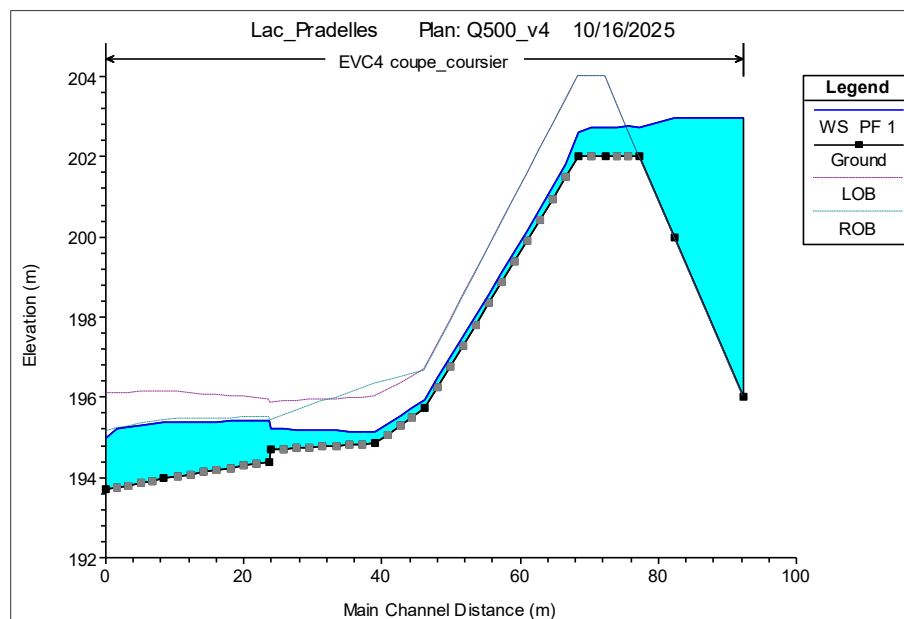


Figure 5. Coupe en long de l'évacuateur de crue, du coursier et du fossé sous le logiciel Hec-Ras (Crue cinq-centennale)

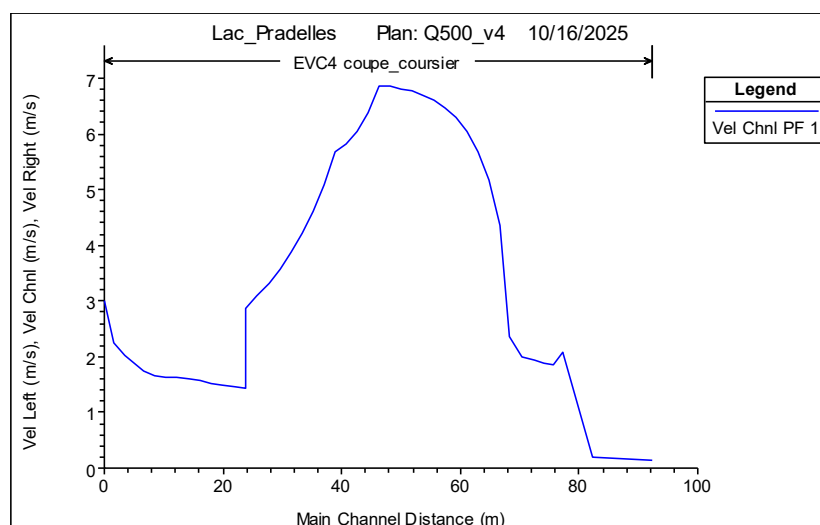


Figure 6. Vitesse d'écoulement dans l'évacuateur de crue, la fosse de dissipation et le fossé sous le logiciel Hec-Ras (Crue cinq-centennale)

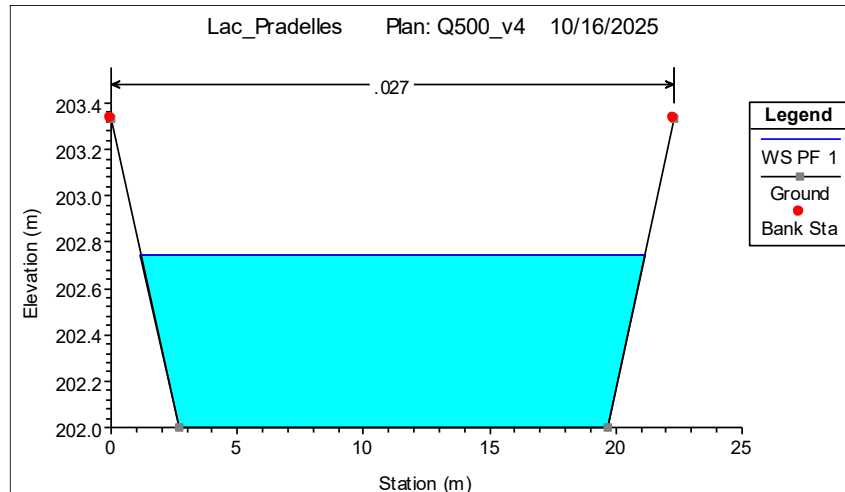


Figure 7. Section en crête de l'évacuateur de crue du lac en projet sous le logiciel Hec –Ras (Crue cinq-centennale)

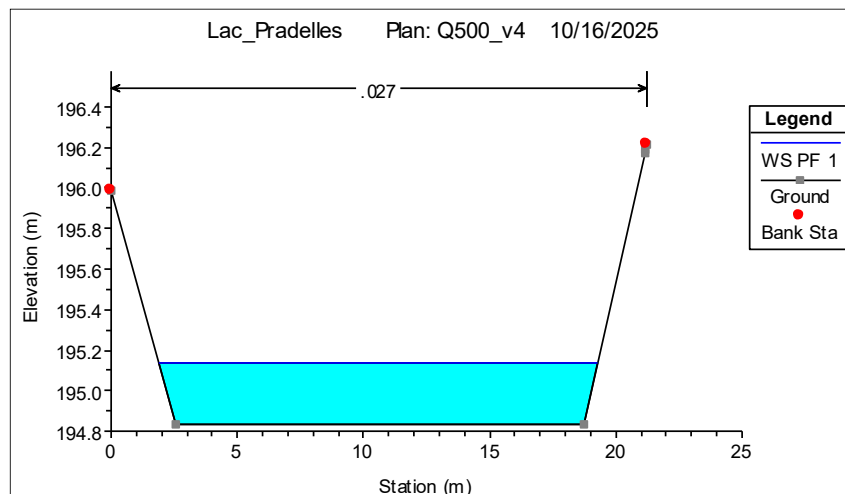


Figure 8. Section aval du déversoir de crues sous le logiciel Hec –Ras (Crue cinq-centennale)

La modélisation HEC-RAS montre que la **lame d'eau atteindra 99 cm au droit de l'évacuateur de crues** si l'on considère un évènement cinq-centennal, soit la cote 202,99 m NGF. Règlementairement, la revanche minimale requise étant de 0,40 cm sur la RN, la cote de crête minimale réglementaire est de 202,40 m NGF. **La crête de la retenue qui sera disposée à la cote 204,00 m NGF permettra de contenir le déferlement des vagues, selon les modalités précisées par le CFBR dans son ouvrage « *Recommandations pour le dimensionnement des évacuateurs de crues de barrages* ».**

1.4.2 MODALITES DE CONSTRUCTION DE L'EVACUATEUR DE CRUE DU LAC EN PROJET

Le déversoir sera situé au centre du barrage. Il sera constitué de gabions (matelas réno) et son entonnement prolongé d'une longueur de 2 m le long du parement amont du barrage. Un écran para fouille en béton armé sera coulé à pleine fouille à une profondeur de 1,5 m sous les gabions et le long des parois latérales (ancrage latéral). Il fixera la cote déversante de l'ouvrage à 202,00 m NGF et servira à caler la première rangée de gabions.

Au niveau de la crête du barrage, une membrane étanche sera placée sous le gabion afin d'éviter toute infiltration dans le corps du remblai. Un dispositif anti-poinçonnement tel qu'un géotextile sera mis en place entre la membrane et les gabions. Dans ce cadre, il conviendra de mettre en place un géotextile de grammage suffisant (supérieur à 200 g/m²).

Il est important de signaler que l'écran para fouille (les voiles d'ancrages et la bêche) seront impérativement coulés à pleine fouille. Si cette opération n'était pas possible, le maître d'ouvrage prendrait des dispositions concernant l'inclinaison des parois, la profondeur d'ancrage dans les terres ainsi que le compactage des remblais.

Le déversoir aura une forme trapézoïdale, une largeur au fond de 17,00 m et des pentes de berges de 1V/2H. La hauteur des murs latéraux sera de 2,00 m.

Au droit du parement aval, la largeur de fond du chenal d'évacuation des crues restera à 17 m. Cette largeur de fond restera également à 17,00 m au droit de la zone de dissipation d'énergie en pied de barrage.

Ce chenal de crue aura une profondeur de 0,90 m au moins, et cheminera sur environ 23 m sur le parement aval. En pied de barrage, ce chenal se prolongera avec une pente longitudinale de 1% sur une longueur de 15 m ce qui limitera l'énergie de l'écoulement. Les pentes des berges du chenal de crue seront de 1V/2H et il sera protégé par des gabions posés sur un géotextile de densité 200 g/m².

Le dispositif se terminera par une poutre rainurée coulée à pleine fouille qui permettra de caler les gabions et d'assurer leur vidange.

En sortie de dispositif, un enrochement protégera le chenal de sortie sur un linéaire de 25 mètres.

Le fournisseur de gabions vérifiera le dimensionnement et la résistance du gabionnage au vu des contraintes du site.

Une vue en plan et une coupe longitudinale du dispositif sont annexées au présent dossier.

2. DIMENSIONNEMENT DE LA CONDUITE DE VIDANGE

Selon la réglementation (article 7 de l'arrêté du 27 août 1999), le propriétaire du lac doit être en mesure de vidanger le volume du lac en moins de 10 jours en cas de danger grave et imminent.

Le temps de vidange du lac de manière gravitaire est déterminé grâce à la formule suivante :

Formule de Bernoulli généralisée

$$Q = \frac{2g(H1 - H2)S^2}{\sqrt{\frac{Lf}{D} + Ke + Kp + 1}}$$

- ◆ Avec : $g = 9.81 \text{ m/s}^2$
- ◆ $H1 - H2$: différence de hauteur entre le niveau de l'eau en amont et en aval de la conduite ou charge hydraulique, soit 8,2 m (cote du plan d'eau à 202,00 m NGF et cote de sortie de la conduite à 193,8 m NGF) ;
- ◆ S : surface de la conduite ;
- ◆ L : longueur de la conduite, ici 80 m ;
- ◆ D : diamètre de la conduite,
- ◆ Ke : coefficient de pertes de charges en entrée de conduite par la crépine $Ke = 10$. Ce coefficient de perte de charge prend en compte le tuyau souple et la crépine placés en entrée de conduite de vidange,
- ◆ Kp : coefficient de pertes de charges à travers la crépine en entrée de conduite, $Kp = 2$,
- ◆ f : coefficient de frottement selon Colebrook-white

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = 2 \log \left(\frac{2.51}{\text{Re} \sqrt{f}} + \frac{\varepsilon}{3.7D} \right)$$

Avec :

- ◆ Re : Nombre de Reynolds, $\text{Re} = 1000 \cdot V \cdot D / (1.3 \cdot 0.001)$
- ◆ V : Vitesse de l'eau dans la conduite, $V = Q/S$
- ◆ ε : Rugosité des parois de la conduite, $\varepsilon = 0.01$

Ce calcul est répété pour différents niveaux d'eau dans le lac afin d'obtenir un graphique montrant l'évolution des hauteurs d'eau dans le lac en cours de vidange et confirmer au final le bon dimensionnement de la conduite de vidange.

L'application d'une telle procédure montre qu'une **conduite de 25 cm de diamètre** permet d'évacuer le volume de la retenue jusqu'à la cote 195,00 m NGF en environ 7,2 jours (Figure 9).

L'entrée de la buse sera constituée d'un dispositif flotteur avec crépine et d'un tuyau souple pour permettre la vidange de la retenue jusqu'à la cote 195,00 m NGF. Ce dispositif permet d'éviter l'envasement de la conduite de vidange.

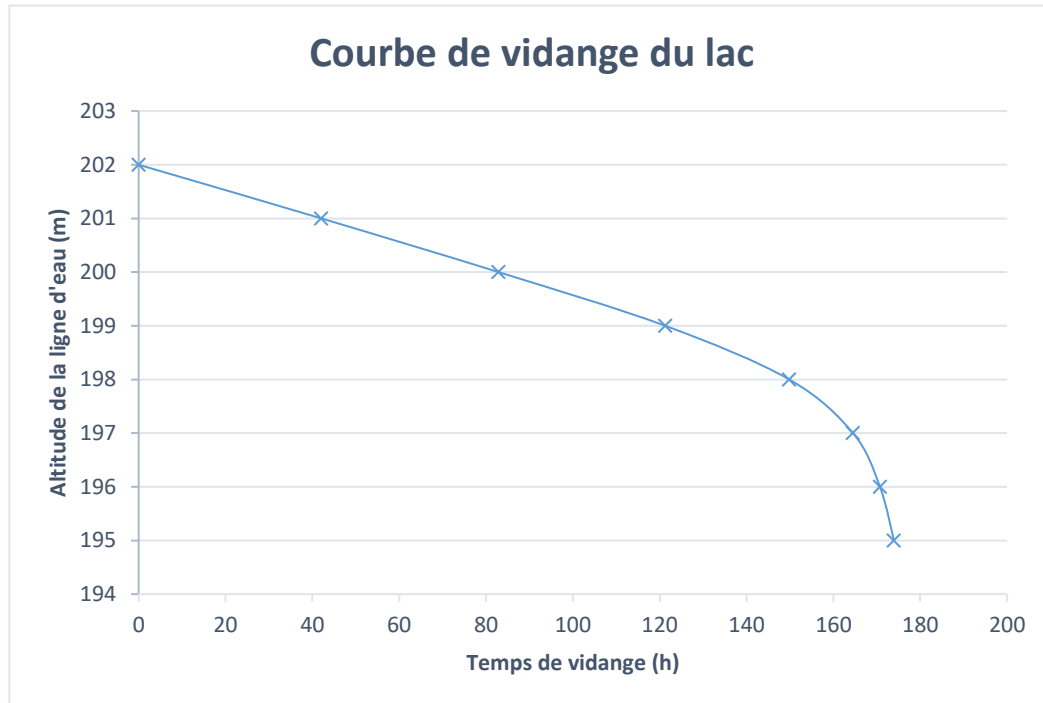


Figure 9. Courbe de vidange du lac pour une conduite de 25 cm de diamètre

A titre indicatif, la courbe de remplissage du lac est présentée ci-après (Figure 10).

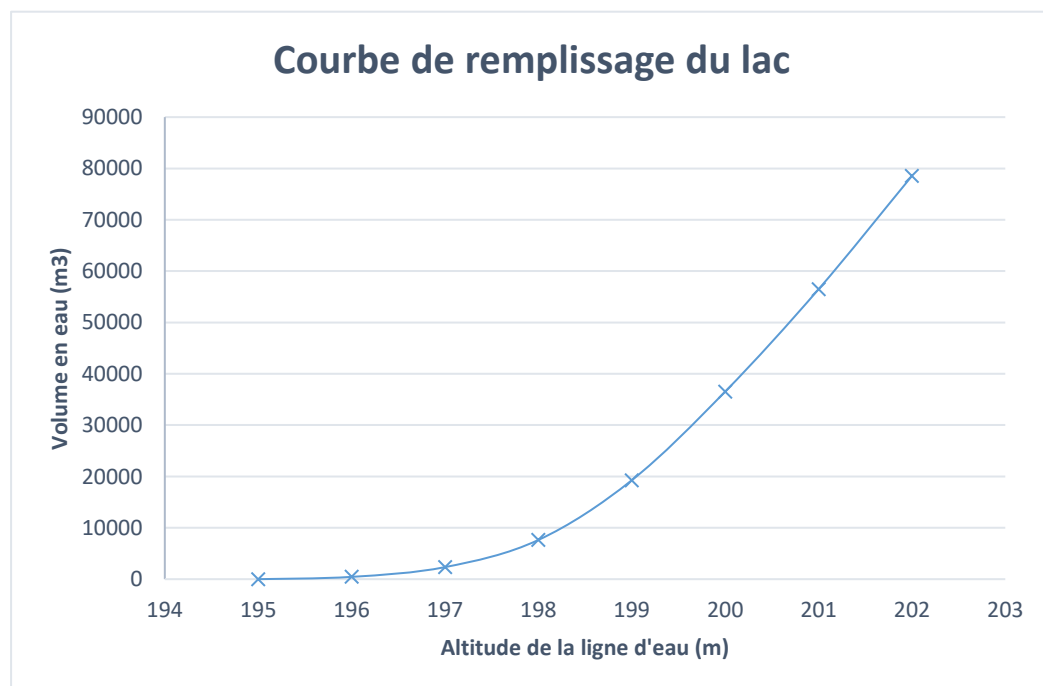


Figure 10. Courbe de remplissage du lac