



AGERIN SAS



Préfecture de l'Ariège
Direction Départementale
des Territoires de l'Ariège

Commune **SAINT-GIRONS**

(N° INSEE : 09261)

Révision du Plan de Prévention des Risques naturels prévisibles

- PPRN -
Livret 1



Rapport de présentation

Révision du PPRN prescrite le : 31 mai 2021

Révision du PPRN approuvée le :

ENQUETE PUBLIQUE

Janvier 2024

Identification du document

Projet	Révision PPRN Saint-Girons	
Titre	PPRN Saint-Girons	
Document	Rapport de présentation	
Référence	PPRN SG	
Maître d'ouvrage	Préfecture de l'Ariège	

Modifications

Version	Date	Description	Auteur	Vérifié par
5	01/01/24	Document provisoire	AGERINsas	DDT09

Diffusion

Chargé du contrôle	Alexis Mercier		
Chargés d'études	Gaël Forest	Laure Bourrières	
Diffusion	Papier		
	Numérique		

Références

Référence	PPRN SG
Titre	Révision du plan de prévention des risques de SAINT GIRONS
Maître d'ouvrage	Préfecture de l'Ariège
Conduite d'étude	Direction départementale des territoires
Département	Ariège (09)
Commune(s) concernée(s)	SAINT GIRONS
Cours d'eau concerné(s)	SALAT LEZ BAUP
Région naturelle	Ariège – Midi-Pyrénées
Thème	PPRN

SOMMAIRE DU LIVRET 1

I. PRÉSENTATION DU PPRN.....	1
I.1 Objet du PPRN.....	1
I.2 Prescription du PPRN.....	3
I.3 Le contenu du PPRN.....	4
I.3.1 Contenu réglementaire.....	4
I.3.2 Limites géographiques de l'étude.....	5
I.3.3 Limites techniques de l'étude.....	6
I.4 Approbation et révision du PPRN – Dispositions réglementaires.....	7
I.4.1 Volet réglementaire.....	7
I.4.2 Volet législatif.....	9
II. PRÉSENTATION DE LA COMMUNE.....	10
II.1 Le cadre géographique.....	10
II.1.1 Situation.....	10
II.1.2 Le réseau hydrographique.....	11
II.1.3 Le cadre géologique.....	13
a) Contexte des vallées de la zone d'étude.....	15
b) Formations géologiques rencontrées sur la zone d'étude.....	15
II.1.4 Sensibilité des formations géologiques aux phénomènes naturels.....	18
II.1.5 Contexte économique et humain.....	19
III. PRÉSENTATION DES DOCUMENTS D'EXPERTISE.....	20
III.1 La carte informative des phénomènes naturels.....	21
III.1.1 Définition des phénomènes.....	21
III.1.2 Événements historiques.....	23
III.1.3 Élaboration de la carte informative des phénomènes naturels.....	25
III.2 Les aléas.....	26
III.2.1 Définition.....	26
III.2.2 Notion d'intensité et de fréquence.....	26
III.2.3 Élaboration de la carte des aléas.....	28
III.2.4 Méthodologie générale pour caractériser l'aléa.....	29
a) Méthodologie générale.....	29
b) La constitution d'une base documentaire et son analyse.....	29
c) L'analyse par photo-interprétation et l'analyse spatiale de la zone d'étude.....	30
d) L'analyse des caractéristiques hydrauliques et de la morphologie du terrain.....	32
e) La modélisation hydraulique.....	33
III.2.5 Les aléas.....	35
a) L'aléa inondation.....	35
b) L'aléa ruissellement sur versant et ravinement.....	38
c) L'aléa chute de pierres et de blocs.....	40
d) L'aléa glissement de terrain.....	43
e) L'aléa affaissement - effondrements.....	50
f) L'aléa retrait gonflement des sols (non représenté sur les cartes).....	56
g) L'aléa séisme (pour mémoire, non traité dans le PPRN).....	57
III.2.6 Inventaire des phénomènes naturels et niveau d'aléa des zones P.P.R. (hors séismes). .	58
III.3 La carte des enjeux.....	64
a) Principaux enjeux.....	64
b) Les ouvrages de protection.....	65
IV. BIBLIOGRAPHIE.....	66
V. GLOSSAIRE.....	67

VI. LISTE DES FIGURES.....69
VII. ANNEXES.....70

I. PRÉSENTATION DU PPRN

Le premier PPRN (Plan de Prévention des Risques naturels) pour la commune de Saint-Girons a été prescrit en 2001 et approuvé en 2004. Il a fait l'objet d'une première révision en 2007.

En 2015 une étude menée par la DREAL Midi-Pyrénées et le bureau d'étude BRL, précisant les zones potentiellement inondables par rapport aux niveaux aux échelles des stations Vigie-Crue, a mis en avant des emprises de zones inondées sensiblement différentes de celles cartographiées par le PPRN. Ainsi, il a été décidé d'affiner la connaissance des inondations sur la commune de Saint-Girons par une modélisation très précise en 2D des inondations du Salat, du Lez et du Baup. Cette modélisation a confirmé les écarts trouvés par l'étude DREAL / BRL.

En 2018 une nouvelle révision du PPRN est lancée. La modélisation hydraulique réalisée précédemment est prise en compte pour le volet inondation, les aléas mouvements de terrain, ruissellement, ravinement et inondation des petits ruisseaux sont ré-étudiés.

Le Plan de Prévention des Risques naturels prévisibles (PPRN) de la commune de **Saint-Girons** est établi en application des articles L 562-1 à L 562-9 du Code de l'Environnement (partie législative) et du décret n° 95-1089 du 5 octobre 1995 relatif aux Plans de Prévention des Risques naturels prévisibles, modifié par le décret n° 2005-3 du 4 janvier 2005.

I.1 Objet du PPRN

Les objectifs des PPRN sont définis par le Code de l'Environnement et notamment par ses articles L562-1 et L 562-8 :

Article L 562-1

I - L'état élabore et met en application des Plans de Prévention des Risques naturels prévisibles tels que les inondations, les mouvements de terrain, les avalanches, les incendies de forêt, les séismes, les éruptions volcaniques, les tempêtes ou les cyclones.

II - Ces plans ont pour objet en tant que de besoin :

1° De délimiter les zones exposées aux risques, en tenant compte de la nature et de l'intensité du risque encouru, d'y interdire tout type de construction, d'ouvrage, d'aménagement ou d'exploitation agricole, forestière, artisanale, commerciale ou industrielle, notamment afin de ne pas aggraver le risque pour les vies humaines ou, dans le cas où des constructions, ouvrages, aménagements ou exploitations agricoles, forestières, artisanales, commerciales ou industrielles pourraient y être autorisés, prescrire les conditions dans lesquelles ils doivent être réalisés, utilisés ou exploités ;

2° De délimiter les zones qui ne sont pas directement exposées aux risques mais où des constructions, des ouvrages, des aménagements ou des exploitations agricoles, forestières, artisanales, commerciales ou industrielles pourraient aggraver des risques ou en provoquer de nouveaux et y prévoir des mesures d'interdiction ou des prescriptions telles que prévues au 1° ;

3° De définir les mesures de prévention, de protection et de sauvegarde qui doivent être prises, dans les zones mentionnées au 1° et au 2°, par les collectivités publiques dans le cadre de leurs compétences, ainsi que celles qui peuvent incomber aux particuliers ;

4° De définir, dans les zones mentionnées au 1° et au 2°, les mesures relatives à l'aménagement, l'utilisation ou l'exploitation des constructions, des ouvrages, des espaces mis en culture ou plantés existants à la date de l'approbation du plan qui doivent être prises par les propriétaires, exploitants ou utilisateurs.

Article L 562-8

Dans les parties submersibles des vallées et dans les autres zones inondables, les plans de prévention des risques naturels prévisibles définissent, en tant que de besoin, les interdictions et les prescriptions techniques à respecter afin d'assurer le libre écoulement des eaux et la conservation, la restauration ou l'extension des champs d'inondation.

I.2 Prescription du PPRN

Les articles R562-1 et R562-2 du code de l'environnement définissent les modalités de prescription des PPRN.

Article R562-1

L'établissement des Plans de Prévention des Risques naturels prévisibles mentionnés aux articles L 562-1 à L 562-9 est prescrit par arrêté du préfet.

Lorsque le périmètre mis à l'étude s'étend sur plusieurs départements, l'arrêté est pris conjointement par les préfets de ces départements et précise celui des préfets qui est chargé de conduire la procédure.

Article R562-2

L'arrêté prescrivant l'établissement d'un Plan de Prévention des Risques naturels prévisibles détermine le périmètre mis à l'étude et la nature des risques pris en compte. Il désigne le service déconcentré de l'État qui sera chargé d'instruire le projet.

Il mentionne si une évaluation environnementale est requise en application de l'article R. 122-18. Lorsqu'elle est explicite, la décision de l'autorité de l'État compétente en matière d'environnement est annexée à l'arrêté.

Cet arrêté définit également les modalités de la concertation et de l'association des collectivités territoriales et des établissements publics de coopération intercommunale concernés, relative à l'élaboration du projet.

Il est notifié aux maires des communes ainsi qu'aux présidents des collectivités territoriales et des établissements publics de coopération intercommunale compétents pour l'élaboration des documents d'urbanisme dont le territoire est inclus, en tout ou partie, dans le périmètre du projet de plan.

Il est en outre affiché pendant un mois dans les mairies de ces communes et aux sièges de ces établissements publics et publié au recueil des actes administratifs de l'État dans le département. Mention de cet affichage est insérée dans un journal diffusé dans le département.

Le plan de prévention des risques naturels prévisibles est approuvé dans les trois ans qui suivent l'intervention de l'arrêté prescrivant son élaboration. Ce délai est prorogable une fois, dans la limite de dix-huit mois, par arrêté motivé du préfet si les circonstances l'exigent, notamment pour prendre en compte la complexité du plan ou l'ampleur et la durée des consultations.

I.3 Le contenu du PPRN

I.3.1 Contenu réglementaire

Les articles R562-3 et R562-4 du code de l'environnement définissent le contenu des Plans de Prévention des Risques naturels prévisibles.

Article R562-3

Le projet de plan comprend :

1° - une note de présentation indiquant le secteur géographique concerné, la nature des phénomènes naturels pris en compte et leurs conséquences possibles compte-tenu de l'état des connaissances ;

2° - un ou plusieurs documents graphiques délimitant les zones mentionnées aux 1° et 2° du II de l'article L 562-1 ;

3° - un règlement précisant, en tant que de besoin :

a) les mesures d'interdiction et les prescriptions applicables dans chacune de ces zones en vertu du 1° et du 2° du II de l'article L 562-1;

b) les mesures de prévention, de protection et de sauvegarde mentionnées au 3° du II de l'article L 562-1 et les mesures relatives à l'aménagement, l'utilisation ou l'exploitation des constructions, des ouvrages, des espaces mis en culture ou plantés existants à la date de l'approbation du plan, mentionnées au 4° de ce même II. Le règlement mentionne, le cas échéant, celles de ces mesures dont la mise en œuvre est obligatoire et le délai fixé pour celle-ci.

Conformément à ce texte, le Plan de Prévention des Risques naturels prévisibles de la commune comporte, outre la présente **note de présentation, un zonage réglementaire et un règlement**. Des documents graphiques explicatifs du zonage réglementaire y sont présents : une carte informative des phénomènes naturels connus, une **carte des aléas** et une carte des enjeux.

I.3.2 Limites géographiques de l'étude

Le périmètre d'étude du PPRN concerne une partie du territoire de la commune de Saint-Girons.

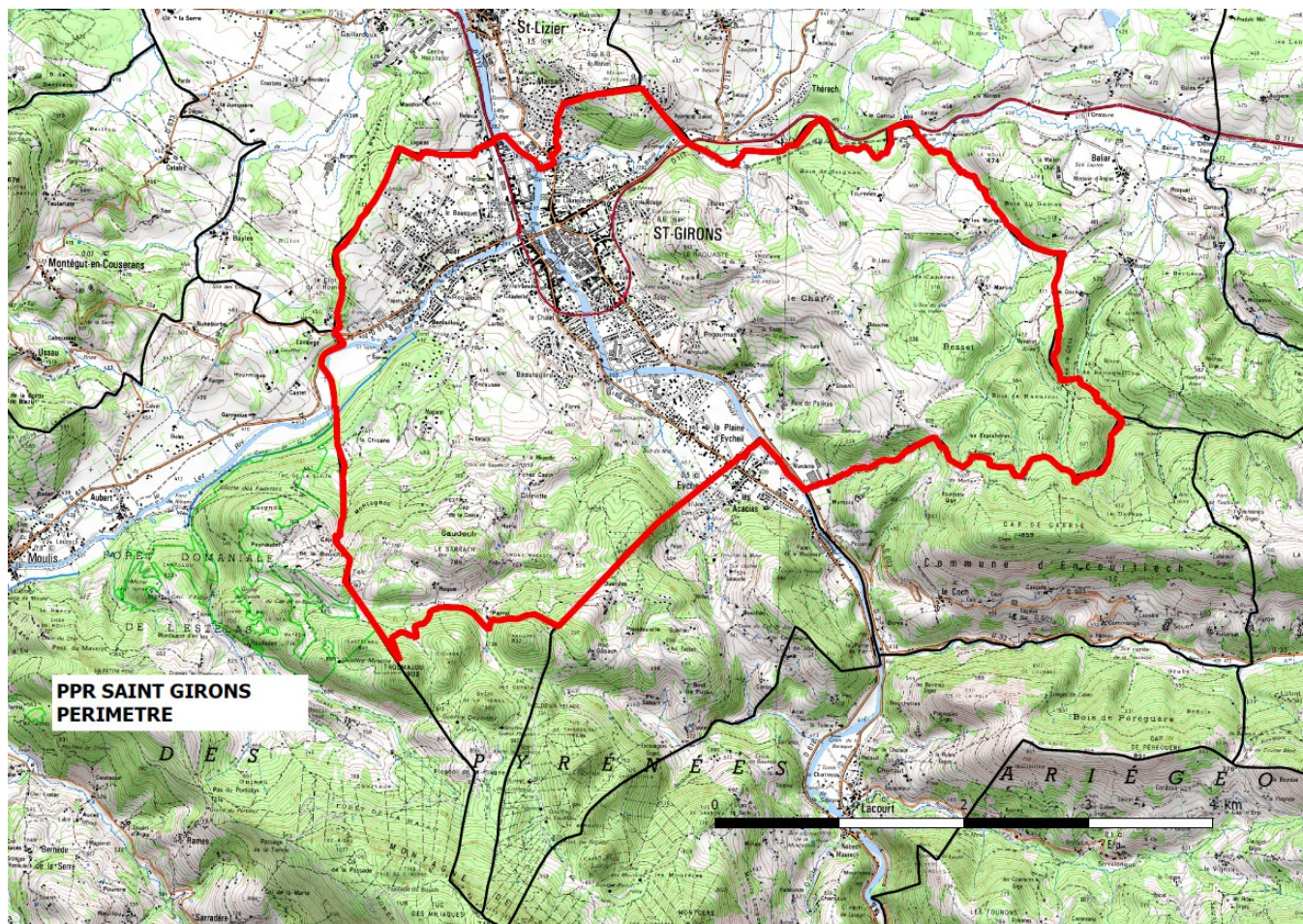


Figure 1 : Périmètre d'étude du PPRN (tracé rouge) sur fond IGN

I.3.3 Limites techniques de l'étude

Le présent PPRN ne prend en compte que les risques naturels prévisibles tels que définis au chapitre 3 et connus à la date d'établissement du document. Il est fait par ailleurs application du "**principe de précaution**" (défini à l'article L110-1 du Code de l'Environnement) en ce qui concerne un certain nombre de délimitations, notamment lorsque seuls des moyens d'investigations lourds auraient pu apporter des compléments pour lever certaines incertitudes apparues lors de l'expertise de terrain.

L'attention est attirée en outre sur le fait que :

- les risques pris en compte ne le sont que jusqu'à un certain niveau de référence spécifique, souvent fonction :
 - soit de l'analyse de phénomènes historiques répertoriés et pouvant de nouveau survenir (c'est souvent le cas pour les avalanches ou les débordements torrentiels avec fort transport solide) ;
 - soit de l'étude d'événements types ou de scénarios susceptibles de se produire dans un intervalle de temps déterminé et donc avec une probabilité d'occurrence donnée (par exemple, crues avec un temps de retour au moins centennal pour les inondations) ;
 - soit de l'évolution prévisible d'un phénomène irréversible (c'est souvent le cas pour les mouvements de terrain) ;
- au-delà ou/et en complément, des moyens spécifiques doivent être prévus notamment pour assurer la sécurité des personnes (plans communaux de sauvegarde, plans départementaux spécialisés, etc.) ;
- en cas de modifications, dégradations ou disparitions d'éléments protecteurs (notamment en cas de disparition de la forêt là où elle joue un rôle de protection) ou de défaut de maintenance d'ouvrages de protection, les risques pourraient être aggravés et justifier des précautions supplémentaires ou une révision du zonage ;
- enfin, ne sont pas pris en compte les risques liés à des activités humaines mal maîtrisées, réalisées sans respect des règles de l'art (par exemple, un glissement de terrain dû à des terrassements sur fortes pentes).

I.4 Approbation et révision du PPRN – Dispositions réglementaires

I.4.1 Volet réglementaire

Les articles R562-7, R562-8, R562-9 et R562-10 du Code de l'environnement définissent les modalités d'approbation et de révision des Plans de Prévention des Risques naturels prévisibles.

Article R562-7

Le projet de Plan de Prévention des Risques naturels prévisibles est soumis à l'avis des conseils municipaux des communes et des organes délibérants des établissements publics de coopération intercommunale compétents pour l'élaboration des documents d'urbanisme dont le territoire est couvert en tout ou partie par le plan.

Si le projet de plan contient des mesures de prévention des incendies de forêts ou de leurs effets ou des mesures de prévention, de protection et de sauvegarde relevant de la compétence des départements et des régions, ces dispositions sont soumises à l'avis des organes délibérants de ces collectivités territoriales. Les services départementaux d'incendie et de secours intéressés sont consultés sur les mesures de prévention des incendies de forêt ou de leurs effets.

Si le projet de plan concerne des terrains agricoles ou forestiers, les dispositions relatives à ces terrains sont soumises à l'avis de la chambre d'agriculture et du centre régional de la propriété forestière.

Tout avis demandé dans le cadre des trois alinéas ci-dessus qui n'est pas rendu dans un délai de deux mois à compter de la réception de la demande est réputé favorable.

Article R562-8

Le projet de plan est soumis par le préfet à une enquête publique dans les formes prévues par les articles R123-7 à R123-23, sous réserve des dispositions des deux alinéas qui suivent.

Les avis recueillis en application des trois premiers alinéas de l'article R562-7 sont consignés ou annexés aux registres d'enquête dans les conditions prévues par l'article R123-13.

Les maires des communes sur le territoire desquelles le plan doit s'appliquer sont entendus par le commissaire enquêteur ou par la commission d'enquête une fois consignés ou annexés aux registres d'enquête l'avis des conseils municipaux.

Article R562-9

A l'issue des consultations prévues aux articles R562-7 et R562-8, le plan, éventuellement modifié, est approuvé par arrêté préfectoral. Cet arrêté fait l'objet d'une mention au Recueil des actes administratifs de l'État dans le département ainsi que dans un journal diffusé dans le département.

Une copie de l'arrêté est affichée pendant un mois au moins dans chaque mairie et au siège de chaque établissement public de coopération intercommunale compétent pour l'élaboration des documents d'urbanisme sur le territoire desquels le plan est applicable.

Le plan approuvé est tenu à la disposition du public dans ces mairies et aux sièges de ces établissements publics de coopération intercommunale ainsi qu'en préfecture. Cette mesure de publicité fait l'objet d'une mention avec les publications et l'affichage prévus à l'alinéa précédent.

Article R562-10

Le Plan de Prévention des Risques naturels prévisibles peut être révisé selon la procédure décrite aux articles R562-1 à R562-9.

Lorsque la révision ne porte que sur une partie du territoire couvert par le plan, seuls sont associés les collectivités territoriales et les établissements publics de coopération intercommunale concernés et les consultations, la concertation et l'enquête publique mentionnées aux articles R. 562-2, R. 562-7 et R. 562-8 sont effectuées dans les seules communes sur le territoire desquelles la révision est prescrite.

Dans le cas visé à l'alinéa précédent, les documents soumis à consultation et à l'enquête publique comprennent :

1° Une note synthétique présentant l'objet de la révision envisagée ;

2° Un exemplaire du plan tel qu'il serait après révision avec l'indication, dans le document graphique et le règlement, des dispositions faisant l'objet d'une révision et le rappel, le cas échéant, de la disposition précédemment en vigueur.

Pour l'enquête publique, les documents comprennent en outre les avis requis en application de l'article R. 562-7.

Article R562-10-1

Le plan de prévention des risques naturels prévisibles peut être modifié à condition que la modification envisagée ne porte pas atteinte à l'économie générale du plan. La procédure de modification peut notamment être utilisée pour :

a) Rectifier une erreur matérielle ;

b) Modifier un élément mineur du règlement ou de la note de présentation ;

c) Modifier les documents graphiques délimitant les zones mentionnées aux 1° et 2° du II de l'article L. 562-1, pour prendre en compte un changement dans les circonstances de fait.

Article R562-10-2

I. — La modification est prescrite par un arrêté préfectoral. Cet arrêté précise l'objet de la modification, définit les modalités de la concertation et de l'association des communes et des établissements publics de coopération intercommunale concernés, et indique le lieu et les heures où le public pourra consulter le dossier et formuler des observations. Cet arrêté est publié en caractères apparents dans un journal diffusé dans le département et affiché dans chaque mairie et au siège de chaque établissement public de coopération intercommunale compétent pour l'élaboration des documents d'urbanisme sur le territoire desquels le plan est applicable. L'arrêté est publié huit jours au moins avant le début de la mise à disposition du public et affiché dans le même délai et pendant toute la durée de la mise à disposition.

II. — Seuls sont associés les communes et les établissements publics de coopération intercommunale concernés et la concertation et les consultations sont effectuées dans les seules communes sur le territoire desquelles la modification est prescrite. Le projet de modification et l'exposé de ses motifs sont mis à la disposition du public en mairie des communes concernées. Le public peut formuler ses observations dans un registre ouvert à cet effet.

III. — La modification est approuvée par un arrêté préfectoral qui fait l'objet d'une publicité et d'un affichage dans les conditions prévues au premier alinéa de l'article R. 562-9.

I.4.2 Volet législatif

Le Code de l'Environnement précise que :

Article L 562-3

Le préfet définit les modalités de la concertation relative à l'élaboration du projet de plan de prévention des risques naturels prévisibles.

Sont associés à l'élaboration de ce projet les collectivités territoriales et les établissements publics de coopération intercommunale concernés.

Après enquête publique réalisée conformément au chapitre III du titre II du livre Ier et après avis des conseils municipaux des communes sur le territoire desquelles il doit s'appliquer, le plan de prévention des risques naturels prévisibles est approuvé par arrêté préfectoral. Au cours de cette enquête, sont entendus, après avis de leur conseil municipal, les maires des communes sur le territoire desquelles le plan doit s'appliquer.

Article L 562-4

*Le Plan de Prévention des Risques naturels prévisibles approuvé vaut **servitude d'utilité publique**. Il est annexé au Plan Local d'Urbanisme, conformément à l'article L. 153-60 du Code de l'Urbanisme.*

Le Plan de Prévention des Risques naturels prévisibles approuvé fait l'objet d'un affichage en mairie et d'une publicité par voie de presse locale en vue d'informer les populations concernées.

Article L 562-4-1

I. - Le plan de prévention des risques naturels prévisibles peut être révisé selon les formes de son élaboration. Toutefois, lorsque la révision ne porte que sur une partie du territoire couvert par le plan, la concertation, les consultations et l'enquête publique mentionnées à l'article L. 562-3 sont effectuées dans les seules communes sur le territoire desquelles la révision est prescrite.

II. - Le plan de prévention des risques naturels prévisibles peut également être modifié. La procédure de modification est utilisée à condition que la modification envisagée ne porte pas atteinte à l'économie générale du plan. Le dernier alinéa de l'article L. 562-3 n'est pas applicable à la modification. Au lieu et place de l'enquête publique, le projet de modification et l'exposé de ses motifs sont portés à la connaissance du public en vue de permettre à ce dernier de formuler des observations pendant le délai d'un mois précédant l'approbation par le préfet de la modification.

III. - Le plan de prévention des risques naturels prévisibles peut également être adapté dans les conditions définies à l'article L. 300-6-1 du code de l'urbanisme.

II. PRÉSENTATION DE LA COMMUNE

II.1 Le cadre géographique

II.1.1 Situation



Saint-Girons est une commune du département de l'Ariège, en région Occitanie. Au Sud-Ouest du département de l'Ariège, la ville est située dans la vallée du Salat, au droit de sa confluence avec le Lez et le Baup.

La commune a une superficie de 19.1 km². Traversée par le Salat et le Lez, elle se situe dans la plaine alluviale du Salat, en dépression dans un ensemble calcaire du piémont Pyrénéen. L'altitude minimum sur la commune est de 375 mètres et les reliefs les plus hauts atteignent 1 200 m d'altitude à la montagne de Sourroque au sud.

Saint-Girons est traversé par deux principaux axes routiers :

- la Route Départementale n°117, qui suit la vallée du Baup vers l'est et du Salat vers l'ouest ;
- la Route Départementale n°618 qui remonte la vallée du Salat, d'un côté et celle du Lez de l'autre côté.

L'habitat se concentre essentiellement dans les vallées du Salat et du Lez.

II.1.2 Le réseau hydrographique

Les cours d'eau les plus importants en termes de débit et d'enjeux sur la commune sont le Salat, le Lez, le Baup et le Carbalasse.

Le Salat dispose d'un bassin versant de 663 km² à son arrivée sur la commune et 1082 km² à sa sortie. Il prend sa source sous le Port de Salau (2087m), dans un contexte de haute montagne. Il atteint Saint-Girons après 45 km de cours orienté grossièrement sud-nord.

Le Lez, qui dispose d'un bassin versant de 418 km² à sa confluence avec le Salat, prend sa source au pied du Pic de Maubermé (2880 m), dans un contexte de haute montagne. Il atteint Saint-Girons après 36 km de cours orienté grossièrement sud-nord.

Le Baup, qui dispose d'un bassin versant de 74 km² à sa sortie du territoire communal, prend sa source au pied du Col de Rille (938 m) à l'extrémité ouest des Monts d'Arize, dans un contexte de moyenne montagne. Il atteint Saint-Girons où il conflue avec le Salat après 22.5 km de cours.

Le Carbalasse dispose d'un bassin versant karstique estimé à 4.2 km² à sa confluence avec le Salat après 3.4 km de linéaire. Il prend sa source au lieu-dit Millas à Eycheil, dans un ensemble calcaire qui borde la commune de Saint-Girons au sud.

Le maximum de risque de crue pour le Salat et le Lez se situe durant le printemps et l'automne. Les plus fortes crues ont eu lieu en juin 1875 (débit estimé à 880 m³.s⁻¹), octobre 1897, octobre 1937, février 1952 et mai 1977.

Pour le Baup, le maximum de risque de crue se situe durant l'hiver et le printemps et pour le Carbalasse, les risques les plus élevés sont au printemps et en été, lors des forts épisodes orageux.

Les débits pris en compte dans la modélisation préalable à la révision du PPRN sont :

Cours d'eau	Surface du bassin versant (km ²)	Débits retenus pour la modélisation des crues de références (m ³ /s)
Le Salat en amont de la confluence avec le lez	662.9	Q ₁₈₇₅ : 880
Le Lez	418.2	Q ₁₀₀ = 480
Le Baup	73.7	Q ₁₀₀ = 110
Ruisseau Carbalasse	4.26	Q ₁₀₀ = 14.5
Le Salat aval	1154.8	Formé naturellement au sein du modèle par l'addition des différents débits en provenance de l'amont Q _{ref global aval} = 1320 * (* cette valeur ne correspond pas à la somme des débits de référence en amont car les crues ne sont pas concomitantes)

Tous les détails concernant l'analyse hydrologique et la synthèse des études antérieures peuvent être consultés dans la partie 1 du rapport concernant l'étude de l'aléa inondation de Saint Girons pour la réalisation du PPRN (Agerin, avril 2017, Cf Annexes).

La modélisation hydraulique réalisée dans l'étude de l'aléa inondation préalable à la révision du PPRN concerne le Salat, le Lez, le Baup et le Carbalasse. Les autres ruisseaux du territoire communal et leurs petits affluents ont été étudiés par méthode HGM (HydroGéoMorphologique) dans le cadre de la révision du PPRN.

II.1.3 Le cadre géologique

L'étude de la carte géologique de Saint-Girons permet d'évaluer les formations sensibles aux phénomènes naturels et de mieux comprendre le fonctionnement de la vallée en termes de morphologie.

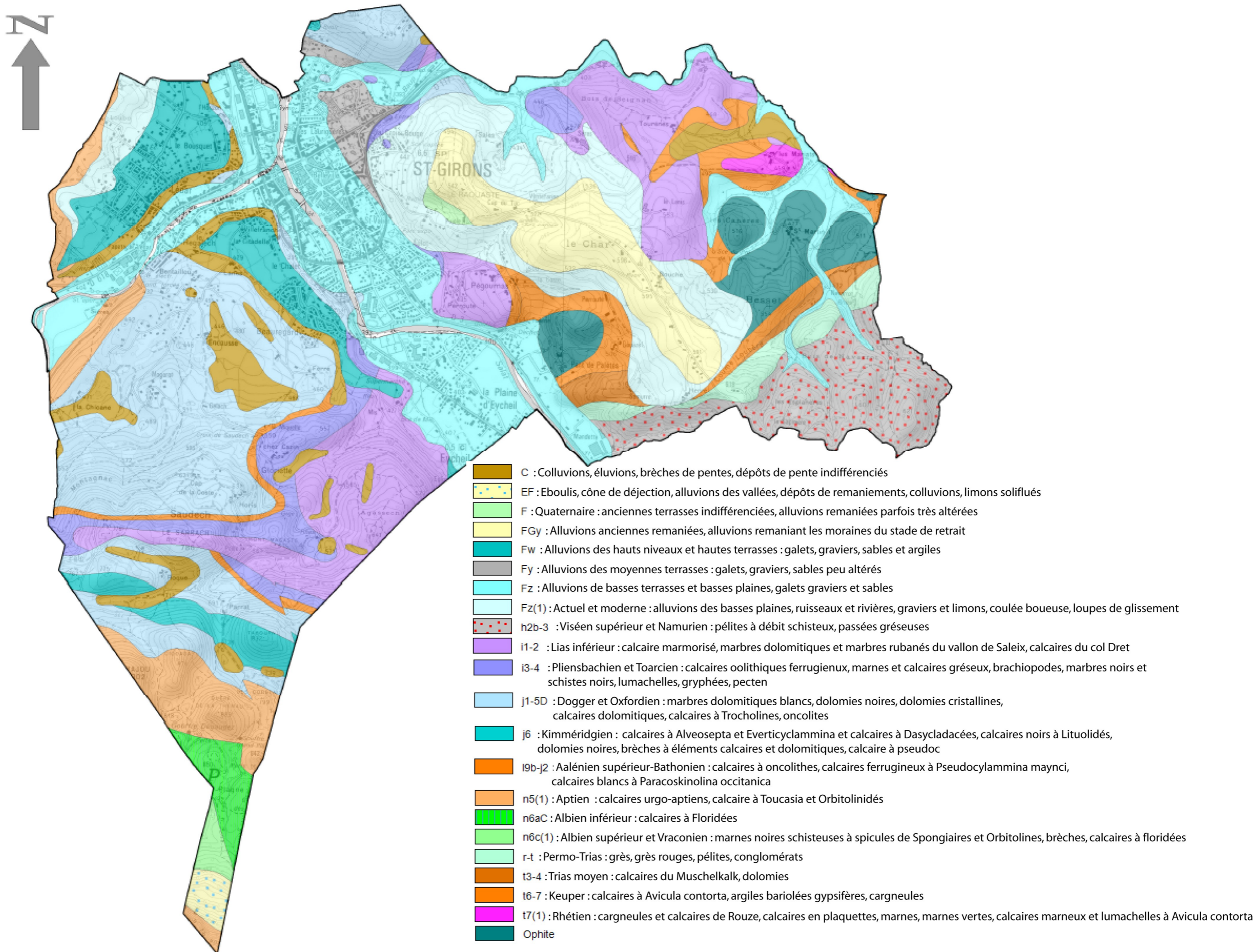


Figure 2 : Carte géologique au 1/50 000e de la commune de Saint Giron (AGERIN, BRGM)

a) Contexte des vallées de la zone d'étude

La géologie d'une vallée influence la manifestation des phénomènes naturels et leur dynamique.

Sur la commune de Saint-Girons toute la plaine du Salat et du Lez correspond aux formations du Quaternaire avec la présence d'alluvions récentes sur une large bande.

Les terrains alluvionnaires à matrice argileuse présentent des poches argileuses d'origine glaciaire (argiles varvées). Ces matériaux sont à définir précisément, car ils peuvent être à l'origine de ravinements sévères ou servir de matrice dans le cas de laves torrentielles « plastiques ».

Plusieurs formations se distinguent sur la commune de Saint-Girons.

b) Formations géologiques rencontrées sur la zone d'étude

Les formations du Quaternaire:

Les cônes de déjection (EF), constituent un amas de débris transportés par un torrent au débouché d'une vallée ou en contrebas d'un versant. Dans la zone d'étude, les cônes de déjection sont alimentés par les crues et les laves torrentielles.

Les alluvions (Fgy et F) correspondent à des dépôts récents formés de débris plus ou moins grossiers issus de l'érosion d'un bassin versant et transportés par les cours d'eau. Ici, il s'agit d'alluvions anciennes souvent très altérées. On observe ces formations au niveau de la colline où sont situés les hameaux de Le Char et Bouche, qui surplombent la ville à l'est.

Les terrasses alluviales (Fw, Fy, Fz, Fz(1)), qui présentent une géomorphologie assez plane, sont constituées d'alluvions qui ont été déposées par le cours d'eau à une certaine période. Ces terrasses se forment suite à la succession de plusieurs épisodes de sédimentation et d'incision aboutissant fréquemment à l'étagement de plusieurs terrasses (basse terrasse, moyenne terrasse, haute terrasse). On trouve ces formations en abondance sur la commune du fait de la présence de deux cours d'eau importants sur la commune.

Les colluvions (C) sont des dépôts de pente, parfois fins, formés d'éléments arrachés aux versants et ayant subi un faible transport (à la différence des alluvions). De ce fait, les matériaux des colluvions sont beaucoup plus anguleux que ceux des alluvions.

Les éboulis (EF): les zones d'éboulis récents sont situées au pied des affleurements rocheux. Ils sont souvent fixés par la végétation. Les versants de l'ensemble des vallées de la zone d'étude présentent localement des tabliers d'éboulis.

Les roches sédimentaires :

- Permio-Trias (r-t)

Il s'agit d'un complexe de plusieurs dizaines de mètres d'épaisseurs. Cette formation est constituée de conglomérats ainsi que de grès et de pélites.

Il s'agit de roches détritiques, c'est à dire issues de la dégradation mécaniques d'autres roches. Les éléments (morceaux pour les conglomérats, grains sableux pour les grès et grains fins pour les pélites) sont liés par un ciment naturel, généralement argileux.

On trouve le Permio-Trias au sud-est de la commune, au niveau de la Coume Loubère.

-Trias moyen : Muschelkalk (t3-4)

Cette formation est constituée de calcaires dolomitiques gris/roux, qui peuvent être massifs ou lités selon les secteurs, suivant les grès rouges du Trias décrits précédemment. On les trouve donc logiquement au sud-est de Saint-Girons, souvent drapés par des formations quaternaires récentes.

-Keuper (t6-7)

Le Keuper ou Trias supérieur présente des argiles bariolées vertes ou rouges qui peuvent parfois contenir du gypse, dont la dissolution peut être à l'origine de déformation de terrain (glissement, affaissement et effondrement). Il s'agit d'une formation particulièrement sensible pour les phénomènes à risques, du fait de sa solubilité et de sa plasticité importante. Les formations du Trias supérieur se situent dans la partie est de la commune, au niveau des hameaux de Gouazet, Perroutes et des Mariats.

-Rhétien (t7)

Le rhétien correspond à une alternance de marnes et de calcaires, pouvant être dolomitiques. On trouve également des cargneules. On ne trouve cette formation qu'au hameau des Mariats.

-Lias inférieur (i1-2)

Le Lias inférieur présente un complexe carbonaté composé de dolomies et de calcaires sur environ 150m. Cet étage est largement présent sur la commune (le Sarrach, Agassech, Perroute, Pégoumas, le Lanis, etc.), au niveau des quelques affleurements rocheux visibles sur la commune.

-Pliensbachien et Toarcien (i3-4)

Ces terrains englobent le Lias moyen, d'une quarantaine de mètres, et le Lias supérieur, qui correspondent à des calcaires oolithiques ou à des marnes selon les secteurs.

On trouve les formations liasiques au sud-est de la commune (Saudech) ainsi que de manière ponctuelle au nord en rive droite du Salat. Celles-ci sont largement drapées par des formations récentes alluvionnaires ou colluvionnaires.

-Dogger et Oxfordien (j1-5D)

On trouve dans cet étage des dolomies noires du Jurassique moyen et supérieur, ainsi que divers calcaires (à oncolithe, ferrugineux et blancs) du Dogger. Ces formations sont très sensibles à la dissolution ce qui génère des phénomènes d'effondrement.

Le jurassique constitue la quasi-totalité des versants au sud de la commune (Beauregard, Magerat, Cap de la Coste).

-Kimméridgien (j6)

Le kimméridgien est constitué de dolomies et de calcaires argileux noirs ou graveleux, avec une alternance bréchique, on le retrouve sur une bande de quelques centaines de mètres de large au sud.

-Aptien (n51), Albiens inférieur (n6aC)et supérieur (n6c)

Ces formations, que l'on trouve à l'extrémité sud de la zone d'étude, sont constituées de calcaires assez massifs et de marnes.

Formations paléozoïques :

- Viséen supérieur (h2b-3)

Il s'agit de complexes schisto-gréseux, pélites à débris de schistes constituant les vallons au sud-ouest de la commune de Saint-Girons. Ces terrains peuvent présenter des signes d'instabilité, en particulier sur des pentes marquées.

II.1.4 Sensibilité des formations géologiques aux phénomènes naturels

Le contexte géologique et géomorphologique de la commune de Saint-Girons a une influence forte sur les types d'aléas naturels qui s'y produisent.

Les matériaux soumis aux phénomènes gravitaires peuvent, dans certains cas, atteindre la plaine alluviale fonctionnelle et être remobilisés à la suite d'une forte crue, comme dans le cas des glissements de berges.

La présence de nombreuses formations détritiques tendres, ainsi que de formations quaternaires dans des pentes importantes peut induire des fluages importants, voire des glissements de terrain plus profonds en cas de facteur aggravant (décaissement du terrain à l'aval, fortes précipitations, etc.).

Malgré la présence de plusieurs formations pouvant contenir des roches massives type calcaire ou dolomie, on ne trouve que très peu d'affleurements conséquents sur la commune, ce qui limite la présence du phénomène de chute de blocs.

Remarque :

Les schistes sont particulièrement favorables aux phénomènes de glissement de terrain, d'une part, puisqu'ils présentent des faciès d'altération pouvant être assez importants et d'autre part, parce que leur structure en feuillet facilite les écoulements d'eau internes qui peuvent servir de plan de glissement. Lorsqu'ils sont plus massifs, les schistes peuvent affleurer et être à l'origine de chutes de blocs. Néanmoins, même si ces affleurements peuvent fournir une certaine quantité de matériaux, la taille des blocs restera limitée (à l'exception des calschistes). Les blocs de plusieurs mètres cubes désolidarisés des massifs concerneront plus souvent les affleurements de grès, de calcschistes, de granites ou de calcaires.

Les moraines sont, elles aussi, propices au glissement de terrain, de plus elles peuvent contenir des blocs erratiques roulés pouvant être à l'origine de chutes de blocs. En outre, elles peuvent contenir des lentilles argileuses très propices aux glissements, aux ravinements et aux laves torrentielles.

II.1.5 Contexte économique et humain

Saint-Girons compte 6 415 habitants (recensement publié en 2020) avec une densité de population de 335 habitants/km². La majeure partie de la population s'étend autour du centre-ville ancien, le long des deux cours d'eau principaux, la Salat et le Lez. De part et d'autre, on observe une colonisation des pieds de quelques versants, comme Beauregard, Lédar ou le Bousquet. Les vallons entourant la plaine alluviale présentent plusieurs hameaux et des habitations rurales.

La population de Saint-Girons montre une augmentation constante tout au long du XIXe et du XXe siècle (jusqu'à 8 130 habitants en 1975). Après une phase de décroissance à la fin du siècle, elle semble aujourd'hui assez stable.

Au niveau économique, on observe une expansion des activités liées à la présence de cours d'eau importants au XIXe siècle (moulins, industrie textile, bois, etc.). Vient ensuite l'aménagement de sites dédiés à l'hydro-électricité, ainsi que l'apparition des premières papeteries. On observe sur la commune à la fin des années 80 (suite au déclin de la filière papetière) une forte diversification économique en aval de la ville de la commune (Saint-Lizier), puis sur les espaces communaux libérés par les installations fermées, comme la papeterie de Lédar.

Les zones industrielles et commerciales sont relativement étendues à l'heure actuelle avec le développement de la zone commerciale le long de la D618 au lieu-dit l'Arial, de la zone industrielle à Lambège ou encore de la zone commerciale au nord de la commune au lieu-dit Le Luc.

Les zones de loisirs et d'équipements sportifs sont également largement présents sur la commune : terrains de tennis, centre aquatique, stades, gymnases, boulodromes, que l'on retrouve principalement au nord et au centre de la commune, ou encore le parc des Expositions de l'Ariège et du Couserans.

Enfin, d'un point de vue accueil des voyageurs, un camping est présent au lieu-dit Palétès. La commune de Saint-Girons, a également mis en place des aires d'accueil des gens du voyage, avec une aire de « grand passage » à Lédar et une aire de stationnement prolongé chemin de Serres, au nord de la commune.

III. PRÉSENTATION DES DOCUMENTS D'EXPERTISE

Le Plan de Prévention des Risques naturels prévisibles regroupe plusieurs documents graphiques :

- une **carte informative** des phénomènes naturels à l'échelle 1/10 000 représentant les phénomènes historiques connus ou les phénomènes observés, sur fond IGN ;
- une **cartes des aléas** à l'échelle 1/5 000, limitée au périmètre du PPRN et présentant l'intensité et le cas échéant, la probabilité d'occurrence des phénomènes naturels, sur fond cadastral ;
- une **carte des enjeux** à l'échelle 1/10 000, sur fond cadastral ;
- une **carte de zonage réglementaire** à l'échelle 1/5 000 définissant les secteurs dans lesquels l'occupation du sol sera soumise à une réglementation, sur fond cadastral.

Les différentes cartes sont des documents destinés à expliciter le plan de zonage réglementaire. A la différence de ce dernier, elles ne présentent aucun caractère réglementaire et ne sont pas opposables aux tiers.

En revanche, elles décrivent les phénomènes susceptibles de se manifester sur la commune et permettent de mieux appréhender la démarche qui aboutit au plan de zonage réglementaire.

Leur élaboration suit quatre phases essentielles :

- **une phase de recueil d'informations** : auprès des services déconcentrés de l'état (DDT), de l'ONF/RTM, des bureaux d'études spécialisés, des mairies et des habitants ; par recherche des archives directement accessibles et des études spécifiques existantes ;
- **une phase d'étude des documents existants** (cartes topographiques, géologiques, photos aériennes, rapports d'études ou d'expertises, topographies...) ;
- **une phase de terrain, d'enquête auprès des habitants** et le cas échéant, **de mesures topographiques** pour certaines zones inondables dont les cotes de crues sont précisément connues ;
- **une phase d'analyse spatiale par Système d'Information Géographique** avec une mise en perspective des différents documents collectés ou élaborés, de synthèse et de représentation.

III.1 La carte informative des phénomènes naturels

III.1.1 Définition des phénomènes

Voici la définition des phénomènes qui sont pris en compte dans le cadre du Plan de Prévention des Risques naturels prévisible :

Phénomènes	Symboles	Définitions
Inondation	I	<p>Submersion des terrains de plaine avoisinant le lit d'un fleuve ou d'une rivière, suite à une crue généralement prévisible : la hauteur d'eau peut être importante et la vitesse du courant reste souvent non significative. A ce phénomène, sont rattachées les éventuelles remontées de nappe associées au fleuve ou à la rivière ainsi que les inondations pouvant être causées par les chantournes et autres fossés de la plaine alluviale.</p> <p>Submersion par accumulation et stagnation d'eau claire dans une zone plane, éventuellement à l'amont d'un obstacle. L'eau provient, soit d'un ruissellement lors d'une grosse pluie, soit de la fonte des neiges, soit du débordement de ruisseaux torrentiels.</p>
Ruissellement / Ravinement	V	<p>Divagation des eaux météoriques (écoulement aréolaire) en dehors du réseau hydrographique, généralement suite à des précipitations exceptionnelles (pluies orageuses). Ce problème peut provoquer l'apparition d'érosion localisée, provoquée par ces écoulements superficiels, nommée ravinement.</p>
Glissement de terrain	G	<p>Mouvement d'une masse de terrain d'épaisseur variable le long d'une surface de rupture. L'ampleur du mouvement, sa vitesse et le volume de matériaux mobilisés sont éminemment variables : glissement affectant un versant sur plusieurs mètres (voire plusieurs dizaines de mètres) d'épaisseur, coulée boueuse, fluage d'une pellicule superficielle.</p>
Affaissement/ Effondrement	F	<p>Évolution de cavités souterraines avec des manifestations en surface lentes et progressives (affaissement) ou rapides et brutales (effondrement) ; celles issues de l'activité minière (P.P.R. minier) ne relèvent pas des risques naturels et sont seulement signalées).</p> <p>Entraînement, par des circulations d'eaux souterraines, de particules fines (argiles, limons) dans des terrains meubles constitués aussi de sables et graviers, provoquant des tassements superficiels voire des effondrements.</p>
Chute de pierres et blocs	P	<p>Chute d'éléments rocheux d'un volume unitaire compris entre quelques centimètres cubes et quelques mètres cubes. Le volume total mobilisé lors d'un épisode donné est limité à quelques centaines de mètres cubes. Au-delà, on parle d'éboulement en masse (ou en très grande masse, au-delà de 1 million de m³).</p>

Pour les séismes, le zonage national de l'aléa sismique sera exposé.

Pour l'aléa retrait gonflement des sols argileux c'est l'application de l'article 68 de la loi portant évolution du logement (ELAN) qui sera indiqué.

III.1.2 Événements historiques

Le tableau ci-après ne prétend pas à l'exhaustivité, surtout pour les périodes historiques anciennes; il se propose de rappeler les événements qui ont été à l'origine de dommages localisés dans la zone d'étude.

Date	Type	Événement	Source
10 janvier 2022	Inondation	Crue du Salat et du Lez d'une durée de retour inférieure à 20 ans. Le débit a été estimé à environ 600 m ³ .s ⁻¹ à la station de Saint-Lizier.	AGERIN DREAL SPC GTL
7 novembre 2011	Inondation	Crue du Salat (400 m ³ .s ⁻¹ à Saint-Lizier) et du Lez (140 m ³ .s ⁻¹ à Engomer). On recense plusieurs maisons touchées par l'inondation, en rive droite du Salat à la sortie de Saint Girons.	AGERIN DREAL MP
3 décembre 1995	Inondation	Crue du Salat (2,78 m)	DIREN-DHG
4-5 octobre 1992	Inondation	Crue du Salat (400 m ³ .s ⁻¹ à Saint-Lizier) et du Lez.	DREAL MP
8 novembre 1982	Inondation	Crue du Salat (330 m ³ .s ⁻¹ à Saint-Lizier)	DREAL MP
15-16 janvier 1981	Inondation	Inondation du Salat (2.18m), du Lez et du Baup	SHC, DDE 09 ; la Dépêche du Midi
19 mai 1977	Inondation	Crue du Salat (960 m ³ .s ⁻¹ à Saint-Lizier pour 4.20 m) et du Lez	DREAL MP La Dépêche du Midi
20 février 1971	Inondation	Crue du Lez, berges emportées au 47, av. du Maréchal Foch, crue du Salat (2.45m).	AD 09, 198 PR, E5-2-68, SHC
14-15 mai 1966	Inondation	Inondation du Salat à l'amont de Saint Girons (2.90m)	DDE 09, la Dépêche du Midi
1965	Inondation	Inondation du Salat (2,75 m) et du Lez.	DDE 09, la Dépêche du Midi
13 septembre 1963	Inondation	Inondation du Salat à l'amont et à l'aval de Saint Girons (2.75m), du Lez et du Baup.	DDE 09, la Dépêche du Midi
3-4 février 1952	Inondation	Inondation du Salat (2.80m) et du Lez (3.30m) : bd F Arnaud, rue Pujol, place des Capots, route de Foix et Eychemme inondés (à Saint-Girons).	DDE 09, supp.15 ; AD 09, 71E

Date	Type	Événement	Source
3-4 octobre 1937	Inondation	Crue du Salat (622 m ³ .s ⁻¹ à la station de Kercabannac et 2.92 m à l'ancienne station de Saint-Girons et 3.80 m à Saint-Lizier). Crue du Lez pratiquement comparable à 1875 (4.00 m). Place des poilus inondée et gros dégâts à l'usine de Lédar.	DREAL MP RTM 09-31
27 mai 1932	Inondation	Inondation du Salat (2,05 m) ; 65 propriétaires sinistrés.	AD 09, 7M 7, SHC
28 novembre 1931	Inondation	Inondation du Salat, digue du Champ de Mars rompue, usines inondées, 71 propriétaires sinistrés ; « dans la rue Galy-Cazelat, l'eau arrivait à la maison Bonzom-Migué ».	AD 09, 7M 7, la Dépêche du Midi
26 novembre 1928	Inondation	Crue du Salat (2,12 m). Champ de Mars inondé (à Saint-Girons).	AD 09, S260 ; la Dépêche du Midi
23 mai 1910	Inondation	Inondation du Salat (2,6 m), 22 propriétaires sinistrés.	DDE 09 ; Pardé 1935 et 1953 ; AD 09, 7M 7
20 décembre 1908	Inondation	Inondation du Salat (2,8 m).	SHC
15-16 décembre 1906	Inondation	Inondation du Salat (2,75 m).	DDE 09 ; Pardé 1935 et 1953
12 juin 1904	Inondation	Crue du Salat, inondation de la rive droite dans Saint-Girons (2.7 m à l'ancienne station de Saint-Girons).	AGERIN
Juin 1900	Inondation	Inondation du Salat (2,8 m).	DDE 09 ; Pardé 1935 et 1953
4 octobre 1897	Inondation	Crue du Salat (4.0 m à l'ancienne station de Saint-Girons) et du Baup. Plusieurs habitations emportées et 150 propriétaires sinistrés.	M. Pardé, 1954 RTM 09-31
2-3 juillet 1897	inondation	Inondation du Salat (2,35 m) et du Lez, CD 204 envahi sur 200 m, au-dessus de la gendarmerie à Lédar. 49 propriétaires sinistrés.	AD 09 7M 7, SHC
24 juin 1896	Inondation	Inondation du Lez et crue du Salat, 5 propriétaires sinistrés.	AD 09 7 M 7, SHC
11 juin 1889	Inondation	Crue du Salat et inondation du Lez au quartier de Lédar, inondation à l'aval de la ville (à Saint-Girons).	AD 09, 109 S 1, 432 PR, B5-5 ; DDE 09, Pardé 1935
5 juin 1883	Inondation	Inondation du Salat.	SHC
1 novembre 1875	Inondation	Crue du Lez.	DDE09
23 juin 1875	Inondation	Crue du Salat (6.0 m à l'ancienne station de Saint-Girons pour 880 m ³ .s ⁻¹) et du Lez (4.05 m). Grosses inondations dans Saint-Girons avec 182 propriétaires sinistrés.	M. Pardé, 1954 RTM 09-31
Novembre 2019	Affaissement	Formation d'une cavité en terrains meubles par probable suffosion au sein de matériaux limono-	AGERIN

Date	Type	Événement	Source
		argileux, avec ouverture brutale en surface d'un orifice débouchant sur une cavité d'environ 6m ³ . L'événement s'est produit en zone urbanisée, dans la cour où stationnait une voiture, à proximité immédiate de la maison. La parcelle est située 33 Rue Alfred de Musset à Saint-Girons.	BDRTM

III.1.3 Élaboration de la carte informative des phénomènes naturels

C'est une représentation graphique, à l'échelle du 1/10 000, des phénomènes naturels historiques ou observés. Ce recensement, objectif, ne présente que les manifestations certaines des phénomènes qui peuvent être :

- **anciens**, identifiés par la morphologie, par les enquêtes, les dépouillements d'archives diverses facilement accessibles, etc.
- **actifs**, repérés par la morphologie et les indices d'activité sur le terrain, les dommages aux ouvrages, etc.

Sont également cartographiés, outre les lits mineurs des rivières et torrents, les zones inondables (crues très fréquentes, crues fréquentes, crues rares à exceptionnelles), ainsi que les zones de charriages et d'étalement des torrents.

Remarques :

Un certain nombre de règles ont été observées lors de l'établissement de la carte informative. Elles fixent la nature et le degré de précisions des informations présentées et donc le domaine d'utilisation de ce document. Rappelons que cette carte se veut avant tout d'être un état des connaissances - ou de l'ignorance - concernant les phénomènes naturels.

L'échelle retenue pour l'élaboration de la carte de localisation des phénomènes (1/10 000 soit 1 cm pour 100 m) impose un certain nombre de simplifications. Il est en effet impossible de représenter certains éléments à l'échelle (petites zones humides, niches d'arrachement, etc.).

III.2 Les aléas

III.2.1 Définition

Le guide méthodologique général relatif à la réalisation des PPRN définit **l'aléa** comme: «un phénomène naturel d'occurrence et d'intensité données».

III.2.2 Notion d'intensité et de fréquence

L'élaboration de la carte des aléas impose donc de connaître, sur l'ensemble de la zone étudiée, **l'intensité** et la **probabilité d'apparition** des divers phénomènes naturels rencontrés.

- **L'intensité** d'un phénomène peut être appréciée de manière variable en fonction de sa nature même, de ses conséquences ou des parades à mettre en œuvre pour s'en préserver. Il n'existe pas de valeur universelle sauf l'intensité EMS 95¹ pour les séismes.

Des **paramètres simples** et à valeur générale comme la hauteur d'eau et la vitesse du courant peuvent être déterminés plus ou moins facilement pour certains phénomènes (**inondations** de plaine notamment).

Pour la plupart des **autres phénomènes**, les paramètres variés ne peuvent souvent être appréciés que **qualitativement**, au moins à ce niveau d'expertise : volume et distance d'arrêt pour les chutes de pierres et de blocs, épaisseur et cinétique du mouvement pour les glissements de terrain, hauteur des débordements pour les crues torrentielles.

Aussi s'efforce-t-on de caractériser **l'intensité** d'un aléa et d'**apprécier** les diverses composantes de son **impact**:

- **conséquences sur les constructions** ou "agressivité" qualifiée de faible si le gros œuvre est très peu touché, moyenne s'il est atteint mais que les réparations restent possibles, élevée s'il est fortement touché rendant la construction inutilisable;
- **conséquences sur les personnes** ou "gravité" qualifiée de très faible (pas d'accident ou accident très peu probable), moyenne (accident isolé), forte (quelques victimes) et majeure (quelques dizaines de victimes ou plus) ;
- **mesures de prévention nécessaires** qualifiées de faible (moins de 10 % de la valeur vénale d'une maison individuelle moyenne), moyenne (parade supportable par un groupe restreint de propriétaires), forte (parade débordant largement le cadre parcellaire, d'un coût très important) et majeure (pas de mesures envisageables).

- **L'estimation de l'occurrence** d'un phénomène de nature et d'intensité donnée passe par l'analyse statistique de longues séries de mesures. Elle s'exprime généralement par une **période de retour** qui correspond à la durée moyenne séparant deux occurrences du phénomène.

1 EMS: European Macroseismic Scale (Echelle Macrosismique Européenne)

Si certaines grandeurs sont relativement faciles à mesurer régulièrement (les débits liquides par exemple), d'autres le sont beaucoup moins, soit du fait de leur nature (les débits solides par exemple), soit du fait de leur caractère instantané (les chutes de blocs par exemple).

Pour les **inondations** et les **crues**, la probabilité d'**occurrence** des phénomènes sera donc généralement **appréciée** à partir d'informations historiques et éventuellement pluviométriques. En effet, il existe une forte corrélation entre l'apparition de certains phénomènes naturels - tels que crues torrentielles, inondations, avalanches - et des épisodes météorologiques particuliers. L'analyse des conditions météorologiques peut ainsi aider à l'analyse prévisionnelle de ces phénomènes.

Pour les **mouvements de terrain**, si les épisodes météorologiques particuliers peuvent aussi être à l'origine du déclenchement de tels phénomènes, la probabilité d'occurrence repose plus sur la notion de **prédisposition du site** à produire un événement donné dans un délai retenu. Une telle prédisposition peut être estimée à partir d'une démarche d'expert prenant en compte la géologie, la topographie et un ensemble d'autres observations.

III.2.3 Élaboration de la carte des aléas

C'est la représentation graphique de l'étude prospective et interprétative des différents phénomènes possibles.

Du fait de la grande variabilité des phénomènes naturels et des nombreux paramètres qui interviennent dans leur déclenchement, l'aléa ne peut être qu'estimé et son estimation reste complexe. Son évaluation reste en partie subjective, elle fait appel à l'ensemble des informations recueillies au cours de l'étude, au contexte géologique, aux caractéristiques des précipitations et à l'appréciation de l'expert chargé de réaliser l'étude.

Pour limiter cet aspect subjectif, des **grilles de caractérisation des différents aléas** ont été **définies** en collaboration avec le service de la DDT de l'Ariège avec une **hiérarchisation** en niveau ou degré. Ces grilles représentent une déclinaison de la pratique nationale validée par la DREAL.

Le niveau d'aléa en un site donné résultera d'une combinaison du facteur occurrence temporelle et du facteur intensité. On distinguera, **outre les zones d'aléa négligeable, 3 degrés** soit :

- les zones d'aléa faible (mais non négligeables), notées 1;
- les zones d'aléa moyen, notées 2 ;
- les zones d'aléa fort, notées 3.

Ces **grilles** avec leurs divers degrés sont globalement **établies en privilégiant l'intensité**.

Remarque :

- Chaque zone distinguée sur la carte des aléas est matérialisée par une limite et une couleur traduisant le degré d'aléa et la nature des phénomènes naturels intéressant la zone.
- Lorsque plusieurs types de phénomènes se superposent sur une zone, seul celui de l'aléa le plus fort est représenté en couleur sur la carte.

III.2.4 Méthodologie générale pour caractériser l'aléa

Le bureau d'étude Agerin a réalisé, entre 2017 et 2018 une étude de modélisation hydraulique 2D sur les ruisseaux du Salat, Lez, Baup et Carbalasse pour la commune de Saint Girons. Cette étude a été présentée, validée et portée à la connaissance de la commune en 2018 par le préfet de l'Ariège.

Dans le cadre de la révision du PPRN de Saint-Girons lancée en 2018, les résultats de la modélisation ont été retenus pour la définition de l'aléa inondation. Le rapport d'étude peut être consulté dans les annexes.

Les aléas mouvements de terrain, ruissellement, ravinement et inondation des petits ruisseaux ont été étudiés par méthode naturaliste (étude de la géomorphologie du terrain).

a) Méthodologie générale

La méthodologie retenue pour l'évaluation des aléas se base sur quatre étapes principales :

- ✓ La constitution d'une base documentaire et son analyse.
- ✓ L'analyse par photo-interprétation et l'analyse spatiale de la zone d'étude.
- ✓ L'analyse des caractéristiques hydrauliques et de la morphologie du terrain, au bureau et sur le terrain.
- ✓ Le croisement des données spatialisées sous SIG et la cartographie des aléas.

Le principe général est fondé sur la complémentarité des approches, qui doivent être organisées en une suite d'étapes de manière à couvrir l'ensemble du champ de connaissance, tout en progressant du général au particulier, du qualitatif au semi-quantitatif, voire au quantitatif. Ces approches, bien que successives, ne doivent pas être disjointes de manière à permettre une analyse transversale du risque. Au contraire, elles doivent s'interpénétrer, se recouper, de manière à permettre une vérification et un ajustement réciproque des résultats. Le but doit être la réalisation d'une étude comportant plusieurs volets à distinguer de plusieurs études différenciées et non interactives entre elles.

b) La constitution d'une base documentaire et son analyse

Elle consiste à obtenir les données d'archives :

- Les sources communales ou intercommunales (compte rendus de conseils municipaux ou syndicaux, compte rendu de travaux ou d'accidents, plans divers...).
- Les archives paroissiales (elles fournissent des indications précieuses pour les crues les plus anciennes) et départementales.
- Les sources administratives (Services de l'Etat, ONF, RTM, DREAL, Services Départementaux, SIDPC...).
- Les documents techniques (CEREMA, EDF, Météo-France, bureaux d'études, banques de données...)
- Les données spatiales (cartes précises, plans cadastraux, plans topographiques, photographies aériennes, cartes des laisses et cartes des crues et inondations, cartes géologiques et géomorphologiques...).
- Articles de presses (presse locale, nationale, spécialisée...).
- Témoignages, photographies.

c) L'analyse par photo-interprétation et l'analyse spatiale de la zone d'étude

Dans un premier temps, l'ensemble des données collectées est spatialisé sous un système d'information géographique de manière à pouvoir en étudier les emprises et les relations. Pour ce faire, les informations font l'objet de classements et d'analyses des superpositions (requêtes SIG).

Dans un second temps, une analyse en photo-interprétation est réalisée, notamment par un examen stéréoscopique (en relief) des photographies aériennes existantes (photographies à plusieurs échelles et de plusieurs natures).

Pour les mouvements de terrain, il sera recherché toutes les traces relevant du fonctionnement morphodynamique des versants (fluages, reptations, décrochements...) et les facteurs favorisant seront recherchés (ruptures de pentes héritées, circulations d'eau sous-jacentes...). Dans ce dernier cas, il peut être utilisé des couples stéréoscopiques couleurs (données IGN, 1/25 000). En effet, en dehors même d'une très bonne définition de l'image et d'une échelle assez grande (1/25 000), les images permettent une analyse fine des circulations d'eau, notamment en mettant en évidence les sorties d'eau ou les discordances dans les circulations. Concrètement, cela permet une très bonne et très précoce détection des phénomènes et particulièrement des fluages et des glissements par décrochements ou rotation. Cette méthode permet aussi d'affiner la localisation des contacts géologiques argileux, sièges fréquents de mouvements. Il est ainsi mené une recherche des indices de mouvements tels que bourrelets, arbres penchés, dégâts aux structures des constructions, dégâts aux réseaux, blocs erratiques, accidents de drainage, ravines plus ou moins végétalisées. Ces investigations se concentrent sur les phénomènes connus dans les formations géologiques rencontrées.

Puis, sur les mêmes photographies aériennes une analyse hydrogéomorphologique est menée. Elle s'appuie sur l'examen des indices et marqueurs des morphodynamiques fluviales récentes (et plus anciennes). Elle permet de distinguer les éléments structurants de la morphologie fluviale (lit mineur, lit majeurs, rebords de terrasses, chenaux fonctionnels, paléo-chenaux...). En effet, dans une plaine alluviale fonctionnelle les crues successives, laissent les traces d'érosions et de dépôts qui construisent la géomorphologie fluviale des lits mineurs et majeurs. Ainsi, certaines formes permettent de distinguer des zones d'emprises pour les crues fréquentes, moyennes et rares tout en donnant des indices précieux sur l'intensité et la fréquence des phénomènes dans chaque zone étudiée. Ainsi, une analyse par un géomorphologue fluvial qualifié permet de connaître et de délimiter les modèles fluviaux caractéristiques des différentes crues rencontrées, notamment par crue de référence fixant les limites théoriques de l'emprise des inondations.

De cette manière, il est possible de différencier précisément :

- Les zones inondées fréquemment qui se caractérisent par un relief composé d'atterrissements (avec des matériaux peu altérés, sans structures pédologiques et peu enrichis en matière organique du fait d'un faible temps pour la pédogenèse) et des chenaux dont les pentes de berges témoignent de l'intensité des débordements (plus les débordements sont intenses et fréquents, plus les pentes de berges sont vives).

En général, si la pression agricole n'est pas trop forte, nous sommes dans cette zone en présence de forêts alluviales. D'ailleurs, la végétation permet elle aussi de distinguer le fonctionnement morphologique (alternance d'essence pionnière, d'essence de bois tendre et d'essence de bois dure).

- La partie fonctionnelle active du lit majeur, inondable fréquemment (entre 5 et 20 ans) est composée d'une succession de chenaux actifs et d'interfluves alluviaux. Dans ces zones, on peut distinguer de nombreux chenaux qui se recoupent, certains étant fonctionnels et d'autres non actifs. Lorsque l'on étudie les matériaux, ces derniers sont faiblement enrichis en matière organique et la structure pédologique se limite à un début d'horizon A superficiel (soit une structure du sol peu développée). Pour les cours d'eau disposant d'une grande plaine alluviale cet espace fluvial peut se développer sur plusieurs centaines de mètres de largeur. Dans la quasi-totalité des situations cette zone n'est pas occupée par l'habitat ancien.
- Les zones de remplissage du lit majeur s'étendent jusqu'au contact avec les rebords de la terrasse issue de la dernière période froide ou avec le substrat sous-jacent. Il s'agit en général d'un espace pratiquement plat, avec peu ou pas de trace de chenaux fonctionnels (présence toutefois de paléo-chenaux pas ou peu fonctionnels, voire de chenaux hérités peu fonctionnels). Cet espace n'est concerné que par les plus fortes crues. Sur un plan pédologique, on trouve de vrais sols avec horizons A et B marqués, sols développés sur des dépôts alluviaux généralement limoneux. Dans les parties basses, on trouve des sols hydromorphes à gleys ou à pseudo-gleys. Cette zone, sur le plan humain, peut être l'objet d'une urbanisation ancienne, mais généralement sur ses marges.

d) L'analyse des caractéristiques hydrauliques et de la morphologie du terrain

A la suite de la phase précédente, une analyse hydraulique du terrain a été menée. Elle a pris en compte les aménagements anthropiques de la zone inondable, notamment les ouvrages hydroélectriques (remous, ressaut...), les ponts, quais, les remblais, routes, aménagements de berges, l'urbanisation. Cette approche permet de prendre en compte, par une observation de terrain et par le calcul, des phénomènes atypiques (écoulements perchés, respiration alluviale de la zone d'écoulement par exemple) ou des singularités (charges, décharges, ressauts, remous...). Toutefois, cette démarche ne fait que compléter l'analyse hydromorphologique, elle ne conduit pas à une modélisation hydraulique.

Les moyens mis en œuvre :

Pour la partie analyse de type HGM, les moyens mis en œuvre pour l'application, l'affinage et la validation des cartes sont donc multiples.

- L'utilisation des documents existants récents (études hydraulique, cartographie informative des zones inondables, ...), mais aussi des documents plus anciens (cartographie de crues, relevés hydrométriques, articles de presse, photographies...).
- La recherche et nivellement des repères de crues et des niveaux atteints aux stations hydrométriques en service ou anciennes (données banque hydro, données des Grande Forces Hydrauliques).
- La reconstitution des profils en long de la crue de référence lorsque cela est possible.
- L'examen détaillé, sur le terrain et par photo-interprétation de la morphologie de la zone inondable supposée et de ses marges.
- L'analyse des structures stratigraphiques superficielles des alluvions.
- Une enquête de terrain auprès des riverains et des utilisateurs de l'espace inondables (agriculteurs, collectivités...).

Pour les mouvements de terrain, une étude géomorphologique de terrain très détaillée est réalisée sur le territoire d'étude. Il s'agit d'affiner la connaissance des conditions de mise en place du modelé récent, de vérifier les phénomènes morphodynamiques en cours et leurs limites précises. Notamment, cela conduit à mener une recherche des indices de mouvements tels que :

- Les bourrelets, les fluages, les décrochements, les affaissements ou encore les gradins dans les pentes,
- Les arbres ou poteaux penchés ou mal alignés,
- Les dégâts aux structures des constructions et les dégâts aux réseaux,
- Les blocs erratiques à l'aval des zones rocheuses ou des talus,
- Les accidents de drainage,
- Les ravines plus ou moins végétalisées.

e) La modélisation hydraulique

La modélisation hydraulique réalisée en 2016-2017, présentée, validée et portée à la connaissance de la commune en 2018 par le préfet de l'Ariège, a été retenue pour le volet inondation des quatre principaux cours d'eau de la commune de Saint-Girons, le Salat, le Lez, le Baup et le Carbalasse.

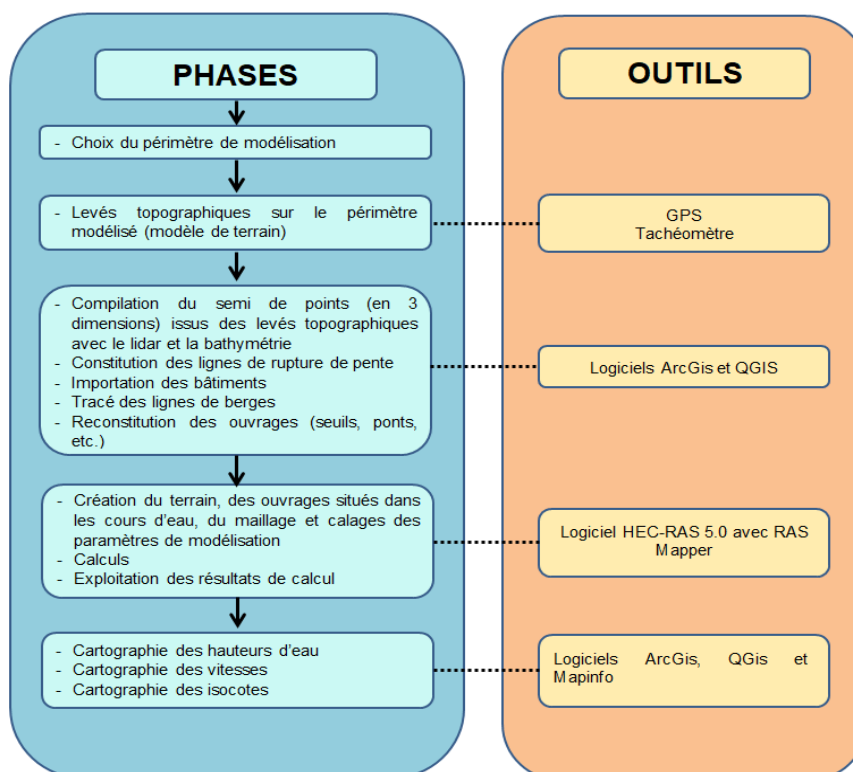
Cette démarche permet de disposer d'une connaissance fine de l'inondation sur la commune de Saint-Girons, s'appuyant sur des modélisations hydrauliques en 2D en régime transitoire des différents cours d'eau pour les zones à enjeux. Cette partie a conduit à l'établissement d'une carte des aléas, s'appuyant sur les cartes de hauteurs d'eau et de vitesse issues des modélisations.

Pour modéliser les écoulements dans les zones supposées à risques, nous avons utilisé le logiciel HEC-RAS 5.0 qui nous permet de calculer la répartition spatiale de l'inondation de façon précise et localisée.

Le principe a été de créer une maquette numérique de la zone étudiée sur laquelle en utilisant des données topographiques fines de la zone inondée et des lits des cours d'eau. Puis, à l'aide d'un modèle numérique, nous avons simulé les écoulements d'une crue de débit et de durée connue sur cette maquette numérique. Grâce aux relevés effectués sur le terrain, nous prenons en compte les spécificités du cours d'eau, des ouvrages et des zones inondables.

Une fois les résultats des modèles connus, ils ont fait l'objet d'une validation de terrain, et d'un affinage cartographique pour prendre en compte le détail des constructions et des infrastructures (routes, remblais...). Puis les contours des zones ont été lissés afin d'afficher une sémiologie claire et compréhensible.

Les moyens mis en œuvre :



f) Le croisement des données spatialisées sous SIG et la cartographie des aléas

A la fin de cette démarche, l'ensemble des données collectées et des résultats d'analyse est regroupé au sein d'un SIG, les différents éléments sont cartographiés, et de multiples analyses spatiales permettent d'obtenir une vue synthétique des phénomènes et de leur intensité.

Ainsi, cela permet l'établissement de cartes d'aléas précises en appliquant les valeurs discriminantes pour chaque classe d'aléas dans chaque type de phénomènes, en application de la réglementation et des doctrines régionales définies par la DREAL Occitanie.

III.2.5 Les aléas

a) L'aléa inondation

Caractérisation

L'aléa de référence est défini par rapport à la **plus forte crue connue** ou par rapport à la crue centennale si cette dernière est plus importante que la crue historique maximale. Pour le Salat et le Lez et le Baup, nous disposons de nombreux éléments techniques dont la modélisation hydraulique en 2 dimensions réalisée dans le cadre de l'étude préalable à la révision du PPRN.

A partir des données topographiques et de la reconstitution de l'écoulement pour la crue de référence, le modèle permet de tracer des isocotes du plan d'eau, de connaître les hauteurs d'eau et des vitesses de manière fine.

Ainsi, pour les secteurs modélisés les critères sont les suivants:

Aléa	Indice	Critères
Fort	I3	Vitesses supérieures à 1 m/s et/ou hauteurs supérieures à 1 m
Moyen	I2	Vitesses supérieures à 0.5 m/s et/ou hauteurs supérieures à 0.5 m
Faible	I1	Vitesses inférieures à 0.5 m/s et hauteurs inférieures à 0.5 m

Pour les secteurs n'ayant pas fait l'objet de modélisation, les critères de classification sont les suivants :

Aléa	Indice	Critères
Fort	13	<ul style="list-style-type: none"> • Lit mineur de la rivière avec bande de sécurité de largeur variable, selon la morphologie du site, la stabilité des berges • Zones affouillées et déstabilisées par la rivière (notamment en cas de berges parfois raides et constituées de matériaux de mauvaise qualité mécanique) • Zones de divagation fréquente des rivières entre le lit majeur et le lit mineur • Zones atteintes par des crues passées avec transport de matériaux grossiers et/ou lame d'eau de plus de 1 m environ • En cas de prise en compte des ouvrages, par exemple : <ul style="list-style-type: none"> ◦ bande de sécurité derrière les digues ; ◦ zones situées à l'aval de digues jugées notablement insuffisantes (du fait d'une capacité insuffisante du chenal ou de leur fragilité liée le plus souvent à la carence ou à l'absence d'un maître d'ouvrage). • Zones planes, recouvertes par une accumulation et une stagnation, sans vitesse, d'eau "claire" (hauteur supérieure à 1 m) susceptible d'être bloquée par un obstacle quelconque, en provenance notamment : <ul style="list-style-type: none"> ◦ du ruissellement sur versant ◦ du débordement d'un ruisseau torrentiel • Fossés pérennes hors vallée alluviale y compris la marge de sécurité de part et d'autre
Moyen	12	<ul style="list-style-type: none"> • Zones atteintes par des crues passées avec lame d'eau de 0,5 à 1 m environ et sans transport de matériaux grossiers • Zones situées à l'aval d'un point de débordement potentiel avec possibilité de transport de matériaux grossiers • Zones situées à l'aval d'un point de débordement potentiel avec écoulement d'une lame d'eau entre 0,5 et 1 m environ et sans transport de matériaux grossiers • En cas de prise en compte des ouvrages, par exemple : zones situées au-delà de la bande de sécurité pour les digues jugées suffisantes (en capacité de transit) mais fragiles du fait de désordres potentiels (ou constatés) liés à l'absence d'un maître d'ouvrage ou à sa carence en matière d'entretien. • Zones planes, recouvertes par un flux d'eau de vitesse faible avec une hauteur comprise entre 0,5 et 1 m susceptible d'être bloquée par un obstacle quelconque, provenant notamment: <ul style="list-style-type: none"> ◦ du ruissellement sur versant, ◦ du débordement d'un ruisseau torrentiel ou d'un fossé hors vallée alluviale.
Faible	11	<ul style="list-style-type: none"> • Zones atteintes par des crues passées sans transport de matériaux grossiers et une lame d'eau de moins de 0,5 m avec des vitesses susceptibles d'être très faibles • Zones situées à l'aval d'un point de débordement potentiel avec écoulement d'une lame d'eau de moins de 0,5 m environ et sans transport de matériaux grossiers • En cas de prise en compte des ouvrages, par exemple : zones situées au-delà de la bande de sécurité pour les digues jugées satisfaisantes pour l'écoulement d'une crue au moins égale à la crue de référence, sans risque de submersion brutale pour une crue supérieure et en bon état du fait de l'existence d'un maître d'ouvrage. • Zones planes, recouvertes par une accumulation et une stagnation, sans vitesse, d'eau "claire" (hauteur inférieure à 0,5 m) susceptible d'être bloquée par un obstacle quelconque, en provenance notamment : <ul style="list-style-type: none"> ◦ du ruissellement sur versant ; ◦ du débordement d'un ruisseau torrentiel ou d'un fossé hors vallée alluviale.

Localisation

L'aléa d'inondation est largement présent sur la zone d'étude du PPRN.

L'aléa inondation est dû principalement aux quatre cours d'eau modélisés, soit le Salat, le Lez, le Baup et le Carbalasse.

Pour le Salat, le centre historique de Saint-Girons est largement touché, avec de nombreux secteurs en aléa fort, dont certains susceptibles d'être inondés par plusieurs mètres d'eau. La rive gauche, et la partie basse de la rive droite entre la confluence avec le Salat et la déviation sont particulièrement concernées. A cela, il faut ajouter l'inondation de la partie haute en rive droite, qui concerne beaucoup d'enjeux, même si l'aléa n'est que moyen et faible.

Pour le Lez, l'emprise inondable est moindre même si certaines zones, comme la rive droite en amont du pont de la déviation (entre le Lez et l'Avenue Fernand Loubet), se caractérisent par des fortes hauteurs et vitesses dans un contexte d'urbanisation forte.

Pour le Baup, l'emprise inondable est plus modeste et les enjeux moindres. Toutefois, on note quelques maisons en zone d'aléa fort et moyen près de la confluence avec le Salat, mais aussi des enjeux en aléa moyen et faible dans le secteur de l'Allée Gaston Massat.

Pour le Carbalasse, l'emprise de la zone inondable est très importante pour un cours d'eau très modeste. Cela s'explique par la morphologie pratiquement plate qui favorise un étalement de l'inondation dans toute la plaine d'Eycheil, ce qui se traduit par une vaste zone inondable mais en aléa faible majoritairement. Un fossé d'origine anthropique passe derrière le bâtiment de Carrefour et rejoint le Carbalasse peu au sud de l'avenue de la Résistance.

b) L'aléa ruissellement sur versant et ravinement

Caractérisation

Le ruissellement est la circulation de l'eau qui se produit sur les versants en dehors du réseau hydrographique. Il existe différents types de ruissellement :

- Le ruissellement diffus dont l'épaisseur est faible et dont les filets d'eau buttent et se redivisent sur le moindre obstacle,
- Le ruissellement concentré organisé en rigoles parallèles le long de la plus grande pente. Il peut commencer à éroder et marquer temporairement sa trace sur le versant,
- Le ruissellement en nappe, plutôt fréquent sur les pentes faibles, occupe toute la surface du versant.

Le ruissellement apparaît lorsque les eaux de pluie ne peuvent plus s'infiltrer dans le sol. Ce refus d'absorber les eaux en excédent apparaît lorsque l'intensité des pluies est supérieure à l'infiltrabilité de la surface du sol (ruissellement «hortonien»), soit lorsque la pluie arrive sur une surface partiellement ou totalement saturée par une nappe (ruissellement par saturation). On peut aussi observer une combinaison des deux phénomènes. L'eau qui ruisselle va alors alimenter directement le thalweg en aval.

Le ruissellement est d'autant plus important que les terrains sont plus imperméables, le tapis végétal plus faible, la pente plus forte et les précipitations plus violentes. Il est la cause de phénomènes d'érosion, car l'eau, en ruissellement sur la parcelle, emporte avec elle des particules de terre. Il contribue également aux crues des cours d'eau, provoquant parfois des inondations et des coulées de boue.

Mais le ruissellement reste naturel et on ne peut l'empêcher. Toutefois, l'intervention humaine est parfois source d'aggravation de ce phénomène.

Les facteurs aggravants :

- les techniques agricoles non adaptées (modifications des pratiques culturales, taille des parcelles, suppression des haies et des fossés),
- l'urbanisation croissante.

Le tableau ci-dessous présente les critères de caractérisation de l'aléa ravinement et ruissellement sur versant.

Aléa de référence : plus fort phénomène connu, ou si celui-ci est plus faible que le phénomène correspondant à la pluie journalière de fréquence "centennale", ce dernier.

Aléa	Indice	Critères
Fort	V3	<ul style="list-style-type: none"> Versant en proie à l'érosion généralisée (badlands). Exemples : <ul style="list-style-type: none"> présence de ravines dans un versant déboisé griffe d'érosion avec absence de végétation effritement d'une roche schisteuse dans une pente faible affleurement sableux ou marneux formant des combes Axes de concentration des eaux de ruissellement, hors torrent
Moyen	V2	<ul style="list-style-type: none"> Zone d'érosion localisée. Exemples : <ul style="list-style-type: none"> griffe d'érosion avec présence de végétation clairsemée écoulement important d'eau boueuse, suite à une résurgence temporaire Débouchés des combes en V3 (continuité jusqu'à un exutoire)
Faible	V1	<ul style="list-style-type: none"> Versant à formation potentielle de ravine Écoulement d'eau plus ou moins boueuse sans transport de matériaux grossiers sur les versants et particulièrement en pied de versant.

Localisation

La commune de Saint-Girons est assez peu concernée par le phénomène de ruissellement/ravinement.

Des axes de ruissellement marqués, ou fossés, sont présents dans la partie nord de la commune, au lieu-dits « Les Mariats », « Mandette », « Palétès » ou encore au niveau du chemin de Pegoumas.

On trouve également quelques zones de ruissellement diffus voir marqués en tête des combes dans les versants en partie est de la commune, au sein des terrains tendres quaternaires récents.

c) L'aléa chute de pierres et de blocs

Caractérisation

Les critères de classification des aléas, **en l'absence d'étude spécifique** (trajectographie par exemple), sont les suivants :

Aléa	Indice	Critères
Fort	P3	<ul style="list-style-type: none">• Zones exposées à des éboulements en masse, à des chutes fréquentes de blocs ou de pierres avec indices d'activité (éboulis vifs, zone de départ fracturée, falaise, affleurement rocheux)• Zones d'impact• Bande de terrain en pied de falaises, de versants rocheux et d'éboulis (largeur à déterminer, en général plusieurs dizaines de mètres)• Auréole de sécurité à l'amont des zones de départ
Moyen	P2	<ul style="list-style-type: none">• Zones exposées à des chutes de blocs et de pierres isolées, peu fréquentes (quelques blocs instables dans la zone de départ)• Zones exposées à des chutes de blocs et de pierres isolées, peu fréquentes, issues d'affleurements de hauteur limitée (10-20 m)• Zones situées à l'aval des zones d'aléa fort• Pentes raides dans versant boisé avec rocher sub-affleurant sur pente > 70 %• Remise en mouvement possible de blocs éboulés et provisoirement stabilisés dans le versant sur pente > 70 %
Faible	P1	<ul style="list-style-type: none">• Zones d'extension maximale supposée des chutes de blocs ou de pierres (partie terminale des trajectoires présentant une énergie très faible)• Zones de chutes de petites pierres• Pentes moyennes boisées parsemée de blocs isolés, apparemment stabilisés (ex. : blocs erratiques)

Remarque:

La carte des aléas est établie en prenant en compte généralement le rôle joué par la forêt, en l'explicitant dans le rapport et en précisant l'éventuelle nécessité de son entretien.

Localisation

Malgré la présence de formations géologiques massives (calcaires, dolomies, etc.), celles-ci sont largement altérées et/ou recouvertes par les formations quaternaires. Ainsi, elles n'affleurent que rarement. Peu d'enjeux sont donc exposés au phénomène.

Au niveau de la route menant à la déchetterie (lieu-dit "La Vielle Tuilerie"), on trouve des affleurements calcaires (Aalénienspérieur-Bathonien, Lias inférieur) à l'aplomb des bâtiments situés immédiatement en pied de versant. Ici la roche présente un faciès assez fracturé pouvant dégager des blocs de l'ordre du m³, en particulier lors des cycles gel-dégel (phénomène de cryoclastie) printaniers. Les façades nord des bâtiments sont donc concernées par un aléa moyen à fort de chute de bloc.



Figure 3 : Section fracturée d'un des affleurements rocheux à l'aplomb des bâtiments (AGERIN)

On trouve quelques affleurements importants (d'une dizaine de mètres) à l'extrémité nord-est de la commune, le long de la voie verte.

Le phénomène de chute de blocs est également présent à l'ouest de Saint-Girons, dans le versant surplombant Sières. La piste menant au canal et le versant sont concernés par un aléa moyen P2 de chute de blocs issus des formations colluvionnaires drapant le secteur. On observe au niveau de la route mais également à la surface, la présence de nombreux blocs de tailles très variables (de centimétriques à décimétriques).



Figure 4 : Colluvions le long de la piste (Source AGERIN)

Le phénomène de chute de blocs est très présent dans la partie sud mais ne concerne aucun bâtiment. Des aléas moyens à forts sont attribués au versant surplombé par le Tuc des Miliagues avec la présence d'affleurements rocheux importants (Rochers des Garberots). Des éboulis issus des calcaires aptiens sont également présents au niveau des reliefs (Oiouad, Quère de la Trémau, Pic des Corbeaux). La piste d'accès à la forêt de la Hajau, surplombée par des affleurements calcaires et des zones d'éboulis vifs, est concernée par un aléa moyen au niveau du Tuc de la Pelade.



Figure 5 : Éboulis vifs et affleurements rocheux au niveau de la piste forestière (Source AGERIN)

d) L'aléa glissement de terrain

Caractérisation

L'aléa glissement de terrain a été hiérarchisé par différents critères, notamment :

- La nature géologique des terrains concernés ainsi que les particularités structurales et stratigraphiques qui l'affectent. La perméabilité d'un matériau, son état d'altération, sont des facteurs qui conditionnent également le déclenchement de glissements de terrain et sont donc pris en compte ;
- La pente plus ou moins forte du terrain ;
- La présence plus ou moins importante d'indices de mouvements (niches d'arrachement, bourrelets, ondulations, fluages) ;
- La présence de circulations d'eau permanentes ou temporaires, plus ou moins importantes qui contribuent à l'instabilité des masses.

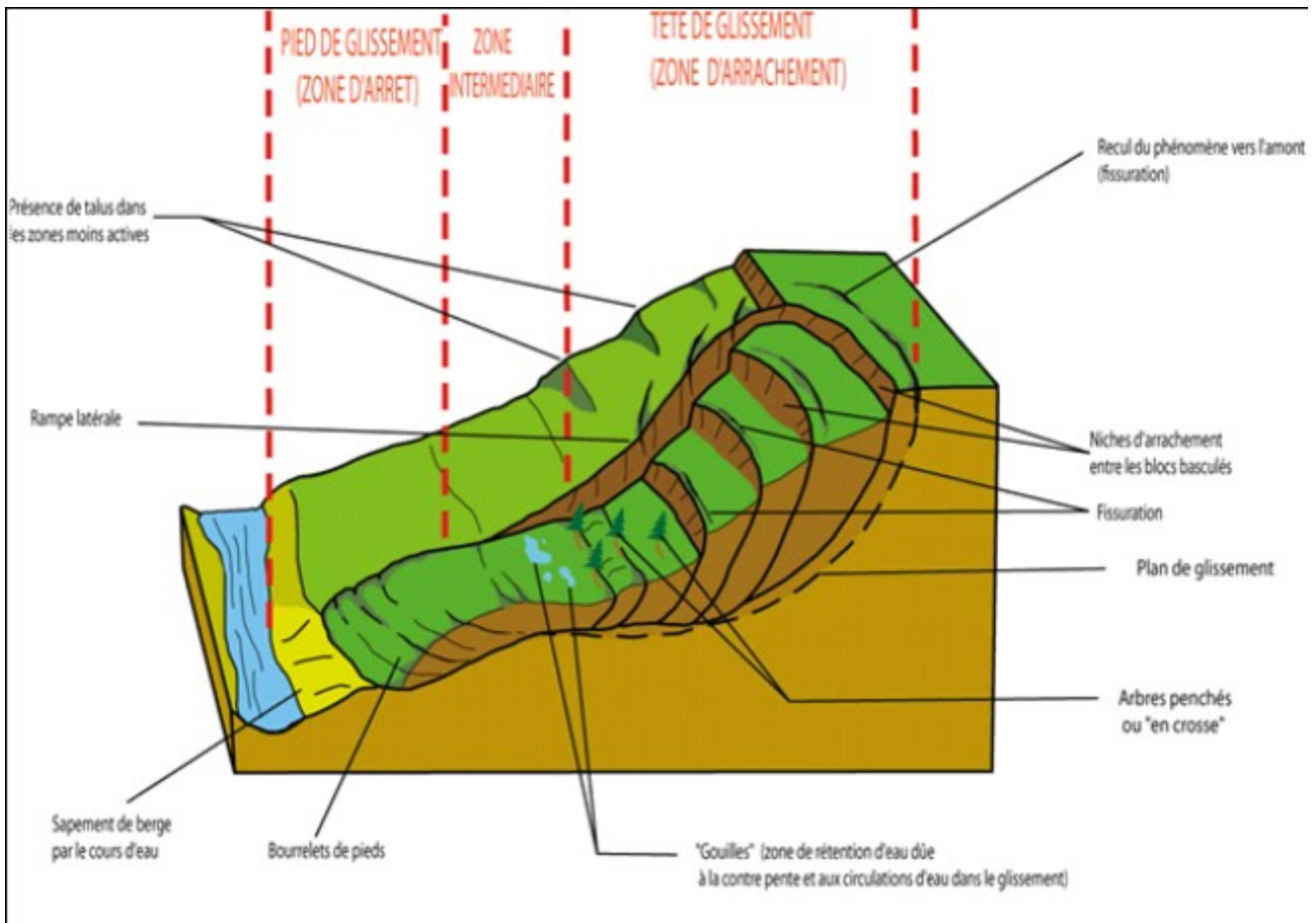


Figure 6 : Description schématique d'un glissement de terrain (source: AGERIN)

De nombreuses zones, dans lesquelles aucun phénomène actif n'a été décelé, sont pourtant définies comme étant soumises à un aléa faible - voire moyen - de mouvements de terrain. L'explication réside dans le fait que le zonage traduit un contexte topographique ou géologique dans lequel une **modification des conditions actuelles** pourrait induire l'**apparition** de nombreux **phénomènes**. Ce type de terrain est ainsi qualifié de «sensible» ou «prédisposé».

Le facteur déclenchant peut être :

- d'origine **naturelle** : c'est l'exemple des fortes pluies, jusqu'au phénomène centennal. Ce type d'événement a pour conséquence une augmentation importante des pressions interstitielles qui deviennent alors insupportables pour le terrain. Les séismes ou l'affouillement de berges par un ruisseau sont aussi des facteurs déclenchant ;

- d'origine **anthropique** suite à des travaux de terrassement par exemple, une surcharge en tête d'un talus ou sur un versant déjà instable, ou une décharge en pied de versant supprimant ainsi une butée stabilisatrice. Une mauvaise gestion des eaux peut également être à l'origine d'un déclenchement de glissement.

La classification est la suivante :

Aléa	Indice	Critères	Exemples de formations géologiques sensibles
Fort	G3	<ul style="list-style-type: none"> • Glissements actifs dans toutes pentes avec nombreux indices de mouvements (niches d'arrachement, fissures, bourrelets, arbres basculés, rétention d'eau dans les contre-pentes, traces d'humidité) et dégâts au bâti et/ou aux axes de communication • Auréole de sécurité autour de ces glissements, y compris zone d'arrêt des glissements (bande de terrain peu pentue au pied des versants instables, largeur minimum 15 m) • Zone d'épandage des coulées boueuses (bande de terrain peu pentue au pied des versants instables, largeur minimum 15 m) • Glissements anciens ayant entraîné de très fortes perturbations du terrain • Berges des torrents encaissées qui peuvent être le lieu d'instabilités de terrains lors de crues 	<ul style="list-style-type: none"> • Couvertures d'altération des marnes et calcaires argileux d'épaisseur connue ou estimée \geq à 4 mètres. • Moraine argileuse. • Argiles alacio-lacustres. • Molasses argileuses. • Schistes très altérés. • Zone de contact couverture argileuse / rocher fissuré.

Aléa	Indice	Critères	Exemples de formations géologiques sensibles
Moyen	G2	<ul style="list-style-type: none"> • Situation géologique identique à celle d'un glissement actif et dans les pentes fortes à moyennes (de l'ordre de 20 à 70 %) avec peu ou pas d'indices de mouvement (indices estompés) • Topographie légèrement déformée (mamelonnée liée à du fluage) • Glissement ancien de grande ampleur actuellement inactif à peu actif • Glissement actif mais lent de grande ampleur dans des pentes faibles (< 20 % ou inférieure à l'angle de frottement interne des matériaux du terrain instable) sans indice important en surface 	<ul style="list-style-type: none"> • Couvertures d'altération des marnes et calcaires argileux d'épaisseur connue ou estimée < à 4 m. • Moraine argileuse peu épaisse. • Molasses sablo-argileuses. • Eboulis argileux anciens. • Argiles glacio-lacustres.
Faible	G1	<ul style="list-style-type: none"> • Glissements potentiels (pas d'indice de mouvement) dans les pentes moyennes à faibles (de l'ordre de 10 à 30 %) dont l'aménagement (terrassement, surcharge...) risque d'entraîner des désordres compte tenu de la nature géologique du site 	<ul style="list-style-type: none"> • Pellicule d'altération des marnes, calcaires argileux et schistes • Moraine argileuse peu épaisse • Molasse sablo-argileuse

Remarque:

La carte des aléas est établie, sauf exceptions dûment justifiées, en ne tenant pas compte de la présence d'éventuels dispositifs de protection.

La profondeur des glissements peut varier de quelques décimètres à plusieurs mètres. Elle est induite par différents facteurs tels que l'épaisseur de terrain meuble en surface, l'importance des lentilles argileuses, les circulations d'eau souterraines, la présence de discontinuité et de ruptures préexistantes...

L'eau est le principal moteur des glissements de terrain et sa présence diminue la stabilité des terrains en réduisant leurs qualités mécaniques, en créant des pressions interstitielles, en lubrifiant les interfaces entre les diverses formations, etc. Les terrains ainsi fragilisés se mettent en mouvement sous l'effet de la gravité (pente).

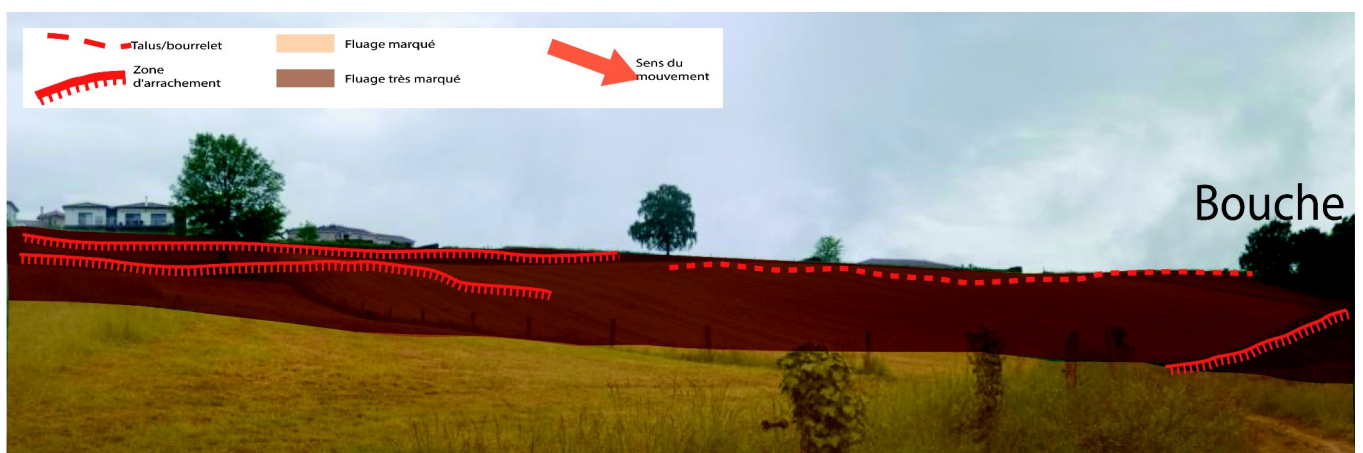
Les observations réalisées pour l'élaboration de cette étude se limitent à des reconnaissances externes. De telles investigations ne permettent pas de déterminer de manière certaine la profondeur des glissements, ni la présence de terrains sensibles en profondeur lorsque aucun glissement déclaré n'affecte la zone. Les indices recherchés sont essentiellement des détails topographiques (arrachements, bourrelets, moutonnements) mais aussi des désordres provoqués par les glissements (routes déformées, constructions fissurées, etc.).

Localisation

- **Secteurs nord-est :**

Du fait de la présence de terrains très argileux dans ce secteur, on observe de nombreux indices de fluages (zones de ruptures de pentes importantes, talus, gradins, etc.). Plusieurs zones bien visibles sur les photographies aériennes anciennes sont aujourd'hui masquées puisqu'elles ont été densément reboisées. Néanmoins, ces instabilités sont observables in-situ.

On trouve ainsi de nombreux secteurs ayant un modelé caractéristique de fluage modéré dans des terrains dolomitiques du Lias et du Keuper souvent altérés et recouverts par les formations récentes peu stables (formations colluvionnaires de versants, alluvions). Une grande partie de ces secteurs est concernée par un aléa moyen de glissement de terrain G2, généralement suivi d'un aléa faible lorsque la pente vient à diminuer.



Ces fluages lents peuvent cependant être aggravés en cas de modification et/ou de déstabilisation des terrains à l'aval (décaissement par exemple). On observe un glissement de terrain assez actif (aléa fort G3) au sud du lieu-dit "Les Mariats" de part et d'autres de la route menant à Saint-Martin. On observe ici des zones d'arrachements bien marquées et peu végétalisées à l'amont, et des talus marqués à l'aval de la route.

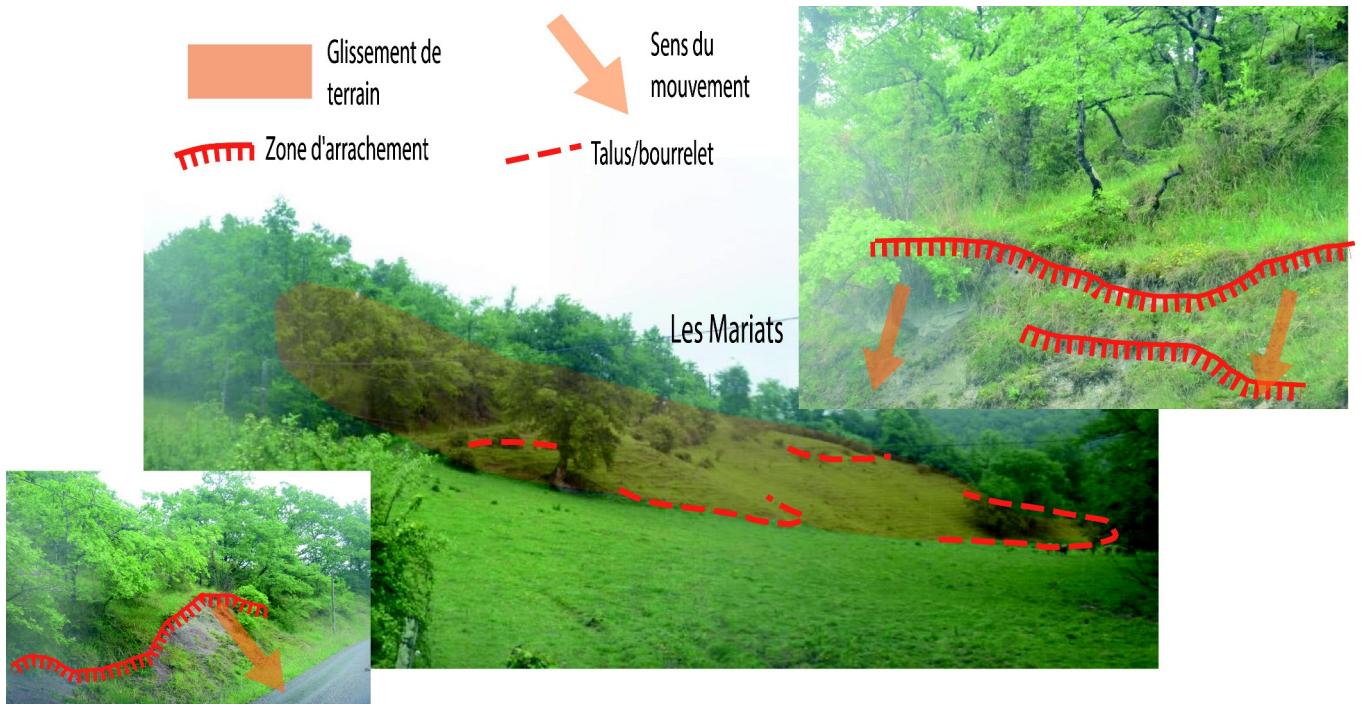


Figure 8 : Zone de glissement au sud du lieu-dit "Les Mariats" (Source AGERIN)

On note cependant que très peu d'enjeux sont touchés par le phénomène puisque la majorité des bâtiments sont situés au niveau de crêtes ou de replats.

- **Secteurs nord :**

Les terrains à l'amont du ruisseau du Baup, situés à l'extrémité nord de la commune, présentent des pentes marquées, des zones d'arrachement localisées, ainsi que de nombreuses traces de fluage (arbres en crosses, talus et bourrelets). On observe également dans la partie amont du quartier de Marsan (commune de Saint-Lizier) de nombreux désordres (fissurations) sur les bâtiments. Ces secteurs sont concernés par un aléa moyen de glissement de terrain.

- **Secteurs nord-ouest :**

Le versant au nord-ouest de la commune est assez peu concerné par le phénomène de glissement de terrain au vue de la présence de pentes faibles : le secteur de Loubo et celui de Lédar sont concernés par un aléa faible G1.

- **Secteurs sud-ouest :**

Aux abords de la ville de Saint-Girons, on observe des terrains alluvionnaires puis colluvionnaires pouvant être sensibles au phénomène de fluage, voire de glissement en particulier dans les zones où la pente devient plus marquée. Ainsi, les terrains surplombant la route départementale 618 sont concernés par un aléa faible de glissement de terrain G1 (quartiers de Villefranche et du Chalet). On trouve à l'amont de la zone commerciale de la Plaine d'Eycheil des zones de glissement fort G3 et moyen G2, certainement issues du décaissement effectué à l'aval. Si ce glissement semble aujourd'hui en cours de végétalisation, des bourrelets et des niches d'arrachements sont encore bien visibles et il pourrait se produire des réactivations localisées.

Les terrains à l'amont du quartier de Beauregard sont concernés par un aléa faible G1 étant donné le modelé (séries de talus peu marqués) caractéristique d'un fluage lent dans les formations de pentes récentes.

Plus au sud, au delà des hameaux d'Encausse et de la Chicane, on trouve des pentes plus marquées avec la présence de talus et bourrelets lorsque les terrains quaternaires surplombant les calcaires et/ou dolomies du Jurassique gagnent en épaisseur. A l'amont du lieu-dit de Gelach, on observe des zones d'arrachements au-dessus de la route au niveau d'un passage de talweg.

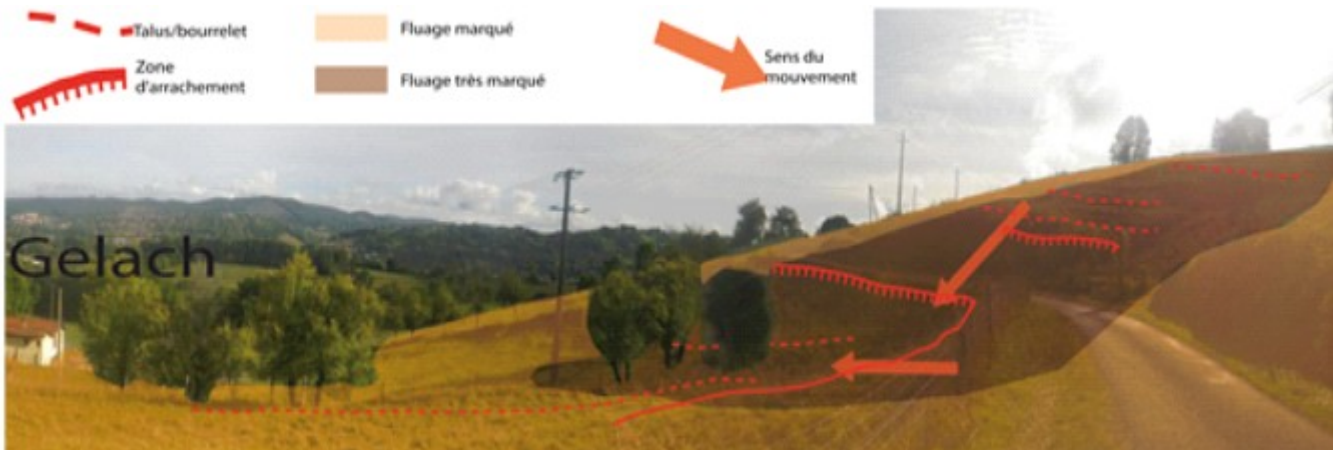


Figure 9 : Zone de glissement à l'amont de Gelach (Source AGERIN)

Ces terrains sont recoupés par la route dans une zone boisée après la Croix de Saudech. De nombreux signes de mouvements de terrains sont observables in situ : zones d'arrachement, poteaux penchés, arbres en crosses, traces de fissuration sur la route. Un aléa moyen G2 de glissement est attribué à ce secteur. Les terrains alentours moins pentus, où des traces de fluages lents sont observées, sont concernés par un aléa faible G1.



Figure 10 : Route à l'amont de Gelach : poteaux penchés, arbres en crosse et désordre sur chaussée (Source AGERIN)

e) L'aléa affaissement - effondrements

Caractérisation

Les affaissements / effondrements sont des mouvements de terrain consécutifs à l'évolution de cavités souterraines d'origine naturelle (karsts, poches de gypse...) ou anthropique (mines, carrières, ouvrages souterrains...). Cette évolution a pour origine la dégradation du toit ou des parois des cavités du fait des circulations d'eau, de surcharge en surface ou des vibrations (secousses sismiques, circulation routières, travaux, ...).

Ces deux phénomènes se distinguent de la façon suivante :

- Les affaissements sont représentés par des dépressions topographiques sans rupture apparente, généralement en forme de cuvette. Elles sont dues au fléchissement lent et progressif des terrains de couverture ;
- Les effondrements résultent de la rupture des appuis ou du toit d'une cavité souterraine, de la dissolution de gypse ou encore de la présence de réseau karstique. Cette rupture se propage jusqu'en surface de manière plus ou moins brutale, et détermine l'ouverture d'une excavation généralement cylindrique.

Leur cartographie reste difficile à appréhender et se base sur les critères de prédisposition naturels de la zone d'étude à ces phénomènes ainsi que sur les indices géomorphologiques. Les niveaux d'aléa seront déterminés à partir de la grille suivante :

Aléa	Indice	Critères
Fort	F3	Zones et axes d'effondrements existants. Zones exposées à des effondrements brutaux de cavités souterraines naturelles (présences de signes en surface de mouvements à composante verticale). Zone d'exploitation minière présentant des risques. Anciennes galeries et carrières abandonnées avec circulation d'eau. Affaissements locaux (dolines) marqués. Présence de gypse affleurant ou à proximité de la surface.
Moyen	F2	Dépressions fermées ou modelé caractéristique d'un comblement (terrains très plats avec des contacts très francs sur les bords). Zone d'extension possible du Paléokarst au fond des vallées sèches. Phénomènes de suffosions. Dépressions topographiques souples. Zone de galeries de carrières en l'absence d'indice de mouvements de surface.
Faible	F1	Affleurements de formations géologiques susceptibles de subir des effondrements en l'absence d'indices de mouvements superficiels (hors gypses). Zone d'extension possible de Paléokarst. Zone de suffosion potentielle.

Localisation

La majeure partie de la commune de Saint-Girons est caractérisée par la présence de formation calcaire / dolomitique du Trias, Jurassique et du Crétacé. Il s'agit de formation karstique, pouvant être affectée par un réseau de cavités plus ou moins développées.

Ceci est confirmé par :

- la présence de nombreuses dolines, dépressions topographiques plus ou moins circulaires, observées majoritairement sur la partie sud de la commune, sur l'ensemble de ces formations carbonatées. Les dépressions les plus marquées ont été classées en aléa fort F3, en prenant une auréole de sécurité en aléa moyen F2. Lorsqu'un secteur présente plusieurs dolines proches les unes des autres et / ou alignées selon une ligne de fracture, une zone d'aléa fort F3 a été défini.



Figure 11 : Photographie de doline située à l'ouest du lieu-dit "Chez Cazin" (Source : AGERIN)

- Plusieurs sources et pertes d'eau ont été observées sur le territoire et témoignent d'une circulation d'eau en profondeur : la source de la Mis, classée en aléa fort F3 constitue par exemple une sortie d'eau du réseau karstique. Un aléa moyen F2 a été défini de part et d'autre et en amont de celle-ci. A l'inverse, le réseau karstique est en partie alimenté par des pertes localisées au sud de la commune, à l'interface entre les formations calcaires et marneuses du crétacé inférieur. Au niveau de cette limite géologique, plusieurs gouffres se sont formés. Le gouffre de Degaudez sur la commune de Saint-Girons et les gouffres Figuier et des Corbeaux sur la commune d'Eycheil en sont un exemple. L'hypothèse retenue ici est la suivante : l'alternance sédimentaire entre les marnes et les calcaires ainsi que les failles présentes sur le secteur constituent des zones de faiblesse. Les eaux météoriques s'y infiltrent préférentiellement et le réseau karstique se développe par dissolution des roches carbonatées. Ce secteur a donc été classé en aléa fort F3.



Figure 12 : Gouffre du Grand Plagnoir (Source : AGERIN)

- Le sud de la commune présente également de nombreuses vallées sèches. Il s'agit ici encore d'une caractéristique des paysages karstiques. Ces vallées peuvent constituer des zones d'extension du karst. Elles sont classées en aléa moyen F2. Lorsque des manifestations en surface sont visibles (dolines..), la vallée sèche a été classée en aléa fort F3.



Figure 13 : Vallée sèche située entre les lieu-dits "Roque" et "Parrat" (Source : AGERIN)

- D'un point de vue tectonique, la commune comporte un réseau de failles conséquent, qui joue un rôle dans le développement du karst : les failles tout comme les diaclases, favorisent les circulations d'eau et donc la karstification. Ces zones de failles seront classées en aléa moyen

F2. Lorsque des manifestations en surface sont visibles (dolines..), elles ont été classées en aléa fort F3.

• Secteurs des Encausse, la Chicane, Magarat et Getach

Au niveau des lieu-dits "Encausse", "la Chicane", "Renalier", "Magarat" et "Getach", plusieurs failles affectent les terrains du Jurassique et de nombreuses dolines y ont été observées. Le réseau karstique au droit de ce secteur est développé. Les emprises des zones affectées par les dolines et alignées le long des failles ont été classées en aléa fort F3. Une large zone d'aléa F2 a également été définie autour de chaque zone d'aléa fort, tout en prenant en considération la morphologie du terrain.



Figure 14 : Doline située à l'extrémité sud du lieu-dit Magarat (Source : AGERIN)

• Secteurs Roque

De nombreuses dolines ont été observées à proximité du lieu-dit Roque. Elles se situent tout autour du relief culminant à 775 m d'altitude, à l'ouest du hameau.

Il est également à noter qu'une partie d'entre elles affecte les colluvions cartographiées sur la carte géologique au 1/50 000 du BRGM. Une hypothèse peut être émise ici : ces colluvions pourraient constituer un remplissage d'un éventuel effondrement passé. Ce secteur a été cartographié en aléa moyen F2. Les zones affectées par les dolines ont quant-à-elles été classées en aléa fort F3.



Figure 15 : Doline située à l'extrémité ouest de la commune, le long de la route menant au lieu-dit "Roque" (Source AGERIN)

- **Secteur Parrat**

Les habitations du lieu-dit Parrat se situent dans le fond d'une vallée sèche, qui plus est, est affectée par des dolines. Ce vallon a donc été classé en aléa fort F3.

- **Secteur Lédar**

Une cavité d'environ 4 m³ s'est créée dans la propriété située 33 avenue d'Alfred du Musset, au quartier Lédar. Cette cavité s'est formée sous une chape en béton et a été découverte en novembre 2019, suite à l'effondrement d'une dalle sous le poids d'une voiture.

D'après la carte géologique du BRGM au 1 / 50 000, ce secteur se situe sur les alluvions des hautes terrasses (FW), qui recouvrent les calcaires urgo-aptiens (n5-6U) et / ou les dolomies du jurassique (jD). L'épaisseur présumée des terrains quaternaires au droit de cette cavité et l'absence d'autre indice de désordre topographique laissent à penser que cette cavité ne s'est pas formée par sous-tirage suite à un effondrement karstique. La cause la plus probable serait la suffosion des terrains argileux suite à un écoulement au sein des terrains (érosion des particules fines engendrant la formation de cavités plus ou moins développées) ; en lien avec une gestion des eaux pluviales non satisfaisante.

La zone d'effondrement a été classée en aléa fort F3.



Figure 16 : Cavité située au 33 avenue d'Alfred du Musset, au quartier du Lédar, Saint-Girons (Source : AGERIN)

L'ensemble des formations quaternaires du versant sont également susceptibles de présenter des zones de suffosion. Ce versant sera donc classé en aléa faible F1.

f) L'aléa retrait gonflement des sols (non représenté sur les cartes)

En application de l'article 68 de la loi portant évolution du logement, de l'aménagement et du numérique (ELAN) du 23/11/2018, le décret du conseil d'État n°2019-495 du 22/05/2019 a créé une section au code de la construction et de l'habitation spécifiquement consacrée à la prévention des risques de mouvements de terrain différentiel consécutif à la sécheresse et à la réhydratation des sols. La finalité de cette mesure législative est de réduire à l'échelle nationale, le nombre de sinistres liés à ce phénomène, en imposant la réalisation d'études de sol préalablement à toute construction dans les zones exposées au retrait-gonflement d'argiles d'intensité moyenne à forte.

Ces études ont pour objectif de fixer, sur la base d'une identification des risques géotechniques du site d'implantation, les prescriptions constructives adaptées à la nature du sol et au projet de construction.

Une carte d'exposition publiée sur Géorisques permet d'identifier les zones exposées au phénomène de retrait et gonflement des argiles où s'appliquent ces dispositions réglementaires.

Cette carte met à jour, dans un contexte de changement climatique, l'exposition du territoire national au phénomène de retrait gonflement argileux. Elle a été élaborée à partir :

- de la carte de susceptibilité mise au point par le BRGM à l'issue du programme de cartographie départementale de l'aléa retrait-gonflement des argiles de 1997 et 2010 ;
- des données actualisées et homogénéisées de la sinistralité observée et collectées par la mission risques naturels (MRN).

Elle est disponible à l'adresse suivante :

<http://www.georisques.gouv.fr/dossiers/exposition-au-retrait-gonflement-des-argiles#/>

g) L'aléa séisme (pour mémoire, non traité dans le PPRN)

Il existe un zonage sismique de la France dont le résultat est la synthèse de différentes étapes cartographiques et de calcul. Dans la définition des zones, outre la notion d'intensité, une notion de fréquence entre en jeu.

La carte obtenue n'est pas une carte du "risque encouru" mais une carte représentative de la façon dont la puissance publique prend en compte l'aléa sismique pour prescrire les règles en matière de construction.

Pour des raisons de commodités liées à l'application pratique du règlement, le zonage ainsi obtenu a été adapté aux circonscriptions administratives. Pour des raisons d'échelles et de précision des données à l'origine du zonage, le canton est l'unité administrative dont la taille a paru la mieux adaptée.

La commune de Saint-Girons est classée en zone de sismicité modérée (3) selon le décret n° 2010-1255 du 22 octobre 2010 portant délimitation des zones de sismicité du territoire français. Les nouvelles règles de construction parasismiques ainsi que le nouveau zonage sismique (qui modifient les articles 563-1 à 8 du Code de l'Environnement) sont entrées en vigueur depuis le 1^{er} mai 2011.

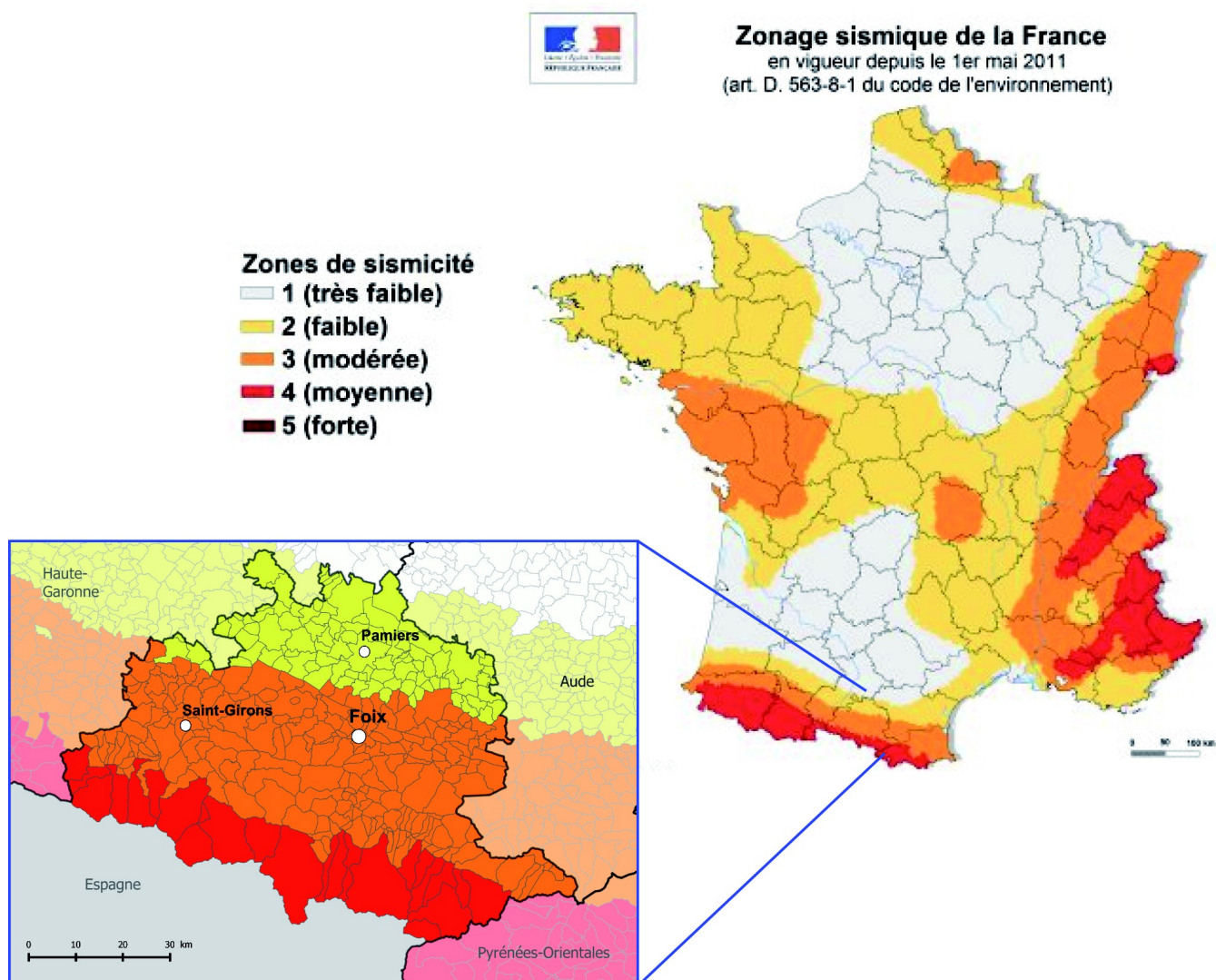


Figure 17 : Zonage sismique de la France (source: <http://www.planseisme.fr>)

III.2.6 Inventaire des phénomènes naturels et niveau d'aléa des zones P.P.R. (hors séismes)

N° de la zone	Localisation	Type de phénomène naturel	Description de la zone	Niveau d'aléa
1	Bois de Seignan, Séros, Mariax, Las Canéros, Fountfredo, Herré, Le Castan, Pujole	Glissement de terrain	Zone de faible pente en continuité d'aléa moyen ou présentant un modelé caractéristique de fluage lent.	G1
2	Bois de Seignan, Séros, Mariax, Las Canéros, Fountfredo, Herré, Le Castan, Pujole, Raouaste, Pujole, Sur Aulot, Les Vignes, La Coume, Touroun, Samurre, Cabiraou, Mandete, Bois de Navarrot, Bouche	Glissement de terrain	Zone de pentes marquées dans des formations géologiques altérées ou sur des formations de pentes récentes, où plusieurs signes de fluage sont visibles (talus, bourrelets, zones d'arrachement, désordres sur chaussée ou bâti).	G2
3	Gouaset, Perroute, Mariax, Herré	Glissement de terrain	Zones de glissement avéré avec marqueurs de fluages marqués (talus importants, dévégétalisation, niches d'arrachement, désordres sur bâti, etc.)	G3
4	Hameau Pégoumas	Affaissement-effondrement	Effondrement avéré de Pégoumas.	F3
5	Hameau Pégoumas	Affaissement-effondrement	Zone à proximité de l'effondrement, présentant des signes d'affaissement.	F2
6	Hameau Pégoumas	Affaissement-effondrement Glissement de terrain	Zone à proximité de l'effondrement, présentant des signes d'affaissement ainsi qu'une pente faible.	F2G1
7	Hameau Pégoumas	Affaissement-effondrement Glissement de terrain	Zone à proximité de l'effondrement, présentant des signes d'affaissement ainsi que des signes de fluage marqués.	F2G2
8	Décheterie	Chute de blocs	Affleurements calcaires massifs et fracturés.	P3
9	Décheterie, Beauregard	Chute de blocs Glissement de terrain	Versant présentant de nombreux affleurements fracturés avec des alternances colluvionnaires sensibles au phénomène de glissement de terrain.	G1P2

N° de la zone	Localisation	Type de phénomène naturel	Description de la zone	Niveau d'aléa
10	Renalier, La Coume, Gelach, Las Peireros, La Caire, Encausse, Bentaillou, Coumartguère, Coumaragues, Ferré, Lédar	Affaissement-effondrement	Effondrements avérés dans les formations jurassiques et liasiques dans la partie ouest de la commune. Effondrement avéré par suffosion dans les hautes terrasses alluviales (quartier Lédar)	F3
11	Coumaragues, Prats de Baich, Borde Blanche, Encausse, Ferré, La Caire, Las Peireros, La Coume, Bouzigasse, Lédar, Le bousquet, Lagarde	Affaissement-effondrement	Zones à proximité des effondrements, dans les mêmes formations géologiques, sensibles au phénomène. Ces terrains peuvent présenter des signes d'affaissements.	F2
12	Bentaillou, Las Peireros, Renalier, Prats de Baich, La Coustasse, Bouzigasse	Affaissement-effondrement Glissement de terrain	Secteurs décrits ci-dessus dans des zones de pentes moyennes, en continuité d'aléa glissement moyen.	F2G1
13	Cloutas, La Coustasse, Bouzigasse, Troumajou	Affaissement-effondrement Glissement de terrain	Secteurs favorables au phénomène d'affaissement-effondrement présentant des pentes marquées et des signes de fluages (talus, etc.)	F2G2
14	Haut de Saudech, Clos de Bouycho, Magarat, Gelach, Lanes, Coumarague, La Plagne, Lédar, Le Bousquet	Affaissement-effondrement	Secteurs en marge d'effondrements avérés, dans des zones planes et dans des formations géologiques sensibles au phénomène d'affaissement-effondrement. Secteurs sensibles aux phénomènes de suffosion (replat situé entre le Bouquet et Lambège)	F1
15	Lanes, Bentaillou, Sières, Magarat, Cap de la Coste, Les Trètes, Loubo, Lambège	Affaissement-effondrement Glissement de terrain	Secteurs en marge d'effondrements avérés, dans des formations géologiques sensibles au phénomène d'affaissement-effondrement présentant des faibles pentes.	F1G1
16	Sières, Artigues, Montagnac, Baque, Maillot, Coumastère, Les Sarrats, Horis, Mount Magaste, Tabourné, Troumajou, Lagarde,	Affaissement-effondrement Glissement de terrain	Secteurs en marge d'effondrements avérés, dans des formations géologiques sensibles au phénomène d'affaissement-effondrement présentant des pentes marquées et des signes de fluage (talus, bourrelets, etc.)	F1G2

N° de la zone	Localisation	Type de phénomène naturel	Description de la zone	Niveau d'aléa
17	Troun de Pate, Sourroque, Ciouada	Affaissement-effondrement Glissement de terrain Chute de blocs	Secteurs en marge d'effondrements avérés, dans des formations géologiques sensibles au phénomène d'affaissement-effondrement présentant des pentes marquées et des signes de fluage, à proximité d'affleurements rocheux.	F1G2P2
18	Saudech	Affaissement-effondrement Glissement de terrain Chute de blocs	Secteurs en marge d'effondrements avérés, dans des formations géologiques sensibles au phénomène d'affaissement-effondrement présentant des pentes faibles à moyennes pouvant être atteints par des blocs de petites tailles.	F1G1P1
19	Saudech	Affaissement-effondrement Glissement de terrain Chute de blocs	Secteurs de pentes faibles à moyennes, favorables au phénomène d'affaissement-effondrement à proximité d'effondrements avérés pouvant être atteints par des blocs de petites tailles.	F2G1P1
20	La Souleilla de Saudech	Affaissement-effondrement Glissement de terrain Chute de blocs	Secteurs de pentes marquées, favorables au phénomène d'affaissement-effondrement à proximité d'effondrements avérés, pouvant être atteints par des blocs de petites tailles.	F2G2P1
21	La Souleilla de Saudech	Affaissement-effondrement Glissement de terrain Chute de blocs	Secteurs en marge d'effondrements avérés, dans des formations géologiques sensibles au phénomène d'affaissement-effondrement présentant des pentes marquées et des signes de fluage pouvant être atteints par des blocs de petites tailles.	F1G2P1
22	Ciouada	Affaissement-effondrement Glissement de terrain Chute de blocs	Zones d'effondrement, dont les bordures présentent des signes d'instabilité et des affleurements rocheux localisés.	F3G2P2
23	Troun de Pate, Ciouada	Affaissement-effondrement Glissement de terrain Chute de blocs	Secteurs de pentes marquées, favorables au phénomène d'affaissement-effondrement à proximité d'effondrements avérés à proximité d'affleurements rocheux.	F2G2P2
24	Sourroque	Affaissement-effondrement Glissement de	Formations géologiques sensibles au phénomène d'affaissement-effondrement dans des pentes importantes à l'aval	F1G2P3

N° de la zone	Localisation	Type de phénomène naturel	Description de la zone	Niveau d'aléa
		terrain Chute de blocs	d'affleurements rocheux importants.	
25	Gatépech	Affaissement- effondrement Chute de blocs	Effondrement ou cavité à l'aplomb d'affleurements rocheux.	F3P2
26	Gatépech, Pic de Courbas	Affaissement- effondrement Chute de blocs	Zone jouxtant des effondrements avérés à l'aplomb d'affleurements rocheux.	F2P2
27	Lez	Inondation	Lit mineur du Lez et zones de débordements préférentiels impliquant de fortes vitesses et des hauteurs importantes.	I3
28	Lambège, route de Portet, avenue Maréchal, centre-ville	Inondation	Zones de débordements préférentiels pour des crues moyennes à fortes dans le lit majeur du Lez.	I2
29	Lambège, route de Portet, avenue Maréchal, centre-ville	Inondation	Débordements du Lez dans le lit majeur exceptionnel, dans des secteurs élevés. Les hauteurs sont inférieures à 0.5m et les vitesses très faibles.	I1
30	Salat	Inondation	Lit mineur du Salat et zones de débordements préférentiels impliquant de fortes vitesses et des hauteurs importantes. Secteurs en contre-bas ou chenaux très marqués en marge du lit majeur en cas de crue exceptionnelle.	I3
31	La Plaine, le Clot, l'Arial, d'Eycheil, centre-ville, Le Luc, Plaine d'Aulot	Inondation	Zones de débordements préférentiels pour des crues moyennes à fortes dans le lit majeur du Salat.	I2
32	La Plaine, le Clot, l'Arial, d'Eycheil, centre-ville, Le Luc, Plaine d'Aulot, chemin de Pégoumas	Inondation	Débordements du Salat dans le lit majeur exceptionnel, dans des secteurs élevés. Les hauteurs sont inférieures à 0.5m et les vitesses très faibles.	I1
33	L'Arial	Inondation	Fossé anthropique en pied de talus pouvant intercepter un volume d'eau important.	I3
34	Baup	Inondation	Lit mineur du Baup et zones de débordements préférentiels impliquant de fortes vitesses et des hauteurs importantes.	I3

N° de la zone	Localisation	Type de phénomène naturel	Description de la zone	Niveau d'aléa
35	Bois de Seignan, voie verte, centre-ville	Inondation	Zones de débordements préférentiels pour des crues moyennes à fortes dans le lit majeur du Baup.	I2
36	Bois de Seignan, voie verte, centre-ville	Inondation	Débordements du Lez dans le lit majeur exceptionnel, dans des secteurs élevés. Les hauteurs sont inférieures à 0.5m et les vitesses très faibles.	I1
37	Mandète, Palétès, la Vieille Tuilerie, Mariax, Séros, Pégoumas	Inondation	Lit mineur élargi et zones de débordement des ruisseaux des coteaux. La vitesse sera toujours importante en cas de crue du fait de pentes marquées.	I3
38	Mandète, Palétès, la Vieille Tuilerie, Mariax	Inondation	Zones de débordement des ruisseaux au niveau des coteaux.	I2
39	Mandète, Palétès, la Vieille Tuilerie, Mariax	Inondation	Débordements exceptionnels sur des terrasses dans des secteurs plats.	I1
40	La Goutte, Les Mariats, Mandette, Les Canères, Pujole	Ravinement	Zones de ruissellement en tête de bassin alimentant de petits cours d'eau et/ou zone de débordement de fossés ou axes de ruissellement majeur	V1
41	Navarrot, Mandette	Ravinement	Zones de ravinement marqués dans des terrains tendres en tête de bassin des ruisseaux secondaires et/ou zone de débordement de fossés ou axes de ruissellement majeur.	V2
42	La Goutte, Las Canéros, Palétès	Ravinement Glissement de terrain	Zones de ruissellement dans des terrains quaternaires présentant quelques traces de fluage lent (talus).	V1G1
43	La Goutte	Ravinement Glissement de terrain	Zones de ruissellement dans des terrains quaternaires présentant des signes de glissement (arbres en crosses, nombreux talus).	V1G2
44	Lanis, Loubéro, Samurre	Ravinement Glissement de terrain	Zones de ravinement marqué dans des terrains quaternaires présentant quelques traces de fluage lent (talus).	V2G1
45	Bentofario et Cap del Tuc, Saint Martin, Perrouté	Ravinement Glissement de terrain	Zones de ravinement marqué dans des terrains quaternaires présentant des signes de glissement (arbres en crosses, nombreux talus).	V2G2

N° de la zone	Localisation	Type de phénomène naturel	Description de la zone	Niveau d'aléa
46	Perrouté	Ravinement Glissement de terrain	Zones de ravinement marqué dans des terrains quaternaires dans le glissement actif de Perrouté.	V2G3
47	Mis	Ravinement Affaissement-effondrement Glissement de terrain	Ravine à l'amont de la source de Mis. Si la circulation est majoritairement en sous-sol jusqu'à la source, les eaux de ruissellement se joignent en surface au niveau du talweg dans des terrains sensible aux phénomènes de glissement et d'affaissement.	V2F2G2
48	Mis	Ravinement Affaissement-effondrement Glissement de terrain	Ravine à l'amont de la source de Mis. Si la circulation est majoritairement en sous-sol jusqu'à la source, les eaux de ruissellement se joignent en surface au niveau du talweg dans des terrains sensible aux phénomènes de fluage et d'affaissement.	V2F2G1
49	Mis	Ravinement Affaissement-effondrement Glissement de terrain	Ravine à l'amont de la source de Mis. Si la circulation est majoritairement en sous-sol jusqu'à la source, les eaux de ruissellement se joignent en surface au niveau du talweg dans des terrains sensible aux phénomènes d'affaissement-effondrement.	V2F2
50	Mandette, Touron, Chemin de Pégoumas, Les Mariats	Ravinement	Axe principal de ruissellement ou fossé	V3

III.3 La carte des enjeux

La politique de prévention des risques s'appuie sur une connaissance fine du territoire, des aléas qui le concernent et des enjeux exposés, en tenant compte de leur vulnérabilité.

L'analyse des enjeux sur le territoire de la commune est une étape essentielle, car c'est à partir du croisement de l'analyse des enjeux avec celle des aléas que les choix en matière de règlement et de zonage sont établis.

Rappelons que les objectifs de la démarche de prévention des risques, sont de prévenir et limiter le risque humain et des biens en n'accroissant pas la population dans les zones soumises à un risque important, tout en permettant la continuité du développement local du territoire concerné.

La cartographie des enjeux a été réalisée sur la base de l'analyse des orthophotographies, l'étude terrain et du document relatif à l'occupation des sols et des ouvrages de protection.

a) Principaux enjeux

Il en ressort qu'une grande partie des secteurs à enjeux sont concernés par un aléa inondation et/ou mouvement de terrain.

Les principaux enjeux concernés sont les suivants :

- Le centre-ville ancien situé de part et d'autre du Salat, qui est largement touché par l'aléa inondation. En rive gauche, il est concerné par de l'aléa inondation fort. En rive droite les constructions les plus proches du cours d'eau (jusqu'à 120 m des berges) sont situées en zone d'aléa fort. C'est notamment le cas de l'office du tourisme ou de l'église en rive droite du Salat ou encore du centre médico-psychologique en rive gauche. La partie du quartier de Belleville la plus éloignée du cours d'eau est quant à elle concernée par de l'aléa inondation faible.
- Le tissu urbain qui s'étend autour du centre-ville le long du Salat et du Lez est également soumis à de l'aléa inondation. L'aléa fort concerne les constructions situées de part et d'autre du cours d'eau (centres des finances...). Plusieurs établissements scolaires (Cité scolaire du Couserans, la Maison de la Petite enfance, une partie du lycée professionnel des métiers de François Camél...), la mairie ou encore le Centre de Secours sont concernés par de l'aléa inondation moyen.
- Les zones de loisirs et d'équipements sportifs (terrains de tennis, centre aquatique, stades, gymnases, boulodromes...) que l'on retrouve principalement au nord et au centre de la commune sont particulièrement touchés par de l'aléa inondation. Le camping de Palétès, situé plus en hauteur, est soumis quant à lui à de l'aléa glissement de terrain faible.
- Certaines zones industrielles et commerciales sont également soumises à de l'aléa inondation. C'est notamment le cas de la zone industrielle de Lédar qui est concernée en grande partie par de l'aléa inondation fort. La zone commerciale au nord de la commune, au lieu-dit Le Luc, est elle aussi impactée par les inondations : une partie des bâtiments est classée en aléa inondation faible.

- La quasi totalité des habitats isolés situés dans la partie sud-ouest de la commune (hameaux ou habitations rurales dans les vallons entourant la plaine alluviale) est concernée par des aléas affaissement / effondrement. Des zones d'aléa fort concernent certaines habitations des lieux-dits Encausse, Magarat, Roque ou encore Parrat. Les quartiers de Bousquets, Lédar, Bentaillou ou encore de Beauregard sont quant à eux concernés par de l'aléa affaissement / effondrement faible.

Dans la partie Est de la commune, c'est principalement l'aléa glissement de terrain (faible à moyen) qui impacte une partie des constructions. C'est notamment le cas pour les lieux-dits Pégoumas, Pérroute, Bouche, Herré, Gouazet, ou encore la partie Est du quartier de la Croix Rouge.

b) Les ouvrages de protection

Enfin, deux ouvrages de protection sont présents sur la commune et figurent également sur la cartographie :

- La digue du canal de dérivation de l'eau de la centrale hydro-électrique en rive droite du Salat, qui limite les débordements du Salat au niveau du lotissement de Palétès.
- Les filets plaqués au nord de la commune, qui protègent la route la D117 d'éventuelles chutes de blocs.

Il est cependant à noter que ces ouvrages de protection n'ont pas été pris en compte pour l'élaboration des cartographies du PPRN.

IV. BIBLIOGRAPHIE

[1] Guide méthodologique général – Plans de prévention des risques naturels prévisibles

Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, Ministère de l'Équipement, des Transports et du Logement – 2016.

[2] Guide méthodologique inondations - Plans de prévention des risques naturels prévisibles

Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, Ministère de l'Équipement, des Transports et du Logement – 1999.

[3] Guide méthodologique mouvements de terrain - Plans de prévention des risques naturels prévisibles

Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, Ministère de l'Équipement, des Transports et du Logement – 1999.

[4] Guide méthodologique inondation ruissellement péri-urbain - Plans de prévention des risques naturels prévisibles

Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, Ministère de l'Équipement, des Transports et du Logement – 2004.

Autres sources d'information

Base de données des risques naturels du RTM.

Recensement Général de la population - INSEE (insee.fr)

Base de données risques majeurs du Ministère de l'Écologie et du Développement Durable (Prim.net).

Carte topographique au 1/25 000 Top 25 – IGN

Carte géologique de France au 1/50 000 – BRGM

V. GLOSSAIRE

Analyse spatiale : Il s'agit d'une démarche géographique qui a pour objectif de comprendre les logiques, les causes et les conséquences de la localisation des peuplements et des activités des humains.

Aléa : Phénomène naturel d'occurrence et d'intensité donnée.

Bassin versant : Ensemble de pentes inclinées vers un même cours d'eau et y déversant leurs eaux de ruissellement.

Embâcles : Obstruction du lit d'un cours d'eau par amoncellement de débris flottants.

Enjeux : Personnes, biens, systèmes, ou autres éléments présents dans les zones de risque et qui sont ainsi soumis à des pertes potentielles.

Photo interprétation : Analyse de photographies aériennes ou spatiales.

Prévention : Ensemble des dispositions visant à réduire l'impact d'un phénomène naturel (connaissance de l'aléa, réglementation de l'occupation des sols, mesures actives et passives de protection, information préventive, prévisions, alerte, plan de secours, ...).

Ripisylve : Végétation arborée le long des cours d'eau.

Risque naturel : C'est un événement dommageable, doté d'une certaine probabilité, conséquence d'un aléa survenant dans un milieu vulnérable. Le risque résulte, donc, de la conjonction de l'aléa et d'un enjeu, la vulnérabilité étant la mesure des dommages de toutes sortes rapportés à l'intensité de l'aléa. A cette définition technique du risque, doit être associée la notion d'acceptabilité pour y intégrer sa composante sociale.

Risque naturel prévisible : Risque susceptible de survenir à l'échelle humaine. Certains types de risque peuvent se produire à l'échéance de quelques années ou quelques dizaines d'années (inondations, avalanches, cyclones, mouvements de terrain), d'autres ont des manifestations destructrices pouvant être espacées de plusieurs dizaines à plusieurs centaines d'années (séismes, volcans).

Risque majeur : Un risque majeur se définit comme la survenue soudaine et inopinée, parfois imprévisible, d'une agression d'origine naturelle ou technologique dont les conséquences pour la population sont dans tous les cas tragiques en raison du déséquilibre brutal entre besoins et moyens de secours disponibles.

Servitude d'utilité publique : Charge instituée en vertu d'une législation propre affectant l'utilisation du sol ; elle doit figurer en annexe au PLU/PLUi.

SIG : Système d'Information Géographique.

Stéréoscopie : Techniques permettant de reproduire la perception du relief en diffusant simultanément deux images 2D.

Vulnérabilité : Propension d'une personne, d'un bien, d'une activité, d'un territoire à subir des dommages suites à une catastrophe naturelle d'intensité donnée.

VI. LISTE DES FIGURES

Liste des figures

Figure 1 : Périmètre d'étude du PPRN (tracé rouge) sur fond IGN.....	5
Figure 2 : Carte géologique au 1/50 000e de la commune de Saint Girons (AGERIN, BRGM).....	14
Figure 3 : Section fracturée d'un des affleurements rocheux à l'aplomb des bâtiments (AGERIN).....	41
Figure 4 : Colluvions le long de la piste (Source AGERIN).....	42
Figure 5 : Éboulis vifs et affleurements rocheux au niveau de la piste forestière (Source AGERIN).....	42
Figure 6 : Description schématique d'un glissement de terrain (source: AGERIN).....	43
Figure 7 : Zone de glissement à l'aval de la route de Bouche (Source AGERIN).....	46
Figure 8 : Zone de glissement au sud du lieu-dit "Les Mariats" (Source AGERIN).....	47
Figure 9 : Zone de glissement à l'amont de Gelach (Source AGERIN).....	48
Figure 10 : Route à l'amont de Gelach : poteaux penchés, arbres en crosse et désordre sur chaussée (Source AGERIN).....	49
Figure 11 : Photographie de doline située à l'ouest du lieu-dit "Chez Cazin" (Source : AGERIN).....	51
Figure 12 : Gouffre du Grand Plagnoir (Source : AGERIN).....	52
Figure 13 : Vallée sèche située entre les lieu-dits "Roque" et "Parrat" (Source : AGERIN).....	53
Figure 14 : Doline située à l'extrémité sud du lieu-dit Magarat (Source : AGERIN).....	53
Figure 15 : Doline située à l'extrémité ouest de la commune, le long de la route menant au lieu-dit "Roque" (Source AGERIN).....	54
Figure 16 : Cavité située au 33 avenue d'Alfred du Musset, au quartier du Lédar, Saint-Girons (Source : AGERIN).....	55
Figure 17 : Zonage sismique de la France (source: http://www.planseisme.fr).....	57

VII. ANNEXES

Etude de l'Aléa inondation de Saint-Girons pour la révision du PPRN

Partie 1 : Hydrologie, synthèse des études antérieures et hydro-héomorphologie

Partie 2 : modélisation hydraulique en 2D et cartographie des aléas



AGERIN SAS



Liberté • Égalité • Fraternité

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Direction Départementale
des Territoires de l'Ariège



Photo 1 : Rue Galy-Cazalat durant la crue du Salat du 12 juin 1904

ETUDE DE L'ALEA INONDATION DE SAINT-GIRONS POUR LA REVISION DU PPR

Partie 1 : Hydrologie, synthèse des études antérieures et hydro-géomorphologie

Document final
22/08/2018

Rédaction :

Marion JEULIN

Contrôle qualité :

Armeline BOISSARD, Alexis MERCIER

AGERIN

SAS au capital de 60 000 Euros

Etudes et conseils. Aménagement et Gestion de l'Environnement et des Risques Naturels.

11, avenue du 8 mai 1945, 09120 Varilhès

TEL : 05 61 64 63 31

FAX : 09 72 47 51 86

E-Mail : info@agerin.net

RCS Foix : 441 584 752

SIRET : 441 584 752 00022

SOMMAIRE

INTRODUCTION	3
1 ETUDES ANTERIEURES ET DONNEES EXISTANTES	4
2 L'ANALYSE HYDROMORPHOLOGIQUE	7
3 CAMPAGNE TOPOGRAPHIQUE	10
4 CARACTERISTIQUES DES BASSINS VERSANTS ETUDIES	11
5 METHODOLOGIE	14
5.1 METHODE STATISTIQUE.....	14
5.2 METHODE DETERMINISTE	16
5.3 BASE DE DONNEES SHYREG	17
6 DETERMINATION DES DEBITS PROJETS	18
6.1 ANALYSES STATISTIQUES.....	18
6.2 ANALYSE DETERMINISTE	23
6.3 ANALYSE SHYREG.....	25
6.4 ANALYSE DES ETUDES ANTERIEURES	26
6.5 CHOIX DES DEBITS DE PROJET.....	30
6.6 ANALYSES DES CRUES HISTORIQUES DU SALAT.....	31
6.6.1. <i>Crue de 1875</i>	31
6.6.2. <i>Analyse des débits des crues historique</i>	33
6.7 DETERMINATION DU DEBIT DE LA CRUE DE 1875 SUR LE SALAT	34
6.8 CONCOMITANCE DES CRUES ET CHOIX DE MODELISATION	39
LISTE DES CARTES, TABLEAUX, PHOTOS ET FIGURES	44
LISTE DES CARTES	44
LISTE DES PHOTOS	44
LISTE DES FIGURES /ILLUSTRATIONS/SCHEMAS.....	44
LISTE DES TABLEAUX.....	44
ANNEXES	45
ANNEXE 1 : ESTIMATION DU TEMPS DE CONCENTRATION ET DU TEMPS CARACTERISTIQUE.....	46
ANNEXE 2 : CALCUL DES DEBITS CARACTERISTIQUES	47
ANNEXE 3 : STATIONS HYDROMETRIQUES : AJUSTEMENTS AUX LOIS STATISTIQUES	51
ANNEXE 4 : REPERES DE CRUES	61
ANNEXE 5 : CARTE DES LEVES TOPOGRAPHIQUES	64



INTRODUCTION

Ce document présente la première partie de l'étude des zones inondables préalable à la révision du Plan de Prévention des Risques de Saint-Girons, soit :

- la collecte et l'étude des documents existants ;
- l'analyse hydrologique du Salat, du Lez, du Baup et du ruisseau de Carbalasse ;
- l'analyse hydro-géomorphologique réalisée sur la commune de Saint-Girons pour les cours d'eau ne faisant pas l'objet de modélisations.

Concernant l'analyse hydrologique, les investigations qui ont permis de réaliser la présente étude ont porté sur :

- l'historique des crues ;
- la climatologie et les caractéristiques principales des bassins versants (la morphométrie, l'hydrographie...);
- les facteurs conditionnant le ruissellement comme la perméabilité, l'occupation des sols et son évolution.

Les données ont été analysées de façon critique et une analyse hydrologique fine des crues des cours d'eau concernés a été établie avec la définition des crues caractéristiques aux stations hydrométriques (test de plusieurs lois d'ajustement pour rechercher la plus adaptée).

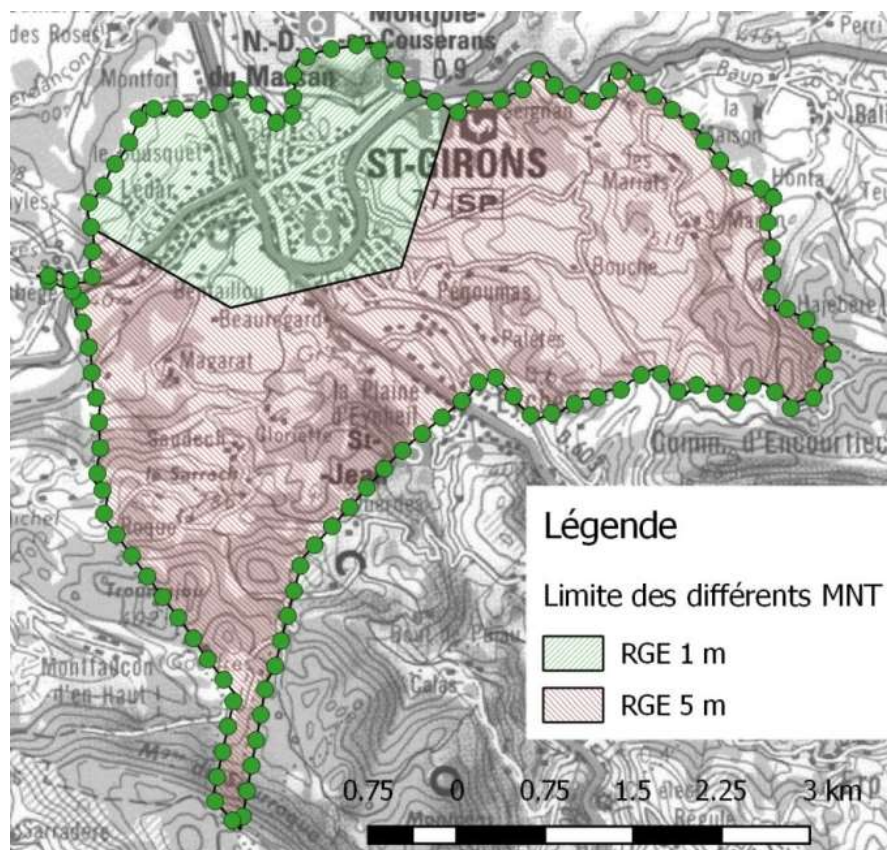
En parallèle, il a été mené une analyse des débits par méthodes de prédétermination (à l'aide du logiciel Hydrologix), et l'interpolation des débits entre les stations par la formule de Myer. La base de données SHYREG a également été consultée. Les études antérieures portant sur les cours d'eau étudiés ont fait l'objet d'une analyse.



1 ETUDES ANTERIEURES ET DONNEES EXISTANTES

Dans un premier temps, nous avons recherché les données spatiales (données SIG) pouvant présenter des intérêts relatifs à l'étude. Nous avons trouvé et utilisé :

- des ortho-photographies de l'IGN issues de la BD ortho fournies par le Maître d'Ouvrage ;
- les données GOOGLE et Bing Map en imagerie sous QGIS, en particulier pour l'analyse hydromorphologique ;
- des données vectorielles Open Street Map, pouvant apporter des couches thématiques (routes, végétation, bâti...);
- des données LIDAR /MNT de type RGE alti 1 m (avec une précision Z de moins de 20 cm selon l'IGN) pour la zone urbanisée et le MNT du RGE alti 5 m (avec Z de moins de 1 m selon l'IGN). Ces données ont été fournies par le Maître d'Ouvrage. Ces données ont été contrôlées sur le terrain à l'aide d'un GPS topographique, elles sont le plus souvent d'une précision inférieure à 10 cm, mais avec des points pouvant atteindre 0,3 m d'erreur. Il s'agit d'une précision satisfaisante pour la réalisation de la modélisation prévue ;
- des fonds IGN BD topo et Scan 25 fournis par le Maître d'Ouvrage ;
- le MNE Aster 2, pour les statistiques des bassins versants (pentes moyennes, altitudes moyennes...), d'une précision d'environ 10 m en Z pour un pixel de 30 m ;
- les données de la BD CORINE Land Cover pour ce qui concerne l'occupation du sol sur les bassins versants.



Carte 1 : Limite des zones de données LIDAR/MNT



Puis nous avons fait une recherche concernant les données relatives aux risques naturels sur la commune et à proximité qui nous a apporté plusieurs documents.

- Le PPR de Saint-Girons approuvé le 4 novembre 2004.
- Le PPR de Saint-Girons révisé et approuvé le 7 juillet 2011.
- Le PPR de Montjoie en Couserans approuvé le 18 avril 2011.
- Le PPR de Saint-Lizier approuvé le 12 novembre 2002.
- Le PPR d'Eycheil approuvé le 12 mai 2005.
- La base de données nationale RTM sur <http://rtm-onf.ifn.fr/>.
- La Carte Informatrice des Risques d'Inondations (CIZI) éditée par la DREAL-Occitanie.
- La cartographie informative des phénomènes naturels à risques sur la chaîne des Pyrénées (CIPRIP) éditée par la DREAL-Occitanie.
- Les données de la Base de Données Historiques sur les Inondations (BDHI) sur <http://bdhi.fr/>
- Les données de la base de données sur les repères de crues sur <https://www.reperesdecrues.developpement-durable.gouv.fr/>

Puis nous avons recherché les études existantes et trouvé plusieurs références.

- [1] RTM, Service Départemental, «Etude du Baup dans la traversée de Saint-Girons,» 23/07/97.
- [2] BRL Ingenierie, «Cartographie de zones inondée en fonction des hauteurs à une échelle réglementaire - lot n°5 - Le Salat,» Novembre 2015.
- [3] RTM, ONF, «Commune de Saint-Girons, Plan de Prévention des Risques naturels prévisibles,» 2003.
- [4] AGERIN, «Etude hydraulique chemin du Ticoulet,» Commune d'Eycheil, 2013.
- [5] AGERIN, «Dimensionnement de la passerelle sur le Salat. Constitution du dossier loi sur l'eau. DDE de l'Ariège,» Saint-Girons, 2007.
- [6] AGERIN, «Etude de lutte et prévention des crues et inondations du Lez,» Saint-Girons, 2006.
- [7] AGERIN, «Cartographie des zones inondées - Crue du Salat du 7 Novembre 2011. DREAL Midi-Pyrénées.»
- [8] B. Hydro, *O0502520 Le Salat à Saint-Lizier [Saint Girons], Crue de Mai 1977.*
- [9] M. PARDE, «Le Régime de la Garonne,» Revue géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest, tome 6 fascicule 2-3, p 105-262, 1935.
- [10] M. PARDE, «Sur les inondations en Aquitaine, spécialement dans le bassin de la Garonne, à propos de la crue de Février 1952,» Revue de Géographie des Pyrénées et du Sud Ouest, tome XXV, Fasc1 pp 5-38, 1954.
- [11] DREAL, «L'évaluation préliminaire des risques d'inondation 2011 BASSIN ADOUR-GARONNE - Annexes,» 2012.
- [12] AGERIN, «Inventaire des repères et photographies de crues sur le bassin du Salat, DREAL Midi-Pyrénées,» 2005.
- [13] AGERIN, «Etude d'une passe à poissons de montaison sur le Salat. Mairie de Saint-Girons,» Saint-Girons, 2013.



[14] Métaillé, «Le torrent et le fleuve ; risque , catastrophes et aménagements dans les Pyrénées et leurs piémonts. Fin du XVII ème - XXème siècle,» 1991.

Note : Les numéros ci-dessous sont repris dans le corps du texte pour citer les sources.

Enfin, nous avons fait une recherche des données d'hydrométrie sur la banque HYDRO par le biais du site <http://www.hydro.eaufrance.fr/> et du logiciel d'accès directe et de requêtes HYDRO 3.



2 L'ANALYSE HYDROMORPHOLOGIQUE

Sur les zones non modélisées, principalement l'amont du Baup (en dehors de la zone d'enjeux) et les petits affluents, l'aléa a pu être complété par analyse hydro-géomorphologique.

L'étude hydro-géomorphologique s'appuie sur l'examen des indices et marqueurs des morphodynamiques fluviales récentes (et plus anciennes). Elle permet de distinguer les éléments structurant de la morphologie fluviale (lit mineur, lit majeur, rebords de terrasses, chenaux fonctionnels, paléo-chenaux,...). En effet, dans une plaine alluviale fonctionnelle les crues successives, laissent des traces d'érosions et de dépôts qui construisent la géomorphologie fluviale des lits mineurs et majeurs. Ainsi, certaines formes permettent de distinguer des zones d'emprises pour les crues fréquentes, moyennes et rares tout en donnant des indices précieux sur l'intensité et la fréquence des phénomènes dans chaque zone étudiée. Ainsi, une analyse par un géomorphologue fluvial qualifié permet de connaître et de délimiter les modelés fluviaux caractéristiques des différentes crues rencontrées, notamment pour la crue de référence fixant les limites théoriques de l'emprise des inondations.

De cette manière, il est possible de différencier précisément les différentes zones.

- Les zones inondées très fréquemment qui se caractérisent par un relief composé d'atterrissements (avec des matériaux peu altérés, sans structures pédologiques et peu enrichis en matière organique du fait d'un faible temps pour la pédogenèse) et des chenaux dont les pentes de berges témoignent de l'intensité des débordements (plus les débordements sont intenses et fréquents, plus les pentes de berges sont vives). Cette zone correspond grossièrement au lit mineur et à ses annexes fluviales (bras morts, ...).
- La partie fonctionnelle active du lit majeur, inondable fréquemment (entre 5 et 20 ans) est composée d'une succession de chenaux actifs et d'interfluves alluviaux. Dans ces zones, on peut distinguer de nombreux chenaux qui se recoupent, certains étant fonctionnels et d'autres non actifs. Lorsque l'on étudie les matériaux, ces derniers sont faiblement enrichis en matière organique et la structure pédologique se limite à un début d'horizon A superficiel (soit une structure du sol peu développée). Pour les cours d'eau disposant d'une grande plaine alluviale cet espace fluvial peut se développer sur plusieurs centaines de mètres de largeur. Dans la quasi-totalité des situations, cette zone n'est pas occupée par l'habitat ancien.
- Les zones de remplissage du lit majeur, qui s'étendent jusqu'au contact avec les rebords de la terrasse issue de la dernière période froide (notée Fy le plus souvent, soit le contact Fz et Fy) ou avec le substrat sous-jacent. Il s'agit en général d'un espace pratiquement plat, avec peu ou pas de trace de chenaux fonctionnels (présence toutefois de paléo-chenaux pas ou peu fonctionnels, voire de chenaux hérités peu fonctionnels). Cet espace n'est concerné que par les plus fortes crues. Sur un plan pédologique, on trouve de vrais sols avec horizons A et B marqués, sols développés sur des dépôts alluviaux généralement limoneux. Dans les parties basses, on trouve des sols hydromorphes à gleys ou à pseudo-gleys. Cette zone, sur le plan humain, peut être l'objet d'une urbanisation ancienne, mais généralement sur ses marges. Cette zone correspond à l'extension maximale fonctionnelle du lit majeur.

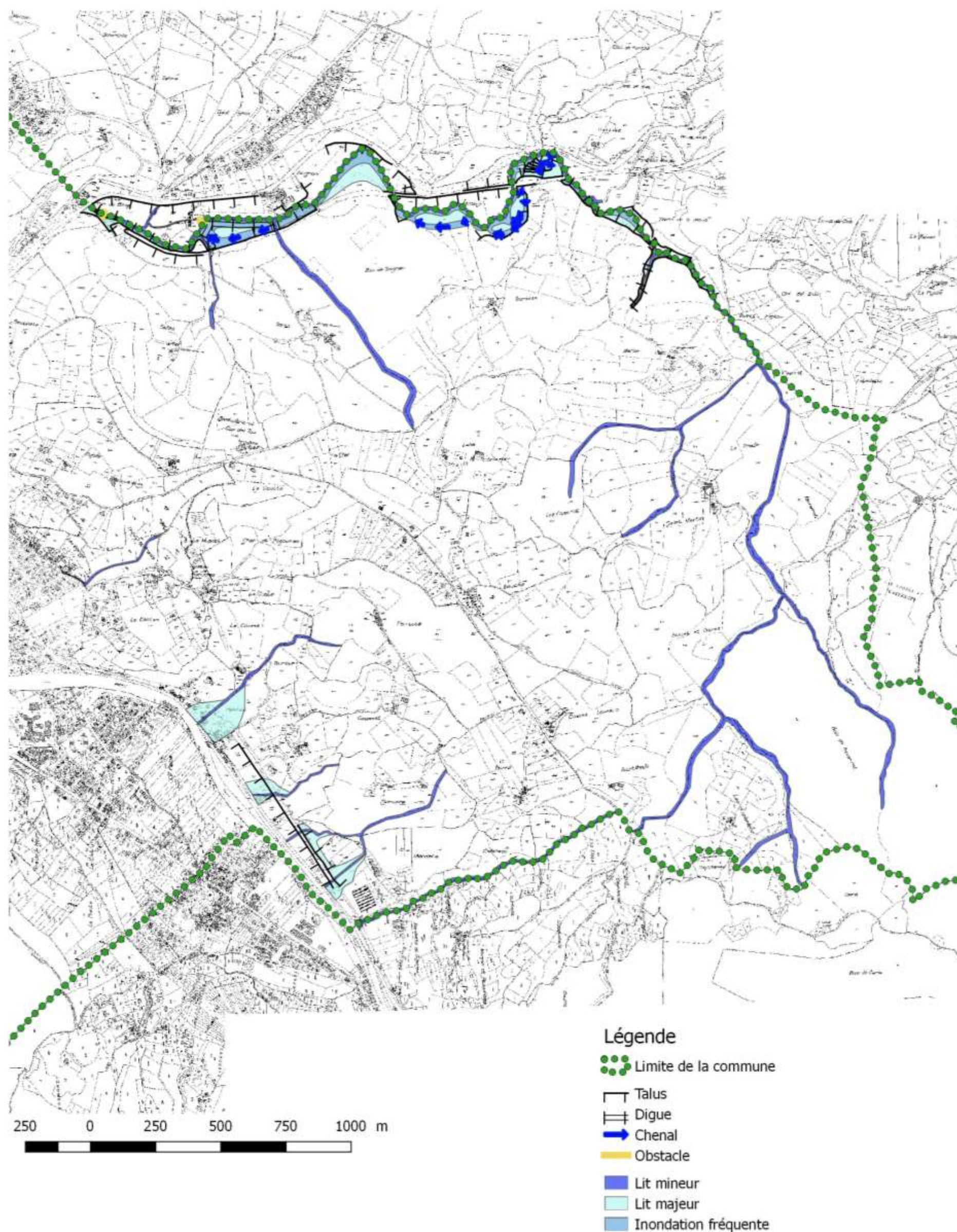


Concernant spécifiquement la commune de Saint-Girons, nous avons étudié la partie du Baup en amont de l'aire d'accueil des gens du Voyage, et les affluents du Baup. On y trouve une morphologie très nette avec de nombreux chenaux actifs et un lit majeur fonctionnel, même si le remblai de l'ancienne voie ferrée modifie les écoulements en générant des limitations de l'extension latérale de la crue ou des phénomènes de sur-stockage, favorables au laminage, en amont des ponts. Nous avons aussi étudié l'amont du Carbalasse, mais l'artificialisation complète des écoulements nous a rendu l'analyse compliquée et sans certitudes. La modélisation devrait apporter plus de précision. Nous avons aussi étudié les petits ruisseaux de la rive droite entre Mandette à l'amont et le chemin de Pégoumas à l'aval.

- Le ruisseau marquant la limite de la commune au sud à Mandette ne génère pas de débordements marqués à l'exception de son franchissement de la D3 avec un risque d'embâcles au petit pont.
- Plus au nord, un ruisseau permanent venant du lieu-dit « Samurre » se bloque contre l'ancienne voie ferrée et génère des inondations en amont, où se trouve plusieurs habitations. Un témoignage de 1977 nous rapporte une inondation « importante ».
- Le ruisseau du venant du Camping du Palétès est susceptible de déborder sur l'apex de son cône et d'inonder modérément une habitation sur sa rive gauche.
- Le ruisseau du Palétès est susceptible de déborder sur son cône et d'inonder modérément plusieurs habitations en amont de la D3, en grande partie du fait d'aménagements hydrauliques « inappropriés ».
- Enfin, un ruisseau arrive sur le chemin de Pégoumas avant d'être capté sans que nous ayons trouvé son débouché. La taille de l'entonnement laisse penser qu'il risque de prendre la route de Pégoumas avant d'inonder le secteur des vignes, sans qu'il soit possible de définir l'ampleur du phénomène avec précision. Phénomène qui devrait toutefois rester modeste.



Cartographie hydromorphologique des zones non modélisées



Carte 2 : Cartographie hydromorphologique des zones non modélisées



3 CAMPAGNE TOPOGRAPHIQUE

Dans la suite de l'étude, nous réaliserons une modélisation hydraulique qui nécessite une connaissance fine du relief de la zone d'étude.

La topographie du domaine modélisé sera constituée par les données RGE fournies par le Maître d'Ouvrage couplées à plus de 5000 points bathymétriques et points de levés de terrain terrestre que nous avons réalisés.

Le matériel mis en œuvre pour réaliser ces levés est le suivant :

- un GPS topographique temps réel Ashtech Promark 200 RTK avec liaison GSM et traitement en temps réel par le réseau TERIA [précision centimétrique en X, Y et Z] ;
- une station topographique terrestre (optique et laser LEICA TCR 407) [précision centimétrique en X, Y et Z].

Ainsi, la zone susceptible d'être exposée à la montée des eaux est définie de façon précise par le couplage de l'ensemble de ces données. Les ouvrages présents dans la zone d'étude (ponts, seuils) ont fait l'objet de levés topographiques pour être intégrés ultérieurement dans le modèle.

Toute l'étendue du domaine d'étude modélisé dispose par conséquent d'une information topographique.

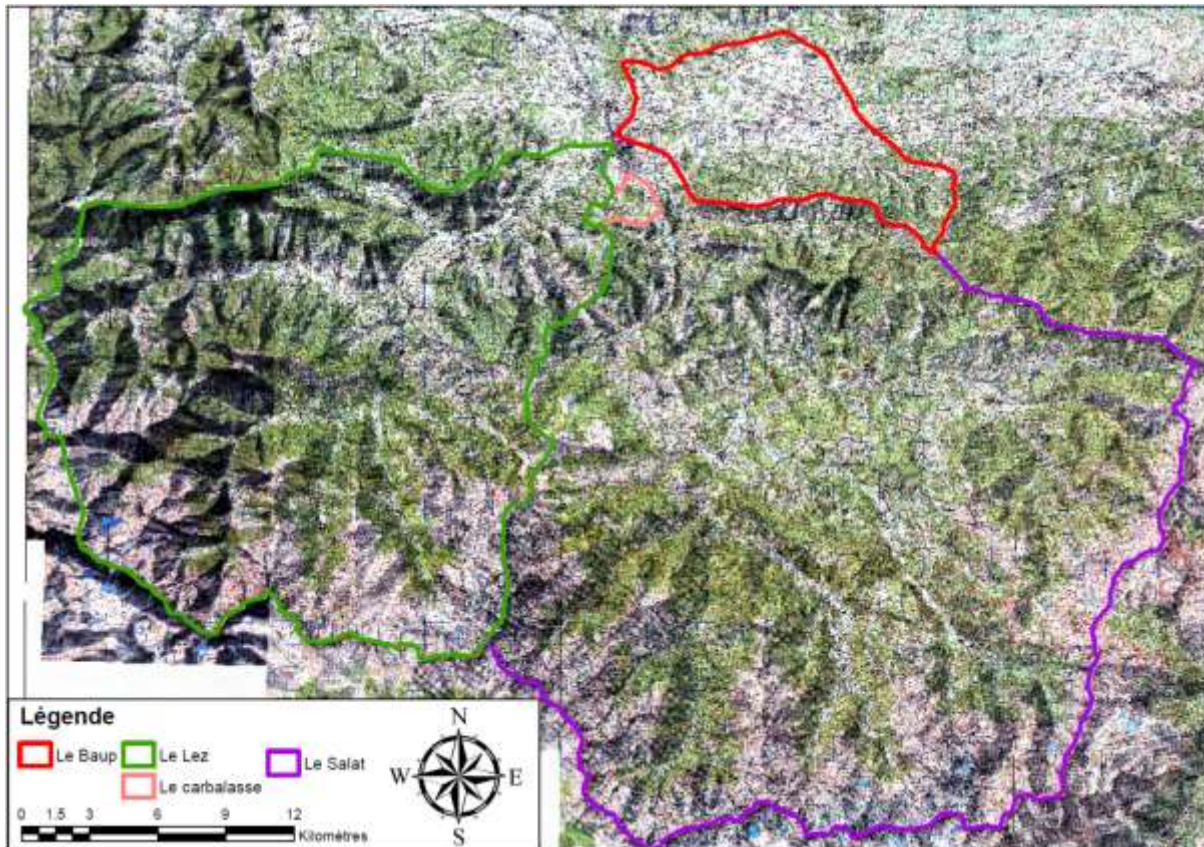
La carte des données topographiques est fournie en annexe 5 du présent dossier.

Lors de cette campagne de terrain, nous avons également relevé deux lisses de crues non répertoriées auparavant et complété un repère par du nivellement (repère de la crue de 1875 à Saint-Girons). Ces fiches de crues sont fournies en annexe 4.



4 CARACTERISTIQUES DES BASSINS VERSANTS ETUDIES

Les bassins versants ont été tracés en tenant compte de la morphologie du terrain naturel et des aménagements hydrauliques.



Carte 3 : Limite des différents bassins versants considérés

Les paramètres présentés ci-dessous ont été obtenus grâce à l'analyse des bassins versants et de leurs caractéristiques. Dans un second temps, nous avons réalisé un découpage de la base de données Corine Land Cover (base de données européenne d'occupation biophysique des sols) par les bassins versants.

Les caractéristiques de l'occupation des sols (cultures, bois, urbain...) couplées aux pentes calculées pour les bassins versants, permettent, via l'utilisation de tables de coefficients de ruissellement de calculer un coefficient de ruissellement global pour le bassin.

Tableau 1 : Caractéristiques des différents bassins versants

Cours d'eau	Superficie (km ²)	Longueur hydraulique (km)	Altitude max (m)	Altitude min (m)	Pente du bassin versant (m/m)	Coefficient de Ruissellement
Le salat en aval de la confluence	1154.8	45.4	2889	380	0.474	0.28
Le Salat en amont de la confluence avec le lez	662.7	45.1	2889	386	0.498	0.27
Le Salat en aval de la confluence avec le Lez et en amont de la confluence avec le Baup	1082	45.3	2889	383	0.491	0.27
Le Lez	418.5	38.3	2880	386	0.480	0.28
Le Baup	73.7	22.5	997	381	0.227	0.29
Ruisseau Carbalasse	4.2	3.4	832	393	0.284	0.31



Tableau 2 : Occupation du sol en % sur la base de l'inventaire Corine Land Cover

	Territoires artificialisés	Territoires agricoles	Forêts et milieux semi-naturels
Le salat en amont de la confluence	0.7%	12.2%	87.1%
Le salat en aval de la confluence avec le Lez	0.7%	13.5%	85.7%
Le salat en aval de la confluence avec le baup	0.7%	16.9%	82.4%
Le Lez	0.7%	15.7%	83.6%
Le Baup	0.6%	58.6%	41.1%
Ruisseau Carbalasse	6.3%	48.4%	45.3%



5 METHODOLOGIE

Afin de déterminer les débits caractéristiques au droit des zones à modéliser, nous avons travaillé à l'aide d'ajustements statistiques sur les débits maximaux instantanés relevés sur les bassins versants jaugés et à l'aide de méthodes déterministes de transformation pluie/débit utilisant la pluviométrie et les données caractéristiques des bassins versants comme informations de départ. Nous avons ensuite analysé les résultats obtenus par les différentes méthodes et nous les avons comparés aux résultats obtenus lors d'études antérieures afin de choisir pour chaque zone des Q_{10} , Q_{20} , Q_{50} et Q_{100} de référence. Les résultats obtenus ont également été comparés aux résultats fournis par la base de données SHYREG.

5.1 Méthode statistique

Une analyse fréquentielle a été effectuée sur les débits recueillis sur plusieurs stations hydrométriques du Salat et du Lez (les autres rivières étudiées ne sont pas jaugées).

Cela consiste à réaliser une étude statistique de prédiction en fonction des événements connus, afin de définir les probabilités d'apparitions futures (débit et période de retour).

On suppose que le futur régime hydrologique d'une rivière aura une certaine relation avec le régime hydrologique passé de cette même rivière. Ainsi, grâce à l'étude statistique des données, on pourra prévoir le régime futur (avec une certaine marge d'erreur).

La relation entre débit futur et passé de cette rivière est traduite par une loi statistique.

Nous avons utilisé plusieurs lois d'ajustement statistique différentes, à l'aide du logiciel Hydrolab sur plusieurs stations hydrométriques présentant des données exploitables (relevés de débits maximum instantanés de crue sur une durée suffisante).

Les lois statistiques suivantes ont été utilisées : loi de Gumbel, loi de Galton (loi log-normale), loi de Fuller, loi de Gauss (loi normale), loi racine-normale et loi de Weibull.

Les différentes stations pouvant être utilisées sont les suivantes :

Tableau 3 : Stations hydrométriques du Salat et du Lez

Rivière	Code station	Lieu	Mise en service	Arrêt de la station	Taille du bassin versant (km ²)	Remarques
Lez	O0444010	Le Lez aux Bordes-sur-Lez	01/01/1971	x	212	Station exploitable mais moins représentative de la zone d'étude que la station suivante (différence plus importante de bassin versant avec le bassin étudié)
Lez	O0484010	Le Lez à Engomer [Balaguères]	01/01/1970	x	365	Station exploitable
Salat	O0502520	Le Salat à Saint-Lizier [Saint-Girons]	01/01/1974	x	1154	Station exploitable
Salat	O0592510	Le Salat à Roquefort-sur-Garonne	01/08/1912	x	1570	Station exploitable mais seules les données à partir de 1963 sont validées comme bonnes par la banque Hydro
Salat	O0362510	Le Salat à Soueix-Rogalle [Kercabanac]	01/01/1931	x	379	Station exploitable
Salat	O0362520	Le Salat à Soueix-Rogalle [Brousset]	13/04/1987	x	372	Seulement 8 années de données, station non exploitable

Suite aux remarques formulées ci-dessus, nous avons réalisé les ajustements statistiques sur les stations suivantes :

- Le Lez aux Bordes-sur-Lez ;
- Le Lez à Engomer [Balaguères] ;
- Le Salat à Saint-Lizier [Saint-Girons] ;
- Le Salat à Soueix-Rogalle [Kercabanac] ;
- Le Salat à Roquefort-sur-Garonne.

Après une analyse et une comparaison des résultats obtenus par les différentes approches, nous avons sélectionné les débits de projet décennal (Q_{10}), vingtennal (Q_{20}) et cinquantiennal (Q_{50}). Le calcul du débit centennal fera l'objet d'une attention particulière car la taille des chroniques n'est souvent pas suffisante pour permettre une détermination fiable de celui-ci pour toutes les stations.



L'ajustement statistique a été réalisé en prenant les n plus grands débits de chacune des stations limnimétriques sélectionnées, n étant le nombre d'années de données à la station. Les valeurs des débits maximaux Qix (annuels) ont été extraites de la Banque HYDRO à l'aide de requêtes « CRUCAL » et « TOUSQIX ». Nous avons ensuite trié et analysé ces données afin d'en extraire les n plus grands débits (par année calendaire).

Nous avons finalement utilisé la formule de Myer pour calculer le débit correspondant au droit des zones modélisées en partant des stations étudiées.

Formule de Myer : $Q_2 = Q_1 \cdot \left(\frac{S_2}{S_1}\right)^{0,8}$ avec S la surface des bassins versants respectifs (km²).

5.2 Méthode déterministe

Dans un premier temps, nous avons défini, par SIG¹, les paramètres morphologiques des différents bassins versants (voir partie « Caractéristiques des bassins versant étudiés »).

Nous avons reconstitué des pluies type (pluies de projet) grâce à l'utilisation des coefficients de Montana qui permettent de déterminer une hauteur de précipitations pour un pas de temps donné ou une intensité en fonction d'un pas de temps.

Peu de stations pluviométriques permettent de disposer de ces coefficients, sur notre zone d'étude, seule la station de Saint-Girons présente ces données.

Leurs caractéristiques sont les suivantes :

Tableau 4 : Coefficients de Montana issus de la station de Saint-Girons (données Météo-France)

Période de retour	Pluies de durée : 6 minutes à 30min		Pluies de durée : 30 min à 3 h		Pluies de durée : 3 h à 24h	
	a	b	a	b	a	b
	5 ans	3,322	0,465	8,620	0,747	4,794
10 ans	4,039	0,489	9,087	0,729	5,392	0,631
20 ans	4,730	0,514	8,838	0,698	5,942	0,622
30 ans	5,117	0,528	8,569	0,679	6,229	0,616
50 ans	5,582	0,542	8,130	0,653	6,534	0,607
100 ans	6,318	0,570	7,297	0,612	6,967	0,595

Ces coefficients de Montana permettent de calculer les hauteurs de précipitation par la formule $H=a*t^{1-b}$ avec H la hauteur de pluie en mm et t la durée de la pluie en minutes.

Les temps de concentration ont été définis avec plusieurs formules : Turraza, Ventura, SOGREAH, Johnstone et Cross qui sont présentées dans l'annexe 1. De manière générale, nous avons privilégié les formules de SOGREAH, de Turraza et de Ventura.

¹ Système d'Information Géographique



Dans un second temps, nous avons utilisé principalement les formules déterministes de CRUPEDIX, ANETO, abaque de la SOGREAH (pour le Baup et le Carbalasse) pour les débits de projet décennaux.

Pour les autres débits, nous avons utilisé la méthode du GRADEX sous différentes variantes (Gradex brutal, Gradex progressif et Gradex revu), la méthode SOGREAH, la méthode rationnelle et la méthode QDF (modèle de Soyans) sur l'ensemble des bassins versants étudiés. Les différentes formules et leurs champs d'application sont présentés en annexe 2.

A nouveau, pour les bassins versants étudiés, il sera utilisé uniquement les méthodes applicables à leurs caractéristiques.

Pour les courbes IDF (intensité/durée/fréquence), elles ont été obtenues à partir des coefficients de Montana.

En fonction de l'analyse des pluies du secteur, les caractéristiques pluviométriques de la zone ont été définies (analyse de données issues des stations pluviométriques et analyses des cartes des pluies journalières décennale et centennale (PJ₁₀ et PJ₁₀₀) réalisées par Météo-France pour le RTM Pyrénées à l'occasion de la mise au point de la méthode ANETO.

Tableau 5 : Caractéristiques pluviométriques des différents cours d'eau

Bassin versant	PJ ₁₀ (mm)	PJ ₁₀₀ (mm)	Pluie annuelle (mm)
Le Salat	90	160	1300
Le Lez	90	160	1300
Le Baup	90	140	1200
Ruisseau Carbalasse	80	125	1050

5.3 Base de données SHYREG

Dans le cadre de ses activités de recherche et d'appui aux politiques publiques, l'IRSTEA a mis en œuvre la méthode SHYREG afin d'estimer des quantiles de débits de crue sur l'ensemble du territoire métropolitain. L'aboutissement de ce travail est une base de données informatique des débits de crue estimés pour différentes durées et pour différentes périodes de retour (entre 2 et 1000 ans) en tout point du réseau hydrographique.

La méthode SHYREG est une méthode d'estimation de l'aléa hydrologique, basée sur la régionalisation (prise en compte homogénéisée des caractéristiques locales) de paramètres de modèles (générateur de pluie et modélisation hydrologique). Cette régionalisation implique la prise en compte de variables locales pouvant influencer le régime hydrologique naturel de surface et consécutif à une précipitation.

Les données concernant la zone d'étude et contenues dans la base SHYREG ont été extraites, compilées et comparées aux données calculées précédemment.

L'extrapolation des débits a été réalisée comme précédemment grâce à la relation de Myer.



6 DETERMINATION DES DEBITS PROJETS

6.1 Analyses statistiques

Comme il l'a été précédemment précisé, seuls les débits décennaux, vingtennaux, et cinquannaux ont été retenus pour la plupart des stations car les chroniques de données sont trop courtes pour estimer une période de retour centennale. Les ajustements réalisés sur les stations présentant entre 40 et 50 valeurs conduisent systématiquement à une très forte sous-estimation des débits de crue centennaux (analyse visuelle des régressions statistiques).

Ces derniers ne sont donc pas été présentés dans les tableaux ci-dessous.

Il est important de préciser que pour chaque station nous avons bien évidemment tenu compte de la qualité des ajustements effectués à l'aide des différentes lois utilisées dans le choix du débit de projet. Les lois d'ajustement statistique étaient globalement satisfaisantes mis à part la loi de Fuller. Cette dernière n'a été retenue pour aucune station car la corrélation entre les valeurs réelles et la courbe théorique est insuffisante.

Les valeurs de la station de Soueix-Rogalle [Kercabanac], n'ont pas été exploitées car aucune loi statistique testée ne s'ajuste aux valeurs de façon satisfaisante. De fait, cette station a été écartée de l'analyse.

Pour la station de Roquefort-sur-Garonne, les ajustements statistiques ont été réalisés sur la totalité des enregistrements car l'ajout ou non des valeurs dites « douteuses » par la banque HYDRO ne change pas significativement les résultats.

Les ajustements statistiques sont fournis en annexe 3.



Tableau 6 : Pour le débit décennal (Q_{10})

Cours d'eau	Stations utilisées	Nb d'années de mesures	Surface du bassin versant (km ²)	Détail des Q_{10} calculés (m ³ /s)					Q_{10} retenu (m ³ /s) au droit des stations
				Gumbel	Galton (Log Normale)	Loi de Gauss (Loi Normale)	Loi Racine Normale	Loi de Weibull	
SALAT	Le Salat à Saint-Lizier [Saint Girons]	43	1154	491.5	476.3	488	475.1	494.1	485
	Le salat à Roquefort-sur-Garonne	104	1570	884.9	884.9	878.5	867.7	897	883
LEZ	Le Lez à Engomer [Balaguères]	47	365	162.7	164.1	161.5	160.4	166.4	163
	Le Lez aux Bordes sur lez	42	212	65.1	66.6	64.7	65.2	68	66

Tableau 7 : Pour le débit vingtennal (Q_{20})

Cours d'eau	Stations utilisées	Nb d'années de mesures	Surface du bassin versant (km ²)	Détail des Q_{20} calculés (m ³ /s)					Q_{20} retenu (m ³ /s) au droit des stations
				Gumbel	Galton (Log Normale)	Loi de Gauss (Loi Normale)	Loi Racine Normale	Loi de Weibull	
SALAT	Le Salat à Saint-Lizier [Saint Girons]	43	1154	577.13	564.1	543.4	541.1	580.5	561
	Le salat à Roquefort-sur-Garonne	104	1570	1036.9	1057.1	977.0	989.7	1041.2	1020
LEZ	Le Lez à Engomer [Balaguères]	47	365	190.8	197	179.7	183.4	195.7	189
	Le Lez aux Bordes sur lez	42	212	73.4	75.3	70.1	71.8	77	74



Tableau 8 : Pour le débit cinquantennal (Q_{50})

Cours d'eau	Stations utilisées	Nb d'années de mesures	Surface du bassin versant (km ²)	Détail des Q_{10} calculés (m ³ /s)					Q_{50} retenu (m ³ /s) au droit des stations
				Gumbel	Galton (Log Normale)	Loi de Gauss (Loi Normale)	Loi Racine Normale	Loi de Weibull	
SALAT	Le Salat à Saint-Lizier [Saint Girons]	43	1154	687.9	682.5	605.7	620.4	687.4	657
	Le salat à Roquefort-sur-Garonne	104	1570	1233.7	1291.2	1087.7	1136.6	1215.2	1193
LEZ	Le Lez à Engomer [Balaguères]	47	365	227.2	241.8	200.2	211.1	231.7	222
	Le Lez aux Bordes sur lez	42	212	84.3	86.4	76.2	79.6	87.8	83

Tableau 9 : Pour le débit centennal (Q_{100})

Cours d'eau	Stations utilisées	Nb d'années de mesures	Surface du bassin versant (km ²)	Détail des Q_{10} calculés (m ³ /s)					Q_{100} retenu (m ³ /s) au droit des stations
				Gumbel	Galton (Log Normale)	Loi de Gauss (Loi Normale)	Loi Racine Normale	Loi de Weibull	
SALAT	Le salat à Roquefort-sur-Garonne	104	1570	1222	1465.8	1158	1237	1244.4	La plupart des régressions statistiques montrent une sous-estimation significative des débits pour les fortes valeurs. $Q_{100} > 1300 \text{ m}^3/\text{s}$



La station de Roquefort-sur-Garonne nous donne des débits spécifiques nettement supérieurs à ceux enregistrés à Saint-Lizier, or naturellement les débits spécifiques diminuent au fur et à mesure que la taille des bassins augmente et qu'on s'éloigne des zones de montagnes.

Etant donné les risques liés à l'extrapolation des données, nous retiendrons préférentiellement les valeurs issues de la station de Saint-Lizier mais nous porterons un regard critique sur ces valeurs qui pourraient être source de sous-estimations des débits.

Nous observons également des différences de débits après extrapolation des débits du Lez.

Tableau 10 : Débits Q_{10} , Q_{20} et Q_{50} retenus et débits spécifiques au droit des stations

Cours d'eau	Stations utilisées	Nb d'années de mesures	Surface du bassin versant (km ²)	Débits retenus au droit des stations			Débits spécifiques (m ³ /s/km ²)		
				Q_{10}	Q_{20}	Q_{50}	Q_{10}	Q_{20}	Q_{50}
SALAT	Le Salat à Saint-Lizier [Saint-Girons]	43	1154	485	561	657	0.420	0.486	0.569
	Le salat à Roquefort-sur-Garonne	104	1570	883	1020	1193	0.562	0.650	0.760
LEZ	Le Lez à Engomer [Balaguères]	47	365	163	189	222	0.447	0.518	0.608
	Le Lez aux Bordes-sur-Lez	42	212	66	74	83	0.311	0.349	0.392

Afin de minimiser les erreurs, nous avons retenu, pour les débits du Lez, les débits extrapolés à partir de la station d'Engomer dont la superficie du bassin versant est plus proche de celle étudiée.

Ces données seront confrontées aux autres analyses afin de déterminer l'ensemble des débits de façon précise. De manière générale, plus on cherche des débits présentant de grandes périodes de retour, plus l'incertitude augmente (en lien avec le nombre de données disponibles).

Grâce à la formule de Myer on calcule le débit correspondant au droit de la zone modélisée en partant des stations ci-dessus. On obtient un débit équivalent :



Tableau 11 : Débits équivalents des cours d'eau au droit de la zone étudiée

Cours d'eau	Superficie (km ²)	Débits équivalents équivalent au droit de la zone d'étude (m ³ /s)			
		Q ₁₀	Q ₂₀	Q ₅₀	Q ₁₀₀
Le Salat en aval de la confluence avec le Baup	1154.8	485	561	657	>1000
Le Salat en amont de la confluence avec le Lez	662.9	311	360	421	X
Le Salat en aval de la confluence avec le Lez et en amont de la confluence avec le Baup	1082	460	533	624	X
Le Lez	418.2	182	211	248	X



6.2 Analyse déterministe

Tableau 12 : Résultats de l'analyse déterministe pour Q_{10} et Q_{20}

Cours d'eau	Surface du bassin versant (km ²)	Tc (h)	Q ₁₀ (en m ³)					Q ₂₀ (en m ³)				Débits retenus	
			SCS	Aneto	Crupedix	Méthode Sogreah	Socose	Gradex progressif	Rationnelle	QDF	Gradex revu	Q ₁₀ retenus	Q ₂₀ retenus
Le salat en aval de la confluence	1154.8	6.5	586.9	460	470.9	X	X	599.5	783.1	540.6	770.5	470	670
Le Salat en amont de la confluence avec le lez	662.9	5.4	325.5	298.3	311.2	X	X	401.4	486.4	362.3	487.5	315	430
Le Salat en aval de la confluence avec le Lez et en amont de la confluence avec le Baup	1082	6	542.7	437.2	462.4	X	X	586.7	743.6	529.1	741.5	460	620
Le Lez	418.2	4.4	194.1	208.3	215.3	X	X	269.1	361.5	241.5	321.2	210	300
Le Baup	73.7	3	X	53.8	53.7	50	37	69.8	80.8	61.9	74.8	53.8	73
Ruisseau Carbalasse	4.26	0.5	X	5.4	5.6	5.5	3.1	7.2	15.8	6.3	6.7	5.5	9



Tableau 13 : Résultats de l'analyse déterministe pour Q_{50} et Q_{100}

Cours d'eau	Surface du bassin versant (km ²)	Tc (h)	Q ₅₀ (en m ³)				Q ₁₀₀ (en m ³)				Débits retenus	
			Gradex progressif	Rationnelle	QDF	Gradex revu	Gradex progressif	Rationnelle	QDF	Gradex revu	Q ₅₀ retenus	Q ₁₀₀ retenus
Le salat en aval de la confluence	1154.8	6.5	899.4	941.7	791.9	1159.4	1240.8	1078.6	1057.7	1450.8	950	1200
Le Salat en amont de la confluence avec le lez	662.9	5.4	599.3	583.4	530.8	710.7	821.6	666.7	708.9	878	605	750
Le Salat en aval de la confluence avec le Lez et en amont de la confluence avec le Baup	1082	6	880.2	893.2	775.1	1105.9	1214.1	1022.1	1035.2	1379	895	1100
Le Lez	418.2	4.4	406	432.2	353.8	465.1	561.7	492.7	472.6	598.9	395	480
Le Baup	73.7	3	105.5	96.1	90.7	102	144.6	109.1	121	122.3	95	115
Ruisseau Carbalasse	4.26	0.5	11.2	18.2	9.3	8.3	16	20.3	12.4	9.5	12	15

La méthode SOGREAH est adaptée à des bassins versants de moins de 100 km².

La méthode de Socose est adaptée à des bassins versants dont la surface est comprise entre 2 et 200 km².

Le gradex brutal n'est jamais privilégié car celui-ci est plus pertinent sur des périodes de retour plus élevées que la crue centennale.

La méthode SCS est jugée peu fiable car fortement impactée par le choix du CN (paramètre de la formule).

La méthode ANETO a été retenue car les bassins versants se situent dans la zone pour laquelle la formule a été développée.

X : méthode non adaptée ou non pertinente.



6.3 Analyse SHYREG

Comme pour toute méthode, les estimations fournies par la méthode SHYREG sont soumises à un certain nombre d'incertitudes. La méthode SHYREG a été calée sur des bassins versants jugés « non influencés », c'est-à-dire correspondant à des fonctionnements dits « naturels ». Or certains bassins présentent des fonctionnements pouvant être contraints par différentes configurations mettant en défaut la méthode.

Par exemple, la totalité des bassins est influencée par des apports neigeux et pour le bassin versant du Lez, le code confiance stipule « Sûrement hors application » de par l'influence de barrage sur le régime naturel du cours d'eau.

Tableau 14 : Influence des apports neigeux sur les bassins versants

Numéro de fiche SHYREG	Nom équivalent de la zone pour l'étude	Aire (km ²)	Q ₁₀ (m ³ /s)	Q ₂₀ (m ³ /s)	Q ₅₀ (m ³ /s)	Q ₁₀₀ (m ³ /s)	Code de confiance
GiroChar_4780	Le Salat en amont de la confluence avec le lez	662.8	317	377	473	559	Bassin fortement influencé (apport neigeux)
GiroChar_4781	Le Lez	419.1	121	146	186	222	Sûrement hors application (influencé par un barrage) Bassin fortement influencé (Apport neigeux),
GiroChar_4782	Salat en aval de la confluence avec le Lez et en amont de la confluence avec le Baup	1082	383	454	567	670	Bassin fortement influencé (barrages <u>et</u> apport neigeux)
GiroChar_4783	Le Baup	74.2	53.6	65.8	85.4	103	Bassin fortement influence (apport neigeux)
O0502520	Le Salat en aval	1150	428	500	616	723	Bassin fortement influencé (apport neigeux) Bassin faiblement influencé (barrage)

Source : Base de données SHYREG- date de consultation 29/03/2017 - <http://shyreg.irstea.fr/>



6.4 Analyse des études antérieures

Le tableau suivant regroupe les débits retenus dans les différentes études dont nous disposons.

Les références complètes des études d'où sont extraites les informations sont fournies dans la bibliographie en début de rapport.

Tableau 15 : Analyse des études antérieures

Etude	Ref.	Cours d'eau	BV associé (km ²)	Q ₁₀ (m ³ /s)	Q ₁₀₀ (m ³ /s)	Crue historique (m ³ /s)	Méthodes utilisées et avis	Débits équivalents estimatif au droit de notre zone d'étude (Myer)
Etude du BAUP (Saint-Girons)	[1]	Baup	69.6	45	90	<p>1875= 41.7 m³/s</p> <p>1996= équivaldrait à 70% de la crue centennale (fixée dans l'étude à 90 m³/s soit un débit de 63 m³/s)</p>	<p>La crue décennale est issue de la confrontation de plusieurs résultats obtenus grâce aux formules de prédétermination : SOGREAH, CRUPEDIX, SOCOSE, Méthode rationnelle, Méthode du SCS adaptée ZELLER.</p> <p>Pour la crue historique de 1875, l'étude cite des « services spécialisés ». Pour la crue de 1996, la façon dont le débit a été obtenu n'est pas précisée.</p> <p>La méthodologie employée est fiable, nous obtenons une valeur supérieure car nous nous basons sur une pluie décennale présentant une valeur plus importante (évolution probable des données relevées par les pluviomètres : l'étude à 20 ans)</p> <p>La crue centennale est obtenue de façon sommaire en multipliant le débit décennal par 2 (le rapport Q₁₀/Q₁₀₀ est souvent dans cet ordre d'idée toutefois, il peut varier de façon significative selon les bassins versants).</p> <p>Les débits sont cohérents avec ceux obtenus dans notre étude</p>	<p>(Q équivalents)</p> <p>Q₁₀ Baup= 45 m³/s</p> <p>Q₁₀₀ Baup= 90 m³/s</p> <p>Q₁₈₇₅= 41.7 m³/s</p> <p>Q₁₉₉₆≈ 63 m³/s</p>



Etude	Ref.	Cours d'eau	BV associé (km ²)	Q ₁₀ (m ³ /s)	Q ₁₀₀ (m ³ /s)	Crue historique (m ³ /s)	Méthodes utilisées et avis	Débits équivalents estimatif au droit de notre zone d'étude (Myer)																		
Cartographie de zones inondées en fonction des hauteurs à une échelle règlementaire – lot n°5	[2]	Salat	1079			Q _{23/06/1875} = 1100 m ³ /s (Pour un bassin versant de 1079 km ²)	<p>L'étude cite l'ancien PPR et reprend les valeurs suivantes : Q₁₀ = 470 m³/s Q₁₀₀ = 1200 m³/s pour un bassin versant de 1079 km².</p> <p>Or les valeurs fournies par le PPR actuel sont de 539 m³/s pour le débit décennal et 964 m³/s pour le débit centennal pour un bassin versant de 1078 km².</p> <p>Il est également écrit (p.6) que « La crue de référence est la crue de 1897, située 36 cm au-dessus de la crue de 1875. » Il est également écrit qu' « Une incohérence apparait sur la fiche de la station sur le positionnement de la crue de 1875 et celle de 1897. »</p> <p>D'après notre analyse, il semblerait que la cote des 6 m pour la crue de 1875 ne soit pas localisée au bon endroit (voir paragraphe suivant) ce qui pourrait expliquer les incohérences citées ci-dessus.</p> <p>La crue de 1875 est présentée comme étant inférieure à une crue centennale :</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Date / Evénement</th> <th>Fréquence</th> <th>Débit m³/s</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>23 juin 1875</td> <td>75</td> <td>1100</td> </tr> <tr> <td>11 juin 2000</td> <td>5</td> <td>380</td> </tr> <tr> <td>5 octobre 1992</td> <td>10</td> <td>460</td> </tr> <tr> <td>19 mai 1977</td> <td>50</td> <td>960</td> </tr> <tr> <td>4 octobre 1937</td> <td>15 à 30</td> <td>600/800</td> </tr> </tbody> </table> <p>Il convient d'être extrêmement prudent avec les valeurs annoncées ci-dessus car il n'est pas précisé comment elles ont été obtenues.</p>	Date / Evénement	Fréquence	Débit m ³ /s	23 juin 1875	75	1100	11 juin 2000	5	380	5 octobre 1992	10	460	19 mai 1977	50	960	4 octobre 1937	15 à 30	600/800	<p>Pour le Salat après la confluence avec le lez et en amont du Baup :</p> <p>Q₁₀₀ = 470 m³/s Q₁₀ = 1200 m³/s Q₁₈₇₅ = 1100 m³/s</p>
Date / Evénement	Fréquence	Débit m ³ /s																								
23 juin 1875	75	1100																								
11 juin 2000	5	380																								
5 octobre 1992	10	460																								
19 mai 1977	50	960																								
4 octobre 1937	15 à 30	600/800																								



PPR de Saint-Girons (2003)	[3]	Salat	1078	539	964	$Q_{1977}=960 \text{ m}^3/\text{s}$	<p>Ces données sont issues de l'« étude fréquentielle des débits de crue des cours d'eau en Midi-Pyrénées » (DIREN MP, UTM. 1993). Dans le PPR, il est spécifié que « Leur estimation à partir d'ajustements statistiques et leur nature (débits extrapolés) doit inciter à la prudence quant à leur précision. »</p> <p>Nous obtenons des débits différents et ne pouvons que confirmer la mise en garde sur les ajustements effectués.</p>	<p>Salat avant la confluence avec le Baup (Q identiques)</p> <p>$Q_{10}=539 \text{ m}^3/\text{s}$ $Q_{100}=964 \text{ m}^3/\text{s}$</p>
		Lez	360	203	370		Seules les formules de Crupedix et la formule rationnelle ont été utilisés.	$Q_{10}=229 \text{ m}^3/\text{s}$ $Q_{100}=417 \text{ m}^3/\text{s}$
		Baup	78	65	102		Quand cela est possible, il convient de confronter les résultats obtenus grâce aux formules de prédétermination avec les analyses statistiques réalisées sur les stations hydrométriques.	(Q identiques) $Q_{10}=65 \text{ m}^3/\text{s}$ $Q_{100}=102 \text{ m}^3/\text{s}$
		Ruisseau de Carbalasse	4.8	12	16			$Q_{10}=10.9 \text{ m}^3/\text{s}$ $Q_{100}=14.5 \text{ m}^3/\text{s}$
Etude hydraulique chemin du Ticoulet – Commune d'Eycheil	[4]	Ruisseau de Carbalasse	1.46			<p>Utilisation de plusieurs formules de prédétermination des débits pour la crue centennale et décennale. Il convient d'être prudent car les débits sont extrapolés d'un bassin quasiment trois fois plus petit que celui considéré.</p> <p>On obtient des valeurs proches de celles retenues si on tient compte des marges d'erreurs inhérentes à ce type d'extrapolation.</p>	<p>$Q_{10}=5.9 \text{ m}^3/\text{s}$ $Q_{20}=7.5 \text{ m}^3/\text{s}$ $Q_{50}=9.4 \text{ m}^3/\text{s}$ $Q_{100}=11.8 \text{ m}^3/\text{s}$</p>	
Dimensionnement de la passerelle sur le Salat	[5]	Salat	659	390	623	<p>$Q_{06/1875}=700 \text{ m}^3/\text{s}$ $Q_{05/1977}=573 \text{ m}^3/\text{s}$</p>	<p>Les débits sont issus de la confrontation d'études statistiques sur les stations hydrométriques ainsi que de la confrontation de plusieurs formules de prédétermination.</p> <p>Bien que proches, les débits que nous retenons sont plus importants, probablement en raison du nombre plus important de données utilisées (10 années de plus).</p>	<p>Salat Amont (Q identiques) $Q_{10}=390 \text{ m}^3/\text{s}$ $Q_{100}=623 \text{ m}^3/\text{s}$ $Q_{06/1875}=700 \text{ m}^3/\text{s}$ $Q_{05/1977}=573 \text{ m}^3/\text{s}$</p>



Etude de lutte contre les crues et inondations du Lez	[6]	Lez	418	210	380		Dans cette étude, il est spécifié que la crue de 1875 ne représente pas la crue centennale pour le bassin versant du Lez. Pour celui-ci la crue de référence est la crue centennale.	(Q identiques) $Q_{10}= 210 \text{ m}^3/\text{s}$ $Q_{100}= 380 \text{ m}^3/\text{s}$
Cartographie des zones inondées crue du Salat du 7 Novembre 2011	[7]	Salat				$Q_{2011}= 433 \text{ m}^3/\text{s}$ à Saintt Lizier	La crue de 2011 est qualifiée de crue décennale au niveau de Saint Girons	Salat en aval de la confluence $Q_{2011}= 433 \text{ m}^3/\text{s}$ à St Lizier



6.5 Choix des débits de projet

Tableau 16 : Résumé des résultats des analyses des débits Q_{10} , Q_{20} , Q_{50} et Q_{100}

Cours d'eau	Surface du bassin versant (km ²)	Méthode déterministe (m ³ /s)				Analyse statistique (m ³ /s)				SHYREG (m ³ /s)				Etudes antérieures (équivalent au droit de la zone) (m ³ /s)					
		Q ₁₀	Q ₂₀	Q ₅₀	Q ₁₀₀	Q ₁₀	Q ₂₀	Q ₅₀	Q ₁₀₀	Q ₁₀	Q ₂₀	Q ₅₀	Q ₁₀₀	Q ₁₀	Q ₂₀	Q ₅₀	Q ₁₀₀	Crue historique	Source
Le Salat aval	1154.8	470	673	950	1200	485	561	657	>1000	428	500	616	723					Q _{05/1977} =960 m ³ /s	[8]
Le Salat en amont de la confluence avec le Lez	662.9	315	434	605	750	311	360	421	X	317	377	473	559	390			623	Q ₁₈₇₅ =700 m ³ /s Q _{05/1977} = 573 m ³ /s	[5]
Le Salat en aval de la confluence avec le Lez et en amont de la confluence avec le Baup	1082	460	650	850	1100	460	533	624	X	383	454	567	670	470			1200	Q ₁₈₇₅ =1100 m ³ /s	[2]
														539			964		
Le Lez	418.2	210	302	395	480	182	211	248	X	121	146	186	222	229			417		[3]
														210			380		
Le Baup	73.7	53.8	73	95	115	X	X	X	X	53.6	65.8	85.4	103	45			90	Q ₁₈₇₅ =41.7m ³ /s Q ₁₉₉₆ ≈63m ³ /s	[1]
														35			102		
Ruisseau Carbalasse	4.26	5.5	9	12	15	X	X	X	X	X	X	X	X	10.9			14.5		[3]
														5.9	7.5	9.4	11.8		

X : pas de données

Choix des débits :

Tableau 17 : Choix des débits retenus pour l'analyse hydrologique

Cours d'eau	Surface du bassin versant (km ²)	Débits retenus pour l'analyse hydrologique (m ³ /s)			
		Q ₁₀	Q ₂₀	Q ₅₀	Q ₁₀₀
Le Salat aval	1154.8	480	673	950	1200
Le Salat en amont de la confluence avec le Lez	662.9	315	434	605	750
Le Salat en aval de la confluence avec le Lez et en amont de la confluence avec le Baup	1082	460	650	895	1100
Le Lez	418.2	210	302	395	480
Le Baup	73.7	53	70	90	110
Ruisseau Carbalasse	4.26	6	7.5	9.5	14.5



6.6 Analyses des crues historiques du Salat

6.6.1. Crue de 1875

M. PARDE, dans la « Revue géographique des Pyrénées et du sud-ouest », « le régime de la Garonne », p.184, stipule que la cote de 1875 était de 6 m sur le Salat à Saint Girons.

TABEAU 21.
Maxima de juin 1875.

	Cotes coteaux	Plus grandes crués pré- historiques		Cotes alluvies	Plus grandes crués pré- historiques
Ariège à Tarascon....	3,45	3,15	Salat à Saint-Girons..	6,00	4,00
Ariège à Foix.....	4,60	3,15	Garonne à Montréjeau	3,45	2,35
Ariège à Saverdun...	4,29	3,45	Garonne à Cazères...	8,60	6,90
Ariège à Auterive...	9,00	?	Garonne à Pinsaguel.	8,25	?
Grand Hers à Mirepoix	4,41	4,25	Garonne à Muret.....	9,20	»
Grand Hers à Mazères	9,00	6,51			

Les rivières du Lannemezan ont aussi leurs plus grandes crues en ces occasions. Les plus imposants groupes de maxima de ce côté paraissent appartenir non à juin 1875, mais à juin 1855, à avril 1770, et à juillet 1897.

Figure 1 : Extrait du tableau des maxima de Juin 1875 (source : [8])

M. PARDE, en 1954 dans la « Revue géographique des Pyrénées et du sud-ouest », complétait ces informations en fournissant les données suivantes:

TABEAU 3
Crues de la haute Garonne

	Jun 1875	Fév. 1879	Jun 1889	Jul. 1897	Oct. 1897	Jun 1900	Mai 1905	Déc. 1906	Mai 1910	Mai 1911	Mars 1930	Fév. 1952
Neste à Sarrancolin	»	»	2.60	3.00	1.10	1.40	»	»	»	»	»	»
Pique à Luchon	1.60	»	1.50	2.50	1.60	1.30	0,54	»	»	»	»	0.48
Garonne à Saint-Béat	4.17	0.90	1.35	4.00	1.90	2.30	»	»	»	»	»	1.40
Garonne à Saint-Gaudens	5.45	2.51	2.83	3.70	2.42	2.46	2.58	3.04	2.14	2.36	2.80	3.96
Ger à Aspet	2.70	»	3.25	3.50	2.75	2.80	1.50	»	»	»	»	2.30
Salat à St-Girons	6.00	2.15	2.45	2.35	4.00	2.80	2.20	2.75	2.60	»	»	2.92
Garonne à Cazères	8.60	3.91	4.04	5.10	1.20	3.55	4.00	4.20	2.30	3.15	3.30	4.00
Arize au Mas-d'Azil	4.50	4.21	4.00	0.30	5.50	3.85	»	»	»	3.50	»	4.10
Garonne à Muret	9.20	4.25	4.13	4.50	3.00	3.40	4.12	3.65	1.98	2.85	3.00	4.20
Ariège à Foix	4.00	2.15	1.82	1.20	3.40	2.60	»	1.68	3.00	»	1.50	2.62
Ariège à Saverdun	4.29	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	2.80
Grand Hers à Mirepoix	4.41	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	3.60
Grand Hers à Mazères	9.00	5.30	2.95	0.15	5.18	3.30	4.40	»	4.95	3.85	»	7.06
Ariège à Auterive	9.00	4.40	2.00	0.95	3.70	3.25	2.30	»	4.30	2.90	2.25	4.30
Lez au Fossat	»	4.29	1.27	0.00	3.17	3.78	»	»	»	»	»	3.95
Garonne à Toulouse (Pt Neuf)	8.32	4.87	3.70	3.50	3.70	4.00	4.24	3.48	3.63	3.73	1.00	4.65

(a) Dans les conditions d'écoulement réalisées antérieurement les eaux auraient atteint probablement 4.75.

Figure 2 : Crues de la haute Garonne (source : [9])



On note que sur ces publications, la crue d'octobre 1897 (mentionnée par l'étude BRL comme située 36 cm au-dessus de celle de 1875) est située 2 m plus bas que la crue de 1875 à Saint Girons.

Si on se base sur le profil des forces hydrauliques réalisé en 1926, il y avait, à l'époque deux stations hydrométriques à proximité de Saint-Girons sur le Salat (on ne peut que présager également de leurs présences en 1875 pour l'une comme pour l'autre station):

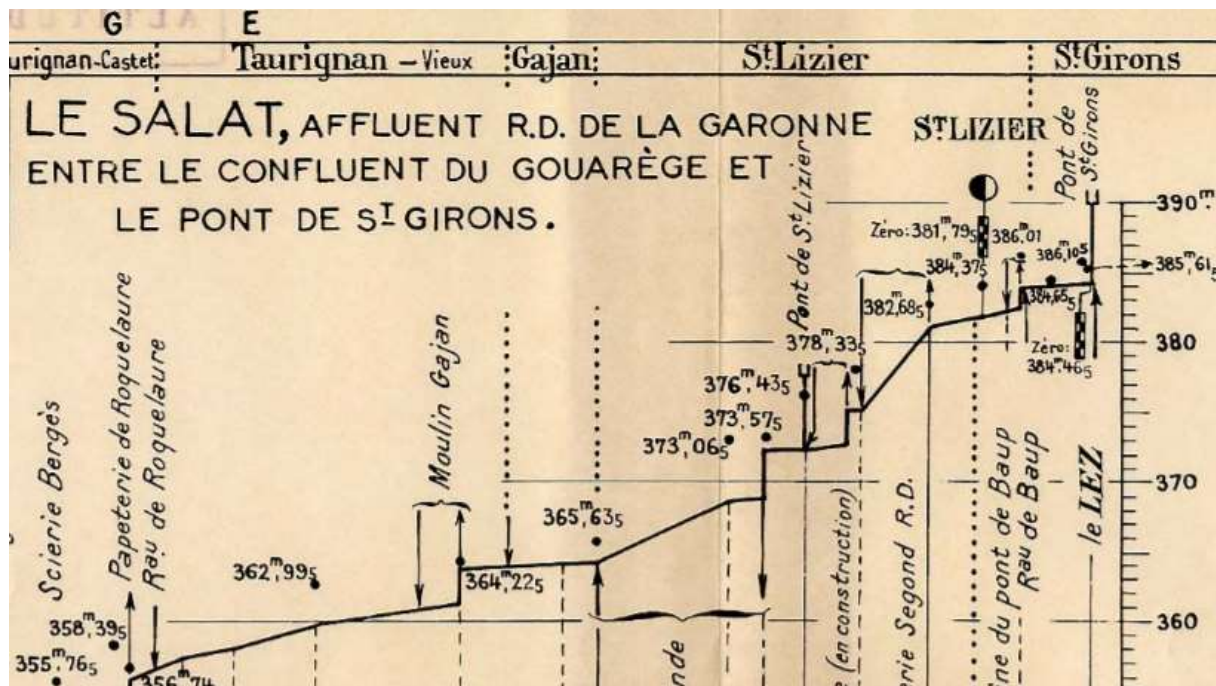


Figure 3 : Extrait du profil en long des forces hydrauliques sur le Salat

Une station au pont de Saint-Girons dont le zéro se situait à une altitude de 384,465 m NGF et une à Saint-Lizier (à priori située non loin de celle appelée aujourd'hui « Saint-Lizier [Saint Girons] ».) dont le zéro se situait à une cote de 381,795 m NGF.

La difficulté est de savoir à quel endroit se réfère la cote fournie par M. PARDE et potentiellement à quelle station.

Dans l'étude réalisée par BRL (reprise des données fournies par Vigicrue sur la station hydrométrique), les 6 mètres de hauteur sont associés à la station de Saint-Lizier (basée sur la station Vigicrue qui reprend cette valeur à la station).

Une crue de 6 m à la station de Saint Girons (pont) donnerait une cote de crue de 390,465 m NGF, hors, lors de notre terrain nous avons relevé une marque de la crue de 1875, gravée sur le parapet du pont. Nous avons nivelée cette marque à une cote de 390,80 m NGF soit une cote proche de celle calculée au droit de la station via la référence de M. PARDE (les différences peuvent être dues à une modification du pont depuis 1875, à des embâcles créant localement une surcote...).

De plus, si on analyse la base de données de la «Plateforme nationale collaborative des sites et repères de crue », on note que sur le pont situé juste en amont de la confluence avec le Salat (rue « pont du Lez »), il existe un repère de crue de 1875 coté à 390,46 m NGF, soit exactement la cote retrouvée grâce à l'information de M.PARDE et de l'analyse du profil en long.

Au vue de ces informations, il semble donc que M.PARDE faisait référence à la station située dans le centre de Saint Girons et non pas à celle située plus en aval.



Afin de connaître le débit de la crue de 1875, et devant le manque de données, il sera réalisé une simulation numérique au niveau du pont du Salat afin de connaître le débit qui y a transité pour cette crue (le lit n'ayant pas ou très peu évolué à cet endroit depuis 1875).

6.6.2. Analyse des débits des crues historique

Nous avons recherché les maximums de crue relevés au droit des stations sur le Salat.

Tableau 18 : Débits maximum instantanés sur le Salat

Nom de la station	Salat à Soueix-Rogalle [Kerbanac]	Salat à Saint Lizier	Le Salat à Roquefort- sur-Garonne
Code station	O0362510	O0502520	O0592510
Taille du BV (km²)	379	1154	1570
Octobre 1937	622	x	809
2 février 1952	191	x	1570
27 mai 1956	143	x	1040
2 Juin 1962	133	x	1170
Septembre 1974	263	434	825
Juin 1975	108	495	515
Mai 1977	368	960	1650
Novembre 1982	319	330	630
Octobre 1992	287	510	1020
Q _{iX} /Q _J	1.46 [1.28-1.66]	1.37[1.29-1.56]	1.46 [1.34-1.71]

Tableau 19 : Débits moyens journaliers sur le Salat

Nom de la station	Salat à Soueix-Rogalle [Kerbanac]	Salat à Saint Lizier	Le Salat à Roquefort- sur-Garonne
Code station	O0362510	O0502520	O0592510
Taille du BV (km²)	379	1154	1570
4 Octobre 1937	427	x	555
2 février 1952	131	x	1080
27 mai 1956	98	x	710
2 Juin 1962	91	x	805
Septembre 1974	176	308	515
Juin 1975	83	248	295
19 mai 1977	165	565	965
Novembre 1982	144	211	368
5 octobre 1992	230	468	883

Les deux principales crues du siècle dernier sur le Salat sont les crues de 1937, 1977. La crue de 1977 a été mesurée comme égale à 960 m³/s au niveau de Saint-Lizier et celle de 1937 n'a pas été mesurée en débit de pointe. Vu le débit journalier de 565 m³/s à Saint-Lizier, si on recalcule un débit de pointe théorique en utilisant le rapport Q_{iX}/Q_J moyen de la station on obtient 774 m³/s.



Au vu de ces débits, le débit centennal semble tout à fait cohérent. Cependant, il existe une crue antérieure à l'ensemble de celles citées ci-dessus et dont on sait qu'elle représente une crue majeure : la crue de 1875.

D'après la base de données des repères de crue, il a été nivelé une cote de la crue de 1875 au niveau de l'entrée du Moulin de Saint-Lizier (code GTL_R_382).

Il est stipulé qu'il existe plusieurs « marques gravées sur le mur au-dessus de l'entrée de l'eau dans le moulin. La marque la plus basse - environ 120 au-dessus du terrain naturel - représente la crue du 28 octobre 1937. La plus haute - environ 340 cm au-dessus du terrain naturel - représente la crue du 23 juin 1875. »

Selon la fiche de crue dont le code est « GTL_R_7579 » l'eau était arrivée au pied de ce bâtiment lors de la crue de 2011



Date de la crue	Hauteur d'eau par rapport au sol
23 Juin 1875	3,45 m
28 octobre 1937	1,20 m
7 Novembre 2011	0 m, Au pied du bâtiment

De fait on suppose que la crue de 1875 est une crue de référence et que son débit est fortement supérieur à 774 m³/s.

A la vue de l'ensemble des laisses de crue connues sur la commune de Saint-Girons et ses alentours, et à la vue des éléments fournis ci-dessus, nous décidons de calculer le débit de la crue de 1875 afin de savoir si celle-ci est supérieure ou non à la crue centennale.

6.7 Détermination du débit de la crue de 1875 sur le Salat

Dans les études antérieures, il est précisé des débits estimatifs pour la crue de 1875, toutefois, ces débits sont fournis sans préciser comment ils ont été obtenus.

De fait pour déterminer le débit de cette crue, nous avons choisi d'utiliser un tronçon de rivière calibré dont la géométrie n'a pas ou peu variée depuis 1875 et sur lequel nous connaissons la hauteur de la crue.

Nous choisissons de nous placer au niveau du pont de Saint-Girons qui existait dans les mêmes configurations géométriques en 1875.

Grâce à la marque gravée sur le parapet du pont (dont la validité est largement admise), nous connaissons le niveau d'eau atteint par la crue ce qui nous permet de reconstituer son débit.

Afin de déterminer le débit qui a transité au niveau de la zone en 1875, nous avons créé un modèle de la zone en deux dimensions et calculé le débit de la crue de 1875 qui fournit la cote relevé sur le parapet du pont.



Sur le Lez, le seuil situé environ 100m avant la confluence n'est pas retrouvé sur le profil en long des forces hydrauliques :

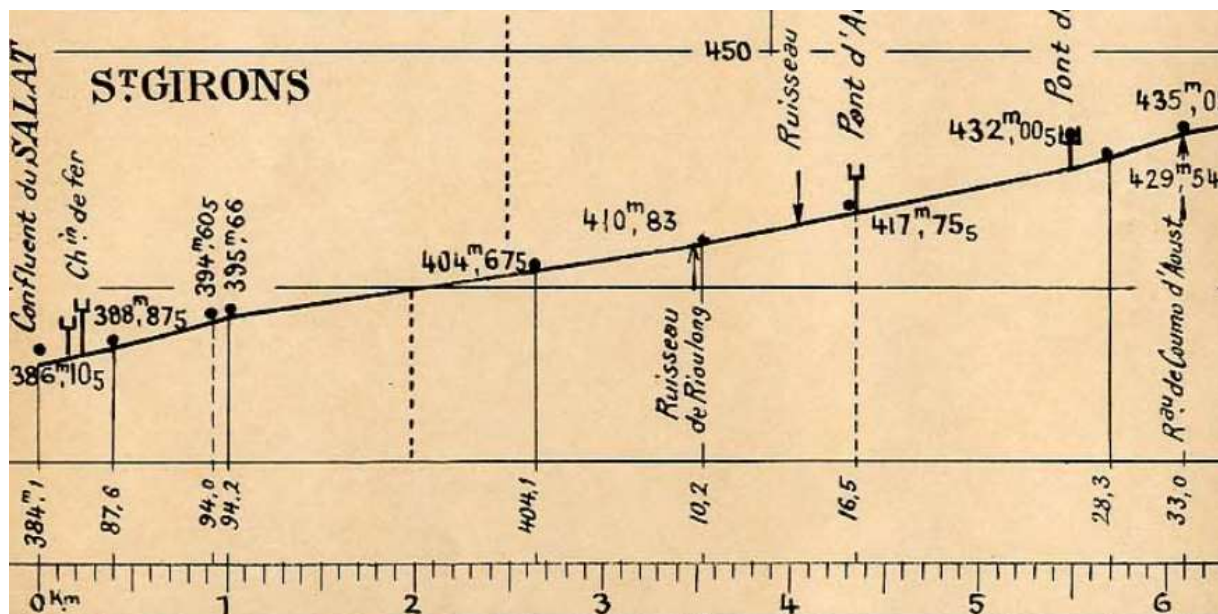


Figure 4 : Extrait du profil en long réalisé par les Forces Hydrauliques sur le Lez

De ce fait on ne modélisera que les derniers 100 mètres du Lez jusqu'à sa confluence au Salat.

Pour la partie en rive gauche du Salat, on fermera le modèle 60 m en rive gauche du pont en considérant que les débordements au-delà ne sont pas efficaces d'un point de vue du transfert de débit vers la zone aval (zone de piégeage de l'eau). Cette hypothèse se vérifie car si on augmente la zone modélisée d'environ 50 m en rive gauche, cela ne change pas le niveau d'eau en amont du pont

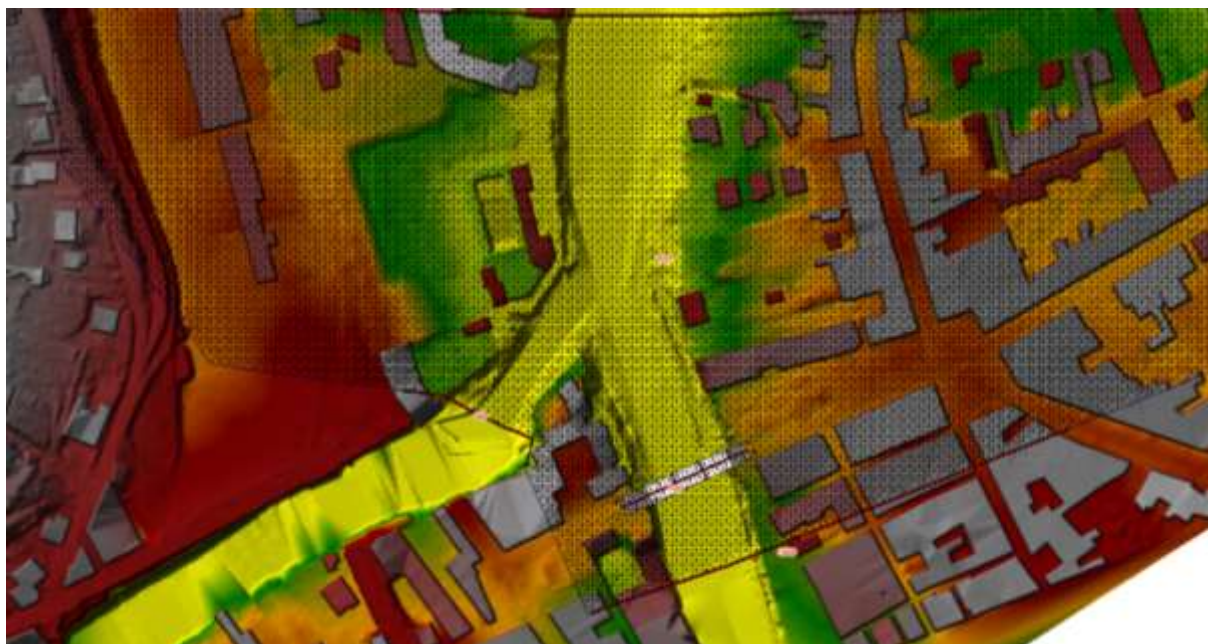






Figure 5 : Extrait du modèle numérique réalisé pour la crue de 1875, AGERIN

Nous avons choisi les coefficients de rugosité en fonction de nos analyses de terrain et de tables de Manning-Strickler :

Localisation et coefficients de Manning	Photographies
Lit mineur du Salat et du Lez au niveau de la confluence $n = 0.045$	
Berge avec broussailles et arbres $n = 0.08$	



<p>Lit majeur en zone résidentielle avec jardins n = 0.06</p>	
<p>Lit majeur en zone urbanisée plus dense n = 0.04</p>	



La marque au niveau du pont du parapet du pont de Saint Girons a été nivelée à 390,81 m NGF :



Pour obtenir cette cote de crue, nous avons inséré simultanément dans le modèle les débits suivants :

Débit du SALAT (m ³ /s)	Débit du Lez (m ³ /s)	Cote au pont (m NGF)
870	250	390.759
	300	390.776
	350	390.794
880	250	390.785
	300	390.79
	350	390.808
890	250	390.786
	300	390.804
	350	390.82

L'influence de la valeur du débit du Salat en amont de la confluence est prépondérante dans la détermination de la ligne d'eau au niveau du pont car c'est cette valeur de débit qui engendre la mise en charge de celui-ci.

Afin de ne pas maximiser le débit de crue retenu, la valeur de 880 m³/s est choisie comme débit de crue du Salat en amont de la confluence pour la crue de 1875.

Ce débit de 1875 est supérieur au débit de crue centennale calculé comme égal à 750 m³/s à cet endroit. C'est donc le débit de la crue de 1875 qui sera retenu pour le Salat lors de la réalisation des cartes d'aléas.



Pour la modélisation ultérieure (modélisation des crues de références), il sera réalisé un calage de l'ensemble des zones étudiées sur la crue de 1977 pour laquelle nous avons des relevés de débits et de nombreuses laisses de crue (repère de calage).

Exemple :

COURS D'EAU	LOCALISATION	DATE			TYPE INONDATION	HYDROMETRIE			PLUVIOMETRIE		IMPACTS		CRUE DE REFERENCE (PPRI, AZI)	COMMENTAIRE
		Année	Mois	Jour		Hauteur	Débit	Période retour	Hauteur	Période retour	Pertes humaines	Domages		
Garonne	Fortet / Tam - Toulouse	1261	mai	11								Pont de Saint-Cyprien (Saint-Subran en occitan) emporté		72 h de pluie
L'Ariège	Folk	1977	mai	19 et 20		3.1 m						Trois morts dans les Pyrénées Orientales et un à Lourdes		Pluies diluviennes, fusion neige sur les hauteurs, glissements de terrain...
L'Ariège	Auterive	1977	mai	19 et 20		4.2 m								
L'Ariège	Saverdun	1977	mai	19 et 20		3.18 m		Q30						
Le Salat	Saint-Girons	1977	mai		Océanique pyrénéenne	4.15 m								Crues localisées

Figure 6 : L'évaluation préliminaire des risques d'inondation 2011 BASSIN ADOUR-GARONNE [11]

6.8 Concomitance des crues et choix de modélisation

Lors d'événement extrêmes, il y a une forte probabilité pour que plusieurs cours d'eau soient impactés simultanément, de fait, le modèle doit tenir compte de la possible concomitance d'événements majeurs.

Dans la zone étudiée, le Salat est le cours d'eau dans lequel se jette la totalité des autres cours d'eau. De fait, la hauteur d'eau du Salat peut faire varier significativement le niveau d'eau des affluents dans leurs parties basses (donc dans la commune de Saint-Girons). Un niveau d'eau élevé dans le Salat engendrera un certain ralentissement, voir un blocage de l'évacuation des eaux des affluents et pourra ainsi générer des inondations plus importantes que si l'affluent est impacté par une pluie sans que le Salat ne soit en crue.

Suite à l'étude de la forme des bassins versants et de leurs caractéristiques morphologiques, la concomitance parfaite des crues n'est pas envisagée entre les affluents du Salat et le Salat lui-même. Toutefois, l'ensemble des bassins versants peuvent être impactés simultanément par un même épisode pluvieux.

Les bassins versants étudiés, comme le reste des Pyrénées, sont soumis à des types de crues océaniques pyrénéennes. Ces crues se « produisent en toutes saisons », « mais en hiver, la rétention nivale jugule le ruissellement dans les Pyrénées, zone la plus touchée par les averses; c'est en mai et en juin qu'elles ont le plus de fréquence et de gravité » [8] (comme la crue de Juin 1875).

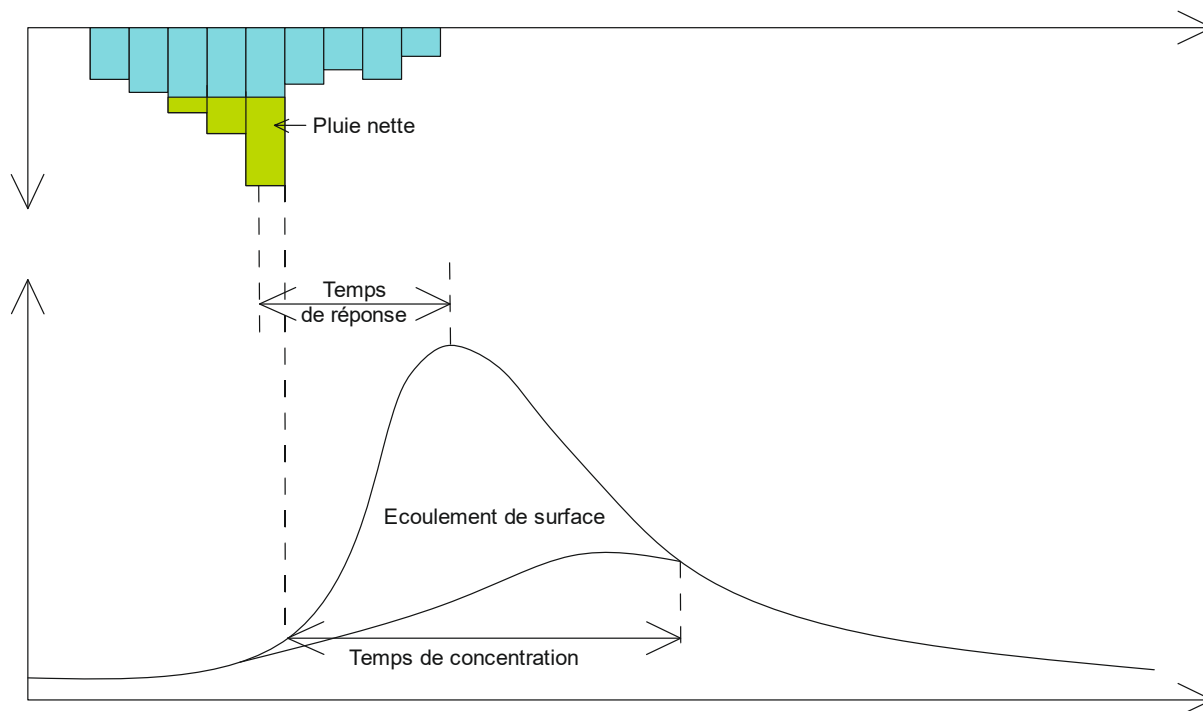
La crue de Juin 1875 était une crue de type océanique pyrénéenne où selon M.PARDE [8] « toutes les rivières du front pyrénéen s'enflent avec une violence comparable. Ceci arriva notamment en juin 1875 ». (p.184 PARDE).

La situation retenue se basera sur le postulat d'une sollicitation uniforme de l'ensemble des bassins versants étudiés, (situation qui a engendrée la crue de 1875).

Les débits retenus pour la modélisation seront les crues centennales sauf pour le Salat dont le débit de 1875 est plus important qu'une centennale.



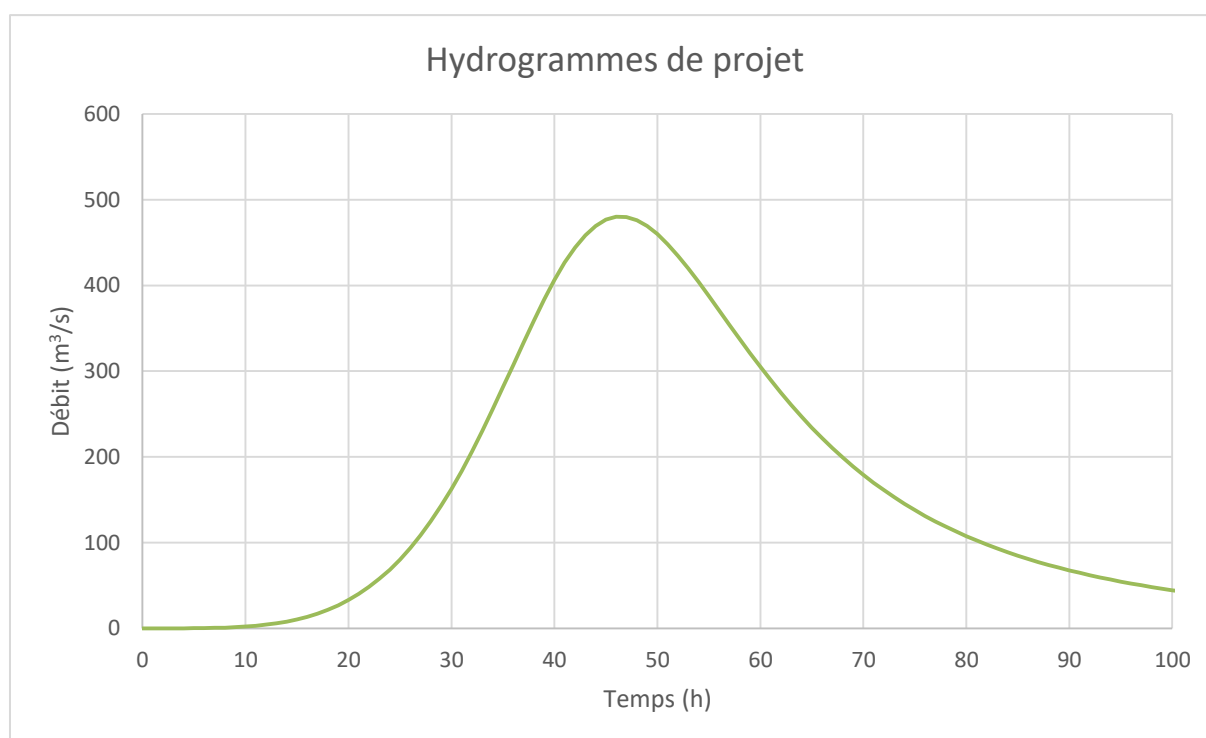
Si l'ensemble des bassins sont impactés par le même évènement pluvieux, le débit de pointe ne surviendra pas en même temps pour l'ensemble des bassins car les temps de réponses (lag-time) des bassins versant sont différents :



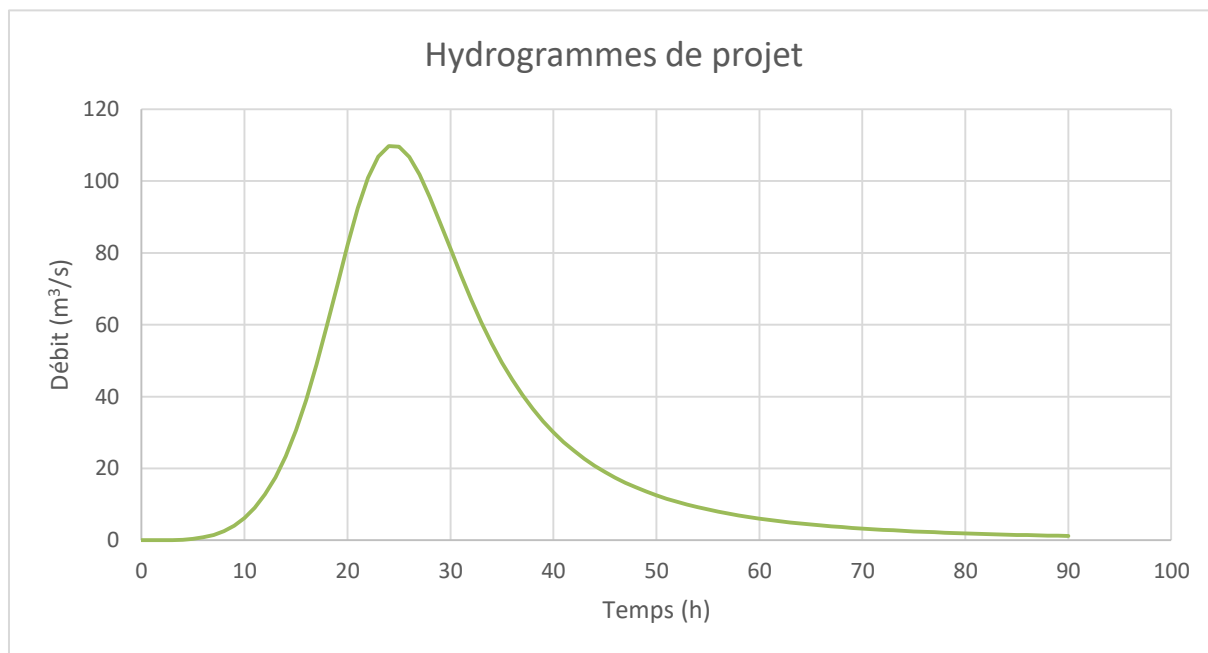
Pour recréer les différents hydrogrammes des crues, nous nous baserons sur la forme des hydrogrammes de Socose :

Les hydrogrammes obtenus sont les suivants :

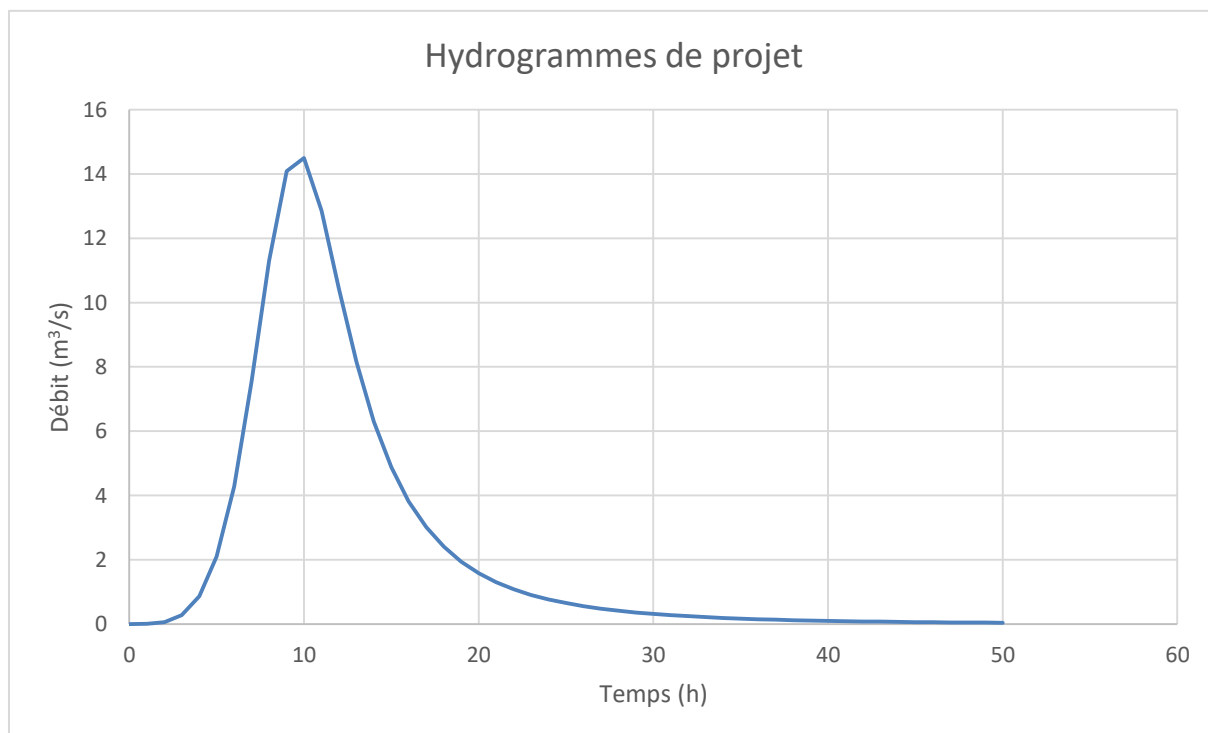
- Sur le Lez, Q_{100} :



- Sur le Baup, Q_{100} :

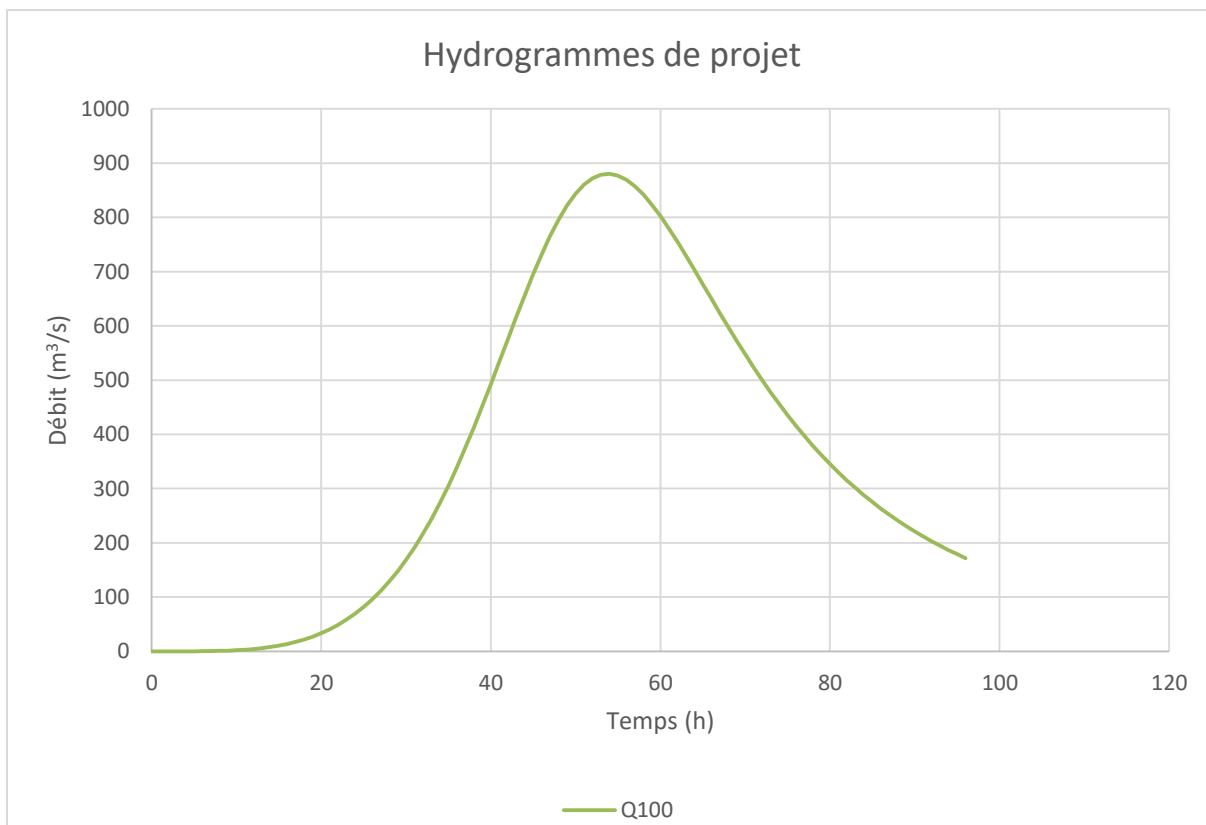


- Sur le ruisseau du Carbalasse Q_{100} :

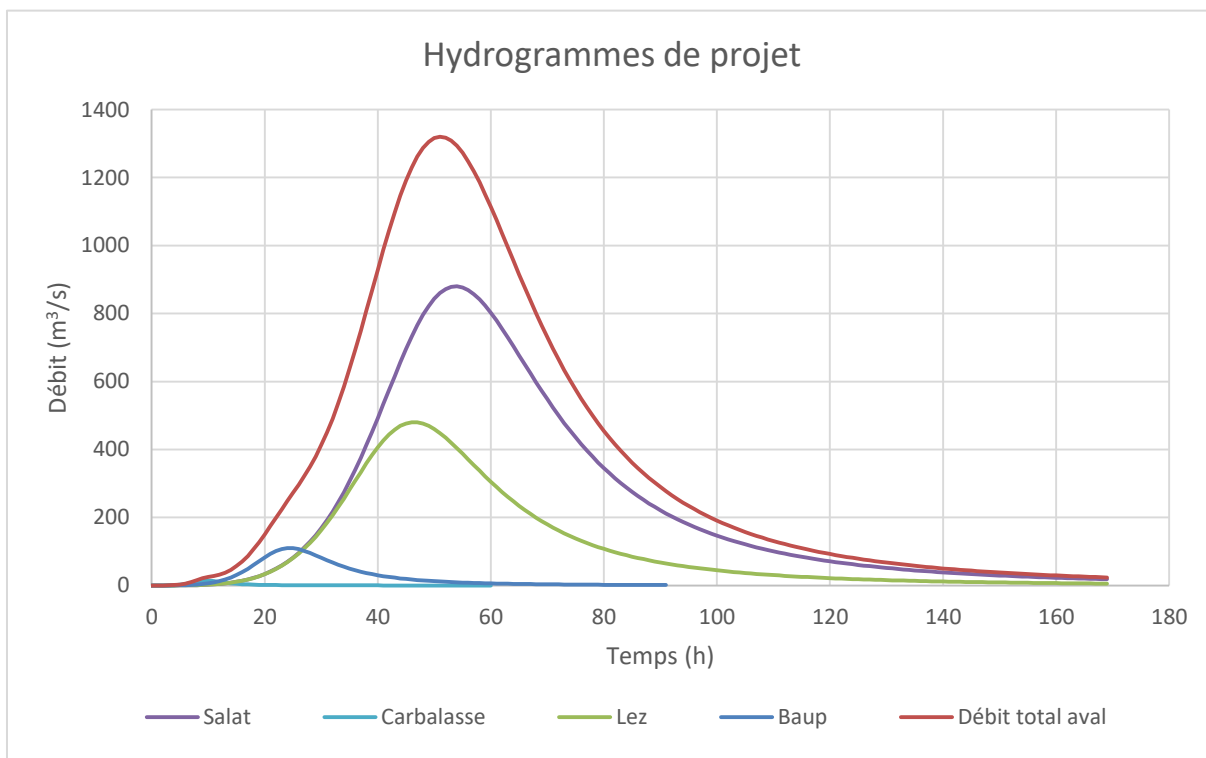


- Sur le Salat en amont de la confluence, reconstitution d'une crue dont le débit maximum correspond à celui calculé pour la crue de 1875 :





L'ensemble des hydrogrammes seront insérés simultanément dans le modèle, mais, de par le décalage dans le temps des débits de pointe, il n'y aura pas de concomitance parfaite entre les hydrogrammes au niveau des zones de confluence dans Saint-Girons. :



Ce sont ces hydrogrammes (hors « débit total » qui se créera simplement par l'addition des autres débits au niveau des confluences) qui seront insérés dans le modèle hydraulique en deux dimensions).

Tableau 20 : Rappel des débits maximum retenus pour la modélisation des crues de références

Cours d'eau	Surface du bassin versant (km ²)	Débits retenus pour la modélisation des crues de références (m ³ /s)
Le Salat en amont de la confluence avec le lez	662.9	Q ₁₈₇₅ : 880
Le Lez	418.2	Q ₁₀₀ = 480
Le Baup	73.7	Q ₁₀₀ = 110
Ruisseau Carbalasse	4.26	Q ₁₀₀ = 14.5
Le salat aval	1154.8	Formé naturellement au sein du modèle par l'addition des différents débits en provenance de l'amont Q _{ref global aval} = 1320

Liste des cartes, tableaux, photos et figures

Liste des cartes

Carte 1 : Limite des zones de données LIDAR/MNT.....	4
Carte 2 : Cartographie hydromorphologique des zones non modélisées.....	9
Carte 3 : Limite des différents bassins versants considérés.....	11

Liste des photos

Photo 1 : Rue Galy-Cazalat durant la crue du Salat du 12 juin 1904.....	1
---	---

Liste des figures /illustrations/schémas

Figure 1 : Extrait du tableau des maxima de Juin 1875 (source : [8])	31
Figure 2 : Crues de la haute Garonne (source : [9])	31
Figure 3 : Extrait du profil en long des forces hydrauliques sur le Salat	32
Figure 4 : Extrait du profil en long réalisé par les Forces Hydrauliques sur la Salat.....	35
Figure 5 : Extrait du modèle numérique réalisé pour la crue de 1875, AGERIN	36
Figure 6 : L'évaluation préliminaire des risques d'inondation 2011 BASSIN ADOUR-GARONNE [11] .	39

Liste des tableaux

Tableau 1 : Caractéristiques des différents bassins versants.....	12
Tableau 2 : Occupation du sol en % sur la base de l'inventaire Corine Land Cover.....	13
Tableau 3 : Stations hydrométriques du Salat et du Lez	15
Tableau 4 : Coefficients de Montana issus de la station de Saint-Girons	16
Tableau 5 : Caractéristiques pluviométriques des différents cours d'eau	17
Tableau 6 : Pour le débit décennal (Q10).....	19
Tableau 7 : Pour le débit vingtennal (Q20).....	19
Tableau 8 : Pour le débit cinquantiennal (Q50)	20
Tableau 9 : Pour le débit centennal (Q100)	20
Tableau 10 : Débits Q10, Q20 et Q50 retenus et débits spécifiques au droit des stations	21
Tableau 11 : Débits équivalents des cours d'eau au droit de la zone étudiée	22
Tableau 12 : Résultats de l'analyse déterministe pour Q10 et Q20.....	23
Tableau 13 : Résultats de l'analyse déterministe pour Q50 et Q100.....	24
Tableau 14 : Influence des apports neigeux sur les bassins versants	25
Tableau 15 : Analyse des études antérieures.....	26
Tableau 16 : Résumé des résultats des analyses des débits Q10, Q20, Q50 et Q100	30
Tableau 17 : Choix des débits retenus pour l'analyse hydrologique.....	30
Tableau 18 : Débits maximum instantanés sur le Salat.....	33
Tableau 19 : Débits moyens journaliers sur le Salat.....	33
Tableau 20 : Rappel des débits maximum retenus pour la modélisation des crues de références.....	43



ANNEXES



Annexe 1 : Estimation du temps de concentration et du temps caractéristique

Le temps de concentration T_c est le temps mis par une goutte d'eau tombée à l'extrémité du bassin versant pour rejoindre l'exutoire. On l'estime à la durée entre la fin de la pluie et la fin du ruissellement.

Les formules empiriques suivantes expriment toutes T_c en heures en fonction de :

- L la longueur du plus long thalweg en km,
- I la pente moyenne en m/m,
- A l'aire du bassin versant en km^2 ,
- P_{j10} la pluie journalière décennale en mm,
- P_a la pluie moyenne annuelle en mm,
- T_a la température moyenne annuelle en $^{\circ}\text{C}$.

➤ Turraza
$$T_c = 0,1 * \frac{(LA)^{1/3}}{\sqrt{I}}$$

➤ Kirpich
$$T_c = 0,000325 \times (1000 \cdot L)^{0,77} \times \left(\frac{I}{1000}\right)^{-0,385}$$

➤ Passini
$$T_c = 0,108 \cdot \frac{(1000 \cdot AL)^{1/3}}{\sqrt{I}}$$

➤ SCS BV rapides
$$D = \frac{\exp(0,375 \times \ln(A) + 3,729)}{60}$$

➤ SOCOSE
$$D = \exp\left(-0,69 + 0,32 \times \ln(A) + 2,2 \times \sqrt{\frac{Pa}{P_{j10} \cdot Ta}}\right)$$

Ces formules sont fiables et prises en considération en premier lieu.

Il existe d'autres formules de détermination des temps de concentration (Ven Te Cho, Giandotti, Johnstone et Cross, Nash, Ventura, ...) mais elles seront utilisées pour une simple aide à la décision.



Annexe 2 : Calcul des débits caractéristiques

Ces formules permettent d'estimer les débits de pointe décennaux et centennaux d'un bassin versant non jaugé, c'est-à-dire sans mesure de débit, à partir de plusieurs formules couramment utilisées en hydrologie.

Estimation du débit de pointe décennal

Elles expriment toutes $Q_{i_{10}}$ en m^3/s en fonction de

- A l'aire du bassin versant en km^2 ,
- L la longueur du plus long thalweg en km,
- P_{j10} la pluie journalière décennale en mm,
- Pa la pluie moyenne annuelle en mm,
- Ta la température moyenne annuelle en °C,
- b le paramètre b de Montana,
- R le coefficient régional CRUPEDIX,
- D la durée caractéristique de crue,
- P_{D10} la pluie décennale de durée D,
- CN le coefficient d'aptitude au ruissellement selon l'abaque SCS,
- Cr le coefficient de ruissellement et
- i_{D10} l'intensité de pluie décennale de durée D.

➤ SOCOSE (pour BV de 2 à 200 km^2)

$$Q_{i_{10}} = \frac{k \cdot A}{(1,25 \cdot D_s)^b} \cdot \frac{\rho^2}{15 - 12 \cdot \rho}$$

avec

$$\ln(D_s) = -0.69 + 0.32 \cdot \ln(A) + 2.2 \cdot \sqrt{\frac{Pa}{P_{j10} \cdot Ta}} \quad \text{(durée caractéristique de crue du bassin versant en h)}$$

$$J = 260 + 21 \cdot \ln\left(\frac{A}{L}\right) - 54 \cdot \sqrt{\frac{Pa}{P_{j10}}} \quad \text{(Interception potentielle en mm)}$$

$$k = \frac{24^b \cdot P_{j10}}{21 \cdot \left(1 + \frac{\sqrt{A}}{30 \cdot D_s^{1/3}}\right)} \quad \text{(Indice volumétrique)}$$

$$\rho = 1 - \frac{J}{5 \cdot k \cdot (1,25 \cdot D_s)^{1-b}} \quad \text{(Nombre intermédiaire)}$$



➤ **CRUPEDIX (pour BV de 2 à 2000 km²)**

$$Qi_{10} = A^{0,8} \cdot \left(\frac{Pj10}{80} \right)^2 \cdot R$$

➤ **SCS (Soil Conservation Service)**

$$Qi_{10} = K \cdot Q_{D10}$$

avec
$$Q_{D10} = A \cdot \frac{(P_{D10} - 0,25 \cdot S)^2}{3,6 \cdot D \cdot (P_{D10} + 0,8 \cdot S)}$$

$$S = 25,4 \cdot \left(\frac{1000}{CN} - 10 \right)$$

➤ **SCS dérivé (pour petits BV à réponse rapide <15 km²)**

$$Qi_{10} = 1,3 \cdot Q_{D10}$$

avec
$$Q_{D10} = A \cdot \frac{(P_{D10} - 0,2 \cdot S)^2}{3,6 \cdot D \cdot (P_{D10} + 0,8 \cdot S)}$$

$$\ln(S) = 0,232 \cdot \ln(A) + 3,509$$

➤ **Méthode rationnelle**

$$Qi_{10} = Cr \cdot i_{D10} \cdot \frac{A}{3,6}$$

➤ **Méthode ANETO du RTM**

Côte Vermeille
$$Qi_{10} = 1,28 \cdot A^{0,93} \cdot \left(\frac{Pj10}{85} \right)^{1,97}$$

Pyénées Orientales et Corbières
$$Qi_{10} = 0,64 \cdot A^{0,93} \cdot \left(\frac{Pj10}{85} \right)^{1,97}$$

Pyénées centrales sud
$$Qi_{10} = 1,62 \cdot A^{0,72} \cdot \left(\frac{Pj10}{85} \right)^{0,37}$$

Pyénées centrales nord
$$Qi_{10} = 1,82 \cdot A^{0,78} \cdot \left(\frac{Pj10}{85} \right)^{0,56}$$

Pays Basque
$$Qi_{10} = 1,22 \cdot A^{0,95}$$



Estimation du débit de pointe centennal

Elles expriment toutes Qi_{100} en m^3/s en fonction de

- Qi_{10} le débit de pointe décennal,
- A l'aire du bassin versant en km^2 ,
- D la durée caractéristique de crue en h,
- Gp_D le gradex des pluies de durée D en mm,
- K le rapport $Q_{\text{pointe}}/Q_{\text{moyen}}$ sur une durée D ,
- K_j le rapport Qi/Qj .
- Gq_i le gradex des débits de pointe $T < 10$ ans,
- Cr le coefficient de ruissellement et
- i_{D100} l'intensité de pluie centennale de durée D .

➤ Méthode du gradex brutal

$$Qi_{100} = Qi_{10} + 2,35 \cdot K \cdot \frac{A \cdot Gp_D}{3,6 \cdot D}$$

➤ Méthode du gradex progressif

$$Qi_{100} = Qi_{10} + G_{Qi} \cdot \ln \left(1 + 9 \cdot \frac{Gq_i}{G_{Qi}} \right) \quad \text{avec } G_{Qi} = K \cdot \frac{A \cdot Gp_D}{3,6 \cdot D}$$

➤ Méthode du gradex revue

$$Qi_{100} = Qi_{10} + K_j \cdot 2,35 \cdot \frac{A \cdot Gp_j}{3,6 \cdot 24}$$

➤ Méthode rationnelle

$$Qi_{100} = Cr \cdot i_{D100} \cdot \frac{A}{3,6}$$

➤ Méthode sommaire

$$Qi_{100} = 2 \cdot Qi_{10}$$



➤ **Méthodologie QdF (Débit durée Fréquence)**

Trois modèles QdF régionaux ont été calés respectivement sur les sites de Vandenesse, Florac et Soyans, représentant chacun une famille de bassin versant : continental, océanique et méditerranéen.

$$Q_{i_{100}} = Q_{i_{10}} + \left[x_7 + \frac{1}{x_8 \cdot d' + x_9} \right] \cdot \log \left(9 + 9 \cdot \frac{x_4 + \frac{1}{x_5 \cdot d' + x_6}}{x_7 + \frac{1}{x_8 \cdot d' + x_9}} \right)$$

avec $d' = \frac{d}{D}$ et d durée de l'averse.

Modèle régional	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	x ₅	x ₆	x ₇	x ₈	x ₉
Vandenesse	0,097	1,91	1,91	0,01	3,97	6,48	0,013	3,674	1,774
Florac	0,01	2,13	2,96	0	3,05	3,53	0,04	2,78	1,77
Soyans	0,05	2,1	2,1	0	2,57	4,86	0,017	1,49	0,66

Le choix du modèle régional de référence s'effectue en comparant, pour différentes durées d, le rapport $\frac{Gpd}{Q_{i_{10}}}$ aux deux limites L₁ et L₂ avec :

$$L_1 = \frac{1}{2,332 + 0,768 \cdot d'} \quad \text{et} \quad L_2 = \frac{1}{1,58 + 0,419 \cdot d'}$$

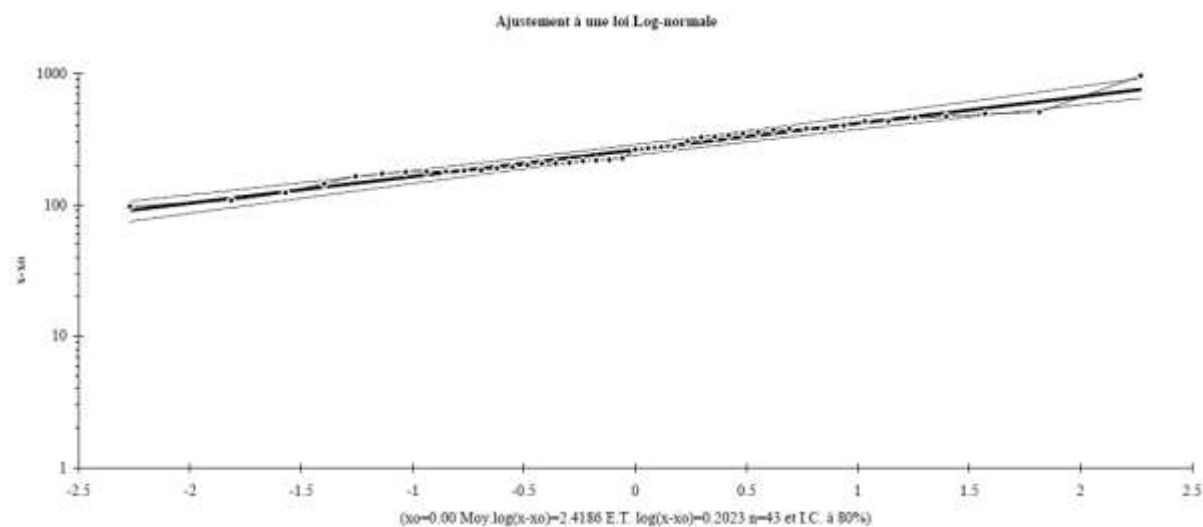
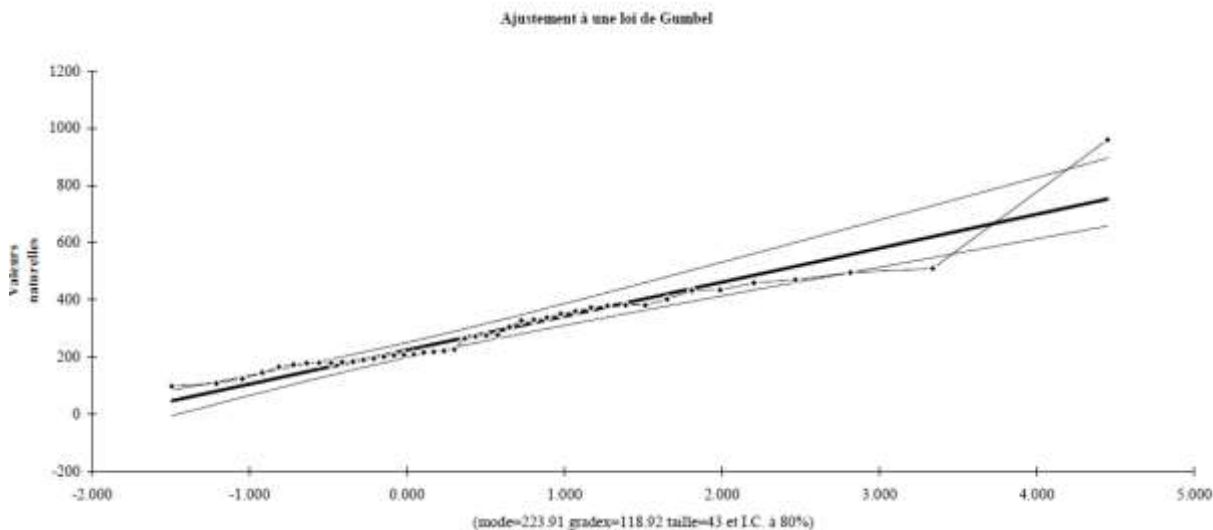
Suivant la position du rapport (<L₁, > L₂ ou compris entre L₁ et L₂), on choisira respectivement le modèle de Vandenesse, Soyans ou Florac.

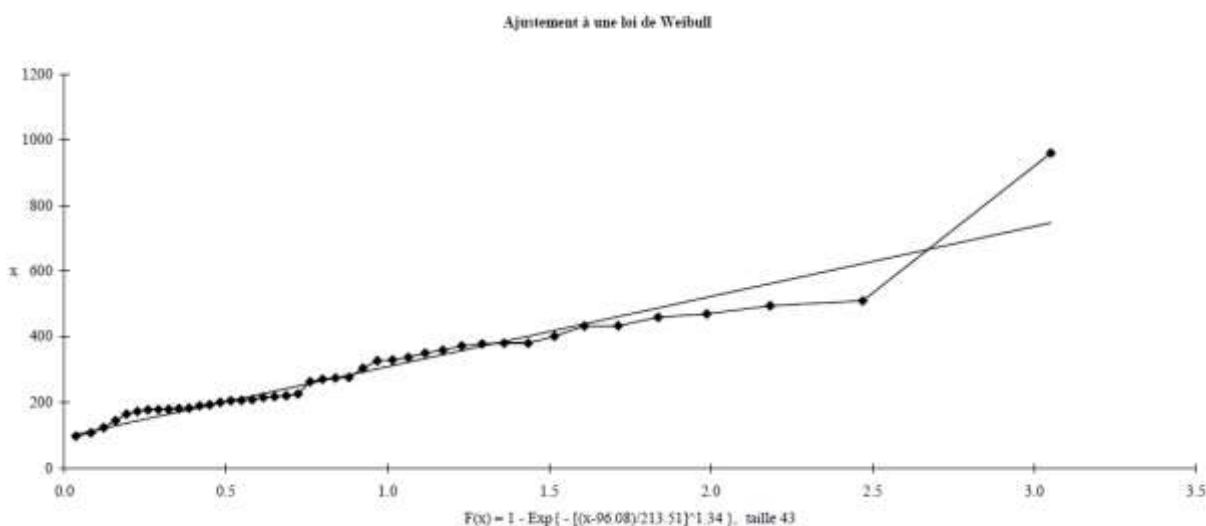
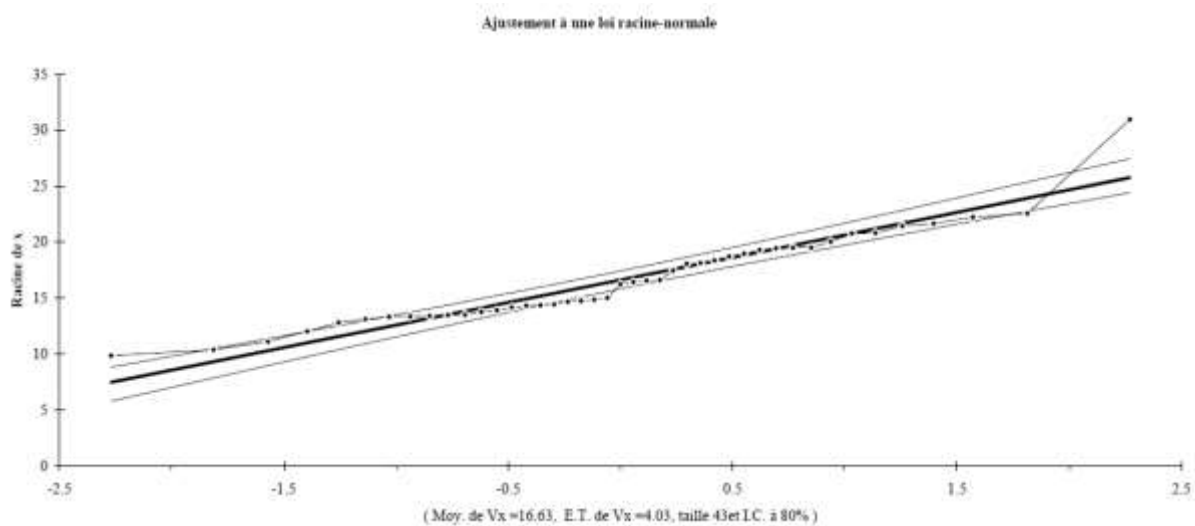
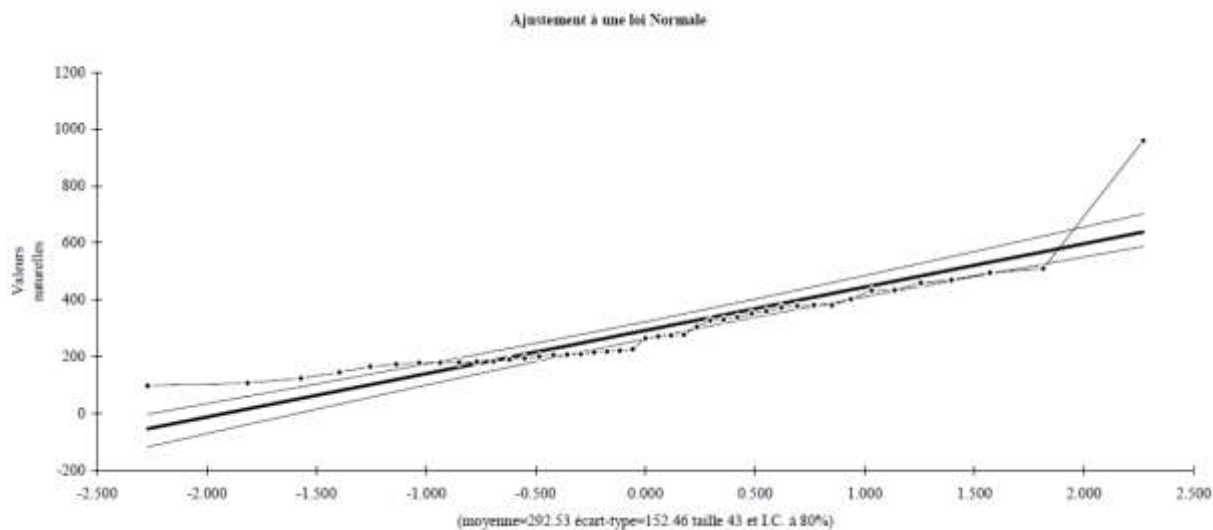


Annexe 3 : Stations hydrométriques : Ajustements aux lois statistiques

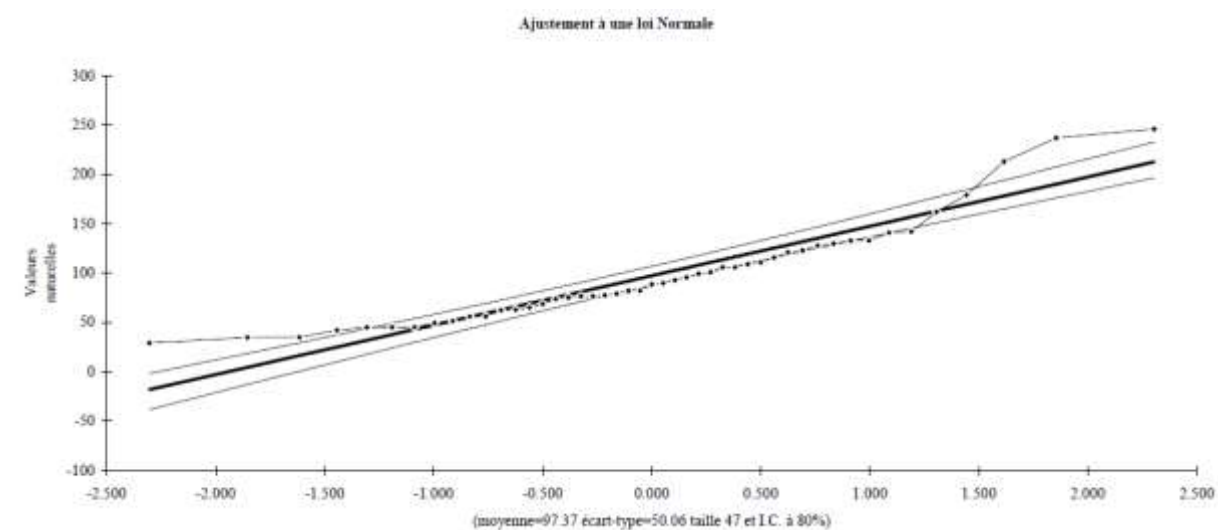
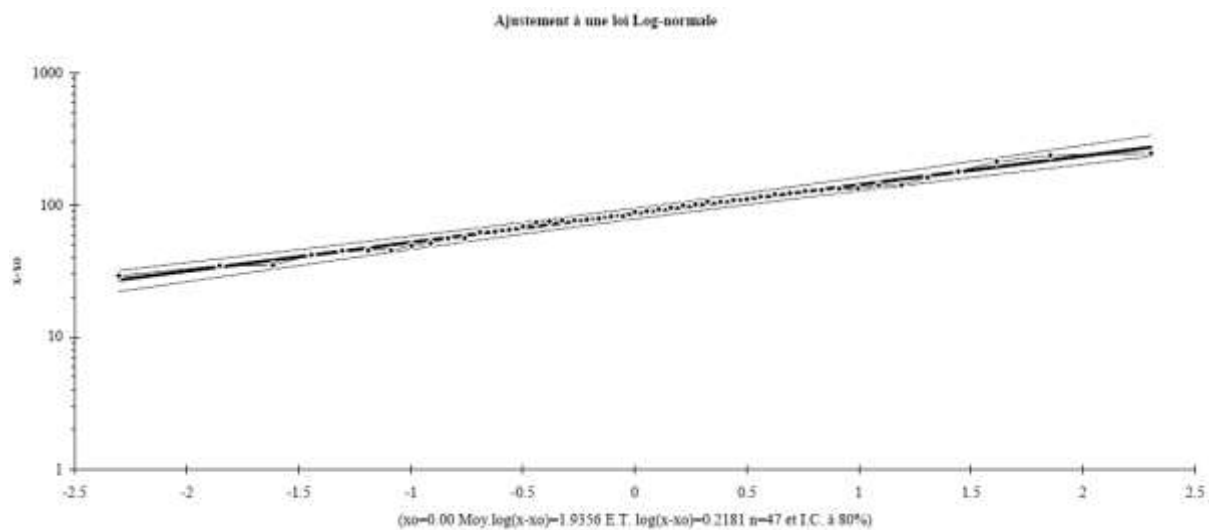
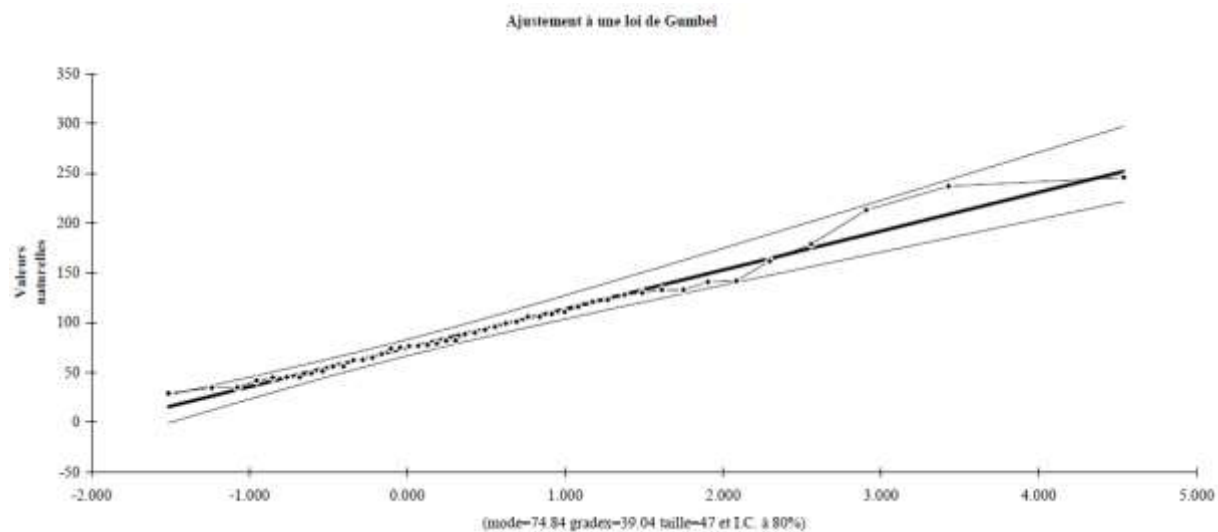
Les courbes contenant des points reliés par des traits fins représentent les données réelles mesurées par les stations hydrométriques. Les courbes en traits épais représentent les lois d'ajustement théoriques avec leurs marges d'incertitude de $\pm 5\%$.

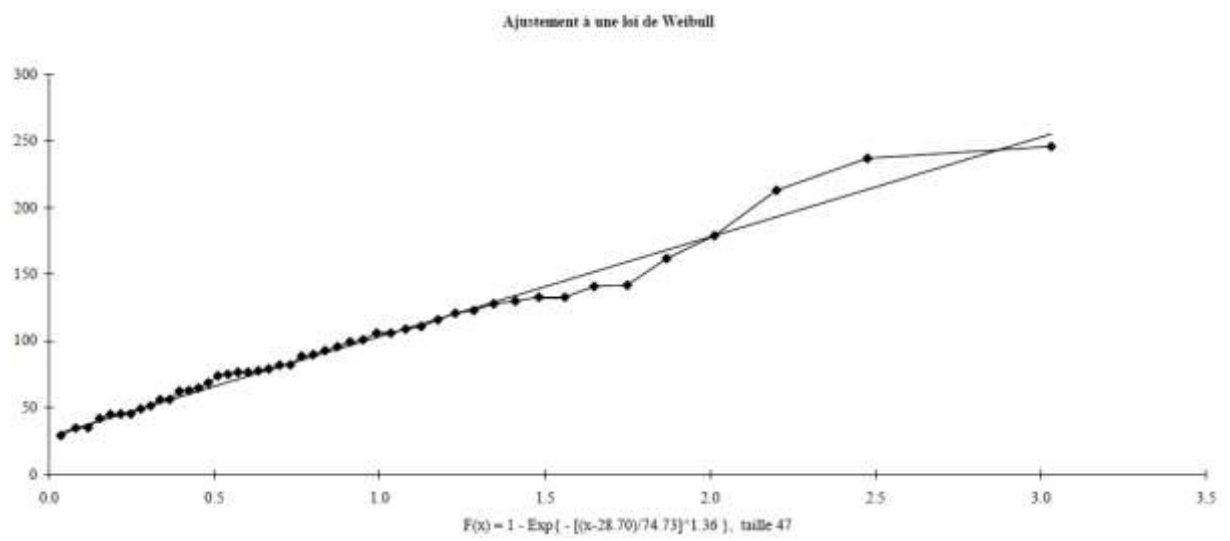
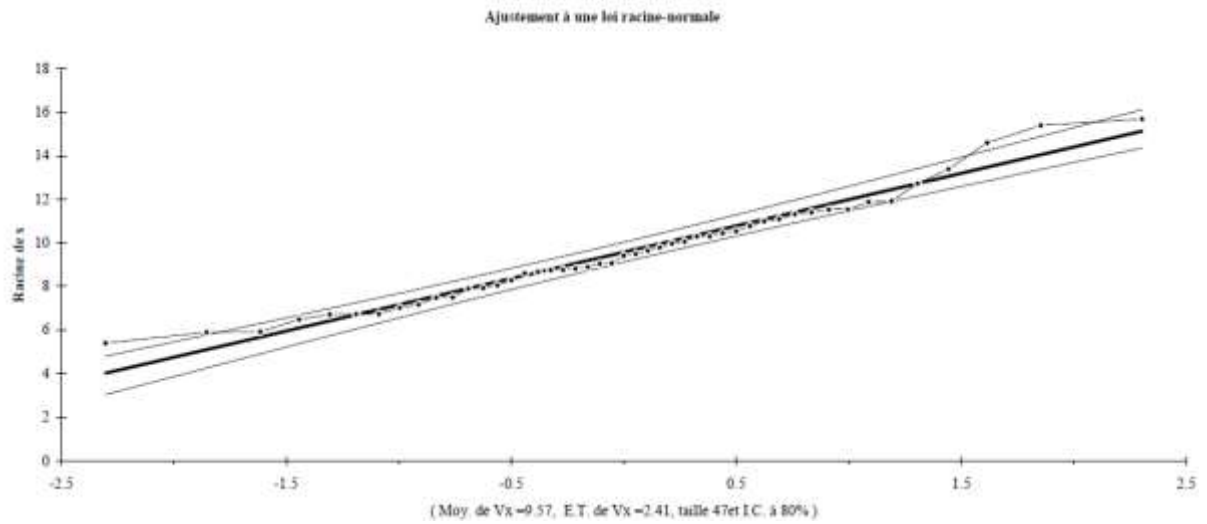
Le Salat à Saint-Lizier (code station : O0502520) :



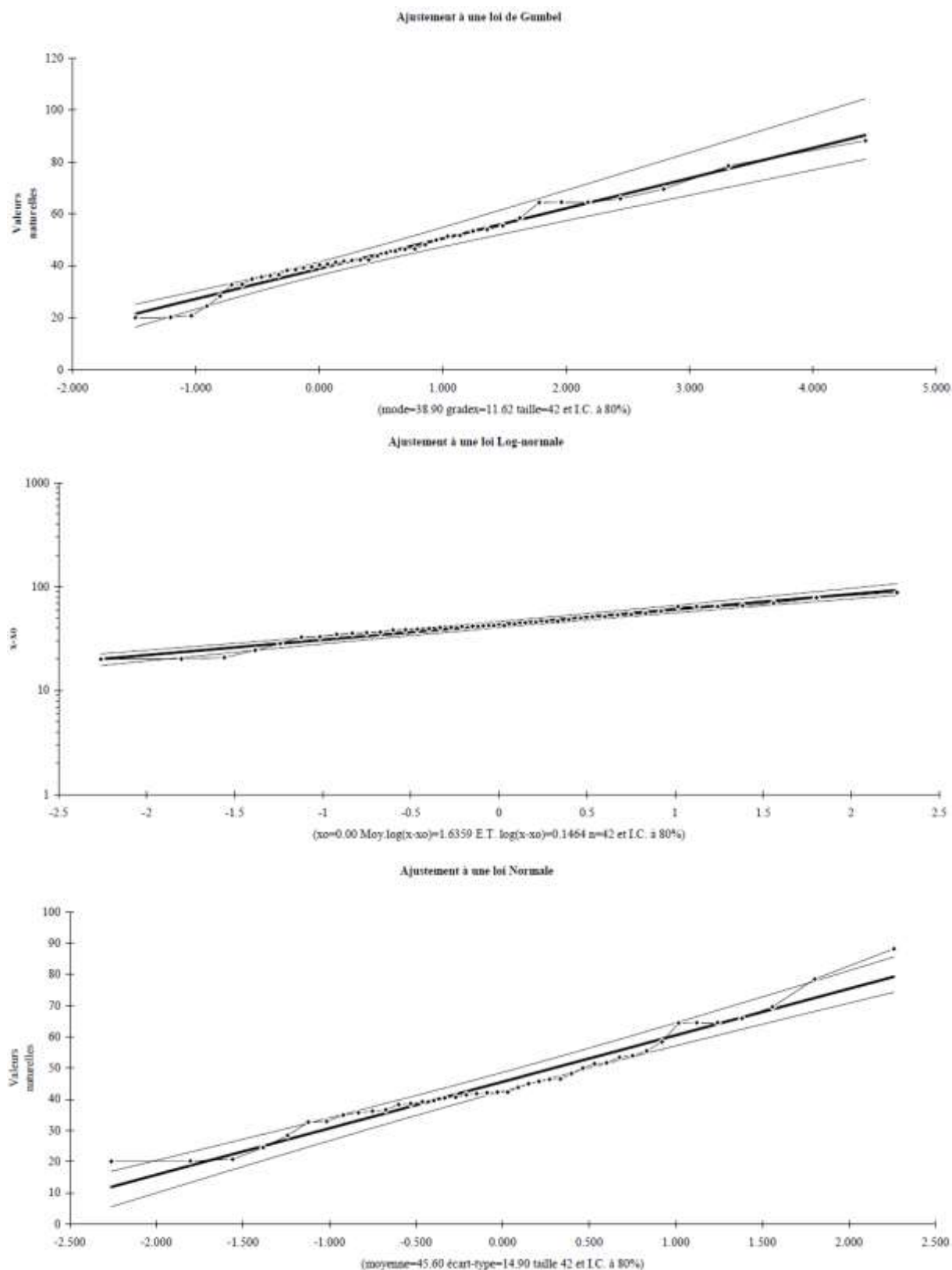


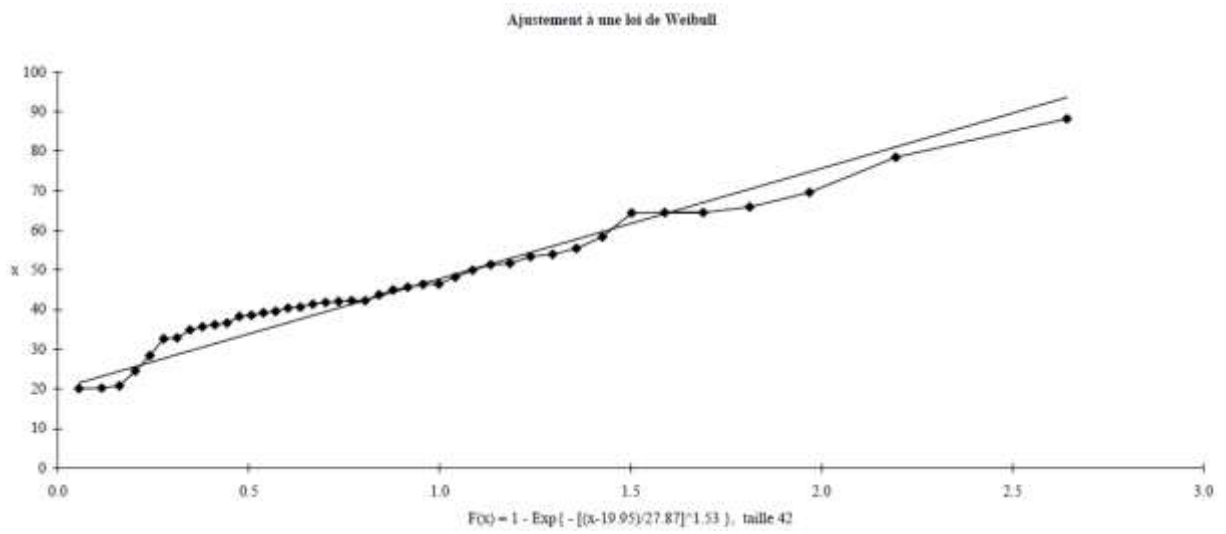
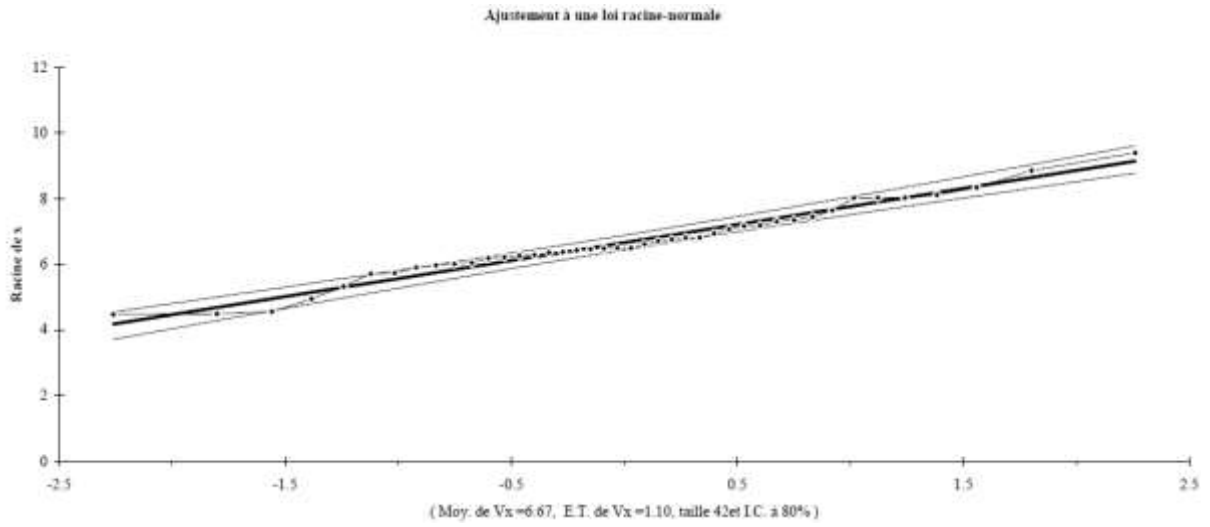
Le Lez à Engomer (code station : O0502520) :



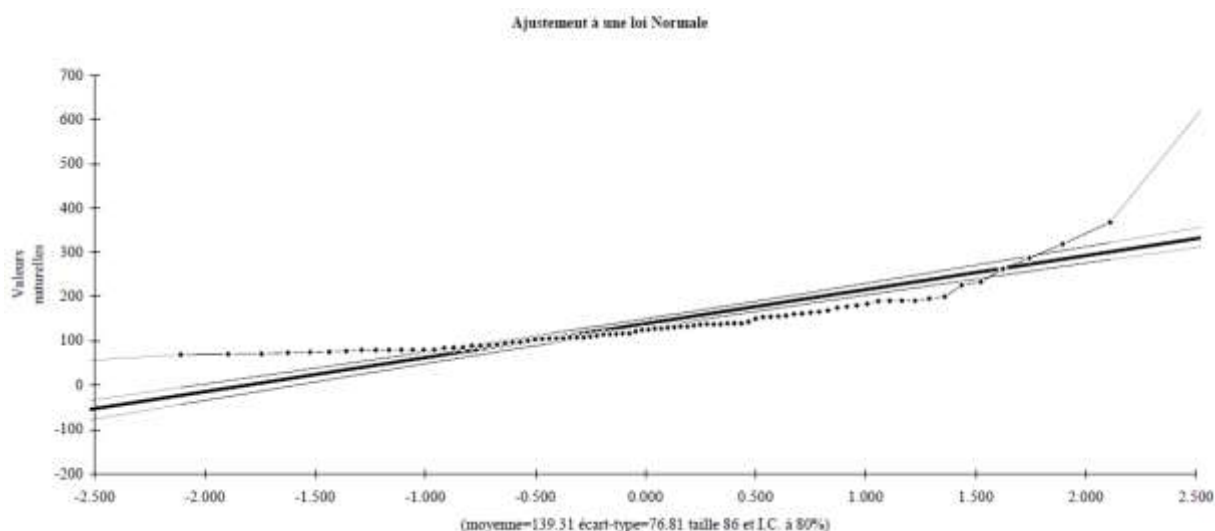
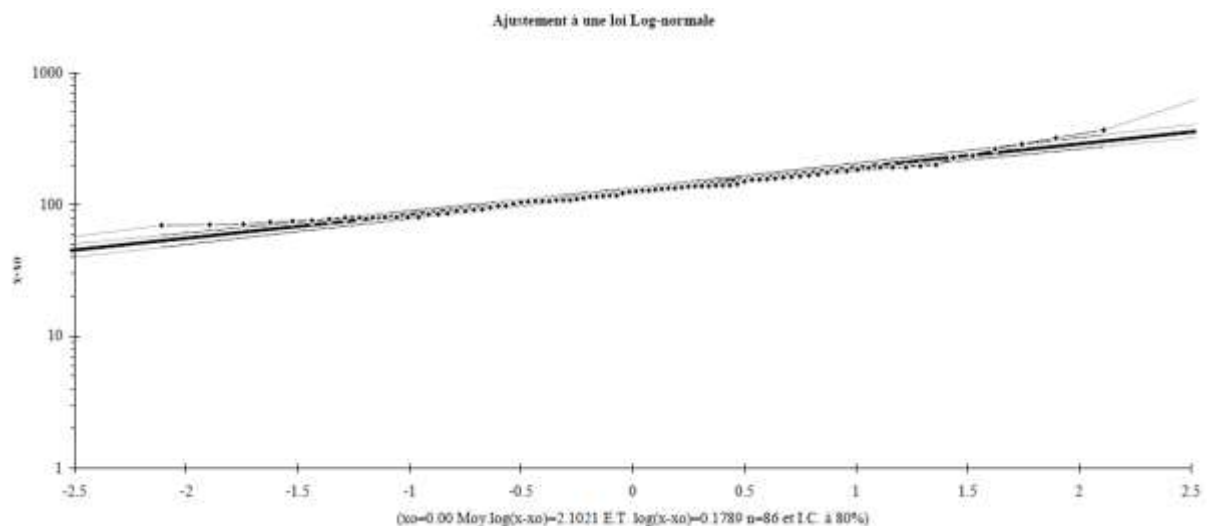
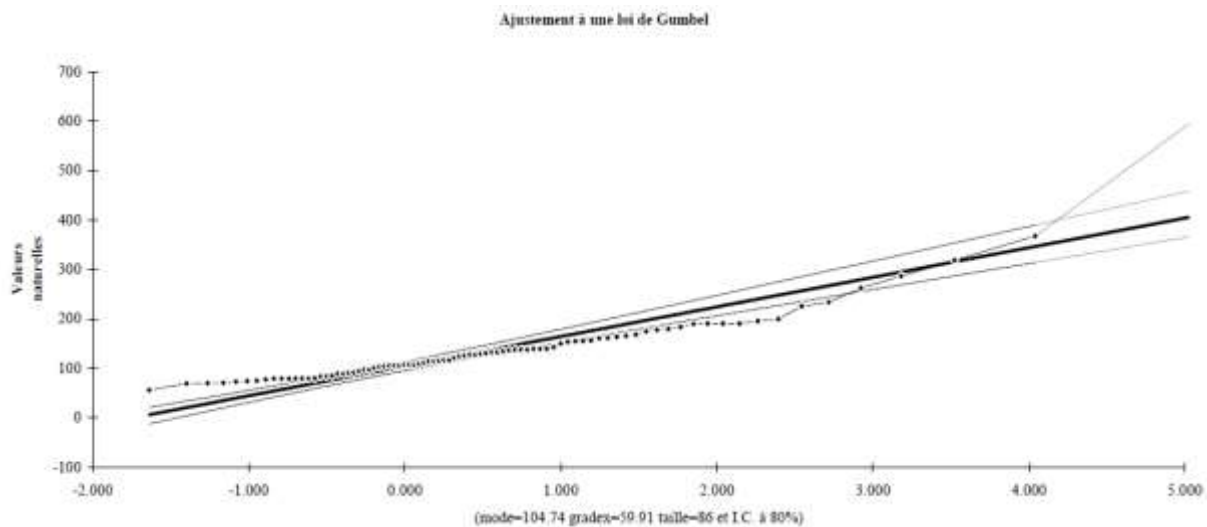


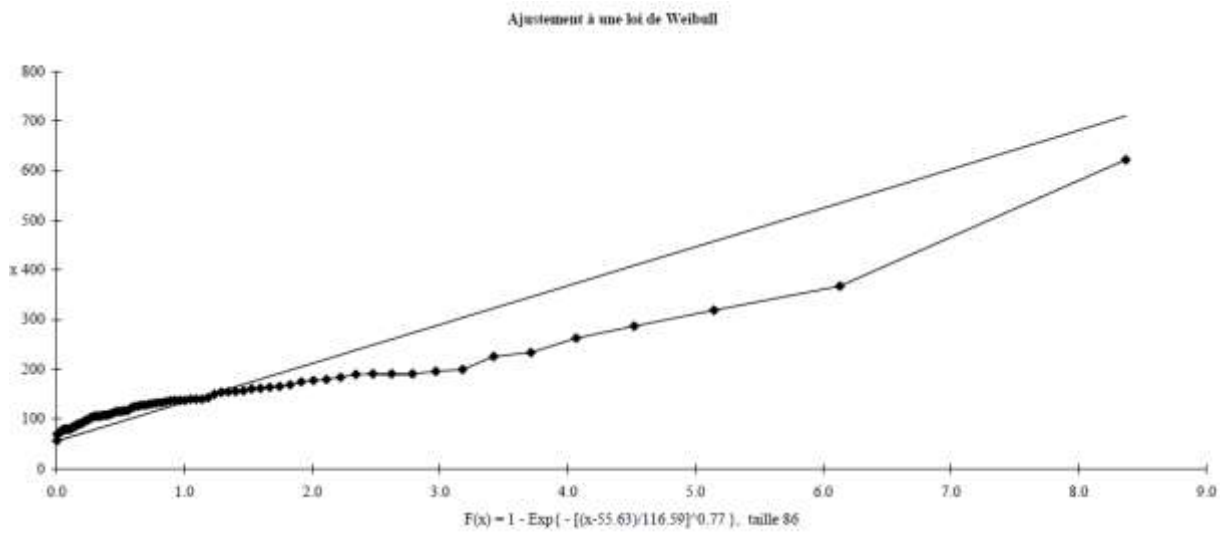
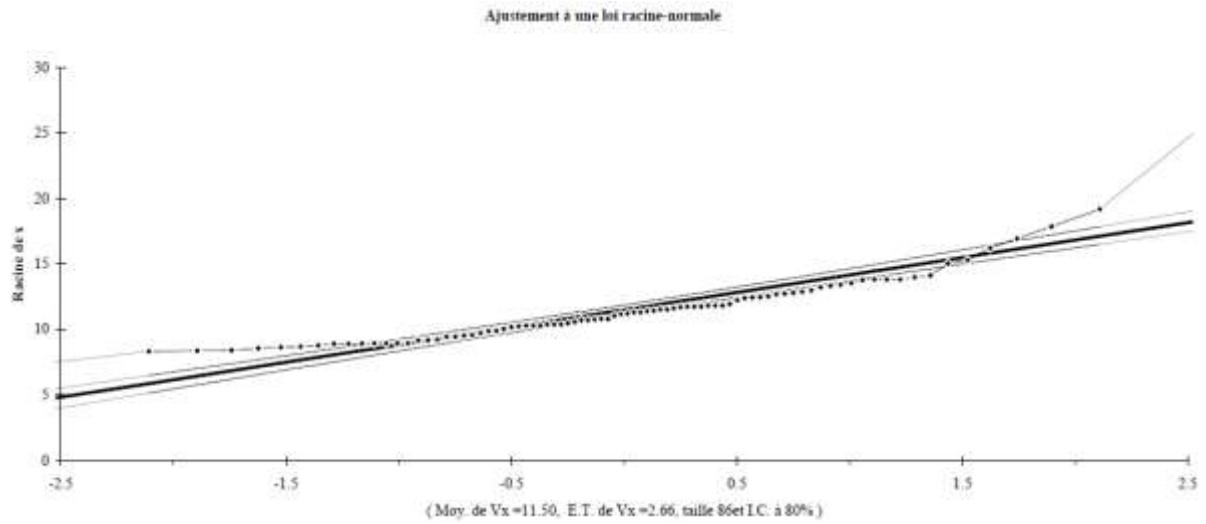
Le Lez aux Bordes-sur-Lez (Code station: 00444010) :



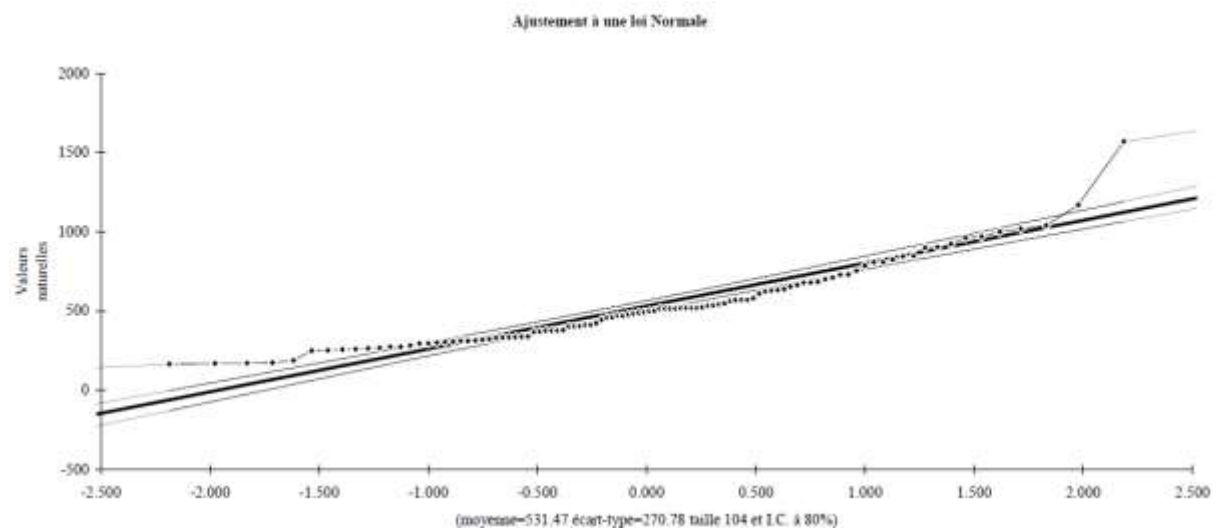
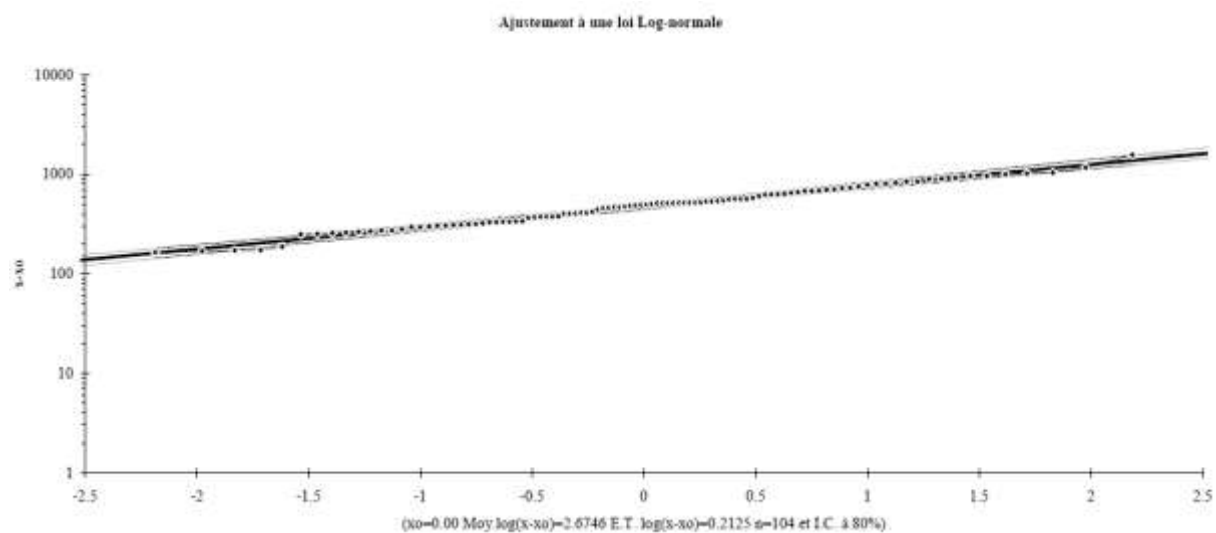
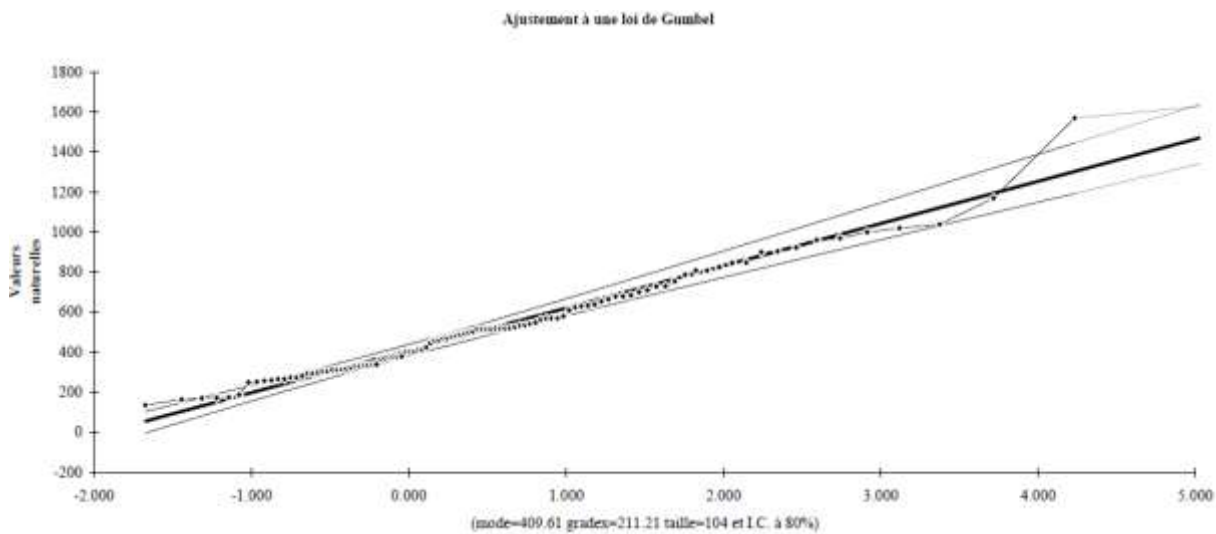


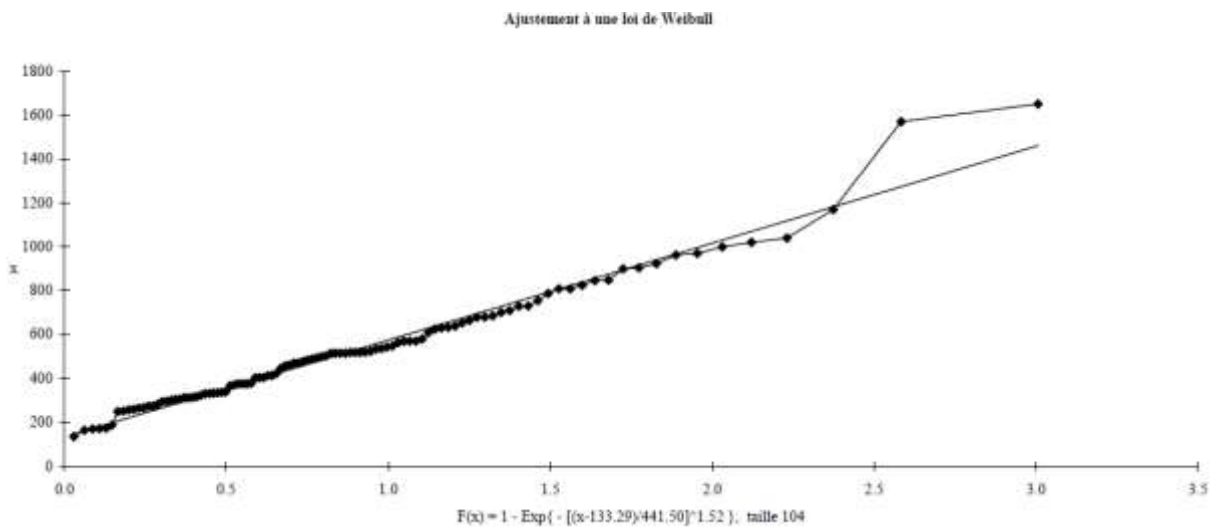
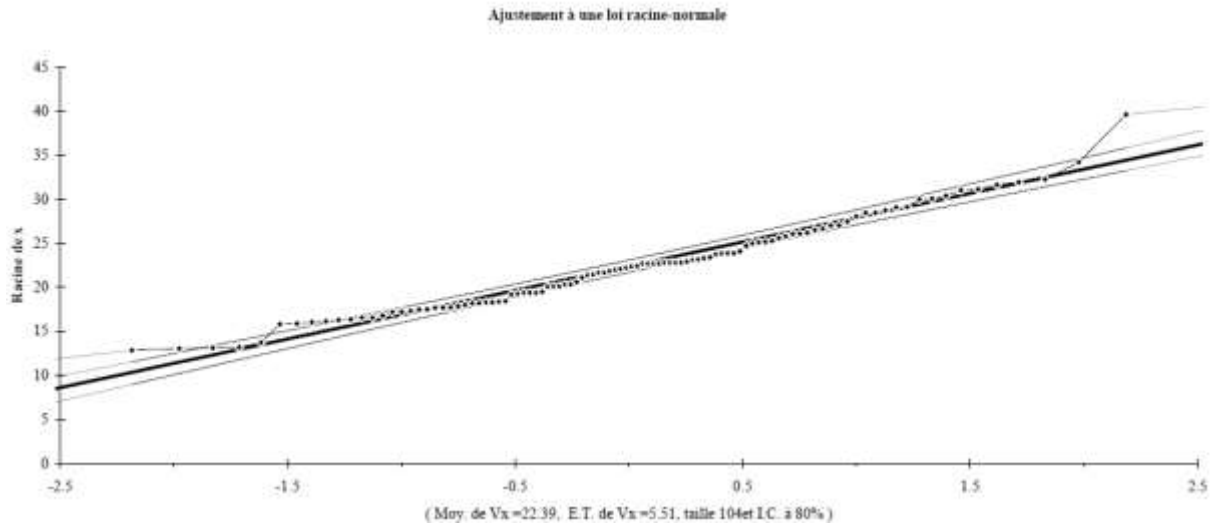
Le Salat à Soueix Rogalle [Kerbanac] (Code station: 00362510) :






Le Salat à Roquefort-sur-Garonne (code station : O0592510) :






Annexe 4 : Repères de crues



Fiches de crue

1



Etude: Aléa inondation, St-Girons

Département :

Commune : Saint-Girons

N° INSEE : 09 261

Secteur : Salles, amont D117

Cours d'eau : Baup

Date de la crue : 19/05/1977

Type : Marque

Source : AGERINsas

Côte NGF (en m): 396.96 **Hauteur (en m/TN):**

Coordonnées L93:


549626.906	6212046.933
------------	-------------

Commentaire:


Marque de la crue de mai 1977 reportée sur la façade aval.


Témoïn:

Localisation sur fond IGN :



Localisation sur orthophoto :



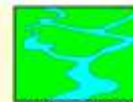




DDT 09

Fiches de crue

2



AGERIN

Etude: Aléa inondation, St-Girons

Département :

Commune : Saint-Girons

N° INSEE : 09 261

Secteur : Quai du Roc

Cours d'eau : Salat

Date de la crue : 19/05/1977

Type : Photographie

Source : « La Dépêche », AGERINsas

Localisation sur fond IGN :



Côte NGF (en m): 392.14 **Hauteur (en m/TN):**

Coordonnées L93:

548772.72

6210762.25

Localisation sur orthophoto :



Commentaire:

Photographie de la crue de Mai 1977 sur le Salat.

Photographie extraite du journal « la Dépêche ».

Témoign:

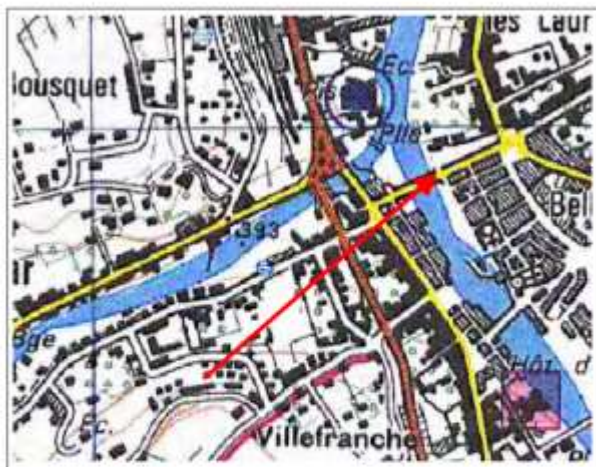


AGERIN SAS

Aménagement et Gestion de l'Environnement et des Risques Naturels - Etudes et Conseil

CODE FICHE : 09-35.1-ST GI-1

PK : Distance à la Garonne



Département : 09

Rivière : Salat

Commune : Saint Girons

**Lieu : Pont en amont du de
la confluence du Lez**

Date : 1875

Source : AGERIN sarl

Sur le coin aval du parapet rive droite du pont sur le Salat, on trouve cette marque de la crue du 23 juin 1875 gravée sur un bloc. Cette marque, située environ 1,1 m au dessus du sol, montre clairement que ce pont était largement submergé lors de la crue du 23 juin 1875. Altitude de la crue: 390,81 m

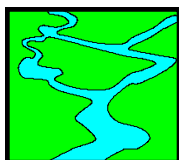


AGERIN SAS

Aménagement et Gestion de l'Environnement et des Risques Naturels - Etudes et Conseil

Annexe 5 : Carte des levés topographiques





AGERIN SAS



Liberté • Égalité • Fraternité

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

**Direction Départementale
des Territoires de l'Ariège**



Photo 1 : Le pont de Saint-Girons lors de la crue de 1977 (Cliché « La Dépêche du Midi »)

ETUDE DE L'ALEA INONDATION DE SAINT-GIRONS POUR LA REVISION DU PPR

Partie 2 : Modélisation hydraulique en 2D et cartographie des aléas

Rédaction :

Marion JEULIN

Contrôle qualité :

Romain CARBONNAUX, Alexis MERCIER

Document final 22/08/2018

AGERIN

SAS au capital de 60 000 Euros

Etudes et conseils. Aménagement et Gestion de l'Environnement et des Risques Naturels.

11, avenue du 8 mai 1945, 09120 Varilhes

TEL : 05 61 64 63 31

FAX : 09 72 47 51 86

E-Mail : info@agerin.net

RCS Foix : 441 584 752

SIRET : 441 584 752 00022

SOMMAIRE

1) INTRODUCTION.....	4
2) PRESENTATION DU MODELE	5
3) METHODE ET OUTILS.....	6
4) LIMITES GEOGRAPHIQUES DE L'ETUDE.....	7
5) TOPOGRAPHIE :.....	8
6) CALAGE DU MODELE	9
6.1 CRUE DE 1977.....	9
6.2 CRUE DE 1992.....	11
7) CRUE DE PROJET.....	14
8) RESULTATS ET RENDUS	16
ANNEXES.....	18

1) INTRODUCTION

Ce document présente la seconde partie de l'étude des zones inondables préalable à la révision du Plan de Prévention des Risques de Saint-Girons.

Cette partie consiste en une analyse fine de l'inondation sur la commune de Saint-Girons, s'appuyant sur des modélisations hydrauliques en 2D en régime transitoire des différents cours d'eau pour les zones à enjeux et sur une analyse hydro-géomorphologique pour les secteurs à faibles enjeux. Cette partie conduira à l'établissement d'une carte des aléas, représentant elle-même la synthèse des cartes de hauteurs d'eau et de vitesse conforme à la doctrine régionale de la DREAL Occitanie et aux critères retenus dans l'Ariège par l'Etat.

Ce rapport s'appuie sur les résultats des analyses hydrologiques réalisés lors de la partie 1 : Hydrologie, synthèse des études antérieures et sur une analyse par méthode hydro-géomorphologique pour les secteurs n'ayant pas fait l'objet d'une modélisation, principalement du fait de la faiblesse des enjeux.

2) PRESENTATION DU MODELE

Pour modéliser les écoulements dans les zones supposées à risques, nous avons utilisé le logiciel HEC-RAS 5.0 qui nous permet de calculer la répartition spatiale de l'inondation de façon précise et localisée.

Le principe est de créer une maquette numérique de la zone étudiée sur laquelle en utilisant des données topographiques fines (ici des données par levés GPS terrestre, des points de bathymétrie acoustique (DOPPLER)¹, des levés de topographie optique terrestre et un LIDAR² réalisé par l'Etat, d'une précision de 20 cm en moyenne avec un point par m²). Puis, à l'aide d'un modèle numérique, on simule les écoulements d'une crue de débit et de durée connue sur cette maquette numérique. Grâce aux relevés effectués sur le terrain, nous prenons en compte les spécificités du cours d'eau, des ouvrages et des zones inondables.

En couplant les informations des levés topographiques, des relevés bathymétriques et du Lidar, le modèle permet d'apprécier finement les zones de débordement et de cartographier les vitesses de courant et les hauteurs d'eau pour une crue donnée. La modélisation numérique est une analyse complémentaire de celle réalisée par analyse hydro-géomorphologique (HGM).

Les données brutes issues du modèle sont ensuite couplées à l'analyse HGM des cours d'eau afin d'affiner les résultats obtenus et de prendre en compte les apports non modélisés.

¹ Dans ce cas, la précision est de 0.1 m.

² LIDAR: Acronyme de l'expression anglaise « light detection and ranging ». C'est une technique permettant de réaliser des levés topographiques précis à l'aide d'un laser embarqué dans un avion ou hélicoptère etc.

3) METHODE ET OUTILS

La méthode et les outils pour réaliser la modélisation hydraulique sont décrits de façon schématique dans la figure suivante :

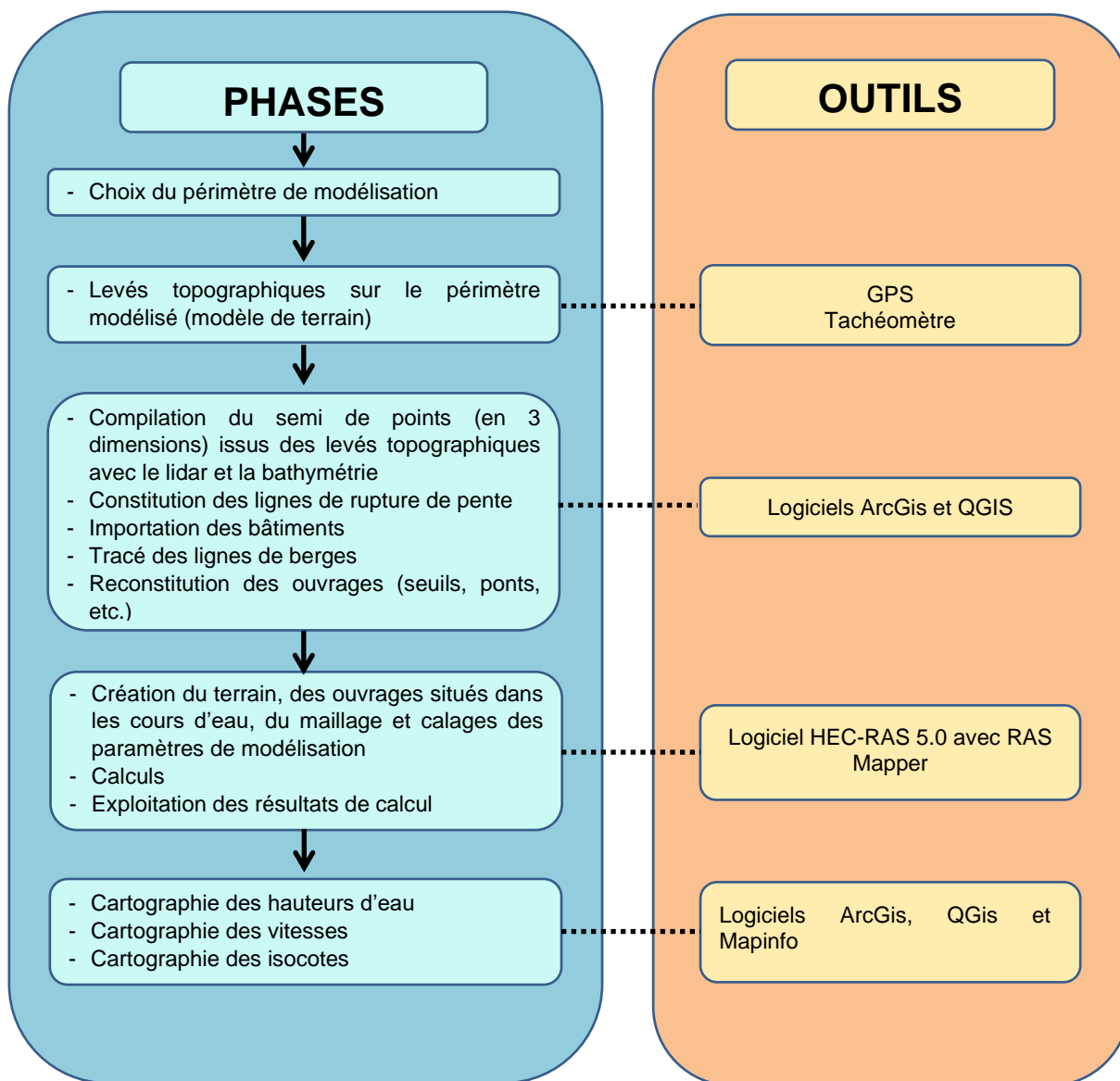


Figure 1 : Phasage et outils de modélisation

4) LIMITES GEOGRAPHIQUES DE L'ETUDE

Le périmètre d'étude concerne l'ensemble de la zone inondable située sur la commune de Saint-Girons. Les zones inondables liées au Salat, au Lez, à la zone aval du Baup et au Carbalasse sont déterminées grâce à des modélisations hydrauliques.

Les petits cours d'eau secondaires, ainsi qu'un certain nombre de ruisseaux et fossés alimentés par le ruissellement sont traités par analyse hydrogéomorphologique.

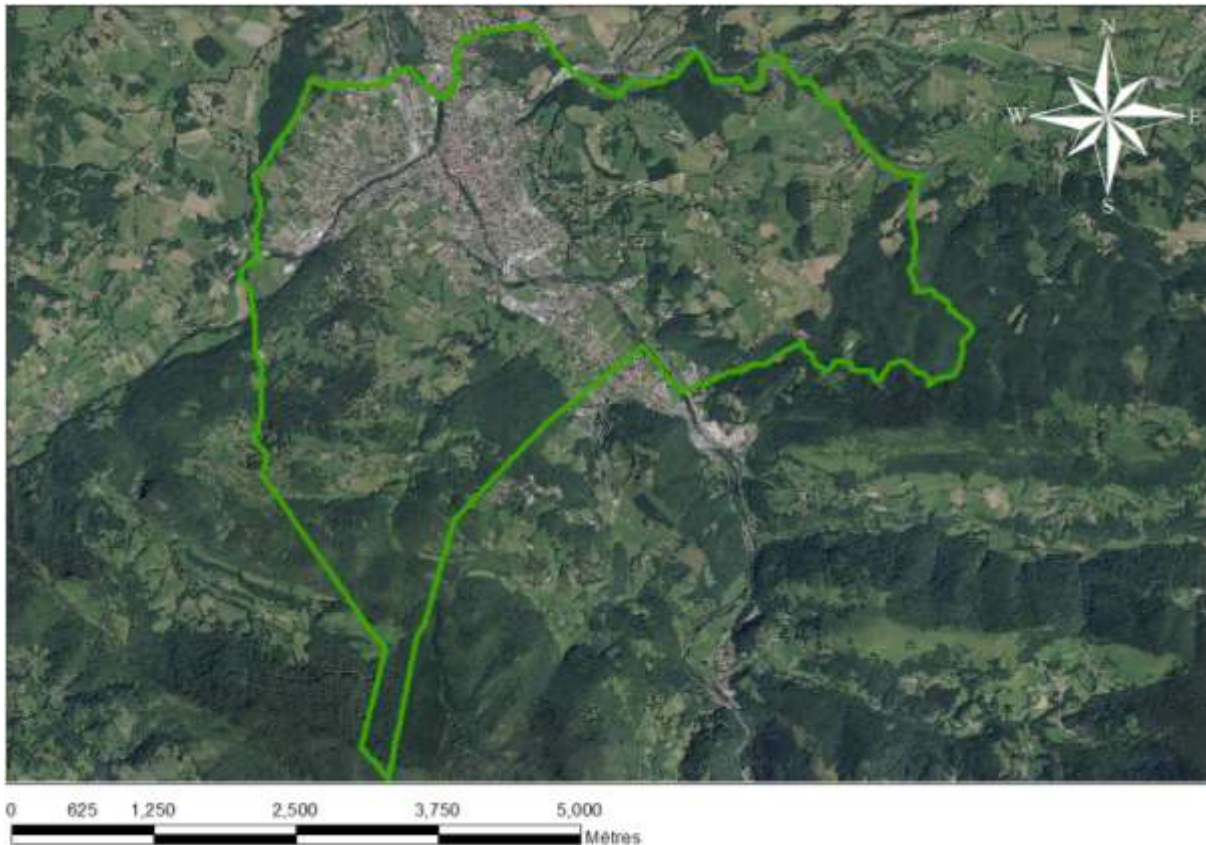


Figure 2 : Zone d'étude en vert sur fond issu de la DB ortho (données IGN).

Les différents cours d'eau ont été modélisés en régime transitoire pour les zones modélisées en 2D en s'appuyant sur les conclusions de la partie n°1 (Hydrologie, synthèse des études antérieures et hydro-géomorphologie).

Grâce aux calculs effectués par le logiciel de modélisation, les informations de hauteurs et vitesses sont connues en tous points de la zone inondable. La modélisation en 2 dimensions permet de traduire précisément les phénomènes qui apparaissent au sein des zones où les écoulements se séparent en plusieurs chenaux de crue.

5) TOPOGRAPHIE :

Les modélisations couplant des zones en 2D nécessitent une connaissance fine du relief de la zone d'étude.

La topographie du domaine modélisé est constituée de levés LIDAR couplés à plus de 5400 points bathymétriques et levés de terrain.

Le matériel mis en œuvre pour réaliser les levés topographiques est le suivant :

- un GPS topographique temps réel Ashtech Promark 200 RTK avec liaison GSM et traitement en temps réel par le réseau TERIA. Précision centimétrique en X, Y et Z.
- une station topographique terrestre (optique et laser LEICA TCR 407). Précision centimétrique en X, Y et Z.
- un bateau équipé d'un échosondeur acoustique fonctionnant par effet Doppler et couplé au GPS Ashtech Promark 200 RTK.

Ainsi, la zone susceptible d'être exposée à la montée des eaux est définie de façon précise par le couplage de l'ensemble de ces données. Les ouvrages présents dans le domaine d'étude (ponts, seuils) ont fait l'objet de levés topographiques pour être intégrés dans le modèle.

Ainsi, toute l'étendue du domaine d'étude modélisé dispose d'une information topographique.

En prenant en compte le Salat et ses affluents modélisés en deux dimensions, le maillage permettant le calcul de la propagation des crues contient plus de 115 000 cellules de calculs.

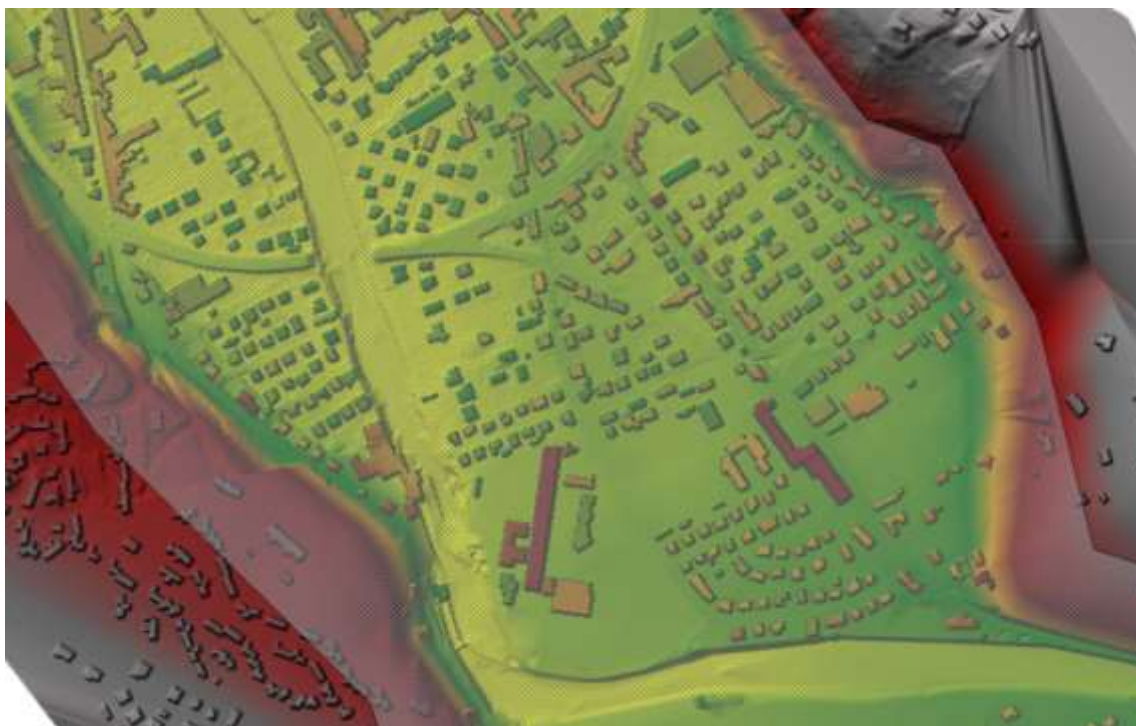


Figure 3 : Zoom sur une partie du maillage de la zone d'étude

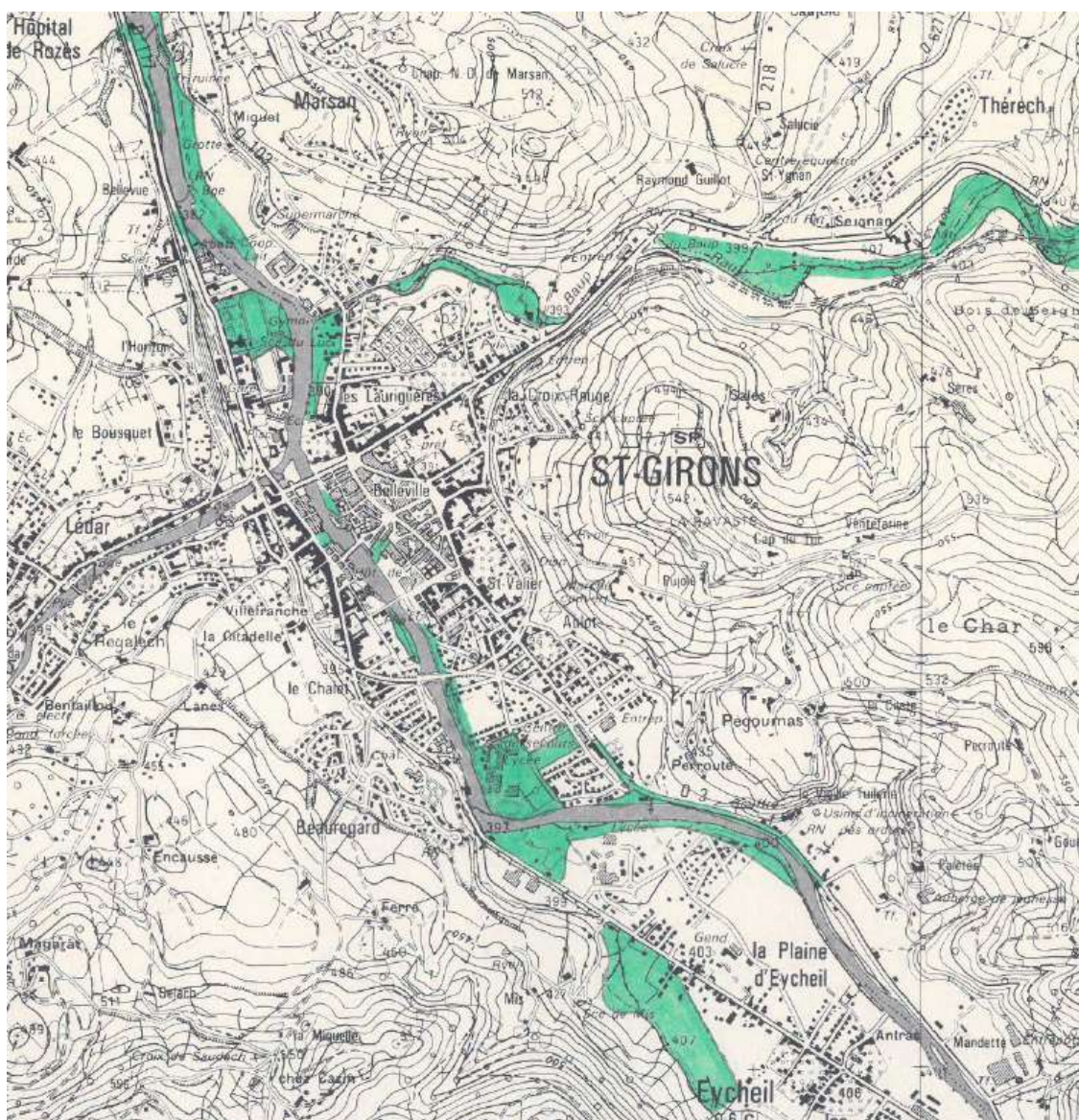
6) CALAGE DU MODELE

Les coefficients de rugosité (frottements) ont été estimés à partir des visites de terrain et par comparaison avec les abaques disponibles dans la littérature (notamment dans le guide établi par l'US Army Corps of Engineers, concepteur du code HEC-RAS).

Les différents paramètres du modèle ont ensuite été calés avec la crue de 1977 et de 1992 car celles-ci sont récentes et documentées.

6.1 Crue de 1977

Nous avons recueilli la cartographie des zones inondées auprès de la DREAL OCCITANIE :



Carte 1 : Cartographie de la crue de 1977 fournie par l' « Unité Préparation à la gestion de Crise - Direction Risques naturels » de la DREAL OCCITANIE

On note que le Lez n'a pas fait l'objet d'une cartographie.

Pour caler notre modèle nous avons également récupéré les informations ci-dessous :

Tableau 1 : Débits de la crue de 1977

Cours d'eau	Surface du bassin versant (km ²)	Banque hydro		Débits équivalents au droit de la zone (m ³ /s)	
		Crue historique du 19 mai 1977		Source	
Le Salat aval	1154.8	960 m ³ /s Pour un BV de 1154 km ² - Station : Saint-Lizier [Saint Girons]		Q _{05/1977} = 960 m ³ /s	[1]
Le Salat en amont de la confluence avec le Lez	662.9	368 m ³ /s Pour un BV de 379 km ² - Station : Soueix-Rogalle [kerbanac]-		Q _{05/1977} = 573 m ³ /s	[5]
Le Lez	418.2	213 m ³ /s Pour un BV de 365km ² Station : Lez à Engomer [Balaguères]		Q _{05/1977} = 239 m ³ /s	[2]

Si on additionne les différentes valeurs de débits en imputant des valeurs de débits raisonnables au Baup et au ruisseau de Carbalasse (débits inférieurs au débit centennal), on n'obtient pas le débit mesuré au niveau de la station de Saint-Lizier. Pour cette valeur la banque hydro indique que la validité Année/ station est douteuse.

La validité de la valeur de la station de Soueix-Rogalle [Kercabanac] est indiquée comme bonne par la banque hydro même s'il est permis d'émettre des doutes quant à sa fiabilité. En effet aucune loi de régression statistique testée ne s'ajuste aux valeurs de façon satisfaisante. De plus, la date des crues entre les années 1966 et 1987 est systématiquement notée au 1^{er} du mois durant lequel la crue a eu lieu ce qui semble curieux et soulève des doutes sur la validité des données.

Les valeurs fournies par la station du Lez sont annoncées comme bonnes mais dont l'origine est « estimés ».

Pour modéliser la crue de 1977, nous nous appuyerons sur ces valeurs :

Tableau 2 : Débits retenus pour la crue de 1977

Cours d'eau	Débit retenu (m ³ /s)
Le Salat en amont de la confluence avec le Lez	Q _{05/1977} = 575 m ³ /s
Le Lez	Q _{05/1977} = 245 m ³ /s
Le Baup	Q _{05/1977} = 70 m ³ /s

Les cours d'eau non jaugés comme le Baup et la Ruisseau de Carbalasse sont calés selon la même logique que les cours d'eau voisins sur lesquels nous avons des informations des débits, en tenant compte de leurs spécificités.

La concomitance parfaite des crues n'est pas envisagée ce qui implique un débit global à l'aval de la confluence de 800 m³/s.

6.2 Crue de 1992

A la suite de cette première étape, le calage du modèle est validé par la modélisation de la crue de 1992 sur laquelle des données hydrométriques sont connues ainsi que des repères de crues.

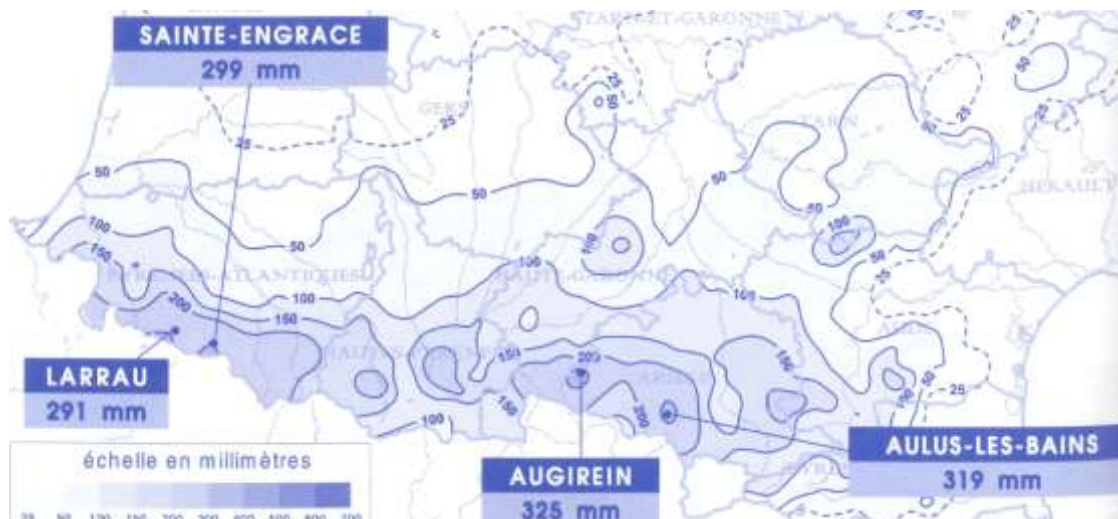
Tableau 3 : Débits mesurés pour la crue de 1992

Cours d'eau	Surface du bassin versant (km ²)	Banque hydro
		Crue historique du 5 octobre 1992
Le Salat aval	1154.8	510 m ³ /s Pour un BV de 1154 km ² - Station : Saint-Lizier [Saint Girons]
Le Salat en amont de la confluence avec le Lez	662.9	287 m ³ /s Pour un BV de 379 km ² - Station : Soueix-Rogalle [kerbanac]-
		146 m ³ /s Pour un BV de 169 km ² - Station : L'Arac à Soulan [Freychet]
Le Lez	418.2	246 m ³ /s Pour un BV de 365km ² Station : Lez à Engomer [Balaguères]

Les hydrogrammes de crues ont été enregistrés par les stations de mesures, ainsi, on peut reproduire fidèlement cette crue historique (prise en compte de la forme réelle des hydrogrammes et des décalages entre les pics de crue).

Si on additionne les différents débits des stations amont, on obtient un débit aval supérieur à celui mesuré. Comme précédemment, il est permis de douter des débits fournis par la station de Soueix-Rogalle.

Le pic de crue est intervenu le 5 Octobre 1992. Les relevés pluviométriques de Météo-France nous montrent que c'est majoritairement les têtes de bassin qui ont été impactées par ces pluies, ce qui explique que les débits ne se soient pas amplifiés entre les stations de mesures situées en amont et la station du Salat située en aval de la confluence.



Carte 2 : Extrait de la carte pluviométrique des 03, 04 et 05 Octobre 1992 [3]

Pour modéliser la crue de 1992, nous nous appuyerons sur ces valeurs :

Tableau 4 : Débits retenus pour la crue de 1992

Cours d'eau	Débit retenu (m ³ /s)
Le Salat en amont de la confluence avec le Lez	Q _{05/1977} = 287 m ³ /s
Le Lez	Q _{05/1977} = 246 m ³ /s
Le Baup	Q _{05/1977} = 50 m ³ /s

Les repères de crue utilisés pour le calage de la crue de 1977 et 1992 sont issus de la base de données « Repères de crues » (disponible sur internet) et complétés par nos levés dont les fiches sont disponibles en annexe.

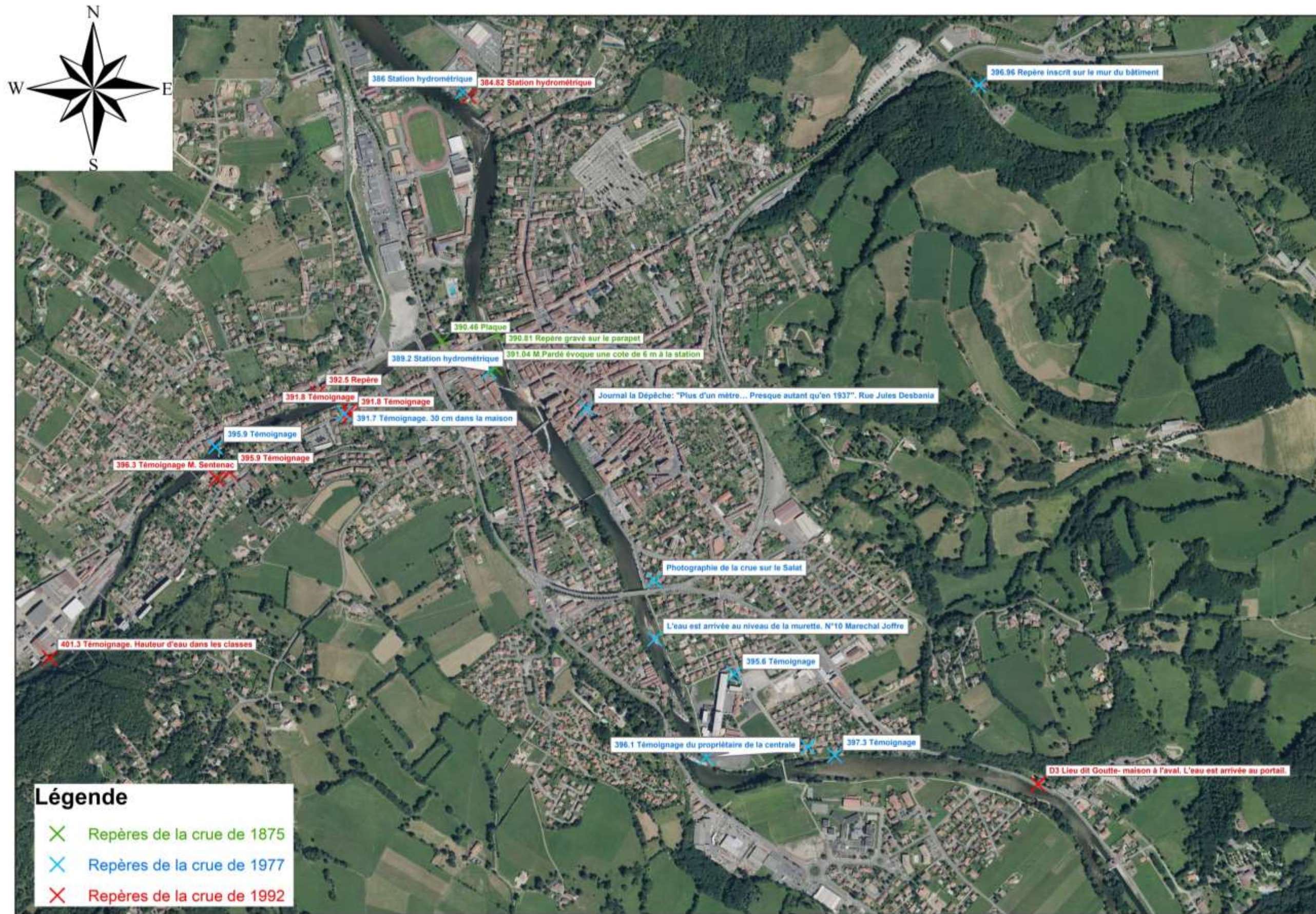


Figure 3 : Cartographies des repères de crues

7) CRUE DE PROJET

Comme spécifié dans le chapitre 6.8 de la partie 1 de l'étude de l'aléa inondation de Saint-Girons pour la révision du PPR, nous avons modélisé les débits suivants :

Tableau 5 : Rappel des débits maximum retenus pour la modélisation des crues de références

Cours d'eau	Surface du bassin versant (km ²)	Débits retenus pour la modélisation des crues de références (m ³ /s)
Le Salat en amont de la confluence avec le lez	662.9	Q ₁₈₇₅ : 880
Le Lez	418.2	Q ₁₀₀ = 480
Le Baup	73.7	Q ₁₀₀ = 110
Ruisseau Carbalasse	4.26	Q ₁₀₀ = 14.5
Le salat aval	1154.8	Formé naturellement au sein du modèle par l'addition des différents débits en provenance de l'amont Q _{ref global aval} = 1320

Pour le ruisseau du Carbalasse étant donné sa faible dimension et donc l'évolution importante de la taille de son bassin versant au fur et à mesure que l'on s'approche de l'exutoire, nous avons réparti le débit en fonction des apports réels ayant lieu tout au long du cours d'eau pour ne pas surévaluer l'impact de la crue :

Les débits ont été répartis comme suit :

	Source de Mis	Débits en provenance des buses amont en entrée de modèle	Débordements en provenance de l'amont des buses (buses limitantes)	Apport le long du ruisseau du Carbalasse
Débits Q ₁₀₀ en m ³ /s	5	2.4	2.6	4.5

La modélisation de la zone en 2D est réalisée en régime transitoire ce qui permet de connaître les hauteurs d'eau et les champs de vitesse de la zone étudiée à chaque pas de temps et d'espace.

On fait passer la crue modélisée dans le lit de la rivière et on peut suivre le déroulé de la crue à chaque pas de temps.

Exemple de la propagation d'une crue dans une zone en 2D :

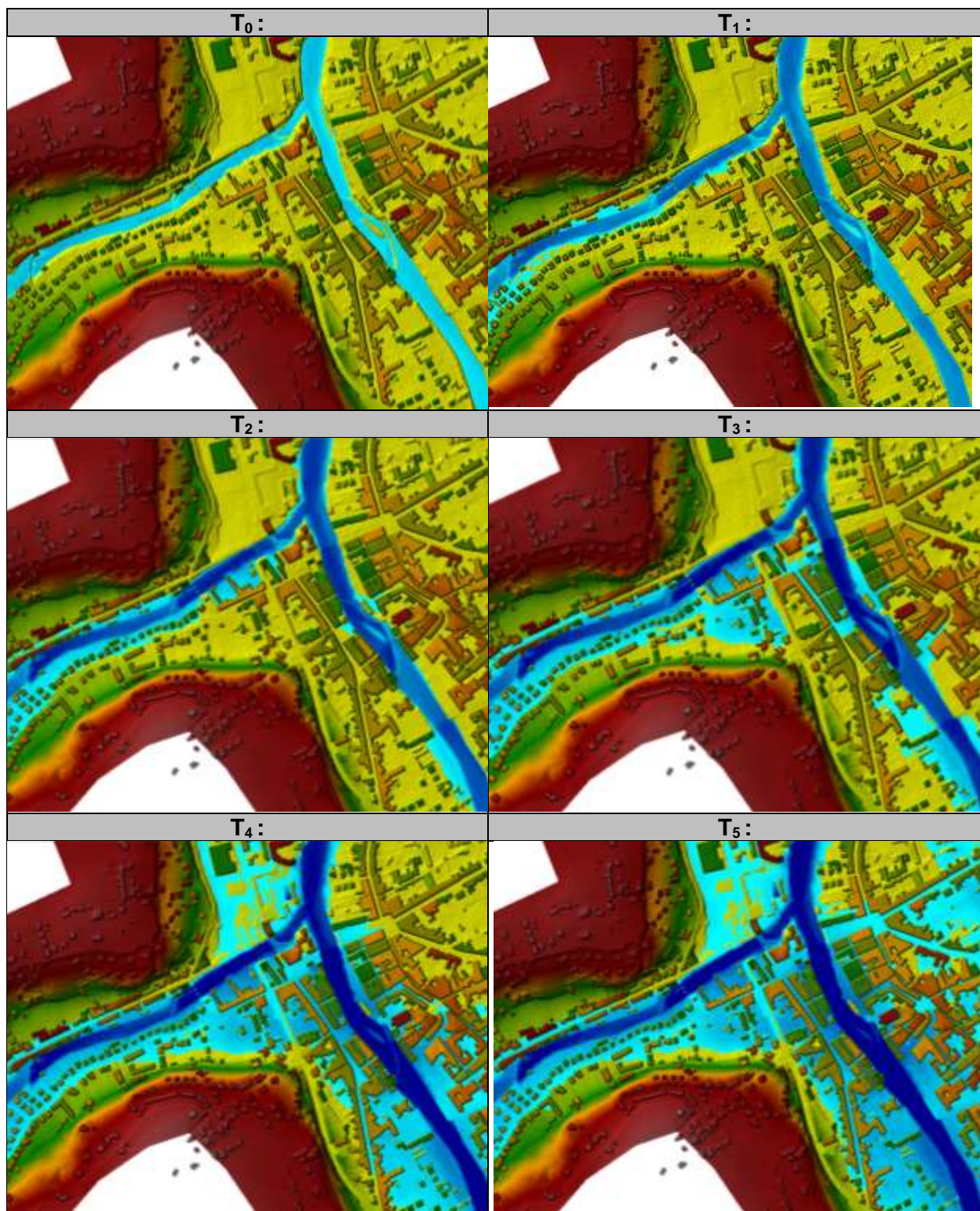


Figure 4 : Extrait de la propagation d'une crue en zone 2D

8) RESULTATS ET RENDUS

Les données brutes issues du modèle sont systématiquement analysées par l'équipe technique afin de retranscrire au mieux la réalité du terrain (en palliant les éventuels biais connus du modèle).

La modélisation donne des hauteurs d'eau sur certains secteurs plus importantes que la crue de 1875.

Ce résultat est classique et est notamment dû aux modifications intervenues dans le lit mineur et dans le lit majeur des cours d'eau depuis cette date. Ces différences sont également dues au fait que les débits de projets ne correspondent pas tous aux débits de la crue de 1875.

A titre d'exemple, sur le Lez, le seuil situé environ 100m avant la confluence n'est pas retrouvé sur le profil en long des forces hydrauliques réalisé le 8 Septembre 1906 :

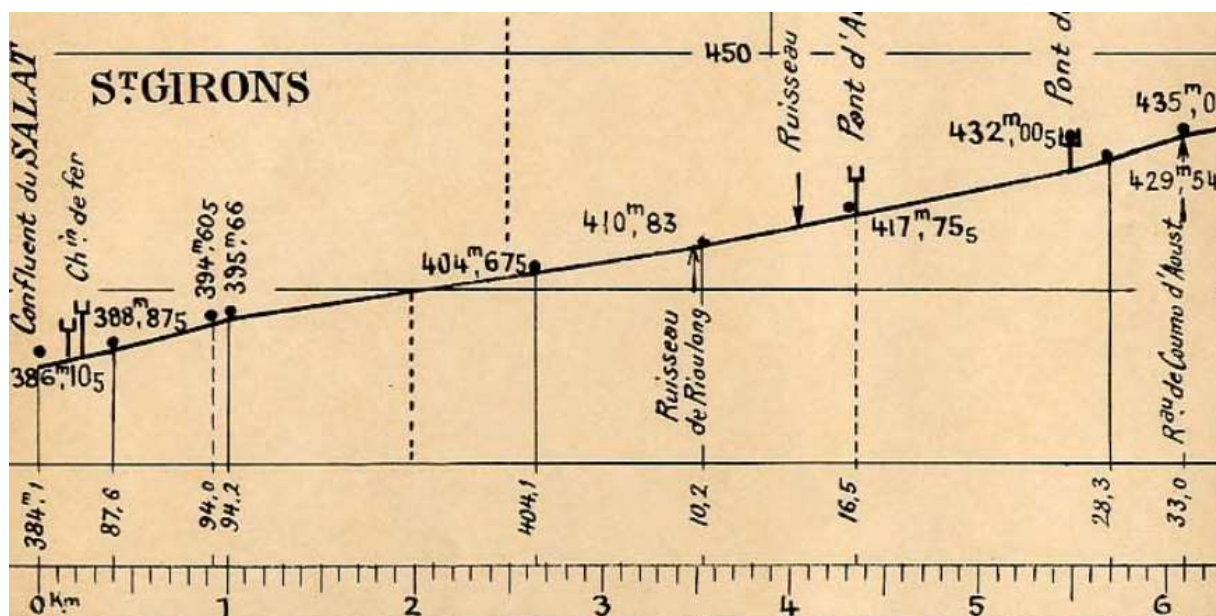


Figure 5 : Extrait du profil en long réalisé par les Forces Hydrauliques sur le Lez

De fait, si ce seuil n'était pas présent à l'époque, sa présence actuelle rehausse sensiblement la cote de la crue de référence vis-à-vis des crues historiques connues.

Les résultats de ces modélisations couplés aux analyses HGM sont présentés en annexes du présent rapport.

Dans le détail, il ressort plusieurs éléments qui méritent d'être mis en avant.

- En premier lieu, les inondations du Salat sont très importantes et concernent de nombreux enjeux importants, tant au niveau du centre historique que des zones de construction plus récentes. Dans beaucoup de zones, on note la présence des vitesses élevées (pouvant générer de forts dégâts au bâti) et des hauteurs d'eau importantes dans les zones urbanisées (souvent plus de deux mètres). On peut notamment citer ici la plaine d'Eycheil, ou encore la rive gauche du Salat en amont de la confluence avec le Lez.
- Les inondations générées par le Lez sont tout aussi importantes avec plusieurs dizaines de maisons soumises à de fortes hauteurs d'eau et des vitesses élevées qui justifient

pleinement un aléa fort. A noter que la modélisation est légèrement plus pénalisante que celle réalisée précédemment.

- Les zones inondées par le Baup sont nettement plus faibles et la plupart des maisons inondées ne sont concernées que par des aléas faibles et moyens.
- Les zones inondées par le Carbalasses et ses affluents et sources concernent une forte surface urbanisée avec toutefois peu d'enjeux en aléas forts. Concrètement, la quasi-totalité de la zone est inondée par moins de 0.5 m d'eau, mais les vitesses dépassent souvent 0.2 m/s, ce qui implique des zones d'aléas moyens.

En conclusion, la commune de Saint-Girons est fortement touchée par les aléas d'inondation avec de nombreuses habitations en zone d'aléa fort. Concernant les enjeux, des enjeux ponctuels sont inondés comme les deux lycées, la plupart des zones artisanales et commerciales à l'exception d'une partie du secteur de l'ancienne gare et de l'entrée ouest de Saint-Girons. La Mairie, située en plein centre-ville est située elle-aussi dans une zone fortement inondée.

ANNEXES

Annexe 1 : Repères de crues :

Fiches de crue		1	AGERIN
Etude:	Aléa inondation, St-Girons		
Département :			
Commune :	Saint-Girons		
N° INSEE :	09 261		
Secteur :	Salles, amont D117		
Cours d'eau :	Baup		
Date de la crue :	19/05/1977		
Type :	Marque		
Source :	AGERINsas		
Côte NGF (en m):	396.96	Hauteur (en m/TN):	
Coordonnées L93:			
	549626.906	6212046.933	
Commentaire:	Marque de la crue de mai 1977 reportée sur la façade aval.		
Témoïn:			
			
Localisation sur orthophoto : 			
			



DDT 09

Fiches de crue

2



Etude: Aléa inondation, St-Girons

Département :

Commune : Saint-Girons

N° INSEE : 09 261

Secteur : Quai du Roc

Cours d'eau : Salat

Date de la crue : 19/05/1977

Type : Photographie

Source : « La Dépêche », AGERINsas

Côte NGF (en m): 392.14 Hauteur (en m/TN):

Coordonnées L93:

548772.72

6210762.25

Commentaire:

Photographie de la crue de Mai 1977 sur le Salat.

Photographie extraite du journal « la Dépêche ».

Témoign:

Localisation sur fond IGN :

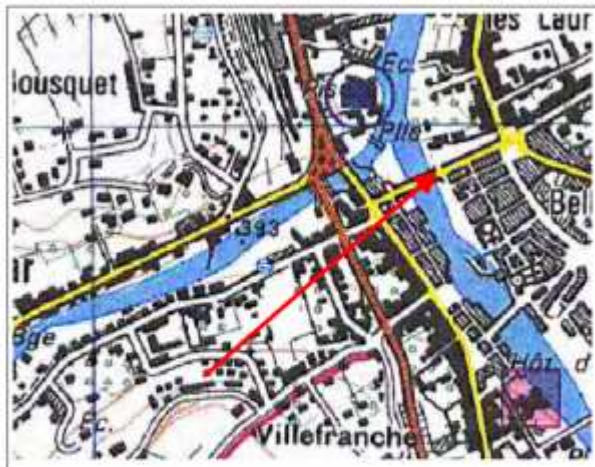


Localisation sur orthophoto :



CODE FICHE : 09-35.1-ST GI-1

PK : Distance à la Garonne



Département : 09

Rivière : Salat

Commune : Saint Girons

**Lieu : Pont en amont du de
la confluence du Lez**

Date : 1875

Source : AGERIN sarl

Sur le coin aval du parapet rive droite du pont sur le Salat, on trouve cette marque de la crue du 23 juin 1875 gravée sur un bloc. Cette marque, située environ 1,1 m au dessus du sol, montre clairement que ce pont était largement submergé lors de la crue du 23 juin 1875. Altitude de la crue: 390,81 m



