

Rapport

03 / 2018

Torrent de SACHAS

Remodelage de la plage de dépôt et confortement des digues existantes Etudes Préliminaires



Communauté de Communes du Pays des Ecrins



OFFICE NATIONAL DES FORETS

*Service de Restauration des Terrains en
Montagne des Hautes-Alpes*

5, rue des Silos – BP 96 – 05003 GAP cedex

Tél. : 04.92.53.61.12 - Fax : 04.92.53.19.87

E.mail : rtm.gap@onf.fr - Web : www.onf.fr



Table des Matières

0.	CONTEXTE ET OBJECTIF	7
1.	PRÉSENTATION DE L'ÉTAT ACTUEL ET DES ENJEUX	8
1.1.	Localisation du projet	8
1.2.	Situation administrative du projet	9
1.2.1.	Implantation cadastrale	9
1.2.2.	Dispositif relevant de l'application de l'article R214.22 du Code de l'Environnement	9
1.3.	Aménagements existants	9
1.3.1.	Digue rive droite	10
1.3.2.	Digue rive gauche	10
1.3.3.	Plage de dépôt	11
1.3.4.	Gabions à l'apex du cône	12
1.4.	Enjeux concernés	12
1.5.	Bilan des études menées sur le torrent	13
1.5.1.	Etude Hydrologique et hydraulique – ONF – RTM – 2006	13
1.5.2.	Plan de gestion de la Haute Durance – Apports des torrents – ETRM – 2012	14
1.5.3.	Plan de Prévention des Risques Naturels Prévisibles – commune de Saint-Martin de Queyrières - Alp'géorisques – 2012	15
1.5.4.	Diagnostic Initial de Sureté – digue rive droite – ONF – RTM – 2014	16
1.5.5.	Autorisation de dragage du torrent	16
1.6.	Objectif des travaux – Objet de la présente étude préliminaire	16
2.	DESCRIPTION DU BASSIN VERSANT - ANALYSE HYDRAULIQUE	17
2.1.	Historique des crues	17
2.2.	Description du bassin versant	18
2.2.1.	Présentation générale	18
2.2.2.	Caractéristiques générales	19
2.2.3.	Contexte historique	21
2.2.4.	Contexte géologique	22
2.3.	Données Hydrologiques	23
2.4.	Analyse Hydraulique du fonctionnement actuel	23
2.4.1.	Aléa dimensionnant	23
3.	FONCTIONNEMENT DU TORRENT SUR SON CÔNE DE DÉJECTION	24
3.1.	Fonctionnement présumé de la zone de régulation en période de crue	24
3.1.1.	Premier BILAN	25

3.2.	Etat actuel du lit : risque de divagation importante sur les deux rives à l'amont du cône de déjection	25
4.	PRINCIPES D'AMÉNAGEMENT	27
4.1.	Problèmes rencontrés	27
4.1.1.	Plage de dépôt : risque de débordement au niveau du raccordement de l'ouvrage avec les digues latérales	27
4.1.2.	Digue rive droite : risque d'érosion externe	27
4.1.3.	Risque de débordement et de divagations à l'apex du cône de déjection	27
4.2.	Objectif des travaux	27
4.3.	Principe d'aménagement	27
5.	DESCRIPTION DES TRAVAUX	28
5.1.	Confortement du talus externe de la digue	28
5.2.	Mesures visant à diminuer les risques de sollicitation de la digue rive droite (Aménagement A)	28
5.2.1.	Recalibrage du chenal et entretien de la végétation entre P1 et P7	28
5.2.2.	Entretien du lit de la zone de régulation avec léger curage des dépôts médians.	28
5.3.	Ecrêtement de l'ouvrage de sortie de la Plage de Dépôt (Aménagement B)	29
5.4.	Augmentation des capacités de stockage par approfondissement de la zone de régulation (Aménagement C)	29
5.5.	Augmentation des capacités de stockage par rehausse des points bas de la digue rive gauche (Aménagement D)	30
6.	CHOIX D'INTERVENTION ET ESTIMATION GLOBALE	31
6.1.	Choix d'intervention	31
6.2.	Estimation Globale	31
	ANNEXES	33

0. CONTEXTE ET OBJECTIF

Le torrent de Sachas est endigué sur son cône de déjection entre son apex et le pont de la RN94.

La digue rive droite, située sur la commune de Saint Martin de Queyrières, relève d'une classe d'ouvrage C au sens de l'article R214.22 du Code de l'environnement.

Dans ce cadre, elle a fait l'objet d'un Diagnostic Initial de Sureté en 2014. Ce dernier a identifié quelques désordres à la fois structurels et fonctionnels.

La digue rive gauche, sur la commune de Puy Saint André, ne relève, actuellement, pas d'une classe d'ouvrage réglementée par l'article R214.22 du Code de l'Environnement.

Le système d'endiguement se termine, à l'amont de la RN94, par une plage de dépôt qui permet l'arrêt des matériaux et des flottants lors des crues, afin de faciliter le passage sous le pont.

En amont de cette plage de dépôt, les digues délimitent un vaste espace de régulation du transport solide où l'arrêt des matériaux est possible.

La plage de dépôt a fait l'objet, pendant 10 ans, d'une autorisation de dragage par l'entreprise ALLAMANNO. Cette autorisation est échue depuis fin 2017.

Les mesures d'adaptation du système d'endiguement, afin de pallier aux défaillances identifiées, ne passent pas uniquement par une rehausse ou un confortement de la digue mais aussi par l'amélioration du fonctionnement de la zone de régulation et de la plage de dépôt.

La définition des travaux à mettre en œuvre doit également être conduite en lien avec la réflexion sur le renouvellement de l'autorisation de prélèvement des matériaux.

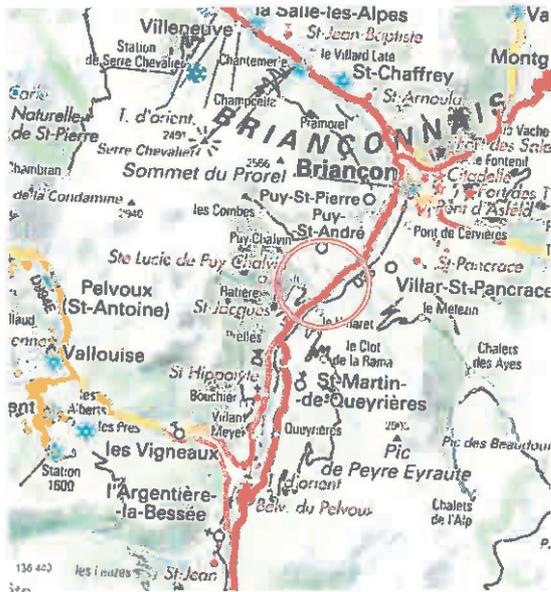
L'Etude Préliminaire, objet du présent rapport, identifie les différentes options envisageables afin de répondre aux problématiques posées d'amélioration du dispositif de protection contre les crues.

Suite à la prise de la compétence GEMAPI par les communautés des Communes au 1^{er} janvier 2018, la maîtrise d'ouvrage est assurée par la Communauté des Communes du Pays des Ecrins, avec une délégation de maîtrise d'ouvrage de la commune de Puy Saint André.

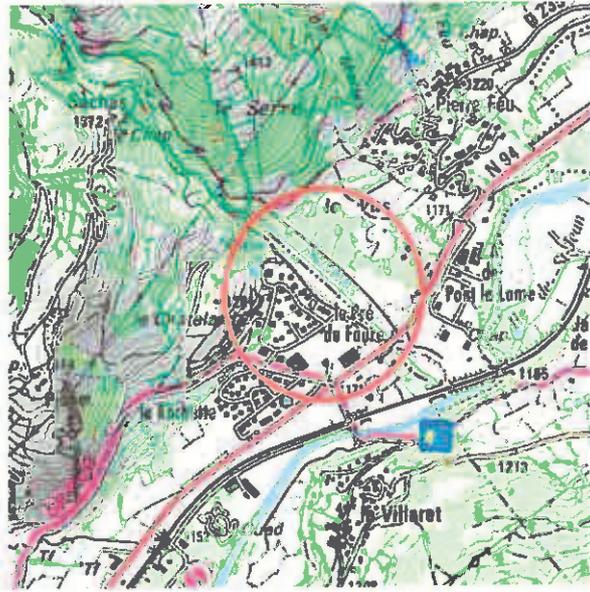
1. PRÉSENTATION DE L'ÉTAT ACTUEL ET DES ENJEUX

1.1. LOCALISATION DU PROJET

Le projet se situe sur le cône de déjection du torrent de Sachas, qui fait limite de communes entre Saint Martin de Queyrières et Puy Saint-André.

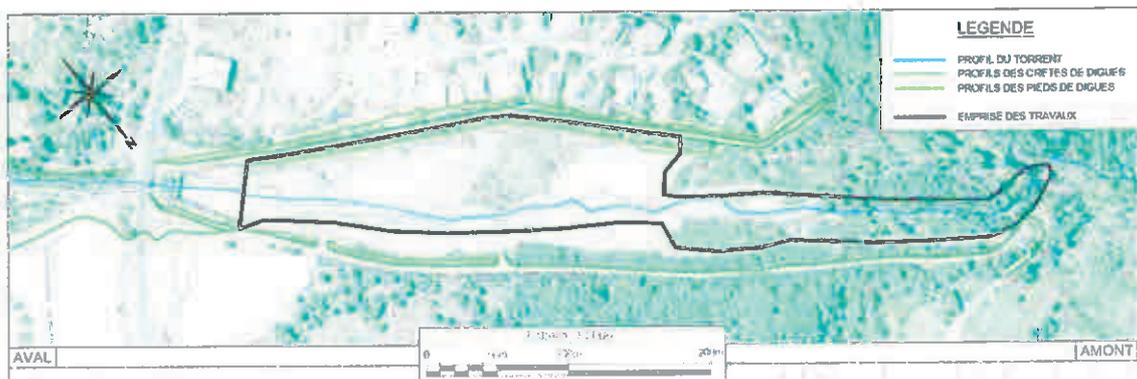


Localisation du projet
(carte IGN – source : géoportail)



Localisation du projet
(carte topographique IGN – source : géoportail)

L'ensemble de la zone de régulation délimitée par le système d'endiguement est concerné.



Emprise des digues sur le cône de déjection (en vert)

1.2. SITUATION ADMINISTRATIVE DU PROJET

1.2.1. Implantation cadastrale

L'emprise des travaux concerne des parcelles sises sur les territoires communaux de Saint Martin de Queyrières et de Puy Saint André.

COMMUNES	Feuille	Parcelle	Etat Commune Privé	Nom	Prénom	Adresse	Indiv. C/N
ST MARTIN DE QUEYRIERES	A	2491	Commune			Commune de ST MARTIN DE QUEYRIERES	N
ST MARTIN DE QUEYRIERES	A	2492	Commune			Commune de ST MARTIN DE QUEYRIERES	N
ST MARTIN DE QUEYRIERES	A	3080	Commune			Commune de ST MARTIN DE QUEYRIERES	N
ST MARTIN DE QUEYRIERES	A	3081	Commune			Commune de ST MARTIN DE QUEYRIERES	N
ST MARTIN DE QUEYRIERES	A	5544	Commune			Commune de ST MARTIN DE QUEYRIERES	N
PUY ST ANDRE	C	846	Etat	OFFICE NATIONAL DES FORETS		5 RUE DES SILOS - 05000 GAP	N
PUY ST ANDRE	C	1347	Commune			Commune de PUY ST ANDRE	N
PUY ST ANDRE	C	1346	Commune			Commune de PUY ST ANDRE	N
PUY ST ANDRE	C	1356	Commune			Commune de PUY ST ANDRE	N
PUY ST ANDRE	C	1343	Commune			Commune de PUY ST ANDRE	N
PUY ST ANDRE	C	1333	Privé	AYME	JEAN-FRANCOIS	QUAI JEAN CHARCOT - 13200 ARLES	N
PUY ST ANDRE	C	1459	Commune			Commune de PUY ST ANDRE	N

Toutes les parcelles appartiennent aux communes, à l'exception :

- d'une parcelle appartenant à l'Etat, à l'apex du cône de déjection, correspondant à la forêt domaniale
- d'une parcelle privée, sur Puy Saint André, pour laquelle l'impact est faible.

L'accord du propriétaire devra être recherché. Toutefois, en lien avec le paragraphe suivant, il est probable que, dans le cas d'un dispositif relevant du « Décret digue », l'acquisition des parcelles soit à envisager.

1.2.2. Dispositif relevant de l'application de l'article R214.22 du Code de l'Environnement

Le dispositif de protection du torrent de Sachas, sur son cône de déjection, doit être considéré dans son ensemble, à savoir :

- La digue rive droite
- La digue rive gauche
- La zone de régulation du transport solide
- La plage de dépôt

Ce dispositif de protection relève de l'application de l'article R214.22 du Code de l'Environnement, le nombre de personnes protégées étant supérieur à 30, au titre d'un système d'endiguement de classe C.

1.3. AMENAGEMENTS EXISTANTS

Le dispositif de protection au niveau du cône de déjection se compose de :

- Deux digues : rive droite et rive gauche
- Une plage de dépôt
- Un gabion grillagé
- Une zone de régulation du transport solide

A noter, à l'aval de la RN94, la présence d'une protection de berge en rive gauche et du pont de la voie ferrée.

1.3.1. Digue rive droite

Elle est située sur la commune de Saint Martin de Queyrières et a fait l'objet d'un Diagnostic Initial de Sureté en 2014.

Il s'agit d'une digue en tout-venant compacté, d'une longueur de 500 ml. Elle présente un dénivelé côté val variable, avec un maximum de 8 m. Elle est raccordée au versant.



Côté val à proximité de la RN94



Côté torrent : risberme et parement



Partie raccordée au versant



Côté val sur la portion la plus urbanisée

1.3.2. Digue rive gauche

Située sur la commune de Puy Saint André, elle est contemporaine de la digue rive droite.

Il s'agit également d'une digue en tout-venant compacté, d'une longueur de 525 ml. Elle présente un dénivelé côté val variable, avec un maximum de 6 m.

Au niveau de l'apex du cône de déjection, la digue présente un point bas correspondant au passage d'une piste forestière.



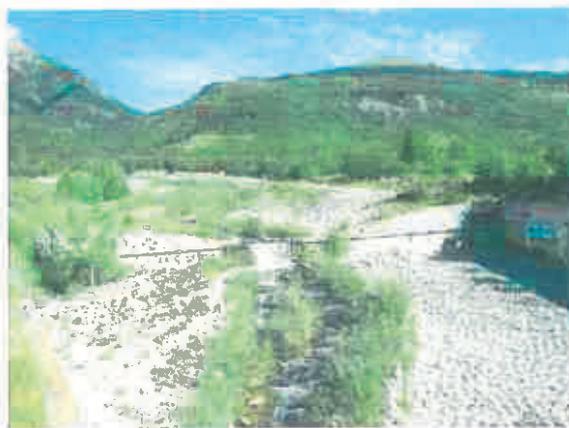
Vue de la digue rive gauche à partir de la zone de régulation

1.3.3. Plage de dépôt

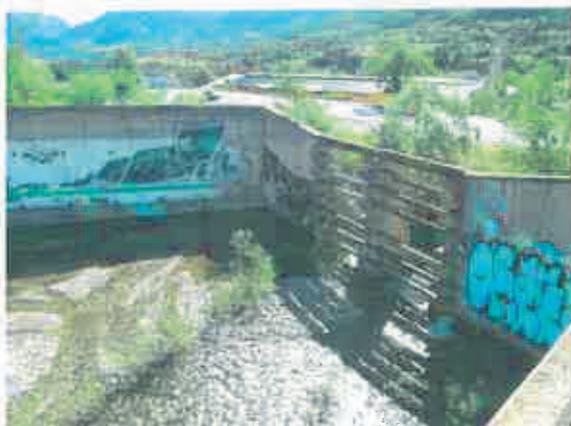
Ouvrage en béton armé constitué par un barrage d'entrée autostable de 2,50 m de hauteur de chute sous cuvette et de 5 mètres de hauteur au niveau supérieur des ailes.

Les murs latéraux également autostables d'une hauteur totale de 5 m constituent le parement côté torrent des digues.

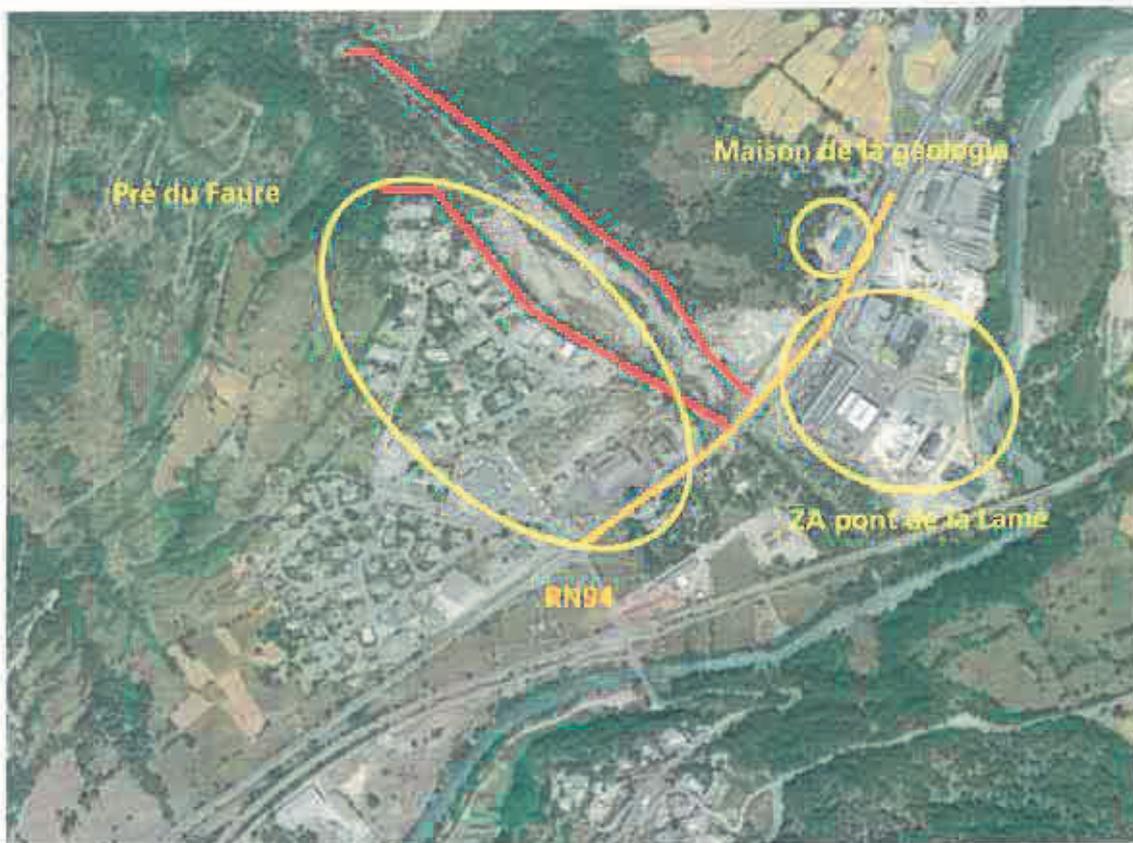
L'ouvrage de sortie est constitué de deux voiles latérales de 5 m de hauteur et d'un pilier central de un mètre de large. Les voiles et le pilier central sont reliés par deux séries de 8 IPE placées horizontalement et formant une grille.



Seuil d'entrée de la plage de dépôt



Ouvrage de sortie de la plage de dépôt



Enjeux sur le cône de déjection du torrent de Sachas

A noter que la commune de Puy Saint André a classé au PLU en Zone d'Aménagement Différée la partie du cône de déjection située à l'amont de la maison de la Géologie, en vue de son développement touristique.

1.5. BILAN DES ETUDES MENEES SUR LE TORRENT

Depuis 2005, plusieurs études ont été menées sur le torrent de Sachas.

1.5.1. **Etude Hydrologique et hydraulique – ONF – RTM – 2006**

Etude réalisée pour le compte de la commune de Puy Saint André, elle avait pour objectif l'examen des risques torrentiels et leur prise en compte sur la rive gauche du cône de déjection du torrent de Sachas.

Elle contient une étude hydrologique et hydraulique du torrent ainsi qu'une proposition de zonage réglementaire.

Chiffres clefs

Surface du bassin versant (km ²)	Débit décennal (m ³ /s)	Débit centennal (m ³ /s)
14,3	8	30

Apports solides sous forme de charriage :

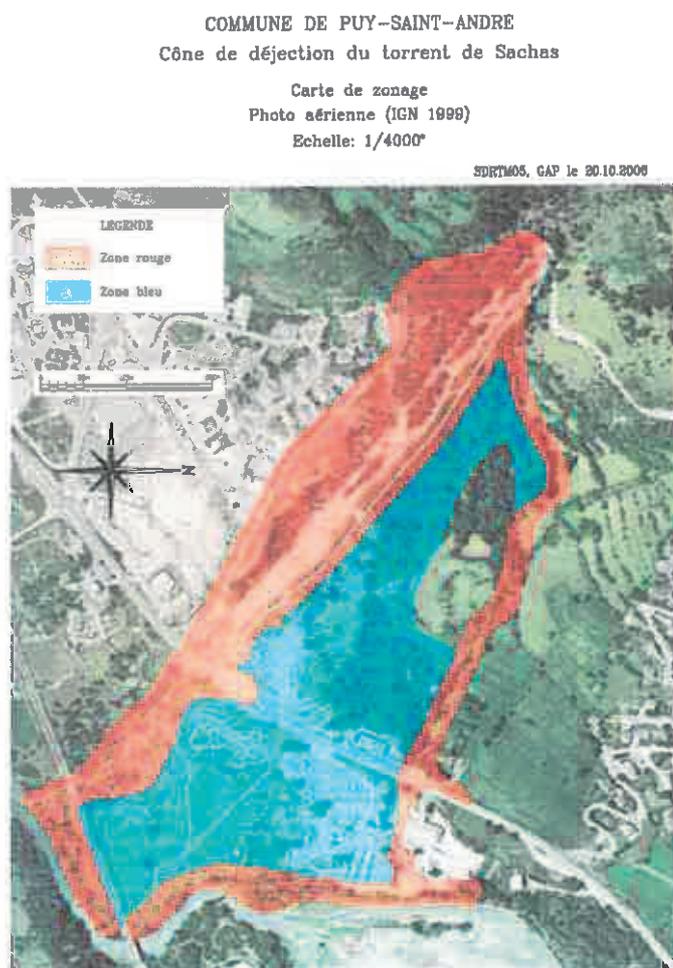
- Volume décennal : 6 500 m³
- Volume centennal : 30 000 m³

Apports solides sous forme de laves torrentielles :

- Volume compris entre 40 000 et 80 000 m³

Cartographie de l'aléa rive gauche

Le zonage réglementaire proposé pour la rive gauche, dans le cadre de l'étude.



1.5.2. Plan de gestion de la Haute Durance -- Apports des torrents -- ETRM -- 2012

Chiffres clefs

Surface du bassin versant (km ²)	Débit décennal (m ³ /s)	Débit centennal (m ³ /s)
14,3	10	30

Apports solides :

	Pente 6,5%	Pente 11%
Crue décennal	2 600	7 000
Crue centennale	40 000	100 000

Points importants

Confirmation de l'intérêt de la plage de dépôt qui doit stocker la différence de capacité de transport de matériaux par le torrent entre l'amont (pente à 11%) et l'aval (pente à 6,5%) du cône de déjection.

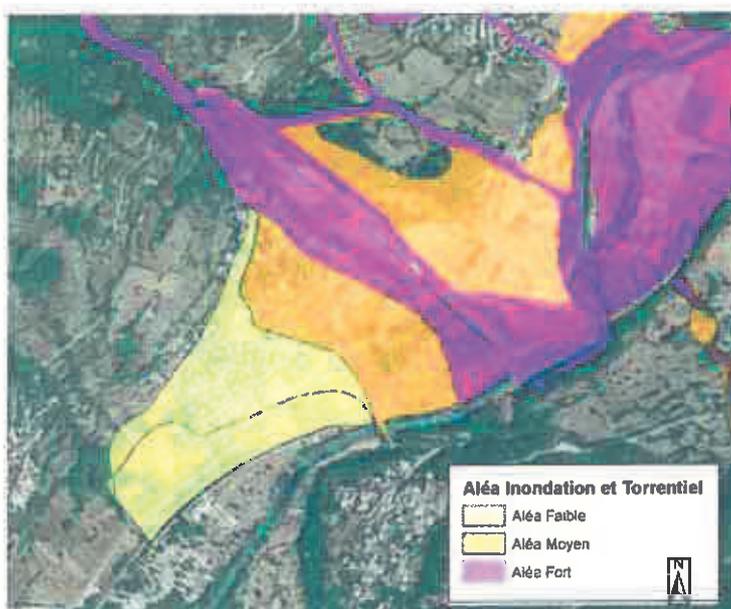
Confluence défavorable avec un lit contraint.

Principes de gestion : curage de la confluence en cas d'apport exceptionnel – entretien de la plage de dépôt – préservation des possibilités de divagations entre la plage de dépôt et la confluence par enlèvement des dépôts.

1.5.3. Plan de Prévention des Risques Naturels Prévisibles – commune de Saint-Martin de Queyrères - Alp'géorisques – 2012

Extrait du rapport de présentation : « Le torrent de Sachas...est un puissant torrent à laves...On constatera que le lit est très perché par rapport aux lotissements voisins et que certaines maisons se sont implantées très près du pied de digue, parfois même en le terrassant. Côté torrent, la digue présente une revanche limitée (1,5 à 3 m) et pourrait être submergée ou érodée en cas de survenue d'un évènement majeur. »

Cartographie des aléas et zonage réglementaire



1.5.4. Diagnostic Initial de Sureté – digue rive droite – ONF – RTM – 2014

Points importants

La digue est dans un état globalement satisfaisant, sauf sur une portion présentant une instabilité externe, mise en évidence par l'étude géotechnique.

Mesures de confortement : Amélioration du fonctionnement de la plage de dépôt – renforcement de la stabilité externe au niveau du tronçon défailant - traitement de la végétation sur la digue.

1.5.5. Autorisation de dragage du torrent

L'autorisation de dragage a été accordée pour une durée de 10 ans à l'entreprise ALLAMANNO sur la période 2007 – 2017.

Elle autorise l'entreprise a prélever un volume maximal de 15 000 m³ pouvant aller jusqu'à + 100 % dans la limite des apports du torrent. La zone de prélèvement concerne la plage de dépôt ainsi que la zone de régulation amont.

1.6. OBJECTIF DES TRAVAUX – OBJET DE LA PRESENTE ETUDE PRELIMINAIRE

Les mesures à prendre sur le cône de déjection visent plusieurs objectifs :

- Remédier aux désordres structurels identifiés sur la digue rive droite dans le Diagnostic Initial de Sureté ;
- Améliorer l'efficacité de l'espace de mobilité et de la plage de dépôt ;
- Sécuriser le point de faiblesse rive gauche situé à l'apex du cône de déjection ;
- Définir les principes de la future autorisation de prélèvement et son articulation avec les enjeux de prévention contre les inondations.

2. DESCRIPTION DU BASSIN VERSANT - ANALYSE HYDRAULIQUE

2.1. HISTORIQUE DES CRUES

Source : Digue rive droite du torrent de Sachas - Diagnostic Initial de Sureté – 2014 – ONF - RTM

Les archives de l'ONF (Service RTM) recensent un certain nombre d'évènements sur le torrent de Sachas :

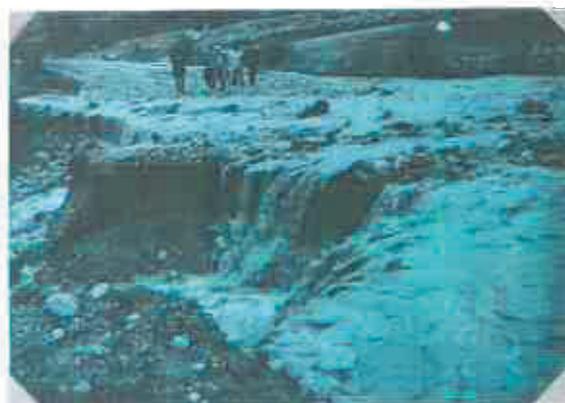
Date	Commune(s)	Lieu-dit	Nature du phénomène	Cause	Vict.	Dégrad.	Pert.	Détails des impacts	Observation
06/1447	PUY-SAINT-ANDRE	PUY CHALVIN	LAVE TORRENTIELLE		N	O	O	DEGATS: HABITATIONS, MOULINS ET CULTURES ENSEVELIS. PONTS.	
06/1467	PUY-SAINT-ANDRE		CRUE		N	O	O	DEGATS: 6 MAISONS EMPORTEES. 1/3 DES TERRAINS ENGRAVES	
11/06/1707	PUY-SAINT-ANDRE		CRUE		N	N	N		
30/10/1926	PUY-SAINT-ANDRE	PONT DE SACHAS	LAVE TORRENTIELLE		N	O	O	DEGATS: PONTS. RN94 COUPEE SUR 110m PAR 100m3 DE MATERIAUX PERTURBATIONS: N94 COUPEE	
21/10/1928	PUY-SAINT-ANDRE SAINT-MARTIN DE QUEYRIERES		CRUE		N	O	O	DEGATS: RN94 COUPEE PERTURBATIONS: PONT OBSTRUE, RN94 COUPEE	
27/05/1951	PUY-SAINT-ANDRE SAINT-MARTIN DE QUEYRIERES		CRUE		N	O	O	DEGATS: DEBORDEMENT 200m EN AMONT DE LA RN94. RN94 ENGRAVEE SUR 150m ET 10 A 30cm D'EPAISSEUR	
16/11/1983	PUY-SAINT-ANDRE	CLOS DU VAS	CRUE		N	O	O	DEGATS: RN94 SUBMERGEE. STATION SERVICE INONDEE	
1er Semestre 1978	PUY-SAINT-ANDRE		CRUE CHARRIANT ROCHERS ET ARBRES. AFFOUILLEMENT DE BERGE.	HIVER CHARGE DE NEIGE. FONTE RAPIDE AU PRINTEMPS	N	O	O	DEGATS: BUSAGE DE LA RN94 OBSTRUE PERTURBATIONS: RN94 COUPEE	TEMOIGNAGE D'UN RIVERAIN DU TORRENT EN ANNEXE DU MEMOIRE DE D.E.A.
24/07/1995	PUY-SAINT-ANDRE SAINT-MARTIN DE QUEYRIERES		CRUE TORRENTIELLE AVEC CHARRIAGE	ORAGE VIOLENT	N	O	O	DEGATS: 2 PASSERELLES PIETONS EMPORTEES. PRISE DU CANAL DU MOULIN (PUY-ST-ANDRE) ENGRAVEE SUITE AU DEBORDEMENT EN R.G + TRAIINE FORESTIERE AFFOUILLEE + BARRAGE RTM INFERIEUR AFFOUILLE SUR 80cm + PISTE EMPORTEE EN 2 ENDROITS + PLAGE DE DEPOT ENGRAVEE	1 ^{er} FONCTIONNEMENT DE LA PLAGE DE DEPOT DEPUIS SONT FONCTIONNEMENT. LE MEME ORAGE A PROVOQUE DE NOMBREUX DEBORDEMENTS DE TORRENTS.

Il est surtout fait état de crues ayant eu lieu au XX^{ème}. Cela est probablement dû au fait que le recensement des évènements n'a véritablement commencé qu'après la périmétration des terrains et leur acquisition par l'Etat. Toutefois, compte-tenu de l'ampleur du cône géologique du torrent de Sachas, il est évident que ce dernier a connu au cours des âges de nombreuses crues caractérisées par de forts transports solides.

De fait, Mougin, dans *La Restauration des Alpes*, 1931, mentionne des crues dévastatrices sur la commune de St Martin de Queyrières, dues à plusieurs torrents, en 1404, 1433 et 1434 notamment.



Crue du 16/11/1963
Débordement du torrent sur la RN94



Crue du 16/11/1963
Effondrement de la RN94 sous le passage des eaux (aval de la route)

Depuis la réalisation de la digue et de la plage de dépôt, une crue notable a été recensée, suite à un orage violent, en 1995. Des dégâts en amont de la RN94 ont été constatés. La Plage de dépôt a fonctionné en retenant les matériaux.



Crue de 1995
Seuil d'entrée dans la PDD



Crue de 1995
Ouvrage de sortie de la PDD

2.2. DESCRIPTION DU BASSIN VERSANT

Source : Torrent de Sachas - Etude hydrologique et hydraulique – ONF-RTM – 2006

2.2.1. Présentation générale

Le bassin versant du torrent de Sachas se situe au Sud-Ouest de Briançon (à environ 4 km).

Il a une exposition générale au Sud-Est s'orientant à l'Est dans la partie supérieure (Fond de Clausis).

L'essentiel de l'impluvium est compris dans un vaste cirque allant du sommet du Prorel (2 566 m) à la Croix d'Aquila (2 466 m) en passant par le sommet de Serre-Chevalier (2 491 m) le sommet de l'Eychauda (2 659 m), la Cime de la Condamine (2 940 m), la roche Jaune (2 421 m).



Le chenal principal est surtout grossi à partir de 1 500 m d'altitude par de gros ravins adjacents : le ravin de l'Eyrette, le torrent de Pra Piouzéou et le torrent de la Crouzette.

Le torrent conflue avec la Durance à la côte 1 160 m.

2.2.2. Caractéristiques générales

- Superficie du BV : $S = 14,3 \text{ km}^2$.
- Périmètre du BV : $P = 19,7 \text{ km}$.
- Longueur du plus long thalweg (de la cime de la Condamine à la confluence avec la Durance) : $L = 9,8 \text{ km}$.
- Dénivelée : $D = 1 780 \text{ m}$.
- Pente moyenne du plus long thalweg : $i = 18,1 \%$.

La partie supérieure, à l'amont de la côte 1 920 m, est essentiellement constituée de zones de pelouses, les parties sommitales étant dominées par des arêtes rocheuses. Le chenal principal y connaît de vastes replats qui permettent le dépôt de la plupart des matériaux arrachés aux versants par les précipitations.

Les pentes qui dominent le torrent ne présentent pas de traces d'érosions récentes et la forêt colonise lentement l'espace.



Un peu à l'amont du hameau des Combes, le cours d'eau rentre dans une zone beaucoup plus boisée et beaucoup plus fragile où alternent les zones de dépôts et les zones d'érosion.



Zone de dépôt



Versant en glissement et zone en érosion

C'est de plus dans cette zone que sont situés les trois principaux affluents responsables des plus gros apports de matériaux avant leur reboisement au XIX^e siècle.

L'aval de ce bief est matérialisé par la présence de deux barrages RTM en béton armé réalisés en 1982 pour constituer une butée de pied au mouvement de berge affectant la rive droite du torrent, au niveau du hameau de Sachas.

A l'aval de ces ouvrages le torrent parcourt une zone relativement stable où le risque d'érosion linéaire est relativement faible notamment du fait de la présence de verrous rocheux inaffouillables.



Le torrent débouche enfin sur son cône de déjection où il entre immédiatement dans une vaste zone de dépôts (pente moyenne de 11,5 %) d'environ 5 hectares, limitée par deux digues latérales raccordées à l'amont aux versants (côte 1 280 m) et à l'aval au barrage d'entrée dans la plage de dépôt.



Torrent au débouché des gorges

Plage de dépôt

2.2.3. Contexte historique

La première moitié du XIX^{ème} siècle a connu une forte activité du torrent de Sachas notamment du fait d'apports de matériaux considérables par ses affluents dégradés par le surpâturage (L'Eyrette, Pra Piouzéou et la Crouzette). Cet état de fait aboutira, malgré de fortes oppositions locales, à la création d'un périmètre RTM puis à l'expropriation par l'Etat d'une surface de 189 hectares correspondant aux zones les plus dégradées du bassin versant du torrent de Sachas.

La principale action de l'Administration fut le reboisement des terrains entre 1882 et 1909.

Seul le torrent de l'Eyrette sera traité de façon systématique par des seuils en maçonnerie et divers ouvrages de petit génie civil. Ces interventions se poursuivent toujours aujourd'hui.



Deux ouvrages autostables en béton armé ont enfin été réalisés dans le chenal principal en 1982 à la côte 1 350 m. Leur objectif principal était de caler le glissement de versant susceptible d'affecter le hameau de Sachas.



Ouvrages domaniaux B82.2 et B82.1

2.2.4. Contexte géologique

La géologie du bassin versant se caractérise par une grande diversité lithologique ; on rencontre schématiquement :

- au sommet des falaises et escarpements formés de calcaires et calcaires dolomitiques du Trias, accessoirement des quartzites,
- à la partie intermédiaire des éboulis plus ou moins grossiers,
- à la partie inférieure des alluvions glaciaires.

Les matériaux mobilisables par ce torrent sont donc caractérisés par une grande hétérogénéité.

2.3. DONNEES HYDROLOGIQUES

Les données hydrologiques utilisées seront celles de l'étude ETRM :

Surface du bassin versant (km ²)	Débit décennal (m ³ /s)	Débit centennal (m ³ /s)
14,3	10	30

2.4. ANALYSE HYDRAULIQUE DU FONCTIONNEMENT ACTUEL

2.4.1. Aléa dimensionnant

Type de phénomène dimensionnant en l'état actuel : crue à charriage

Des traces de laves en partie haute du cône de déjection semblent avoir été détectées mais elles correspondent à un fonctionnement très ancien du torrent qui correspondait à un état de bassin versant beaucoup plus dégradé qu'actuellement. En particulier, comme indiqué dans le paragraphe précédent, le ravin de l'Éyrette, affluent rive gauche du torrent du Sachas, semblait capable de produire ce type de phénomène. Ce n'est plus le cas en l'état actuel du bassin versant, compte tenu des travaux RTM (ouvrages de génie civil et revégétalisation effectués)

Volumes d'apport en crue

Déterminées à partir des éléments des études RTM (2006) et ETRM (2011, plan de gestion de la Durance), le volume susceptible de se déposer dans la zone à enjeux (proximité de la zone de régulation) serait d'environ 60 000 m³ pour une crue centennale et d'environ 4 500 m³ pour une crue décennale.

Pentes de dépôt

La pente conditionnant le transport solide amont serait proche de 11% en cas de crue centennale, mais il faut voir cette valeur plutôt comme une limite haute (cf. étude ETRM). Des valeurs de pentes de dépôts de l'ordre de 9% à 10% sont également possibles pour ce type de crue.

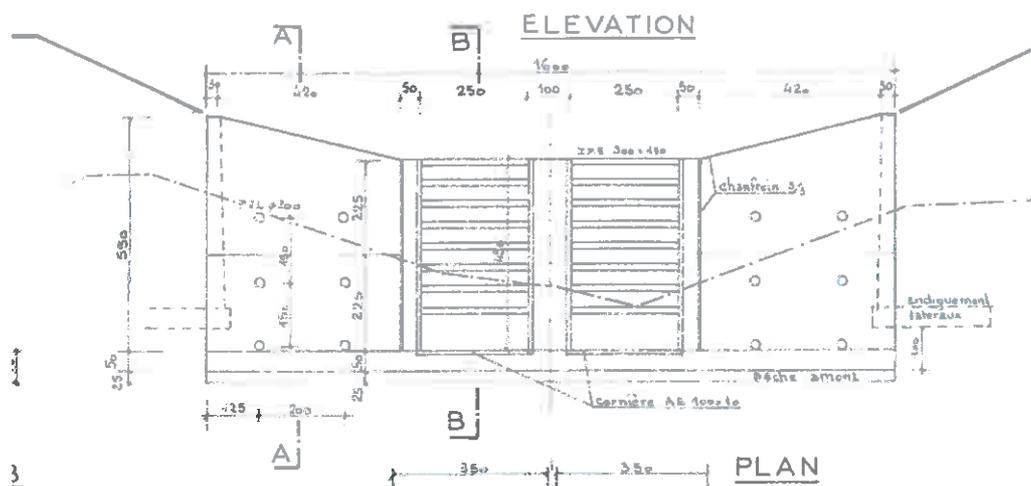
3. FONCTIONNEMENT DU TORRENT SUR SON CONE DE DEJECTION

3.1. FONCTIONNEMENT PRESUME DE LA ZONE DE REGULATION EN PERIODE DE CRUE

Principes de la démarche

Les études précédentes ne nous permettent pas de conclure sur le bon dimensionnement des digues et de la plage de dépôt en cas d'apport massif de matériaux.

L'ouvrage de fermeture de la plage de dépôt fait office de « point dur » et donc de condition à la limite aval de nos calculs. Les dépôts qui se formeront à l'amont seront susceptibles de prendre les pentes précédemment présentées allant de 6,5% (pente conditionnant le transport solide aval et donc valable plutôt pour les crues faibles à moyennes) à environ 11% (dans le pire des cas, crues exceptionnelles). Les valeurs les plus probables étant proches de 9% à 10% pour une crue centennale.



Coupe type de l'ouvrage de fermeture de la plage de dépôt

Plusieurs tests de pentes ont ainsi été menés depuis un point aval positionné à différentes hauteurs au niveau de l'ouvrage de sortie de la plage de dépôt. Avec l'utilisation de la fonctionnalité « cubature » sous AUTOCAD/COVADIS et le MNT (issu du levé de 2013 et de l'interpolation de profils en travers espacés de 40 m), il a alors été possible d'estimer globalement les premiers points de débordement amont et surtout les volumes associés potentiellement stockés dans la zone de régulation amont.

Principaux résultats

La rive gauche est la rive la plus sensible aux débordements. Ils interviennent principalement entre P11 et P13 avec un point particulièrement bas à P12. Les premiers débordements en ces points interviennent pour des hauteurs de dépôt contre l'ouvrage de sortie de 1 m, 2,5 m et 4 m pour des pentes de dépôt respectivement de 11%, 10% et 9% (l'ouvrage de sortie est donc globalement très peu utilisé pour les pentes de 10% et 11%).

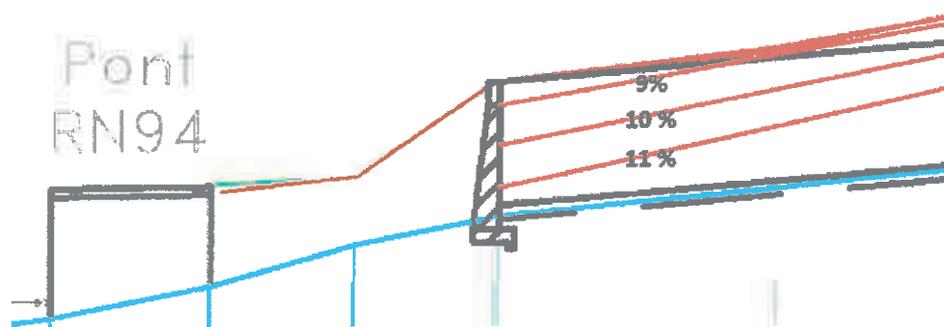


Schéma de principe des hypothèses de remplissage de la plage de dépôt pour différentes pentes d'apport solide

En situation actuelle, le volume de matériaux potentiellement stockable sans débordement est d'environ 52 000 m³ pour une pente de 11% et de 38 000 m³ pour une pente de 10%. Ainsi :

- Ces volumes stockables sans débordement sont légèrement inférieurs à ceux nécessaires en cas de crue centennale ;
- Pour des volumes supérieurs, en situation actuelle, des débordements apparaîtront nécessairement par dépôt régressif à l'amont.

Ces calculs confirment l'importance de connaître de manière relativement précise la pente d'apport solide du cours d'eau.

3.1.1. Premier BILAN

Sur le torrent du Sachas, une pente d'apport de l'ordre de 10 % semble être l'hypothèse la plus réaliste en cas de crue centennale (la pente de 11% est plutôt pessimiste).

Dans ce cas, **en situation actuelle** :

- **La zone de régulation est capable de stocker un volume d'environ 38 000 m³ de matériaux avant débordement**
- Pour ce volume, la hauteur de dépôt au niveau de l'ouvrage de fermeture serait d'environ 2,50 m sur les 4 m de hauteur totale disponible
- Compte-tenu de la hauteur restant disponible au niveau de l'ouvrage de fermeture (environ 1,50 m), toute arrivée supplémentaire de matériaux - ou toute crue plus importante arrivant avec une énergie plus importante (>10%) - engendrerait une utilisation de la revanche encore disponible et donc, par dépôts régressifs, des débordements sur le cône de déjection, en rive gauche mais également probablement en rive droite.

3.2. ÉTAT ACTUEL DU LIT : RISQUE DE DIVAGATION IMPORTANTE SUR LES DEUX RIVES À L'AMONT DU CÔNE DE DÉJECTION

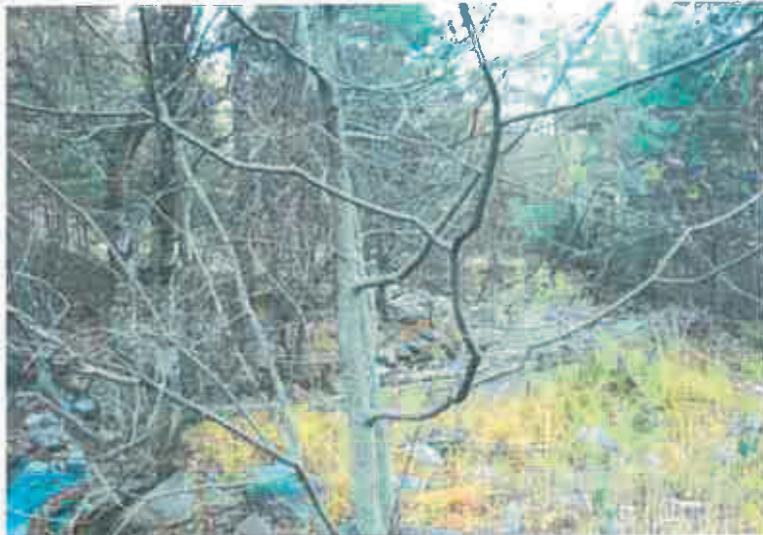
Sur la partie amont du cône de déjection entre la sortie des gorges et le profil P2, le lit est obstrué par une végétation très présente et de nombreux arbres. À proximité de P1 (aval gabions) les berges rive droite et rive gauche présentent des revanches très faibles inférieures à 1 m.



Aperçu de la berge rive droite du lit (point bas important)

Le risque d'embâcle et d'exhaussement du lit étant très présent, il est aujourd'hui fort probable que des divagations interviennent en lit majeur sur les deux rives avec des conséquences très différentes :

- En rive gauche les écoulements devraient être chenalisés plus à l'aval par la présence de la digue ;
- En rive droite, les écoulements devraient alors lécher la digue rive droite classée, ce qui pourrait être potentiellement dommageable, notamment en cas de changement définitif de lit du torrent.



Aperçu du lit entre P1 et P2 obstrué d'arbres et de végétaux

En effet, le diagnostic initial de sûreté de 2014 a montré que la digue rive droite présente une hauteur très importante et des talus très raides côté val, une proximité immédiate avec des habitations, un parement côté torrent moyennement protégé. Le niveau de résistance semble assez faible et les risques de sur-aléa importants en cas d'évènements exceptionnels.

En l'état actuel, la digue mérite un renforcement - au moins ponctuel. Il est également nécessaire de faire en sorte qu'elle soit le moins possible sollicitée par le torrent.

4. PRINCIPES D'AMENAGEMENT

4.1. PROBLEMES RENCONTRES

4.1.1. Plage de dépôt : risque de débordement au niveau du raccordement de l'ouvrage avec les digues latérales

La crête de l'ouvrage de fermeture de la plage de dépôt est calée trop haut par rapport aux crêtes des digues amont (ou inversement, les crêtes de digue, notamment en rive gauche, sont positionnées trop bas par rapport à la crête de l'ouvrage de fermeture).

4.1.2. Digue rive droite : risque d'érosion externe

L'instabilité identifiée lors du Diagnostic Initial de Sureté n'a pas fait l'objet de travaux de confortement. Il est nécessaire d'intégrer cette consolidation aux réflexions.

4.1.3. Risque de débordement et de divagations à l'apex du cône de déjection

Il existe un point bas avec un risque de débordement en rive gauche, à l'apex du cône de déjection.

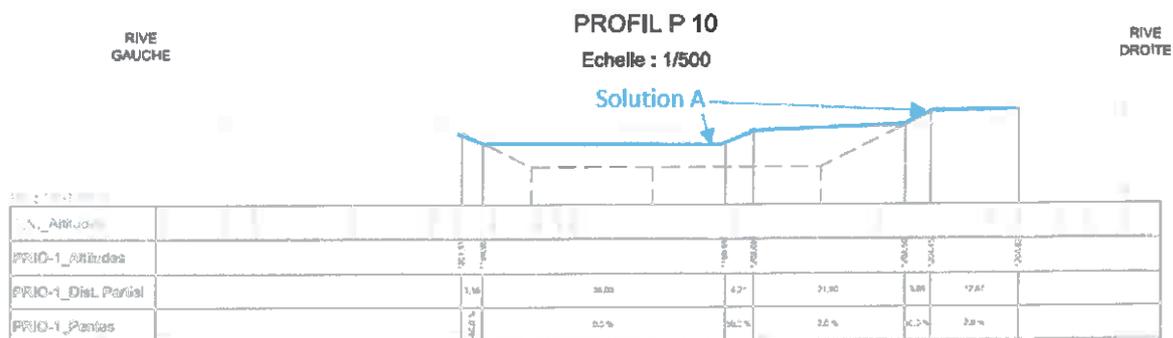
4.2. OBJECTIF DES TRAVAUX

Comme indiqué au 1.6, les principes d'aménagement décrits ci-après visent à :

- Conforter ponctuellement le talus externe de la digue ;
- Diminuer les risques de sollicitation de la digue rive droite ;
- Optimiser la zone de régulation ainsi que la plage de dépôt ;
- Définir les principes de la future autorisation de prélèvement et son articulation avec les enjeux de prévention contre les inondations.

4.3. PRINCIPE D'AMENAGEMENT

Le principe général consiste à améliorer le fonctionnement du torrent par le recalibrage du chenal et l'augmentation de la capacité de stockage de la plage de dépôt, complété par des actions ponctuels de modification et/ou confortement des ouvrages existants.



Exemple au P10 du recalibrage du lit du Sachas dans la zone de régulation –léger approfondissement et réglage des matériaux en confortement de la digue rive droite

Cette solution engendrerait un **déblai excédentaire d'environ 15 000 m³** (à exporter ou réutiliser).

5.3. ECRETEMENT DE L'OUVRAGE DE SORTIE DE LA PLAGE DE DEPOT (AMENAGEMENT B)

Les différents calculs menés montrent qu'il serait souhaitable de réduire de 2 m la hauteur de la crête de l'ouvrage de fermeture de la PDD. Cela évitera que des débordements prennent place à l'amont par dépôt régressif.

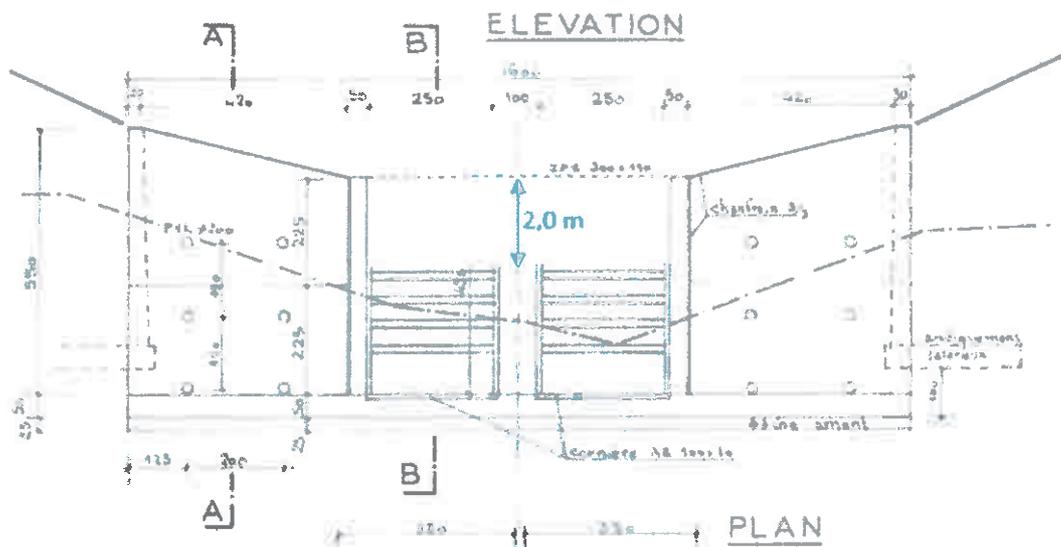


Schéma de principe des travaux visant à écrêter l'ouvrage de sortie (cas d'un abaissement de 2m)

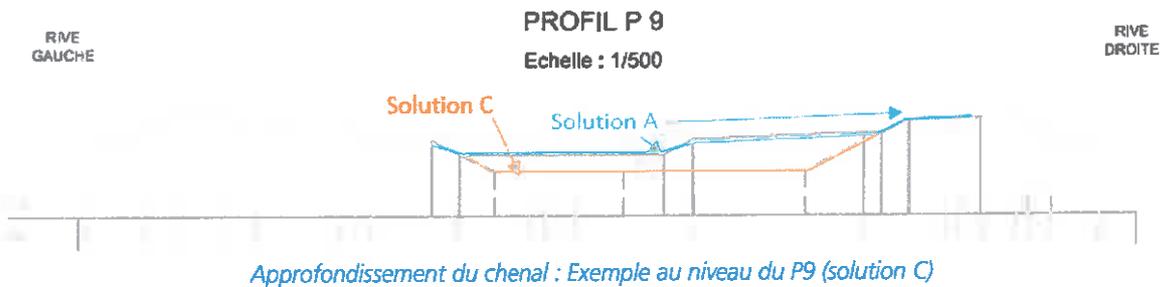
Ces travaux, facilement réalisables et peu coûteux, ne porteraient que sur l'ouverture principale.

5.4. AUGMENTATION DES CAPACITES DE STOCKAGE PAR APPROFONDISSEMENT DE LA ZONE DE REGULATION (AMENAGEMENT C)

La proposition consiste ici, en complément des travaux décrits au 5.1, à augmenter la capacité de stockage afin d'atteindre ou de dépasser légèrement le volume d'apport d'une crue centennale.

Elle consiste à approfondir la zone de régulation en créant une unique rupture de pente entre un chenal amont à 13,5% (pente moyenne dans la zone des gorges) et un chenal aval à 6,5% (pente actuelle du chenal à l'aval de la PDD). Cf. annexe

Tous les déblais supplémentaires (+30 000 m³) devront être exportés (matériaux potentiellement valorisables).



Dans le cas d'une pente d'apport solide de 10%, le volume potentiellement stockable sans débordement dans la zone de régulation s'élèverait alors à environ 80 000 m³, volume supérieur au volume d'une crue centennale.

Notons que cette solution ne permet pas de s'affranchir de la présence d'une digue en rive droite. Seul un abaissement de celle-ci d'environ 1,50 m entre P11 et P13 serait alors envisageable.

5.5. AUGMENTATION DES CAPACITES DE STOCKAGE PAR REHAUSSE DES POINTS BAS DE LA DIGUE RIVE GAUCHE (AMENAGEMENT D)

Si l'approfondissement de la solution précédente n'est pas retenu, en complément des travaux décrits au 5.2, il est également possible d'augmenter la capacité de stockage de la zone de régulation en remontant la crête de berge rive gauche au niveau de la crête de berge rive droite entre P11 et P13 (environ 140 ml concerné, rehausse au maximum d'environ 1,80 m -> au P12).

Si l'on fait l'hypothèse que la berge rive gauche est à la même hauteur que la berge rive droite alors des débordements interviennent pour des volumes importants

- Entre P8 et P10 dans le cas d'une pente d'apport solide de 11% pour un volume déjà stocké de 79 000 m³ et une hauteur de rétention au niveau de l'ouvrage de fermeture d'environ 1,50 m ;
- Entre P14 et P15 dans le cas d'une pente d'apport solide de 10% pour un volume stocké de 72 000 m³ et une hauteur de rétention au niveau de l'ouvrage de fermeture d'environ 3,50 m.

Ces deux derniers volumes sont supérieurs aux volumes à stocker pour une crue centennale (60 000 m³). Notons que dans ce cas, cette solution devrait s'accompagner d'un écrêtement de l'ouvrage de fermeture, non plus de 2 m mais d' 1 m.

Les volumes de remblais à mettre en place dans cette solution seraient d'environ 4 000 m³.

6. CHOIX D'INTERVENTION ET ESTIMATION GLOBALE

6.1. CHOIX D'INTERVENTION

Les travaux proposés ci-dessus peuvent être récapitulés de manière synthétique sous la forme suivante :

	Objectif	Description succincte
Stabilisation du talus externe	Consolider le talus externe de la digue rive droite	Réalisation d'un ouvrage de soutènement côté val
Aménagement A	Diminuer les risques de sollicitation de la digue rive droite	Entretien du chenal entre P1 et P7. Recalibrage léger de la zone de régulation
Aménagement B	Eviter le risque de débordement au niveau de l'ouvrage de fermeture de la plage de dépôt	Ecrêtement de l'ouvrage de sortie
Aménagement C	Augmentation de la capacité de stockage de la zone de régulation	Approfondissement du chenal et de la zone de régulation
Aménagement D	Augmentation de la capacité de stockage de la zone de régulation	Rehausse des points bas de la digue rive gauche

Les aménagements A et B sont prioritaires.

L'objectif des aménagements C et D est d'optimiser le fonctionnement du dispositif de protection contre les crues et d'améliorer la capacité de stockage de la zone de régulation.

6.2. ESTIMATION GLOBALE

Le tableau suivant récapitule les coûts estimatifs des diverses solutions envisagées, ainsi que les priorités.

PRESTATIONS	Coût (€ HT)
PRIORITE 1 – Stabilisation talus externe	50 000
PRIORITE 1 – Aménagements A	135 000
PRIORITE 1 – Aménagement B	5 000
Sous-Total travaux de priorité 1	190 000
PRIORITE 2 – Aménagement C	200 000
PRIORITE 2 – Aménagement D	20 000

Les travaux de priorité 1 ont été évalués à environ 190 000 € HT. Notons, tout comme pour l'aménagement C, que ces coûts sont susceptibles d'être bien inférieurs à cette estimation qui peut être qualifiée de marge haute. Les coûts des mètres cubes de déblais à évacuer sont en effet très dépendants du contexte économique local et des éventuelles possibilités de valorisation des matériaux extraits.

Les coûts des travaux de priorité 2 ont été évalués de manière indépendante en faisant l'hypothèse que ceux-ci se réaliseraient éventuellement lors d'une deuxième phase de travaux.

L'aménagement C doit être envisagé en relation avec le renouvellement de l'autorisation de curage et pourrait être réalisé, dans ce cadre, à coût nul. Il en est partiellement de même pour les aménagements A, pour ce qui relève des déblais.