



COMMUNE DE CLERMONT-L'HÉRAULT
COMMUNAUTÉ DE COMMUNES DU CLERMONTAIS

PLAN LOCAL D'URBANISME

Pièce n°4 : Annexes

4.11 – Secteurs à risque d'inondation

4.11.3 – Étude hydraulique du ruisseau de Creyssel, CCE&C, 2020

Révision générale approuvée le 6 mars 2024



COMMUNE DE CLERMONT L'HERAULT



ETUDE HYDRAULIQUE
DU RUISSEAU DE CREYSSELS ET SES AFFLUENTS AU
CAMPING DU LAC DU SALAGOU

RAPPORT D'ETUDE

Janvier 2020

SOMMAIRE

I. Cadre de l'étude	7
I.1. Contexte de l'étude	7
I.2. Localisation de la zone d'étude	7
II. Recueil de données	8
II.1. Recueil bibliographique et SIG	8
II.2. Visite et expertise de terrain	8
II.3. Reconnaissance du réseau hydrographique	10
II.4. Reportage photos	11
II.5. Ouvrages hydrauliques	16
II.5.1. Localisation des ouvrages	16
II.5.2. Affluent 1 (amont)	17
II.5.3. Affluent 2 (intermédiaire)	19
II.5.4. Affluent 3 (aval)	21
II.5.5. Ruisseau de Creyssels	21
II.6. Principaux obstacles aux écoulements	25
II.7. Désordres hydrauliques observés	26
II.8. Repère des Plus Hautes Eaux (PHE)	27
II.9. Rencontre avec les acteurs locaux	29
II.10. Données hydrologiques	29
II.11. Données topographiques	30
II.12. Données géologiques	32
II.13. Occupation des sols	34
III. Analyse hydrologique	35
III.1. Découpage du bassin versant et des sous bassins versants	35
III.2. Crues de référence	38
III.3. Estimation des débits de pointe	39
III.4. Répartition du débit dans les sous bassins versants	41
IV. Modélisation hydraulique	42
IV.1. Type de modèle	42
IV.2. Construction du modèle	42
IV.3. Conditions aux limites	45
IV.4. Calage du modèle	45
IV.5. Résultats hydrauliques	45

IV.6. Cartographie des zones inondées en situation actuelle	56
IV.7. Définition et cartographie de l'aléa inondation	58
IV.8. Modification du périmètre d'application de la période d'ouverture maximale du camping	59
IV.9. Propositions pour améliorer le fonctionnement hydraulique et la prévention contre le risque inondation	61
V. Conclusion	64

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Vue de la zone d'étude	8
Figure 2 : Tronçons visités sur le terrain (en jaune)	9
Figure 3 : Reconnaissance du réseau hydrographique (vue étendue)	10
Figure 4 : Reconnaissance du réseau hydrographique (partie aval)	10
Figure 5 : Reconnaissance du réseau hydrographique (zone du camping)	11
Figure 6 : Lit mineur de l'affluent 2 avant la confluence avec le ruisseau de Creyssels	11
Figure 7 : Lit mineur du ruisseau de Creyssels en amont du camping (vue vers l'amont)	12
Figure 8 : Lit mineur du ruisseau de Creyssels au droit du camping (partie amont)	12
Figure 9 : Lit mineur du ruisseau de Creyssels au droit du camping (en amont de la confluence avec l'affluent 3)	13
Figure 10 : Pont en bois en amont de la confluence avec l'affluent 3	13
Figure 11 : Vue de l'affluent 3 en amont de sa confluence avec le ruisseau de Creyssels	14
Figure 12 : Vue du ruisseau de Creyssels en aval de la confluence avec l'affluent 3 (vue vers l'aval)	14
Figure 13 : Vue du ruisseau de Creyssels (partie aval vers l'amont)	15
Figure 14 : Vue du ruisseau de Creyssels (limite aval vers l'amont)	15
Figure 15 : Vue de l'ouvrage hydraulique busé du ruisseau de Creyssels situé en limite aval du camping (embâcles témoignant de la surverse lors d'une crue récente)	16
Figure 16 : Vue des ouvrages hydrauliques recensés	17
Figure 17 : Vues amont / aval de l'OH01	18
Figure 18 : Vues amont / aval de l'OH02	18
Figure 19 : Vues amont / aval de l'OH04	18
Figure 20 : Vues amont / aval de l'OH10	19
Figure 21 : Vues amont / aval de l'OH09	19
Figure 22 : Vues amont / aval de l'OH08	20
Figure 23 : Vues amont / aval de l'OH11	20
Figure 24 : Vues amont / aval de l'OH15	21
Figure 25 : Vue amont de l'OH05	21
Figure 26 : Vues amont / aval de l'OH15	22
Figure 27 : Vue amont de l'OH27	22
Figure 28 : Vues amont / aval de l'OH12	23
Figure 29 : Vue amont de l'OH26	23
Figure 30 : Vues amont / aval de l'OH13	24
Figure 31 : Vues amont / aval de l'OH16	24
Figure 32 : Mur en rive droite aval du pont en bois du camping (OH12)	25
Figure 33 : Remblai en lit majeur du ruisseau de Creyssels et de l'affluent 2	26
Figure 34 : Léger affouillement autour des dalles de fondation de tente	27
Figure 35 : PHE en aval de l'OH12	28
Figure 36 : PHE en amont de l'OH16	28
Figure 37 : Vue globale du plan topographique du Camping du Lac du Salagou (2009)	30
Figure 38 : Localisation des points topographiques levés	31
Figure 39 : Vue des courbes de niveaux issues de l'analyse du MNT 2012	32
Figure 40 : Extrait de la carte géologique au 1/50000 ^{ième} – BRGM	33
Figure 41 : Vue de l'occupation des sols Corine Land Cover 2018 au droit du bassin versant du ruisseau de Creyssels	35
Figure 42 : Découpage du bassin versant étudié	36
Figure 43 : Découpage des sous bassins versants	37
Figure 44 : Vues des profils en travers du modèle hydraulique	43
Figure 45 : Vues du modèle hydraulique du ruisseau de Creyssels et ses affluents sous HEC-RAS	44
Figure 46 : Profils en long des lignes d'eau maximale de la crue centennale du Ruisseau de Creyssels et ses affluents	52
Figure 47 : Superposition de la zone inondable centennale avec le plan du Camping du Lac du Salagou	57

<i>Figure 48 : Grille réglementaire d'aléa inondation par débordement de cours d'eau</i>	59
<i>Figure 49 : Périmètre d'application de la période d'ouverture maximale du camping (en rouge) et zone inondable centennale du ruisseau de Creyssels et ses affluents (en bleu)</i>	60
<i>Figure 50 : Exemple de signalisation informant du risque inondation</i>	61
<i>Figure 51 : Exemple de clôture avec grillage à maille large</i>	62

LISTE DES TABLEAUX

<i>Tableau 1 : Coefficients de Montana pour des pluies de 6 min à 1 h à la station Météo-France de Montpellier</i>	29
<i>Tableau 2 : Caractéristiques hydrologiques du bassin versant et des sous bassins versants</i>	38
<i>Tableau 3 : Répartition du débit dans les sous bassins versants</i>	41
<i>Tableau 4 : Résultats hydrauliques de la crue centennale en situation actuelle</i>	48
<i>Tableau 5 : Résultats hydrauliques de la crue exceptionnelle en situation actuelle</i>	55

I. Cadre de l'étude

I.1. Contexte de l'étude

La commune de Clermont l'Hérault a reçu un projet d'arrêté préfectoral de la DDTM de l'Hérault concernant le camping du Lac du Salagou. Le courrier accompagnant le projet d'arrêté fait état des mesures de sécurité prises pour le département de l'Hérault pour « plus d'une centaine de campings créés dans des zones désormais identifiées comme inondables ».

Parmi ces mesures, l'Hérault a choisi de limiter l'ouverture des campings en zone inondable. Selon l'exposition au risque inondation, il a été défini 2 catégories de camping qui ont des durées d'ouverture autorisée différentes.

Le camping du Lac du Salagou est propriété de la commune de Clermont l'Hérault. Sa gestion est confiée à une société privée.

La fiche de définition des risques naturels ou technologiques prévisibles établie par la DDTM de l'Hérault pour le Camping du Lac du Salagou sur la commune de Clermont l'Hérault (courrier préfectoral du 9 Juin 2017) mentionne que le camping est situé dans « l'Enveloppe Approchée des Inondations Potentielles (EAIP) par débordement de cours d'eau ».

Par voie de conséquence et compte tenu de sa localisation dans la vallée du fleuve Hérault, ce camping a été classé en catégorie 1 : camping à risque avec délai de prévenance court.

La période d'ouverture est fixée du samedi inclus qui précède le 2 mai au samedi inclus qui suit le 31 août.

Le camping du Lac du Salagou est a priori partiellement inondable par les débordements du ruisseau de Creyssels. La commune de Clermont l'Hérault souhaite préciser les connaissances sur le risque inondation par débordement des cours d'eau au droit du Camping du Lac du Salagou afin de permettre une modification du projet d'arrêté préfectoral pour limiter son application aux enjeux situés en zone inondable nouvellement estimée ou ayant un accès inondable sans possibilité de zone de refuge.

Un échange a eu lieu avec le Service Eau Risques et Nature de la DDTM de l'Hérault pour définir les besoins de l'étude et la méthodologie hydrologique et hydraulique à suivre.

Le présent document est le rapport d'étude.

I.2. Localisation de la zone d'étude

La zone d'étude se situe sur la commune de Clermont l'Hérault dans le département de l'Hérault (34).

Le camping du Lac du Salagou se situe en limite aval du ruisseau de Creyssels avant son rejet dans le lac du Salagou.

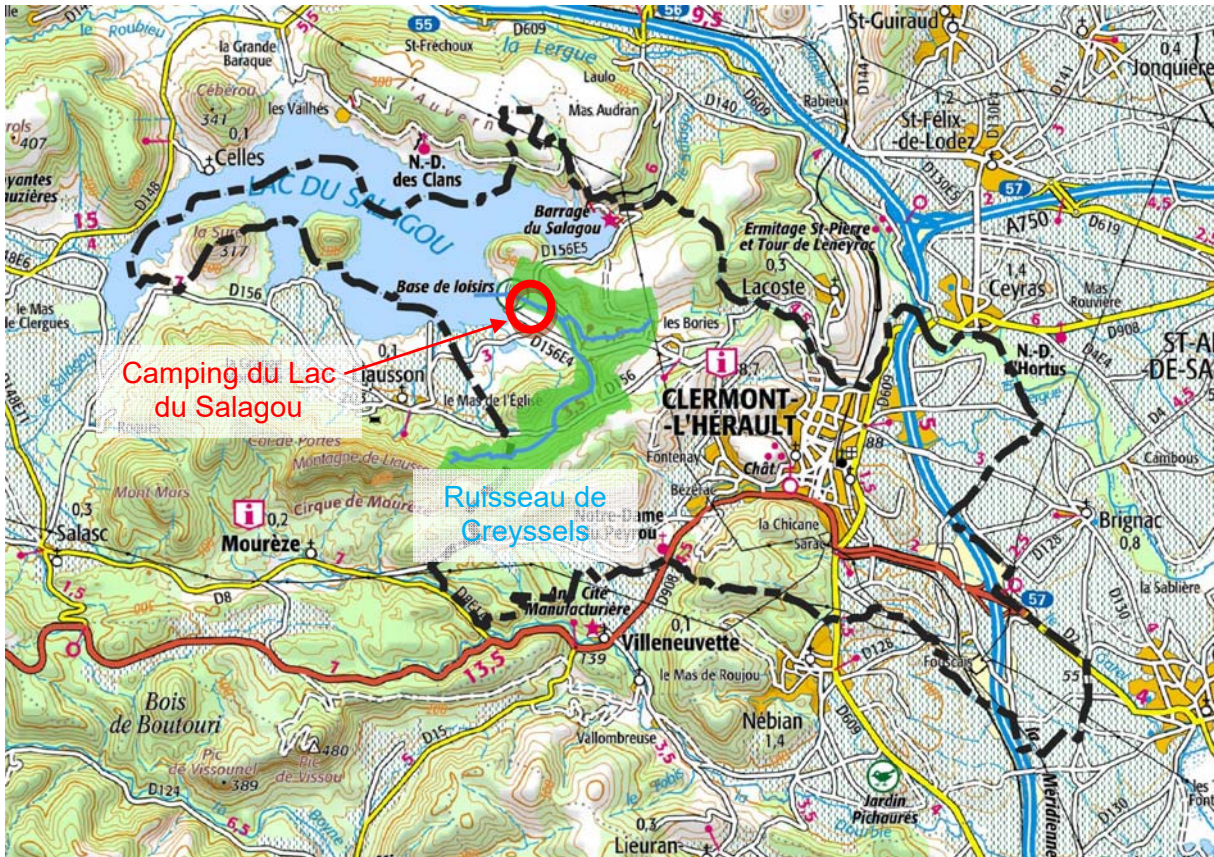


Figure 1 : Vue de la zone d'étude

II. Recueil de données

II.1. Recueil bibliographique et SIG

CCE&C a pu récupérer les éléments suivants transmis par le maître d'ouvrage :

- Plan topographique du Camping du Lac du Salagou établi en 2009 ;
- Courrier de la préfecture du 31 Octobre 2019 et projet d'arrêté préfectoral correspondant,
- Données WMS et WFS de Geoportail...

II.2. Visite et expertise de terrain

Une visite de terrain a été organisée le 10 janvier 2020 afin de repérer sur site les axes hydrauliques, les sens d'écoulement.

Il a également été validé le découpage des sous bassins versants des cours d'eau étudiés. Les conditions de ruissellement et d'écoulement en amont de la zone d'étude ont été analysées (ruffes, bois, cultures, fossés routiers, tracé de certains talwegs, zone de débordement potentiel...).

En parallèle à la reconnaissance du réseau hydrographique, il a été effectué des levés topographiques complémentaires pour les besoins de l'étude (construction du modèle hydraulique).

Les tronçons de cours d'eau ayant fait l'objet d'une visite à pied ont été les suivants :

- Le ruisseau de Creyssels depuis la route D156E4 ;
- Les 3 affluents rive droite situés en amont, au droit et en aval du camping.

Les fossés routiers de la route D156E5 (route vers le barrage) ont aussi été repérés afin de déterminer les conditions d'écoulement et de dérivations des ruissellements le long de la route.

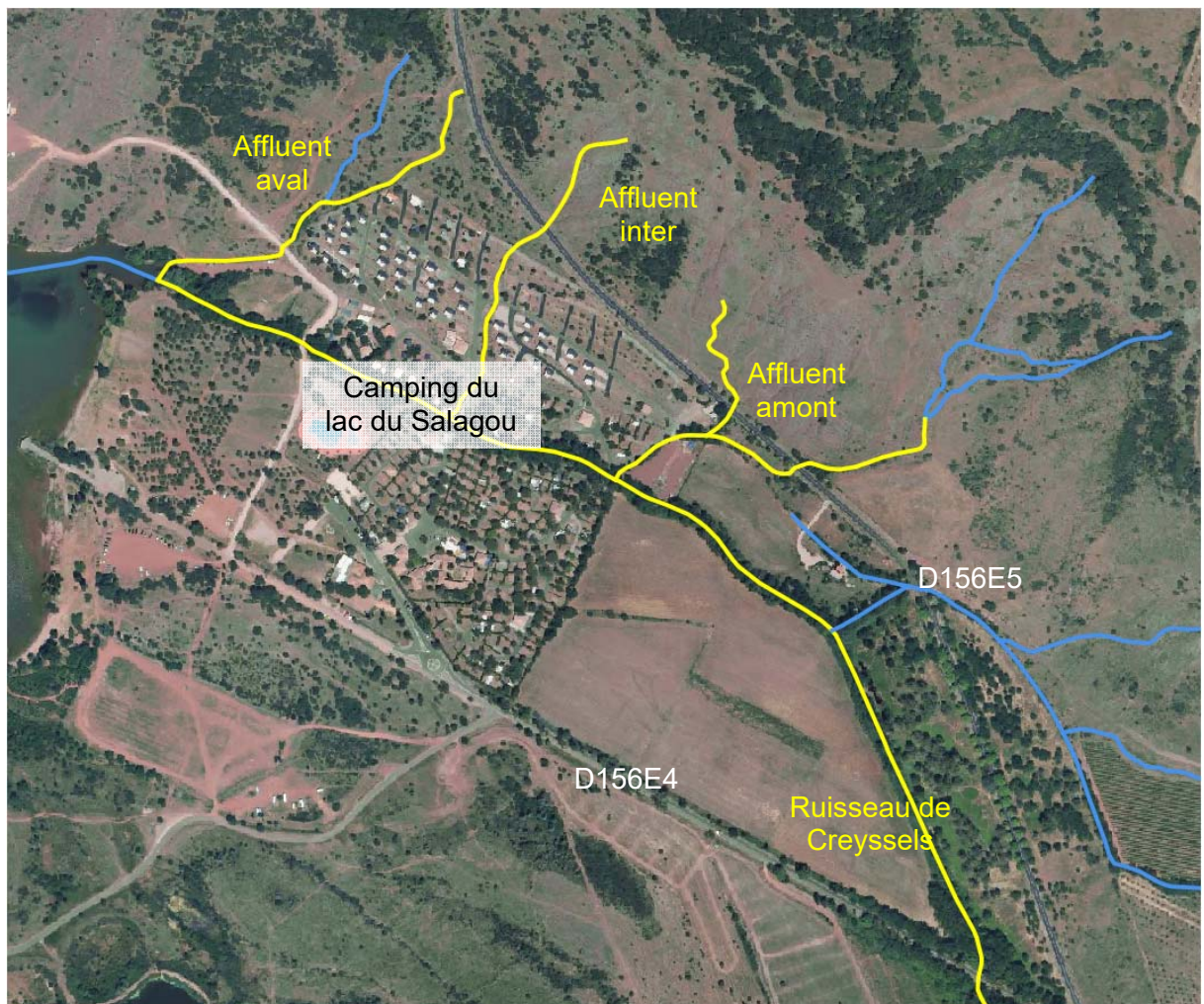


Figure 2 : Tronçons visités sur le terrain (en jaune)

La zone du camping située entre ces tronçons de cours d'eau a également été visitée notamment au droit des enjeux existants pérennes (bâties, voies de circulation...).

II.3. Reconnaissance du réseau hydrographique

Suite à la visite de terrain, il a été tracé le réseau hydrographique au droit de la zone d'étude :

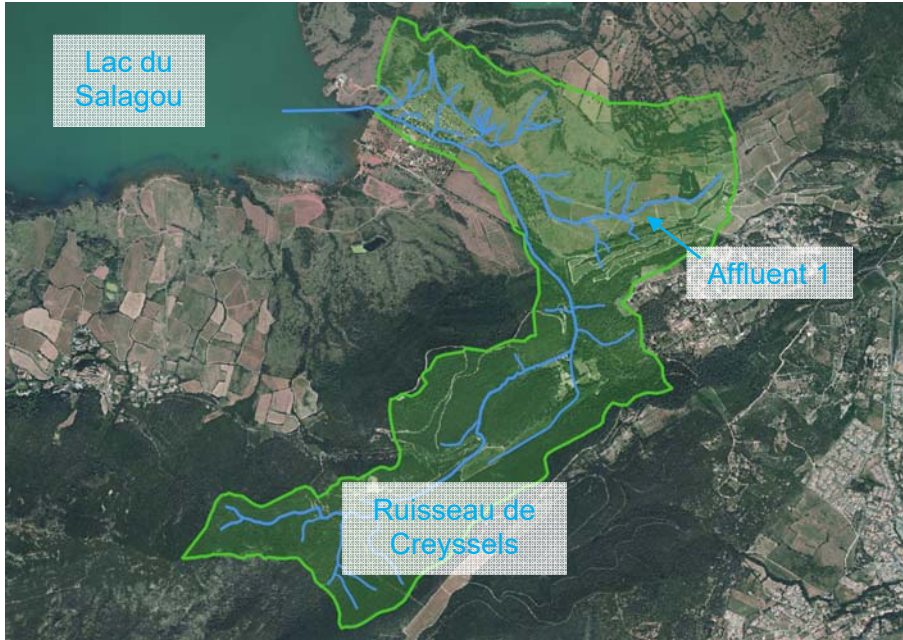


Figure 3 : Reconnaissance du réseau hydrographique (vue étendue)

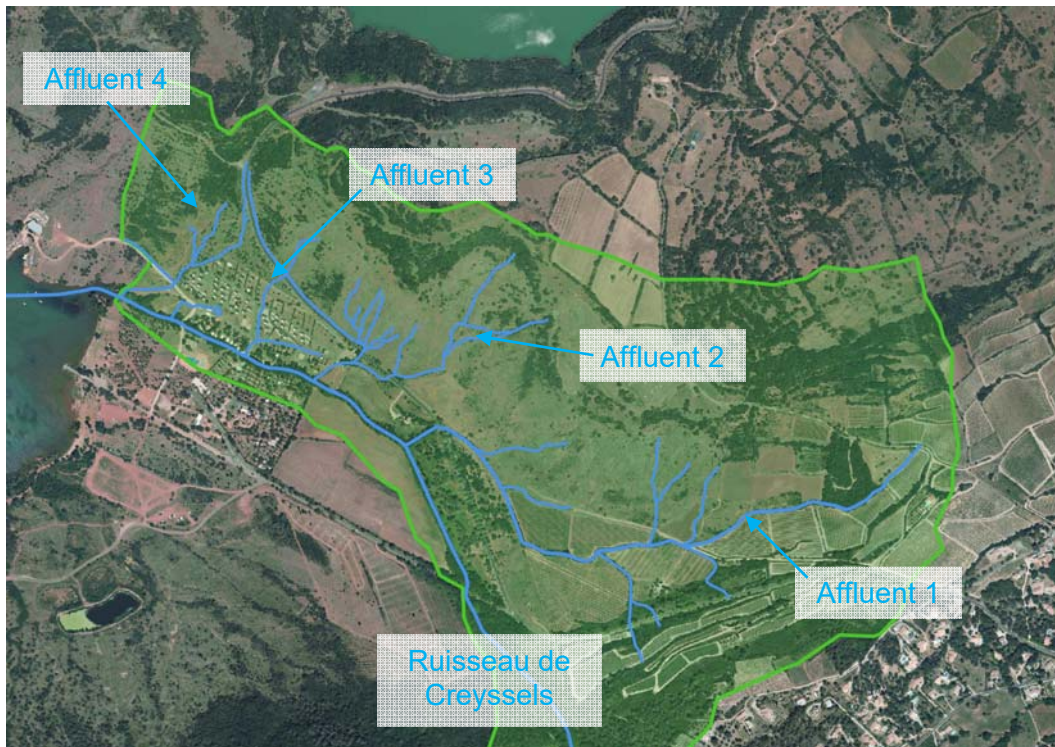


Figure 4 : Reconnaissance du réseau hydrographique (partie aval)



Figure 5 : Reconnaissance du réseau hydrographique (zone du camping)

II.4. Reportage photos

Figurent ci-après des photos de la visite de terrain. Elles rendent compte des conditions d'écoulement des cours d'eau étudiés au droit du camping.



Figure 6 : Lit mineur de l'affluent 2 avant la confluence avec le ruisseau de Creyssels



Figure 7 : Lit mineur du ruisseau de Creyssels en amont du camping (vue vers l'amont)



Figure 8 : Lit mineur du ruisseau de Creyssels au droit du camping (partie amont)



Figure 9 : Lit mineur du ruisseau de Creyssels au droit du camping (en amont de la confluence avec l'affluent 3)



Figure 10 : Pont en bois en amont en amont de la confluence avec l'affluent 3



Figure 11 : Vue de l'affluent 3 en amont de sa confluence avec le ruisseau de Creyssels



Figure 12 : Vue du ruisseau de Creyssels en aval de la confluence avec l'affluent 3 (vue vers l'aval)



Figure 13 : Vue du ruisseau de Creyssels (partie aval vers l'amont)

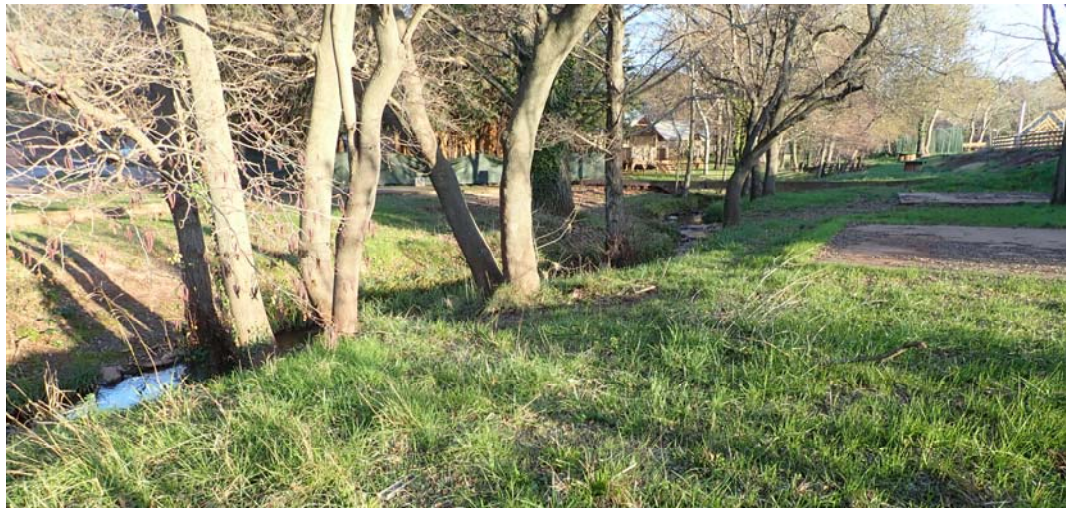


Figure 14 : Vue du ruisseau de Creyssels (limite aval vers l'amont)



Figure 15 : Vue de l'ouvrage hydraulique busé du ruisseau de Creyssels situé en limite aval du camping (embâcles témoignant de la surverse lors d'une crue récente)

II.5. Ouvrages hydrauliques

II.5.1. Localisation des ouvrages

Lors de la visite de terrain, il a été recensé et localisé les ouvrages hydrauliques et les points singuliers existants et visibles le long du lit mineur et en zone inondable du lit majeur des cours d'eau étudiés.

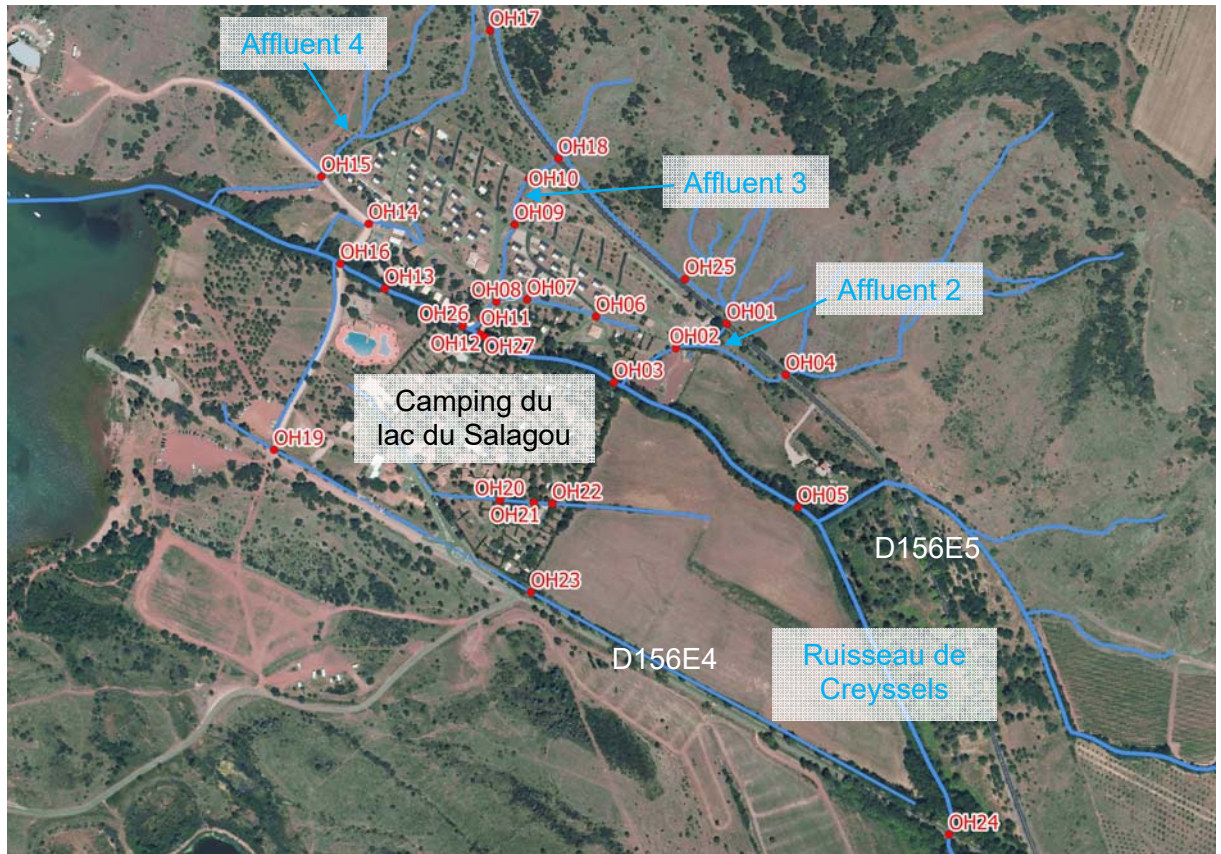


Figure 16 : Vue des ouvrages hydrauliques recensés

Figurent ci-après des photos des principaux ouvrages hydrauliques situés proche de l'emprise du camping.

Elles rendent compte des conditions d'écoulement et de l'état des lits mineurs lors de la visite de terrain.

II.5.2. Affluent 1 (amont)

i. OH01



Figure 17 : Vues amont / aval de l'OH01

Commentaire : Comblement partiel de la buse côté aval de l'ouvrage.

ii. OH02



Figure 18 : Vues amont / aval de l'OH02

Commentaires :

- Chute côté aval de l'ouvrage hydraulique ;
- Affouillement en pied de berge en rive droite aval de l'ouvrage ayant déstabilisé des enrochements (absence de parafouille aval).

iii. OH04



Figure 19 : Vues amont / aval de l'OH04

Commentaires :

- Végétation à enlever côté amont de l'ouvrage pour éviter une obstruction future ;
- Petit comblement partiel de la buse côté aval de l'ouvrage.

II.5.3. Affluent 2 (intermédiaire)

i. OH10



Figure 20 : Vues amont / aval de l'OH10

Commentaires :

- Comblement partiel de la buse côté amont de l'ouvrage (cailloux...);
- Chute côté aval de l'ouvrage hydraulique.

ii. OH09



Figure 21 : Vues amont / aval de l'OH09

Commentaires :

- Léger risque de comblement partiel de la buse côté amont de l'ouvrage (1 bloc à enlever pour éviter obstruction future...);
- Chute côté aval de l'ouvrage hydraulique.

iii. OH08



Figure 22 : Vues amont / aval de l'OH08

Commentaires :

- Léger risque de comblement partiel de la buse rive droite et de la buse centrale côté amont de l'ouvrage ;
- Un arbre côté amont obstrue partiellement l'entrée de la buse centrale.

iv. OH11



Figure 23 : Vues amont / aval de l'OH11

Commentaire : Un curage a été effectué récemment en amont et en aval.

II.5.4. Affluent 3 (aval)

i. OH15



Figure 24 : Vues amont / aval de l'OH15

Commentaires :

- Léger risque de comblement partiel de la buse côté amont de l'ouvrage (1 bloc à enlever pour éviter obstruction future...);
- Chute côté aval de l'ouvrage hydraulique avec affouillement (absence de parafouille aval).

II.5.5. Ruisseau de Creyssels

i. OH05



Figure 25 : Vue amont de l'OH05

Commentaire : Léger comblement partiel de la buse du batardeau situé en amont du pont.

ii. OH03



Figure 26 : Vues amont / aval de l'OH15

Commentaires :

- Petite chute en amont de l'ouvrage ;
- Un tuyau traverse sous l'ouvrage d'amont en aval. Un autre tuyau arrive de l'affluent 1 et s'arrête sous l'ouvrage ;
- Léger atterrissement sous l'ouvrage et en rive gauche ;
- Affouillement du pied droit rive droite sur toute sa longueur.

iii. OH27 (passage de conduites)



Figure 27 : Vue amont de l'OH27

Commentaire : Fort affouillement des passages de conduite (écoulement passant par-dessous les conduites et l'enrobage béton).

iv. OH12



Figure 28 : Vues amont / aval de l'OH12

Commentaires :

- Atterrissement sous et en aval de l'ouvrage ;
- Mur en rive droite aval (obstacle aux écoulements) ;
- 2 conduites traversant en encorbellement côté aval ;
- Un tuyau traverse sous l'ouvrage d'amont en aval.

v. OH26 (batardeau)



Figure 29 : Vue amont de l'OH26

Commentaire : Fort affouillement des passages de conduite (écoulement passant par-dessous).

vi. OH13 (passerelle)



Figure 30 : Vues amont / aval de l'OH13

Commentaires :

- Muret déversoir de la rive gauche à la rive droite ;
- Erosion sur la berge rive droite en aval du muret.

vii. OH16



Figure 31 : Vues amont / aval de l'OH16

Commentaires :

- Clôture d'enceinte du camping de la rive gauche à la rive droite (renversée par une crue récente en rive gauche) ;
- Embâcles déposés sur le parapet amont témoignant de la hauteur d'eau atteinte lors d'une crue récente ;
- La clôture peut faire obstacle aux écoulements en cas de formation d'embâcles et jouer le rôle de barrage aggravant ainsi les hauteurs d'eau en amont (diminution de la transparence hydraulique). Ce phénomène probable est sans doute la cause de son renversement lors d'une crue récente ;
- Comblement partiel côté aval de l'ouvrage.

II.6. Principaux obstacles aux écoulements

Les principaux obstacles aux écoulements observés lors de la visite de terrain sont :

- Ouvrages hydrauliques de type buses mono-cellule ou multi-cellules, cadre béton, pont en bois, passerelle...
- Murs perpendiculaires aux écoulements, parapets des ouvrages (OH12...) ;



Figure 32 : Mur en rive droite aval du pont en bois du camping (OH12)

- Bartardeau permettant de bloquer les écoulements avec murs bajoyers, structure en acier traversant le lit ;
- Passage de conduites enterrées avec diminution de la section d'écoulement en lit mineur (ruisseau de Creyssels en amont de l'OH12) ;
- Tuyaux traversants sans encorbellement ;
- Rétrécissement de la section d'écoulement du lit par des murs en pierre maçonnées ;
- Murets en partie aval situés en lit majeur (passerelle...) ;
- Pieux pilotis de fondation de tentes, mobil homes, petits bâtis situés en lit majeur du ruisseau de Creyssels ;
- Végétation en entrée d'ouvrage hydraulique ;
- Végétation dans le lit mineur (notamment dans le ruisseau de Creyssels en aval de l'OH24 et en amont du camping) ;
- Complements partiels d'ouvrage hydraulique ;
- Clôtures en grillage ou bois en travers du lit mineur et/ou majeur et permettant la formation d'embâcles ;
- Remblai récent en lit majeur (aire de stockage de matériel du camping) situé entre l'affluent 2 et le ruisseau de Creyssels en amont du camping.



Figure 33 : Remblai en lit majeur du ruisseau de Creyssels et de l'affluent 2

II.7. Désordres hydrauliques observés

Les principaux obstacles aux écoulements observés lors de la visite de terrain sont :

- Comblement partiel des ouvrages hydrauliques ;
- Erosions de berge ;
- Affouillements de fondation d'ouvrage hydraulique ou de protection de berge (enrochements) ;
- Erosion des talus du remblai amont ;
- Léger affouillement autour des dalles support des pieux pilotis de fondation de tentes ;



Figure 34 : L'égouttement autour des dalles de fondation de tente

- Atterrissement dans le lit mineur ;
- Embâcles dans un clôture renversée...

II.8. Repère des Plus Hautes Eaux (PHE)

Il a été repéré et levé des repères des plus hautes eaux (PHE) ou laisses de crue encore observables.

Sur la base d'un témoignage recueilli auprès du gestionnaire du camping, ces PHE ou laisses de crue correspondent à la crue du 23 octobre 2019.

i. PHE en aval rive droite de l'OH12



Figure 35 : PHE en aval de l'OH12

Commentaire : Débordement en rive droite ayant au moins atteint +15 cm au droit du pieux milieu de la tente située en rive droite en aval de l'OH12.

ii. PHE en amont de l'OH16



Figure 36 : PHE en amont de l'OH16

Commentaire : Débordement ayant au moins atteint +15 cm au droit du pieux milieu de la tente située en rive droite en aval de l'OH12.

II.9. Rencontre avec les acteurs locaux

Figure ci-après une synthèse des informations collectées auprès de la personne gérant le Camping du Lac du Salagou :

- L'ouvrage hydraulique le plus problématique est le petit pont busé qui se situe en limite aval du camping. Des débordements en berge sont observés au droit de cet ouvrage lors des fortes pluies ;
- Lors de la crue du 23 octobre 2019, la clôture d'enceinte du camping a été couché par les débordements en rive gauche de cet ouvrage ;
- Il n'y a pas de gros problème connu lié au risque inondation sur les autres parties du camping ;
- Des travaux de curage et nettoyage du lit et des fossés sont régulièrement effectués afin de limiter les dépôts et de maîtriser la végétation qui s'y développe.
- Il est prévu d'enlever les mobiles home situés le long du ruisseau de Creyssels ;
- Il est envisagé de ne pas louer les emplacements situés le long du ruisseau de Creyssels pour le début et la fin de saison (hors période estivale).

II.10. Données hydrologiques

Dans le cadre de cette étude, il est proposé d'utiliser les données pluviométriques de la station Météo-France la plus proche pour laquelle il est possible d'obtenir les coefficients de Montana (cf. plus loin).

Il s'agit de la station météorologique de MONTPELLIER-AEROPORT (34154001).

Pour l'estimation des débits de pointe des crues de référence, il sera utilisé les coefficients de Montana recueillis pour la période 1960-2012 pour une durée de pluie comprise entre 6 min et 1 h suivant :

Durée de retour	a	b
5 ans	4.547	0.41
10 ans	5.248	0.403
20 ans	5.888	0.394
30 ans	6.234	0.388
50 ans	6.66	0.38
100 ans	7.279	0.373

Tableau 1 : Coefficients de Montana pour des pluies de 6 min à 1 h à la station Météo-France de Montpellier

II.11. Données topographiques

Il a été récupéré auprès du maître d'ouvrage un levé topographique du Camping du Lac du Salagou datant de 2009.



Figure 37 : Vue globale du plan topographique du Camping du Lac du Salagou (2009)

En complément, lors de la visite de terrain, il a été réalisé le levé de 1134 points topographiques pour les besoins de la modélisation hydraulique (station GPS Leica).

Ces points sont situés en amont, au droit et en aval de la zone d'étude (camping).



Figure 38 : Localisation des points topographiques levés

L'analyse des données topographiques du MNT levé en 2012 sur le Languedoc-Roussillon a permis de tracer des courbes de niveau au droit de la zone d'étude.

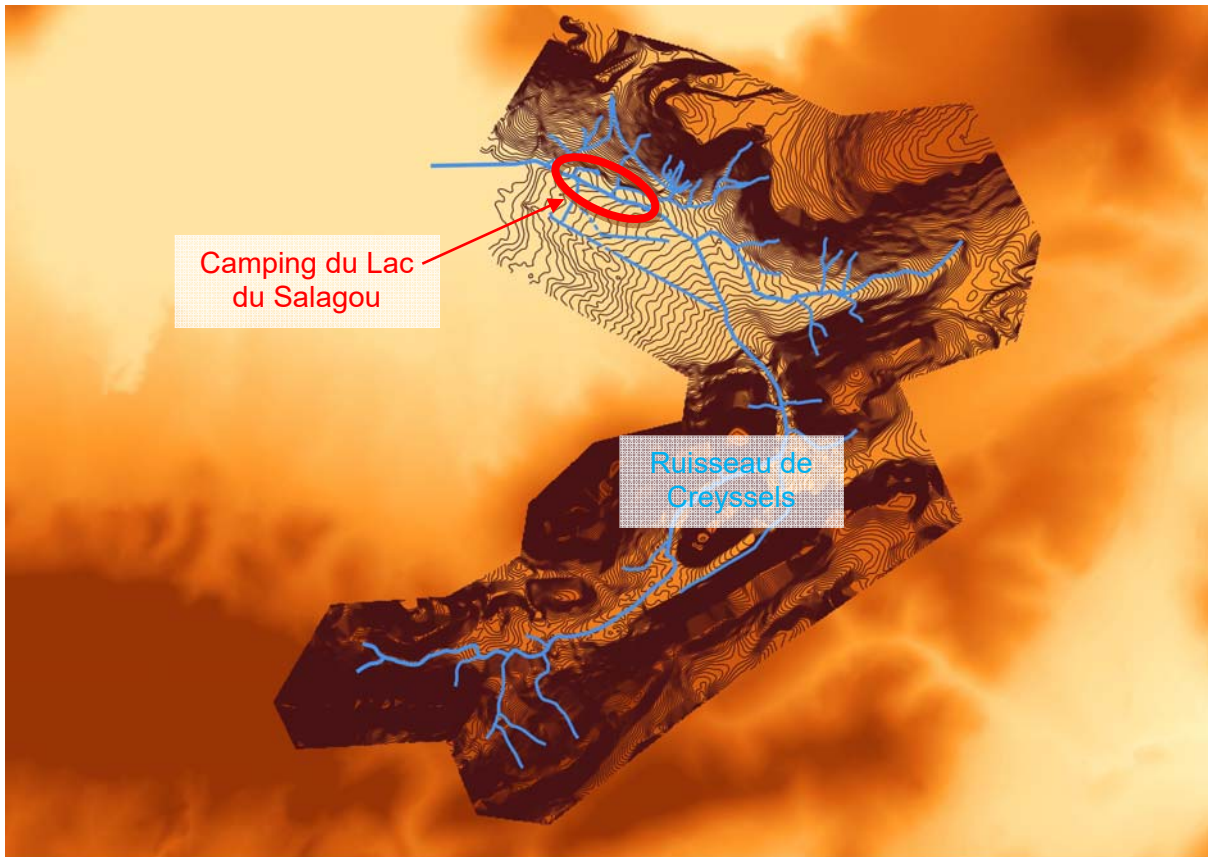


Figure 39 : Vue des courbes de niveaux issues de l'analyse du MNT 2012

II.12. Données géologiques

Au droit de la zone étudiée, la carte géologique au 1/50000^{ième} est la suivante :

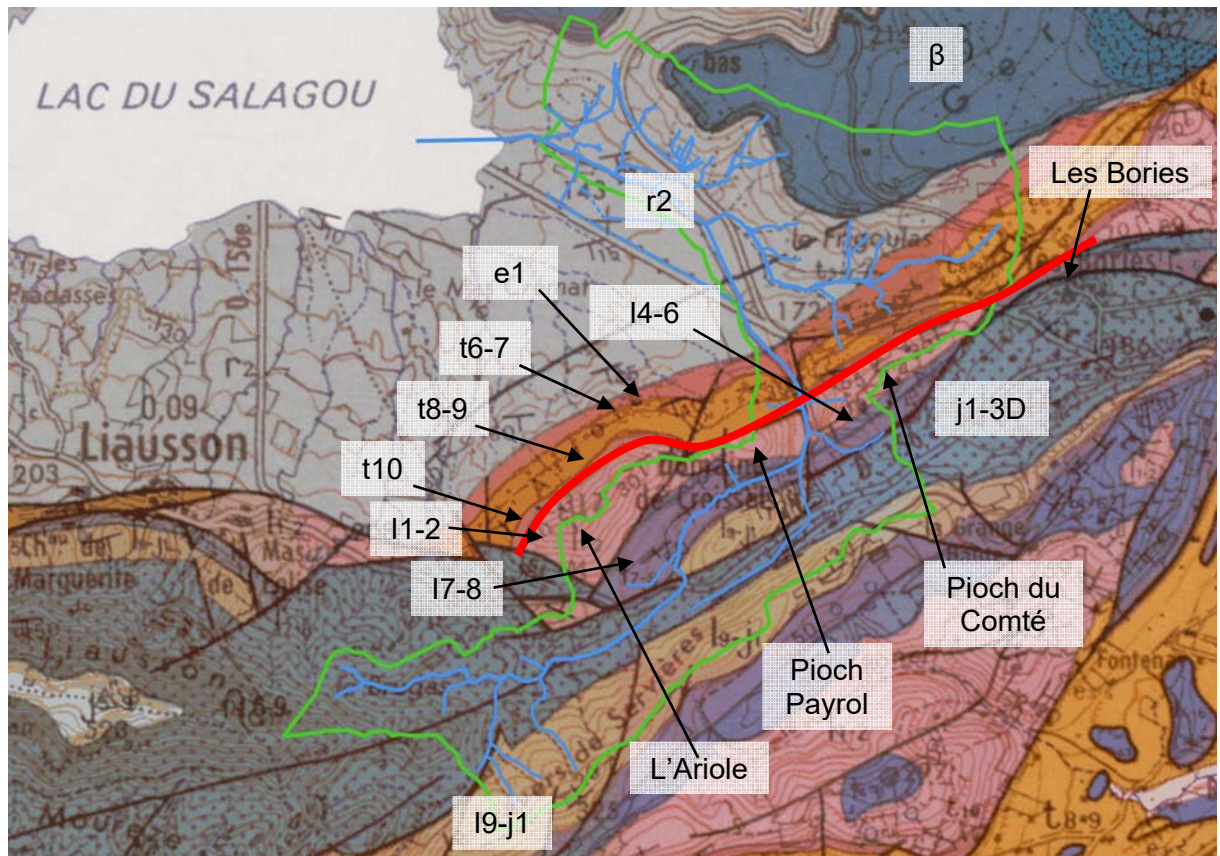


Figure 40 : Extrait de la carte géologique au 1/50000^{ième} – BRGM

Du Nord vers le Sud, les formations géologiques rencontrées sont les suivantes :

- β : Basalte effusif (Quaternaire) ;
- r2 : Pérites et argilites rouges. Conglomérats et grès de base du Saxonien (Permien inférieur) ;
- e1 : Marnes infralutésiennes (Eocène inférieur) ;
- t6-7 : Grès intermédiaires du Trias ;
- t8-9 : Argiles bariolées du Trias ;
- t10 : Grès, calcaire, marnes du Rhétien (Trias supérieur) ;
- l1-2 : Dolomie, calcaire dolomitique de l'Hettangien. Jurassique inférieur (Lias dolomitique) ;
- l4-6 : Calcaires biodétritiques du Lotharingien-Domérien. Jurassique inférieur (Lias calcaire) ;
- l7-8 : Marnes grises, calcaires marneux du Toarcien. Jurassique inférieur (Lias marneux) ;
- l9-j1 : Calcaires à chailles, calcaires à Cancellophycus de l'Aalénien-Bajocien. Jurassique inférieur (Lias) ;
- j1-3D : Dolomies grises, d'âge Bajocien à Callovien. Jurassique moyen (Dogger).

Commentaires :

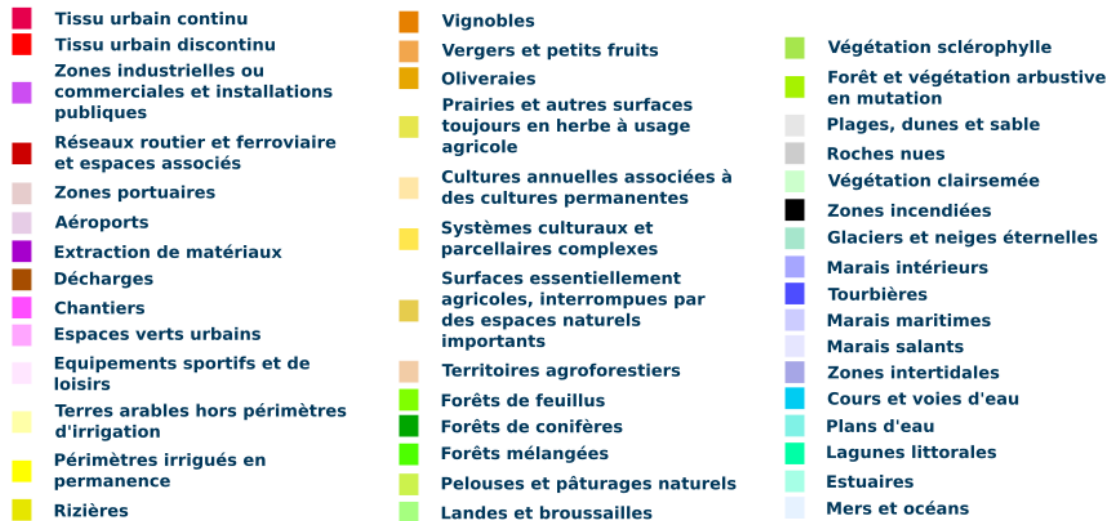


Figure 41 : Vue de l'occupation des sols Corine Land Cover 2018 au droit du bassin versant du ruisseau de Creyssels

Commentaires :

- Le haut du bassin versant est majoritairement boisé ou forestier ;
- Le bas du bassin versant est principalement de parcelles agricoles, de cultures, de pâturage ou d'espace naturel peu boisé (paysage ouvert).

III. Analyse hydrologique

III.1. Découpage du bassin versant et des sous bassins versants

A partir du fond IGN Scan25 et des courbes de niveaux tracés, il a été délimité au démarrage de l'étude le bassin versant topographique des cours d'eau étudiés au droit de la zone étudiée.



Figure 42 : Découpage du bassin versant étudié

Le bassin versant a été découpé en sous bassins versants selon les besoins de la modélisation hydraulique pour permettre la détermination des débits entrants en amont et le long de chaque axe hydraulique modélisé.

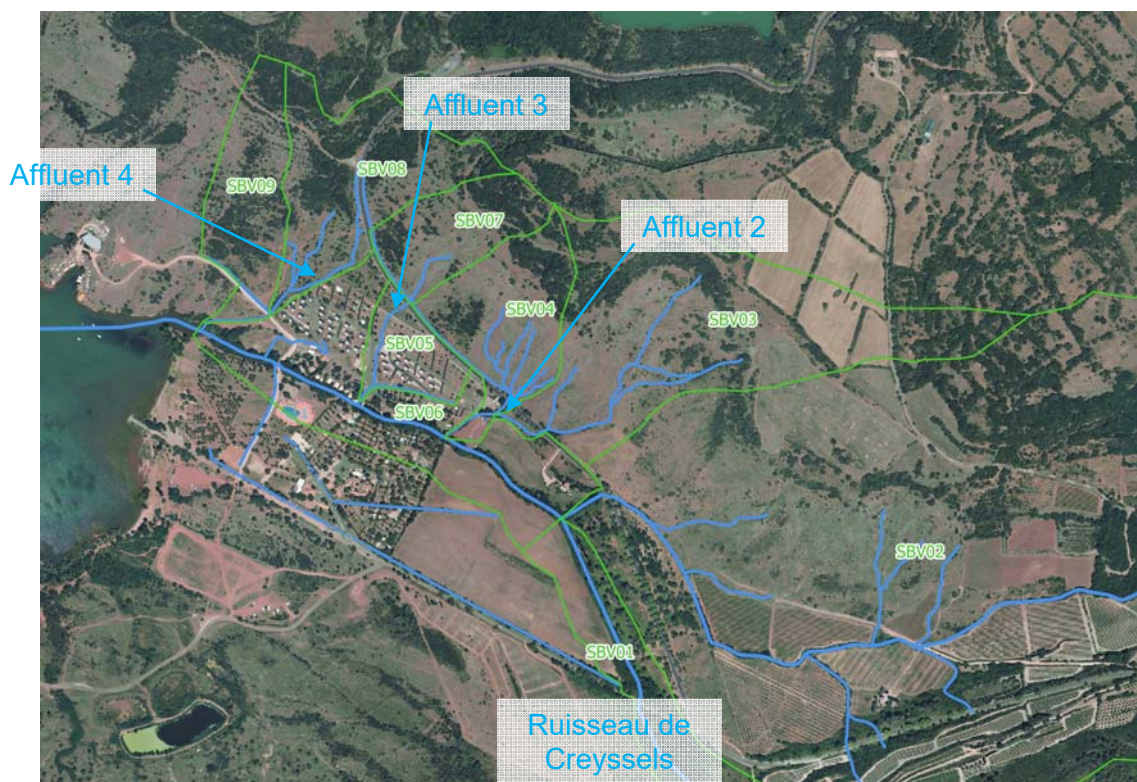
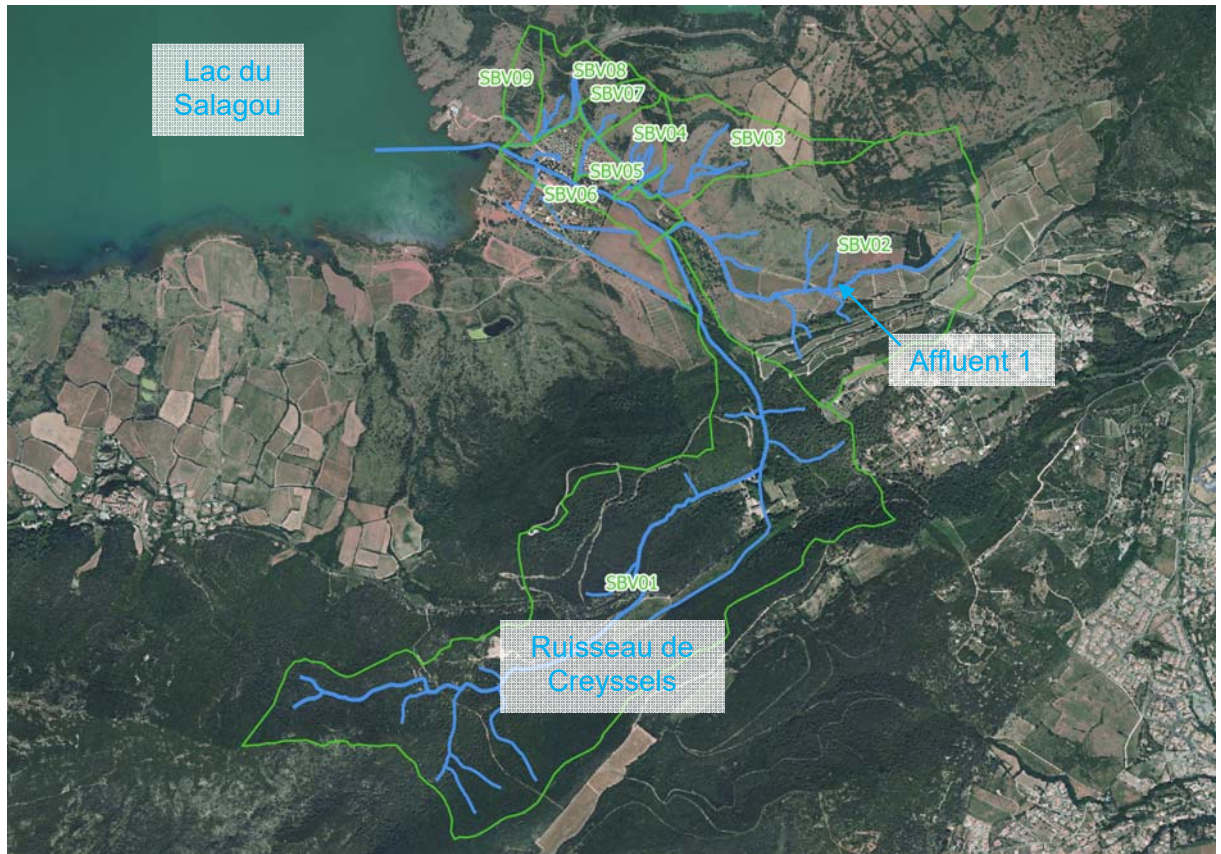


Figure 43 : Découpage des sous bassins versants

Le découpage en bassin versant et en sous bassins versants sera contrôlé lors de la visite de terrain.

Les paramètres suivants ont été estimés pour chacune des entités hydrologiques :

- Surface (ha),
- Longueur du plus long chemin hydraulique (m),
- Pente moyenne pondérée (m/m).

La pente moyenne pondérée est calculée à partir de la formule suivante (cf. Guide méthodologique pour la gestion des eaux pluviales dans les projets d'aménagement – Tome 2, DDTM34, 2014) :

$$P = \left[\frac{\sum L_j}{\sum (L_j / \sqrt{p_j})} \right]^2$$

Avec :

- L_j : Longueur du sous-tronçon j ,
- p_j : Pente moyenne du sous-tronçon j calculée selon dénivelé / longueur.

Les données hydrologiques correspondantes sont les suivantes :

Nom	Surface (ha)	Longueur du plus long chemin hydraulique (m)	Pente moyenne pondérée (m/m)
Ruisseau de Creyssels	269.04	4253	0.0389
SBV01	146.18	3572	0.0436
SBV02	75.07	1733	0.0354
SBV03	20.8	957	0.0838
SBV04	5.23	509	0.0886
SBV05	2.11	196	0.0969
SBV06	9.99	330	0.0788
SBV07	3.51	295	0.1847
SBV08	6.94	509	0.1454
SBV09	4.43	476	0.1204

Tableau 2 : Caractéristiques hydrologiques du bassin versant et des sous bassins versants

Commentaire : Les pentes d'écoulement sont fortes (supérieures à 3%), ce qui peut générer des vitesses d'écoulement rapides et des durées courtes pour la propagation des ondes de crue (temps de concentration court).

III.2. Crues de référence

En accord avec la DDTM de l'Hérault, il est proposé de simuler :

- La crue de période de retour 100 ans de débit de pointe Q_{100} ,
- Et la crue exceptionnelle de débit de pointe $1.8 \cdot Q_{100}$.

Les crues de référence étudiées seront caractérisées par les débits de pointe pour chaque points d'injection du modèle hydraulique.

III.3. Estimation des débits de pointe

Etant donné la taille des bassins versants (<50km²), il sera appliqué la méthode classique dite méthode rationnelle pour estimer le débit de pointe des entités hydrologiques définies.

La méthode rationnelle est basée sur l'hypothèse qu'une pluie constante et uniforme sur l'ensemble d'un bassin versant produit un débit de pointe lorsque toutes les sections du bassin versant contribuent à l'écoulement, soit après un temps égal au temps de concentration. Par simplification, la méthode rationnelle suppose aussi que la durée de la pluie est égale au temps de concentration. Elle ne tient pas compte de l'hétérogénéité de la pluviométrie et a tendance à surévaluer le débit de pointe, ce qui va souvent dans le sens de la sécurité en terme de conception d'aménagements en cours d'eau.

Cette méthode repose sur l'application de la formule suivante :

$$Q_p = C * I(T_c) * A / 360$$

Avec :

- Q_p : Débit de pointe (m³/s),
- C : Coefficient de ruissellement (%),
- $I(T_c)$: Intensité de la pluie pour une durée égale au temps de concentration T_c (mm/h),
- A : Surface du bassin versant (ha).

Le coefficient de ruissellement représente la proportion de précipitation totale qui ruisselle. La détermination du coefficient de ruissellement est réalisée à partir de l'occupation des sols, de la visite de terrain, de tables usuelles de correspondance et de notre expérience.

A partir du croisement des données géologiques et de l'occupation des sols, il apparaît que :

- 129.59 ha de la surface du bassin versant sont situés en zone peu perméable,
- 139.45 ha sont situés en zone perméable.

Le bassin versant est très peu urbanisé (peu d'imperméabilisation des sols).

Pour tenir compte de l'hétérogénéité de la capacité d'infiltration des sols, il est utilisé la méthode de pondération préconisée dans le guide technique de l'assainissement routier – SETRA suivant :

$$C_{tot} = \sum (C_i * S_i) / S_{tot}$$

Avec :

- C_{tot} : Coefficient de ruissellement du bassin versant total (%),
- S_{tot} : Surface du bassin versant total (ha),
- C_i : Coefficient de ruissellement d'une partie du bassin versant total, l'ensemble des parties constituant le bassin versant total (%),

- Si : Surface correspondante de la partie (ha).

En prenant en compte la localisation des différentes zones, il est proposé de considérer les hypothèses sécuritaires suivantes pour l'estimation du coefficient de ruissellement pour chaque type de sol pour une crue forte :

- Zone peu perméable : C = 80 %,
- Zone perméable : C = 60 %.

Ainsi, il est obtenu 70% comme coefficient de ruissellement pondéré pour le bassin versant total pour la crue de période de retour 100 ans.

Le temps de concentration T_c du bassin versant est le temps que met une goutte d'eau à parcourir la longueur du bassin versant. Il a été calculé en appliquant des formules empiriques classiques prenant en compte les caractéristiques du bassin versant (formule de Kirpich, Ventura, Passini, Giandotti, Johnstone et Cross, SCS, Bransby William, Richards, Lefort). De l'analyse des calculs trouvés, il a été retenu un temps de concentration :

$$T_c = 65 \text{ min}$$

L'intensité de pluie peut être calculée à partir de la formule classique de Montana reliant l'intensité d'un événement pluvieux à sa durée et à sa fréquence selon :

$$I(t) = a(T) * t^{-b(T)}$$

Avec :

- $I(t)$: Intensité de la pluie (mm/h),
- a et b : Coefficients de Montana calculés par ajustement statistique entre les durées et les intensités de pluie ayant une période de retour T donnée. Ces coefficients sont valables pour une période de retour et des intervalles de durée de pluie,
- t : durée de pluie (min).

Les coefficients de Montana de la station météorologique de Montpellier Aéroport ont été recalés afin de tenir compte de la différence de pluie journalière entre les zones de Lodève et Montpellier pour une période de retour donnée.

Les pluies journalières sur la zone de Lodève sont issues de l'annexe 2 du Tome 2 du « Guide méthodologique pour la gestion des eaux pluviales dans les projets d'aménagement » réalisé par la DDTM de l'Hérault en 2014. Il a été retenu une pluie journalière centennale :

$$PJ_{100} = 220 \text{ mm}$$

Le recalage des coefficients de Montana abouti à multiplier par 0.93 environ le coefficient « a » initial pour la période de retour 100 ans. Le coefficient « b » est conservé (même courbure de la courbe Hauteur-Durée-Fréquence recalée).

L'application de la formule de Montana donne l'intensité de période de retour 100 ans pour une pluie d'une durée égale au temps de concentration T_c :

$$I_{100}(T_c) = 87 \text{ mm/h}$$

Au final, l'application de la méthode rationnelle aboutit à l'estimation suivante du débit de pointe de la crue centennale sur le bassin versant du Ruisseau de Creyssels :

$$Q_{100} = 45.1 \text{ m}^3/\text{s}$$

Le débit de pointe de la crue exceptionnelle $1.8 \cdot Q_{100}$ est ainsi de :

$$Q_{\text{exceptionnel}} = 81.2 \text{ m}^3/\text{s}$$

III.4. Répartition du débit dans les sous bassins versants

Compte tenu des conditions d'écoulement différentes entre l'amont et l'aval du bassin versant, le débit de la crue historique a été réparti dans les sous bassins versants en appliquant un ratio surfacique prenant en compte le coefficient de ruissellement puis en appliquant aux sous bassins versants aval un même débit spécifique.

Il est ainsi trouvé :

Nom	Débit d'injection de la crue centennale Q_{100} (m ³ /s)	Débit d'injection de la crue exceptionnelle $1.8 \cdot Q_{100}$ (m ³ /s)
SBV01	19.2	34.6
SBV02	15.8	28.4
SBV03	3.3	5.9
SBV04	1.1	2.0
SBV05	0.4	0.8
SBV06	2.1	3.8
SBV07	0.7	1.3
SBV08	1.5	2.6
SBV09	0.9	1.7

Tableau 3 : Répartition du débit dans les sous bassins versants

IV. Modélisation hydraulique

IV.1. Type de modèle

Un modèle filaire monodimensionnel (1D) avec écoulement à surface libre en régime permanent a été utilisé pour la modélisation des écoulements en crue.

Compte tenu un profil globalement en V des zones topographiques dans lesquelles s'écoulent les cours d'eau étudiés (pas d'écoulement divergent) et compte tenu l'absence a priori de grands casiers de stockage des débordements (les débordements s'écoulent sans zone d'eau morte de stockage), ce type de modèle hydraulique est approprié à rendre compte des conditions d'écoulement observées sur le terrain.

Le logiciel de modélisation utilisé pour simuler les écoulements en crue est HEC-RAS. Il est développé par l'US Army Corps of Engineers. Ce code de calcul permet la modélisation unidimensionnelle (1D) en régime permanent ou transitoire des écoulements graduellement variés. Il est basé sur la résolution des équations de Barré de Saint Venant. La topographie du terrain naturel est discrétisée sous forme de profils en travers et en tout nœud, le programme calcule les hauteurs d'eau et la vitesse moyenne d'écoulement.

Ce logiciel intègre les ouvrages particuliers tels que les digues, ouvrages de franchissement, déversoirs... Pour chacun d'eux, le modélisateur a le choix des paramètres et du type de formule de manière à optimiser la représentativité du modèle.

IV.2. Construction du modèle

Le modèle hydraulique a été construit sur toute la traversée du Camping du Lac du Salagou en intégrant :

- Les lits mineur et majeur du ruisseau de Creyssels et ses 3 affluents rive droite,
- Les obstacles significatifs aux écoulements (remblais, merlons, digues),
- Les ouvrages de protection (murs, enrochements...),
- Les ouvrages hydrauliques de franchissement ou traversant le cours d'eau (ponts, seuils...),
- Et tout autre singularité influant significativement les écoulements en crue.

Les données topographiques ont été exploitées pour construire les profils en travers des nœuds de calcul du modèle hydraulique.

Au total, 98 profils en travers ou nœuds de calcul ont été implantés sur le Ruisseau de Creyssels et les 3 affluents modélisés.



Figure 44 : Vues des profils en travers du modèle hydraulique

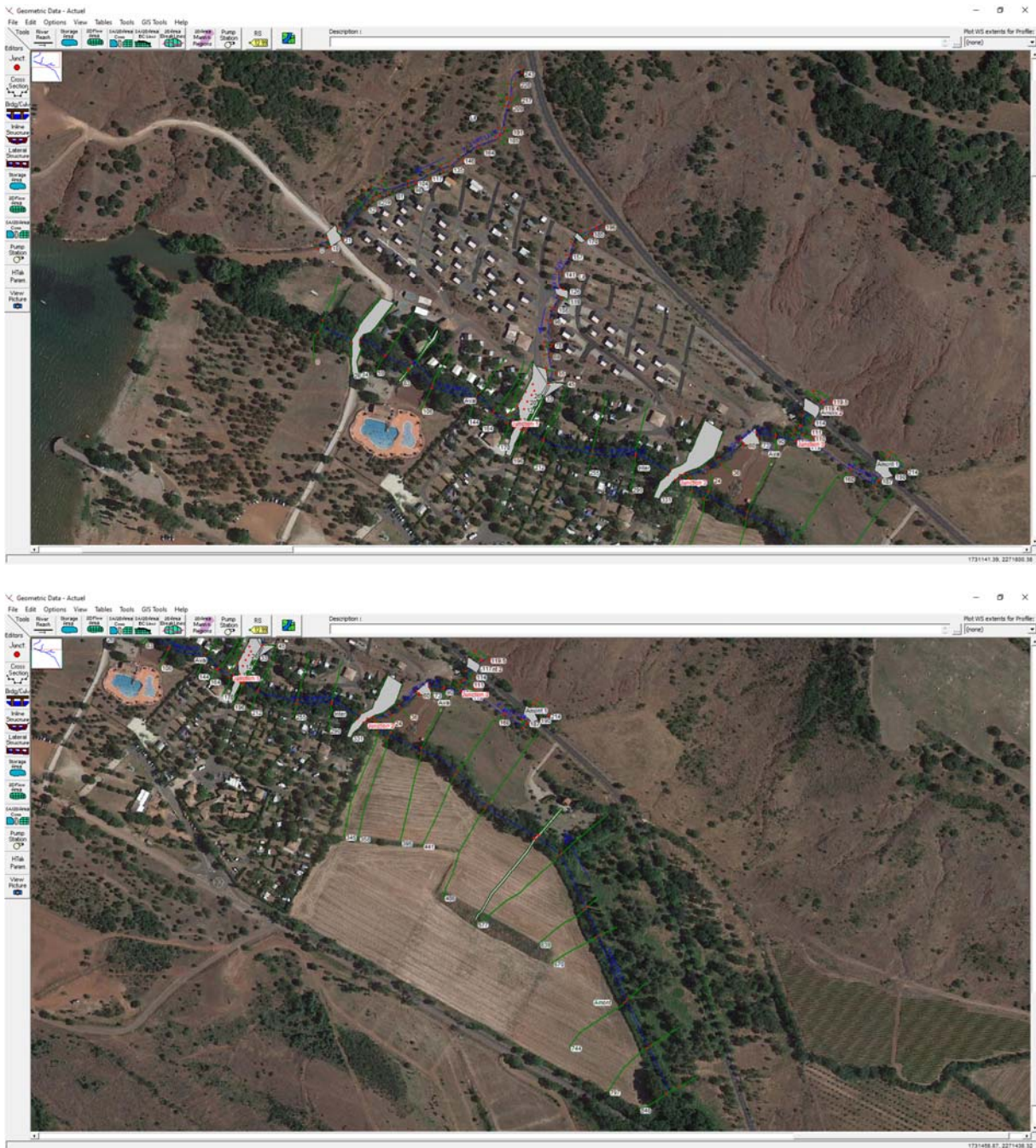


Figure 45 : Vues du modèle hydraulique du ruisseau de Creyssels et ses affluents sous HEC-RAS

L'ensemble des éléments relevés lors de l'expertise de terrain et susceptibles d'impacter significativement les écoulements ou les débordements ont été au modèle (talus, mur, parapets...).

Au final, le modèle hydraulique a été affiné de manière à être suffisamment représentatif des conditions d'écoulement dans la zone d'étude.

IV.3. Conditions aux limites

i. Conditions aux limites amont

Au préalable, il a été vérifié que les débits générés par les sous bassins versants collectés par les ouvrages hydrauliques OH17 et OH18 situés le long de la route D156E5 (route vers le barrage du lac du Salagou) peuvent, pour les crues simulées, passer dans ces ouvrages sans débordement divergent.

Les débits entrants utilisés pour la simulation des crues de référence sont les débits de pointe issus de l'analyse hydrologique.

Les simulations ont été réalisées en régime permanent (débit constant dans le temps). Ce choix se justifie pour les raisons suivantes :

- Etant donnée la forte pente globale forte du cours d'eau, il n'existe a priori pas dans la zone d'étude de zone d'expansion des crues ayant un volume suffisamment important pour pouvoir écrêter de manière significative les crues ;
- Ainsi, les débits d'une crue diminuent peu d'amont en aval de la zone d'étude (faible écrêtement naturel par le volume du lit mineur et du lit majeur proche).

ii. Condition en limite aval

Les conditions en limite aval seront les hauteurs d'eau normales (hypothèse d'un régime permanent uniforme). La limite aval du modèle hydraulique a été implantée suffisamment en aval pour ne pas influencer les résultats hydrauliques au droit de la zone d'étude.

IV.4. Calage du modèle

Les coefficients de Strickler (pertes de charges linéaires), les coefficients de pertes de charges singulières et la configuration des ouvrages ont été ajustés de manière à s'assurer de la représentativité du modèle en situation actuelle.

Il n'existe pas de repère de Plus Haute Eau (PHE) pour les crues fortes ou exceptionnelles. A défaut de pouvoir effectuer un calage des paramètres du modèle hydraulique sur une crue historique, le modèle hydraulique a été calé sur la base de notre expérience et de nos connaissances des conditions d'écoulement en région méditerranéenne.

Par rapport aux quelques repères PHE recueillis pour la crue du 23 Octobre 2019 (crue de période de retour très inférieure à la crue centennale), il a été vérifié que les cotes d'eau maximales calculées pour la crue centennale sont supérieures aux cotes des PHE levés.

IV.5. Résultats hydrauliques

Les résultats hydrauliques du modèle hydraulique ont été exploités pour les crues de référence en situation actuelle.

i. Crue centennale

D'amont en aval, les résultats hydrauliques pour la crue centennale sont les suivants :

Cours d'eau	Identifiant du profil en travers	Débit de pointe (m ³ /s)	Cote d'eau maximale (mNGF)	Vitesse moyenne (m/s) en rive gauche / lit mineur / rive droite		
Ruisseau de Creyssels	848	19.2	161.27	1.4	1.2	0.5
	797	19.2	159.72	1.4	1.6	0.8
	744	19.2	157.74	1.7	1.8	0.5
	670	19.2	156.08	1.2	1.1	0.3
	639	19.2	155.52	1.0	1.4	0.4
	577	35.0	154.11	1.1	2.1	0.5
	548	35.0	153.23	1.2	1.6	0.9
	547	OH				
	546	35.0	153.01	1.3	2.5	1.0
	486	35.0	151.75	1.4	2.5	0.9
	441	35.0	150.82	1.1	1.6	0.8
	395	35.0	149.97	1.5	2.8	1.6
	358	35.0	149.13	1.3	2.4	0.4
	345	35.0	148.76	1.4	2.7	
	331	39.4	148.83	0.4	1.6	0.6
	325	OH				
	322	39.4	148.13	0.8	3.2	0.8
	290	39.4	147.35	1.6	4.4	1.5
	255	39.4	146.57	1.2	3.0	1.1
	212	39.4	146.05	0.8	2.6	1.0
	196	39.4	145.91	0.8	2.0	0.9
	195	OH				
	194	39.4	145.84	0.9	2.3	0.9
	191	39.4	145.84	0.5	1.5	0.5
	185	OH				
	180	39.4	145.67	0.2	1.0	0.3
	170	42.7	145.56	0.5	1.9	0.8
	164	42.7	145.43	0.9	2.4	1.4
	144	42.7	144.92	1.4	3.0	0.8
	106	42.7	143.96	1.1	3.4	1.6
83	42.7	143.82	0.9	2.1	0.8	
82	OH					
81	42.7	143.59	1.4	2.9	0.8	
59	42.7	143.49	0.9	2.0	0.8	
34	42.7	143.15	1.0	2.8	0.6	
30	OH					

Etude hydraulique du ruisseau de Creyssels et ses affluents au Camping du Lac du Salagou

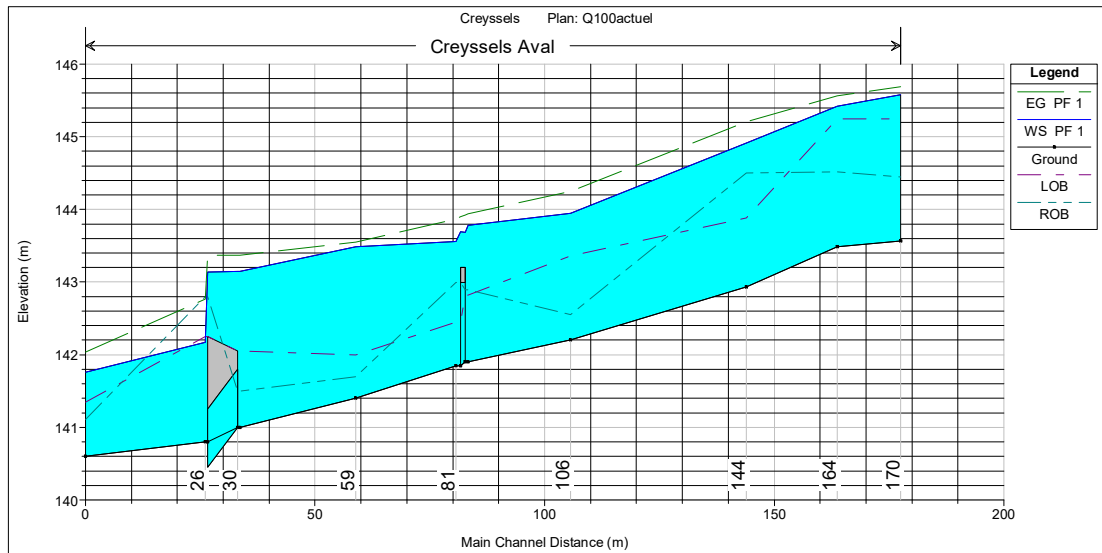
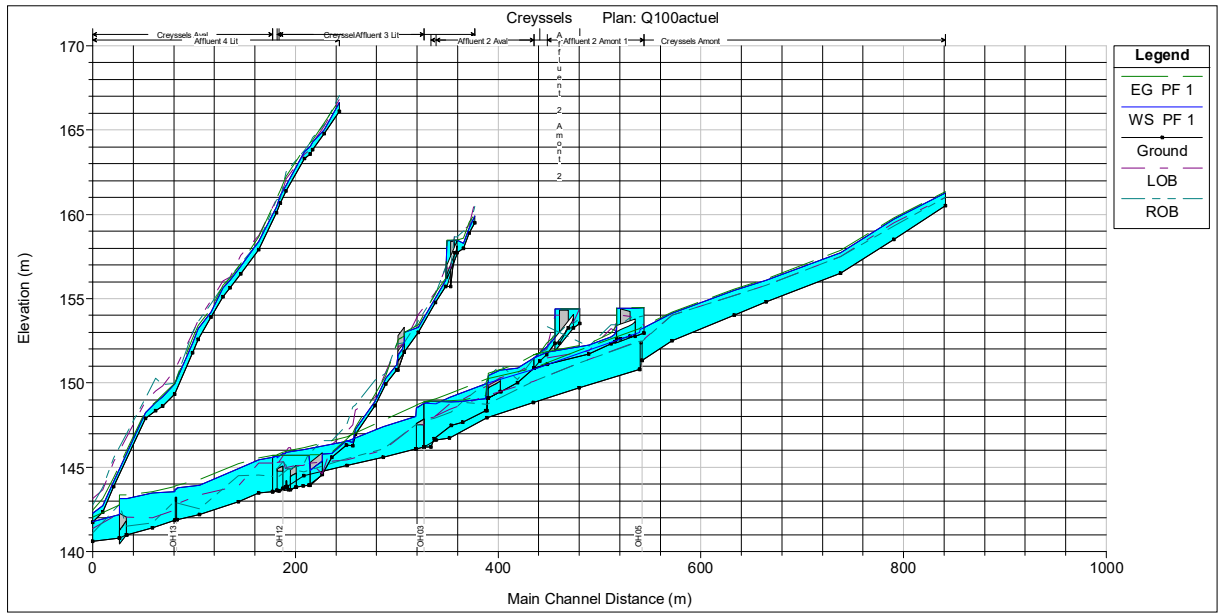
	26	42.7	142.18		3.4	
	0	42.7	141.81	0.7	2.5	1.0
Affluent 4	243	1.5	166.55		2.3	
	228	1.5	165.06		2.1	
	217	1.5	164.25		1.8	0.6
	214	1.5	164.02	0.8	2.0	0.1
	209	1.5	163.73	0.6	1.9	0.5
	191	1.5	161.71		3.2	
	185	1.5	161.12	0.8	2.6	0.8
	181	1.5	160.45		3.1	
	164	1.5	158.39		2.3	0.1
	146	1.5	156.91		1.7	
	135	1.5	156.09		1.4	
	129	1.5	155.62		1.7	
	117	1.5	154.19		2.1	
	104	1.5	153.23		1.9	
	98	1.5	152.34		2.5	
	81	1.5	149.92		1.0	
	69	1.5	149.16		1.5	
	62	1.5	148.84		0.7	
	52	1.5	148.25		1.3	
	21	2.4	144.85		0.4	
15	OH					
10	2.4	142.86		1.8		
0	2.4	142.22		2.3		
Affluent 3	196	0.7	159.86		2.0	
	191	0.7	159.24		2.2	0.5
	185	0.7	158.28		2.7	
	179	0.7	158.5		0.3	
	170	OH				
	167	0.7	156.11		1.6	
	157	0.7	155.05		2.4	
	141	0.7	153.31		1.7	
	126	0.7	153.08	0.1	0.2	0.1
	122	OH				
	119	0.7	151.09		4.9	
	108	0.7	150.31		1.7	
	98	0.7	148.9		3.2	
	78	0.7	147.28		1.5	
	75	0.7	146.46		3.4	
69	0.7	146.57		1.5		
55	0.7	145.83		1.2		

	45	1.2	145.77	0.1	0.1	
	38	OH				
	33	1.2	145.7	0.0	0.1	
	26	1.2	145.7		0.1	
	20	1.2	145.7		0.1	
	17	OH				
	12	1.2	145.7		0.1	0.0
	3	1.2	145.7		0.1	
Affluent 2	214	3.3	154.44		0.1	0.0
	206	3.3	154.44		0.2	0.1
	190	OH				
	187	3.3	153.22		2.0	
	186	3.3	152.88		2.8	
	182	3.3	152.73		2.1	
	160	3.3	152.25	0.8	1.5	0.2
	119	3.3	151.82		1.0	
	119.5	1.1	154.41		0.1	
	119.4	1.1	154.41	0.1	0.1	0.1
	117	OH				
	114	1.1	152.7		1.4	
	111	1.1	152.15	0.6	2.2	0.7
	110	1.1	151.78		0.6	
	106	4.4	151.47		1.9	
	90	4.4	150.89	0.6	2.4	1.0
	73	4.4	150.77	0.4	0.7	
	65	OH				
	60	4.4	150.01	0.3	1.7	
	59	OH				
58	4.4	149.09		1.9		
36	4.4	148.94		1.1		
24	4.4	148.91	0.1	0.9	0.4	
7	4.4	148.93	0.2	0.4	0.2	
4	4.4	148.93	0.1	0.3		

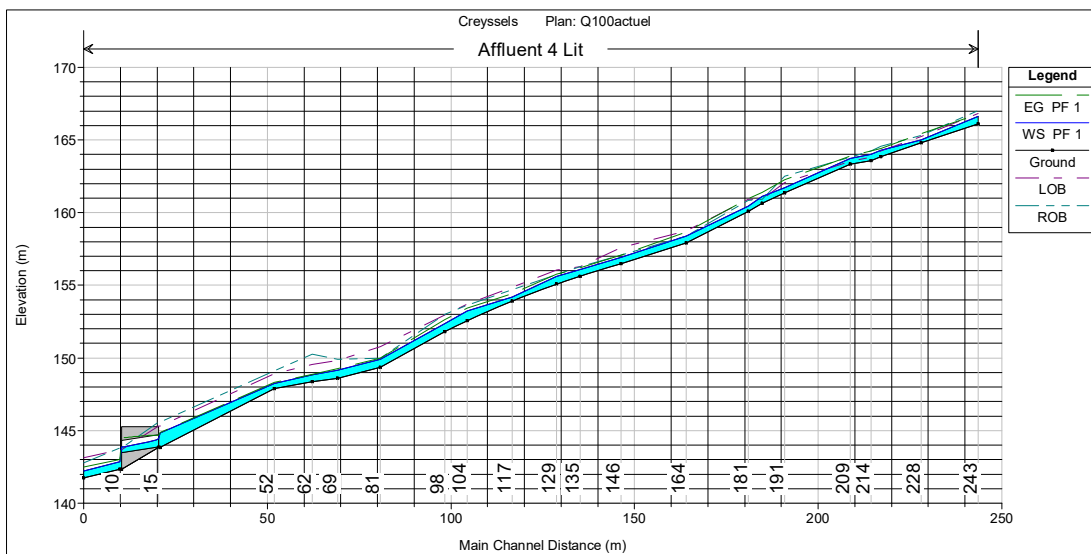
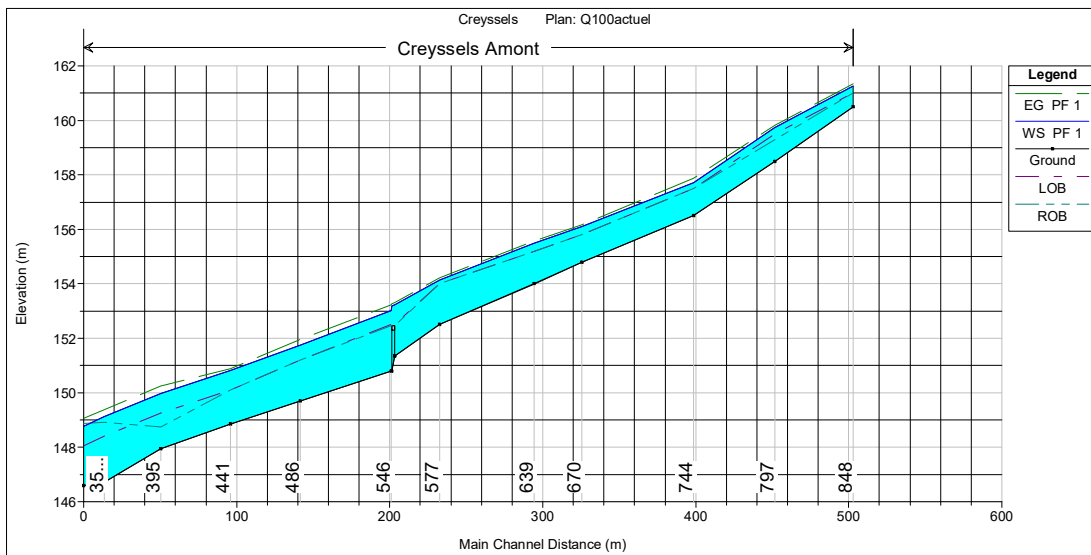
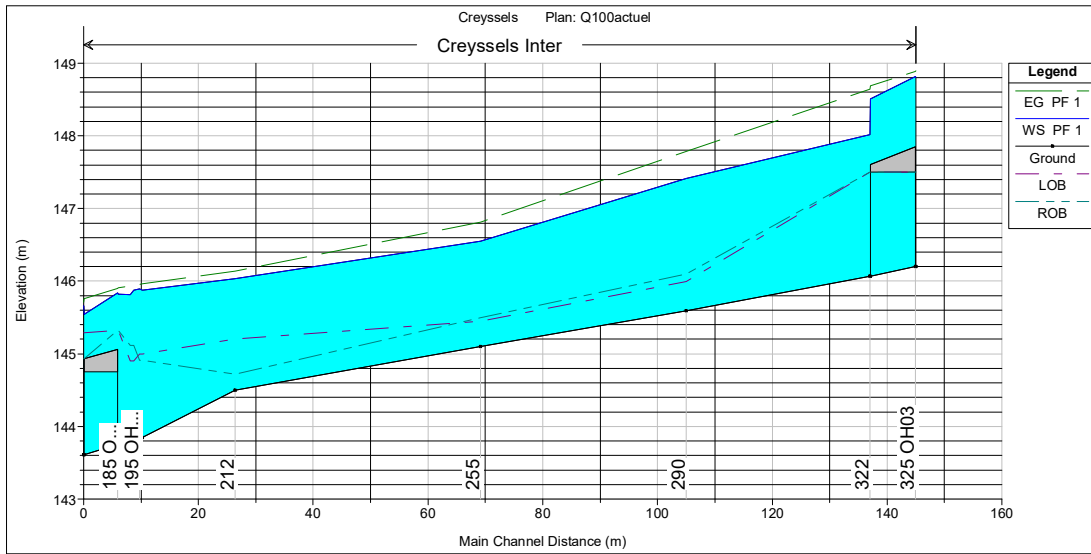
Tableau 4 : Résultats hydrauliques de la crue centennale en situation actuelle

Et en terme de profils en long des lignes d'eau maximales :

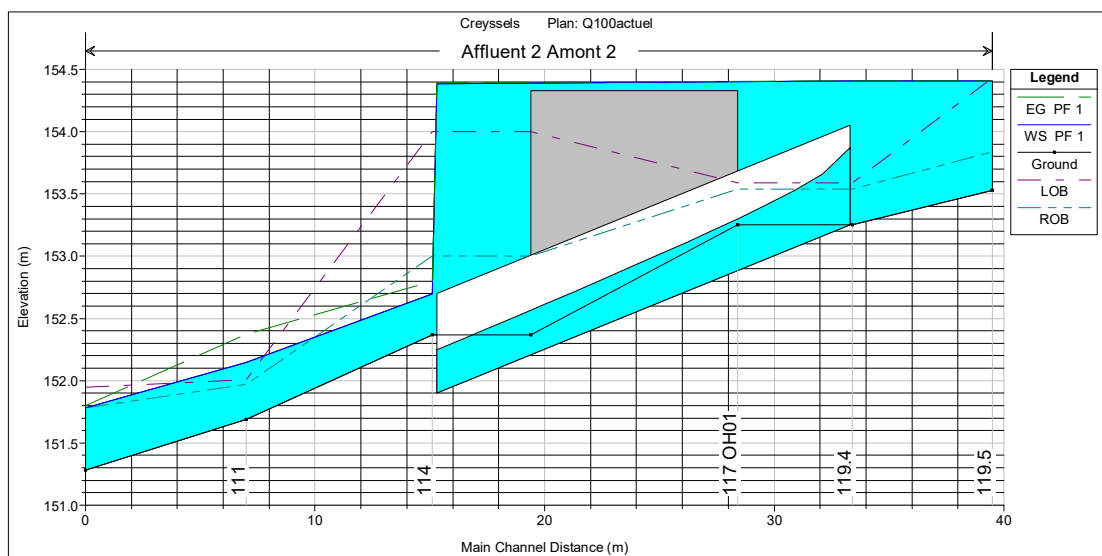
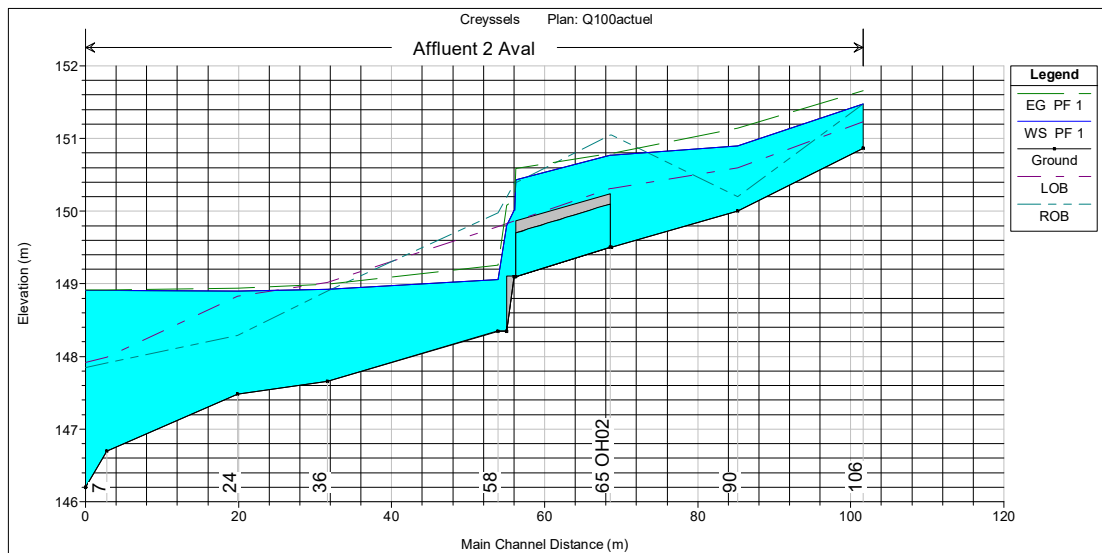
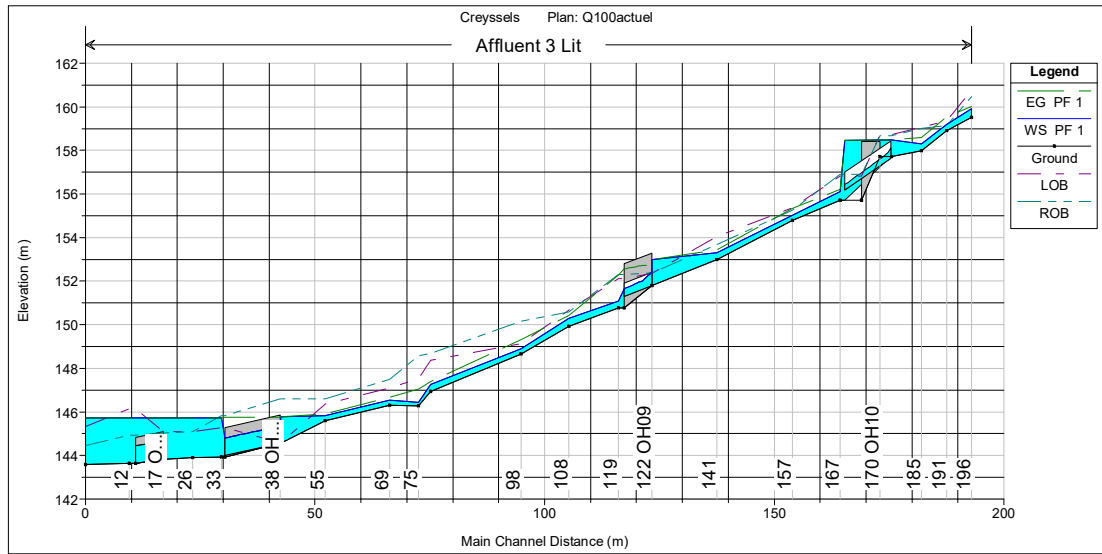
Etude hydraulique du ruisseau de Creyssels et ses affluents au Camping du Lac du Salagou



Etude hydraulique du ruisseau de Creyssels et ses affluents au Camping du Lac du Salagou



Etude hydraulique du ruisseau de Creyssels et ses affluents au Camping du Lac du Salagou



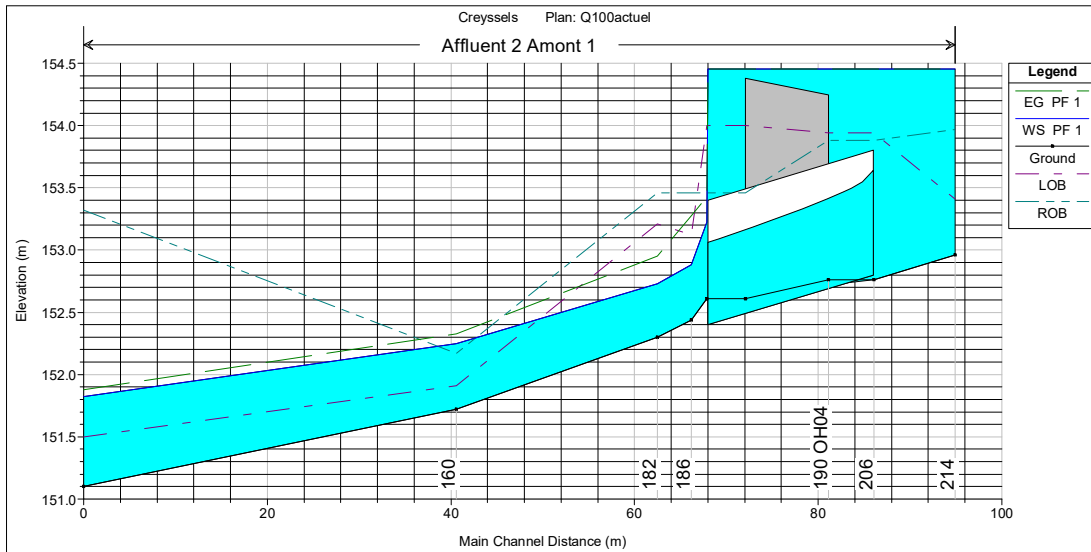


Figure 46 : Profils en long des lignes d'eau maximale de la crue centennale du Ruisseau de Creyssels et ses affluents

Commentaires :

- Les vitesses d'écoulement en lit mineur du Ruisseau de Creyssels sont globalement fortes au droit du camping (supérieure à 2 m/s en moyenne). D'amont en aval, le débit de pointe de la crue augmente. Il en est de même pour les vitesses d'écoulement ;
- Les ouvrages hydrauliques du Ruisseau de Creyssels et de l'Affluent 2 (en amont du camping) sont submergés par les écoulements de la crue centennale ;
- Les ouvrages hydrauliques de l'Affluent 3 et de l'Affluent 4 ne sont pas submergés ;
- Au niveau des profils en travers n°129 et 146 de l'Affluent 4, la ligne d'eau maximale est supérieure au terrain naturel proche du camping. Il n'y a pas de débordement grâce à un merlon en matériau tout venant situé le long de la limite du camping. Le merlon est faiblement sollicité :
 - La hauteur d'eau côté cours d'eau dépasse de +0.2 m environ le terrain naturel côté camping. La largeur en crête du merlon est supérieur à 1 m ;
 - Il reste respectivement une revanche de sécurité de 0.4 et 0.9 m environ avant surverse par-dessus le merlon. Cela semble suffisant sous réserve de bon entretien, surveillance et suivi de ce merlon ;
- En aval de la route D156E4, le Ruisseau de Creyssels débordent en rives gauche et droite. En rive gauche, les débordements s'écoulement vers l'aval sans diverger vers le camping ;
- Au niveau et en aval immédiat de la confluence avec l'affluent 1, les débordements en rive gauche s'étendent jusqu'au remblai situé au milieu du champ. La largeur du champ d'inondation est maximale et dépasse 100 m. A noter que le remblai empêche des écoulements divergents partant vers la limite Sud du camping proche de la route D156E4 ;

Plus en aval, la largeur du champ d'inondation diminue pour être voisine de 30 m environ en amont du camping. Le lit mineur est en limite de débordement en rive droite au niveau du remblai récent situé en rive droite du ruisseau en amont de la confluence entre le Ruisseau de Creyssels et l'affluent 2 ;

- En amont de la confluence entre le Ruisseau de Creyssels et l'affluent 2, les débordements du Ruisseau de Creyssels se font majoritairement en rive gauche ;
- A la traversée du camping, les débordements du Ruisseau de Creyssels se font principalement en rive droite ;
- En limite aval du camping, l'ouvrage hydraulique OH16 est fortement submergé.

ii. Crue exceptionnelle

D'amont en aval, les résultats hydrauliques pour la crue centennale sont les suivants :

Cours d'eau	Identifiant du profil en travers	Débit de pointe (m3/s)	Cote d'eau maximale (mNGF)	Vitesse moyenne (m/s) en rive gauche / lit mineur / rive droite		
Ruisseau de Creyssels	848	19.2	161.27	1.4	1.2	0.5
	797	19.2	159.72	1.4	1.6	0.8
	744	19.2	157.74	1.7	1.8	0.5
	670	19.2	156.08	1.2	1.1	0.3
	639	19.2	155.52	1.0	1.4	0.4
	577	35.0	154.11	1.1	2.1	0.5
	548	35.0	153.23	1.2	1.6	0.9
	547	OH				
	546	35.0	153.01	1.3	2.5	1.0
	486	35.0	151.75	1.4	2.5	0.9
	441	35.0	150.82	1.1	1.6	0.8
	395	35.0	149.97	1.5	2.8	1.6
	358	35.0	149.13	1.3	2.4	0.4
	345	35.0	148.76	1.4	2.7	
	331	39.4	148.83	0.4	1.6	0.6
	325	OH				
	322	39.4	148.13	0.8	3.2	0.8
	290	39.4	147.35	1.6	4.4	1.5
	255	39.4	146.57	1.2	3.0	1.1
	212	39.4	146.05	0.8	2.6	1.0
	196	39.4	145.91	0.8	2.0	0.9
	195	OH				
	194	39.4	145.84	0.9	2.3	0.9
	191	39.4	145.84	0.5	1.5	0.5
	185	OH				
	180	39.4	145.67	0.2	1.0	0.3
	170	42.7	145.56	0.5	1.9	0.8
	164	42.7	145.43	0.9	2.4	1.4
144	42.7	144.92	1.4	3.0	0.8	
106	42.7	143.96	1.1	3.4	1.6	

Etude hydraulique du ruisseau de Creyssels et ses affluents au Camping du Lac du Salagou

	83	42.7	143.82	0.9	2.1	0.8
	82	OH				
	81	42.7	143.59	1.4	2.9	0.8
	59	42.7	143.49	0.9	2.0	0.8
	34	42.7	143.15	1.0	2.8	0.6
	30	OH				
	26	42.7	142.18		3.4	
	0	42.7	141.81	0.7	2.5	1.0
Affluent 4	243	1.5	166.55		2.3	
	228	1.5	165.06		2.1	
	217	1.5	164.25		1.8	0.6
	214	1.5	164.02	0.8	2.0	0.1
	209	1.5	163.73	0.6	1.9	0.5
	191	1.5	161.71		3.2	
	185	1.5	161.12	0.8	2.6	0.8
	181	1.5	160.45		3.1	
	164	1.5	158.39		2.3	0.1
	146	1.5	156.91		1.7	
	135	1.5	156.09		1.4	
	129	1.5	155.62		1.7	
	117	1.5	154.19		2.1	
	104	1.5	153.23		1.9	
	98	1.5	152.34		2.5	
	81	1.5	149.92		1.0	
	69	1.5	149.16		1.5	
	62	1.5	148.84		0.7	
	52	1.5	148.25		1.3	
	21	2.4	144.85		0.4	
15	OH					
10	2.4	142.86		1.8		
0	2.4	142.22		2.3		
Affluent 3	196	0.7	159.86		2.0	
	191	0.7	159.24		2.2	0.5
	185	0.7	158.28		2.7	
	179	0.7	158.5		0.3	
	170	OH				
	167	0.7	156.11		1.6	
	157	0.7	155.05		2.4	
	141	0.7	153.31		1.7	
	126	0.7	153.08	0.1	0.2	0.1
	122	OH				
119	0.7	151.09		4.9		

	108	0.7	150.31		1.7	
	98	0.7	148.9		3.2	
	78	0.7	147.28		1.5	
	75	0.7	146.46		3.4	
	69	0.7	146.57		1.5	
	55	0.7	145.83		1.2	
	45	1.2	145.77	0.1	0.1	
	38	OH				
	33	1.2	145.7	0.0	0.1	
	26	1.2	145.7		0.1	
	20	1.2	145.7		0.1	
	17	OH				
	12	1.2	145.7		0.1	0.0
	3	1.2	145.7		0.1	
Affluent 2	214	3.3	154.44		0.1	0.0
	206	3.3	154.44		0.2	0.1
	190	OH				
	187	3.3	153.22		2.0	
	186	3.3	152.88		2.8	
	182	3.3	152.73		2.1	
	160	3.3	152.25	0.8	1.5	0.2
	119	3.3	151.82		1.0	
	119.5	1.1	154.41		0.1	
	119.4	1.1	154.41	0.1	0.1	0.1
	117	OH				
	114	1.1	152.7		1.4	
	111	1.1	152.15	0.6	2.2	0.7
	110	1.1	151.78		0.6	
	106	4.4	151.47		1.9	
	90	4.4	150.89	0.6	2.4	1.0
	73	4.4	150.77	0.4	0.7	
	65	OH				
	60	4.4	150.01	0.3	1.7	
	59	OH				
58	4.4	149.09		1.9		
36	4.4	148.94		1.1		
24	4.4	148.91	0.1	0.9	0.4	
7	4.4	148.93	0.2	0.4	0.2	
4	4.4	148.93	0.1	0.3		

Tableau 5 : Résultats hydrauliques de la crue exceptionnelle en situation actuelle

Commentaires :

- En moyenne et pour le Ruisseau de Creyssels, les cotes maximales d'eau de la crue exceptionnelle sont supérieures à celles de la crue centennale avec une surhauteur moyenne de +0.28 m ;
- Pour l'affluent 4, la surhauteur moyenne d'eau est de +0.14 m. Pour l'affluent 3, elle est de 0.22 m. Pour l'affluent 2, elle est de +0.21 ;
- Le remblai situé en amont du camping dans le champ est plus fortement sollicité.

IV.6. Cartographie des zones inondées en situation actuelle

Une cartographie des résultats hydrauliques de la crue centennale a été réalisée pour les grandeurs et les classifications suivantes :

- Hauteurs d'eau maximales selon les classes suivantes : 0-0.5 / 0.5-1 / 1-2 / > 2 m ;
- Vitesses maximales selon les classes suivantes : 0-0.5 / 0.5-1 / 1-2 / > 2 m/s.

Pour la crue exceptionnelle, il sera délimité l'emprise de la zone inondable.

Figure en Annexes 1 et 2 les cartes correspondantes.

Commentaires sur la carte des hauteurs d'eau :

- Globalement, les débordements du Ruisseau de Creyssels et son affluent 2 inondent les bâtis et emplacements situés proche du lit mineur du ruisseau ainsi que la plateforme de stockage situé en limite amont du camping ;
- D'amont en aval, les bâtis et emplacements inondés en crue centennale sont les suivants :
 - 2 emplacements mobil-home de résident (changement en cours) ;
 - 27 emplacements ;
 - 6 Natur'house 2 CH 5 personnes ;
 - 8 Safari'Lodge 2 CH 5 personnes ;
 - Buanderie privée ;
 - Partie Nord du sanitaire des Chênes ;
 - Atelier technique privé ;
 - Sanitaire des Cyprès ;
 - Groupe base de plein air ;

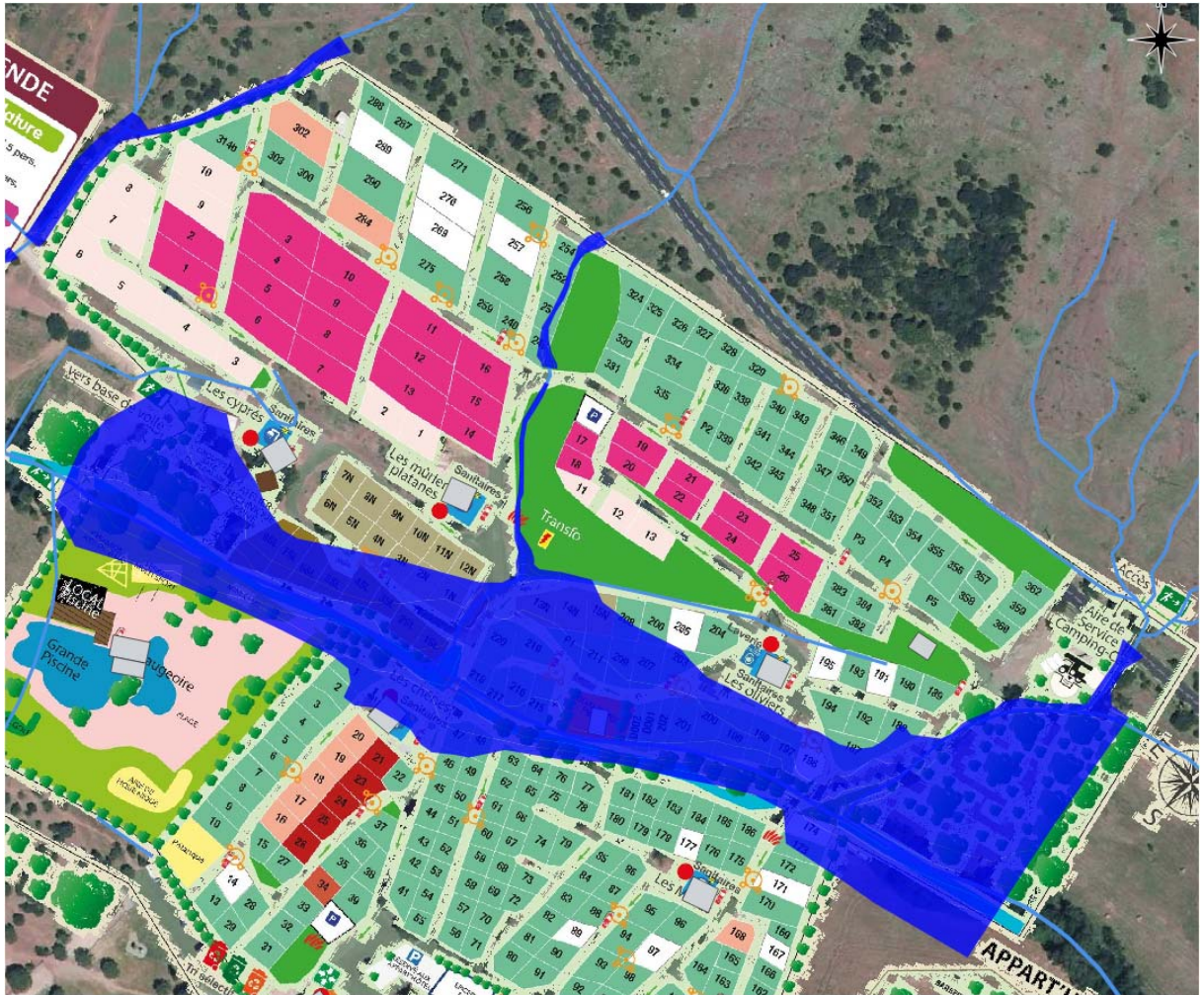


Figure 47 : Superposition de la zone inondable centennale avec le plan du Camping du Lac du Salagou

- Dans la traversée du camping, la largeur du champ d'inondation reste inférieure à 75 m. il est le plus large en amont du pont en bois situé en amont de la confluence avec l'affluent 3 ;
- En amont, au droit et en aval de cet zone, les hauteurs d'eau maximales peuvent dépasser 0.5 m en lit majeur. Elles restent globalement inférieures à 1 m ;
- Dans un couloir le long du lit mineur de 15 m de largeur environ, les hauteurs d'eau peuvent dépasser 1 m ;
- Seule la partie du lit mineur situé en amont du pont amont peut avoir des hauteurs d'eau dépassant 2 m ;

Commentaires sur la carte des vitesses d'écoulement :

- Les vitesses d'écoulement en lit majeur restent globalement inférieures à 2 m/s. Elles sont majoritairement supérieures à 0.5 m/s ce qui traduit un fonctionnement hydraulique de transit assez rapide des écoulements sans zone de stockage importante (pas de zone d'eau morte) ;
- Les vitesses d'écoulement en lit mineur dépassent 2 m/s ;

- Sur les affluents, les vitesses d'écoulement dépassent le plus souvent 1 m/s, ce qui traduit des écoulements rapides (pente d'écoulement forte) ;

Commentaires sur la carte de la zone inondable de la crue exceptionnelle :

- L'augmentation de superficie de la zone inondable de la crue exceptionnelle par rapport à celle de la crue centennale se traduit par une surlargeur de +10 m au maximum sur chaque rive dans les secteurs de pente transversale faible du terrain naturel ;
- Le nombre de bâtis ou d'emplacements inondés supplémentaires reste modéré :
 - +10 emplacements dont certains seulement inondés sur une petite partie ;
 - +1 mobil home confort plus 2 CH 4-5 personnes.

IV.7. Définition et cartographie de l'aléa inondation

Les plans de prévention des risques naturels (PPRN) prévisibles sont encadrés par les articles L.562-1 à L.562-9 du Code de l'Environnement.

Le décret n°2019-715 du 5 juillet 2019 relatif aux plans de prévention des risques concernant les « aléas débordement de cours d'eau et submersion marine », les articles R. 562-11-1 à R. 562-11-9 du Code de l'Environnement et l'arrêté du 5 juillet 2019 relatif à la détermination, qualification et représentation cartographique de l'aléa de référence et de l'aléa à échéance 100 ans s'agissant de la submersion marine, dans le cadre de l'élaboration ou de la révision des plans de prévention des risques concernant les « aléas débordement de cours d'eau et submersion marine » précisent la définition de l'aléa inondation.

« L'aléa de référence est déterminé à partir de l'évènement le plus important connu et documenté ou d'un évènement théorique de fréquence centennale, si ce dernier est plus important. »

Pour le cas du Ruisseau de Creyssels, l'aléa de référence est la crue centennale.

« L'aléa de référence est qualifié et représenté de manière cartographique, selon au maximum 4 niveaux : " faible ", " modéré ", " fort " et " très fort ", en fonction de la hauteur d'eau ainsi que de la dynamique liée à la combinaison de la vitesse d'écoulement de l'eau et de la vitesse de montée des eaux. »

En concertation avec la DDTM de l'Hérault, il a été recueilli la grille d'aléa inondation à appliquer aux résultats hydrauliques pour définir et cartographier l'aléa inondation au droit de la zone étudiée.

Caractéristiques	Qualification de l'aléa pour le débordement de cours d'eau
$H \geq 0,5 \text{ m}$ ou $V \geq 0,5 \text{ m/s}$	Fort
$H < 0,5 \text{ m}$ et $V < 0,5 \text{ m/s}$	Modéré
Hors zone inondable pour une crue de référence mais susceptible d'être mobilisé pour une crue supérieure	Résiduel

Avec H : la hauteur d'eau et V : la vitesse d'écoulement

Figure 48 : Grille règlementaire d'aléa inondation par débordement de cours d'eau

Ainsi :

- Est classée en zone d'aléa « fort », une zone inondable par la crue de référence, et dont la hauteur d'eau est supérieure à 0.5 m OU la vitesse est supérieure à 0.5 m/s ;
- Est classée en aléa « modéré », une zone inondable par la crue de référence, et dont la hauteur d'eau est strictement inférieure à 0.5 m ET dont la vitesse d'écoulement est strictement inférieure à 0.5 m/s ;
- Est classée en zone d'aléa « résiduel », une zone non inondable par la crue de référence, mais qui est susceptible d'être mobilisée par une crue supérieure.

L'aléa inondation et l'aléa résiduel sont importants pour définir la gestion du risque inondation à prévoir et mettre en œuvre en période de crue au droit de la zone d'étude pour la prévention, la protection et la sauvegarde des personnes et des biens contre le risque inondation.

Commentaire : Etant donné les vitesses d'écoulement assez rapides causées par la pente d'écoulement assez forte du lit mineur et majeur du Ruisseau de Creyssels, la majeure partie de la zone inondable centennale est classé en zone d'aléa inondation fort.

IV.8. Modification du périmètre d'application de la période d'ouverture maximale du camping

La carte d'aléa inondation ainsi obtenue peut être exploitée pour redéfinir le périmètre d'application et le contenu du projet d'arrêté préfectoral fixant une période d'ouverture maximale au Camping du Lac du Salagou.

Compte tenu la zone inondable de la crue centennale, les accès aux emplacements et la gestion de crise en période de crue, il est ainsi proposé que le périmètre d'application de la période d'ouverture maximale du Camping du Lac du Salagou devienne le suivant :

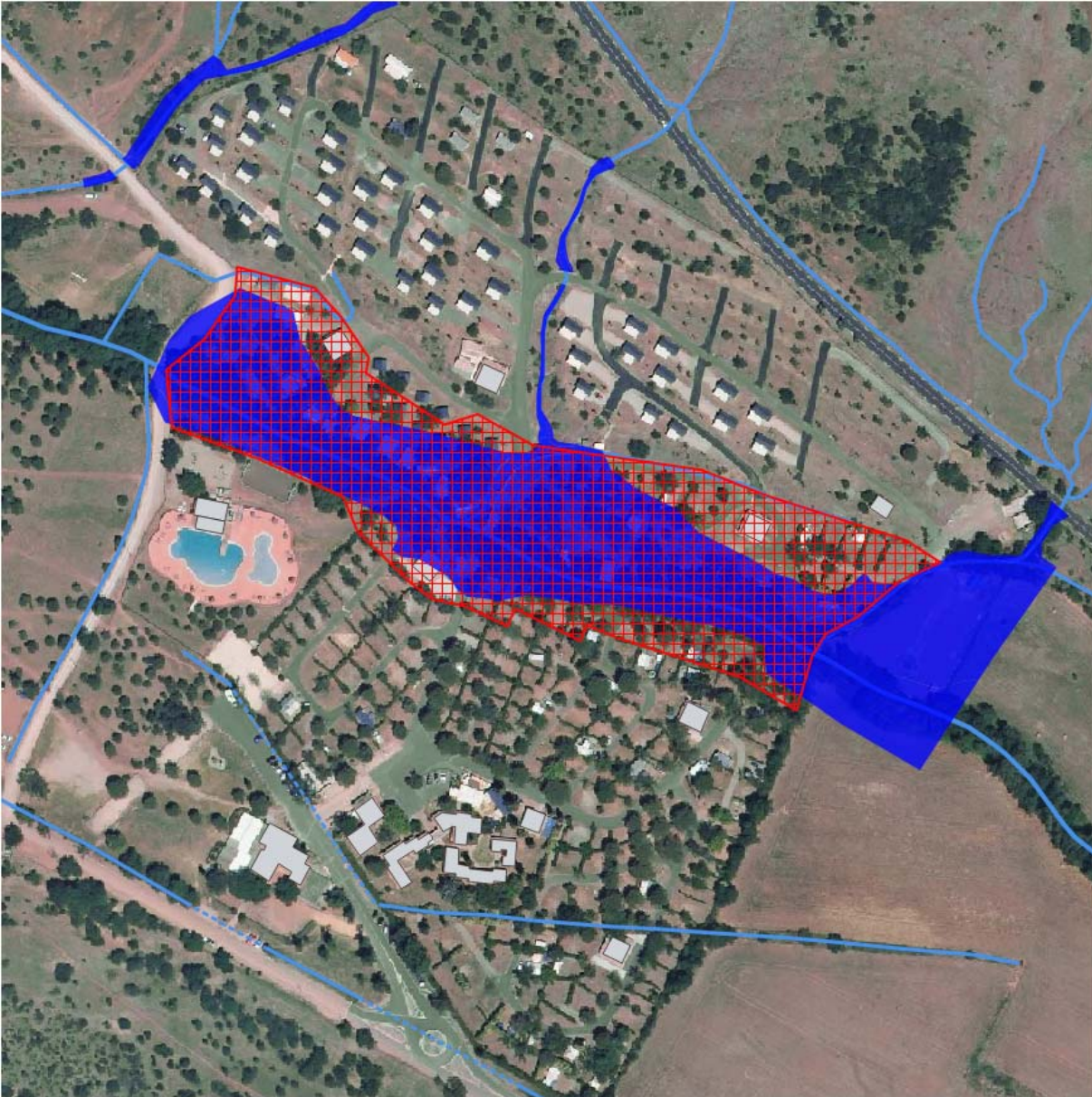


Figure 49 : Périmètre d'application de la période d'ouverture maximale du camping (en rouge) et zone inondable centennale du ruisseau de Creyssels et ses affluents (en bleu)

Sur le restant du camping, il semble possible de ne pas mettre en place de contrainte d'exploitation au titre de l'aléa inondation par débordement de cours d'eau.

D'amont en aval du ruisseau et le long des voiries en zone inondable, il est à prévoir une signalisation pour informer du risque d'inondation en période de crue.



Figure 50 : Exemple de signalisation informant du risque inondation

En matière de gestion de crise, il est préconisé de créer des zones refuge en zone non inondable et de baliser les accès à ces zones. Il semble a priori pertinent de créer a minima 3 zones refuge :

- pour la partie Nord-Ouest du camping situé entre l'affluent 4, le ruisseau, l'affluent 3 et la route D156E5,
- pour la partie Nord-Est du camping situé entre l'affluent 3, le ruisseau, l'affluent 2 et la route D156E5,
- et pour la partie Sud du camping situé au Sud du ruisseau.

Afin de permettre un accès par les secours, il est sans doute à prévoir l'implantation de porte ou portail dans la clôture d'enceinte du camping pour accès à chaque zone refuge depuis une plus proche route et en cas de coupure des accès franchissant le ruisseau.

Etant donné la présence de fossés pluviaux, notamment dans et autour de la partie Sud du camping, un risque mineur de débordement par ruissellement pluvial est possible. Il est donc proposé de préférer, en période hors haute saison, la location des emplacements éloignés de ces axes hydrauliques ou des points bas topographiques.

IV.9. Propositions pour améliorer le fonctionnement hydraulique et la prévention contre le risque inondation

Comme analysé précédemment, les ouvrages hydrauliques ou ponts du Ruisseau de Creyssels sont submergés par les écoulements d'une crue centennale.

L'ouvrage hydraulique du Ruisseau de Creyssels le plus limitant est l'ouvrage à double buses situé en limite aval du camping. Dans cette zone, le remblai situé en rive droite et en aval immédiat de l'ouvrage fait obstacle aux écoulements débordants et crée une surélévation de la ligne d'eau qui se rajoute à l'effet barrage joué par l'ouvrage hydraulique.

Améliorer le fonctionnement hydraulique dans cette zone aval nécessiterait de reprendre l'ouvrage hydraulique et d'effacer le remblai pour retrouver une section d'écoulement plus grande.

Compte tenu que :

- cet ouvrage hydraulique dessert principalement la base de plein air du Salagou,
- les crues du Ruisseau de Creyssels et ses affluents sont marquées par une montée et une décrue relativement rapide après la pointe de crue (quelques heures pendant lesquelles des coupures d'accès sont possibles),
- le transit sans débordement de la crue décennale nécessiterait a priori un pont cadre de 6 m de largeur minimale pour 1 m de hauteur minimale,
- le coût de réalisation d'un tel ouvrage est important,

il semble a priori peu probable d'envisager à court terme le remplacement de cet ouvrage hydraulique de capacité hydraulique insuffisante par un ouvrage hydraulique non submersible pour la crue centennale. Un ouvrage de franchissement moins fréquemment submersible est sans doute plus facilement réalisable.

S'il aurait nécessaire de garantir un accès, en période de crue débordante, à la base de plein air du Salagou, cela pourrait justifier la reprise de cet ouvrage et de ses rampes d'accès. (par exemple, seul itinéraire possible pour l'évacuation d'une personne depuis la base)

Concernant les clôtures d'enceinte amont et aval du camping situées en zone inondable centennale, il est recommandé de mettre en place, notamment dans le cadre du remplacement de la clôture aval renversé lors de la crue d'Octobre 2019, des clôtures à forte transparence hydraulique et minimisant le risque de formations d'embâcle sur toute la largeur du champ d'inondation. Il est proposé de ne pas créer d'obstacle aux écoulements par l'implantation de murets, merlons en fondation de clôture... il est préconisé d'utiliser un grillage à large maille (minimum 150 * 150 m) empêchant l'intrusion par une personne dans le camping et limitant le piégeage des flottants et des matériaux charriés dans les mailles du grillage.



Figure 51 : Exemple de clôture avec grillage à maille large

De même dans la zone inondable centennale située dans le camping, il est proposé de ne pas créer de nouveau obstacle aux écoulements et de chercher à réduire l'effet obstacle des aménagements existants :

- Ajout d'ouvertures dans les murets ;
- Remplacement de clôtures à petites mailles par des clôtures à grandes mailles ;
- Amélioration de la transparence hydraulique de haies perpendiculaires à la direction des écoulements débordants...

Eviter les débordements du ruisseau nécessiteraient de reprendre la section d'écoulement du lit mineur du Ruisseau de Creyssels pour l'augmenter de manière significative (largeur en pied du lit mineur de l'ordre de 10 m). Ce type d'aménagement hydraulique aurait des impacts négatifs importants :

- économique (suppression d'emplacement, diminution de l'activité),
- paysager (suppression du caractère naturel et paisible du lit mineur),
- environnemental (suppression d'arbres et de la ripisylve existante),
- ...

Il est aussi à prendre en compte que :

- Cet aménagement hydraulique n'est pas utile pour toute la partie du camping qui est situé hors zone inondable ;
- Et que la période de plus forte probabilité de crue (automne-hiver) correspond à une période de moindre fréquentation du camping.

Autant d'arguments qui rendent défavorable une analyse coût bénéfices de ce type d'aménagement visant à une protection totale contre l'inondation.

Au final, étant donné le contexte local, la stratégie la plus pertinente semble être de chercher à faire avec l'aléa inondation et à améliorer la résilience des enjeux existants pour un retour rapide à la normal après une crue débordante plutôt que de se protéger entièrement contre l'inondation.

En particulier, l'adaptation des ouvertures et des réseaux entrants du bâti existant repose sur la mise en œuvre de dispositifs différents choisis en fonction de la nature de l'ouverture ou de l'évent ou du réseau : batardeau temporaire ou permanent, prolongement d'un tuyau ou d'une ventilation, pose d'un clapet anti-retour, déplacement d'un élément plus en hauteur, colmatage des gaines, rehausse de prises électriques, séparation du coffret électrique de l'installation en 2 coffrets avec 1 coffret réservé à la partie inondable...

Par ailleurs, il est rappelé la nécessité de réaliser un entretien, une surveillance et un suivi régulier des axes hydrauliques en amont, au droit et en aval du Camping du Lac du Salagou. En particulier, en amont du camping, un bon entretien du lit mineur et de sa ripisylve sur le

tronçon du Ruisseau de Creyssels situé entre la route D146E4 et le camping est nécessaire pour éviter un débordement divergent à travers le champs situé en rive gauche du ruisseau.

V. Conclusion

La zone inondable de la crue centennale du Ruisseau de Creyssels et ses affluents a la forme d'un couloir traversant le Camping du Lac du Salagou d'Est en Ouest.

Etant donné une inondation seulement partielle du camping, il semble possible de limiter le périmètre d'application de la période d'ouverture maximale du camping à la zone inondable centennale en prenant également en compte les accès et la gestion de crise en période de crue.

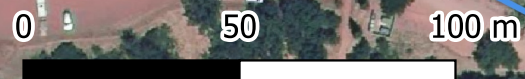
Cela permettrait de conserver une partie du camping ouverte toute l'année.

Il est proposé des aménagements ou mesures à mettre en œuvre pour améliorer le fonctionnement hydraulique du Ruisseau de Creyssels et ses affluents, la prévention des crues et la gestion de crise en période de crue.

Compte tenue le contexte local, il semble a priori plus pertinent, plus économique, moins impactant négativement pour les activités et l'environnement de s'adapter à l'aléa inondation (résilience des enjeux existants) plutôt que de chercher des solutions de protection totale contre le risque inondation par débordement de cours d'eau.

Annexe 1 : Résultats cartographiques de la crue centennale

Hauteurs d'eau maximales Crue centennale - Situation actuelle



Légende

Hauteurs d'eau

- 0.0-0.5
- 0.5-1.0
- 1.0-2.0
- 2.0-10.0
- Bâti

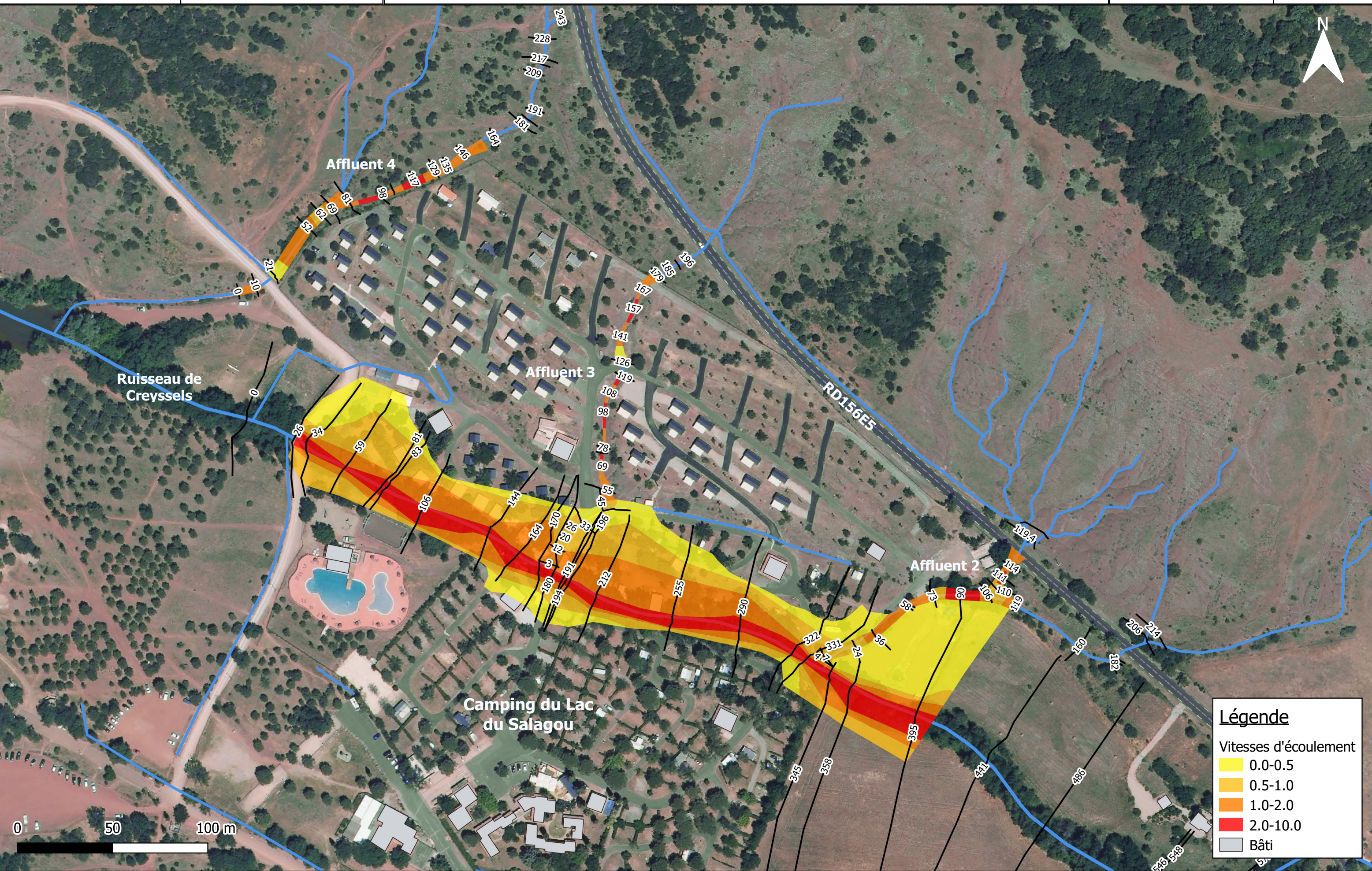
Vitesses d'écoulement maximales Crue centennale - Situation actuelle



Légende

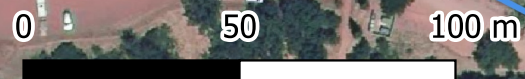
Vitesses d'écoulement

- 0.0-0.5
- 0.5-1.0
- 1.0-2.0
- 2.0-10.0
- Bâti



Annexe 2 : Résultats cartographiques de la crue exceptionnelle

Zone inondable Crue exceptionnelle - Situation actuelle



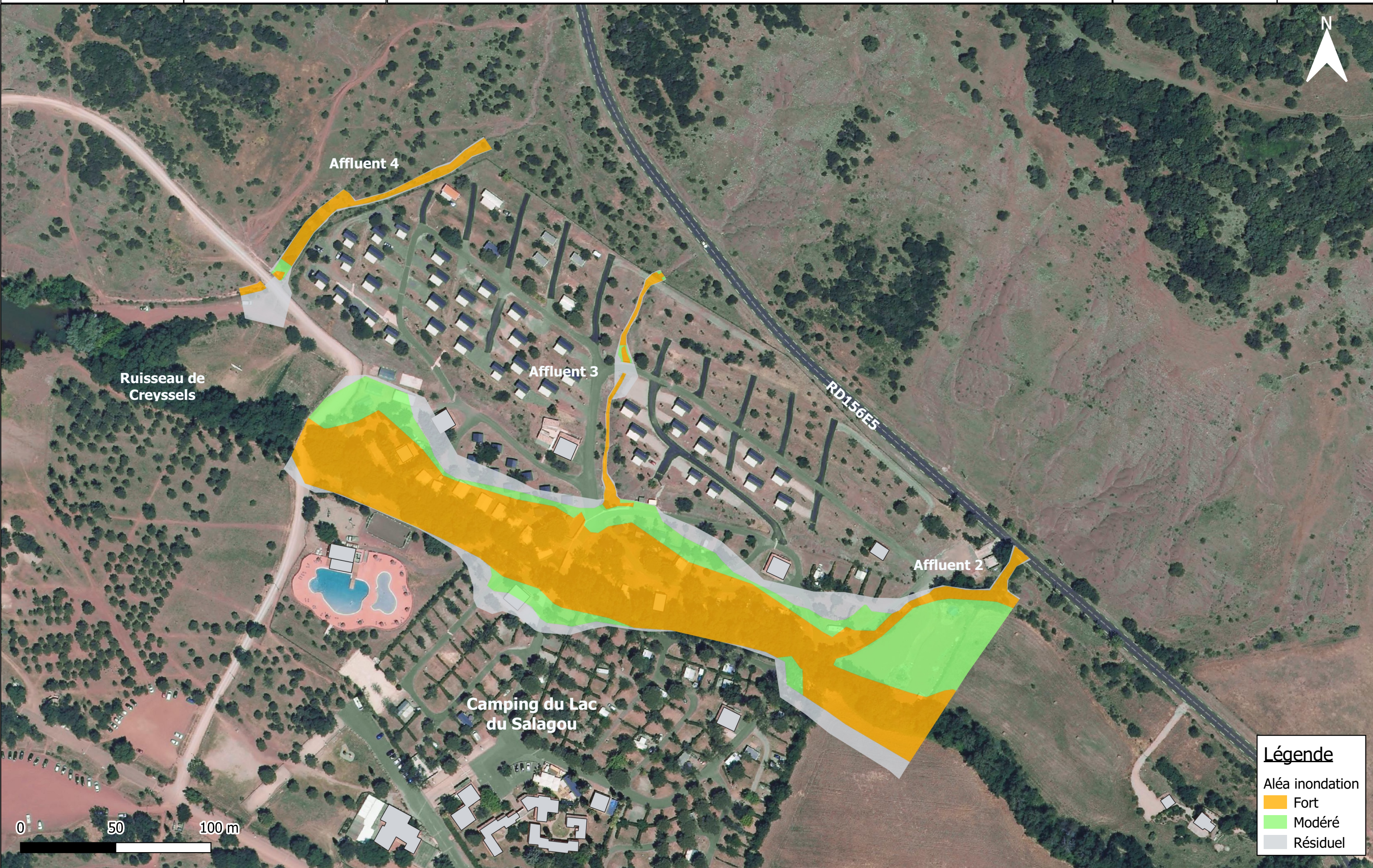
Légende

- Zone inondable
- Bâti

Annexe 3 : Aléa inondation

Aléa inondation

Crue centennale - Situation actuelle



COMMUNE DE CLERMONT-L'HÉRAULT
COMMUNAUTÉ DE COMMUNES DU CLERMONTAIS

PLAN LOCAL D'URBANISME