

Etude d'évaluation du risque d'inondabilité du site de projet d'aire des gens du voyage

Etude

Rapport d'étude

Réf. GA 13-026/Etude/Version 1.3
mars 2014

SUIVI ET VISA DU DOCUMENT

Réf. GA 13-026

Etude : Etude d'évaluation du risque d'inondabilité du site de projet d'aire des gens du voyage

Phase : Etude

Date de remise : mars 2014

Version : 1.3

Statut du document : définitif

Propriétaire du document : CCB

Diffusion : Communauté de Communes du Briançonnais

Chef de projet : Fabien Souche

Rédacteur : Fabien Souche

Vérificateur : Vincent Arnaud



SOMMAIRE

DEMANDEUR	6
CONTEXTE	7
1. MISSION.....	7
2. SITUATION	7
ETAT DES LIEUX.....	9
3. DONNEES ET REGLEMENTATION	9
3.1. Données disponibles.....	9
3.1.1. Etudes antérieures.....	9
3.1.2. Eléments Topographiques	9
3.2. Contexte règlementaire	10
3.2.1. Plan de Prévention des Risques Naturels (Briançon)	10
3.2.2. Cartographie informative des phénomènes torrentiels et mouvements de terrain (Puy Saint André).....	12
3.2.3. Plan Local d'Urbanisme	12
4. HYDROLOGIE.....	14
4.1. Hydrologie de la Haute Durance	14
4.1.1. Débits de crue.....	14
4.1.2. Fonctionnement hydrologique sur le secteur du Briançonnais	14
4.1.3. Crues de référence	15
4.1.4. Hydrogramme de référence.....	17
4.2. Hydrologie du torrent de Pierre Feu	20
4.2.1. Localisation du bassin versant	20
4.2.2. Données pluviométriques	21
4.2.3. Calcul du débit décennal Q10	21
4.2.4. Synthèse des débits de crue	21
5. RECONNAISSANCES DE TERRAIN ET ANALYSE DE LA TOPOGRAPHIE.....	22
5.1. Présentation générale du site	22
5.2. Torrent de Pierre Feu	26
MODELISATION HYDRAULIQUE	29
6. DEBITS DE CRUE.....	29
7. MODELE 2D	29
7.1. Construction et calage.....	29

7.2. Conditions aux limites et régime.....	29
8. RESULTATS DES MODELISATIONS.....	30
8.1. Simulation selon l'état actuel.....	30
8.2. Simulation selon état futur : fonds exhausés à 40 ans	33
8.3. Simulation selon état projet Variante 1	35
8.4. Simulation selon état projet Variante 2	36
9. SYNTHÈSE DES SIMULATIONS	39
10. DEFINITION DES SEUILS ET SYSTEME D'ALERTE	40
10.1. Système d'alerte préconisé	40
10.2. Définition des niveaux d'eau sur la section de contrôle.....	40
10.2.1. Modèle 1D.....	40
10.2.2. Niveaux d'eau et seuils d'alerte	42
PROPOSITIONS D'AMENAGEMENTS.....	44
11. IMPLANTATION PLANIMÉTRIQUE DE LA PLATEFORME.....	44
12. IMPLANTATION EN ALTITUDE DE LA PLATEFORME	45
13. AMENAGEMENTS HYDRAULIQUES PROPOSÉS	47
13.1. Vue générale des aménagements.....	47
13.2. Remblai de la plateforme (emplacement et voirie).....	47
13.3. confortement angle amont	49
13.4. Déblais et talutage de la zone de stockage de déchets.....	49
13.5. chenal amont	49
13.6. confortement exutoire et franchissement du torrent de Pierre Feu	50
COUT ESTIMATIF.....	51
CONCLUSION	53

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Localisation de la zone étudiée (Source : www.géoportail.fr)	8
Figure 2 : Situation du projet sur vue aérienne et plan cadastral (Source : www.géoportail.fr)	8
Figure 3 : vue en plan du LIDAR.....	10
Figure 4 : extrait de la carte d'aléas.....	11
Figure 5 : extrait du zonage réglementaire PPR	12
Figure 6 : répartition mensuelle des crues entre le XVIIIème siècle et 2010	15
Figure 7 : répartition mensuelle des crues entre 1940 et 2010	16

Figure 8 : illustration du niveau de gravité des évènements recensés entre 1950 et 1999 selon le fichier "Basecrues" (source : Baraille, 2001)	17
Figure 9 : hydrogrammes de crue.....	20
Figure 10 : localisation du bassin versant du torrent de Pierre Feu	20
Figure 11 : vue aérienne et report des limites du projet.....	23
Figure 12 : application cadastrale	24
Figure 13 : photo aérienne de 1961	24
Figure 14 : illustration de la zone d'anciens remblais sur le lit de la Durance	25
Figure 15 : coupe schématique en amont du site du projet.....	26
Figure 16 : coupe schématique au droit du site du projet	26
Figure 17 : illustration modèle 1D et section en amont du pont (en rouge) ; section en amont de la plaine (en orange)	41
Figure 18 : proposition d'implantation de la plateforme	45
Figure 19 : illustration des coupes type en amont (en haut) et aval (en bas) de la plateforme.....	46
Figure 20 : illustration des aménagements hydrauliques proposés	47
Figure 21 : principe de confortement du talus de la plateforme.....	48
Figure 22 : coupe schématique déblais et talutage.....	49
Figure 23 : coupe schématique chenal amont.....	49

LISTE DES PHOTOS

Photo 1 : vue de l'emplacement de la future aire	23
photo 2 : arrivée du torrent de Pierre Feu en amont de la RN 94.....	27
photo 3 : exutoire aval de la buse	27
photo 4 : entonnement amont de la buse sous la RN 94.....	27
photo 5 : passage à gué du chemin d'accès sur le torrent.....	27
photo 6 : illustration du débordement potentiel du torrent vers sa rive gauche en amont de la RN 94.....	28

DEMANDEUR

Le demandeur de la réalisation de l'étude est :

Communauté de Communes du Briançonnais

Place des Cordeliers – 1 rue Aspirant Jan

05 100 BRIANCON

Tel : 04 92 54 52 55

Fax : 04 92 20 38 90

Représentée en la personne de :

Son Président, M. Alain FARDELLA

CONTEXTE

1. MISSION

La Communauté de Communes du Briançonnais envisage l'aménagement d'une aire d'accueil des gens du voyage située à cheval sur les communes de Briançon et de Puy Saint-André, lieu-dit « le GUY ».

Le site, d'une superficie total de 12 154m², prévoit l'aménagement de 15 emplacements et d'un local de gardiennage, (local bureau).

Il est aussi prévu la création d'une station d'épuration dévolue au site d'une capacité de 80 équivalents habitant ou d'un poste de relevage.

Le site se localise entre la Durance et la RN 94. Par ailleurs, le torrent de Pierre-feu, débouche au droit du site. Dans ce cadre, il est nécessaire de connaître les conditions d'inondabilité du site afin de définir les aménagements de protection permettant de mettre en sécurité le site et d'évacuer les personnes en cas de crues.

2. SITUATION

Le site étudié se situe en limite aval de la commune de Briançon, à cheval sur les communes de Briançon et de Puy Saint Pierre, en rive droite de la Durance.

Le site est situé en bordure de la RN 94, à 3.5 km au sud de Briançon.

La zone d'étude se situe dans la plaine de la Durance, entre la RN 94 et le lit mineur de la Durance.

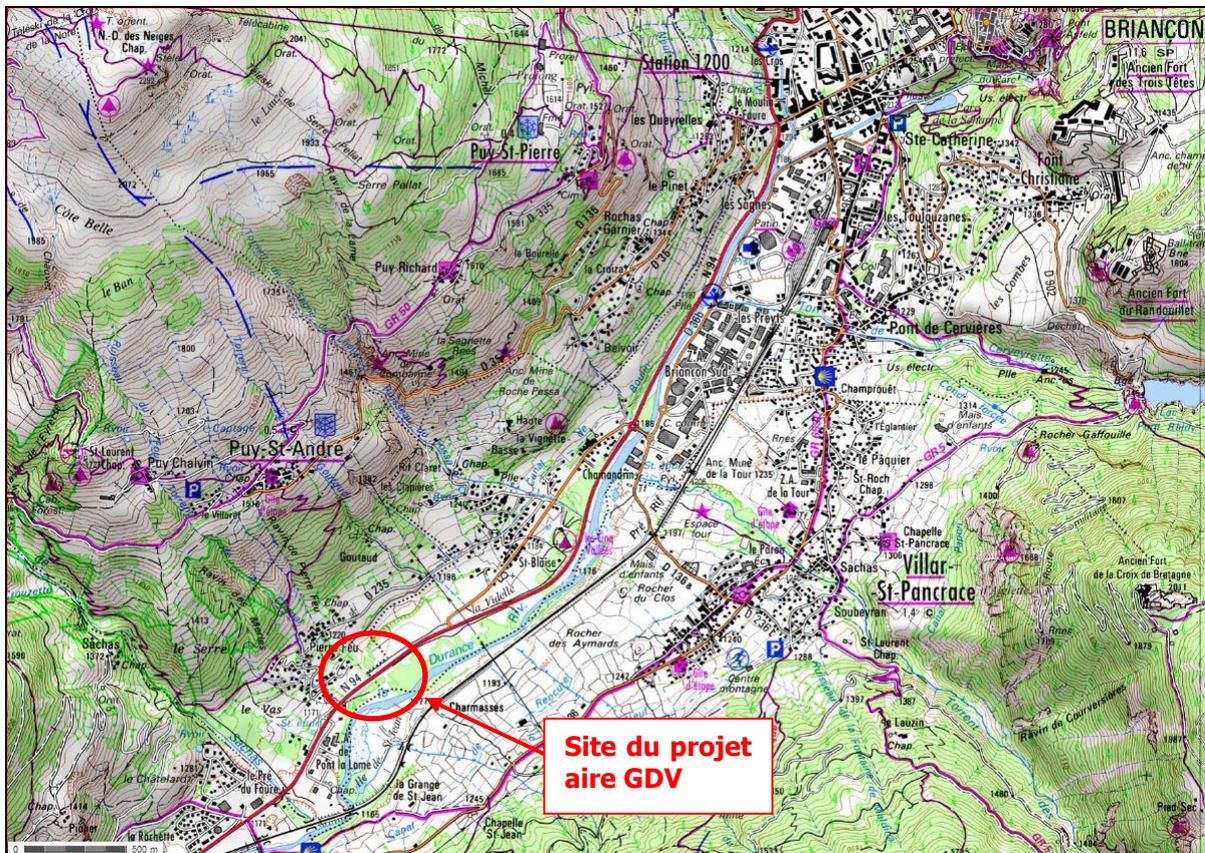


Figure 1 : Localisation de la zone étudiée (Source : www.géoportail.fr)



Figure 2 : Situation du projet sur vue aérienne et plan cadastral (Source : www.géoportail.fr)

Le terrain projeté pour la future aire des gens du voyage est situé dans la plaine de la Durance au pied de la RN 94, à moins de 100 m du lit mineur de la Durance.

ETAT DES LIEUX

3. DONNÉES ET RÉGLEMENTATION

3.1. DONNÉES DISPONIBLES

3.1.1. Etudes antérieures

La Durance a fait l'objet de nombreuses études ces dernières années. Notre diagnostic s'appuie sur les études suivantes :

- Plan de Gestion de la Haute Durance, phases 1 et 2 (ARTELIA, 2012),
- Etude de faisabilité d'une aire d'accueil pour les gens du voyage, Assistance PRO-G, 2011
- Etude d'aléas inondation de la Haute Durance (SOGREAH, 2007),
- Etude du transport solide de la Durance Amont, (SOGREAH, 2007) [et réactualisation suite à la crue de mai 2008].
- Etude hydraulique de la déviation de Chamandrin/Saint Blaise (SOGREAH 1995)
- Les crues dommageables dans le bassin de la Haute-Durance, thèse Stéphanie Baraille, 2001

3.1.2. Eléments Topographiques

Le levé topographique sur lequel s'appuie notre étude est un levé LIDAR réalisé en 2011 sous Maîtrise d'ouvrage du SMADESEP (Syndicat Mixte d'Aménagement et de Développement de Serre-Ponçon). Le levé LIDAR permet l'acquisition de points référencés en plan et en altitude par laser. Sur le fichier qui nous a été transmis, les zones plates ont une densité en points plus faible que les zones pentues et irrégulières (ou couvertes de végétation).

Un Modèle Numérique de Terrain a été calculé à partir de ce levé. 16 Profils en travers et un Profil en long de la Durance de 660 m ont été tracés (cf. figure ci-dessous).

Un autre plan topographique a été réalisé par le cabinet de géomètres Maynadier sur le terrain de la station projet en 2011. Ce levé est cohérent avec le LIDAR, ce dernier suffira à la modélisation hydraulique.

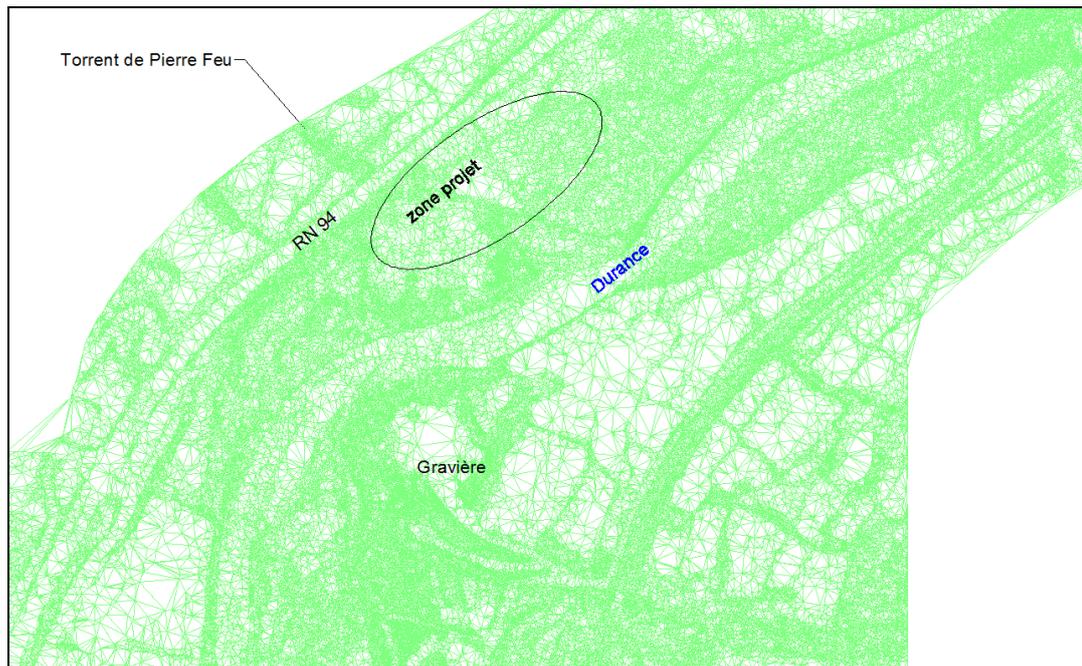


Figure 3 : vue en plan du LIDAR

3.2. CONTEXTE RÉGLEMENTAIRE

3.2.1. Plan de Prévention des Risques Naturels (Briançon)

Nous disposons d'extrait du PPRN de la commune de Briançon.

Le PPRN classe le site du projet en aléa fort et en zone rouge de risque d'inondation par la Durance.

Le règlement précise les installations qui sont autorisées dans la zone R2 (zone concernée par le projet) :

OCCUPATIONS ET UTILISATIONS DU SOL

Toute occupation et utilisation du sol, de quelque nature qu'elles soient, sont interdites. Dans ces interdictions, sont naturellement compris les ERP, les services de secours et les installations liées à la gestion de crise (hôpitaux, centre de secours, gendarmerie...).

Néanmoins, sont autorisés, sous réserve des autres réglementations en vigueur, à condition qu'elles n'aggravent pas les risques, n'en provoquent pas de nouveaux, ne présentent qu'une vulnérabilité restreinte et qu'elles prennent en compte les caractéristiques techniques des phénomènes, les occupations et utilisation suivantes :

- Les ouvrages nécessaires à l'exploitation des captages d'eau potable, au fonctionnement des équipements de services publics, (station d'épuration, station de pompage, réseaux d'eau et d'assainissement, réseaux électrique, téléphone, etc.), de certaines installations classées (fourrière intercommunale, refuge animalier) et de certains dispositifs d'accueil spécifiques (**aire d'accueil des gens du voyage**, etc.), à la condition de ne pas avoir de locaux d'habitation ni de locaux

recevant du public. Ces équipements étant susceptibles de subir des dommages, il conviendra d'analyser l'impact de leur éventuelle mise hors service dans la gestion de la crise liée à la survenance du phénomène,

- Tous travaux et aménagements de nature à réduire les risques,
- La traversée par des pistes, chemins ou routes.
- Les travaux d'entretien et de gestion courante des constructions et installations implantées antérieurement à la publication du PPR avec en particulier la création d'ouvertures sur des façades non exposées au phénomène.
- Les réparations et confortements effectuées sur un bâtiment sinistré dans le cas où son implantation est nécessaire pour les activités de service public.

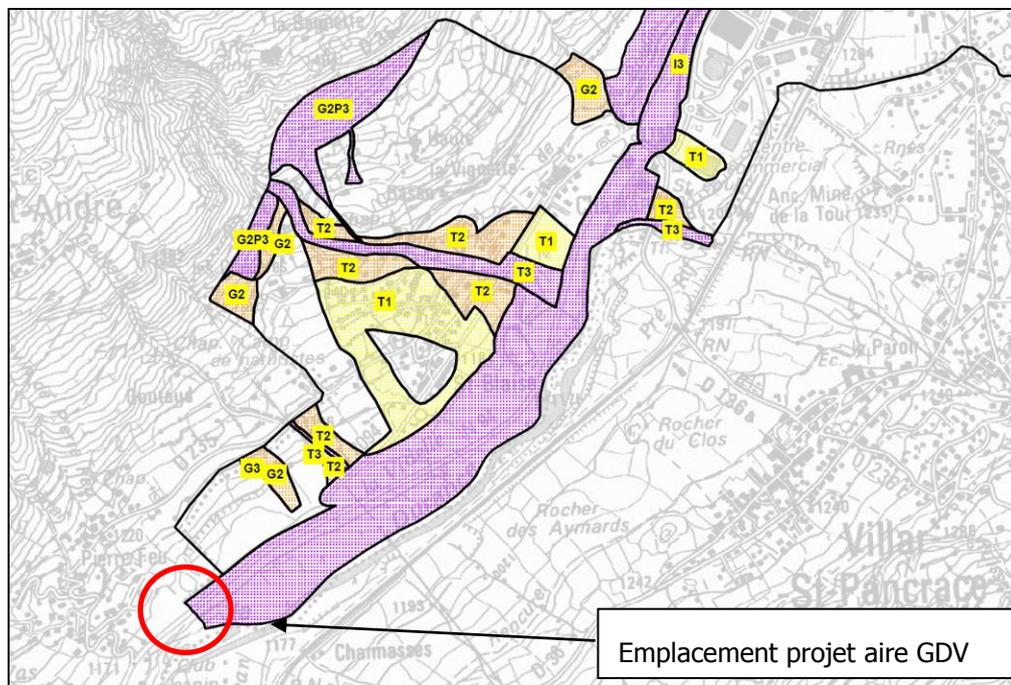


Figure 4 : extrait de la carte d'aléas

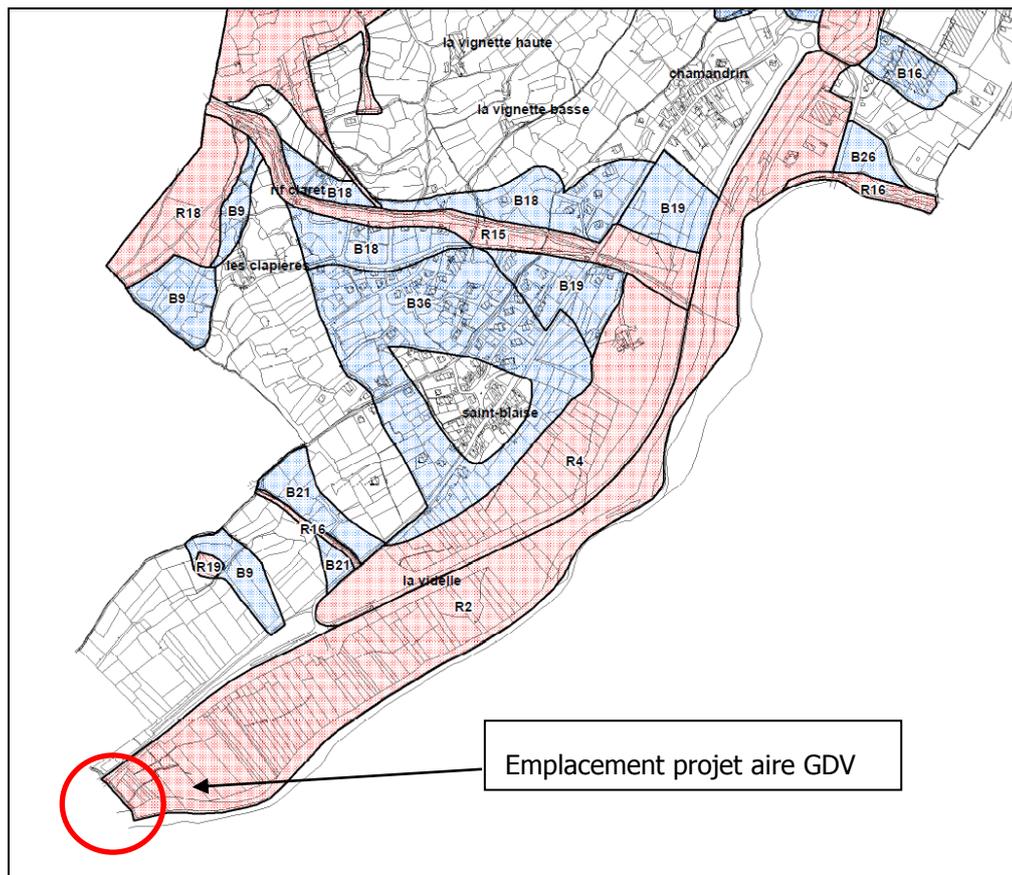


Figure 5 : extrait du zonage réglementaire PPR

3.2.2. Cartographie informative des phénomènes torrentiels et mouvements de terrain (Puy Saint André)

La commune est couverte par une cartographie informative CIPTM. Elle localise les phénomènes de crue torrentielles, ravinement, glissement de terrain, chutes de pierres et blocs. Elle est établie par la préfecture et est portée à connaissance de la commune (2012).

La carte CIPTM classe le site du projet en aléa fort (I3) inondation.

3.2.3. Plan Local d'Urbanisme

L'interprétation qui peut être faite des règlements sur les deux communes dépend des services compétents de l'Etat. Nous nous limitons à présenter le contenu des articles visant les zones concernées.

Le PLU de la commune de **Briançon** classe le terrain du projet en zone agricole A.

Il s'agit des zones à protéger en raison de la richesse des terres agricoles qu'elle soit de nature agronomique, biologique ou économique.

Le règlement de la zone interdit les occupations et utilisations du sol suivantes (article A1) :

- *Le stationnement des caravanes et les habitations légères de loisirs ;*
- *Les affouillements et exhaussements de sol.*

Cependant, le règlement admet (article A2) :

- *Les constructions et installations nécessaires aux services publics ou d'intérêt général dans la mesure où ils ne compromettent pas le caractère agricole de la zone*
- *Toutes occupations ou utilisations du sol, incluses dans le périmètre du PPRN, doivent avant tout respecter les dispositions de celui-ci.*

Le PLU de la commune de **Puy St André** classe le terrain du projet en zone naturelle Nn (r).

Il s'agit des secteurs à protéger en raison de la qualité des sites, des milieux naturels, des paysages et de leur intérêt, notamment du point de vue esthétique, historique ou écologique, soit de l'existence d'une exploitation forestière, soit de leur caractère d'espaces naturels.

Les secteurs Nn (r) sont, en outre, soumis à des risques naturels d'aléa fort ou mal connus.

Le règlement de la zone interdit les occupations et utilisations du sol suivantes (article Nn 1) :

- *Les terrains de camping caravanage ou destinés uniquement à la réception de caravanes, les garages collectifs de caravanes,*
- *En secteur Nn (r) toute construction ou reconstruction est interdite, même celles liées [...] aux équipements publics ou d'intérêt général. Tous les aménagements et installations sont interdits à l'exception de ceux autorisés sous condition à l'article Nn 2*

Article Nn 2 : Occupations et utilisation du sol admises mais soumises à conditions particulières :

- *les utilisations et constructions nécessaires aux services publics ou d'intérêt collectif, à condition [...] qu'ils réclament une localisation dans cette zone*
- *les exhaussements et affouillements du sol à condition qu'ils soient liés [...] à la protection contre les risques naturels*

En secteur Nn (r), les installations et aménagements sont autorisés à condition qu'ils n'aggravent pas les risques, n'en provoquent pas de nouveaux, ne présentent qu'une vulnérabilité restreinte et qu'elles prennent en compte les caractéristiques techniques des phénomènes.

4. HYDROLOGIE

4.1. HYDROLOGIE DE LA HAUTE DURANCE

Notre étude s'appuie sur les données mises à notre disposition. Le Plan de Gestion de la Haute Durance (phase 1) réalisé par Artélia en 2012 met en avant une analyse hydrologique détaillée, applicable à l'ensemble du haut bassin versant de la Durance.

En outre, ce document reprend les éléments hydrologiques contenus dans les études plus anciennes existantes sur le secteur en amont de Serre Ponçon.

Ainsi, les débits de crue de la Durance seront tirés du rapport de plan de gestion.

Notre analyse, axée sur la mise en sécurité du site du projet se concentre sur :

- La définition d'un hydrogramme de référence au droit du projet
- L'étude de la saisonnalité des crues selon analyse du fonctionnement hydrologique et des événements passés

4.1.1. Débits de crue

Le secteur d'étude se situe en amont immédiat de la ZI de l'Île Saint Jean où le rapport du Plan de Gestion retient les débits de crue suivants :

Q10	Q30	Q100
120 m ³ /s	230 m ³ /s	400 m ³ /s

Nous retiendrons ces valeurs de débits dans le cadre de notre étude.

Afin de compléter notre analyse nous estimons le débit cinquantennal à 300 m³/s sur la base d'une extrapolation des débits ci-dessus.

4.1.2. Fonctionnement hydrologique sur le secteur du Briançonnais

D'après l'analyse des éléments contenus dans la bibliographie, le bassin de la Haute Durance bénéficie d'une situation d'abri qui le protège des fortes perturbations océaniques (écran du massif des écrins). Toutefois, il semble que les perturbations océaniques exceptionnelles peuvent affecter la Haute Durance comme en mai 1856 et former alors des crues très violentes (plus forte crue connue).

Les perturbations d'Est (Lombarde) atteignent principalement les massifs frontaliers : c'est l'exemple de la crue de juin 1957, très forte sur le Guil et en aval, mais qui est restée modérée en amont (235 m³/s à l'Argentière).

On est donc dans une situation où seuls les événements exceptionnels impactent significativement le bassin : l'écart entre les fortes crues (d'ordre décennal) et les crues exceptionnelles (d'ordre centennal) soit important.

En raison du relief et de l'altitude, le régime hydrologique de la Haute Durance peut être qualifié de « nival montagnard ».

L'étiage le plus marqué se situe en période hivernale (février) où la majeure partie des précipitations tombent sous la forme de neige et où la rétention par le gel limite les écoulements de surface. En fin d'été l'épuisement des réserves et la faiblesse des

précipitations affaiblissent aussi l'alimentation mais de façon moins marquée qu'en fin d'hiver.

Après le minimum du mois de février, l'augmentation du débit débute réellement en avril avec la fonte du manteau neigeux et les précipitations printanières. Les hautes eaux annuelles se produisent au début de juin (proche des 40 m³/s, pour un module de 14.3 m³/s¹). En automne, les précipitations sont abondantes (octobre et novembre essentiellement) mais déjà partiellement atténuées par le début de la rétention nivale.

Remarque : le manteau neigeux joue un rôle important dans la rétention de la quantité d'eau stockée en altitude. Le relargage à la sortie de l'hiver peut être rendu plus ou moins régulier selon les températures et les précipitations printanières. L'attention doit être attirée sur les risques que représenterait une de combinaison de phénomènes présentant des cumuls de neige importants avec une hausse de températures et des précipitations importantes sur le haut bassin versant.

4.1.3. Crues de référence

4.1.3.1. Répartition mensuelle des crues

Le recensement des crues historiques s'appuie notamment sur la Base de données du RTM et la thèse de Stéphanie Baraille sur les crues dommageables en Haute Durance.

Remarque : *les chroniques de débits établies au niveau de la station hydrologique du Pont de Chamandrin sont détenues par EDF. Compte tenu des délais importants pour la mise en place du conventionnement entre les parties pour la transmission et la diffusion de ces données, il a été convenu avec le maître d'ouvrage de ne pas s'appuyer sur ces données.*

Nous avons ainsi relevé 38 crues significatives sur la Haute Durance (ayant fait l'objet de rapport évènementiel, lié à des dégâts occasionnés) sur les 200 dernières années.

La répartition mensuelle est présentée dans le graphique suivant.

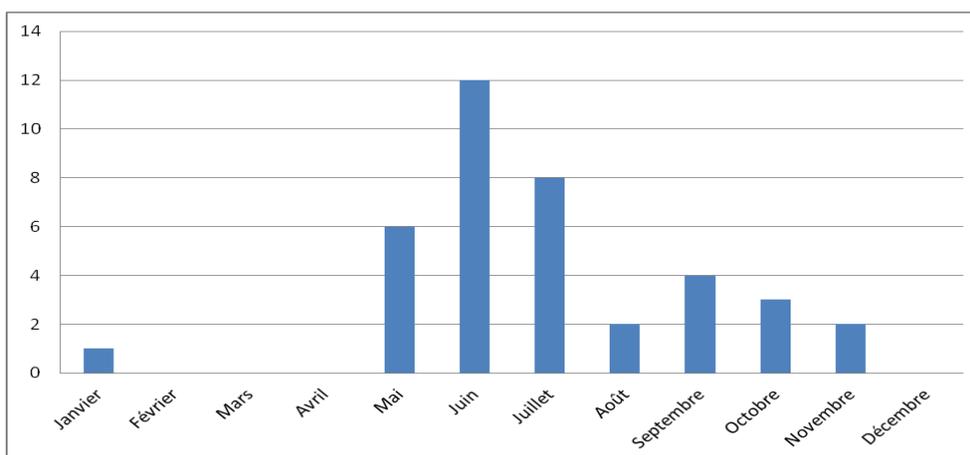


Figure 6 : répartition mensuelle des crues entre le XVIIIème siècle et 2010

¹ Thèse de Stéphanie Baraille, 2001

Sans surprise, on note une prédominance des crues au printemps et au début de l'été. Les mois de mai, juin et juillet cumulent 68 % des évènements².

L'autre période marquée par des crues d'importance est l'automne, avec des crues plus rares (24 % des évènements entre septembre et novembre) mais qui peuvent demeurer importantes et soudaines. Elles restent toutefois un phénomène secondaire³

Cette répartition saisonnière a tendance à être plus marquée encore si l'on considère les crues les plus récentes, depuis 1940 jusqu'à aujourd'hui. Le graphique suivant illustre cette tendance.

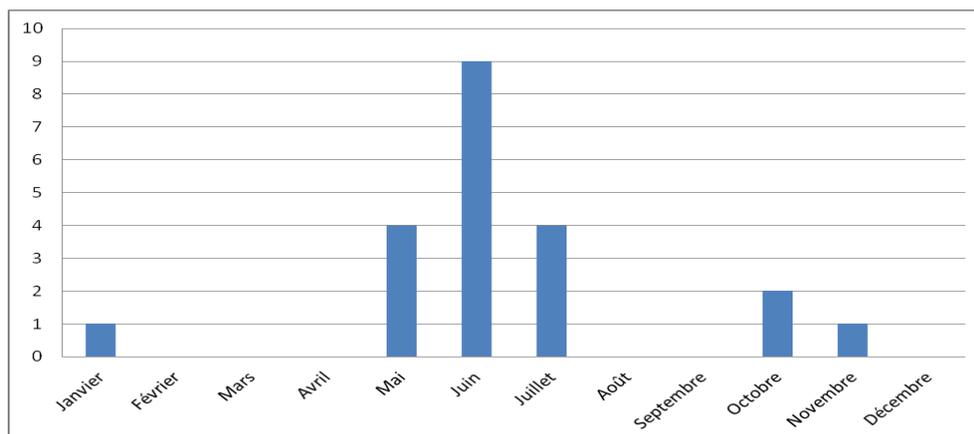


Figure 7 : répartition mensuelle des crues entre 1940 et 2010

Les crues printanières et de début d'été représentent près de 81 % des évènements recensés depuis 1940 contre 14 % en automne (octobre et novembre). On ne relève pas de crue en fin d'été (août-septembre).

Plusieurs découpages ont pu être établie dans les diverses études précédentes. L'un deux précise les occurrences de crue suivantes :

- Hiver (de décembre à avril inclus) : 3 %
- Saison chaude (de mai à août inclus) : 85 %
- Automne : 12 %

4.1.3.2. Intensité

En terme d'intensité, la thèse de Baraille s'appuyant sur l'exploitation du fichier « Basecrues⁴ », indique que les crues sont les plus dommageables au printemps (mai) et à l'automne (novembre). Les différentes évaluations de débits extrêmes effectués par EDF estiment que les crues d'automne peuvent être plus dommageables que les crues de printemps, bien que les débits de printemps soient le plus souvent les plus élevés. Les crues de novembre semblent particulièrement dommageables.

² Le BCEOM annonce 70% des crues durant le 2nd trimestre de l'année et 30 % durant le 4^{ème} trimestre (in thèse de Stéphanie Baraille, 2001).

³ Thèse de Stéphanie Baraille, 2001

⁴ Inventaire départemental des évènements de crues dommageables basés sur les données RTM et DDE 05.

L'intensité baisse progressivement au cours de l'été. Les orages sont nombreux mais le plus souvent localisés sur une partie du bassin versant. Aussi les crues d'été font moins de dégâts généralisés (surtout lorsque la saison sèche s'avance et que la saturation des sols diminue fortement).

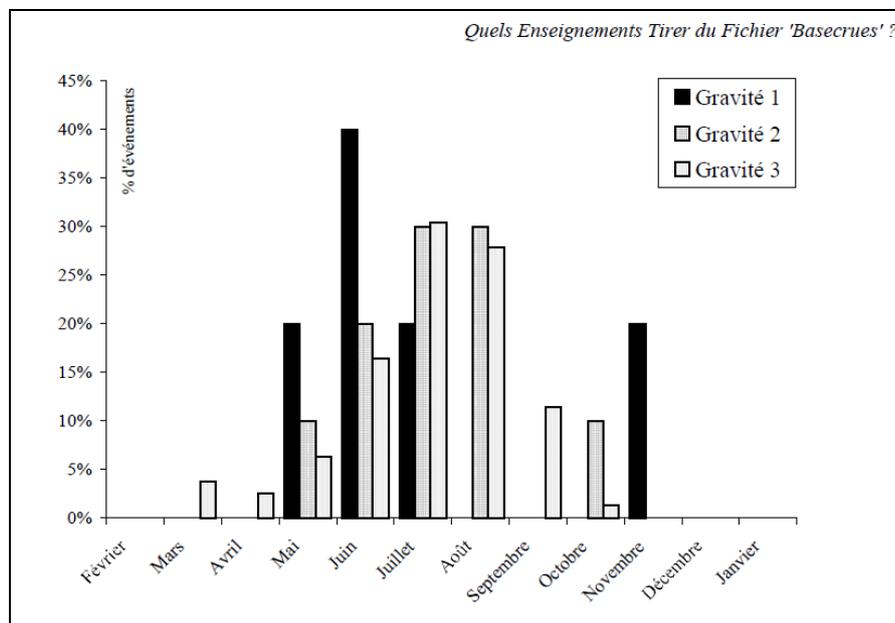


Figure 8 : illustration du niveau de gravité des évènements recensés entre 1950 et 1999 selon le fichier "Basecrues" (source : Baraille, 2001)

4.1.3.3. En conclusion

Quelque soit le découpage effectué, les crues ont lieu essentiellement durant la saison estivale où elles restent les plus fréquentes et les plus fortes. Et le mois de **juin** est particulièrement prédominant.

Les crues les plus intenses se situent de mai à juillet (avec un maximum là encore en **juin**) et en **novembre**.

Le scénario le plus défavorable demeure celui d'une crue pluviale intense sur une fonte nivale importante en fin de printemps.

4.1.4. **Hydrogramme de référence**

En l'absence de données hydrométriques mesurées lors des crues récentes sur le secteur d'étude, nous caractériserons l'hydrogramme de crue de manière théorique.

Sans mesure du débit en continu lors des crues, il est difficile de connaître les hydrogrammes des crues réels. L'hydrogramme dépend de l'intensité et de la durée de l'épisode pluvieux, de la réaction du bassin versant (selon l'occupation du sol) et du niveau de saturation des sols en eau au début de l'événement pluvieux. Ainsi pour un même débit de pointe estimé, la crue peut présenter des hydrogrammes plus ou moins pointus, traduisant un volume ruisselé plus ou moins grand.

La définition de l'hydrogramme type s'appuie sur la formulation Socose, méthode de transformation des pluies en débit.

4.1.4.1. Temps de concentration

En premier lieu, il est nécessaire de calculer le temps de concentration (T_c), défini comme le temps que met une goutte d'eau la plus éloignée hydrauliquement de l'exutoire pour parvenir à celui-ci.

Plusieurs formules de prédétermination peuvent être mises en œuvre pour estimer la valeur de ce paramètre. Les estimations peuvent être très variables d'une formule à l'autre. Nous présentons ci-après les résultats en fonction des formules suivantes :

Calcul du temps de concentration		
Formule	T_c (min)	T_c (h)
Ventura	827	13.79
Passini	763	12.72
Turazza	707	11.78
Izzard-Meunier	771	12.85
Moyenne	767	12.78

Par ailleurs, l'analyse des crues à travers les études antérieures (notamment la thèse de Baraille, 2001) fournit quelques indications concernant les temps de montée indicatifs des crues de la Durance. A l'aval de Briançon, il semble s'établir autour de 12 h, voire plus.

Ainsi nous retiendrons comme temps de concentration au niveau du projet, une durée de **12 h pour chaque débit de crue.**

Il est habituel de retenir le temps de concentration comme grandeur caractéristique de l'hydrogramme. Cependant, dans le cas particulier des procédures d'alerte, il est préférable de retenir un hydrogramme plus court (avec une montée plus rapide)

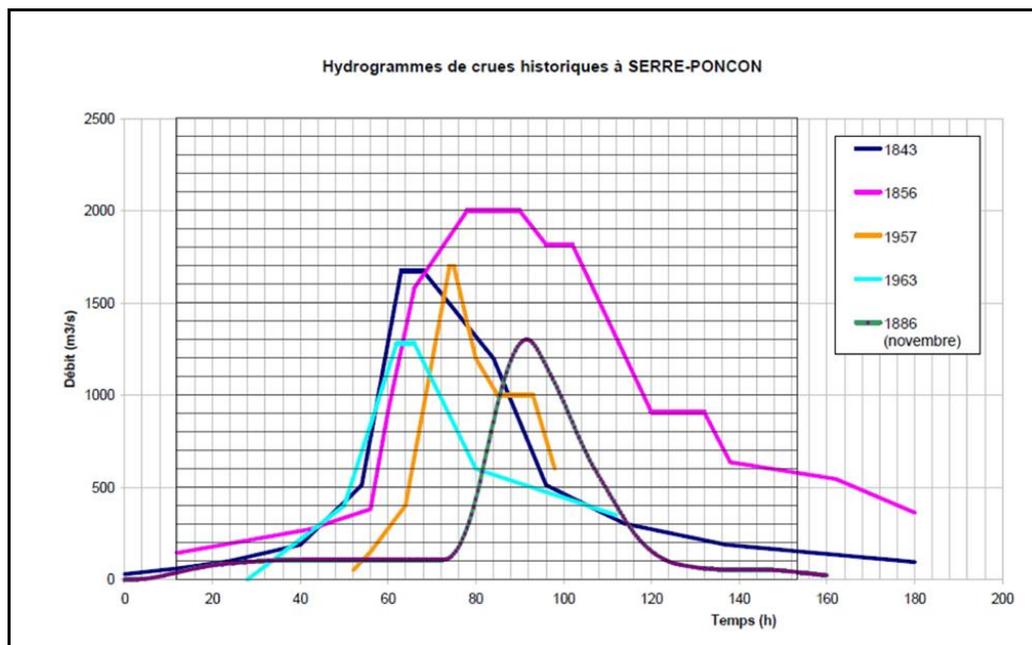
4.1.4.2. Temps de montée et durée caractéristique de crue

Le temps de montée est utile à préciser afin de définir les vitesses de montée des eaux. Il correspond à la durée de la branche très ascendante de l'hydrogramme.

Là encore, en l'absence de données sur les hydrogrammes de crues passées sur le bassin versant étudié, le temps de montée reste difficile à apprécier.

Notre analyse s'appuie sur les données transmises par les services de l'Etat concernant les informations relatives au temps de montée de quelques crues majeures anciennes⁵. Ces données sont synthétisées sur la figure suivante :

⁵ Données issues de l'étude générale de la Durance entre Serre-Ponçon et l'Escale, SOGREAH 2004



A l'entrée dans le lac de Serre-Ponçon, les vitesses de montée peuvent être approchées sur ces hydrogrammes reconstitués. Les vitesses maximales de montée sur 1h sont les suivantes :

Année	heures	Débit m ³ /s	Vitesse maximale de montée m ³ /s/ sur 1 heure
1843	54	500	131
	63	1 680	
1856	56	380	120
	66	1 580	
1886	79	400	100
	84	900	
1957	64	400	144
	73	1 700	

Selon les crues, les vitesses maximales sur 1 h s'établissent entre 100 et 150 m³/s/h.. L'application d'un ratio en fonction de la superficie du bassin versant aux points considérés donne une vitesse de montée en aval de Briançon variant entre 40 et 55 m³/s/h.

Pour atteindre la borne haute, un temps de montée de l'ordre de 12 h est nécessaire.

Par précaution, nous retenons un temps de montée de 10 h, donnant des vitesses maximum de l'ordre de 65 m³/s/h.

4.1.4.3. Hydrogrammes retenus

L'hydrogramme unitaire retenu par la méthode Socose présente un temps de montée égal à D (durée caractéristique de crue).

Avec les éléments précités, nous pouvons établir les hydrogrammes types suivants qui seront retenus dans le cadre de la modélisation hydraulique :

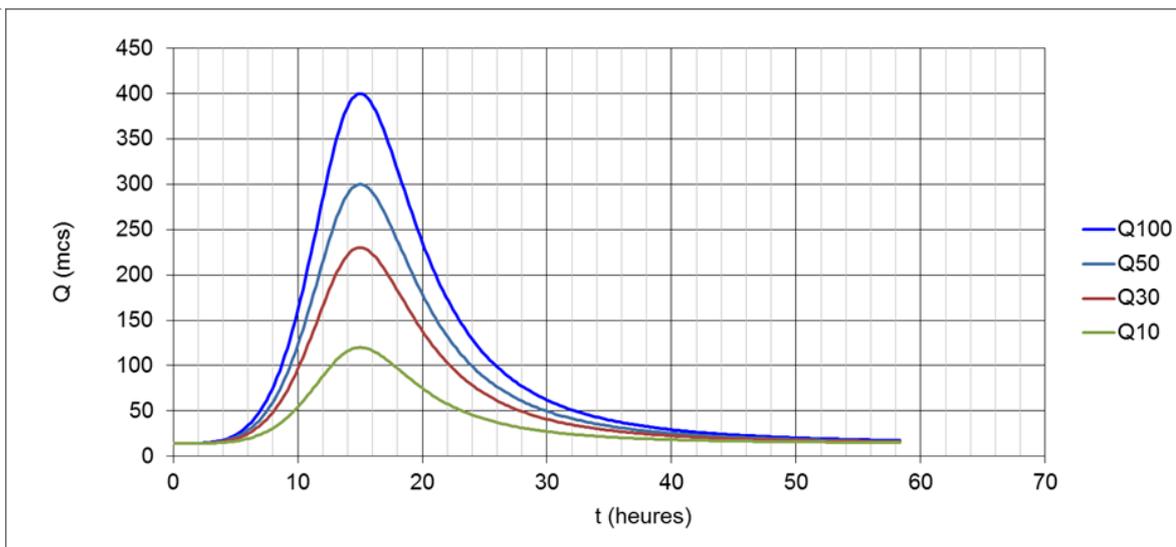


Figure 9 : hydrogrammes de crue

Le débit de base (module) avant l'occurrence de la crue est établi à 14 m³/s .

4.2. HYDROLOGIE DU TORRENT DE PIERRE FEU

4.2.1. Localisation du bassin versant

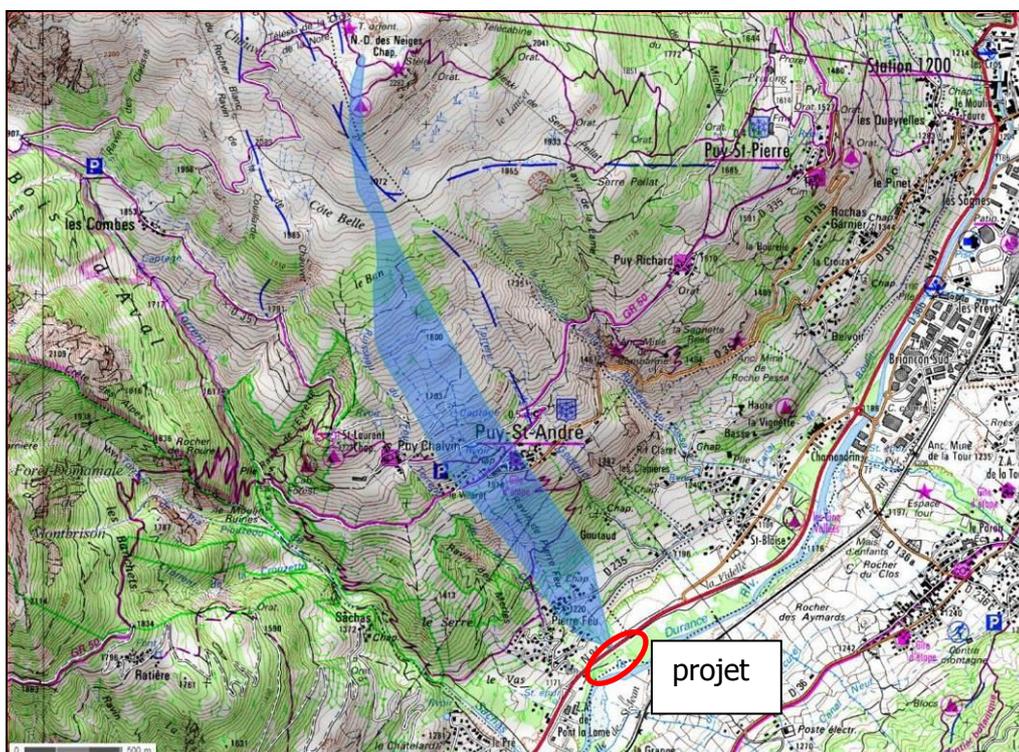


Figure 10 : localisation du bassin versant du torrent de Pierre Feu

Le bassin versant du torrent de Pierre Feu se développe en rive droite de la duranco. Il prend son origine en dessous du sommet du Prouel aux environs de la cote 2320 m.

Le ruissellement diffus sur le versant est prédominant en amont de la cote 2000 m. En deça, le torrent se formalise progressivement dans un talweg qui traverse les prés en amont du village du Puy Saint André puis un secteur plus forestier en aval. Il traverse la RN 94 en aval du lotissement de Pierre Feu et conflue avec la Durance au niveau du site du projet.

4.2.2. Données pluviométriques

Le bassin versant du torrent est faible (0.9 km²). Les pluies qui génèrent les plus forts débits sur ce type de bassin versant sont de courtes durées, inférieures à 1 h et de fortes intensités. Les données pluviométriques intéressantes sont donc celles qui concernent les faibles pas de temps. Les pluviographes qui permettent ces mesures et dont la période de relevé est suffisamment longue sont assez rares.

Le torrent de Pierre Feu n'est pas équipé de station pluviométrique. Pour définir les pluies journalières maximales, nous nous baserons sur la station pluviométrique de Briançon significative des cumuls de pluies observés à proximité du fond de vallée de la Durance. Nous retenons ensuite la pluie centrée (P10c).

Stations	P10	P10c	P100	P100c
Briançon	66	76	103	118

4.2.3. Calcul du débit décennal Q10

Les débits donnés par l'application des formules empiriques classiques sont les suivants :

Méthode	Débit (m ³ /s)
Crupedix Sud Est	1
Rationnelle	2.2
Abaque Sogreah	1.5

4.2.4. Synthèse des débits de crue

La formule de Crupedix donne un débit relativement faible. Il est à noter que la valeur repose essentiellement sur la valeur de précipitation de retour décennale relativement faible pour le poste de Briançon. Par ailleurs la superficie du bassin versant du Pierre Feu est en limite du domaine d'application de la formule.

La formule rationnelle, valable pour les petits bassins versants, donne un résultat nettement supérieur. Cette méthode utilise principalement les données de ruissellement et l'intensité de la pluie. La sensibilité du coefficient C et la non prise en compte de la valeur de P10 explique cet écart.

L'abaque de Sogreah donne une valeur intermédiaire.

Ainsi nous proposons de retenir pour la valeur de débit décennal :

$$Q_{10} = 1.50 \text{ m}^3/\text{s}$$

Pour l'évaluation du débit centennale, à défaut de données locales, nous proposons de prendre en compte le ratio suivant admis sur le bassin versant voisin du torrent de Sachas :
 $Q_{100} = 3 Q_{10}$

Ainsi nous proposons de retenir pour la valeur de débit centennial :

$$Q_{100} = 4.5 \text{ m}^3/\text{s}$$

5. RECONNAISSANCES DE TERRAIN ET ANALYSE DE LA TOPOGRAPHIE

La reconnaissance de terrain a consisté en un parcours du terrain du projet et de ses environs.

5.1. PRÉSENTATION GÉNÉRALE DU SITE

Le site du projet s'établi en rive droite de la Durance, à cheval sur la limite entre les communes de Briançon et de Puy Saint André.

Il s'agit d'une zone naturelle de prairie alternant avec des zones arborées se raccordant à la ripisylve de la Durance. Le secteur a été partiellement dégradé par des dépôts de produits inertes.

Le projet de plateforme doit est situé en bordure immédiate de la RN 94, en rive droite de la Durance. Il est situé en lit moyen, sur une ancienne terrasse alluviale.

Des traces d'anciens chenaux secondaires de la Durance sont visibles en amont du site projeté pour la plateforme.

Au niveau du projet, en rive gauche, la Gravière Allamanno étale ses stock de matériaux. La berge est localement protégée par un enrochement sur une quarantaine de mètres de longueur.

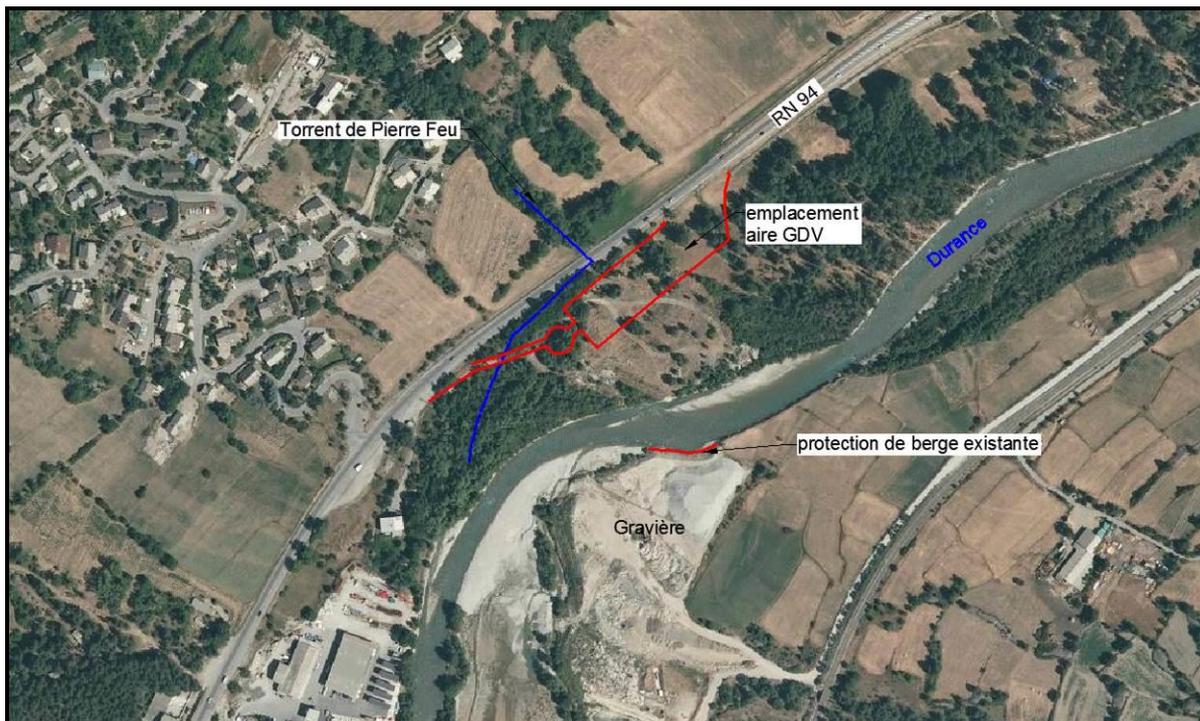


Figure 11 : vue aérienne et report des limites du projet



Photo 1 : vue de l'emplacement de la future aire

L'application cadastrale sur le site du projet montre l'emprise passée du lit vif de la Durance qui venait méandrer contre la RN 94 sur la partie aval de la plateforme projetée.

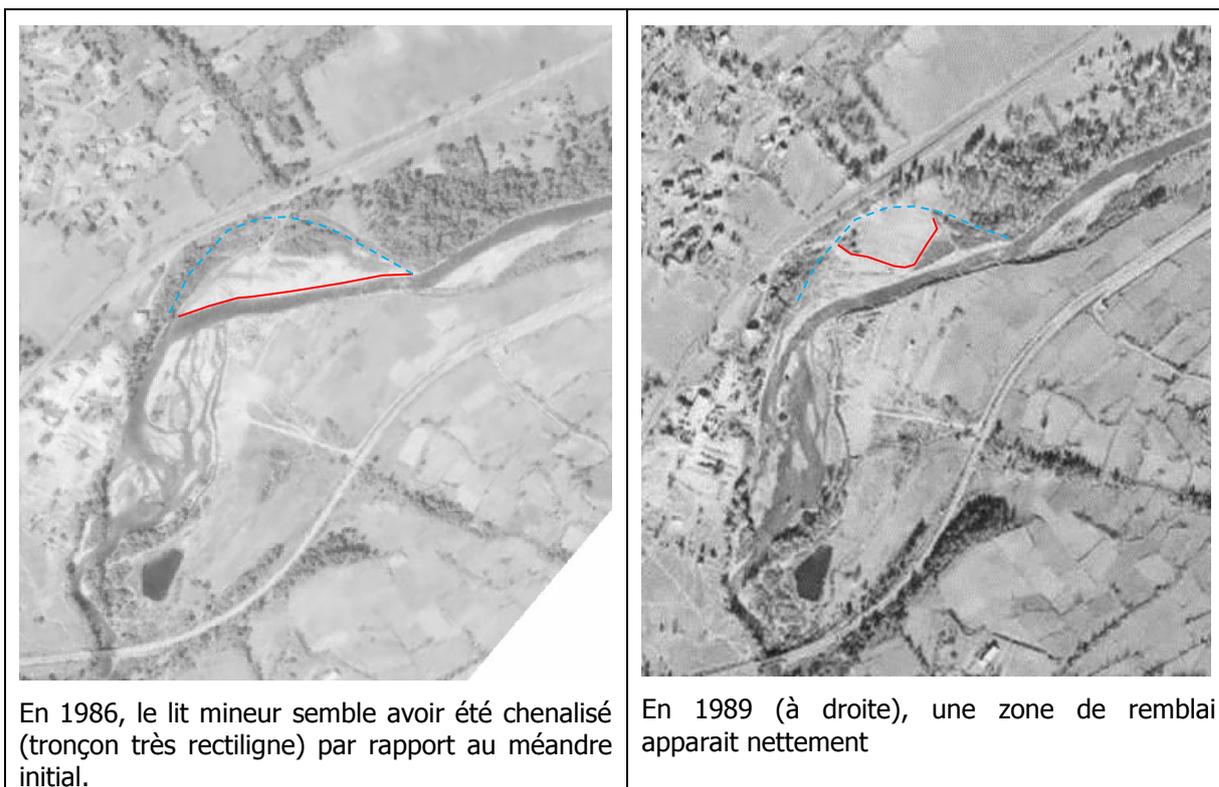


Figure 12 : application cadastrale



Figure 13 : photo aérienne de 1961

La comparaison avec les couvertures aériennes anciennes confirme l'application cadastrale. Sur la vue de 1961 (ci-dessus) la Durance s'écoule comme l'indique le cadastre.



L'application des courbes de niveau confirme aussi que le secteur a pu subir une évolution vers un remblaiement partiel de l'ancien lit de la Durance. En effet, la zone sur laquelle les dépôts de produits inertes ont été déposés avance en remblai au-dessus de l'ancien lit et vers le lit actuel.

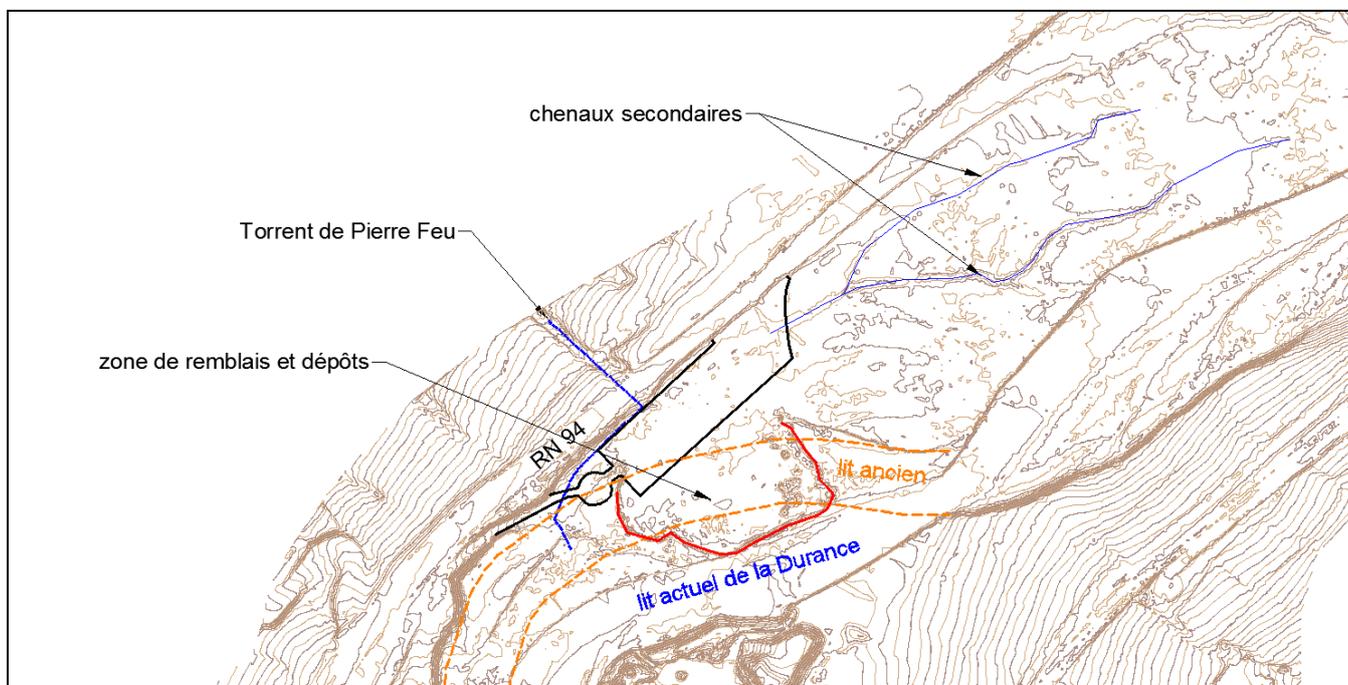


Figure 14 : illustration de la zone d'anciens remblais sur le lit de la Durance

En amont du site, le terrain naturel est relativement plat. Des traces d'anciens chenaux secondaires d'écoulement sont visibles. Ils orientent les écoulements vers le site du projet.

Les débordements qui pourraient survenir depuis la Durance en amont seraient ainsi dirigés vers le site du projet.

Ci-dessous sont présentés deux profils type de la plaine extraits de la topographie LIDAR.

Le premier profil est situé en amont immédiat du terrain projet. Il fait apparaître les chenaux secondaires dirigeant les écoulements vers l'aval.

Le second profil au droit du projet montre une légère zone en point bas.

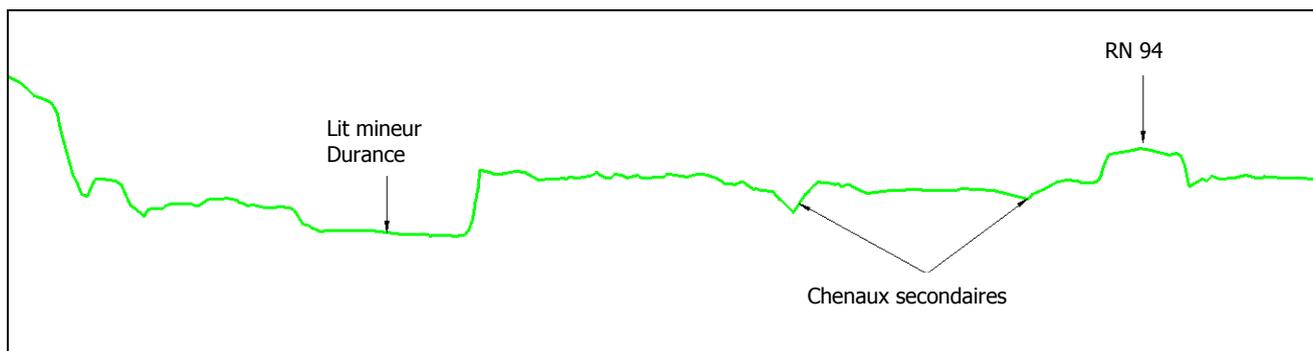


Figure 15 : coupe schématique en amont du site du projet

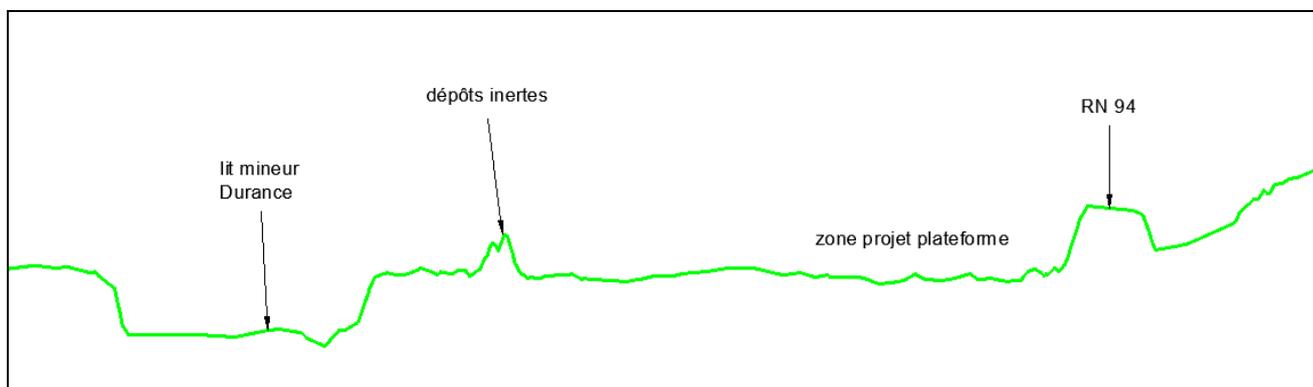


Figure 16 : coupe schématique au droit du site du projet

5.2. TORRENT DE PIERRE FEU

Le torrent est un affluent en rive droite de la Durance. La confluence se situe à environ 200 m en aval du projet d'implantation de l'aire.

Il traverse la RN 94 par une buse de diamètre 300 mm.

Le torrent débouche dans la plaine alluviale après avoir franchi la RN94. Son exutoire actuel est partiellement engravé. A la sortie de la buse le torrent parque un coude à 90° vers la droite (en aval) pour longer partiellement le chemin d'accès vers le site du projet.

Sur ce linéaire, le torrent est peu formalisé et divague ensuite jusqu'à sa confluence avec la Durance à travers une zone humide.



photo 2 : arrivée du torrent de Pierre Feu en amont de la RN 94



photo 4 : entonnement amont de la buse sous la RN 94



photo 3 : exutoire aval de la buse



photo 5 : passage à gué du chemin d'accès sur le torrent

En cas d'obstruction de la buse sous la RN 94, le torrent de Pierre Feu peut déverser sur sa rive gauche et inonder le champ situé en bordure de la route.



photo 6 :illustration du débordement potentiel du torrent vers sa rive gauche en amont de la RN 94

En point bas du champ, un ouvrage de drainage franchit la RN vers le site du projet. Un canal de drainage prolonge la buse à travers la plaine alluviale vers la Durance. Ce canal devra être préservé par l'implantation du projet.

Même si on ne peut totalement exclure la possibilité de débordement au-delà de la RN 94 par le torrent, ce dernier ne semble pas en mesure de menacer directement le projet. Il faudra néanmoins veiller à maintenir un axe d'écoulement préférentiel et suffisamment dimensionné entre l'exutoire du torrent et l'aval du projet.

MODÉLISATION HYDRAULIQUE

Le modèle hydraulique mis en œuvre dans le cadre de notre étude s'appuie sur le logiciel Infoworks.

6. DÉBITS DE CRUE

Comme nous l'avons vu ci-dessus, les débits modélisés en état initial sont les suivants :

Q10	Q30	Q50	Q100
120 m ³ /s	230 m ³ /s	300 m ³ /s	400 m ³ /s

7. MODÈLE 2D

7.1. CONSTRUCTION ET CALAGE

Comme présenté ci-dessus, le modèle est réalisé sur la base de la topographie existante (levé LIDAR). Un linéaire de 2000 m a été modélisé entre le hameau de Saint Blaise et l'aval du pont SNCF.

En l'absence de données de calage, un test de sensibilité à la rugosité est effectué.

Test de sensibilité du coefficient de Strickler :

Nous avons fait varier le coefficient de Strickler en fond de 25 à 30 (selon fonds de galet plus ou moins grossiers), et le coefficient de Strickler en berge de 15 à 20 (selon densité de végétation). Ces dernières valeurs tiennent compte de l'occupation des sols en lit majeur (partie végétalisée et partie en prairie).

Les tests montrent des hauteurs d'eau variant de 0.1 à 0.3 m (différence moyenne : 0.2 m). Les coefficients de Strickler pris en compte donnent un résultat sur la hauteur d'eau dans une fourchette d'erreur réduite de 6% environ.

Nous choisissons finalement les coefficients de Strickler suivants, dans le sens de la sécurité sur la hauteur d'eau :

$$K_{\text{fond}} = 25$$

$$K_{\text{berge+plaine}} = 15$$

A titre indicatif, nous avons retenu un coefficient de 40 sur la zone artisanale située en aval du site du projet.

7.2. CONDITIONS AUX LIMITES ET RÉGIME

La pente de la Durance est en moyenne de 1%.

La modélisation en 2D est réalisée en régime transitoire, en application des hydrogrammes de crue définis précédemment.

Les conditions aux limites sont normales et le logiciel RS2D adapte son régime d'écoulement en fonction du terrain.

Nous présentons ci-après les résultats selon l'état initial puis en fonction de l'évolution des fonds à terme et des variantes d'aménagement du projet.

8. RÉSULTATS DES MODÉLISATIONS

Plusieurs simulations ont été réalisées. Nous présentons brièvement les caractéristiques de chacune :

- **Simulation selon l'état actuel** : cette simulation considère la topographie actuelle du site. 4 crues sont simulées (Q10, Q30, Q50, Q100).
- **Simulation selon l'état futur des fonds de la Durance** : le Plan de Gestion de la Durance (ARTELIA 2012) prévoit une remontée globale des fonds sur le linéaire modélisé de l'ordre de **1 m à l'horizon n+40 ans**. 4 crues sont simulées (Q10, Q30, Q50, Q100).
- **Simulation projet VARIANTE 1** : selon l'état futur des fonds de la Durance et un remblai de la plateforme du projet de **1 m en moyenne**. En rive gauche, un secteur de la gravière est arasé à la cote TN (transparence des tas de graviers). 4 crues sont simulées (Q10, Q30, Q50, Q100).
- **Simulation projet VARIANTE 2** : selon l'état futur des fonds de la Durance et un remblai de la plateforme du projet de **0.40 m en moyenne**. Décaissement de **0.80 m en moyenne** de la zone de dépôts et remblais anciens. Formalisation d'un chenal en amont. En rive gauche, un secteur de la gravière est arasé à la cote TN (transparence des tas de graviers). 1 crue est simulée (Q100).

Remarque : il a été testé un arasement partiel des tas de matériaux de la gravière en rive gauche. Comme nous l'illustrons ci-après, cet arasement partiel n'a que peu d'influence sur les niveaux d'eau calculés au droit du projet

Nous présentons ci-dessous les principaux résultats de chacune des simulations, selon les hauteurs d'eau et les vitesses atteintes au cours de la crue. Les légendes suivantes illustrent les niveaux et les vitesses atteints en fonction d'un code de couleur.

Légende hauteur d'eau (m)

Value	Colou
0.01	
0.5	
1	
1.5	

Légende vitesses d'écoulement (m/s)

Value	Colou
0.01	
0.5	
1	
1.5	

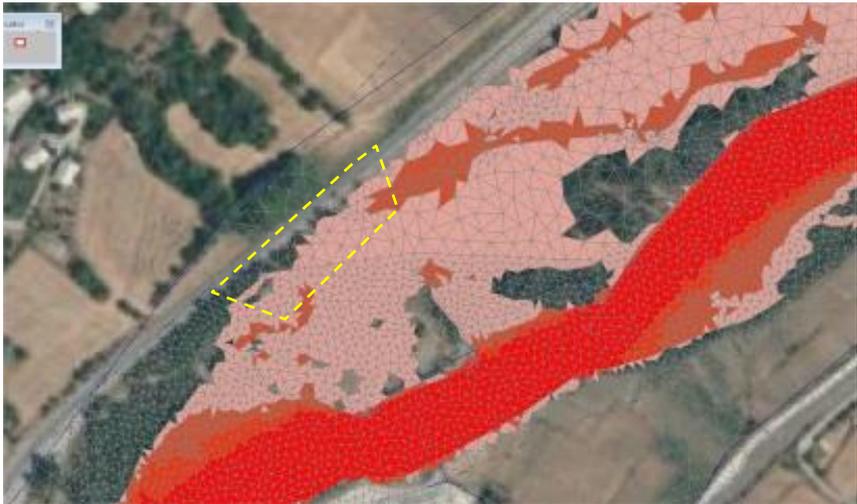
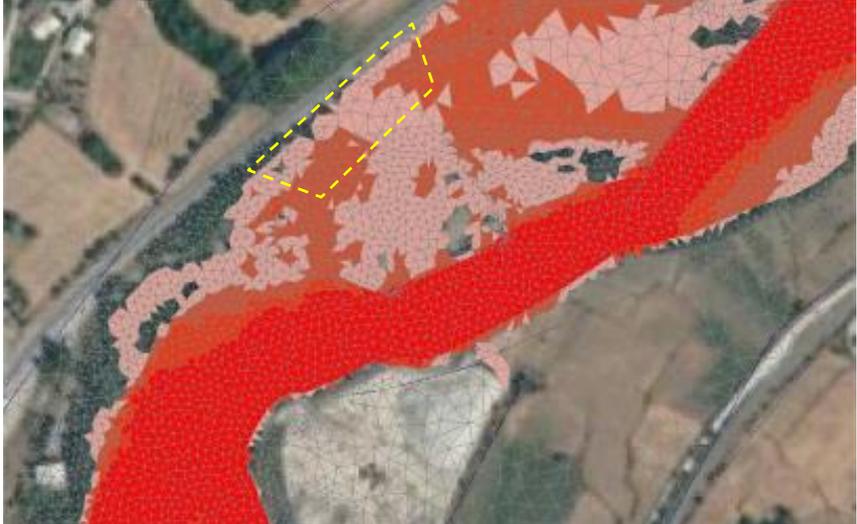
8.1. SIMULATION SELON L'ÉTAT ACTUEL

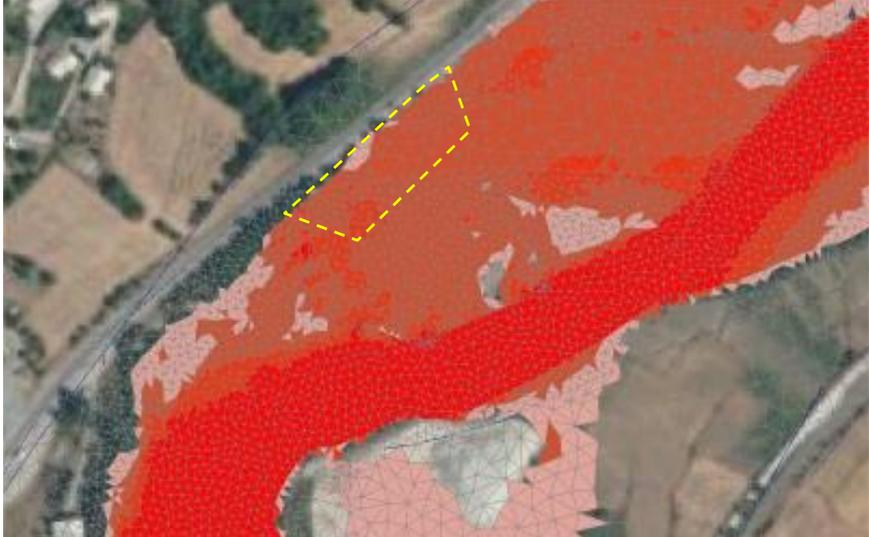
En l'état actuel, les premiers débordements en amont de la plaine surviennent dès 140 m³/s. Le site du projet est inondé à partir d'un débit de 200 m³/s environ, soit pour une fréquence de crue comprise entre Q10 et Q30. Le délai entre les premiers débordements en amont et l'inondation de la zone projet est de l'ordre de **1 h**.

Les premiers débordements surviennent en amont de la plaine alluviale rive droite. L'inondation se propage depuis l'amont le long de la plaine entre la Durance et la RN 94. Les vitesses et hauteurs restent faibles.

En crue centennale, les hauteurs d'eau sur le site varient entre 0.50 m et 1 m et les vitesses s'établissent autour de 0.50 m/s.

	<p>Pour Q10, la plaine rive droite n'est pas inondée</p>
	<p>Localisation des premiers débordements (flèche rouge) dès 140 m³/s en amont de la plaine.</p>
	<p>Le site de l'aire GDV est inondé dès 200 m³/s. Pour Q30, l'ensemble de la plaine est inondée. Les hauteurs d'eau restent < 0.50 m</p>

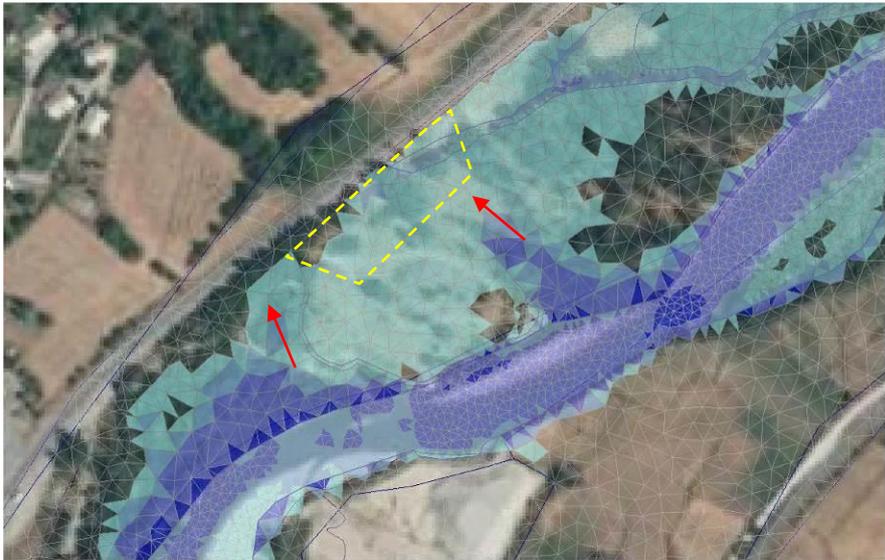
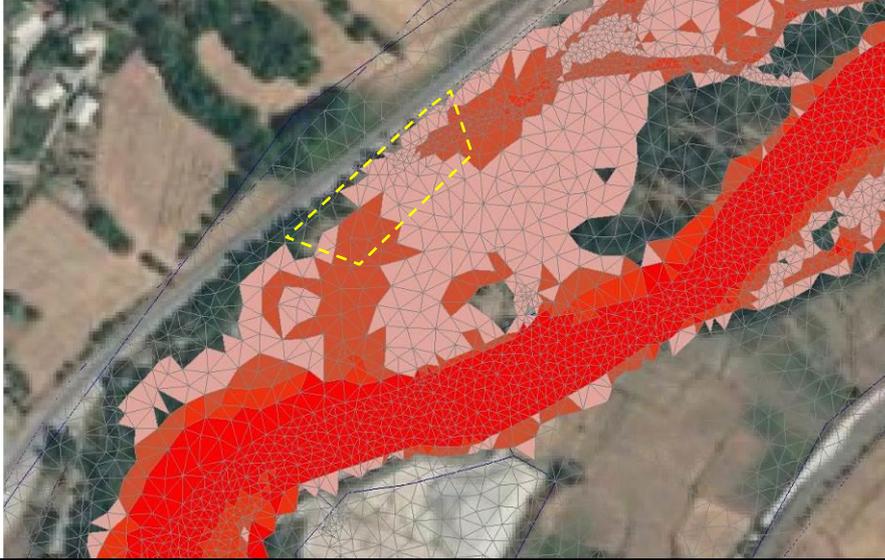
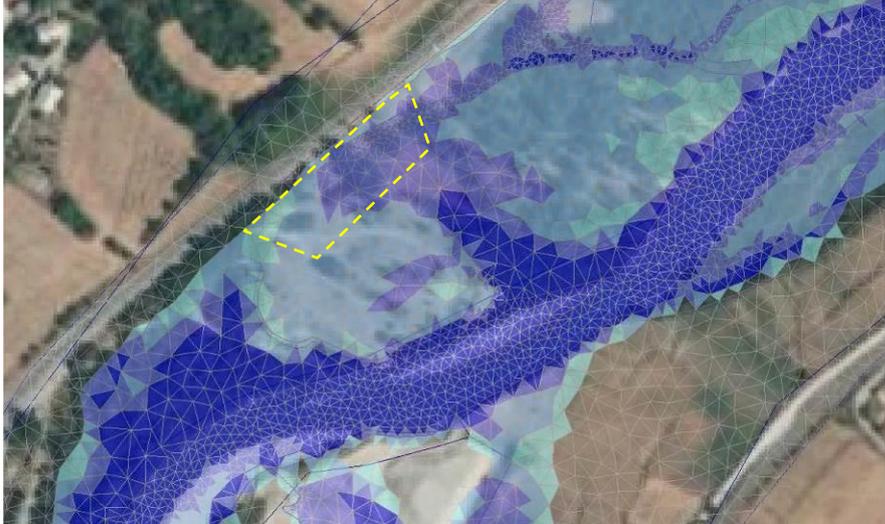
	<p>Pour Q30 les vitesses restent réduites sur le site (0.1 m/s). On devine par contre l'influence des chenaux secondaires en amont (V : 0.5 m/s)</p>
	<p>Pour Q50 les hauteurs demeurent encore limitées</p>
	<p>Pour Q50 on note un léger accroissement des vitesses sur l'amont et l'aval de l'emprise</p>

	<p>Pour Q100 les hauteurs s'établissent autour de 0.50 m en moyenne et ponctuellement à 1 m</p>
	<p>Pour Q100 la vitesse moyenne sur la totalité de l'emprise s'établie à 0,50 m</p>

8.2. SIMULATION SELON ÉTAT FUTUR : FONDS EXHAUSSÉS A 40 ANS

Les fonds exhaussés confèrent logiquement une inondabilité accrue sur le secteur. La zone du projet devient ainsi inondable pour un temps de retour légèrement inférieur à la crue décennale (80 m³/s). Dans cette configuration, les premiers débordements surviennent latéralement, directement depuis la Durance (dès 50 m³/s). Le chemin d'accès est inondé simultanément.

Pour les niveaux de crue successif, les hauteurs et vitesses s'accroissent progressivement. En crue centennale les niveaux d'eau varient autour de 1 m à 1.50 m et les vitesses sont supérieures à 1m/s sur l'amont du site et supérieures à 1,50 m/s sur l'aval.

 An aerial photograph overlaid with a hydrodynamic simulation for discharge Q10. The river channel is colored in shades of blue and purple. A yellow dashed line outlines a specific area. Two red arrows point to areas of lateral inundation on the left bank, and another red arrow points to a submersed access road.	<p>Pour Q10, le site est déjà inondé latéralement (flèche rouge amont), puis par l'amont.</p> <p>Submersion du chemin d'accès.</p>
 An aerial photograph overlaid with a velocity simulation for discharge Q10. The river channel and immediate banks are colored in shades of red, indicating high flow velocities. A yellow dashed line outlines the same area as in the first map.	<p>Pour Q10, les vitesses sont relativement plus importantes qu'en état initial</p>
 An aerial photograph overlaid with a water height simulation for discharge Q100. The river channel and surrounding embankments are colored in shades of blue and green, representing water levels. A yellow dashed line outlines the same area as in the previous maps.	<p>Pour Q100, les hauteurs d'eau sont importantes et s'établissent autour d' 1 m sur l'emprise</p>



Remarque

A la demande du maître d'ouvrage, nous avons comparé l'impact sur les niveaux d'eau sur le site du projet de l'arasement d'une partie des tas de graviers en rive gauche.

Comme nous l'avons vu, le site projet est inondable en crue décennale. Avec l'arasement partiel en rive gauche, le site de la gravière subit aussi des débordements pour Q10. Toutefois, le niveau d'inondabilité de la rive droite n'est pas modifié.

Les figures suivantes illustrent ces propos :

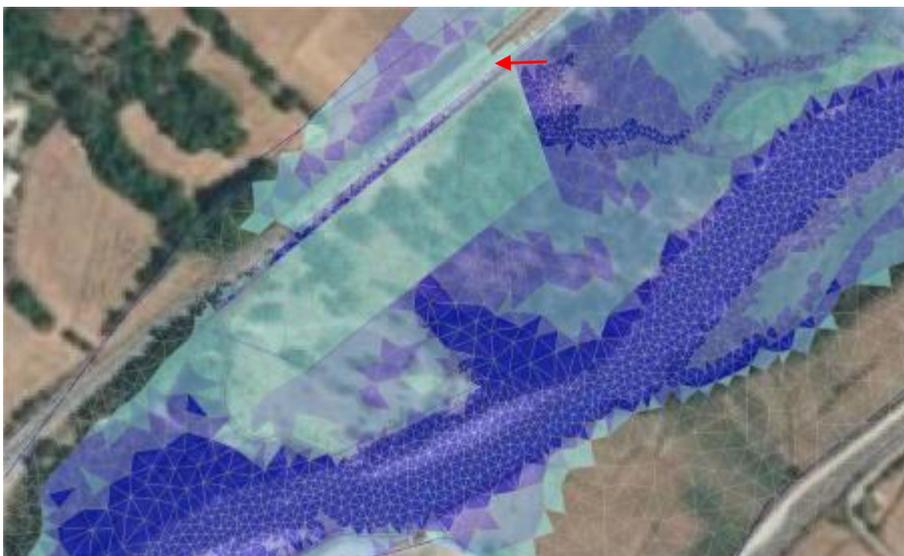


8.3. SIMULATION SELON ETAT PROJET VARIANTE 1

Une première simulation de l'état projeté a été réalisée avec une réhausse de la plateforme de l'ordre de 1 m en moyenne. Jusqu'au débit cinquantennal, la plateforme n'est pas submergée.

Le positionnement de la plateforme ne s'appuie pas sur le talus de la RN 94 et laisse apparaître un écoulement entre ce dernier et la plateforme, l'isolant ainsi de la route.

En crue centennale, la plateforme est submergée et un débordement sur la RN 94 depuis la plaine est constaté.

	<p>Pour Q50, la PF n'est pas submergée. La plateforme est isolée de la RN 94</p>
	<p>Pour Q100, la plateforme est submergée ; H sur PF entre 0.10 m et 0.20 m ; Débordement vers RN 94</p>

8.4. SIMULATION SELON ÉTAT PROJET VARIANTE 2

Remarque :

Cette variante est proposée suite à la réunion technique intermédiaire du 15/10/2013. Le niveau de protection maximal n'étant pas forcément à rechercher pour un tel aménagement, et afin de ne pas impacter la RN 94, la hauteur de remblai de la plateforme est réduit. Elle est proposée dans cette simulation à + 0,40 m par rapport au TN coté amont de la plateforme. Le chemin d'accès est lui aussi remblayé dans le prolongement de la plateforme et jusqu'au raccordement avec le chemin existant.

Sur sa partie amont, la plateforme est « collée » au talus de la RN afin de ne pas laisser une voie d'eau s'immiscer entre la RN et plateforme, produisant un effet « d'îlot » isolant la plateforme.

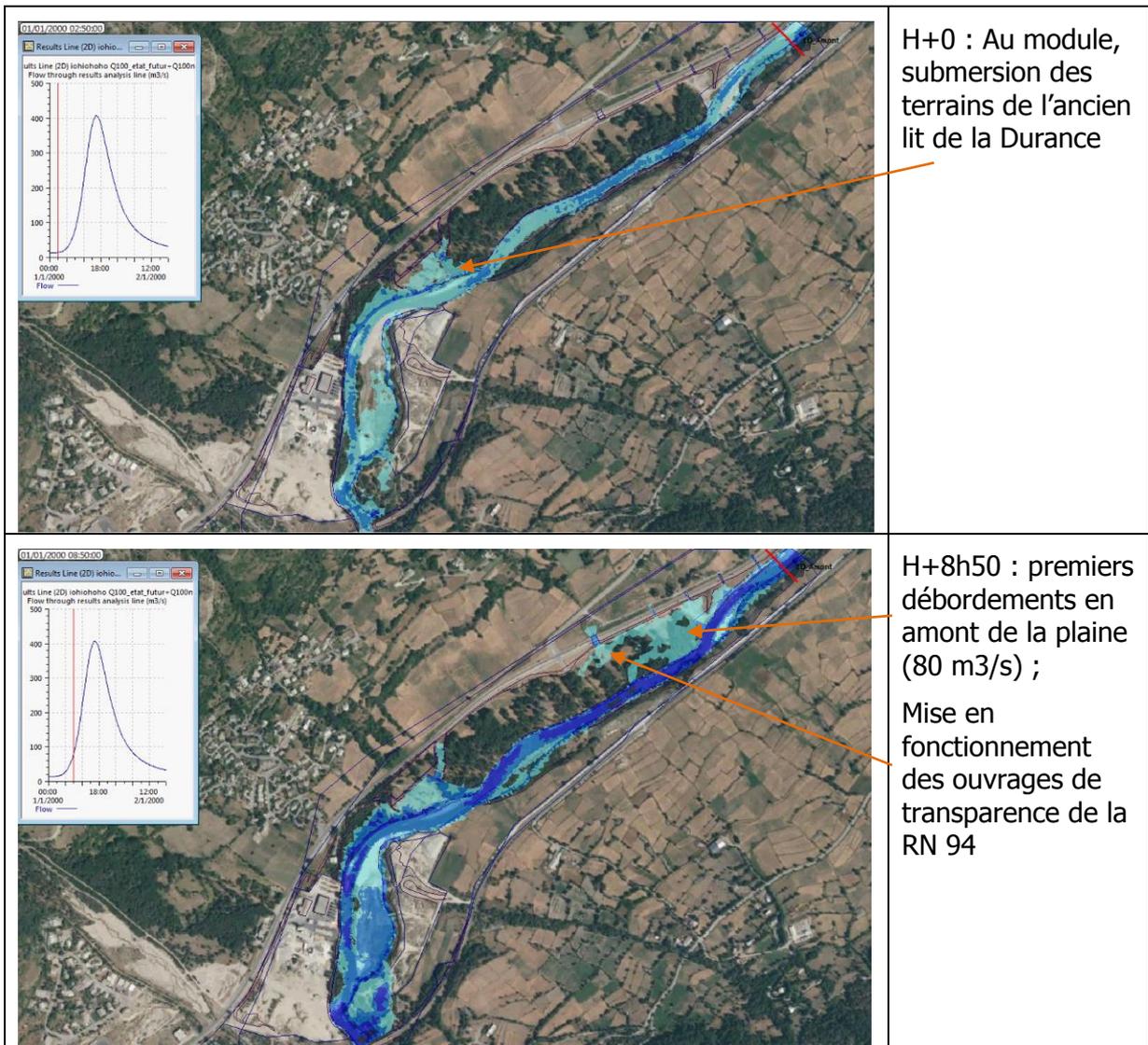
Afin d'optimiser au mieux le niveau de protection (et aussi pour aller dans le sens de la loi sur l'eau), ce remblai est associé à un déblai de la zone de dépôts inertes de l'ordre de **0,80 m** en moyenne. Le talus est sensiblement écrêté et couché. De plus, un chenal à fond large (20 m) est proposé en amont de la plateforme visant à récupérer les écoulements des chenaux secondaires et les rediriger vers le lit mineur de la Durance. Son dimensionnement large participe aussi au tamponnage des débordements dans la plaine.

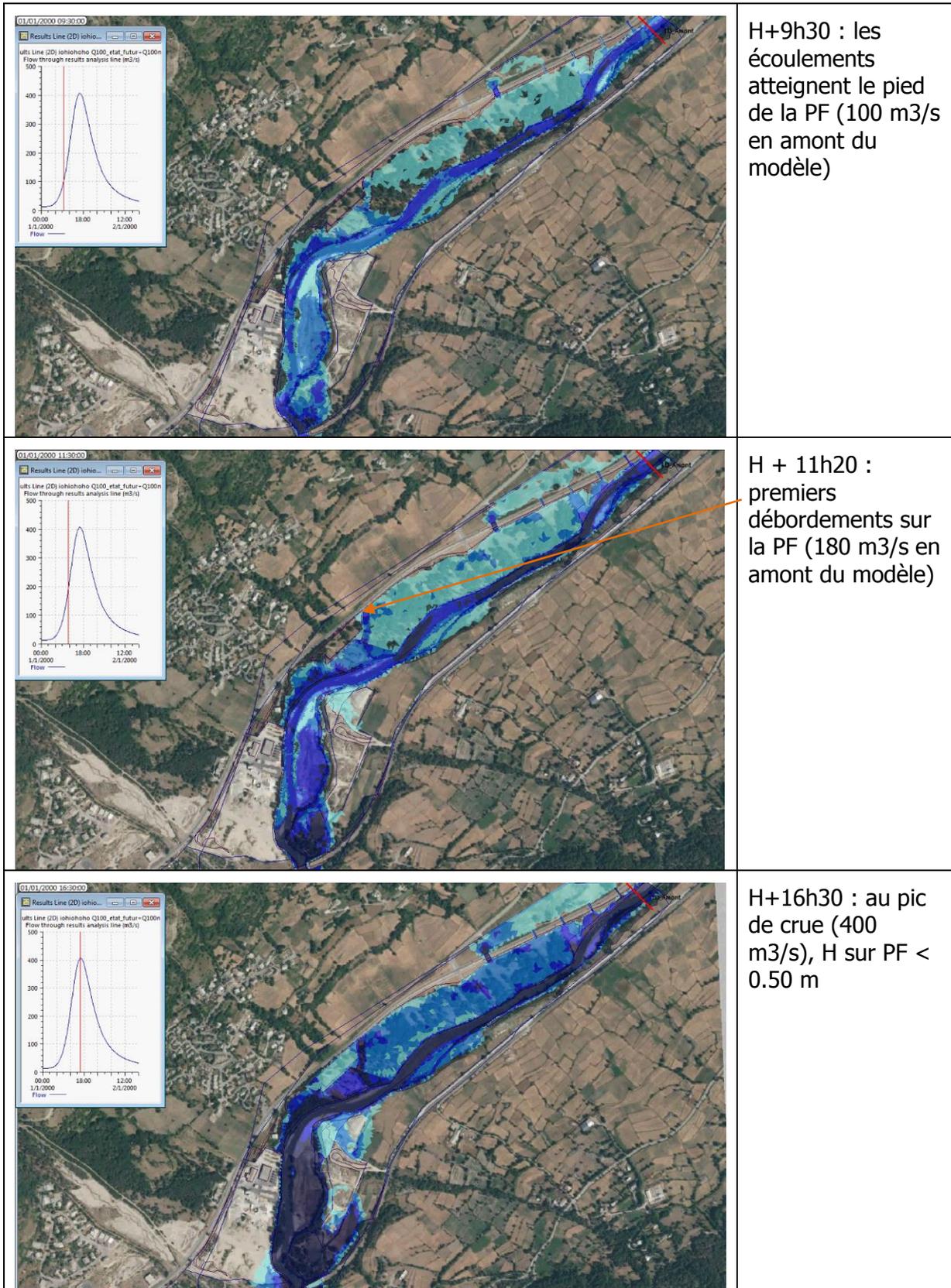
Analyse

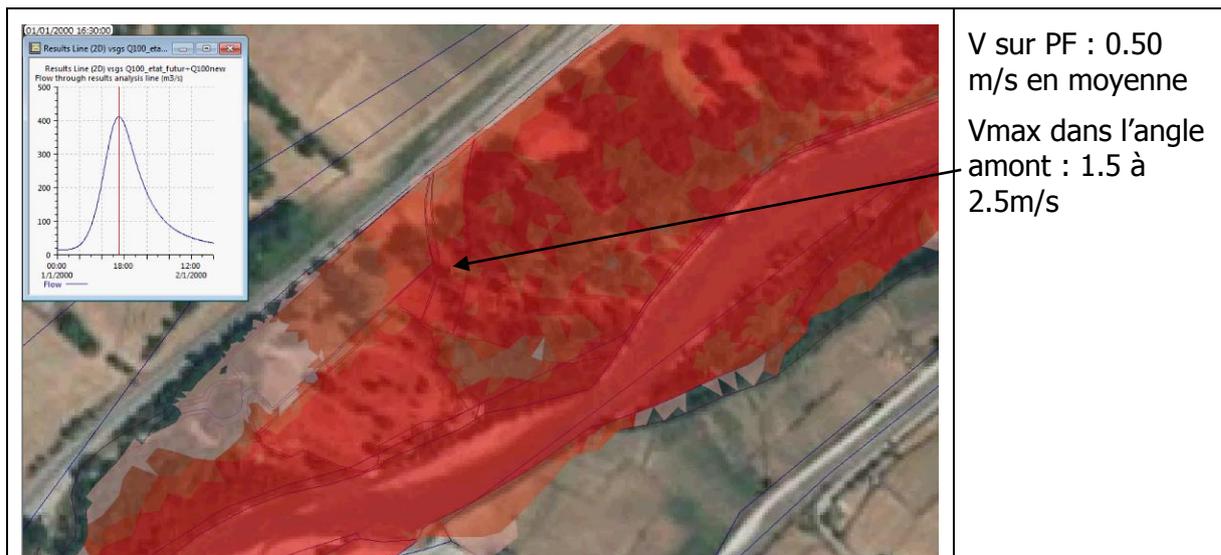
L'effet conjugué des déblais-remblais la zone de l'ancien lit à la submersion lorsque la Durance coule à son module (H0 : 14 m³/s ; illustration 1 ci-dessous). Cependant la submersion de l'ensemble du site projet ne se fait plus latéralement, mais à nouveau depuis l'amont de la plaine (illustration 2) dès 80 m³/s (H+9). Les vitesses restent réduites.

A H+9h30, les écoulements atteignent le site du projet mais restent contenus par le chenal et la zone en déblais.

A H+11h30 on relève les premiers débordements sur la plateforme. Les vitesses restent réduite sur la PF (< 0.5 m/s) mais montent jusqu'à 2 m/s en pied du remblai.







9. SYNTHÈSE DES SIMULATIONS

Le tableau suivant synthétise les premiers débits de débordement et le temps écoulé avant submersion du site de la plateforme.

Simulation	Débit débordant rive droite (m ³ /s)	Débit débordant sur PF (m ³ /s)	Temps entre débordement RD et PF	Niveau de protection
Etat actuel des fonds	140 (amont de la plaine)	200	1h	Q10 à Q30
Etat futur des fonds + 1 m	50 (latéralement)	80	15 min	<Q10
Etat projet V1 (PF + 1m / TN)	50 (latéralement)	350	6h	Q50 à Q100
Etat projet V2 (PF +0.40 m et déblais - 0.80 m)	80 (amont de la plaine)	180	2h30	Q10 à Q30
<i>Etat actuel des fonds et PF+ 0.40 m</i>	<i>140 (amont de la plaine)</i>	<i>250</i>	<i>2h</i>	<i>Q30</i>

REMARQUE : En plus des états modélisés, nous proposons, en dernier lieu (dernière ligne du tableau ci-dessus), une appréciation du débit et du temps correspondant à un niveau d'eau de l'ordre de 0,40 m sur le site du projet de plateforme en l'état actuel des fonds et des terrains avoisinants. Ceci permet de donner un élément de comparaison entre l'état actuel et l'état projet pour un même niveau de remblai de plateforme.

En l'état actuel, le secteur est inondable pour un niveau de crue compris entre Q10 et Q30. Logiquement, la remontée importante des fonds attendue à terme confère une inondabilité de la zone bien inférieure au niveau décennal.

Le projet selon la variante 1 donne un niveau de sécurisation important compte tenu de la hauteur de remblai importante. Toutefois le risque de débordement en crue centennale vers la RN 94 justifie en partie de ne pas s'orienter vers un tel niveau de protection.

Le projet selon la variante 2 réduit le niveau de sécurisation mais évite les débordements vers la RN. En outre, les déblais proposés sur les terrains avoisinants permettent une compensation des volumes de remblais à mettre en œuvre.

Une simple rehausse de la plateforme de l'ordre de 0,40 m, avec le niveau bas des fonds actuels de la Durance donne un niveau de protection de l'ordre trentennal.

10. DÉFINITION DES SEUILS ET SYSTEME D'ALERTE

10.1. SYSTÈME D'ALERTE PRÉCONISÉ

En terme de système d'alerte, nous pouvons envisager la solution suivante : mise en place d'un capteur sous le pont de Chamandrin.

Il s'agit de mettre en place un capteur sous le tablier du pont de la RD 136a mesurant la distance entre le niveau d'eau et le tablier du pont et donc par déduction le niveau d'eau dans la Durance. Il est nécessaire de coupler cette information à un suivi de la pluviométrie sur le bassin versant et à une télégestion pour un renvoi d'alarme.

Il s'agit de la seule section fixe à proximité du site.

La mise en place d'un système de mesure sur des sections de références naturelles en reprenant le même principe que ci-dessus est délicat dans la mesure où nous ne disposons pas de sections fixes contraintes par le milieu naturel (substratum rocheux, protection de berge sur les deux rives, largeur de la section réduite).

Par contre, compte tenu de l'évolution de l'inondabilité au niveau de la plateforme de projet, il est possible d'envisager une surveillance visuelle directe des niveaux d'eau au pied de la plateforme.

Le système d'alerte devra être associée à un suivi des prévisions météorologiques en liaison avec METEO France et une vigilance accrue des gestionnaires de l'aire et de la collectivité.

La surveillance doit être faite régulièrement notamment lors des périodes les plus exposées en terme de risque de crue et selon l'occupation du site (fin du printemps, début d'été). Des mesures d'évacuation, par anticipation, doivent être adoptées.

10.2. DÉFINITION DES NIVEAUX D'EAU SUR LA SECTION DE CONTROLE

10.2.1. Modèle 1D

Si l'on retient la mise en place d'un système d'alerte au niveau du pont de Chamandrin, il est nécessaire de définir une courbe de montée des eaux sur la section amont du pont.

N'ayant pas à disposition la géométrie exacte et actuelle du pont de Chamandrin, nous nous référons à la section naturelle du lit de la Durance en amont immédiat du pont. Il sera nécessaire de compléter par un levé topographique de la section au droit du pont afin d'affiner les niveaux d'eau présentés ci-après.

Afin de définir les niveaux d'eau atteint sur cette section, un modèle hydraulique 1D a été réalisé sur un linéaire de 1100 m de part et d'autre du pont de Chamandrin sous le logiciel HEC-RAS.



Figure 17 : illustration modèle 1D et section en amont du pont (en rouge) ; section en amont de la plaine (en orange)

Nous avons procédé à un recalage s'appuyant sur les données du plan de gestion (Artelia 2012), s'appuyant lui-même sur les valeurs de jaugeage à la station hydrométrique de Briançon. Une analyse comparative a été menée avec les données hydrauliques mentionnées dans l'étude de la déviation (Sogreah 1995).

Rappel : les débits considérés sont les suivants (PDG, 2012):

Situation	Q2	Q10	Q30	Q100
Aval de la confluence avec la Cerveyrette	71 m ³ /s	110 m ³ /s	220 m ³ /s	380 m ³ /s
Ile Saint Jean	76	120	230	400

Les débits de pointe ne sont pas les mêmes entre le pont de Chamandrin et le site du projet puisque la Durance reçoit en aval du pont, les apports du torrent des Ayes en rive gauche et du torrent du Fossa en rive droite.

Remarques :

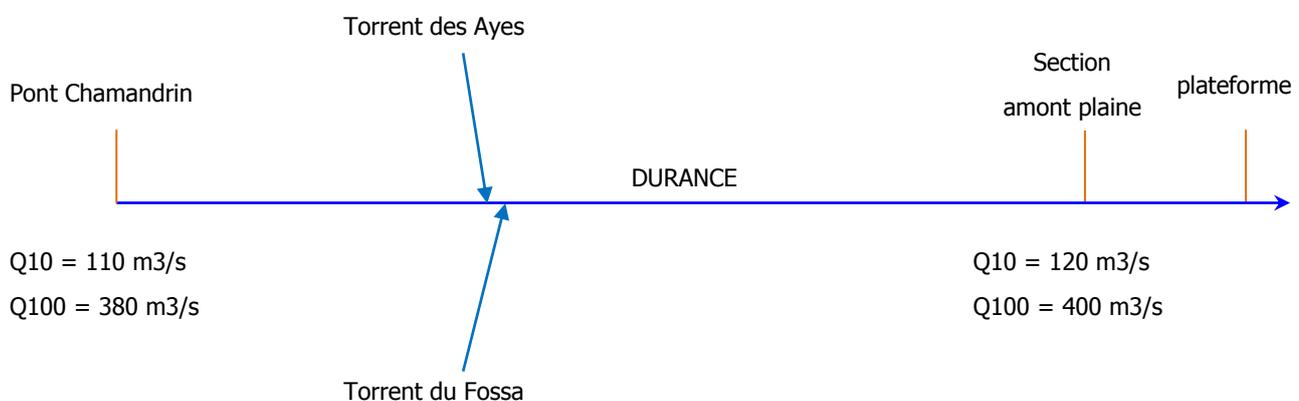
- Le profil de la Durance au niveau du pont de Chamandrin apparait stable. Nous pouvons nous appuyer sur le profil actuel pour modéliser les niveaux d'eau actuels et dans l'état projet.
- Dans les niveaux d'eau présentés, nous tenons compte du transport solide en crue qui varie selon les débits, au-delà du seuil de mise en mouvement. La ligne d'eau est augmentée de l'équivalent volume solide.

10.2.2. Niveaux d'eau et seuils d'alerte

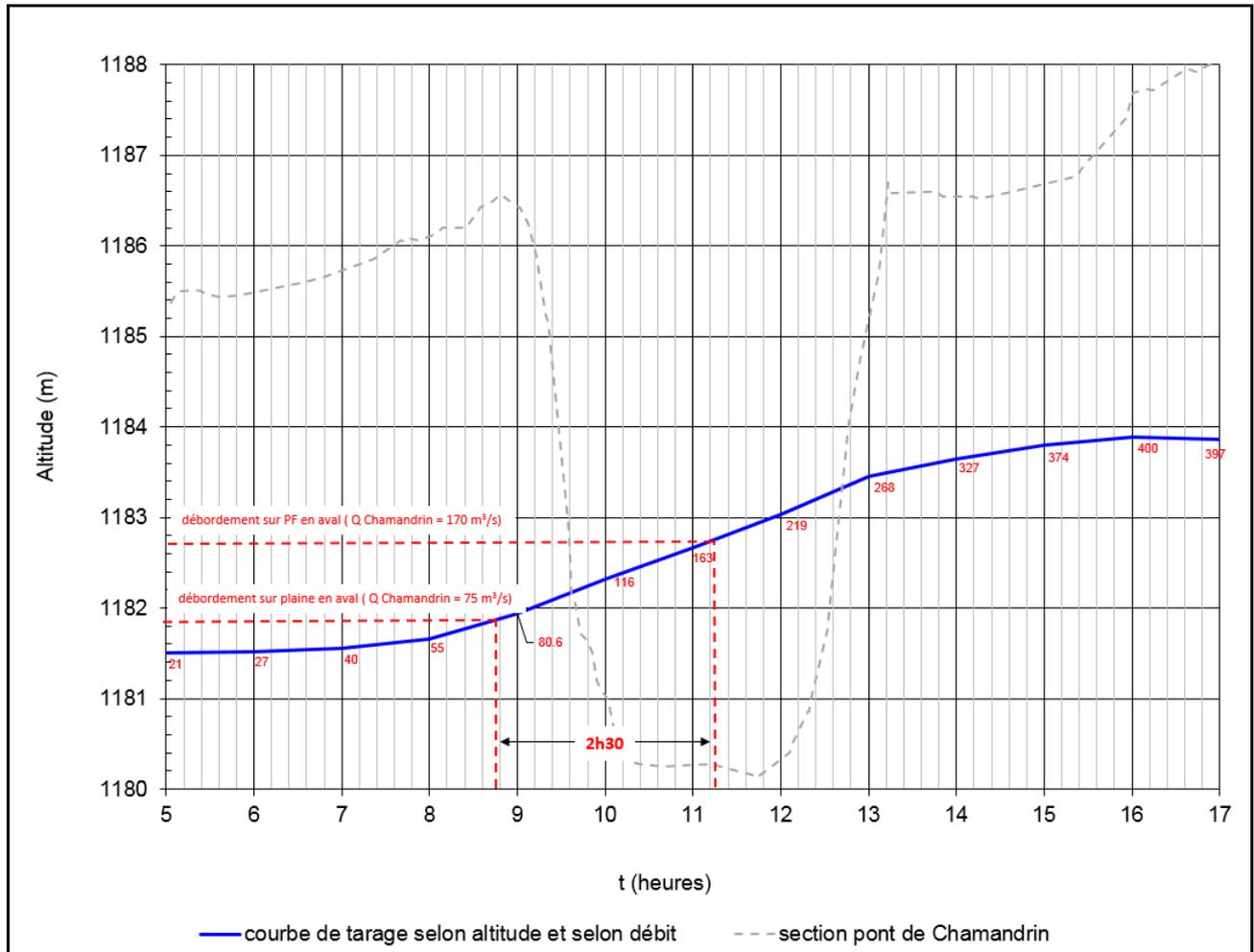
Nous pouvons nous appuyer sur le graphique suivant pour définir les niveaux d'eau pouvant correspondre aux futurs seuils permettant la mise en œuvre des systèmes d'alerte. Ces éléments devront être complétés et confirmés dans le cadre de l'établissement d'un plan d'alerte et d'évacuation.

Le graphique suivant reprend donc la section naturelle de la Durance en amont immédiat du pont, et permet une lecture des niveaux d'eau atteint en fonction du temps et des débits.

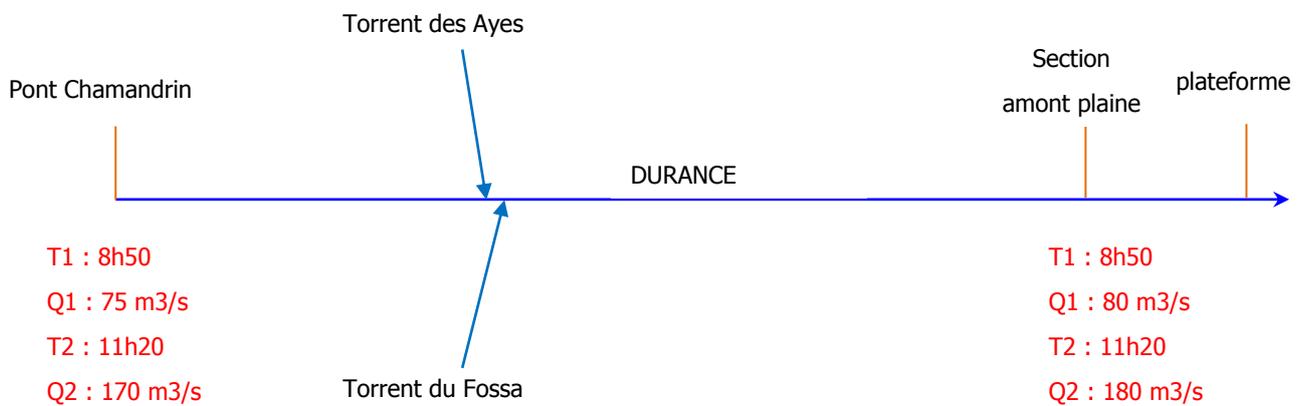
Comme évoqué précédemment, pour un niveau de crue donné, les débits ne sont pas les mêmes au niveau du pont et au niveau du site du projet situé en aval des torrents des Ayes et du Fossa. **Ainsi, à un débit donné par les simulations sur le site du projet correspond un débit légèrement inférieur au droit du pont.** Le graphique suivant illustre ce point particulier.



Les niveaux correspondant aux premiers débordements (en considérant les fonds futurs : +1m en lit mineur) en aval sur la plaine alluviale puis sur la plateforme projet sont reportés ainsi que les débits et le temps correspondant. Il conviendra aux décisionnaires de définir les niveaux correspondant aux seuils d'alerte à retenir.



Si l'on retient une vitesse moyenne en lit mineur de 4 m/s, le temps entre la section du pont et celle en amont de la plaine est de l'ordre de 4 à 5 minutes.



PROPOSITIONS D'AMÉNAGEMENTS

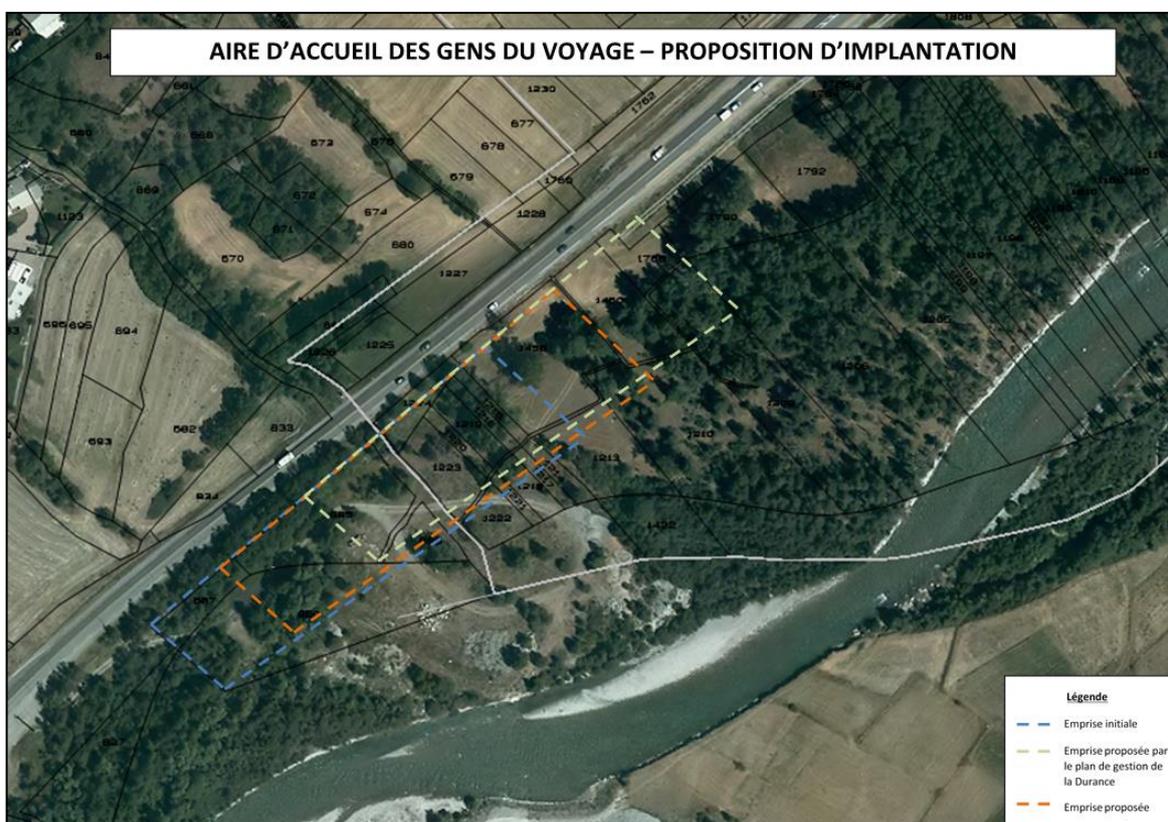
11. IMPLANTATION PLANIMÉTRIQUE DE LA PLATEFORME

La plateforme du projet a fait l'objet de plusieurs propositions d'implantation.

Une première proposition (en bleu ci-dessous) prévue dans le cadre de l'étude de faisabilité (2011), positionnait la plateforme plus en aval, avec une emprise importante dans l'ancien méandre de la Durance.

Dans le cadre du Plan de Gestion (2012), cette emprise a été sensiblement remontée vers l'amont (en jaune).

Par la suite, le maître d'ouvrage a souhaité proposer un positionnement intermédiaire (orange), compromis entre une meilleure intégration paysagère et le maintien des emplacements dans l'emprise identifiée au Plan de Gestion, avec la seule voirie en limite de l'ancien méandre.



D'un point de vue hydraulique, ce positionnement ne modifie pas fondamentalement les conditions au voisinage de la plateforme.

En limite amont, la plateforme supportant les emplacements viendra s'appuyer sur le canal de drainage existant en veillant bien à ne pas réduire sa capacité d'écoulement.

Au-delà, vers l'amont, la plateforme sera aménagée de manière à orienter les écoulements en crue vers le lit mineur de la Durance et limiter l'impact sur la plateforme.

On veillera à appuyer la plateforme contre le talus de la RN 94 sur un bon tiers amont, afin de ne pas laisser une voie d'eau s'immiscer entre la RN et plateforme, produisant un effet « d'îlot ». Cependant, un fossé superficiel devra être créé entre le talus et la plateforme de façon à récupérer les ruissellements en provenance de la chaussée de la RN.

Sur sa moitié aval, par contre, on veillera à maintenir l'exutoire et l'écoulement vers l'aval du torrent de Pierre Feu entre le talus de la RN et la plateforme. Ce décalage permettra aussi d'absorber les débordements résiduels éventuels du torrent de Pierre feu par-dessus la RN.

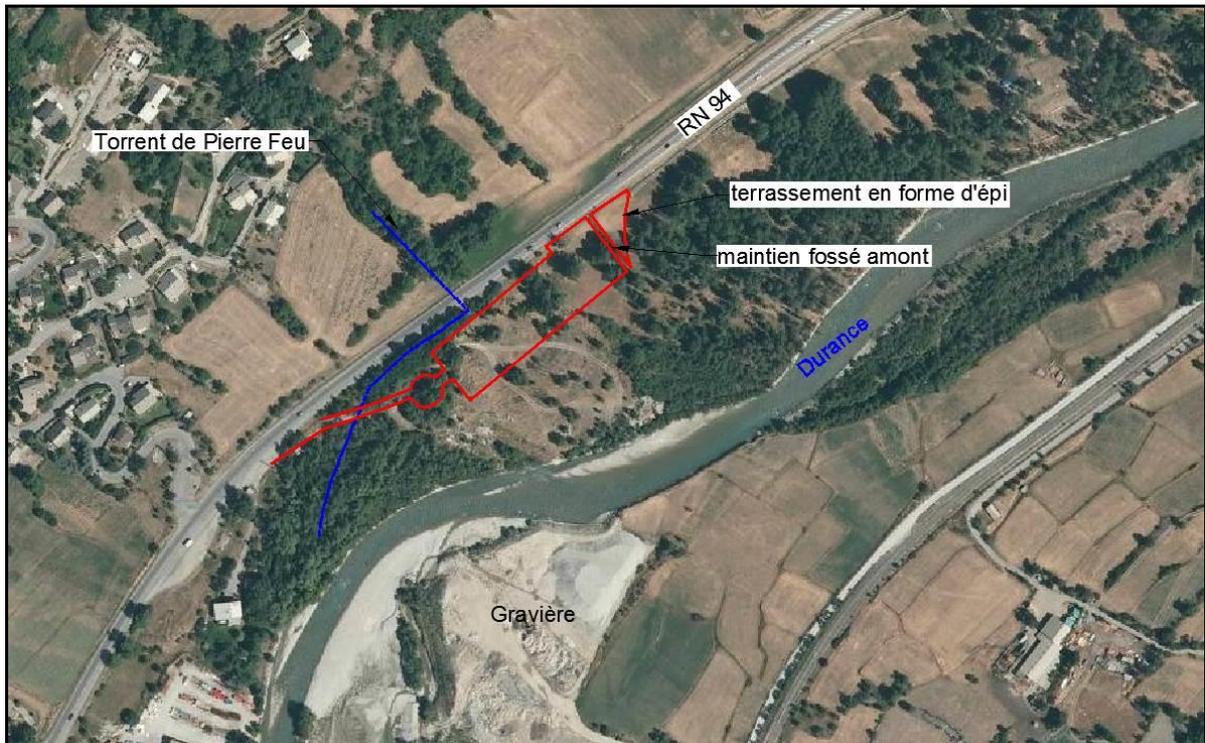


Figure 18 : proposition d'implantation de la plateforme

12. IMPLANTATION EN ALTITUDE DE LA PLATEFORME

Le niveau de sécurisation de la plateforme n'a pas été officiellement arrêté. Il a été globalement défini entre la fréquence décennale et trentennale.

Les principes d'aménagement sont d'adapter au mieux les déblais et remblais sur la zone.

Comme le montre la simulation projet (variante 2), une rehausse de l'ordre de 0,40 m en amont de la plateforme, associée à un déblai de 0,80 m en moyenne de la zone de dépôts, confère un niveau de protection compris entre Q10 et Q30.

Il convient ainsi de caler la plateforme à la cote **1167.00 m**. Compte tenu de la nécessité de maintenir une aire la plus plate possible, cette cote sera appliquée à l'ensemble du terrain. Ainsi, en partie aval du terrain, le dénivelé à remblayer sera de l'ordre de 0,70 m en moyenne.

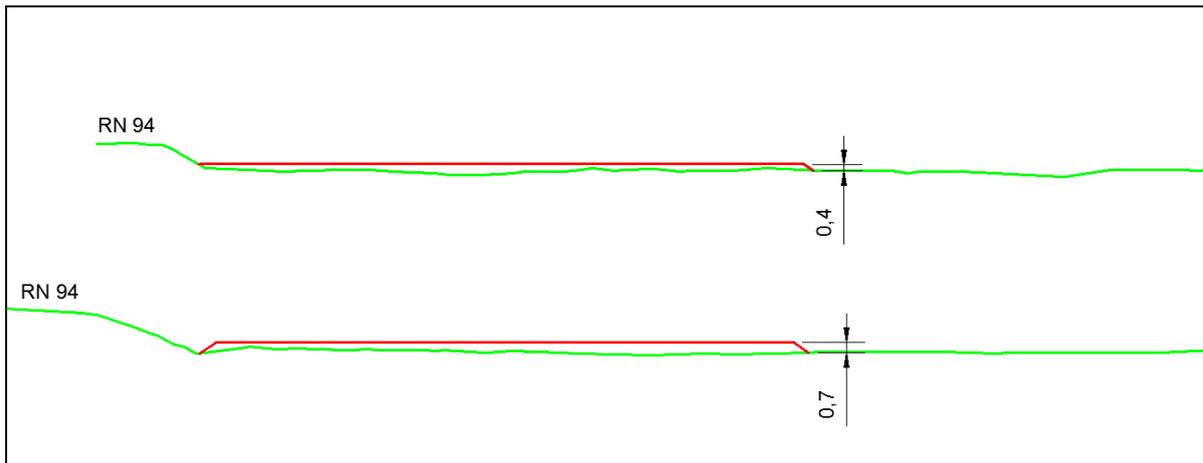


Figure 19 : illustration des coupes type en amont (en haut) et aval (en bas) de la plateforme

13. AMÉNAGEMENTS HYDRAULIQUES PROPOSÉS

13.1. VUE GENERALE DES AMENAGEMENTS

Compte tenu des conditions d'inondabilité, des contraintes hydrauliques et des remblais à opérer dans une zone inondable, nous proposons les aménagements suivants :

- Remblais de la plateforme et confortement du talus en grillage pare blocs
- Confortement en enrochement de l'angle amont exposé aux plus fortes contraintes
- Déblais de la zone de dépôts et talutage de la berge
- Création chenal amont
- Confortement de l'exutoire du torrent de Pierre Feu
- Busage du torrent de Pierre Feu sous le chemin d'accès

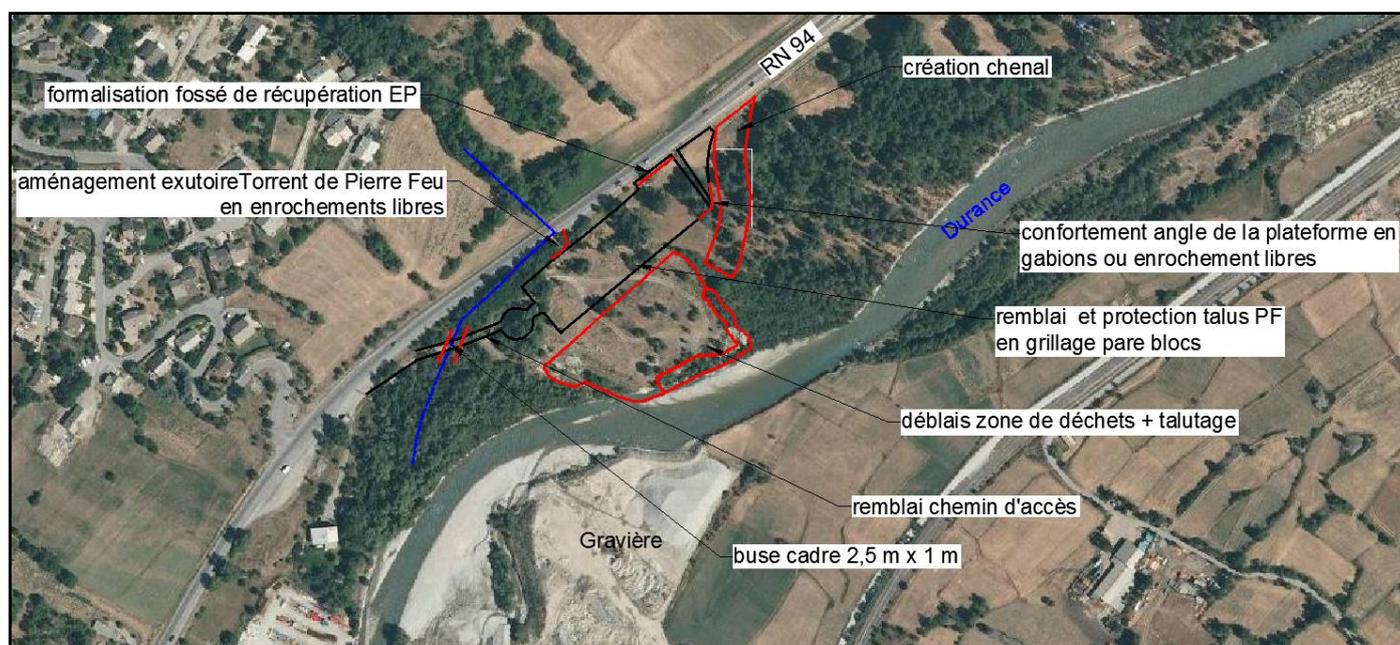


Figure 20 : illustration des aménagements hydrauliques proposés

13.2. REMBLAI DE LA PLATEFORME (EMPLACEMENT ET VOIRIE)

Le remblai de la plateforme (et du chemin d'accès) à la cote projet dépend des éléments suivants :

- Condition de réemplois des terrains déblayés à proximité : les terrains font l'objet d'une étude géotechnique en cours pour préciser la qualité des matériaux ;
- Condition de mise en œuvre des couches de forme et d'assise de la plateforme ;
- Condition de drainage sous la plateforme.

Ces points doivent être précisés afin d'affiner les volumes à mettre en œuvre. **Notre chiffrage estimatif ne tient pas compte des volumes de remblai à mettre en œuvre.**

Le volume de remblai pour atteindre la cote projet serait de l'ordre de 5000 m³ (sans considérer le décapage et le remplacement de la terre végétale par des matériaux de bonne qualité).

Le talus du remblai devra être protégé afin de tenir compte du risque d'érosion en crue. Compte tenu des vitesses d'écoulement en moyenne au droit de la plateforme (1 m/s) demeurant relativement faibles, nous proposons de mettre en œuvre un aménagement par technique végétale, comme le présente le schéma de principe ci-dessous et selon la mise en œuvre des éléments suivants :

- Talutage de la pente à 2H/1V
- Protection du talus par mise en place d'un grillage de type pare-éboulis fixé par des ancrs métalliques. Autour des plantations, le grillage pourra être découpé et ré-agrafé.
- Fixation du grillage en pied de talus par des ancrs et une tige de fer à béton en lisière de grillage.
- Fixation en haut de talus dans une tranchée avec ancrs.
- Un géotextile coco biodégradable 900g/m² sera rajouté sous le grillage de type pare-éboulis afin de favoriser la reprise de l'ensemencement et des plantations

Le talus sera ensemencé et pourra être planté avec des jeunes plants.

Ces plantations devront être réalisées sur toute la hauteur du remblai. Il sera important de veiller à la bonne reprise de ces végétaux qui permettront de garantir la tenue du talus en cas de crue.

La végétation devra être adaptée au climat local.

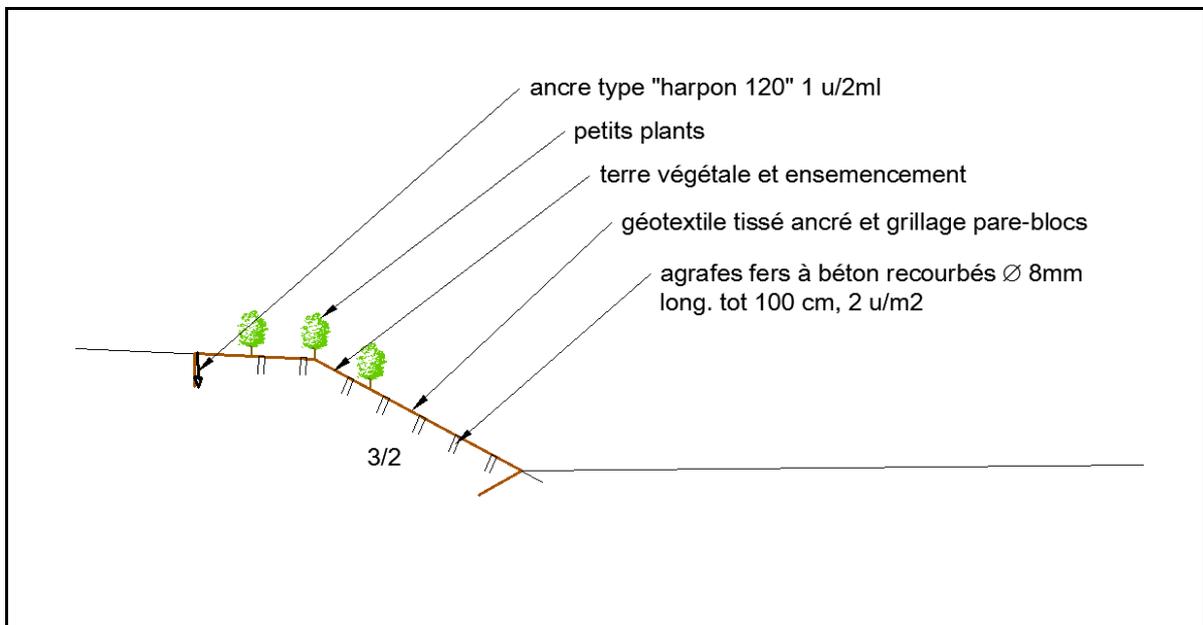


Figure 21 : principe de confortement du talus de la plateforme

Le chemin d'accès sera remblayé à la cote de la plate forme jusqu'au chemin desservant le site. Cette opération est importante face au risque de submersion du chemin en état actuel.

Nous attirons l'attention du maître d'ouvrage sur le fait que le projet serait, à priori, soumis à une déclaration au titre de la Loi sur l'Eau, notamment la rubrique 3.2.2.0 visant les remblais en lit majeur d'un cours d'eau.

13.3. CONFORTEMENT ANGLE AMONT

L'angle amont est soumis à des vitesses relativement importantes (2m/s). Afin de s'affranchir de tout risque d'affouillement et d'érosion, nous proposons de conforter le talus de la plateforme par une rangée d'enrochements libres avec des blocs de 0,5 à 1 T sur la hauteur de la plateforme et ancré de 1 m sous le TN actuel.

Le linéaire à conforter s'établit à 25 ml, répartis de part et d'autre de l'exutoire du canal de drainage.

13.4. DÉBLAIS ET TALUTAGE DE LA ZONE DE STOCKAGE DE DÉCHETS

Afin d'optimiser l'efficacité hydraulique des aménagements, et compte tenu de la nécessité imposée par le projet de remblayer partiellement une zone inondable, nous proposons donc la réalisation de déblais sur le site du projet.

La zone de dépôts de déchets inertes sera décapée sur une hauteur de 0,80 m environ. Les matériaux seront évacués. Ils pourront être remis en remblais sur le site sous réserve des conditions de réemploi (selon étude géotechniques en cours). Les déchets éventuels devront être triés et évacués.

La berge rive droite de la Durance sera écrêtée et talutée entre 4/1 et 5/1.

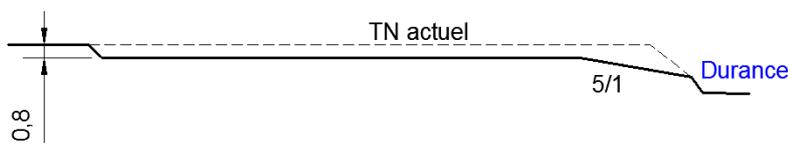


Figure 22 : coupe schématique déblais et talutage

13.5. CHENAL AMONT

Afin de réceptionner les écoulements en provenance de l'amont de la plaine, Une forme de chenal sera terrassée en amont de la plateforme. Nous proposons les dimensions suivantes :

- profondeur : 0,80 m
- largeur en fond : 20 m
- talutage : 1/1

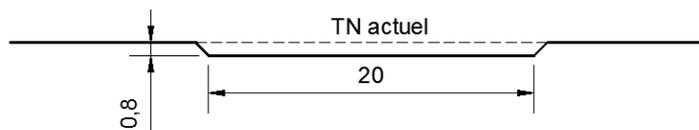


Figure 23 : coupe schématique chenal amont

Quelques arbres devraient être abattus. On prévoira une replantation permettant d'optimiser l'intégration paysagère.

13.6. CONFORTEMENT EXUTOIRE ET FRANCHISSEMENT DU TORRENT DE PIERRE FEU

L'exutoire sous la RN 94 du torrent de Pierre Feu sera conforté en enrochements libres sur 10 ml environ afin de réduire les risques d'érosion du remblai de la future plateforme.

L'enrochement sera composé d'une rangée de blocs de 0,5 à 1 T sur la hauteur de la plateforme et ancré de 1 m sous le TN actuel. Il sera disposé de façon à accompagner l'angle marqué par le torrent.

Le franchissement du torrent sous le chemin d'accès à l'aire sera assuré par la mise en place d'une buse cadre en béton. En cas d'obstruction de la buse sous la RN 94, une partie des débits peut déborder en rive gauche vers le champ en arrière de la RN. Une autre part des débits peut traverser la RN et rejoindre le torrent en contrebas du talus de la RN et de la future plateforme.

Afin de s'affranchir d'un débordement trop fréquent sur l'aval de la plateforme (revanche de 70 cm seulement compte tenu du remblai limité de la plateforme à l'exutoire du torrent), pouvant isoler cette dernière du chemin de d'évacuation, il est nécessaire de mettre en œuvre un ouvrage avec une section conséquente donnant une capacité hydraulique relativement conséquente sous le chemin d'accès (compte tenu de la faible pente du torrent sur ce secteur).

Les dimensions du cadre seront les suivantes :

Largeur : 2 m

Hauteur : 1 m

COUT ESTIMATIF

Nous donnons ici une estimation du coût des seuls travaux hydrauliques nécessaires à la réalisation du projet.

Les travaux annexes ne sont pas estimés dans ce cadre. Ainsi le coût de la mise en œuvre de matériaux de remblais pour la plateforme n'est pas précisé ici. Celui-ci dépend de la qualité des matériaux déblayés sur le site, de la mise en œuvre des couches de structure, de la nécessité de drainage, etc.

Les déblais sont donc considérés comme étant évacués du site. Dans cette hypothèse nous n'avons pas tenu compte d'une réutilisation partielle ou totale des matériaux du site. Dans le cas de la possibilité de réemploi sur site de tout ou partie de ces matériaux, le chiffrage pourra être modifié.

Désignation	u	q	pu	total € HT
Préparation et installations de chantier	F	1	5000	5 000 €
confortement talus plateforme				
<i>remblais en matériaux de structure</i>		<i>pm projet aire</i>	<i>pm projet aire</i>	
<i>mise en œuvre terre végétale(issu du décapage du site)</i>	<i>m3</i>	<i>pm</i>	<i>pm</i>	0 €
<i>ensemencement</i>	<i>m²</i>	200	1.5	300 €
<i>protection talus en géococo + grillage yc agrafes</i>	<i>m²</i>	200	18	3 600 €
<i>confortement angle plateforme amont en enrochements</i>	<i>m3</i>	75	85	6 375 €
Déblais chenal et zone de dépôts inertes				
<i>Déblais et évacuation</i>	<i>m3</i>	8000	17	136 000 €
<i>déboisement ponctuel du chenal</i>	<i>m²</i>	500	5	2 500 €
<i>décapage/remise en place terre végétale du chenal</i>	<i>m²</i>	2000	5	10 000 €
<i>ensemencement du fond du chenal</i>	<i>m2</i>	2000	1.5	3 000 €
<i>plantationsjeunes plants</i>	<i>u</i>	250	6	1 500 €
Torrent de Pierre Feu				
<i>buse cadre 2*1</i>	<i>ml</i>	10	2000	20 000 €
<i>confortement exutoire en enrochements</i>	<i>m3</i>	45	85	3 825 €
		sous TOTAL travaux	HT	192 100 €
		imprévus	10%	19 210 €
		MOE	7%	13 447 €
		TOTAL	HT	224 757 €

Désignation	u	q	pu	total
Préparation et installations de chantier	F	1	5000	
confortement talus plateforme				
<i>remblais en matériaux de structure</i>		<i>pm projet aire</i>	<i>pm projet aire</i>	
<i>mise en œuvre terre végétale(issu du décapage du site)</i>	<i>m3</i>	<i>pm</i>	<i>pm</i>	
<i>ensemencement</i>	<i>m²</i>	<i>200</i>	<i>1.5</i>	
<i>protection talus en géococo + grillage yc agrafes</i>	<i>m²</i>	<i>200</i>	<i>18</i>	
<i>confortement angle plateforme amont en enrochements</i>	<i>m3</i>	<i>75</i>	<i>85</i>	
Déblais chenal et zone de dépôts inertes				
<i>Déblais et évacuation</i>	<i>m3</i>	<i>8000</i>	<i>17</i>	<i>13</i>
<i>déboisement ponctuel du chenal</i>	<i>m²</i>	<i>500</i>	<i>5</i>	
<i>décapage/remise en place terre végétale du chenal</i>	<i>m²</i>	<i>2000</i>	<i>5</i>	<i>1</i>
<i>ensemencement du fond du chenal</i>	<i>m2</i>	<i>2000</i>	<i>1.5</i>	
<i>plantationsjeunes plants</i>	<i>u</i>	<i>250</i>	<i>6</i>	
Torrent de Pierre Feu				
<i>buse cadre 2*1</i>	<i>ml</i>	<i>10</i>	<i>2000</i>	<i>2</i>
<i>confortement exutoire en enrochements</i>	<i>m3</i>	<i>45</i>	<i>85</i>	
		sous TOTAL travaux	HT	13
		imprévus	10%	1
		MOE	7%	1

CONCLUSION

Les simulations hydrauliques réalisées sur la Durance au droit du projet d'aire des gens du voyage ont mis en avant les éléments suivants :

- Le terrain du projet est inondé en l'état actuel pour un niveau de crue compris entre Q10 et Q30
- En l'état futur des fonds (+1 m en lit mineur), le site devient inondable pour des débits de crue $< Q10$
- Le remblaiement de 0.40 m minimum de la plateforme du projet (cote 1167.00), associé à un déblai conséquent des terrains à proximité, permet de redonner un niveau de sécurité au projet compris entre Q10 et Q30
- Dans cette hypothèse, le délai entre les premiers débordements en amont de la plaine et la submersion de la plateforme du projet s'établit à environ 2h30
- Au pic de crue centennale, les hauteurs d'eau sur la plateforme sont de l'ordre de 0.50 m
- Au pic de crue centennale les vitesses d'écoulement sont d'ordre de 0.50 m/s à 1 m/s sur la plateforme et de 1.5 à 2.5m/s sur le talus projet
- Au-delà du niveau de protection obtenu par le remblaiement de la plateforme, un système d'alerte et d'évacuation doit être défini et mis en œuvre.



HYDRETUDES

Ingénierie de l'eau - Maîtrise d'oeuvre

Siège social – Centre technique principal

815, route de Champ Farçon
74 370 ARGONAY
Tél : 04.50.27.17.26
Fax : 04.50.27.25.64
E.mail : contact@hydretudes.com

Agence Alpes du Nord

Alpespaces
50, Voie Albert Einstein
73 118 FRANCLIN

Tél : 04.79.96.14.57
Fax : 04.79.33.01.63
E.mail : contact-savoie@hydretudes.com

Agence Alpes du Sud

Bât 2 – Résidence du Forest
d'entraix
25, rue du Forest d'entraix
05 000 GAP

Tél : 04.92.21.97.26
Fax : 04.92.21.87.83
E.mail : contact-gap@hydretudes.com

Agence Dauphiné-Provence

9, rue Praneuf
26 100 ROMANS SUR ISERE

Tél : 04.75.45.30.57.
Fax : 04.75.45.30.57.
E.mail : contact-romans@hydretudes.com

Agence Grand Sud-Pyrénées

Immeuble Sud América
20, bd. de Thibaud
31 100 TOULOUSE

Tél : 05.62.14.07.43
Fax : 05.62.14.08.95
E.mail : contact-toulouse@hydretudes.com

Agence Océan Indien

« Les Kréolis »
8-10, rue Axel Dorseuil
97 410 SAINT PIERRE

Tél : 02.62.96.82.45
Fax : 02.62.32.69.05
E.mail : contact-reunion@hydretudes.com