



PRÉFECTURE DES PYRÉNÉES-ORIENTALES

**PROJET DE PPRNP SUR LA COMMUNE
DE SAINT-PAUL-DE-FENOUILLET**

DOSSIER DE PRESENTATION

(VERSION V1 AU 5 AOUT 2011)

COMMUNIQUE A LA DDTM – SER PAR RTM 66

PRÉAMBULE

S*I les catastrophes naturelles sont inévitables, la politique de prévention vise à réduire leurs conséquences dommageables, en complément de la gestion de crise et de l'indemnisation des victimes : connaître les risques, informer, éduquer, surveiller, prévoir, réduire la vulnérabilité, protéger, se préparer à la crise, exploiter le retour d'expérience et responsabiliser.*

Les catastrophes naturelles font partie des risques majeurs. Elles ont de tout temps marqué la vie des Français : la vidange brutale du lac Saint-Laurent à Bourg d'Oisans en 1218 qui inonda la ville de Grenoble, l'écroulement du Mont Granier en Savoie en novembre 1248 qui engloutit plusieurs villages, l'éruption de la Montagne Pelée en Martinique en 1902 qui dévasta la ville de Saint-Pierre et fit 28000 morts, le séisme de Lambesc en 1909 qui tua 46 personnes, la crue de la Seine à Paris en 1910 qui occasionna des dégâts considérables...

Plus près de nous, en région Languedoc-Roussillon, les inondations d'octobre 1940 dans les Pyrénées-Orientales, de novembre 1999 dans l'Aude, de septembre 2002 dans le Gard, furent parmi les plus dramatiques de l'époque contemporaine..

Les risques naturels restent donc une réalité dans notre pays. Les deux tiers des 36 000 communes françaises sont exposées à au moins un risque naturel dont 15 000 aux inondations et 7 000 aux mouvements de terrains. Le risque sismique concerne 24 000 communes et 5 000 sont menacées par les feux de forêts.

Pour ces raisons, la prévention des risques naturels est une priorité de l'Etat au travers de la politique menée par le Ministère chargé de l'environnement.

La prévention mise en œuvre aujourd'hui s'appuie sur un ensemble de dispositifs qui engagent non seulement l'Etat, mais aussi les Collectivités et les citoyens. Elle est complémentaire à la politique de protection civile qui permet de gérer la crise (du ressort du Ministère de l'Intérieur) et s'articule avec la politique d'indemnisation des dommages.

*« La Montagne s'apprécie au naturel, belle et capricieuse...
Vouloir y vivre et la fréquenter, c'est accepter de la respecter et de s'adapter.*

*Avoir conscience du risque, c'est aussi accepter les moyens de s'en préserver,
sans toutefois être victime de l'illusion du risque zéro.*

*Le risque ne sera jamais supprimé, quels que soient les efforts déployés pour le
réduire...»*



- SOMMAIRE -

I.	PRESENTATION GENERALE	8
I.1.	UN NOUVEL OUTIL DE PREVENTION : LE P.P.R.	10
I.2.	POURQUOI UN P.P.R. SUR LA COMMUNE DE SAINT-PAUL-DE-FENOUILLET ?.....	12
I.2.1.	<i>Historique de la cartographie des risques naturels sur la commune de Saint-Paul-de-Fenouillet.....</i>	12
I.2.2.	<i>Objectifs de prévention des risques naturels aujourd'hui</i>	12
I.3.	PROCEDURE D'ELABORATION ET D'INSTRUCTION.....	13
I.4.	RISQUES PRIS EN COMPTE DANS LE PRESENT ZONAGE.....	14
I.5.	COMPOSITION DU DOCUMENT.....	15
I.6.	AVERTISSEMENTS	15
I.7.	DOCUMENTS DE ZONAGE A CARACTERE REGLEMENTAIRE ANTERIEURS AU PRESENT P.P.R.	16
II.	PRESENTATION DE LA COMMUNE DE SAINT PAUL DE FENOUILLET.....	18
II.1.	CADRE GEOGRAPHIQUE.....	18
II.2.	CADRE GEOLOGIQUE ET GEOMORPHOLOGIQUE.....	21
II.3.	HYDROGRAPHIE	25
II.4.	DONNEES METEOROLOGIQUES ET HYDROLOGIQUES.....	29
II.4.1.	<i>Le Climat.....</i>	29
II.4.2.	<i>Equipements de mesure de la pluie et des débits</i>	30
II.4.3.	<i>Mise en perspective des données pluviométriques</i>	34
II.4.3.1.	Pluviométrie moyenne annuelle.....	34
II.4.3.2.	Pluviométrie exceptionnelle	34
II.4.3.3.	Coefficients de ruissellement.....	37
II.4.3.4.	Temps de concentration (Tc)	37
II.4.4.	<i>Mise en perspective des données hydrométriques</i>	38
II.4.5.	<i>Le réseau karstique</i>	39
III.	LES PHENOMENES NATURELS.....	41
		
III.1.	LES INONDATIONS ET LES CRUES TORRENTIELLES.....	43
III.1.1.	<i>Survenance et déroulement.....</i>	43
III.1.2.	<i>Particularités des torrents</i>	45
III.1.3.	<i>ATLAS des Zones Inondables (AZI)</i>	48
III.1.4.	<i>Evénements dommageables recensés.....</i>	49
III.1.5.	<i>Evolution de la situation depuis ces crues.....</i>	57
III.1.6.	<i>Les débits de référence des cours d'eau à prendre en compte.....</i>	57
		
III.2.	LES MOUVEMENTS DE TERRAIN	58
III.2.1.	<i>Les glissements de terrain</i>	58
III.2.1.1.	Survenance et déroulement	58
III.2.1.2.	Evénements dommageables recensés	59
III.2.2.	<i>Les tassements par retrait</i>	60
III.2.2.1.	Survenance et déroulement	60
III.2.2.2.	Evénements dommageables recensés	65
III.2.3.	<i>Les chutes de pierres et/ou blocs</i>	66
III.2.3.1.	Survenance et déroulement	66

III.2.3.2.	Evénements dommageables recensés	66
III.2.4.	<i>Les ravinements</i>	67
III.2.4.1.	Survenance et déroulement	67
III.2.4.2.	Evénements dommageables recensés	69
		
III.3.	LES SEISMES	70
III.3.1.1.	Evénements dommageables recensés	73
III.4.	CARTE INFORMATIVE DE LOCALISATION DES PHENOMENES NATURELS PREVISIBLES (<i>HORS SEISMES ET FEUX DE FORET</i>)	74
IV.	LES ALEAS	75
IV.1.	DEFINITION.....	77
IV.2.	ECHELLE DE GRADATION D'ALEAS PAR TYPE DE PHENOMENE NATUREL.....	77
		
IV.2.1.	<i>L'aléa "inondations et crues torrentielles"</i>	78
IV.2.1.1.	Généralités	78
IV.2.1.2.	L'aléa spécifique « crue torrentielle »	81
IV.2.1.3.	Précisions sur la détermination de l'aléa de référence « inondation »	84
IV.2.1.4.	Aléa de référence « inondation » dans le cas de Saint-Paul-de-Fenouillet.....	86
IV.2.1.5.	Transcription en terme d'aléa des zones soumises au phénomène d'inondation et crue torrentielle sur la commune de Saint-Paul-de-Fenouillet.....	87
		
IV.2.2.	<i>L'aléa « mouvements de terrain »</i>	105
IV.2.2.1.	Généralités	105
IV.2.2.2.	Aléa « glissements de terrain »	105
IV.2.2.3.	Aléa « effondrement de cavités souterraines »	107
IV.2.2.4.	Aléa « chutes de pierres et/ou de blocs »	107
IV.2.2.5.	Aléa « ravinements »	110
IV.2.2.6.	Transcription en terme d'aléa des zones soumises aux phénomènes de mouvements de terrain sur la commune de Saint-Paul-de-Fenouillet :	110
		
IV.2.3.	<i>L'aléa « séismes »</i>	116
IV.3.	CARTE INFORMATIVE DES ALEAS PREVISIBLES.....	116
V.	LA VULNERABILITE	118
V.1.	DEFINITION	120
V.2.	NIVEAU DE VULNERABILITE.....	120
V.3.	VULNERABILITE SUR LA COMMUNE DE SAINT-PAUL-DE-FENOUILLET	120
V.4.	CARTE INFORMATIVE DE VULNERABILITE.....	124
VI.	LES RISQUES NATURELS ET LEUR TRADUCTION EN NIVEAU DE CONTRAINTE REGLEMENTAIRE	126
VI.1.	DEFINITION.....	128
VI.2.	LES ZONES REGLEMENTAIRES DU P.P.R.....	129
VI.3.	DETERMINATION DES NIVEAUX DE RISQUE, CONSTRUCTIBILITE ET TRADUCTION EN NIVEAU DE CONTRAINTE REGLEMENTAIRE.....	129
VI.3.1.	<i>Niveaux de risque</i>	130
VI.3.2.	<i>Constructibilité</i>	130

VI.3.3.	Traduction de l'aléa en zonage réglementaire	130
VI.3.3.1.	Cadre général	130
VI.3.3.2.	Cadres particuliers.....	131
VI.4.	LE ZONAGE REGLEMENTAIRE DE LA COMMUNE DE SAINT-PAUL-DE-FENOUILLET.....	133
VI.5.	CARTE REGLEMENTAIRE DES RISQUES NATURELS PREVISIBLES	141

Ce document a été élaboré par le Service R.T.M. des Pyrénées-Orientales, en application d'une convention spécifique passée avec le Préfet des Pyrénées-Orientales.

L'instruction technique de la procédure est mise en œuvre par le service R.T.M. sous le contrôle de la Direction départementale des Territoires et de la Mer, Service de l'eau et des risques.



***Service Départemental de
restauration des terrains en
montagne
des Pyrénées-Orientales***

***8 rue des Variétés
CS 50006
66 026 PERPIGNAN Cedex***

☎ : 04.68.08.15.90

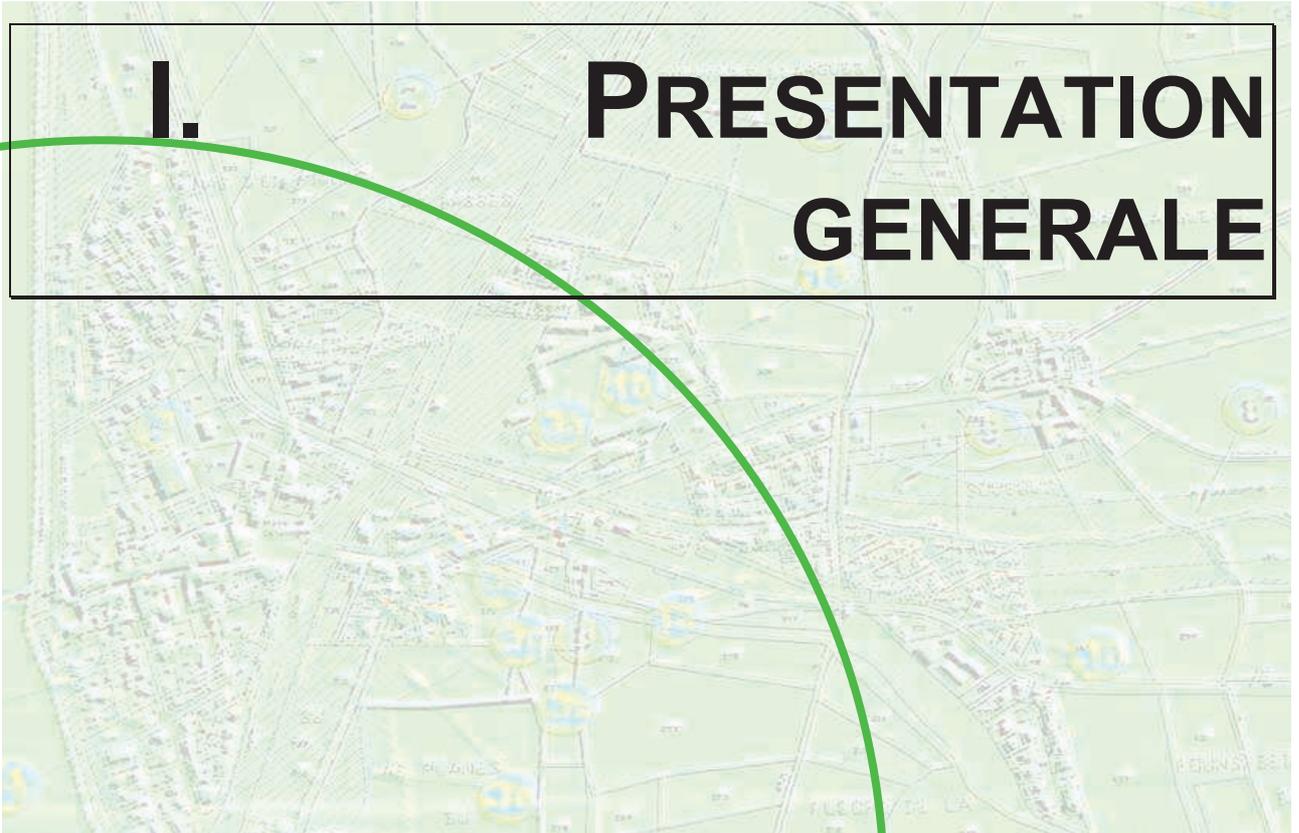
📠 : 04.68.08.15.99

Légende de la photographie de couverture :

Vue sur la ville de Saint-Paul-de-Fenouillet depuis le sommet des falaises rocheuses surplombant la Clue de la Fou.

I.

PRESENTATION GENERALE



I.1. Un nouvel outil de prévention : le P.P.R.

La cartographie des risques naturels s'est développée, en France, sous la pression des événements plutôt que comme la mise en œuvre pratique d'une doctrine mûrement réfléchie. Tout a commencé avec l'hiver 1969-1970 au cours duquel de dramatiques accidents liés soit aux mouvements de terrain, soit aux avalanches, firent un nombre considérable de victimes dans les Alpes françaises (catastrophes du Plateau d'Assy : 72 morts et de Val d'Isère : 39 morts, notamment). L'Etat prit alors conscience que la législation et la réglementation visant à sauvegarder la sécurité des citoyens face aux risques naturels étaient insuffisantes et inadaptées.

En effet, l'Etat ne disposait à cette époque que de textes très généraux :

- **Code de l'administration communale**, qui régit l'action des maires dans leur commune en matière de sécurité publique (articles L 131.1 et L 131.2) ;
- **Loi du 4 avril 1882** qui mit en place la politique dite de Restauration des terrains en montagne (RTM) ;
- **Code de l'Urbanisme**, dont l'article **R. 111.3** stipulait que « *La construction sur des terrains exposés à un risque tel que : inondation, érosion, affaissement, éboulement, avalanche peut, si elle est autorisée, être soumise à des conditions spéciales. Ces terrains sont délimités par arrêté préfectoral...* »

Ces textes furent toutefois insuffisamment utilisés eu égard au développement de l'urbanisme, tant dans les zones montagneuses que sur le littoral.

La cartographie des risques naturels s'imposait comme document de base pour l'application des textes et les efforts ont porté immédiatement sur ce point. La première initiative en la matière fut celle du département de l'Isère confronté aux problèmes posés par l'extension de la zone urbaine de Grenoble. Une opération cartographique innovante, par commune, fut alors lancée dès 1967 en application de l'article R 111.3 du Code de l'urbanisme. Cette cartographie s'appliquait aussi bien aux aléas hydrauliques ou nivologiques qu'aux mouvements de terrains.

Sur le plan national, un premier test fut réalisé à partir de 1972 avec le programme **ZERMOS** (Zones exposées à des risques liés à des mouvements du sol et du sous-sol), financé par la Direction de la Sécurité civile au ministère de l'Intérieur. Il s'agissait là d'un travail méthodologique, de portée limitée (une trentaine de cartes) destiné à mettre au point une technique cartographique spécifique aux mouvements du sol et du sous-sol, en vue d'une éventuelle application future par voie législative ou réglementaire. La cartographie ZERMOS introduisit le principe du zonage tricolore (rouge, orangé, vert) relatif à la probabilité d'occurrence de mouvements de terrains sur un territoire donné. Il s'agissait en fait d'un document d'alerte destiné à réfuter l'excuse de l'ignorance quant à la présence de mouvements de terrains.

Une première étape vers l'officialisation de la prise en compte des aléas naturels fut marquée par la loi foncière de 1977, laquelle impose dans le cadre d'un « **porter à connaissance** » que les **Plans d'occupation des sols (POS)**, opposables aux tiers, fassent apparaître les zones soumises à des phénomènes naturels, éventuellement traitées en zones non aedificandi. L'Etat dispose également d'autres moyens de droit commun du Code de l'Urbanisme que sont la mise en place d'un **Projet d'Intérêt Général (PIG)** et le contrôle notamment des permis de construire au regard de la sécurité publique (article **R. 111-2 du Code de l'Urbanisme**).

On peut noter par ailleurs des initiatives régionales comme les **CRAM** (cartes de risques des Alpes-Maritimes), assez voisines des cartes ZERMOS ; une dizaine de cartes à l'échelle 1/25 000 ont été réalisées.

C'est toutefois la **loi du 13 juillet 1982**, relative à l'indemnisation des victimes des catastrophes naturelles, qui va généraliser la cartographie des risques naturels dans la pratique administrative. Cette loi repose sur deux principes fondamentaux, la solidarité nationale et la responsabilisation des intéressés, lesquels sont tenus de mettre en œuvre certaines mesures de protection. Pour ce faire, l'État doit élaborer des **Plans d'exposition aux risques naturels prévisibles** ou **P.E.R.**. Ceux-ci, établis à l'échelle de la commune, couvrent quatre types d'aléas (sismique, hydrologique, nivologique et de mouvements de terrains). Un PER comprend un rapport de présentation, des documents graphiques et un règlement qui fixe les conditions d'utilisation du sol à l'intérieur de chaque zone (le principe du zonage tricolore est conservé).

Il faut ensuite mentionner la **loi du 22 juillet 1987** qui impose de prendre en compte les risques naturels dans les documents d'urbanisme, schémas directeurs, plans d'occupation des sols, etc.

Le retard constaté dans la mise en œuvre des P.E.R. d'une part, la catastrophe de Vaison-la-Romaine en septembre 1992, puis les graves inondations et mouvements de terrains de la fin des années 1993 et du début de 1994 d'autre part, ont mis en évidence la nécessité de relancer la politique de l'Etat en matière de prévention des risques naturels.

Cet objectif s'est traduit par deux mesures : la création d'une procédure unique, par la refonte des procédures existantes (P.E.R., PSS, R. 111-3,...) et l'augmentation des moyens financiers.

La législation a alors évolué dans ce but avec la **loi du 2 février 1995** relative à la protection de l'environnement, laquelle crée les **Plans de prévention des risques naturels prévisibles** ou **P.P.R.** et institue, au profit de l'État, un cas nouveau d'expropriation pour risque naturel majeur menaçant gravement des vies humaines. L'établissement des PPR est prescrit par le préfet, qui définit le périmètre d'étude et désigne le service de l'État instructeur du dossier. La loi instaurant les P.P.R. n'est plus une loi d'assurance, mais une véritable **loi de sécurité civile et d'aménagement du territoire** dont le champ d'application est forcément élargi. Cette législation a récemment été renforcée par la **loi 2003-699 du 30 juillet 2003** relative à la prévention des risques technologiques et naturels et à la réparation des dommages.

Le P.P.R. est dorénavant le seul document réglementaire spécifique aux risques, et il s'articule avec les moyens de droit commun du Code de l'Urbanisme cités plus haut, qui ne sont pas remis en cause.

Le P.P.R. reprend les points forts des précédentes procédures auxquelles il se substitue, et cherche à pallier leurs difficultés de mise en œuvre. Il a été conçu avec le souci de simplifier l'élaboration du document et de renforcer son contenu réglementaire.

Sa simplicité se manifeste à différents niveaux :

- Dans la cohérence apportée à l'unicité de l'outil,
- Dans le mode de réalisation et d'approbation, entièrement sous l'autorité du préfet,
- Dans la modulation des études en fonctions des connaissances disponibles et des enjeux territoriaux.

Le renforcement de son contenu se traduit par :

- Une gamme plus étendue des moyens de prévention,
- La prise en compte non seulement des enjeux économiques, mais aussi de la vulnérabilité humaine,
- La possibilité d'appliquer immédiatement les mesures les plus urgentes,
- L'instauration de sanctions administratives et pénales visant à garantir l'application des dispositions retenues.

Les communes ont le devoir de prendre en considération l'existence des risques naturels sur leur territoire, et l'État veille à cette prise en compte.

En France, L'Etat et les Communes ont des responsabilités respectives en matière de prévention des risques naturels. Ces responsabilités sont édictées par la Loi du 22 juillet 1987 et l'article n° 78 de la Loi Montagne du 9 janvier 1985 (ou article L563-2 du Code de l'Environnement). **L'Etat doit afficher les risques** et les faire connaître aux collectivités locales en déterminant leur localisation et leurs caractéristiques et veille à ce que les divers intervenants les prennent en compte dans leurs actions.

Les Communes ont le devoir de prendre en considération l'existence des risques naturels sur leur territoire, notamment lors de l'élaboration de documents d'urbanisme et de l'examen de demandes d'autorisation d'occupation et d'utilisation des sols.

I.2. Pourquoi un P.P.R. sur la commune de Saint-Paul-de-Fenouillet ?

I.2.1. Historique de la cartographie des risques naturels sur la commune de Saint-Paul-de-Fenouillet

Dans un premier temps, une délimitation des zones exposées aux risques naturels a été réalisée par le Service Départemental RTM des Pyrénées-Orientales et transmise le 30 décembre 1997 au titre d'un Porté à Connaissance réalisé dans le cadre du Plan d'Occupation des Sols.

Cette délimitation des zones exposées aux risques naturels réalisée à la suite des inondations de 1992 avait été cartographiée au 1/2500 sur un plan sur fond cadastral centrée sur l'agglomération.

I.2.2. Objectifs de prévention des risques naturels aujourd'hui

Aujourd'hui, la délimitation des zones exposées aux risques naturels sur la commune de Saint-Paul-de-Fenouillet a été lancée et réalisée dans le cadre d'un **Plan de Prévention des Risques naturels prévisibles (P.P.R.n.p.)** établi en application de la loi n° 95-101 du 2 février 1995 relative au renforcement de la protection de l'environnement. Les dispositions relatives à son élaboration sont fixées par le décret n° 95-1089 du 5 octobre 1995 (cf. Annexes pour les textes législatifs).

L'élaboration du P.P.R. de Saint-Paul-de-Fenouillet est motivée par l'évolution des réglementations dans la prise en compte des risques naturels dont l'harmonisation fait suite à une demande claire de la part du M.E.D.D.T.L. (Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable, des Transports et du Logement).

La commune de Saint-Paul-de-Fenouillet est en effet inondable en particulier par les grandes crues de l'Agly qui traverse l'agglomération et de la Boulzane. Le territoire communal est également soumis au risque de mouvements de terrain notamment aux chutes de blocs concernant particulièrement les escarpements calcaires à l'ouest et à l'est de la Clue de la Fou. Inscrite à ce titre comme commune à risque fort d'inondation et moyen de mouvement de terrain au D.D.R.M. (Dossier départemental des Risques Majeurs), elle doit à terme être couverte par un P.P.R.

Le présent document a donc pour but de permettre la prise en compte des risques naturels sur le territoire de la commune de Saint-Paul-de-Fenouillet dans une logique étendue aux préoccupations de **sécurité et d'aménagement** avec notamment les principaux objectifs suivants :

- l'adaptation à la nouvelle réglementation,
- la redéfinition de l'aléa sur certains secteurs,
- la formulation des règles de gestions du milieu « naturel » qui s'avèreraient nécessaires.

Ce P.P.R. n'a pas pour autant l'ambition d'apporter une solution à tous les problèmes posés par les risques naturels mais permet de délimiter les zones concernées par ces risques et d'y définir ou d'y prescrire des mesures de prévention, de protection ou de sauvegarde.

Son domaine d'intervention respecte donc les compétences que les lois attribuent aux communes en matière d'aménagement et de police, et les responsabilités mises à la charge des particuliers.

L'arrêté préfectoral n°2002-551 du 25 février 2002 a prescrit l'établissement d'un PPR sur la commune de Saint-Paul-de-Fenouillet et délimite le périmètre mis à l'étude et le périmètre d'application du P.P.R. (cf. Annexes).

I.3. Procédure d'élaboration et d'instruction

Conformément au décret n°95-1089 du 5 octobre 1995 modifiée par le décret du 4 janvier 2005, la procédure d'instruction du PPR est la suivante :

- a) **Prescription** du P.P.R. par arrêté préfectoral :
- La prescription du P.P.R. par le Préfet définit le périmètre mis à l'étude, la nature des risques pris en compte, le service déconcentré de l'Etat chargé d'instruire le projet.
- **notification** aux maires concernés. Pour les PPR prescrits après le 28 février 2005, l'arrêté est aussi notifié aux présidents des collectivités territoriales et des établissements publics de coopération intercommunale (EPCI). De plus, cet arrêté doit être affiché pendant un mois à la mairie et aux sièges des EPCI. Une mention de cet affichage doit être insérée dans un journal diffusé dans le département.
 - **publication** au recueil des actes administratifs ;
- b) **Elaboration technique du projet** de P.P.R.
- Réalisation du document et partage de la connaissance du risque avec la commune. Au fur et à mesure de l'avancement du P.P.R., le document permet d'apprécier la connaissance des phénomènes naturels, la qualification de l'aléa, l'évaluation des enjeux à partir desquels sont établis le zonage réglementaire et le règlement
- c) **Concertation**
- **Soumission du projet pour avis** dans un délai de deux mois :
- au conseil municipal,
 - aux organes délibérants des EPCI compétents pour l'élaboration des documents d'urbanisme dont le territoire et est concerné en tout ou partie par le plan
 - pour ce qui concerne les terrains agricoles ou forestiers : à la chambre d'agriculture et au centre régional de la propriété forestière. Il n'est pas prévu, comme c'est le cas en ce qui concerne les incendies de forêt de consulter conseil général et conseil régional,
- d) **Soumission à l'enquête publique:**
- **désignation du commissaire enquêteur** par le tribunal administratif
 - **arrêté** de mise à l'enquête
 - **insertion** dans deux journaux diffusés dans le département, **affichage** de l'arrêté pendant un mois en mairie
 - **rapport et conclusion** du commissaire enquêteur sous un mois suivant la clôture de l'enquête.
- e) **Modifications** éventuelles du projet pour tenir compte des avis recueillis, avant d'être approuvé par arrêté préfectoral.
- f) **Approbation** du plan par arrêté préfectoral :
- **mention au recueil des actes administratifs**
 - **insertions** dans un journal diffusé dans le département;

- **affichage** pendant 1 mois en mairie. Le document approuvé par le Préfet est également tenu à la disposition du public en Préfecture, Sous-Préfecture et services de l'Etat concernés, en mairie et au siège des EPCI.

g) **Notification au maire** et mise en demeure de prendre en compte cette servitude dans le plan local d'urbanisme ou le plan d'occupation des sols par la procédure de mise à jour. Si cette formalité n'est pas effectuée dans le délai de 3 mois, le préfet y procède d'office.

I.4. **Risques pris en compte dans le présent zonage**

La commune de Saint-Paul-de-Fenouillet dans le département des Pyrénées-Orientales est exposée à plusieurs types de risque naturels :

- **inondations et crues torrentielles** engendrées par les crues de l'Agly et de la Boulzane et de leurs affluents. Pour le **risque inondation et crue torrentielle** les circulaires du 24 janvier 1994 et du 24 avril 1996 (jointes en Annexes) rappellent la position de l'Etat selon trois principes qui sont :
 - d'interdire à l'intérieur des zones d'inondation soumises aux aléas les plus forts toute construction nouvelle et à saisir toutes les opportunités pour réduire le nombre de constructions exposées (*ces zones d'aléas forts sont déterminées notamment en fonction des hauteurs d'eau atteintes par une crue de référence qui est la plus forte crue connue, ou, si cette crue était plus faible qu'une crue de fréquence centennale, cette dernière.*),
 - de contrôler strictement l'extension de l'urbanisation dans les zones d'expansion des crues où un volume d'eau important peut être stocké et qui jouent le plus souvent un rôle important dans la structuration du paysage et l'équilibre des écosystèmes,
 - d'éviter tout endiguement ou remblaiement nouveau qui ne serait pas justifié par la protection de lieux fortement urbanisés.
- **mouvements de terrain** distingués en glissements de terrain, chutes de pierres et/ou blocs et ravinements,
- **séismes**, intéressant la totalité du territoire communal et justifiant son classement en zone de sismicité faible dite "zone Ib" (décret n° 91-461 du 14 mai 1991 relatif à la prévention du risque sismique, modifié par le décret n° 2000-892 du 13 septembre 2000),
- **feux de forêt**. Le présent P.P.R., sans le traiter, rappelle succinctement les obligations relevant de la réglementation propre à ce risque « naturel » particulier concernant la totalité du territoire de la commune de Saint-Paul-de-Fenouillet, pour lequel s'appliquent les dispositions réglementaires du Code Forestier et celles fixées par l'arrêté préfectoral n° 2008-1459 du 14 avril 2008 relatif aux mesures de prévention des incendies de forêts et milieux naturels réglementant l'usage du feu et le débroussaillage dans les communes du département.

Remarque : des risques non répertoriés peuvent exister. En cas de doute les pétitionnaires de projets particuliers, ou la Mairie prendront l'attache d'un service spécialisé sur les risques naturels.

I.5. Composition du document

Le Plan de Prévention des Risques naturels (P.P.R.) est composé des pièces suivantes :

- ✓ le présent **rapport de présentation**
- ✓ **une carte informative des phénomènes** (1/10 000),
- ✓ **une carte informative des aléas** (1/10 000),
- ✓ **une carte informative de vulnérabilité des enjeux** (1/10 000),
- ✓ **un plan de zonage** qui porte délimitation des différentes zones réglementaires, **sous forme de quatre planches numérotées de 1 à 4 et dénommées respectivement :**
 - Planche n°1 : **NORD** (1/5 000)
 - Planche n°2 : **SUD** (1/5 000)
 - Planche n°3 : **(1/2 500)**
 - Planche n°4 : **(1/2 500)**
- ✓ le **règlement**, qui définit, type de zone par type de zone, les prescriptions à mettre en œuvre. Seuls ces deux derniers documents ont un caractère réglementaire.
- ✓ un recueil des principaux textes réglementaires sous forme d'annexes.

I.6. Avertissements

Le présent zonage a été établi, entre autres, en fonction :

- **des risques naturels tels qu'ils sont connus à la date d'établissement du document,**
- des connaissances actuelles sur la nature – intensité et fréquence – des phénomènes naturels existants ou potentiels,
- de la topographie des sites,
- de l'état de la couverture végétale,
- de l'existence ou non d'ouvrages de protection, et de leur efficacité prévisible, à la date de la réalisation du zonage.

Les risques pris en compte ne le sont que jusqu'à un certain niveau de référence spécifique, résultant :

- Soit de l'analyse de phénomènes historiques répertoriés et pouvant de nouveau survenir (c'est souvent le cas des débordements torrentiels),
- Soit de l'étude d'événements-types ou de scénarios susceptibles de se produire durant un intervalle de temps assez long et donc avec une probabilité d'occurrence donnée (c'est souvent le cas pour les inondations, étudiées avec un temps de retour au moins centennal),
- Soit de l'évolution prévisible d'un phénomène irréversible (c'est souvent le cas pour les mouvements de terrain).

La grande variabilité des phénomènes et une disponibilité de données non assurée, rendent assez difficile l'approche des phénomènes de référence pour le présent zonage de risques.

Au vu de ce qui précède, le respect des prescriptions du PPRnp, s'il est un moyen sûr de prévention d'un grand nombre de risques, ne saurait être opposé à l'Administration comme valant garantie contre tous les risques. En effet tout aménagement en montagne peut receler des difficultés particulières et demande des précautions spécifiques de conception et réalisation afin de se prémunir contre des circonstances et événements exceptionnels et/ou imprévisibles.

Le présent zonage ne pourra être modifié qu'en cas de survenance de faits nouveaux (modifications sensibles du milieu, importants travaux de protection, dégradations ou disparition d'éléments

protecteurs, évolution des connaissances etc....). Il sera alors procédé à sa modification dans les formes réglementaires sous l'initiative du Préfet des Pyrénées-Orientales.

Enfin, l'attention est attirée sur le fait que le P.P.R. ne peut, à lui seul, assurer la sécurité face aux risques naturels.

En complément et/ou au-delà des risques recensés (notamment lors d'événements météorologiques inhabituels qui pourraient générer des phénomènes exceptionnels), la sécurité des personnes nécessite aussi :

- De la part de chaque individu, un comportement prudent et responsable,
- De la part des pouvoirs publics, une vigilance suffisante et des mesures de surveillance et de police adaptées (mise en œuvre du plan communal de sauvegarde, évacuation des secteurs menacés si nécessaire...). Le PPRnp, qui précise les zones à risques naturels et les règles d'utilisation de ces zones, n'exonère bien sûr pas le maire :
 - des missions de police, particulièrement celles visant à assurer la sécurité des personnes,
 - d'assurer l'information préventive et notamment par l'affichage du risque en mettant à disposition du public le P.P.R. une fois approuvé.

I.7. Documents de zonage à caractère réglementaire antérieurs au présent P.P.R.

- P.O.S. (Plan d'Occupation des Sols) :

Document opposable au	Dernière modification	En Révision depuis le
14/12/1992	30/08/2006	23/01/2003



II. PRESENTATION DE LA COMMUNE DE SAINT PAUL DE FENOUILLET

Une page d'histoire



Le blason de St Paul de Fenouillet s'est formé sur celle du chapitre de St Paul qui sont le bleu et le blanc en dents de scie verticales. Y fut ajouté l'épée du martyr de St Paul sur fond

rouge.

Saint-Paul de Fenouillet était au VII^e siècle une "villa" appelé "Mone daria". A cette époque déjà des religieux avaient élus domicile dans une grotte des abords du futur village, lançant une sorte de tradition d'ermitage. C'est là le point de départ de l'ermitage de Galamus.

Une charte de 870 du roi Charles le Chauve porte donation en faveur du comte Bellon de diverses terres, villages et métairies dans le pays de Fenouillet. Evidemment, Saint-Paul en faisait partie. Pour information, Bellon, comte de Carcassonne, fut nommé Comte de Roussillon, de Besalu, de Cerdagne dès que ces terres furent reprises aux Sarrasins.

Dans le courant du siècle suivant un prieuré de bénédictins fut fondé et porta le nom de Saint Paul de Valolas, ce monastère jouissait des mêmes privilèges que l'abbaye d'Alet. Ce fut l'ancienne chanoinie et résidence de l'évêque d'Alet Nicolas Pavillon.

Après la guerre contre les cathares, ce bourg devint ville royale sous la réserve de quelques droits qui demeurèrent acquis à la communauté religieuse bénédictine. Quand cette communauté fut érigée en chapitre collégial, la ville de Saint Paul était déjà sous dépendance du sénéchal de Carcassonne

et des gouverneurs de la province. C'est à cette époque que la ville devint la capitale du Fenouillèdes.

L'église actuelle de St Paul date du XIV^e siècle.

Quand les armées anglaises envahirent le Languedoc, le Comte d'Armagnac ordonna qu'on fortifiât les villes de St Paul et de Caudiès. Plus tard, lors de la guerre entre Charles VII et Ferdinand roi d'Espagne, St Paul était pourvu de fortifications en bon état.

En 1536, les armées espagnoles parvinrent à s'emparer de la ville et l'incendièrent. En 1543, les remparts furent détruits, mais à nouveau reconstruits sous Charles IX en 1565

Au XV^e siècle les moines franciscains parcouraient les routes. De passage à St Paul ils aménagèrent la grotte de Galamus et c'est à partir de ce moment que l'ermitage prit tout son sens.

A la révolution, le chapitre fut saisi et vendu comme bien d'état à des personnes privées, qui l'ont transformé en appartement. Il fallut attendre le XX^e siècle pour prendre conscience de l'importance du bâtiment et le faire réhabiliter.

Vers 1845, les 4 portes principales de la ville furent détruites, faisant suite à la disparition progressive des remparts, dépourvus d'utilité après le déplacement de la frontière.

II.1. Cadre géographique

Saint-Paul-de-Fenouillet est une petite commune des Pyrénées-Orientales, située à l'Ouest du département, à 45 kilomètres au nord-ouest de Perpignan. Elle se situe au sud des gorges de Galamus qui constitue encore la partie amont de la vallée de l'Agly, appelée le « Haut Agly » et présente la particularité de voir, non loin du centre ville, la confluence de deux rivières importantes, l'Agly et la Boulzane.



Le territoire communal de Saint-Paul-de-Fenouillet s'étend sur 4 186 ha, délimité au Sud et au Nord par les flancs d'un synclinal entaillé par de remarquables gorges sur le parcours de l'Agly.



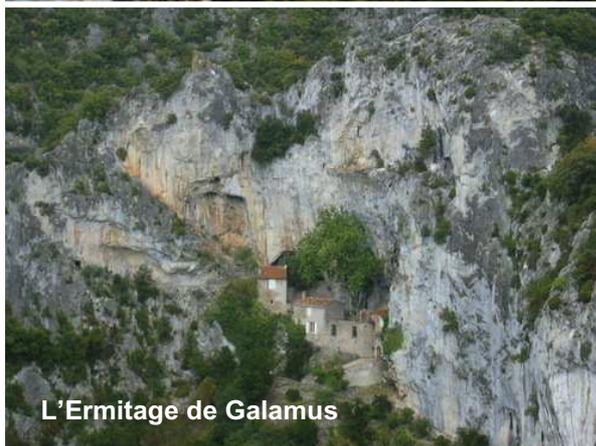
Entre ces deux "serrats" de falaises calcaires s'étale le vaste terroir viticole, avec une partie basse divisée en deux parties :

A l'Ouest, la partie aval et la confluence de la rivière la Boulzane et de l'Agly

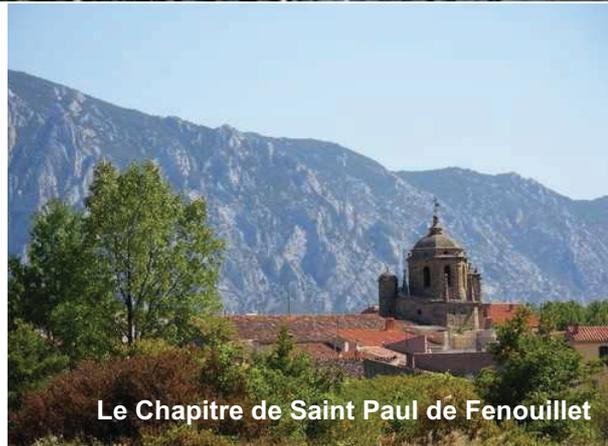
A l'Est, un réseau de multiples cours d'eau constituant la partie amont de la rivière le Maury.



Vue depuis le sommet des falaises calcaires de la Clue de la Fou sur Saint Paul de Fenouillet et sur les gorges de Galamus au dernier plan.



L'Ermitage de Galamus



Le Chapitre de Saint Paul de Fenouillet

Ces particularités en font un site touristique, d'autant que Saint-Paul-de-Fenouillet possède un historique riche puisque son chapitre est la preuve qu'elle fut une ville ecclésiastique à partir du Moyen Age.

Il s'agit d'une commune qui comptait au recensement de 1999, 1893 habitants. A dominante rurale et assez éloignée de Perpignan, elle subit peu l'attraction du chef-lieu de préfecture. Bien que la superficie de la commune soit importante, les habitations sont cantonnées au centre du village et le reste du territoire est essentiellement occupé par des vignes quand les terres sont cultivables. On remarque également une partie étonnante de la commune, sur les bords des cours d'eau qui la traverse, occupée par des jardins ou vergers cultivés par des propriétaires résidant Saint-Paul-de-Fenouillet, symbole d'une culture et d'un savoir-faire dans le travail de la terre.

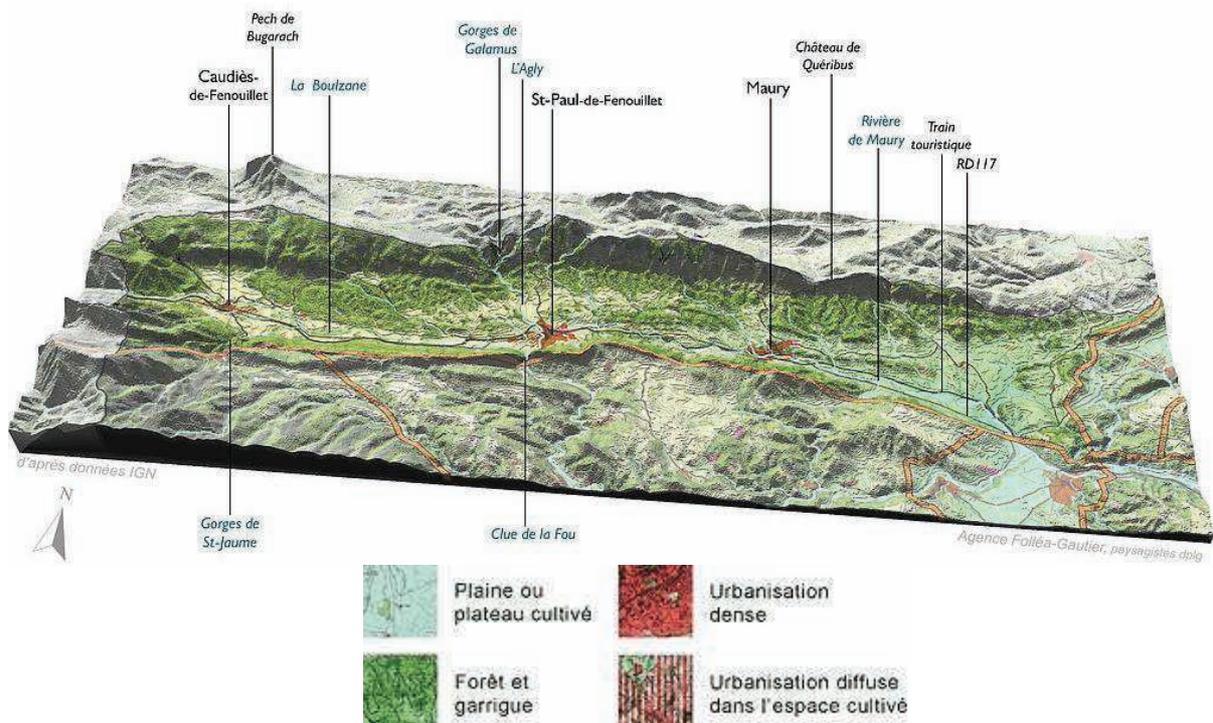
La commune de Saint Paul de Fenouillet présente une superficie d'environ 4 390 ha et une densité de population de 44,1 hab/km². La commune est raccordée à un axe routier principal que constitue la route départementale R.D.117.

On observe un centre dense et formé de maisons mitoyennes anciennes en rive gauche de l'Agly qui a tendance à s'étendre en rive droite au niveau du pont de traversée de l'Agly par la route départementale 117. Cette extension constitue une urbanisation plus récente de type résidentielle et éparse le long de l'axe Perpignan-Foix.

↳ Tableau xx : Evolution du nombre de logements sur la commune de Saint-Paul-de-Fenouillet

Année	1968	1975	1982	1990	1999	2006
Ensemble des logements	855	990	1 074	1 192	1 148	1 205
Résidences principales	805	816	835	914	847	858
Résidences secondaires	16	66	82	107	109	90
Logements vacants	34	108	157	171	192	257

Le paysage, clairsemé d'arbres au cœur du synclinal, se développe grâce aux plantations de vignes, abondantes dans tout le val d'Agly. Seuls les cours d'eau, particulièrement l'Agly dans sa partie à l'amont du village et la Boulzane, voient la végétation reprendre ses droits sur leurs berges, généralement peu entretenues. Au dessus de la vigne, on retrouve une végétation dense sur les versants orientés au Sud accueillant la forêt domaniale de Peyralade. Celle-ci a été le fruit, à la suite des crues exceptionnelles d'octobre de 1940 qui touchèrent tout le département, d'une politique de reboisement, bénéficiant aussi au haut bassin versant de l'Agly vers Prugnanes,. Cette restructuration des bassins versants avait pour but de protéger les sols contre les phénomènes d'érosion et le ruissellement.



Le maquis et la forêt de chênes verts ont colonisé tout l'espace non cultivable, jusqu'aux pentes les plus fortes des contreforts de la barrière rocheuse permettant de retenir en partie les éboulis de calcaire se détachant des crêtes fissurées.

Un grand nombre de "correcs", petits torrents la plus part du temps à sec, sillonne le territoire de manière plus ou moins parallèle avant de se jeter dans l'une ou l'autre des rivières ci-dessus citées.

L'essentiel du terroir cultivé est constitué d'un sous-sol schisteux, avec des poches de marnes noires, affleurantes ou non en surface.

II.2. Cadre géologique et géomorphologique

❖ CONTEXTE REGIONAL :

Les Pyrénées constituent un massif montagneux compact, partagé entre la France et l'Espagne, long de 400 km et atteignant 150 km de largeur dans la partie centrale. Le point culminant est le pic d'Aneto, 3404 m, en territoire espagnol.

Il s'agit d'une chaîne intra-continentale, sans suture océanique, où le socle paléozoïque joue un rôle important, née du mouvement relatif Europe-Ibérie du crétacé supérieur à l'Éocène.

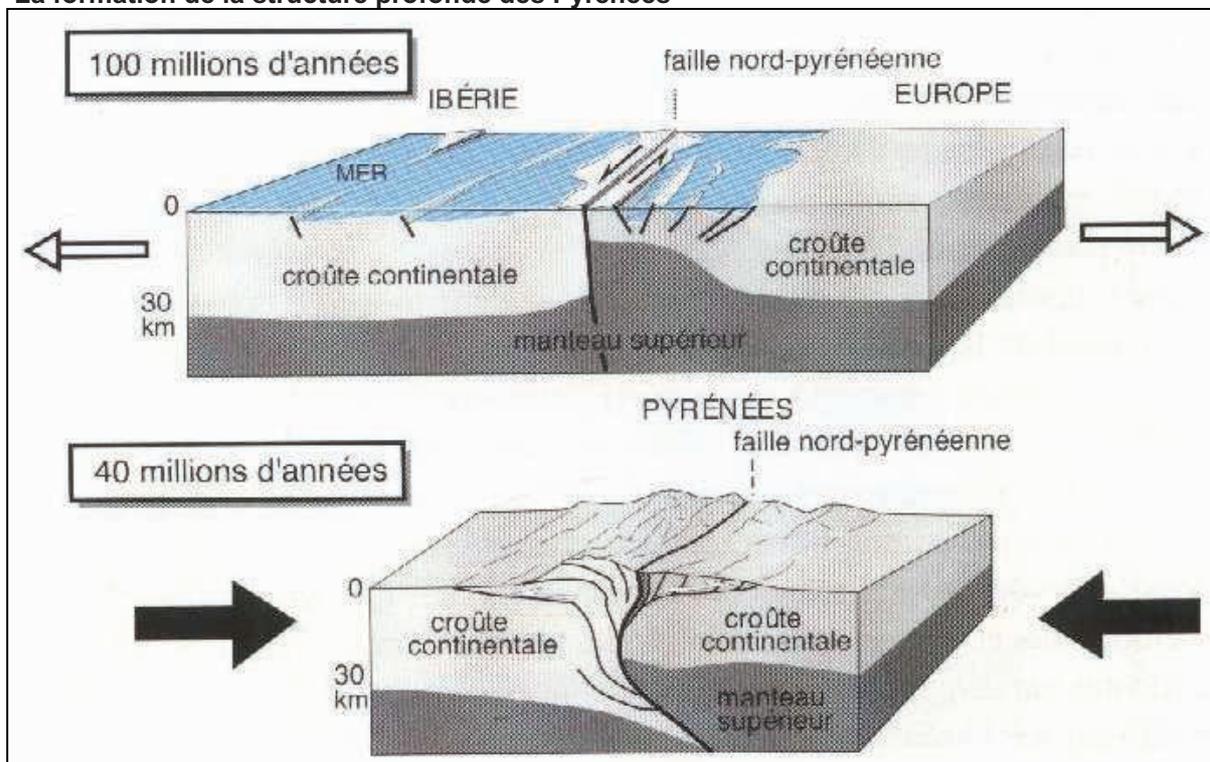
Les Pyrénées se poursuivent à l'Ouest dans la chaîne Cantabrique (pays basque espagnol). A l'est, elles se prolongent en Provence, par le relais de la nappe des Corbières et les chaînons plissés du Languedoc de la région de Montpellier.

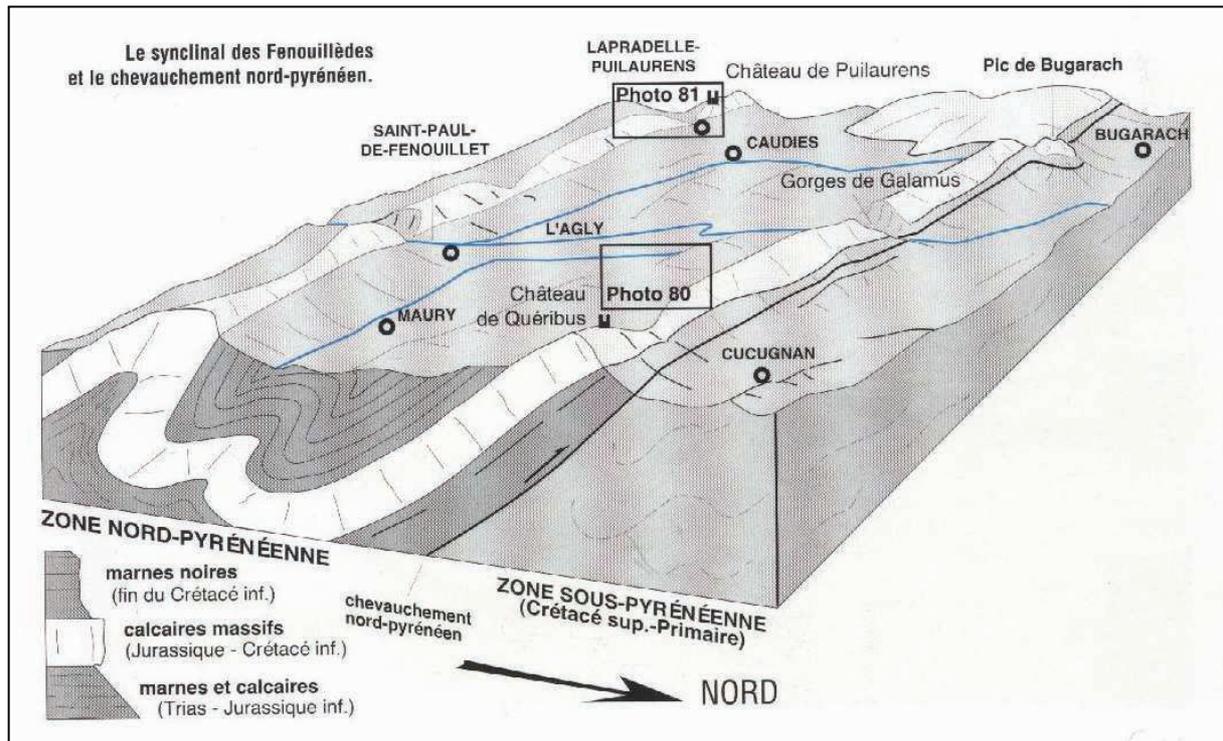
Les Pyrénées présentent une organisation assez symétrique selon un axe Est-Ouest occupé par une vaste zone centrale de terrains paléozoïques, encadrée au nord et au Sud par des régions sédimentaires.

Le secteur d'étude appartient à la zone axiale paléozoïque ou haute chaîne, vaste bombement de socle paléozoïque varisque, avec une altitude soutenue des sommets tous entre 2700 m et 3400 m. Ce socle comporte des formations sédimentaires du Cambrien au Permien (de -540 à -245 Ma), peu ou pas métamorphique, mais traversé de nombreux granites mis en place au Carbonifère (à partir de -360 Ma).

La zone axiale est limitée au Nord par un accident tectonique subvertical majeur : la Faille Nord Pyrénéenne (FNP). Il est maintenant bien établi que cette faille représente une discontinuité traversant toute la lithosphère, c'est à dire qu'elle représente la frontière Nord de la petite plaque ibérique. Au sud, le socle de la zone axiale est débité en écaïlles chevauchantes participant aux plis de couverture de la zone sud-pyrénéenne.

La formation de la structure profonde des Pyrénées



❖ **CONTEXTE LOCAL**

Le territoire communal de Saint-Paul-de-Fenouillet est situé en plein cœur du Synclinal des Fenouillèdes, il est donc formé des terrains jeunes en surface qui recouvrent les terrains les plus anciens. Dans la zone Nord-Pyrénéenne, il est compris entre la Faille Nord-Pyrénéenne et le Chevauchement Nord-Pyrénéen dont le Puig de Bugarach marque la présence.

La situation de Saint-Paul-de-Fenouillet dans le synclinal des Fenouillèdes par rapport au chevauchement nord-pyrénéen

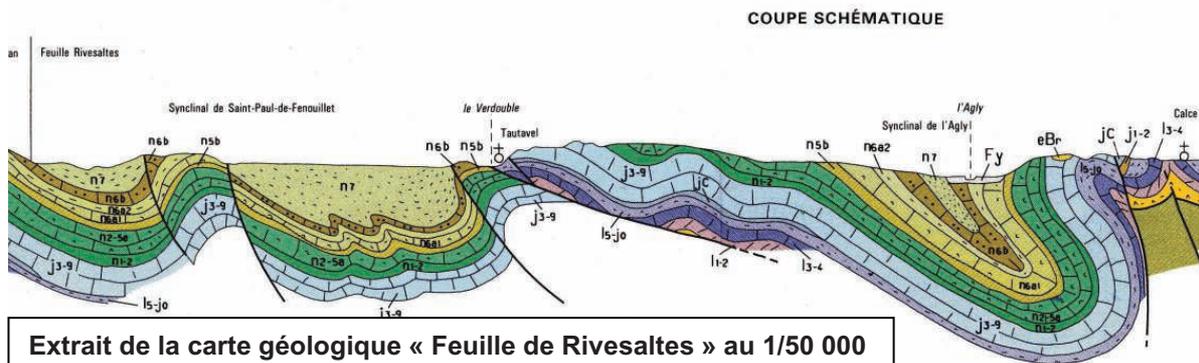
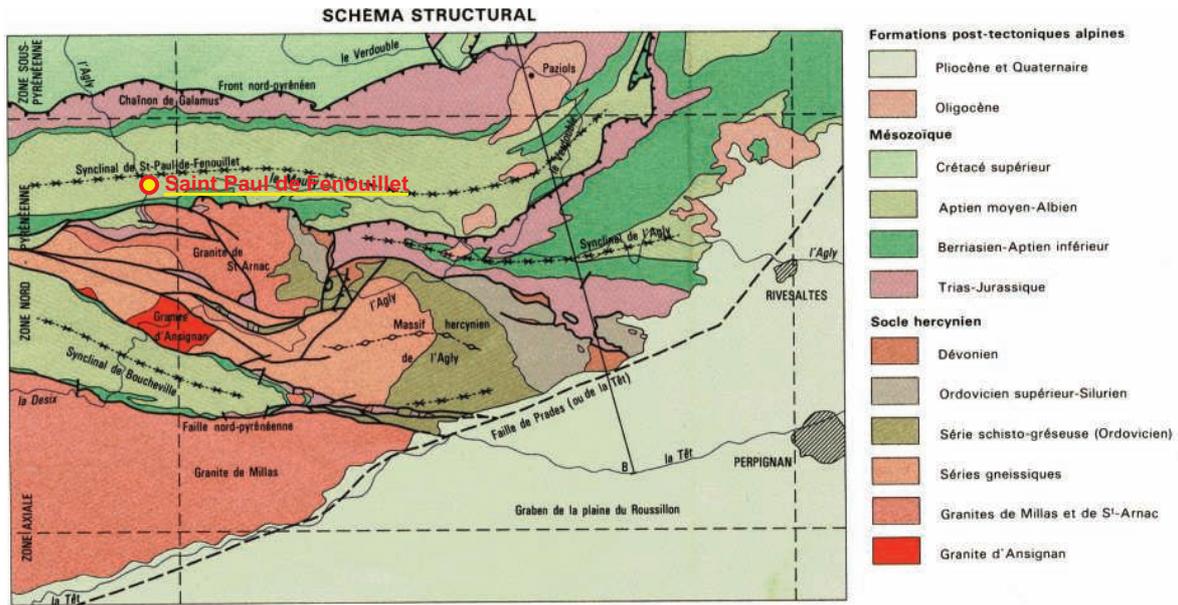
Le territoire communal de Saint-Paul de Fenouillet repose pour l'essentiel sur des terrains sédimentaires du Crétacé (calcaires et marnes noires) constituant en partie les terrains chevauchant de la zone nord-pyrénéenne.

La structuration de ce paysage particulier a largement été conditionnée, à l'Eocène (il y a environ 50 millions d'années) par de grandes failles de socle de direction « pyrénéenne » N110 dont la fameuse Faille Nord Pyrénéenne, et plus localement ici les failles bordières Sud et Nord du Massif de l'Agly et le Front Nord pyrénéen chevauchant.

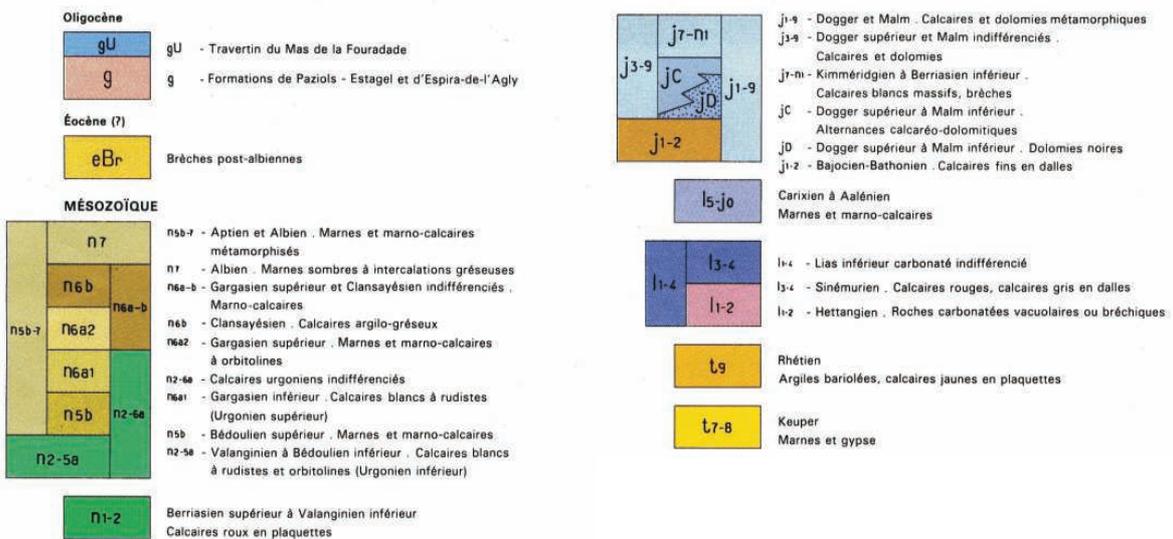
Plusieurs phases tectoniques au cours de cette période ont donc marqué leurs effets sur la structure de la couverture mésozoïque de la zone nord-pyrénéenne orientale. Ces phases sont responsables de plis couchés d'amplitude hectométrique déversés dans les directions allant de l'WNW au Nord puis E-W.

Dans le secteur Saint-Paul de Fenouillet -Tautavel, c'est à ces phases que l'on doit les structures majeures des synclinaux de Saint-Paul et du Bas-Agly dont la direction générale est E-W dessinant dans le paysage cette fameuse vallée bordée de falaises calcaires sur lesquelles d'anciens châteaux se dressent. Le synclinal de Saint-Paul, légèrement déversé vers le Nord, est nettement chevauché par celui du Bas-Agly dont le flanc Sud est fortement redressé (Cases de Pene).

Le schéma structural et la coupe géologique suivants révèlent cette structuration.



Extrait de la carte géologique « Feuille de Rivesaltes » au 1/50 000



A titre indicatif, on relève les termes locaux suivants :

- la « serre » : escarpement calcaire dominant le relief (ensembles de falaises et de versants d'orientation générale nord-est / sud-ouest pour les vallées de l'Agly, du Verdouble et du Maury).
- la « caune » grotte présentant un vaste porche d'entrée.
- la « coume » ou « coma », combe constituant le bassin versant d'un cours d'eau (cas de la « Coma del Rey » ou bien d'un réseau karstique en terrain calcaire (souvent occupées par la garrigue depuis l'abandon du pastoralisme au début du siècle, ou bien partiellement plantées en vignes).

Concernant l'effet des massifs karstiques sur la genèse des crues des cours d'eau, nous rappelons ci-après un extrait de l'ouvrage de Pierre SERRAT : Genèse et dynamique d'un système fluvial méditerranéen - Le bassin de l'AGLY (1999).

« Le réseau karstique entretient une communication rapide avec le réseau aérien. Le stockage souterrain peut être volumineux mais il est rapidement saturé. Le karst contribue paradoxalement à accroître l'aspect torrentiel ds écoulements. Lorsque le karst vient à saturation, de fortes pressions s'exercent sur les nombreuses émergences résurgentes et autres exutoires karstiques. Des connexions se créent qui agissent en favorisant la transmission de la crue à distance. Une pluie de quelques heures suffit ainsi à provoquer une forte crue... »

❖ LES FORMATIONS GEOLOGIQUES :



Le cœur du synclinal est essentiellement constitué de marnes en surface, datant de l'Albien, roches qui se sont métamorphosées avec les conditions de chaleur et de pression qu'elles subissent dues aux poussées des reliefs se dressant au nord et au sud de la commune. Ainsi les terrains que l'on rencontre tout autour de Saint Paul, sur une épaisseur de plusieurs centaines de mètres, correspondent aux marnes schisteuses noires responsables la couleur et de la fertilité de la terre.

Au sein de cette puissante série marneuse se rencontre également des grès quartzites très durs. Au milieu du synclinal, le long de la Boulzane et de l'Agly dans sa traversée de la commune, on trouve des alluvions anciennes se raccordant parfois avec des cônes de déjection anciens. Elles dessinent ainsi des lambeaux de terrasse qui correspondent aux lits successifs hydrogéomorphologiques des cours d'eau.

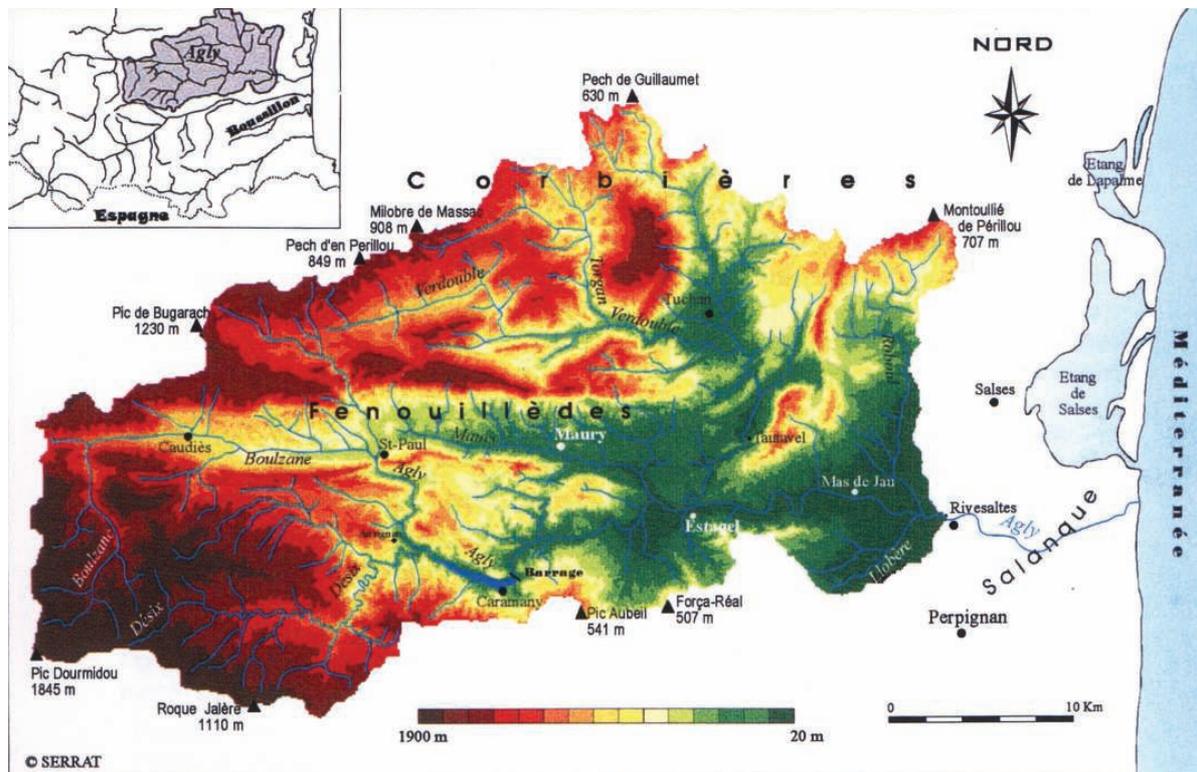


Enfin, les bordures du synclinal marquent le paysage au nord et au sud par les formations redressées de calcaires compacts et massifs de couleur claire à faciès Urgonien datant de l'Aptien et érodés par l'Agly au niveau des gorges de Galamus et de la Clue de la Fou.

La nature géologique des terrains revêt une importance particulière dans le déroulement des phénomènes naturels :

- les différents affleurements rocheux peuvent être le siège de chutes de blocs plus ou moins importantes ;
- les formations meubles (formations tertiaires et quaternaires) sont principalement exposées à des phénomènes de ravinement et d'affouillement, entraînant des déstabilisations de terrain ;
- la présence de matériaux altérés et les niveaux argileux peuvent être le siège de mouvements et glissements de terrain.

II.3. Hydrographie



Le département des Pyrénées-Orientales est traversé par trois grandes rivières torrentielles. Du Sud au Nord, le Tech, la Têt et l'Agly. Celles-ci font sa richesse par la possibilité d'abondantes irrigations, et par les éléments fertilisants que leurs crues y apportent en abondance, mais elles constituent également une menace permanente et redoutable pour les terres riveraines.

Saint-Paul-de-Fenouillet est traversé par l'Agly, Le fleuve qui prend sa source dans le département de l'Aude s'ouvre peu à peu au débouché des gorges de Galamus, traverse le bourg puis reçoit de l'Ouest son affluent principal, la Boulzane dont le bassin versant (BV) est largement lus étendu.

Quelques chiffres (surfaces BV) :

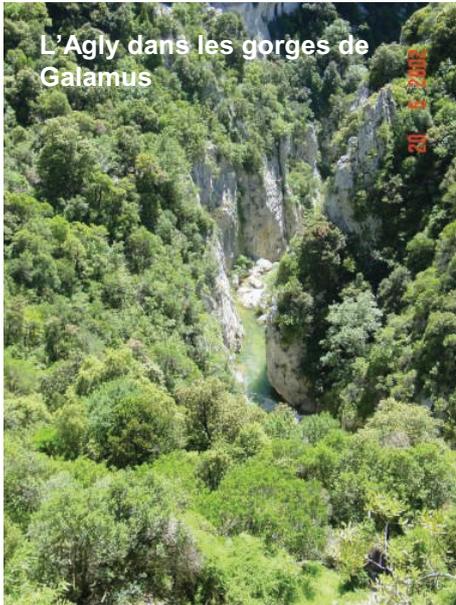
Agly – St Paul (bourg) :	46,3 km ²
Boulzane _ hameau Clue de la Fou	162 km ²
Agly après confluence	210 km ²

Au Nord-Est du village le territoire est drainé par un réseau de cadereaux qui constitue le départ de la rivière du Maury rejoignant l'Agly beaucoup plus loin à Estagel.

Voici la présentation plus détaillée de ces différents cours d'eau.

- **L'Agly :**

La rivière de l'Agly prend sa source dans l'Aude dans le massif des Corbières à 800 mètres d'altitude environ. Elle pénètre dans les Pyrénées-Orientales par les gorges de Galamus et coule dès lors dans une étroite vallée calcaire aux flancs déboisés où le moindre orage se traduit par une augmentation immédiate et subite du niveau des eaux. Elle quitte cette vallée étroite pour entrer en plaine à Espira de l'Agly, à 30 mètres d'altitude et à 20 kilomètres de la mer. Dans cette dernière partie de son cours elle présente la particularité de suivre un lit encaissé de faible largeur, enserré par des berges hautes et surélevées artificiellement au-dessus de la plaine avoisinante.



L'Agly dans les gorges de Galamus

Après avoir reçu la Boulzane à la Clue de la Fou, le fleuve draine un bassin versant de 216 km² (à rapprocher des 1045 km² drainé par un linéaire de 80 km à l'exutoire du Barcarès dans la mer Méditerranée).

Hors des gorges, le lit est creusé dans des alluvions anciennes, présentant des lits mineur, moyen et majeur topographiquement bien marqués, des terrasses alluviales distinctes et profondes de part et d'autre du cours d'eau. Cela induit des vitesses importantes sur chaque partie de son lit et ainsi limite la zone d'expansion de crue. Ainsi en terme de risque, les différents niveaux de terrasse

présentent un risque fort. Le transport solide de l'Agly est relativement peu important.

- **La Boulzane (ou Boulzanne) :**

La Boulzane draine un bassin versant important (162km²), depuis le Pic Dourmidou, point culminant du bassin versant de l'Agly (1845m) jusqu'à la Clue de la Fou (243m). Cet étagement lui confère une allure méditerranéenne à l'aval et des caractères typiquement montagneux à l'amont. Il constitue ainsi le bassin versant le plus élevé du bassin versant de l'Agly et présente les plus fortes pentes avec une moyenne de 18.5°. La Boulzane dessine un tracé remarquable ; après une dizaine de kilomètres d'un parcours sinueux d'orientation générale Sud-Nord véhiculant un faible débit, le cours d'eau entre en plein cœur du synclinorium des Fenouillèdes et change brusquement d'orientation pour prendre une orientation Ouest-Est et emprunter les points bas de la vallée. Il se jette dans l'Agly grossi par les apports des différents affluents drainant versants nord et versants sud du synclinal.

La Boulzane présente un lit d'expansion de crue étendu. Le lit moyen et le lit majeur sont confondus dans une grande plaine inondable, sur les bords de laquelle les eaux d'inondation s'étalent. Toutefois la zone où le risque est fort est confinée dans une bande restreinte de la zone d'expansion de crue. Cela a pour effet de limiter le débit à l'aval car les débordements amont induisent des zones de stockage de volumes d'eau considérables. Le transport solide de cette rivière, en dehors des périodes de crue, est relativement peu important.



Confluence de la Boulzane en arrière plan et de l'Agly au premier plan surlignés par la végétation.

A ces deux appareils torrentiels principaux il faut ajouter un réseau de multiples cours d'eau à l'Est constituant la partie amont de la rivière le Maury et un grand nombre de "correcs", petits torrents à sec en dehors des épisodes pluvieux, qui sillonnent le territoire récupérant les eaux pluviales avant de se jeter dans l'une ou l'autre des rivières ci-dessus citées. Les deux principaux cadereaux sont le ravin de Coussères et le Rieu Tort qui se jettent dans la Boulzanne, et le Réal, se jetant lui dans l'Agly.

- **Le Ravin de Coussères :**

Affluent de la rive gauche de la Boulzanne, il draine un bassin versant très important pour un ravin et s'apparente à une petite rivière pérenne dans sa partie aval. En effet, il achemine les eaux des reliefs au Nord de Prugnanes, récupère celles de la commune ainsi que les eaux usées après traitement par la station d'épuration, avant de se jeter à l'aval immédiat du moulin de Saint-Paul-de-Fenouillet dans la rivière de la Boulzanne.

- **Le Rieu Tort :**

Il s'agit d'un ruisseau drainant un bassin versant conséquent qui s'étend jusqu'à quatre kilomètres au Nord de la commune. Il est colonisé par une végétation dense qui obstrue l'écoulement par rétention de flottants divers. Il présente des hauteurs de berges faibles par endroit, mais les débordements sont limités grâce aux vitesses importantes, dues à un fond lisse en marne schisteuse.



Dépôt de sarments dans le lit du ravin du Rieu Tort qui contribuera à la prochaine montée des eaux, à un phénomène d'embâcle.



« Mini » phénomène d'embâcle sur le lit du Rieu Tort dans sa partie amont.



Traversée du Rieu Tort sous la voie SNCF largement dimensionnée mais qui atteste de l'importance que peut prendre le cours d'eau en crue.

- **Le Réal :**

Le Réal est constitué de quatre principaux cadereaux, eux même ramifiés, qui récupèrent les petits torrents descendant des versants au Sud de Saint-Paul-de-Fenouillet. Ceux-ci prennent naissance en de tous petits torrents d'une section de quelques dizaines de centimètres carrés qui récupèrent l'eau qui dévale à des vitesses très importantes étant donné les pentes. Au niveau des contreforts, les pentes sont moindres, les vitesses sont ralenties et les sections d'écoulement plus importantes. C'est la raison pour laquelle ces cadereaux présentent des sections beaucoup plus importantes au bas des versants. Du reste, depuis la crue de 1940 lors de laquelle, dans un contexte différent de la situation actuelle, le Réal a débordé, ils ne semblent pas avoir présenté de défaillances.

- **Le canal Rapidel :**

Il faut également citer le canal Rapidel qui ne fait pas partie de l'hydrographie naturelle du territoire communal puisque créé pour amener l'eau dans Saint Paul. Il prend l'eau au niveau du déversoir situé en amont de la pisciculture et emprunte en souterrain la route en rive gauche de l'Agly pour alimenter les lavoirs dans Saint-Paul-de-Fenouillet et se jeter dans l'Agly au niveau du parapet de la place du Terrier.

Il présente une section régulière de 2 à 2.25 m² avec des sections limitantes (traversée de route, passage en souterrain) de 1.2 à 1.5 m², une pente moyenne faible, de 6,4 pour mille sur une longueur de 2,2 km, et une réalisation en béton rugueux. A titre indicatif, son débit capable est de l'ordre de 3 m³/s (coefficient de Strickler de 60 et rayon hydraulique de 0,375 m).

Tableau regroupant les caractéristiques des différents cadereaux drainant la zone d'étude du P.P.R. de Saint-Paul-de-Fenouillet.

Cadereau	affluent de	BV (km ²)	Alt max (m)	Alt min (m)	Longueur (km)	Pente moyenne (degrés)	Temps concentration (*) (minutes)	Qix(**) exceptionnel (m ³ /s)
Le Réal	Agly	1,2	561	250	2	11,2	12	17
Ruisseau de la Bézéyère	Agly	1,1	717	257	2,4	8,7	15	16
Le Pech	Agly	0.58	331	247	1,5	2,3	17	9
Ravin de la Paychère	Agly	0.23	365	256	0.35	1.2	3	4
Ravin de Coussères	Boulzane	11.9	910	258	6.4	4.6	40	80
Ravin del Mousqué	Boulzane	1	422	256	2.85	2.6	27	15
Ravin de Boutié	Boulzane	1.4	467	244	3.5	2.9	26	21
Ravin de l'Amourié	Boulzane	0.4	652	257	0.85	20.9	12	6
Le Rieu Tort	Boulzane	2,75	635	240	4,25	4.2	30	25

(*) **tc** : temps de concentration en minutes. selon méthode Kirpich

(**) **Qix** : débit instantané maximal en m³/s.

Il s'agit de débits instantanés maximaux de crue. Ces calculs de débits n'ont été réalisés que sur les cadereaux conséquents de la zone d'étude du PPR et ne sont que des valeurs indicatives. Ils ont été calculés à partir de l'hypothèse d'une capacité de production d'un débit spécifique de 10 à 15 m³/s/km² pour les plus petits et de 5 à 10 m³/s/km² pour les plus grands lors d'événements exceptionnels, valeurs habituellement observées dans ces zones, et comparés à des méthodes de prédétermination de débits (méthode rationnelle).

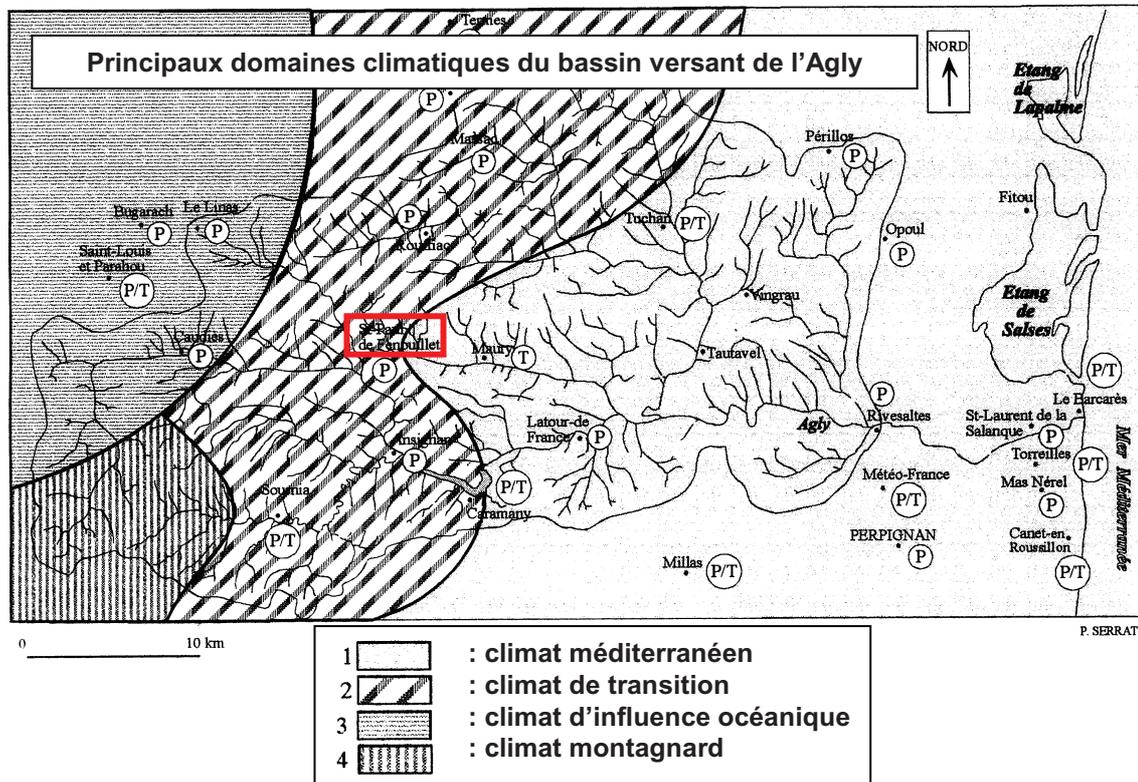
Il faut retenir de ces estimations qu'ajoutés au grand nombre de plus petits cadereaux qui sillonnent le territoire communal, ils constituent un apport non négligeable en terme de volume de crue.

En revanche, de tels débits arriveront du fait de leurs temps de réponse courts, certainement plus tôt à l'exutoire que la pointe de crue du cours d'eau principal. Il est donc assez peu probable qu'ils augmentent de manière significative les débits de pointe de crue de l'Agly ou de la Boulzane ou qu'ils en accroissent la vague destructrice lors d'événements exceptionnels.

II.4. Données météorologiques et hydrologiques

II.4.1. Le Climat

Ce paragraphe est largement tiré de la thèse de Pierre Serrat « *Génèse et dynamique d'un système fluvial méditerranéen : le bassin de l'Agly* », transposée à la zone de Saint-Paul-de-Fenouillet.



En première analyse, la commune de Saint-Paul-de-Fenouillet semble influencée d'une part par la méditerranée à l'Est et d'autre part par les Corbières au Nord. On pourrait penser que cette chaîne de montagne constitue la limite entre climat méditerranéen au Sud et climat océanique au Nord. Pourtant l'influence de cette énorme masse d'eau qu'est l'atlantique se fait sentir au-delà des Corbières et c'est Saint-Paul-de-Fenouillet qui constitue cette limite climatologique.

A l'Est on trouve un climat méditerranéen et à partir de Saint-Paul-de-Fenouillet apparaissent quelques caractéristiques d'un climat océanique. Vingt kilomètres plus à l'Ouest, le village de Caudiès de Fenouillèdes présente un climat à forte influence océanique, une température moyenne plus fraîche avec des amplitudes thermiques très importantes (79°C d'écart entre la température la plus forte observée et la plus basse, contre 45°C à Saint Paul). Cette différence d'amplitude thermique s'explique exclusivement par des périodes de froid intenses à Caudiès (pour le mois de mars 1995 on a enregistré un minimum de -40°C tandis qu'à Saint Paul on enregistre lors de ce même mois un minimum seulement de -1.5°C). On observe également une pluviométrie beaucoup plus importante à Caudiès (857.2 mm/an en moyenne contre 616.1 mm/an en moyenne à Saint-Paul-de-Fenouillet). Les autres caractéristiques du climat sont typiques d'un climat méditerranéen soumis à des influences océaniques.

• Le vent :

Le vent est certainement le facteur prédominant, et plus précisément la tramontane, vent froid et turbulent qui souffle en rafale du Nord-Ouest pendant une durée moyenne annuelle atteignant 4000 heures à la station de Perpignan La Llabanère. Ne rencontrant guère d'obstacles dans les couloirs Est-Ouest de l'Agly, la tramontane, par son effet desséchant, joue un rôle primordial en agriculture, notamment en viticulture.

- **L'ensoleillement :**

Par son effet de fœhn, qui parvient à dissocier les lambeaux de nuage de l'Atlantique, la tramontane est également responsable d'une transparence atmosphérique et d'un ensoleillement hivernal importants : ceci explique les valeurs élevées de l'ensoleillement annuel, qui varie à Perpignan de 2100 à 2800 heures, autour d'une moyenne de l'ordre de 2500 heures (104 jours), et augmente notablement dès que l'on s'éloigne des quelques brumes provoquées par l'effet côtier pour s'élever sur les premiers contreforts du relief.

- **Températures :**

Dans ces conditions, il n'y a rien d'étonnant à ce que les températures moyennes de l'air soient élevées, s'étagant par exemple, pour la décennie 1956-1965, entre 15° sur les premiers contreforts des Corbières et moins de 10° sur la partie la plus occidentale du bassin qui est aussi la plus montagnarde et la plus boisée. Toutefois, la cartographie des températures minimales de février met en évidence une nette aggravation du climat sur le haut bassin de l'Agly par rapport aux conditions régnant sur le Roussillon. Quant aux températures maximales, encore une fois on peut les observer sur les zones rocheuses et dénudées des Corbières qui ne sont rafraîchies ni par la proximité d'étangs littoraux, ni par le voisinage de forêts. Ainsi, la zone de Saint-Paul-de-Fenouillet présente une importante amplitude thermique, pouvant atteindre une cinquantaine de degrés, et met en évidence le caractère très relatif de la représentativité que l'on accorde trop souvent à la légèreté aux valeurs moyennes en climatologie.

- **Les pluies :**

Si la pluviométrie moyenne annuelle à Saint-Paul-de-Fenouillet est de 674 mm (sur 41 années d'observation jusqu'en 1983 à rapprocher des 616.1 mm à la station du Mas Laroque à Saint-Paul-de-Fenouillet depuis 1993), la pluviométrie moyenne de l'année la plus pluvieuse, toujours à Saint Paul est de 1179 mm en 1965, et celle de l'année la plus sèche est de 457, en 1973. De même, en terme de variation spatiale, la pluviométrie moyenne annuelle s'étague sur le bassin de l'Agly entre 550 mm sur la basse plaine et 1100 mm à proximité du pic de Bugarach. (*cf paragraphe II.5.2.1. Hydrologie/Pluviométrie moyenne annuelle*).

Comme le note Pierre Serrat, il est intéressant de rapprocher ces valeurs des normales des précipitations enregistrées de 1951 à 1980 sous d'autres cieux réputées moins cléments : Paris Montsouris : 610 mm, Toulouse : 671 mm.

Force est de constater qu'il pleut beaucoup sur cette région. Cette constatation étonnante pour celui qui n'est pas familiarisé avec le climat méditerranéen commence à se nuancer dès que l'on compare le nombre moyen annuel de jours de pluie : à Paris, où il est de l'ordre de 165, à Toulouse où il s'abaisse à 140 environ, à Perpignan où il tombe à 85.

II.4.2. Equipements de mesure de la pluie et des débits

Vivre dans un environnement naturel ou aménagé demande de connaître les paramètres de cet environnement. C'est pourquoi depuis près d'un siècle, des stations de mesures ont été mises en place, qui demandent une gestion rigoureuse et un enregistrement pérenne de façon à permettre un traitement comparatif des données sur de longues périodes.

L'inventaire ci après a été initié au moment de l'étude hydrologique préliminaire du barrage de Cassagnes – Caramany – Ansignan (réalisée par DDAF et BRL en 1984) et complété par la thèse de Pierre Serrat, *Genèse et dynamique d'un système fluvial méditerranéen : le bassin de l'Agly*, soutenue le 14 janvier 2000 à l'université de Perpignan.

- **Station sur La Boulzane à Caudiès-de-Fenouillèdes :**

Il s'agit d'une mire limnimétrique installée fin 1910 par les Grandes Forces Hydrauliques du Sud-Ouest en rive gauche de la Boulzane un peu à l'amont de son confluent avec l'Adoutx, 1,5 km environ à l'amont de Caudiès de Fenouillèdes. Cette station hydrométrique contrôle un bassin versant de 83,8 km² et a permis de recueillir des données de débits instantanés maximaux annuels de 1911 à 1941.

Située à l'amont d'un barrage de 7 à 8 mètres de haut, elle présente un tarage instable en étiage à cause de l'accumulation de sable et gravier derrière ce barrage. Par contre ce même barrage garantit la stabilité du tarage en hautes eaux.

Par deux fois la passerelle construite pour effectuer les jaugeages au moulinet a été emportée, lors des crues de 1917 et de 1920.

Quant aux périodes de basses eaux, il n'y a qu'au cours des années 1911 à 1915 et 1934 à 1937 que le suivi a été satisfaisant.

Celle-ci a permis de déterminer des débits spécifiques, rapport du débit du cours d'eau à la surface drainée par le cours d'eau, pour le secteur Caudiès / Saint-Paul-de-Fenouillet, et d'étendre la série de données à la première moitié du 20^{ème} siècle.

Les hydrologues ont cherché par recouper les informations par une triple implantation : la station dite de Saint Paul était destinée à évaluer le débit de l'Agly avant sa confluence avec la Boulzanne, la station sur la Boulzane à mesurer ses débits, et la station de la Clue de la Fou à jauger l'Agly après la confluence des deux cours d'eau.

- **Station sur la Boulzane à Saint-Paul-de-Fenouillet :**

Cette station limnigraphique contrôle un bassin de 162 km² (les calculs morphométriques ont donné pour ce bassin une superficie de 157.3 km²). Mise en place en 1962 par le service du génie rural, elle n'est devenue exploitable, après jaugeages, qu'en 1965. Maintenu jusqu'en 1991, elle n'a pas enregistré le débit de la crue du 26 septembre 1992.

Peu sensible en étiage, elle est rendue très stable aussi bien en hautes qu'en basses eaux par la présence d'un seuil hydraulique artificiel. Elle se trouvait juste à l'amont du pont de traversée de la Boulzane par la RD117 à Saint-Paul-de-Fenouillet. Elle a été abandonnée au profit de la station de La Pradelle située plus en amont sur la Boulzane, dont les données limnimétriques sont disponibles depuis 2005.

Le débit de la Boulzane à Saint-Paul-de-Fenouillet, lors de la crue du 26 septembre 1992, a pu être estimé par des moyens hydrauliques. Il a été comparé aux données accumulées auparavant à cette station. Ainsi on a pu obtenir une idée plus précise, de la période de retour de cet événement (en l'occurrence aux environs de 70 ans) et par extrapolation du débit centennal à prendre en compte dans le PPR.

- **Station sur l'Agly dans Saint-Paul-de-Fenouillet :**

La station de Saint Paul, installée en rive droite de l'Agly a fonctionné du 1^{er} janvier 1911 au 30 avril 1954. Elle contrôlait le bassin amont de l'Agly, soit une superficie de 46,3 km². Il s'agissait d'une échelle limnimétrique mise en place par les Grandes Forces Hydrauliques du Sud-Ouest en 1910. La fiabilité des mesures réalisées a été appréciée comme suit :

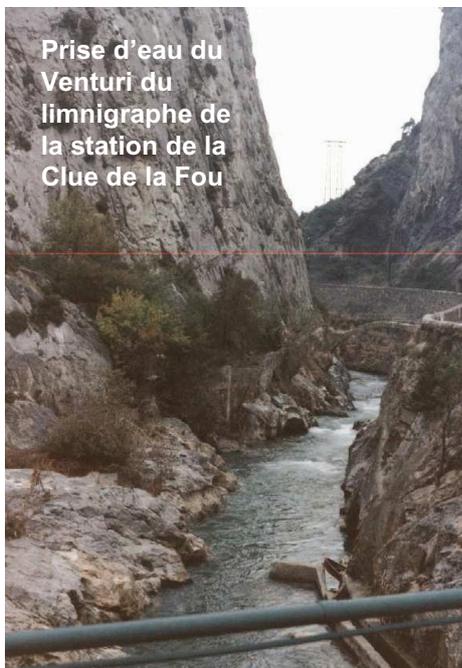
- 1911 à 1915 : Assez Bien
- 1917 à 1921 : Bien
- 1922 à 1936 : Médiocre
- 1937 à 1945 : Bien
- 1946 à 1954 : Médiocre

L'existence, quelques centaines de mètres à l'aval de cette station, d'un barrage maçonné, qui servait de prise d'eau à l'ancienne usine hydroélectrique, donnait une certaine stabilité au lit de l'Agly. En revanche, l'ingénieur de la DDE attaché à la subdivision de Saint-Paul-de-Fenouillet, signalait en 1954 qu'en cas de crue moyenne, lorsque l'eau s'élevait au-dessus de 1,75 mètre comme ce fut le cas pendant l'hiver 1953-1954, l'Agly débordait à proximité de la station qui devenait alors inaccessible et non jaugeable. La station fut donc abandonnée. Néanmoins cette station a permis d'apprécier le débit de l'Agly le 17 octobre 1940 et d'évaluer la période de retour aux environs de 250 ans.

- **Echelle d'annonce de crue et station d'hydromètre de l'Agly à la Clue de la fou :**

Située en aval de la confluence des rivières du haut Agly et de la Boulzane, la station de jaugeage de la Clue de la Fou contrôle un bassin versant de 216 km². Les premières

observations effectuées par le Service des Ponts et Chaussées remontent à la crue de 1879. Jusqu'en 1916 les seules observations conservées étaient celles de cotes maximales atteintes.



De 1917 à 1957, quelques observations, plus détaillées, permettent de reconstituer l'évolution d'un certain nombre de crues, celles survenues en décembre 1917, mars 1918, février et novembre 1920, février 1944, décembre 1953 et mars 1954. Enfin, depuis 1958, chaque crue notable a fait l'objet d'observations systématiques.

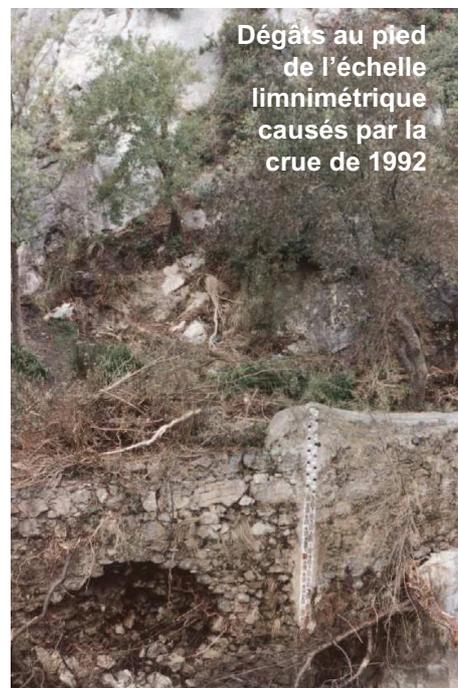
Cette station est intéressante en raison de son ancienneté et de la stabilité du site. Par contre, les écoulements importants sont perturbés par les gorges qui constituent un rétrécissement à l'écoulement et ont pour effet d'accélérer les vitesses et de perturber les lignes de courant. C'est à dire encore que les corps flottants, bousculés, ne restent plus parallèles à l'écoulement et ainsi se coincent plus facilement sous les ponts, au nombre de trois sur quelques centaines de mètres de linéaire à la Clue de la Fou. D'où la difficulté d'estimer, en période de crue, la hauteur d'eau réelle à prendre en compte, donc le débit.

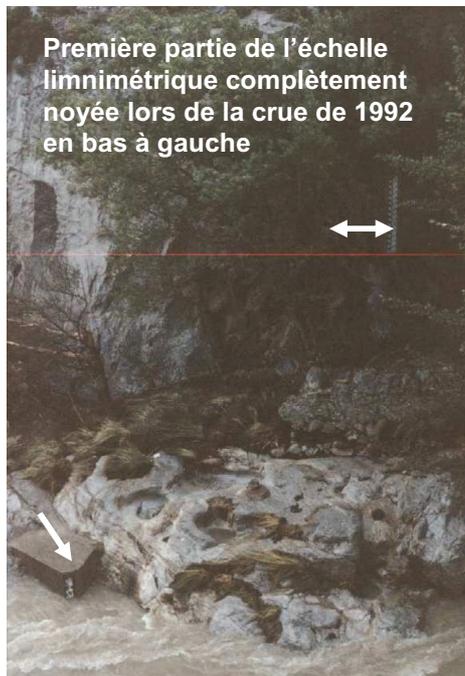
Cette série d'observations présente de nombreuses lacunes, parfois assez longues (1933-39 ; 1945-52) qui pourraient correspondre à des périodes pendant lesquelles l'Agly n'a pas présenté de crue dommageable. Ce site fut choisi par la DDAF pour y implanter en juillet 1970 une station de jaugeage pourvue d'un limnigraphe dont le zéro est à la même cote que celui de l'échelle d'annonce de crue. Cette station a été intégrée le 23 janvier 1981 au réseau départemental d'annonce de crues (radio-automatisé) et se aujourd'hui au réseau de prévision des crues.

Cette station a fait l'objet de nombreux jaugeages allant de 0,2 à 123 m³/s. Son fonctionnement a été perturbé en basses eaux, à l'époque de la prise d'eau de l'usine hydroélectrique située en rive gauche de l'Agly à la confluence des deux rivières, car restituant les eaux à l'amont immédiat de l'ancien emplacement de l'échelle. Elle reste dépendante de l'instabilité de la prise d'eau du canal de Lesquerdes.

Elle s'est révélée stable en hautes et moyennes eaux. Les crues exceptionnelles observées à cette même échelle sont au nombre de trois :

- le 9 novembre 1892, qui atteignit la cote de 8 mètres
- le 17 octobre 1940 avec une cote de 11 mètres
- le 26 septembre 1992 avec une cote de 7 mètres.





- **Stations pluviométriques de Saint-Paul-de-Fenouillet :**

Le poste pluviométrique géré pour l'annonce des crues, situé à l'aval immédiat des gorges de la Clue de la Fou, n'a pas été utilisé pour les ajustements statistiques en raison de la protection que constitue ce relief vis-à-vis pluviomètre. Du reste, seules les valeurs observées aux postes pluviométriques de la météo ont été valorisées pour les différents ajustements statistiques.

Le premier poste pluviométrique géré par la météo fut basé à la gendarmerie de Saint-Paul-de-Fenouillet jusqu'en 1993, mais la gestion des relevés n'y fut plus possible. Il a donc été installé, cette même année, un nouveau poste pluviométrique au Mas Laroque, au Sud-Est de la commune. Avec ces deux postes on dispose de près de 40 années de relevés pluviométriques dont 29 années au poste de la gendarmerie.

II.4.3. Mise en perspective des données pluviométriques

II.4.3.1. Pluviométrie moyenne annuelle

Station	Altitude	Pluviométrie moyenne annuelle
Le Linas	680 m	1013 mm
Caudiès de Fenouillèdes	330 m	786 mm
Saint-Paul-de-Fenouillet	262 m	674 mm
Ansignan	300 m	717 mm
Cassagnes	281 m	600 mm
La Tour de France	110 m	592 mm
Estagel	80 m	544 mm
Espira de l'Agly	30 m	503 mm
Le Barcarès	2 m	361 mm

*Pluviométrie moyenne annuelle sur quelques postes du bassin de l'Agly
(Données issues des annales climatologiques des Pyrénées-Orientales pour l'année 1985 et
des données aux postes gérés par la DDAF des Pyrénées-Orientales)*

On remarque que plus on s'éloigne de la côte méditerranéenne plus la pluviométrie moyenne annuelle est importante avec une hausse considérable à partir de Caudiès de Fenouillèdes, limite d'un climat océanique bien marqué (cf carte des principaux domaines climatiques au paragraphe II.4.1. Le Climat).

II.4.3.2. Pluviométrie exceptionnelle

Sur le département des Pyrénées-Orientales, selon la mission Inter-Service de l'eau – 1992, « à l'échelle des 4116 km² du département, il est habituel d'observer, environ une fois par an, un phénomène climatique localisé de fréquence plus que centennal ; cela s'est produit à plusieurs reprises au cours de la relative sécheresse des dix dernières années ».

Parmi les événements majeurs, certains épisodes pluvieux ont été remarquables pour Saint-Paul-de-Fenouillet :

- ✓ 400 mm du 17 au 20 octobre 1940 dont 305 le 17,
- ✓ 340 mm du 28 au 30 novembre 1968 provoquant de nombreux dégâts,
- ✓ près de 250 les 11 et 12 octobre 1970,
- ✓ 158 mm en 24 heures le 4 avril 1969,
- ✓ 125 mm en 8 heures le 26 septembre 1992,
- ✓ et 137 mm en 24 heures le 12 novembre 1999.

Pourtant les Fenouillèdes ne sont pas le lieu des précipitations les plus intenses observées. En effet, des abats d'eau à caractère exceptionnel ont été notés (sources Météorologie Nationale) sur la région et sur une période d'observation supérieure à 100 ans :

- ✓ 1000 mm le 17 octobre 1940 à Saint-Laurent de Cerdans et 1930mm en 5 jours du 16 au 20 octobre 1940,
- ✓ 435 mm en 24 heures à Perpignan le 24 octobre 1915 dont 350 en 6 heures et 130 en 1 heure,
- ✓ 408 mm le 6 novembre 1982 à Valcebollère,
- ✓ 378 mm en 6 heures dont 160 en 1 heure à Toreilles le 13 Octobre 1986,
- ✓ 371.5 mm en 24h dont 331mm en 3h, 141 en 1h et 96.5 en 30min à La Chartreuse du Boulou le 13 octobre 1986,
- ✓ 313 mm en 1h35 à Moltig les Bains en 1868.

Ajustements statistiques appliqués aux valeurs de pluies journalières relevées aux postes pluviométriques de Saint-Paul-de-Fenouillet de 1965 à 2001 (gendarmerie et Mas Laroque (cf Annexes/Ajustements statistiques)

(*)	P24hax	Pjax	P2jax	P3jax	P4jax
Loi statistique	Galton	Galton	Galton	Galton	Galton
Qualité de l'ajustement	R = 98.45%	R = 98.5%	R = 98.8%	R = 98.5%	R = 98.4%
	Très bon	Très bon	Très bon	Très bon	Bon
<i>Pour durée de retour T = 10 ans (pluie décennale)</i>					
Résultat	170 mm	150 mm	190 mm	205 mm	215 mm
<i>Pour durée de retour T = 100 ans (pluie centennale)</i>					
Résultat	325 mm	260 mm	310 mm	330 mm	340 mm

(*) **P_{24hax}** : pluie annuelle maximum observée en 24 heures à partir du début de la pluie

P_{jax} : pluie annuelle maximum

P_{2jax} : pluie annuelle maximum observée sur deux journées

P_{3jax} : pluie annuelle maximum observée sur trois journées

P_{4jax} : pluie annuelle maximum observée sur quatre journées

Remarques :

Données agrégées entre les deux emplacements successifs du poste pluviométrique de Saint-Paul-de-Fenouillet : jusqu'en 1993 à la gendarmerie et depuis cette date au Mas Laroque.

Les données pluviométriques annuelles maximum sont normées comme suit :

- en 24 heures (**P_{24hax}**), partant du début de la pluie, elles correspondent au cumul sur les 24 heures suivantes
- celles enregistrées sur une (**P_{jax}**), deux (**P_{2jax}**), trois (**P_{3jax}**) ou quatre journées (**P_{4jax}**) le sont de 6 heures du matin à 6 heures du soir et ce jusqu'à la fin de l'épisode pluvieux.

On dispose pour ces calculs de données pluviométriques annuelles maximum sur 24 heures de 1965 à 1982, et de données sur une journée et plus de 1965 à 2001. On a rajouté à ces dernières données les valeurs de pluies sur une journée et plus de l'épisode des 17, 18, 19 et 20 octobre 1940 sauf pour l'ajustement statistique sur les valeurs de pluie en 24 heures à partir du début de la pluie car on obtenait des valeurs jugées trop importantes.

Comparaison des valeurs obtenues par ajustement statistique (année 2000) avec celles obtenues par application d'autres formules

Pour durée de retour T = 10 ans (pluie décennale)	
	P_{24hax}
Méthodes SNCF(*) & C. Benech(**)	157 – 158 mm
Ajustement statistique	170mm
Pour durée de retour T = 100 ans (pluie centennale)	
Méthodes SNCF & C. Benech	288 – 290 mm
Ajustement statistique	325mm

(*) Etude SNCF le long de la future ligne
TGV Languedoc-Roussillon

Les formules proposées sont :

- pour une période de retour de 10 ans:

$$i_{10}(\text{mm/h}) = 280.t_{\min}^{-0.33}$$

$$i_{10}(\text{mm/h}) = 920.t_{\min}^{-0.68}$$

- pour une période de retour de 100
ans :

$$i_{100}(\text{mm/h}) = 282.t_{\min}^{-0.15}$$

$$i_{100}(\text{mm/h}) = 1700.t_{\min}^{-0.68}$$

(**) Résultats de l'étude effectuée par
C. Benech à la DDAF sur différents
postes autour de Perpignan :

$$P(\text{mm}) = 31.4.t_{\text{heures}}^{0.32}.T_{\text{ans}}^{0.26}$$

Les méthodes de C. Benech et de la SNCF donnent des résultats identiques (d'ailleurs la formule de la SNCF pour le tracé de la ligne TGV Languedoc-Roussillon a été établie entre autres formules d'après celle de C. Benech). L'ajustement statistique donne des résultats de pluie décennale et centennale supérieurs à ceux obtenus par l'application des deux formules dans un écart de l'ordre de 10%. Ces formules ont été établies dans un périmètre restreint autour de Perpignan ou dans la zone du tracé de la ligne TGV. Saint-Paul-de-Fenouillet s'écarte de cette zone d'application de la formule de par son altitude, et l'on a vu que la pluviométrie moyenne annuelle augmentait avec l'altitude (climat à influences océaniques). Il y a donc une cohérence entre ces différents résultats.

Estimation des durées de retour des évènements exceptionnels
d'octobre 1940 et du 26 septembre 1992

(cf Annexes/Ajustements statistiques appliqués à la pluie à Saint-Paul-de-Fenouillet)

	P_{24h}	P_j	P_{2j}	P_{3j}	P_{4j}
Valeurs de pluie observées lors de l'épisode pluvieux de 1940	305mm	305mm	350mm	380mm	400mm
Période de retour correspondante	77.6 ans	230 ans	210 ans	230 ans	270 ans
Valeurs de pluie observées lors de l'épisode pluvieux de 1992	125mm	125mm			
Période de retour correspondante	3.8 ans	6 ans			
	Minorée car pluie tombée sur seulement 6 heures				

On voit donc qu'en ce qui concerne l'événement d'octobre 1940, la catastrophe occasionnée est à la hauteur de l'exceptionnalité de l'épisode pluvieux puisque la période de retour correspondante tourne autour des 200 à 300 ans.

Cet épisode pluvieux est extraordinaire, dans sa longévité puisqu'il a plu significativement jusqu'au 20 octobre inclus. La période de retour de l'événement enregistré sur 24 heures est atténuée car l'échantillon des pluies observées sur 24 heures est bien moins important que les autres.

En ce qui concerne l'événement du 26 septembre 1992, le caractère exceptionnel provient de l'intensité de la pluie : 125 mm en seulement 6 heures, exploitée ci après.

Durée de retour de la pluie du 26 septembre 1992

L'ajustement statistique est appliqué à l'échantillon des valeurs de pluie maximales en 6 heures de 1965 à 1982 complété de cette même valeur observée en 1992. (cf Annexes/ajustements statistiques appliqués à la pluie à Saint-Paul-de-Fenouillet.)

Loi	Qualité	T= 10 ans	T = 100 ans	T(26/09/1992)
Ajustement sur les pluies maximales des années 1965 à 1982 : $P_{6hx}^{(**)}$				
Fréchet	Bon R = 96%	81mm	149mm	51 ans

(*) P_{6hax} : valeur de pluie maximale annuelle en 6 heures.

(**) P_{6hx} : valeur de pluie maximale en 6 heures.

L'épisode pluvieux du 26 septembre 1992 correspond à un événement cinquantennal à cette station mais si on prend en compte l'importance de la surface touchée, il est considéré comme centennal.

II.4.3.3. Coefficients de ruissellement

Il s'agit du rapport de la surface imperméabilisée à la surface totale. Ils permettent de qualifier le ruissellement sur une zone et ainsi déterminer la partie des précipitations qui va rejoindre la rivière après un cheminement à la surface du sol (proche de 1 pour une surface goudronnée ou bétonnée). En pratique il faut tenir compte non seulement de la nature des sols (plus ou moins perméables) mais aussi de la pente (plus elle est forte, moins l'eau a le temps de s'infiltrer).

Sur Saint-Paul-de-Fenouillet, on retient des valeurs de 0.7 à 0.95 suivant les zones :

- Les plus faibles (de l'ordre de 0.7 à 0.8) sont à attribuer aux zones situées à l'est de la commune, sur les terrains drainés par les ravins du Rieu Tort, du Boutié et du Mousquié ainsi que ceux bordant la Boulzane au cœur du synclinal et notamment en rive gauche de la rivière où les reliefs sont plus reculés ; sur ces zones de plaine les eaux de pluie ont le temps de s'infiltrer dans le sol.
- Au contraire, les terrains bordant l'Agly sont pentus et ne permettent que peu aux eaux de pénétrer dans le sol. De même les terrains en rive droite de la Boulzane sont très proches des reliefs constituant le prolongement à l'est des gorges de la Fou. De plus ce versant est drainé par un grand nombre de petits ravins permettant à l'eau de se retrouver très vite dans un de ces petits torrents et un acheminement rapide vers la rivière. Les coefficients de ruissellement sur ces zones sont de l'ordre de 0.85.
- Enfin les coefficients sont de l'ordre de 0.9 sur des zones comme la colline du Pech au nord du village à cause de l'imperméabilité des terrains marneux ou encore sur la zone au sud ouest du village qui présentent de fortes pentes débouchant directement sur des zones imperméabilisées drainées par l'ensemble du réseau hydrographique du Réal.
- Enfin le centre du village, très imperméabilisé, peuvent présenter des coefficients de ruissellement proches de 0.95.

Signalons qu'en phase de pluie intense et durable, les sols se saturant d'eau, les gouttes d'eau rebondissent à la surface du sol, ne pénètrent pas et les coefficients de ruissellement dépassent 0.95.

II.4.3.4. Temps de concentration (Tc)

Il s'agit du temps mis par une goutte d'eau tombée à l'extrémité la plus éloignée du bassin versant pour arriver jusqu'à l'exutoire de celui-ci. Il est donc toujours associé à un bassin versant et très difficile à estimer étant donné le nombre de paramètres caractérisant la surface drainée. Pour épisode pluvieux donné, le temps de concentration effectif dépend de l'intensité et de la distribution de la pluie dans l'espace et dans le temps.

Compte tenu des pentes et des pluies à caractère méditerranéen, ces coefficients sont très courts dans la région. Pour l'Agly à l'exutoire de la Clue de la fou, Tc est de l'ordre de l'heure, et pour la Boulzane entre 1h30 et 2 heures étant donné le linéaire important de la rivière jusqu'au même exutoire.

A titre indicatif, nous avons présenté au § II.3. Hydrographie pour les cadereaux par la formule de Kirpich les valeurs de Tc, qui comparent les temps de concentration des ravins sillonnant le territoire de Saint Paul.

II.4.4. Mise en perspective des données hydrométriques

Le tableau ci-après donne les résultats des ajustements statistiques appliqués aux cours d'eau de l'Agly et de la Boulzane à partir des données actualisées de l'étude du barrage de Caramany (1984). (Cf Annexes/Ajustements statistiques appliqués aux valeurs de débits à Saint Paul)

SITES	bassin versant (en km ²)	Loi statistique	coefficient de corrélation / remarques	Qix (T=10 ans) estimé	Qix (T=100 ans) estimé	Evènement historique retenu	
						Date et débit	T estimée
Agly à Saint Paul, bourg	46.3 porté à 58 avec karst amont	Loi de Fréchet Corrélation avec données à la Clue de la Fou	Ajustement peut surestimer Qix T=100	152 m ³ /s	430 m ³ /s	17 octobre 1940 : 540m ³ /s	250 ans
Boulzane à Caudiès(*)	83.8	Loi de Galton appliquée à série annuelle débits spécifiques de 1965-92	R = 99.35% très bon	164 m ³ /s	425 m ³ /s	26 sept. 1992 : 375m ³ /s	70 ans
Boulzane à Saint Paul	162	Loi de Galton appliquée à la série annuelle de 1965-92	R = 98.72% très bon, ajustement à nuancer (*)	236 m ³ /s	506 m ³ /s	26 sept. 1992 : 375m ³ /s	36 ans
Agly à la Clue de la Fou	216	Loi de Galton appliquée à la série annuelle de 1879 à 1998	R = 97.92% très bon ajustement	217 m ³ /s	507 m ³ /s	17 octobre 1940 : 660m ³ /s	250 ans

(*) Ajustement issu des débits spécifiques de la Boulzane aux stations de Caudiès et de Saint Paul afin de constituer un échantillon plus grand. Résultats ramenés à la surface drainée par le bassin versant à la station de Saint Paul sur la Boulzane pour obtenir un débit instantané maximum.

Cas de l'Agly amont

L'Agly présente une large section dans les gorges de Galamus permettant de faire passer un débit très important. Les premiers terrains permettant un éventuel débordement sont situés à l'entrée de Saint-Paul-de-Fenouillet. En cela, le débit n'est pas limité dans le lit principal, jusqu'à des valeurs très fortes correspondant à des périodes de retour très grandes. **La crue du 17 octobre 1940 est évaluée à 540 m³/s (période de retour de 250 ans)**. Le débit instantané d'une crue centennale est estimé aux alentours de 430 m³/s.

Cas de la Boulzane

En revanche, la Boulzane à Saint-Paul-de-Fenouillet a déjà parcouru un linéaire important en plaine. Ses eaux ont tendance à sortir du lit mineur pour s'épandre sur des zones dites «d'épandage de crue» où les vitesses sont beaucoup plus faibles.

Quand une crue de la Boulzane, de période de retour importante (centennale par exemple) traverse le territoire communal de Saint-Paul-de-Fenouillet, des débordements ont déjà eu lieu plus en amont, limitant ainsi le débit de la rivière. C'est pourquoi, même si l'ajustement statistique sur les valeurs de débits instantanés maximum annuel à Saint-Paul-de-Fenouillet semble donner un bon résultat, on ne prendra pas en compte un tel débit. D'ailleurs il n'est guère compatible avec le débit centennal estimé à la Clue de la Fou. Un débit centennal plus juste semble être donné par l'ajustement sur les valeurs de débits spécifiques instantanés maximaux annuels observés à Caudiès de Fenouillèdes et à Saint-Paul-de-Fenouillet. On retiendra donc un **pointe de crue centennale de la Boulzane à Saint-Paul-de-Fenouillet à un débit de 425 m³/s**.

Cas de l'Agly après la confluence avec la Boulzane

Ces résultats mettent bien en évidence que la somme des débits centennaux estimés sur la Boulzane et l'Agly dans Saint-Paul-de-Fenouillet n'est pas égale au débit centennal estimé à la Clue de la Fou où se rejoignent les deux rivières. Ceci s'explique par le fait que la coïncidence des crues centennales des deux rivières rendrait l'évènement bien plus exceptionnel qu'une crue centennale de l'un ou l'autre des cours d'eau. D'ailleurs, dans l'historique des crues connues, rares sont les fois où les deux rivières sont entrées en crue lors d'un même évènement pluvieux. Et si un tel évènement arrivait, les deux bassins versants ayant des caractéristiques très différentes, il est très improbable que les pointes de crue arrivent simultanément à la Clue de la Fou. Les conséquences seraient tout de même catastrophiques.

On obtient donc, par ajustement statistique, un débit centennal à la Clue de la Fou de 507m³/s. Ce résultat est d'autant plus à prendre en considération que l'échantillon dont on dispose est très important (plus d'une centaine d'années d'observation).

Pour l'évènement de 1940, le débit de pointe atteint à la Clue de la Fou en 1940 est évalué à 660 m³/s (540 de l'Agly amont + 80 de la Boulzane), correspondrait à une période de retour de 250 ans.

II.4.5. Le réseau karstique

A la sortie de Saint-Paul-de-Fenouillet, et malgré les prélèvements de quelques petits canaux d'arrosage, le module de l'Agly dépasse 1.5 m³/s, valeur qui, rapportée à un bassin versant apparent de 54 km², correspondrait à un écoulement de l'ordre de 950 mm par an, supérieur à la pluviométrie annuelle à Saint-Paul-de-Fenouillet. Cette disproportion montre que le bassin versant réel doit être beaucoup plus étendu que le bassin versant apparent.

Une étude du BCEOM va dans ce sens puisqu'elle attribue au bassin versant de l'Agly à Saint Paul une superficie de 58 km². Le réseau karstique de l'Agly en est la raison. En effet, le haut bassin de l'Agly, en amont de la Clue de la Fou, est fortement alimenté par de nombreuses résurgences qui lui assure un débit spécifique important. L'étiage estival de l'Agly est également soutenu par ces arrivées d'écoulements souterrains.

Parmi ces résurgences temporaires ou pérennes alimentant l'Agly sur ses deux rives, citons les résurgences de la Tirounères à la sortie Sud des gorges de Galamus, alimenté par un impluvium qui s'étend jusqu'au Roc Paradet.

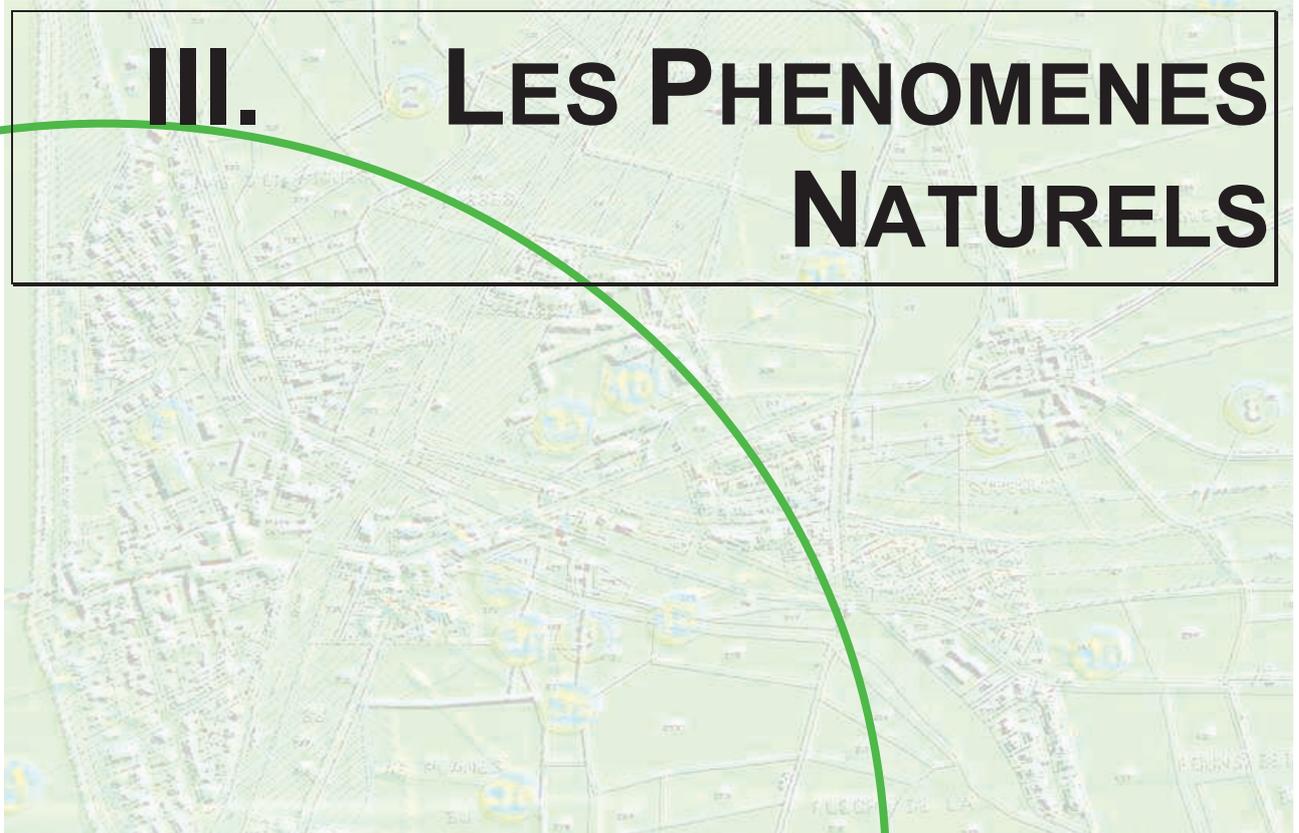
Cela peut expliquer le nom du fleuve « Agly » et non « Boulzane ». Préférence a été donnée aux eaux issues des Corbières plutôt qu'à celles des Fenouillèdes amont, la Boulzane étant reléguée au rôle d'affluent de l'Agly. Plus au Sud, les sources de la Fou fournissent une eau minéralisée, (agrée dès 1907 et à l'origine de la création d'un établissement thermal) avec un débit de 2 l/s en plein été.

Des résurgences pérennes existent aussi dans les environs de Montfort-sur-Boulzanne. Le débit de la plus importante peut être estimé à 2l/s. Au niveau de Gincla, des pertes dans le lit de la Boulzane alimentent la résurgence pérenne de Fenouillet situé 7 kilomètres en aval vers le Nord-Est. Son débit a été estimé à 5 l/s (*Pierre Serrat, Genèse et dynamique d'un système fluvial méditerranéen : le bassin de l'Agly, 2000*).

A la suite des crues de 1940, il semblerait que Norbert Casteret, ingénieur hydraulicien EDF, a mis en évidence, à l'aide de fluorescéine injectée au niveau des gorges de Galamus, des résurgences karstiques à Cases de Pène et à Salses.



III. LES PHENOMENES NATURELS



VOIR BDRTM



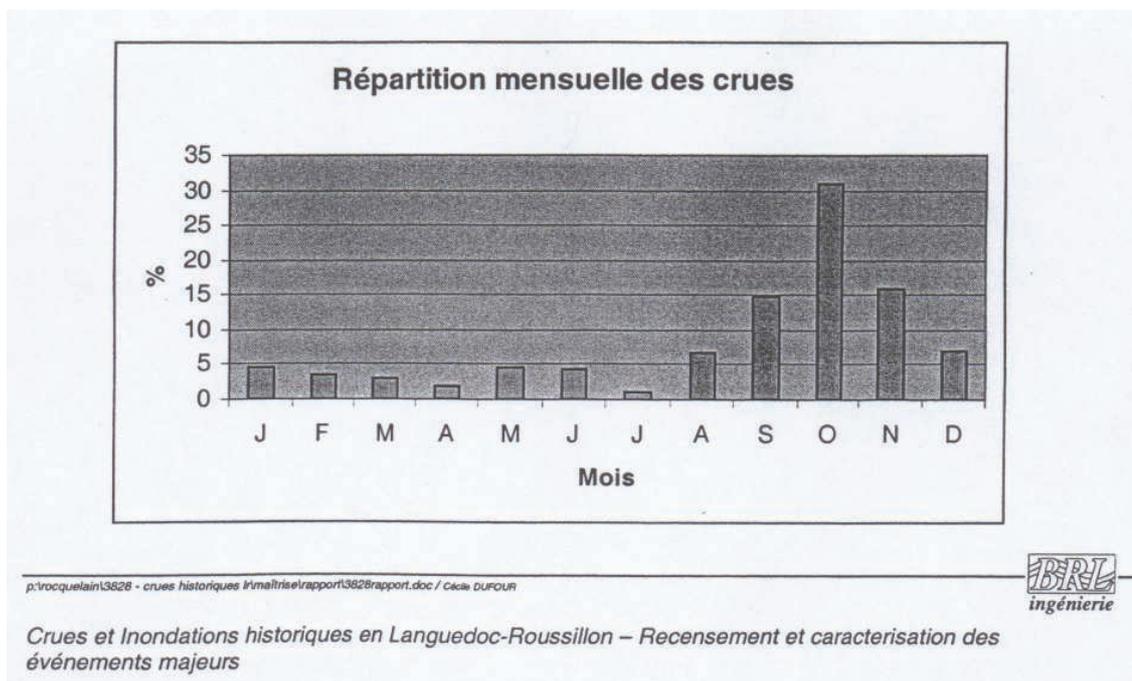
III.1. Les Inondations et les crues torrentielles

III.1.1. Survenance et déroulement

Les reliefs proches de la Méditerranée connaissent des épisodes pluviométriques de type abats d'eau d'une intensité telle qu'ils entraînent de très forts ruissellements de surface. Ces épisodes sont générateurs de crues dans les cours d'eau qui atteignent alors un débit de pointe élevé dans un bref laps de temps. Le risque important de feux de forêt que connaissent les régions méditerranéennes peut aggraver le risque torrentiel, qui sera d'autant plus marqué si la couverture végétale ne joue pas son rôle tampon, d'où l'importance du maintien et de l'entretien du boisement existant et du reboisement après incendie.

Ces crues générées dans la plupart des cas par d'abondantes précipitations accompagnent des flux de sud-est se déplaçant rapidement et coïncident le plus souvent avec un régime de basse pression sévissant sur la Méditerranée. Ce vent de sud-est, autrement appelé «coup d'est» ramène un air chaud et humide de la Méditerranée qui a tendance à s'agglomérer et former une dépression. Cette dernière se déplace ainsi en direction des terres du Golfe du lion jusqu'à ce qu'elle soit arrêtée. Pour le département des Pyrénées-Orientales, ce sont les Corbières qui se chargent de faire barrière à la progression de la perturbation comme la montagne noire pour le département de l'Aude. Plus à l'ouest, la chaîne des Corbières oblique vers le sud induisant un effet de retour de la perturbation vers les terres. Les masses d'air, bloquées, s'enroulent autour du centre de la dépression l'empêchant à leur tour de progresser, et quand les nuages sont suffisamment denses, il pleut.

Il est intéressant également de porter une attention spéciale à la distribution de ces phénomènes pluvieux selon la période de l'année. On remarque que les pluies importantes ont lieu au printemps et durant les mois de septembre, d'octobre et de novembre. Ces derniers mois sont ceux durant lesquels on observe le plus de crues remarquables dans les Pyrénées-Orientales.



Pourtant on fait une distinction entre les crues de septembre généralement très violentes du fait du caractère pluvio-orageux du phénomène, donnant lieu à des intensités horaires impressionnantes et donc un ruissellement quasi intégral des précipitations ; la crue de septembre

1992 illustre bien cette remarque générale. Ceci est à opposer aux crues d'octobre novembre, crues qui sont généralement dues à la succession de plusieurs jours de pluviométrie importante qui sature les sols en eau. Ainsi quand la pointe de la pluie a lieu, le sol est déjà saturé, et les eaux se retrouvent très généralement dans les cours d'eau. L'Aiguat del 40 s'apparente au dernier phénomène décrit dans le sens où on ne vit que très peu d'éclairs et n'entendit que très peu le ciel gronder. Par contre les intensités horaires furent très importantes et le décalage entre le début de la pluie et le moment où les intensités furent les plus fortes fut court. Il semblerait que ce soit la combinaison des facteurs aggravants des deux phénomènes qui ait donné lieu à cet épisode mémorable de l'histoire des Pyrénées-Orientales.

Une crue est donc la réponse d'un bassin versant donné à un épisode météorologique particulier - pluie, averse, orage -. La formation de la crue est conditionnée par un certain nombre de paramètres physiques souvent difficiles à appréhender. L'intensité et la durée de la pluie constituent des paramètres déterminants, ainsi que la pente du bassin, sa forme, la nature du sol et du sous-sol, le type et la densité du couvert végétal.

De même, les conditions météorologiques des semaines voire des mois précédents influent sur la réponse du bassin versant. D'autre part, lors d'un épisode pluvieux, la pluie ne tombe pas uniformément sur tout le bassin versant. La rivière est constituée d'un certain nombre de branches qui forment chacune un sous-bassin. Chaque sous-bassin a ses caractéristiques propres qui lui définissent son temps de concentration (temps que met un bassin pour concentrer ses eaux à son exutoire) et son débit de crue.

Ainsi, à des pluviométries identiques pourront correspondre des comportements différents pour chaque branche. Il s'ensuivra donc une crue globale plus ou moins grosse sur la rivière principale, selon que les différents bassins auront répondu de façon concomitante ou décalée.

Lorsque le débit de crue à évacuer dépasse la capacité d'écoulement du lit mineur, les eaux envahissent la plaine environnante et s'épandent sur le lit majeur. La capacité hydraulique du lit est déterminée par la pente du cours d'eau, ainsi que par sa section et sa rugosité. Il faut donc garder à l'esprit qu'aux abords du lit, l'écoulement, très souvent torrentiel, engendre de graves dommages notamment à tout obstacle que l'eau contourne, désagrège ou entraîne.

Ces obstacles de diverse nature peuvent en outre devenir des facteurs aggravants de la crue :

- en créant des surélévations locales de l'écoulement, notamment à l'amont (phénomènes de remous),
- en créant des turbulences et courants induits,
- en faisant office d'épis offensifs pour la rive opposée,
- en participant à la formation d'embâcles (du fait des vastes zones boisées traversées),
- en accroissant la durée de submersion, etc...

Ce risque est également souvent accentué par la présence de décharges sauvages dans le lit des torrents. Il est donc indispensable d'entretenir les cours d'eau ; nettoyage du lit, maintien des taillis sur les berges pour limiter le ravinement. Les gros arbres peuvent faire bras de levier et emporter une grande quantité de matériaux, il est donc préférable de les couper en sauvegardant leur système racinaire.

La prise en considération des matières solides transportées par le torrent est également importante. Les crues s'accompagnent d'une charge solide importante prise en charge dans les zones de terrains fragiles : loupes de glissement de terrain, ravinements, berges affouillables et érodables, et charrient des quantités importantes de matériaux ligneux. Elles sont de deux ordres. D'une part, les corps flottants (branches, troncs d'arbres, objets divers) qui sont susceptibles de créer des barrages ou embâcles sous les ouvrages ; ces embâcles peuvent mettre en danger, aussi bien l'amont (en créant un exhaussement artificiel des eaux), que l'aval (par rupture brutale du barrage) ou que les ouvrages eux-mêmes (par mise en charge et enlèvement.). D'autre part, les pierres et cailloux prélevés dans les zones d'emprunts et qui peuvent sédimenter en certains points du profil en créant une réduction de la section.

La décrue peut, elle aussi être un moment délicat. En effet, celle-ci peut être assez rapide et provoquer des ravinements importants capables d'endommager des ouvrages ou de déchausser

des fondations. Les fonds des rivières particulièrement dans leur vallée alluviale remblayée, sont soumis pendant les crues à de fortes variations de niveau (caractère des rivières à fond mobile) avec abaissement au plus fort de la crue et réengrèvement à la décrue.

Par ailleurs une inondation consécutive à une crue peut être définie par la superficie submergée, par la durée de la submersion et la hauteur d'eau. Dans le cas d'une inondation sur un terrain en pente, le paramètre de la vitesse revêt une importance toute particulière compte tenu du risque que peut représenter le courant dans les zones habitées.

La superficie et la hauteur d'eau sont les paramètres les plus faciles à appréhender. Ils marquent la population et sont accessibles sur le terrain par simple mesure. Hauteurs et superficies sont représentatives des risques pour les personnes (isolement, noyade) et pour les biens (endommagement) par action directe (dégradation par l'eau) ou indirecte (mise en pression, pollution, courts-circuits, ...).

La durée de la submersion représente la durée pendant laquelle un secteur reste inondé. Elle caractérise donc le temps d'isolement des personnes et de dysfonctionnement des activités humaines induisant les pertes de production.

La vitesse, quant à elle, est difficile à mesurer. Dans le lit topographique et aux abords, les vitesses de courant sont élevées, de l'ordre de 3 à 5 m/s et localement plus. Elle représente toute la force destructive de l'eau au cours de la crue. La vitesse n'est pas constante pendant la durée de l'événement. Elle caractérise le risque de transport des objets trouvés sur le passage de l'eau et le risque d'érosion. Ce paramètre a une influence considérable sur la sécurité des personnes.

En périphérie des débordements là où la pente naturelle s'adoucit, l'inondation se traduit par des écoulements en nappe, caractérisés par des courants à faible vitesse en moyenne (de l'ordre de 1m/s ou inférieure) voire par des zones de stockage à vitesse quasi-nulle, mais avec des hauteurs d'eau qui peuvent rester importantes (supérieures à 1 m).

Ces quelques lignes font apparaître que la prise en compte du phénomène "inondation" est délicate compte tenu du grand nombre de paramètres qui influent sur celui-ci. Un certain nombre d'entre eux étant aléatoire (comme les embâcles par exemple), l'analyse de ce phénomène revêt toujours une certaine part d'incertitude, que l'on s'efforce de limiter et de prendre si possible en compte.

III.1.2. Particularités des torrents

(source : Guide « CONSTRUIRE EN MONTAGNE – La prise en compte du risque torrentiel » du MEDDTL)

Les principaux traits qui distinguent les bassins versants torrentiels sont leur taille réduite (de quelques hectares à quelques centaines de km² au plus) et la morphologie abrupte de leurs reliefs. Ainsi, entre la source et l'exutoire de ces bassins, il n'est pas rare de mesurer des dénivellations de plusieurs centaines à quelques milliers de mètres, sur des distances inférieures à une dizaine de kilomètres. Ces spécificités morphologiques ont au moins deux répercussions.

D'une part, elles conduisent à des pentes longitudinales raides au niveau des versants, comme des thalwegs. Ces pentes élevées donnent aux écoulements une puissance érosive et une capacité de transport considérables, ainsi que des vitesses de transit pouvant être très rapides (quelques minutes à quelques heures). Elles sont également à l'origine de nombreux autres phénomènes naturels gravitaires qui contribuent aussi à l'érosion des terrains et à l'alimentation des crues en matériaux (avalanches, chutes de blocs, glissements de terrain, ravinements...).

Sur la base de ce critère de pente, une typologie simplifiée a été établie par Bernard (1925) pour distinguer les cours d'eau à caractère « torrentiel » des cours d'eau à plus faible énergie :

- pente inférieure à 1 % pour les rivières,
- pente comprise entre 1 et 6 % pour les rivières torrentielles,
- pente supérieure à 6 % pour les torrents.

D'autre part, en cas de situation météorologique perturbée, l'existence de reliefs marqués conditionne le déclenchement de précipitations qui peuvent avoir un caractère soudain, violent et

parfois très localisé. Ces reliefs peuvent également être à l'origine de situation de blocages qui provoquent des pluies durablement intenses, notamment lorsqu'il s'agit de perturbations généralisées.

Il n'est pas rare dans ces conditions d'observer des cumuls pluviométriques de plusieurs centaines de mm en seulement quelques heures à quelques jours.

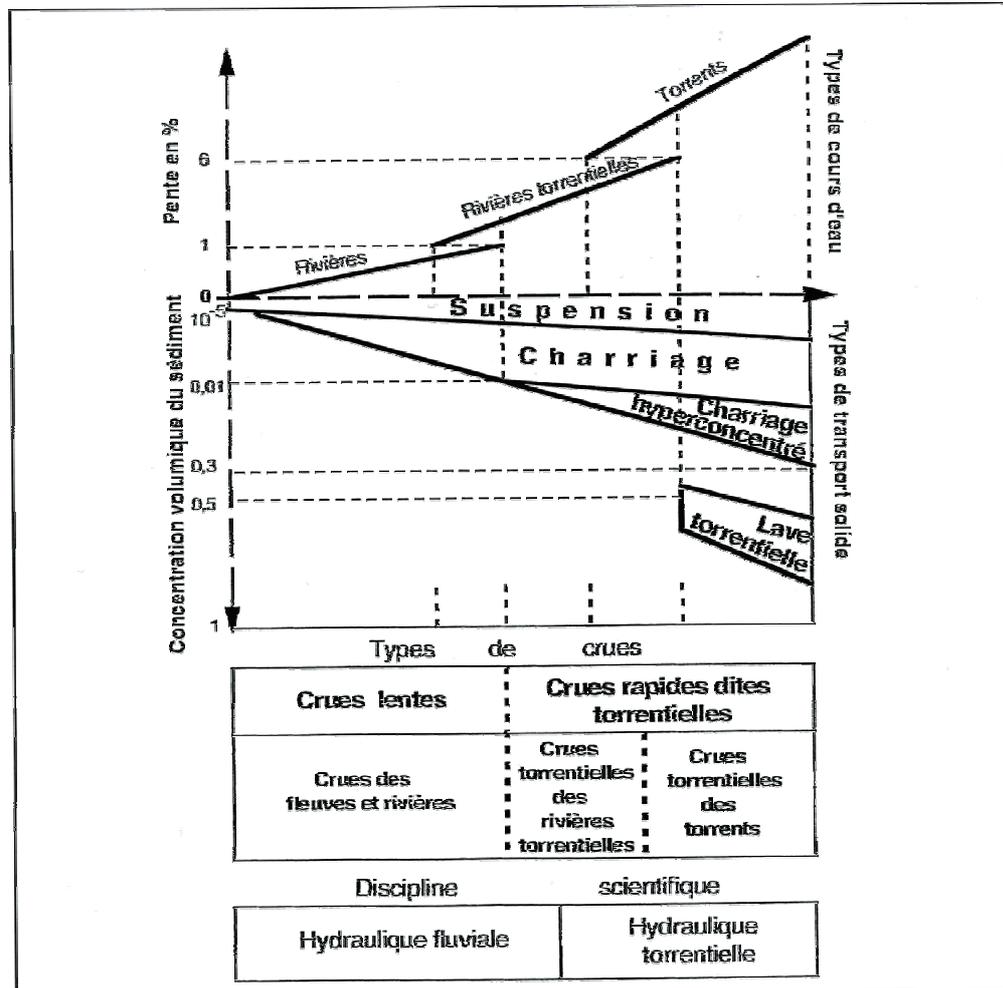
Sur le plan tant morphologique que fonctionnel, la grande majorité des bassins versants torrentiels peut schématiquement être décrite en distinguant 3 entités principales, plus ou moins développées selon les cas :

- le bassin d'alimentation (ou de réception), qui est la zone où l'essentiel du ruissellement et de l'érosion de versants se développe ;
- le chenal d'écoulement (ou de régulation), où les écoulements chargés des sédiments prélevés plus en amont ont tendance à se déposer temporairement, voire seulement à transiter. Dans certains contextes géologiques particuliers, il n'est toutefois pas improbable que d'importants phénomènes d'érosion puissent aussi s'y développer.
- le cône de dejection (ou de divagation), qui matérialise la zone de confluence avec la rivière principale. Il correspond généralement à une brusque réduction de la pente et constitue, de ce fait, une zone privilégiée d'alluvionnement et de divagation incontrôlée des écoulements en période de forte crue.

La dynamique des crues qui affectent les bassins versants torrentiels est souvent assez rapide : pluies et montée des eaux ne sont séparées que de quelques heures au plus, et de beaucoup moins pour les plus petits bassins. Mais ce qui distingue le plus les crues torrentielles des crues des rivières de plaine – qualifiées habituellement de crues « liquides » -, c'est la charge solide grossière et souvent assez considérable qui accompagne les écoulements et aggrave significativement leur impact sur les personnes et les biens exposés.

En général, le transport des sédiments intervient principalement par charriage ou à la suite de coulées de laves torrentielles. D'autres modalités de transport solide existent, comme la suspension, mais ces phénomènes s'avèrent en général nettement moins dommageables. Le transport de bois et de débris divers par flottaison constitue aussi une classe de phénomènes susceptibles d'aggraver significativement les conséquences des crues des torrents. Dès lors qu'il y a transport de sédiments ou de débris, il existe des interactions entre la phase liquide, la phase solide et la géométrie du lit. En outre, plus la concentration solide sera importante, moins il sera admissible de la négliger, notamment dans les calculs hydrauliques.

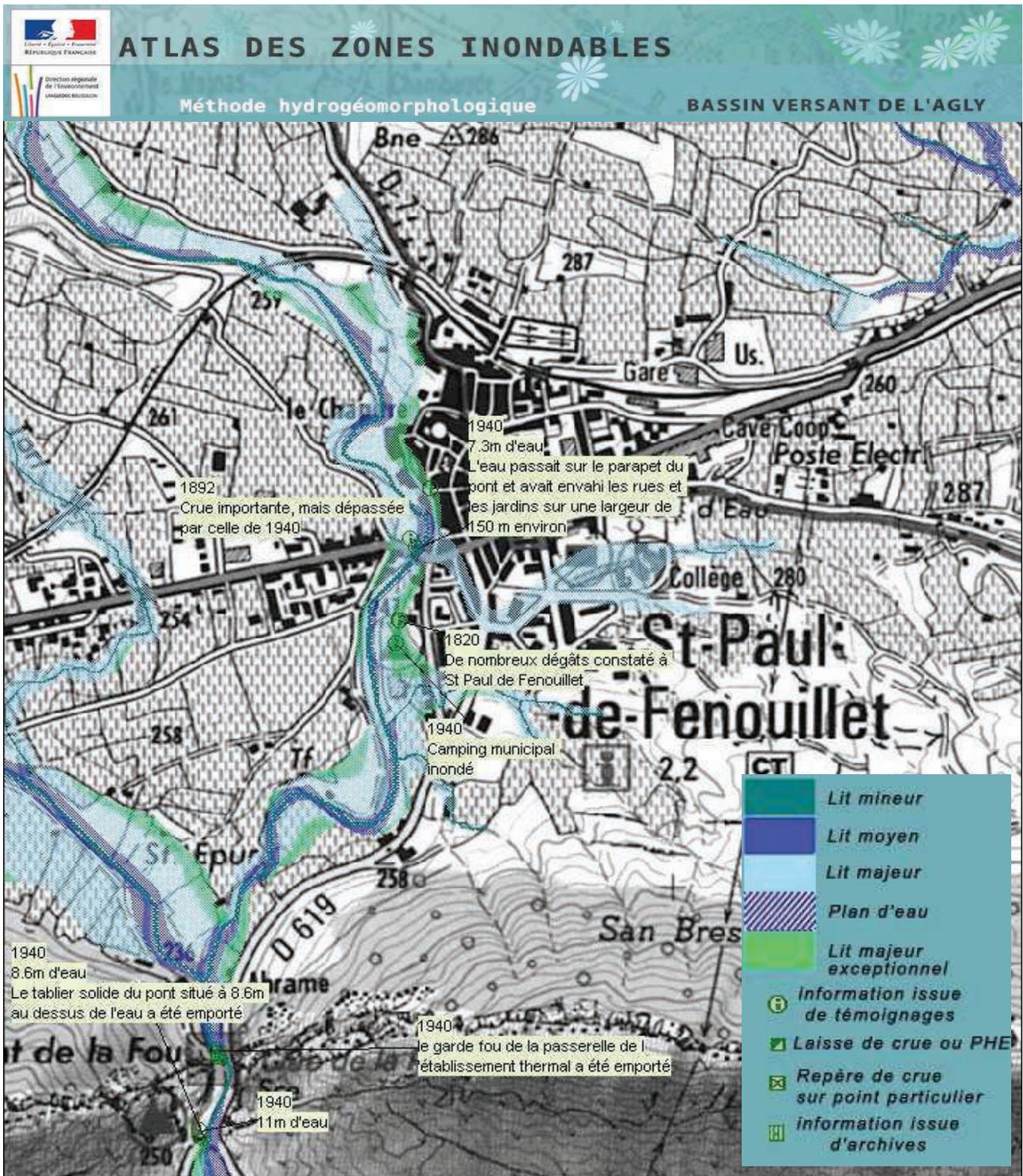
Types de cours d'eau, mécanismes de transport solide et types de crues en rapport avec la pente du lit et la concentration de la charge solide



Source : L. Besan et G. Mounier, 1995.

III.1.3. ATLAS des Zones Inondables (AZI)

Dans le cadre de ses missions relatives aux risques naturels, la Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DREAL) du Languedoc Roussillon a programmé la réalisation d'un atlas des zones inondables sur le bassin versant de l'Agly, par la méthode d'hydrogéomorphologie. Cette méthode fait appel conjointement à l'analyse géomorphologique des milieux alluviaux et à l'analyse hydrologique des données relatives aux crues historiques.



A Saint-Paul-de-Fenouillet, l'Agly connaît une mobilité latérale accrue motivée par la présence d'accumulations alluviales (sables, galets, limons) plus tendres que le substratum et méandre brusquement au niveau du lieu dit « le Chapitre ». Dans cette section, la voie ferrée (sur la partie amont du secteur) et la départementale D117 en remblais traversent le champ d'inondation de l'Agly en formant obstacle aux écoulements. La majeure partie de l'agglomération est située à l'abri des inondations au-dessus du fond de vallée. Toutefois sa partie basse s'est installée à la marge du lit majeur et peut être touchée quand le niveau d'eau s'élève après avoir envahi tout le champ d'inondation. Une vingtaine d'habitations de part et d'autre des deux rives est donc exposée par les crues inondantes rares à exceptionnelles de l'Agly.

En 1940, l'Agly est passé par-dessus le parapet du pont, et a inondé les rues les plus basses du bourg. En aval du village, on recense dans le lit majeur un camping, également inondé en 1940. Mais les extensions récentes de l'urbanisation, vers le sud, ont accru l'exposition du village à l'aléa inondation : en effet des aménagements (ensemble scolaire, immeubles...) ont été implantés au travers de deux ravins. La topographie naturelle du secteur est aujourd'hui à peine perceptible : les ravines sont busées et passent en souterrain sous le stade, le collège... jusqu'à leur exutoire dans l'Agly. Pour un évènement hydrométéorologique majeur, le sous dimensionnement amont des buses peut facilement, lors d'écoulements chargés en matériaux, bloquer le transit des eaux, lesquelles pourraient éventuellement déborder des entailles des ravines et s'écouler de façon aléatoire à la surface de cette vaste zone remblayée.

Le second système de ravines situé plus en aval et s'organisant à partir des pentes du petit relief de San Bresq, traverse la zone urbaine menaçant de ses débordements 5 à 6 habitations.

L'Agly poursuit ensuite son parcours en effectuant à nouveau quelques méandres et en collectant les eaux d'un troisième dispositif ravinatoire entaillant de puissants remblais obstruant son cours (possibilités de surcôtes amont), avant de confluer plus en aval avec la Boulzane. Remarquons que dans cette section, la station d'épuration de l'agglomération localisée en lit majeur et majeur exceptionnel est particulièrement exposée. Le reste du lit majeur est occupé par des petits jardins privatifs, que les riverains ont tenté de protéger des crues les plus fréquentes en formant un petit merlon le long du lit mineur-moyen.

III.1.4. Evénements dommageables recensés

L'activité torrentielle est très intense sur la commune. Les différents cours d'eau connaissent régulièrement des débits très importants en raison des fortes précipitations qui s'abattent sur le département (orages d'été et surtout pluies diluviennes en automne). Plusieurs problèmes hydrauliques, concernant parfois des zones urbanisées, sont rencontrés. Les torrents, traversant ces zones, ont souvent fait l'objet d'aménagements d'ouvrages (ponts, busages, recouvrement, détournement...) qui, compte-tenu des débits rencontrés, sont généralement insuffisamment dimensionnés.

De plus, les risques de formation d'embâcles sont très forts, du fait des vastes zones boisées traversées. Ce risque est également souvent accentué par la présence de décharges sauvages dans le lit des torrents. De même, des problèmes de colmatage dûs au transport solide (souvent alimenté par des phénomènes d'érosion de berges) peuvent survenir.

A titre d'information, soulignons que face aux risques d'obstruction des lits de torrents, il apparaît important d'assurer un entretien régulier des cours d'eau (curage, nettoyage de berges, ...) afin de permettre des conditions d'écoulement optimum. Cet entretien incombe, en terrain privé, aux propriétaires riverains (cf. code rural).

L'urbanisation croissante tend également à modifier les régimes des cours d'eau. Son développement entraîne une imperméabilisation croissante des sols et les eaux pluviales sont généralement rejetées directement aux ruisseaux ce qui contribue à augmenter fortement les débits de ces derniers. Les zones loties ne sont en général pas équipées de bassins d'orage qui pourraient temporiser les rejets et limiter les conséquences de l'imperméabilisation à l'aval.

Durant ces dernières années, les précipitations et crues citées ci-après ont entraîné pour la commune de Saint-Paul-de-Fenouillet l'état de "**catastrophe naturelle**" :

ALEAS	Début CAT NAT	Fin CAT NAT	ARRETE	J.O.
Inondation - Par une crue (débordement de cours d'eau)	26/09/1992	27/09/1992	12/10/1992	13/10/1992
Inondation - Par une crue (débordement decours d'eau)	15/12/1995	16/12/1995	18/03/1996	17/04/1996
Inondation - Par ruissellement et coulée de boue	22/01/1992	25/01/1992	15/07/1992	24/09/1992
Inondation - Par ruissellement et coulée de boue	26/09/1992	27/09/1992	12/10/1992	13/10/1992
Inondation - Par ruissellement et coulée de boue	15/12/1995	16/12/1995	18/03/1996	17/04/1996
Inondation - Par ruissellement et coulée de boue	24/01/2009	27/01/2009	28/01/2009	29/01/2009

L'état de "catastrophe naturelle" pour une commune est déclaré en raison des inondations, il peut l'être également en raison de forts ruissellements, coulées de boue et ravinements qui détériorent les chemins, murets, routes, etc.

Les différents faits historiques récapitulés ci-après témoignent de l'importance de l'activité torrentielle sur la commune. La forte exposition du territoire communal à ce type de phénomène se confirme également par l'observation de nombreuses zones hydrauliquement sensibles, voire critiques. Des débordements plus ou moins importants de torrents, accompagnés d'engravements dûs au transport solide, sont donc à craindre.

L'exhaustivité des événements donnés ci-dessous est sans doute incomplète compte tenu de l'aspect fragmentaire des sources et de l'incertitude quant à l'attribution d'un événement à tel ou tel cours d'eau.

Les événements historiques sont tous relatifs à des dégâts torrentiels, liés soit à l'Agly, soit à la Boulzane. Le Maury étant concerné seulement par la partie supérieure de son bassin versant, il n'y a pas eu de débordement au delà du lit topographique.

Les crues violentes de l'Agly ont de tout temps existées, mais les écrits relatant précisément de ces événements dévastateurs ne remontent qu'au début du siècle dernier. Cependant, on a pu retrouver des traces de crues violentes à partir du douzième siècle, notamment des crues successives du quatorzième siècle.

D'ailleurs, il semble que ce soit ces dernières qui soient à l'origine de la linéarisation de l'Agly en plaine étant donné l'enjeu économique que ces terres fertiles représentaient. De plus la Salanque assure la communication de la ville de Perpignan avec le nord de la province et avec Paris.

LES CRUES AVANT LE 19^{EME} SIECLE

Si au quinzième siècle nous n'avons pas de trace historique concernant les crues, aux seizième et dix-septième siècles, on relate de nombreux événements torrentiels dans les Pyrénées-Orientales, mais sans plus de précisions sur l'Agly.

Au dix-huitième siècle, les documents sont plus nombreux ; la première crue, en 1703, lors de laquelle tous les ponts furent détruits, donne lieu à certains aménagements, précaires faute de moyens, détruits lors des crues suivantes en 1726, 1732 et 1737. En effet, aucun crédit n'a été accordé par l'autorité royale, et les travaux ont dû être réalisés par les propriétaires terriens et en grande partie sinon intégralement à leur frais.

Du 25 au 28 janvier 1740 se produisit encore une crue violente, *« nous venons encore d'essuyer dans cette province, une inondation plus violente encore que celle qui arriva en 1737. Lundi 25 de ce mois, il commença à l'entrée de la nuit à tomber une grande quantité de neige (...). On n'avait jamais vu les eaux s'élever aussi haut que cette fois ». « Il y a lieu de croire que les eaux ont occasionné de grands dommages (...) parce que l'on a vu passer les bœufs et autres bestiaux noyés que la rivière entraînait. Et il n'y a pas à douter que la récolte n'ait beaucoup souffert dans la Salanque, puisque les deux rivières de la Têt et de l'Agly étaient jointes ensemble et que toute la plaine était couverte d'eau. »* témoignage de M. Peyrottes, subdélégué de l'intendance au contrôleur général des finances.

A la suite de cette crue il ne reste plus qu'un pont sur la Têt et un sur l'Agly pour rejoindre Narbonne. Pourtant le conseil du roi répond défavorablement, une fois de plus, à la demande l'intendant en Roussillon, M. de Jaillot, *« ... les ouvrages qui seront par vous estimés nécessaires pour remettre et contenir dans leurs anciens lits, la rivière de la Têt, celle du Tech et celle de l'Agly, et ce par les habitants du pays que vous jugerez en être tenus ou à leur frais. »*.

A celles-ci il faut ajouter, pour le dix-huitième siècle les crues des 16-17 octobre 1763 et celle de 1777.

LES CRUES DU 19^{EME} SIECLE

A partir du dix-neuvième siècle on dispose d'informations plus précises sur chaque crue survenue spécialement sur l'Agly et notamment dans sa partie amont.

➤ **Le 24 Août 1842 :**

La crue du 24 Août 1842 dit *« Aiguat de la San Bartomeu »* a touché de nombreux cours d'eau du département ; mais on ne dispose pas de plus de précisions quant aux dégâts sur Saint-Paul-de-Fenouillet.

A partir de 1879 la hauteur des crues est moins subjective, car désormais, la Station de la Clue de la Fou est équipée d'une échelle de crues fixée sur les piles de pont.

➤ **Les crues de 1879 à 1891 :**

Celles-ci ont des conséquences importantes de par leur répétition :

1888, où la Salanque est inondée deux fois, en septembre et décembre ;

1885 où la Salanque est inondée trois fois, en mars, juin et novembre ;

1884, où la Salanque est inondée quatre fois, en mars, septembre, novembre et décembre ;

Cette période est également marquée par la crue du 25 au 28 octobre 1891 lors de laquelle la cote maximum lue sur l'échelle du pont de la Fou a été de 8 m. L'Agly provoquant des dégâts à Caudiès et Saint-Paul-de-Fenouillet va rejoindre en Salanque l'inondation provenant de la Têt.

➤ **La crue du 25 octobre 1891 :**

La crue du 25 octobre 1891 est décrite comme terrible. L'Agly grossissant avec une extrême rapidité envahit les villages de Saint-Paul-de-Fenouillet, Maury, Estagel et toute la riche plaine de la Salanque à hauteur de Toreilles, car rejoint encore une fois à ce niveau par les eaux de la Têt. A Saint Paul, Caudiès, Estagel et Rivesaltes, de grands dégâts ont été observés : ensablement des propriétés riveraines, maisons écroulées, passerelles détruites,

routes nationales et chemins vicinaux emportés (Pierre Serrat). La cote de 5 mètres fut atteinte à l'échelle de crue de la Clue de la Fou, correspondant à un débit de **175m³/s**.

➤ **La crue du 9 novembre 1892 :**

Il s'agit d'une des plus fortes crues du 19^{ème} siècle, provoquée par un abat d'eau concernant une bande relativement étroite s'étendant de Céret à Sournia atteignant dans la vallée de l'Agly à Vinça, 253 mm en 24 heures. La hauteur d'eau sur l'échelle de crue, dans la Clue de la Fou, a été de 8 m. On trouve une estimation du débit lors de la crue de 725 m³/s ; une estimation plus vraisemblable, étant donné la hauteur d'eau observée, semble être de 315 m³/s.

LES CRUES DU 20^{EME} SIECLE

➤ **La crue du 12 octobre 1907 :**

D'importance relativement faible dans la vallée de l'Agly par rapport à la catastrophe occasionnée par le Tech dans le Vallespir où elle fait dix victimes, cette crue est peu mentionnée dans l'historique des crues de l'Agly. Pourtant il s'agit de la 5^{ème} plus forte crue en 120 ans d'observation à la Clue de la Fou avec une hauteur d'eau au pont de la Fou de 5,60 mètres, ce qui correspond à un débit de 210 m³/s.

➤ **La crue du 15 avril 1908 :**

«L'Agly qui à 4 heures du soir était dans état normal s'est subitement accrue vers les 8 heures, débordant sur les deux rives et inondant toutes les propriétés». L'Agly, dont le niveau a augmenté de 4 à 5 mètres, a occasionné de nombreux dégâts à Saint-Paul-de-Fenouillet (Pierre Serrat). Bizarrement, aucun débit de crue n'est attribué à cet événement pourtant mentionné dans l'histoire locale.

➤ **La période de 1930 à 1944 est marquée par six crues importantes et répétées :**

Date	Lecture échelle	Débit
03/03/1930	4 m	181 m ³ /s
15 et 16/12/1932	4.80 m	163 m ³ /s
26 et 27/11/1936	4.50 m	142 m ³ /s
17/10/1940	11 à 12 m	660 m ³ /s
28/04/1942	6.20 m	250 m ³ /s
24 et 25/02/1944	5.50 m	204 m ³ /s

➤ **La crue du 17 Octobre 1940 :** (cf [Annexes/Documents relatifs à la crue d'Octobre 1940](#))

• **L'épisode pluvieux :**

La distribution des précipitations dans l'espace et dans le temps est originale à double titre, par la place qui lui revient lors du fameux jeudi apocalyptique et par la distribution des pluies entre le début et la fin de l'épisode. L'épisode pluvieux commence le 16 octobre dans la journée avec des pluies déjà abondante en soirée, qui se prolonge le 17 par la fameuse journée de tous les records, se continue le 18 par des averses plus intermittentes mais non moins violentes pour s'achever le samedi 19 ou dans les premières heures du dimanche 20. Il concerne les Pyrénées-Orientales, l'Aude ainsi que la Catalogne espagnole. Le 17 octobre, un nœud secondaire de précipitations se greffe sur la massif de Bugarach et le Haut Agly.

On a manqué de qualificatifs concernant les pluies hors du commun de cet événement : «diluviennes», «à écluses ouvertes» ... Il semble que les quantités enregistrées sur le bassin de l'Agly ont été nettement en deçà de celles du du Vallespir.

Pourtant, les précipitations ont été anormalement élevées dans le Haut Agly. Il a beaucoup plu sur Caudiès de Fenouillèdes et ce dès la nuit du 16 au 17. L'abat d'eau a été très fort dans un rayon de 3 à 4 km, à la limite des Pyrénées-Orientales, soit vers les hauteurs du Bugarach.

A Saint-Paul-de-Fenouillet, il a commencé à pleuvoir le 17 à 6 heures du matin et cela a duré jusqu'au 20 octobre y compris. Les averses les plus violentes semblent avoir eu lieu le premier jour entre 10 heures du matin et 15 heures et pendant toute la nuit du 17 au 18 à partir de 18 heures. Le vent de sud-est soufflait en tempête tandis qu'on distinguait quelques éclairs et coups de tonnerre.

Entorse au schéma précédemment décrit, sur les contreforts orientaux du Madres, au Sud-Ouest de Saint-Paul-de-Fenouillet, il semble bien, d'après les témoignages recueillis à Caudiès que les plus fortes précipitations aient eu lieu à la fin de l'épisode, lors des journées du 19 et du 20. La Boulzane, originaire du petit massif du Dourmidou, prolongement septentrional du Madres, n'est entrée en crue que le samedi 19, après l'averse violente de la matinée. Le même phénomène a été observé sur les Albères, au Sud-Ouest du département, et leur avant pays à l'aval du Boulou.

En fait l'originalité de ce scénario local réside dans la cause qui explique le décalage de ce maximum pluviométrique, mis en évidence par les ingénieurs de Météo France Roussillon : «le 18 et le 19 octobre, l'affaiblissement par l'ouest, de la dorsale anticyclonique sur la France, permet aux perturbations de progresser ; les précipitations diminuent d'intensité et intéressent les Corbières et les plaines du Roussillon. A partir du 20 octobre, la situation redevient normale». Aux Corbières nous ajouterons le massif du Madres dans sa partie tournée vers l'est et à la plaine du Roussillon nous associerons les Albères Orientales (Gérard Soutadé, Les inondation d'octobre 1940 dans les Pyrénées-Orientales, 1993).

- La crue de l'Agly et les dégâts occasionnés dans Saint Paul

Le directeur d'école de Saint Paul de l'époque rapporte au professeur Pardé que «l'Agly a atteint son maximum vers 13h30 le 17-10. La montée a duré à peu près une heure et la baisse a commencé 10 minutes après l'étalement. Il n'y a pas eu de recrudescence. Le cours d'eau s'est maintenu pendant 24 heures à 3 mètres au-dessus de son étiage. Les eaux étaient limoneuses et rougeâtres».

La hauteur d'eau a atteint entre 11 et 12 m selon les observateurs. Les dégâts ont été très nombreux, y compris à l'intérieur du village :

- l'eau est passée par-dessus le parapet du pont du village, au point qu'une vache a franchi ce parapet vérifiant la cote des 7m30 atteintes par le fleuve à ce niveau et envahissant toutes les terrasses de niveau équivalent sur une largeur de 150 mètres environ.
- les jardins Pessigues et Fontasette sont noyés.
- la route Nationale est inondée depuis la placette du Terrier jusqu'au garage Citroën.
- sur le boulevard de l'Agly l'eau a atteint jusqu'à 2 m voire plus.
- les usines et ateliers de tournerie (Mournet et Paris), de chaussures (Bougnols et Pascal), de plâtrerie (Valles), de tournerie (Signole) ont été endommagées et le matériel emporté.
- les terrains submergés par le cours d'eau n'ont subi des dégâts qu'en quelques points (champs ensablés). Les récoltes d'hiver ont été emportées dans les jardins. Ce sont les vignes situées sur les coteaux qui ont le plus souffert à cause du ravinement. Les routes en pente ont vu leur goudron arraché.

Cet événement est d'habitude considéré d'occurrence centennale, pour l'ensemble du bassin versant de l'Agly. Saint-Paul-de-Fenouillet étant situé à l'amont, on peut considérer, au vu de l'importance des dégâts, que la crue a été d'amplitude supérieure à celle d'une centennale dans la traversée du village. Ceci est d'ailleurs bien en accord avec notre estimation qui associe à cet épisode une période de retour de 260 ans.

➤ **Postérieurement à 1940 :**

On note que dix crues ont dépassé les 4 m sur l'échelle de crue de la Clue de la Fou, dont trois ont dépassé les 5m.

Date	Heure	Lecture échelle	débit
05/02/1959	2h	4.85m	163m ³ /s
22/11/1961	14h00	4.25m	125 m ³ /s
5-7/11/1962		4.30 à 4.70m	129 m ³ /s
13/09/1963	19h00	5.10m	181 m ³ /s
18/10/1965	9h00	4.70m	156 m ³ /s
29/11/1968	8h00	5.20m	187 m ³ /s
04/04/1969	23h00	4.90m	169 m ³ /s
11/10/1970	21h00	5.20m	155 m ³ /s
15/01/1982	19h30	4.50m	135 m ³ /s
09/05/1991	20h00	4m	108 m ³ /s
26/09/1992	19h41	7m	483 m ³ /s

➤ **Le mois d'octobre 1965 :**

Une déclaration de sinistre en mairie de Saint Paul a été dressée à la suite de cet épisode. Les dates des dégâts s'étalent du 9 au 24 Octobre. Il semblerait même que l'épisode pluvieux ait duré jusqu'au 4 novembre de l'année 1965, et que la saturation des sols en eau et les pluies répétées eurent raison de murs de soutènement, de talus... jusqu'à cette date. En ce qui concerne les débordements de l'Agly, il est fait allusion aux 9-10-11, aux 14-15, aux 18 et 19, et aux 23 et 24 Octobre pour les dégâts dus aux inondations aux lieux-dits de la Boulzanne, de Pessigue et de la Trille. Il est mentionné des dégâts par ravinement aux lieux-dits du Mousquié, de la Boulzane et à la Coume de l'Arayre. Enfin, des glissements de terrains auraient concerné les lieux-dits de la Boulzane et de la Garrigue.

➤ **La crue du 26 septembre 1992 :** (cf Annexes/La crue du 26 septembre 1992)

Cette crue est d'autant plus à considérer qu'elle est la plus récente. Elle n'a cependant pas affecté l'Agly. En revanche la Boulzane est terriblement montée, ravageant des espaces, dont la mémoire collective n'avait pas souvenance de pouvoir être touchés.

• **L'épisode pluvieux :**

Alors que le 25 septembre au soir, L'Agly se trouve dans une situation de prolongement d'étiage normale, des précipitations importantes affectent dans la journée du 26 la façade méditerranéenne autour du Golfe du Lion. La zone concernée par des précipitations supérieures à 150 mm est exceptionnellement étendue, de 3000 km² pour le département des Pyrénées-Orientales.

Le bassin de l'Agly, en amont de Caramany reçoit quasi uniformément des précipitations de l'ordre de 150 mm :

- 146 mm à Caramany
- 149 mm à Ansignan
- 146 mm à Sournia
- 125 mm à Saint-Paul-de-Fenouillet
- 160 mm à Bugarach
- 190 mm à Saint Louis et Parahou
- 144 mm à Lapradelle

à l'exception du haut bassin de la Boulzane qui reçoit des précipitations proches de 200 mm, voire localement supérieures.

Phénomène étonnant, il semble que les précipitations se soient déplacées en même temps que l'hydrogramme de crue, ce qui a pour effet de faire coïncider l'hydrogramme principal avec les hydrogrammes secondaires issus de thalwegs plus courts et conduit à amplifier, à pluies égales, les paroxysmes de débits (La crue du 26 septembre dans les Pyrénées-Orientales. La plus forte depuis l'Aigat d'octobre 1940, mission inter-service de l'eau).

Ces abats d'eau ont été de relativement courte durée (6 heures en amont du barrage de Caramany) mais les dégâts occasionnés s'expliquent plus par les intensités très fortes enregistrées (parfois plus de 80 mm/heure), entraînant ruissellement intense et grossissement rapide des cours d'eau, que par les quantités totales des précipitations (rapport de Météo France Perpignan sur la crue du 26 septembre 1992).

- La crue de la Boulzane et les dégâts occasionnés à Saint Paul :

En moins d'une heure, de 18h30 à 19h30, l'Agly à la Clue de la Fou monte de 5 mètres, alimentée d'avantage par la Boulzane que par le haut Agly lui-même atteignant un débit de 483 m³/s pour un niveau à l'échelle de crue de 7 mètres.

Le débit de pointe de la Boulzane seule à l'amont de son confluent avec l'Agly atteint 375m³/s. Même si la Boulzane constitue à elle seule 78% du bassin de l'Agly à la Clue de la Fou, cette valeur est exceptionnelle pour ce bassin très allongé et climatiquement plus protégé des fortes précipitations que le haut bassin de l'Agly.

Ayant débordé en zone agricole, les dégâts n'ont pas eu de graves conséquences sur les habitations ; ils ont, une fois de plus illustré, que toute la première terrasse est susceptible d'être inondée. A défaut d'entretien, la végétation arborée de grande taille a fortement majoré les effets de crues, de transport et d'embâcle.

Au niveau de la traversée de la Boulzane par la RD117, l'eau ne pouvant passer sous le pont à cause d'un formidable effet d'embâcle, a débordé sur la route emportant une caravane.

Un habitant de l'ancienne usine hydroélectrique aurait vu la crue submerger le garde corps du pont de la RD 619, soit une hauteur d'eau atteinte par la crue de 7 m sur l'échelle, aux alentours de 19 heures, ayant engendré un écoulement par-dessus le pont de la route RD 619 (*La crue du 26 septembre dans les Pyrénées-Orientales. La plus forte depuis l'Aiguat d'octobre 1940, mission inter-service de l'eau*).

Crue du 26 septembre 1992



Transport solide de la Boulzanne à plusieurs dizaines de mètres du lit mineur



Embâcle au pont de la RD117 sur la Boulzanne



Vignes ravagées en rive droite de la Boulzanne



Les vaches de ce pré en rive droite de la Boulzanne, juste avant sa confluence avec l'Agly, ont été emportées



Tronc témoin du phénomène d'embâcle au pont d'accès aux thermes à la confluence

III.1.5. Evolution de la situation depuis ces crues

A la suite de la crue de 1940 l'état a acquis des terrains dans le but de les reboiser. Tel a été le cas de la forêt domaniale de Peyralade au Sud-Ouest du territoire de Saint-Paul-de-Fenouillet et la forêt domaniale du Moyen Agly au Nord-Ouest de la commune, vers Prugnanes. Ceci a pour effets, entre autres, de limiter le ruissellement et d'augmenter les temps de concentration, c'est-à-dire de retarder les pics de crue des différents cours d'eau aux exutoires et ainsi provoquer un étalement de la crue dans le temps.

En 1940 le ruisseau du Réal, intégralement à ciel ouvert, se jetait à contre courant dans l'Agly au niveau de la place du Terrier après avoir traversé la zone au Sud-Ouest du centre ville. La montée des eaux du cours d'eau faisait ainsi barrage aux eaux de pluie véhiculées par le Réal depuis les reliefs du San Bresq provoquant un débordement en centre ville. Ce débordement a contribué de manière non négligeable à l'inondation du centre ville en 1940. Désormais le Ruisseau du Réal a été canalisé afin de réduire les sections d'écoulement et se jette beaucoup plus bas à l'aval du camping. En revanche, il draine désormais une zone urbanisée, donc récupère largement les eaux de ruissellement des quartiers sud de la commune. Il semble tout de même dimensionné à l'évacuation d'une importante quantité d'eau de ruissellement.

Le canal Rapidel, à ciel ouvert en 1940, est désormais canalisé et largement en sous terrain dans la traversée de la commune excepté au droit des lavoirs. En revanche, il se jette toujours au niveau de la place du Terrier. Une montée des eaux provoquerait donc un débordement au niveau des lavoirs si le dispositif de coupure de l'alimentation du canal au niveau du seuil de la pisciculture était défectueux.

A la suite de la crue de 1892 il semble que les gorges de la Fou aient été élargies à la dynamite. C'est à dire qu'en 1940 la situation à la Clue de la Fou était celle actuelle.

Beaucoup plus à l'aval, et n'ayant pas vraiment de conséquences sur le comportement de l'Agly ni de la Boulzane à Saint-Paul-de-Fenouillet, la rivière a d'abord vu son embouchure en Salanque élargie, puis, en 1985, l'implantation du barrage de Caramany. Ces aménagements ont permis d'éviter bien des catastrophes à l'aval de Caramany et en Salanque.

III.1.6. Les débits de référence des cours d'eau à prendre en compte

Dans ce tableau, les valeurs de débits en encadrées en rouge sur fond noir sont celles à prendre en compte pour la caractérisation du phénomène Crue Torrentielle-inondation pour les rivières de l'Agly et de la Boulzane sur le territoire communal de Saint-Paul-de-Fenouillet.

	bassin versant (en km ²)	Qix (T=10 ans) retenu	Qix (T=100 ans) retenu	évènement historique connu		
				Date	Débit	T estimée
Agly à Saint Paul	46.3	152 m ³ /s	430 m³/s	17 octobre 1940 :	540m³/s	250 ans
Agly à la Clue de la Fou	216	217 m ³ /s	507 m³/s	17 octobre 1940 :	660m³/s	250 ans
Boulzane à Saint Paul	162	236 m ³ /s	425 m³/s	26 septembre 1992 :	375m ³ /s	70 ans



III.2. Les mouvements de terrain

III.2.1. Les glissements de terrain

III.2.1.1. Survenance et déroulement

Un glissement de terrain est un déplacement d'une masse de matériaux meubles ou rocheux, suivant une ou plusieurs surfaces de rupture. Ce déplacement entraîne généralement une déformation plus ou moins prononcée des terrains de surface.

Les déplacements sont de type gravitaire et se produisent donc selon la ligne de plus grande pente. Sur un même glissement, on pourra observer des vitesses de déplacement variables en fonction de la pente locale du terrain, créant des mouvements différentiels.

Dans le cas de sols cohérents le glissement ou la rupture s'effectue le long d'une surface de cisaillement identifiable. Les profondeurs de ces surfaces sont très variables allant de quelques mètres à plusieurs dizaines de mètres voir la centaine de mètres dans les grands glissements de versant.

On distingue différents types de glissement :

- **Le glissement ou mouvement de terrain dit de surface** : Les sols reposant directement sur un substratum rocheux sont des lieux favorables à ce type d'aléa. Ces sols, généralement peu épais (entre 0,5 et 3m environ) et d'une structure très hétérogène, vont à l'occasion d'un événement, comme la succession de période pluvieuse et sèche, une forte pluie ou un séisme, perdre l'équilibre qui les lie au substratum rocheux. Ce type de glissement est imprévisible, ils sont toutefois favorisés par la pente du terrain, le degré d'hétérogénéité du sol. Les quelques indices pouvant les indiquer sont les fissures et les arbres basculés (zone de rétention d'eau). La limite entre ravinement, chute de bloc et glissement est parfois floue lorsqu'il s'agit de phénomène localisé. On réunit donc tous ces phénomènes sous l'appellation de glissement ou mouvement de terrain de surface.
- **Le glissement de terrain à proprement dit** : des indices caractéristiques peuvent être observés comme les niches d'arrachement, fissures, bourrelets, arbres basculés zone de rétention d'eau. C'est un déplacement généralement lent (quelques millimètres par ans).
- **Le fluage** : c'est un mouvement lent de matériaux plastiques sur de faible pente qui résulte d'une déformation gravitaire continue d'une masse de terrain non limité par une surface de rupture clairement identifiée.
- **La coulée de boue** : c'est un mouvement rapide d'une masse de matériaux remaniés, à forte teneur en eau et de consistance plus ou moins visqueuse. Elles se développent préférentiellement au front d'un glissement de terrain.

Les précipitations jouent un rôle prépondérant dans le déclenchement des glissements de terrain. On peut distinguer deux phénomènes météorologiques extrêmes favorisant les départs de glissement :

- Une forte précipitation faisant suite à une longue période sans pluie : la brusque surcharge que constitue l'eau n'est pas supportée par le sol qui rompt à la hauteur des discontinuités.

- Une longue période de pluie continue : le sol gorgé d'eau voit les écoulements souterrains favorisés à la hauteur des discontinuités qui deviennent une surface de glissement préférentielle.

Les aménagements situés sur des glissements de terrain pourront être soumis à des efforts de type cisaillement, compression, dislocation liés à leur basculement, à leur torsion, leur soulèvement, ou encore à leur affaissement. Ces efforts peuvent entraîner la ruine de ces aménagements.

Ces phénomènes naturels sont parfois adjoints d'effets anthropiques néfastes. Devant le rôle déterminant que joue l'eau dans les processus de glissement, il est essentiel de souligner l'importance du drainage des eaux de ruissellement et d'écoulement souterrain. Aussi faut-il procéder à un entretien des canaux d'irrigation et proscrire les arrosages excessifs et intempestifs responsables de la saturation du sol et du sous-sol.

Dans ce contexte, la moindre modification géométrique de la topographie peut avoir des conséquences indésirables. C'est le cas des surcharges (remblais routiers ou autres) ou des terrassements (déblais) qui s'ils ne peuvent être évités, doivent impérativement se limiter au strict nécessaire.

III.2.1.2. Evénements dommageables recensés

Sur le territoire communal de Saint-Paul-de-Fenouillet, le phénomène de glissement de terrain est relativement peu présent et très localisé. Il se cantonne essentiellement aux berges de l'Agly, de la Boulzane et du Maury qui sont rendu instable en certains points du fait de leur nature et du caractère torrentiel des rivières. On peut également trouver des zones restreintes et isolées sujettes à des glissements de terrains potentiels en partie dus au ravinement.

Un événement récent a fait l'objet d'un arrêté CAT NAT :

ALEAS	Début CAT NAT	Fin CAT NAT	ARRETE	JO
Mouvement de terrain - Glissement de terrain - Coulées boueuses issues de glissements amont	24/01/2009	27/01/2009	28/01/2009	29/01/2009

III.2.2. Les tassements par retrait

III.2.2.1. Survenance et déroulement

➤ Définition

Le retrait par dessiccation des sols argileux lors d'une sécheresse prononcée et/ou durable produit des déformations de la surface du sol (tassements différentiels). Il peut être suivi de phénomènes de gonflement au fur et à mesure du rétablissement des conditions hydrogéologiques initiales ou plus rarement de phénomènes de fluage avec ramollissement (figure 1).

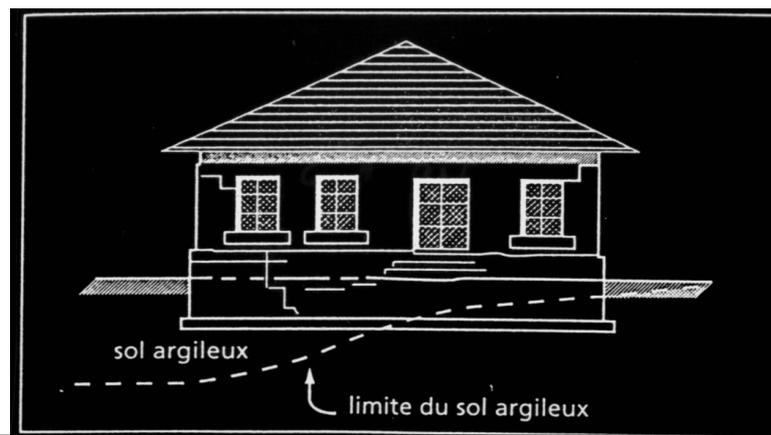


Figure n°1 : Désordres sur une construction dus à la variation d'épaisseur du sol argileux sensible.

➤ Conditions d'apparition

La nature du sol est un élément prépondérant : les sols argileux sont a priori sensibles, mais en fait seuls certains types d'argiles donnent lieu à des variations de volume non négligeables. La présence d'arbres ou d'arbustes au voisinage de constructions constitue un facteur aggravant. Une sécheresse durable ou simplement la succession de plusieurs années déficitaires en eau sont nécessaires pour voir apparaître ces phénomènes.

Les constructions sinistrées sont généralement sur sols argileux, c'est à dire des sols fins, comprenant une proportion importante de minéraux argileux (argiles, glaises, marnes, limons). Ce sont des sols collant lorsqu'ils sont humides, mais durs à l'état desséché. Les **phénomènes de capillarité et surtout de succion** régissent le comportement et les variations de volume des sols face aux variations de contraintes extérieures. Lorsqu'un sol saturé perd de l'eau par évaporation, il diminue de volume proportionnellement à la variation de teneur en eau. En deçà d'une certaine teneur en eau, le sol ne diminue plus de volume et les vides du sol se remplissent d'air. Cependant des désordres peuvent survenir au retour des précipitations par absorption d'eau et gonflement au-delà du volume initial, si certaines conditions d'équilibre du sol ont été modifiées.

Les déformations verticales de retrait ou de gonflement peuvent atteindre et même dépasser 10 %. La profondeur de terrain affectée par les variations saisonnières de teneur en eau ne dépasse guère 1 à 2 m sous nos climats tempérés, mais peuvent atteindre 3 à 5 m, lors d'une sécheresse exceptionnelle ou dans un environnement défavorable.

Pendant une sécheresse intense, ce sont les **tassements différentiels** (pouvant atteindre plusieurs centimètres) du sol qui provoquent des désordres aux constructions. Les mouvements de sol qui sont à l'origine des désordres aux constructions pendant une sécheresse intense sont dues essentiellement aux diminutions de teneur en eau. Plus

exactement, ce sont les tassements différentiels du sol qui provoquent ces désordres. En effet, il n'y a aucune raison pour que les variations de teneur en eau, et donc les mouvements de sol, soient uniformes au droit de l'ensemble des fondations:

- d'une part, la seule présence du bâtiment constitue un écran à l'évaporation et modifie les conditions d'équilibre hydrique des sols, entre la partie centrale (teneur en eau restant sensiblement constante) et la périphérie du bâtiment, notamment les angles saillants,
- d'autre part, de nombreux autres facteurs sont susceptibles de modifier eux aussi les conditions d'équilibre hydrique des sols: hétérogénéités diverses (nature des sols, granulométrie des couches), topographie, végétation, circulations ou nappes d'eau souterraines, drains ou fossés, fuites de réseaux, etc. (Fig n°3)

➤ Effets et conséquences

La lenteur et la faible amplitude des déformations rendent ces phénomènes sans danger pour l'homme, mais les dégâts aux constructions individuelles et ouvrages fondés superficiellement peuvent être très importants en cas de tassements différentiels. Les dommages dus aux tassements par retrait représentent un coût de l'ordre de 150 millions d'euros (1 milliard de francs) par an depuis 1989.

Le retrait des sols peut supprimer localement le contact entre la fondation et le terrain d'assise, entraîner l'apparition de vides et provoquer des concentrations de contraintes et des efforts parasites. Face à ses tassements différentiels, le comportement de la structure dépend de ses **possibilités de déformation**.

Citons pour mémoire les deux cas extrêmes:

- une structure très souple déformable, sans matériau de remplissage, peut suivre sans dommage les déformations du sol,
- une structure parfaitement rigide, avec des éléments horizontaux et verticaux en béton armé suffisamment ferrillés, peut résister sans dommage aux mouvements du sol, grâce à une nouvelle répartition des efforts.

Dans la majorité des cas de bâtiments courants (murs en maçonnerie porteurs ou de remplissage, murs en béton non armé, poutres ou poteaux en béton armé), la structure ne peut accepter sans désordre les mouvements différentiels des sols de fondation et les flexions parasites correspondantes, que jusqu'à un certain seuil (distorsion en général de l'ordre de 1/500 à 1/1000).

Lorsque les sols se réhumidifient, ils ne retrouvent généralement pas complètement leur volume antérieur et les fissures des bâtiments ne se referment pas tout à fait. Cependant, dans le cas de sols argileux particulièrement gonflants, l'amplitude du gonflement par réhumidification peut être supérieure à celle du retrait antérieur et entraîner de nouveaux désordres (surtout si les fissures ouvertes ont été bloquées).

Les désordres se manifestent dans le gros œuvre par **la fissuration** des structures (enterrées ou aériennes). Celle-ci peut être verticale, horizontale ou inclinée à 45° et plusieurs orientations sont souvent présentes en même temps (Fig n°2).

L'ouverture des fissures peut atteindre plusieurs centimètres, l'amplitude maximale peut se trouver selon les cas en parties haute et basse. Cette fissuration recoupe systématiquement les points faibles (ouvertures dans les murs, les cloisons, les planchers ou les plafonds). L'autre manifestation est le **déversement des structures** affectant les parties fondées à des niveaux différents (en cas de sous-sol partiel par exemple).

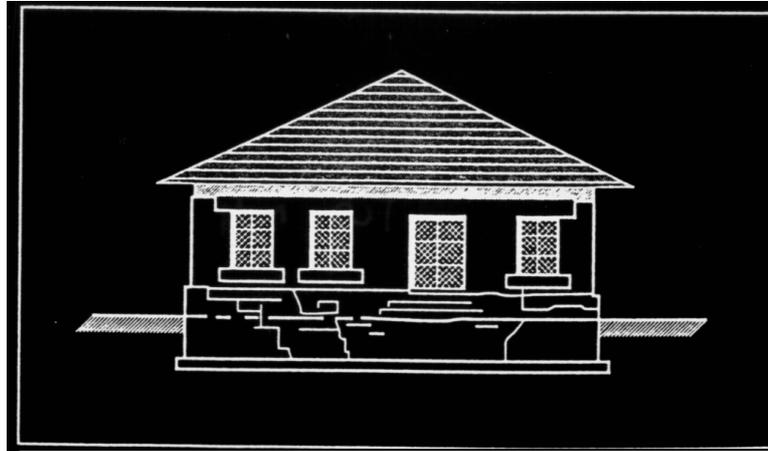


Figure n°2 : Désordres à l'ensemble du soubassement et de l'ossature

Les principaux désordres affectant le second œuvre sont la **distorsion des ouvertures** (portes, fenêtres...), le **décollement** des éléments composites (enduits et placages de revêtement sur les murs...), et l'**étirement** (compression, étirement et rupture des tuyauteries et canalisations - eau potable, eaux usées, gaz, chauffage central, gouttières...)

Les aménagements extérieurs subissent également des désordres du même type que le gros œuvre. Il peut s'agir des dallages et trottoirs périphériques (Fig n°3), des terrasses et escaliers extérieurs (Fig n°4), des petits bâtiments accolés (garage, atelier) (Fig n°5), des murs de soutènement (par ex. descente de garage), des conduites de raccordement des réseaux de distribution, entre le bâtiment et le collecteur extérieur (en l'absence de raccord souple) (Fig n°6)

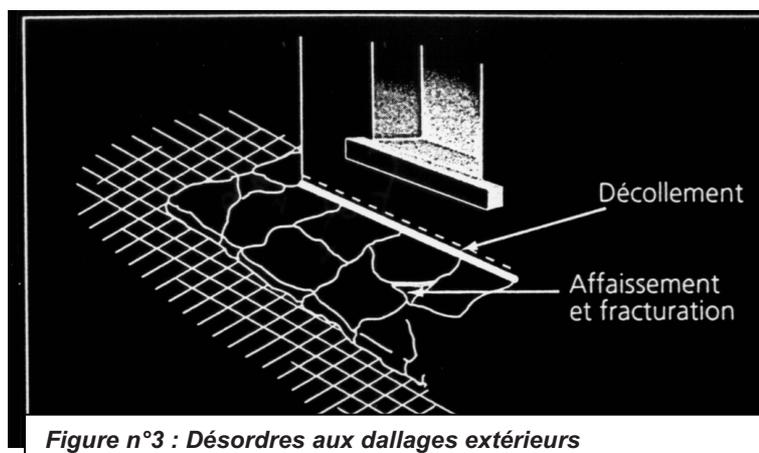
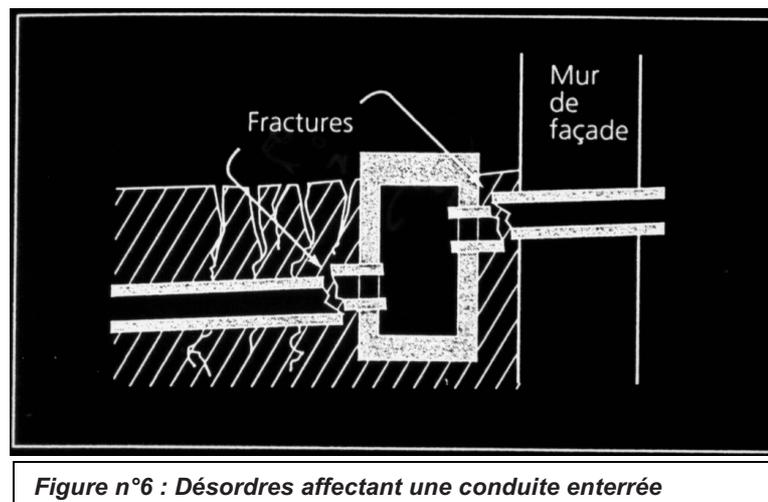
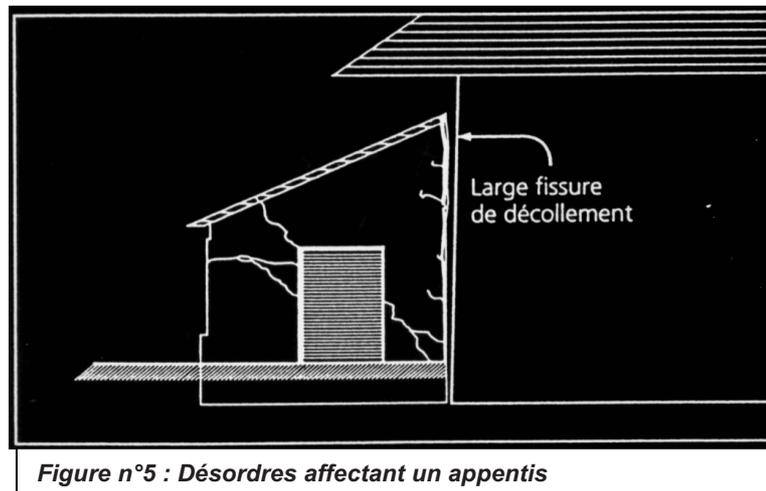
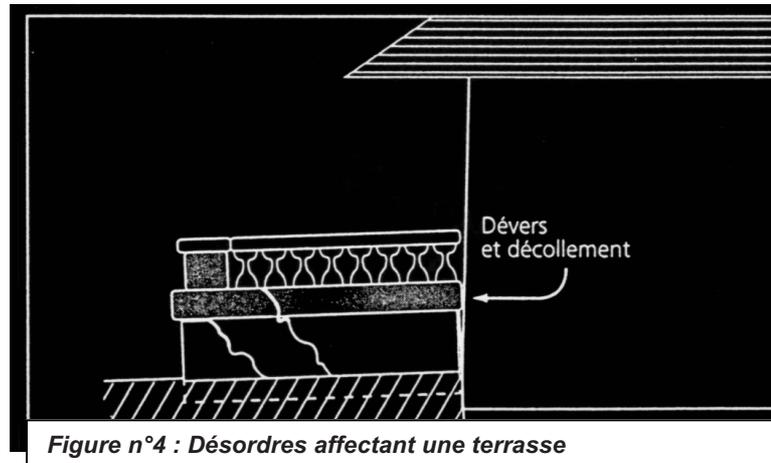


Figure n°3 : Désordres aux dallages extérieurs



Un terrain en pente introduit une série de dissymétries et constitue un facteur aggravant pour le comportement des fondations.

On constate souvent que, pour des constructions réalisées sur un terrain en pente, la paroi côté amont est fortement enterrée alors que la partie côté aval est peu ou pas du tout enterrée.

La base des fondations repose le plus souvent sur une cote uniforme. Même en supposant le sol homogène (ce qui est rarement le cas), les fondations amont seront plus enterrées et donc mieux protégées des variations de teneur en eau que les fondations aval.

L'altération est sensiblement parallèle à la pente et induit souvent une sensibilité plus importante aux variations de teneur en eau.

Un système de fondations horizontales portera donc, côté amont, sur des sols plus profonds par rapport au terrain naturel initial, donc moins altérés et remaniés que ceux qui sont rencontrés côté aval. Ceci aggrave le risque évoqué précédemment.

Même s'il n'existe pas de véritable nappe de versant, il peut se créer une circulation d'eau, au moins temporaire, dans la tranche superficielle (périodes pluvieuses). Le bâtiment jouant un rôle de barrage permettra aux sols amont de présenter une teneur en eau nettement plus élevée que les sols aval. Ceci reste vrai en présence d'un drain à moins que celui-ci ne soit assez éloigné de la fondation.

Les variations de teneur en eau saisonnières des terrains argileux sur une pente provoquent leur déplacement vers l'aval. C'est ce **phénomène de solifluxion** qui peut concerner une couche de l'ordre du mètre. La sécheresse ouvrant des fissures aggrave le phénomène. Ce problème concerne également les remblais argileux (Fig n°7).

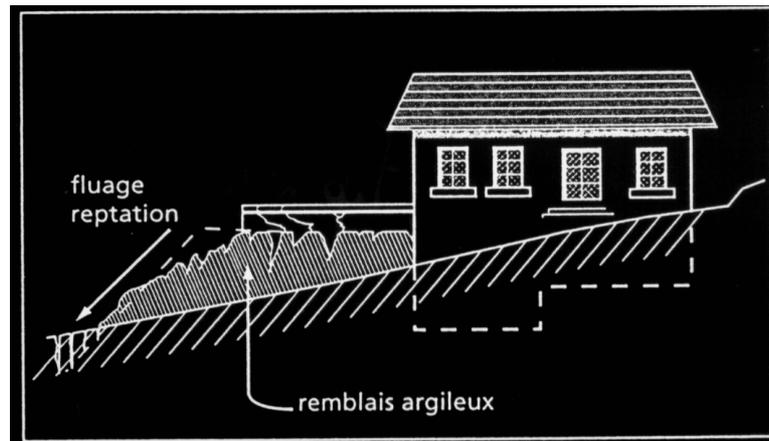


Figure n°7 : Aggravation par la sécheresse de désordres affectant un remblai argileux

Par ailleurs ; en période de sécheresse, la dessiccation des sols superficiels peut être aggravée par l'abaissement du niveau des nappes d'eaux souterraines, ou la disparition des circulations superficielles, dans les premiers mètres du terrain. Ce phénomène peut être accentué par une augmentation des prélèvements par pompage.

Selon le contexte hydrogéologique, ces effets peuvent être ressentis à des profondeurs variables :

- dans le cas d'une couche argileuse, surmontant des sables et graviers habituellement baignés dans la nappe, l'abaissement prolongé de celle-ci entraîne l'arrêt des remontées capillaires et une dessiccation à la base de l'argile ;
- dans le cas de couches argileuses situées entre des couches sableuses perméables habituellement saturées, la disparition prolongée des eaux souterraines circulant dans ces sables provoque la dessiccation et le retrait des argiles intercalées.

A contrario, certaines interventions ou circonstances, telles que arrosage, fuites de canalisations, obstruction de drains... peuvent réduire la dessiccation des sols et augmenter les apports d'eau, en aggravant éventuellement les déséquilibres hydriques, et donc les mouvements différentiels du sol, entre diverses parties des fondations d'un bâtiment.

➤ **Principales techniques de prévention**

Plusieurs techniques peuvent être mises en œuvre : renforcement ou adaptation des structures (fondation, chaînage), maîtrise des rejets d'eau (eaux usées, eaux pluviales, eaux de drainage) et de la végétation arborescente, protection isotherme des fondations.

III.2.2.2. Événements dommageables recensés

Sur la commune de Saint-Paul-de-Fenouillet, ce phénomène n'a pas été spécifiquement reconnu. Il convient cependant de maintenir une certaine vigilance (notamment vis-à-vis des projets nouveaux) sur ce phénomène qui peut être aggravé ou entretenu par la présence d'argiles qui réagissent en fonction de la teneur en eau des sols variant au gré des saisons sèches et humides.

III.2.3. Les chutes de pierres et/ou blocs

III.2.3.1. Survenance et déroulement

Les chutes de pierres et de blocs se rapportent à des éléments rocheux tombant sur la surface topographique. Ces éléments rocheux proviennent en général de zones rocheuses escarpées et fracturées ou de zones d'éboulis instables.

Ces chutes peuvent être provoquées par :

- des discontinuités physiques de la roche, les plus importantes étant les multiples fractures qui découpent les falaises et les affleurements rocheux
- une desquamation superficielle de la roche, résultat d'une altération chimique par les eaux météoriques
- une action mécanique telle que renversement d'arbres ou des ébranlements d'origine naturelle tels que les séismes, ou artificielle tels que les ébranlements ou les vibrations liés aux activités humaines (circulation d'automobile, minage,...)
- des processus thermiques tels que l'action du gel et du dégel, d'hydratation ou de déshydratation de joints inter-bancs.

Il est relativement aisé de déterminer les volumes des instabilités potentielles. Il est par contre plus difficile de définir la fréquence d'apparition des phénomènes.

Les trajectoires suivent grossièrement la ligne de plus grande pente et prennent la forme de rebonds et/ou de roulage.

Les valeurs atteintes par les masses et les vitesses peuvent représenter des énergies cinétiques importantes et donc un pouvoir destructeur important. Compte tenu de ce pouvoir destructeur, les biens et équipements seront soumis à un effort de poinçonnement pouvant entraîner, dans les cas extrêmes, leur ruine totale.

Les diverses instabilités rocheuses font l'objet d'une typologie et d'une classification mentionnées dans le tableau ci-après :

0	1 dm ³	1 m ³	10 ⁴ m ³	10 ⁶ m ³
pierres	blocs	éboulements	éboulements majeurs	écroulements catastrophiques

Les talus rocheux routiers de plus ou moins grande hauteur peuvent devenir, par suite de décaissement, des zones émettrices, particulièrement lors des épisodes pluvieux.

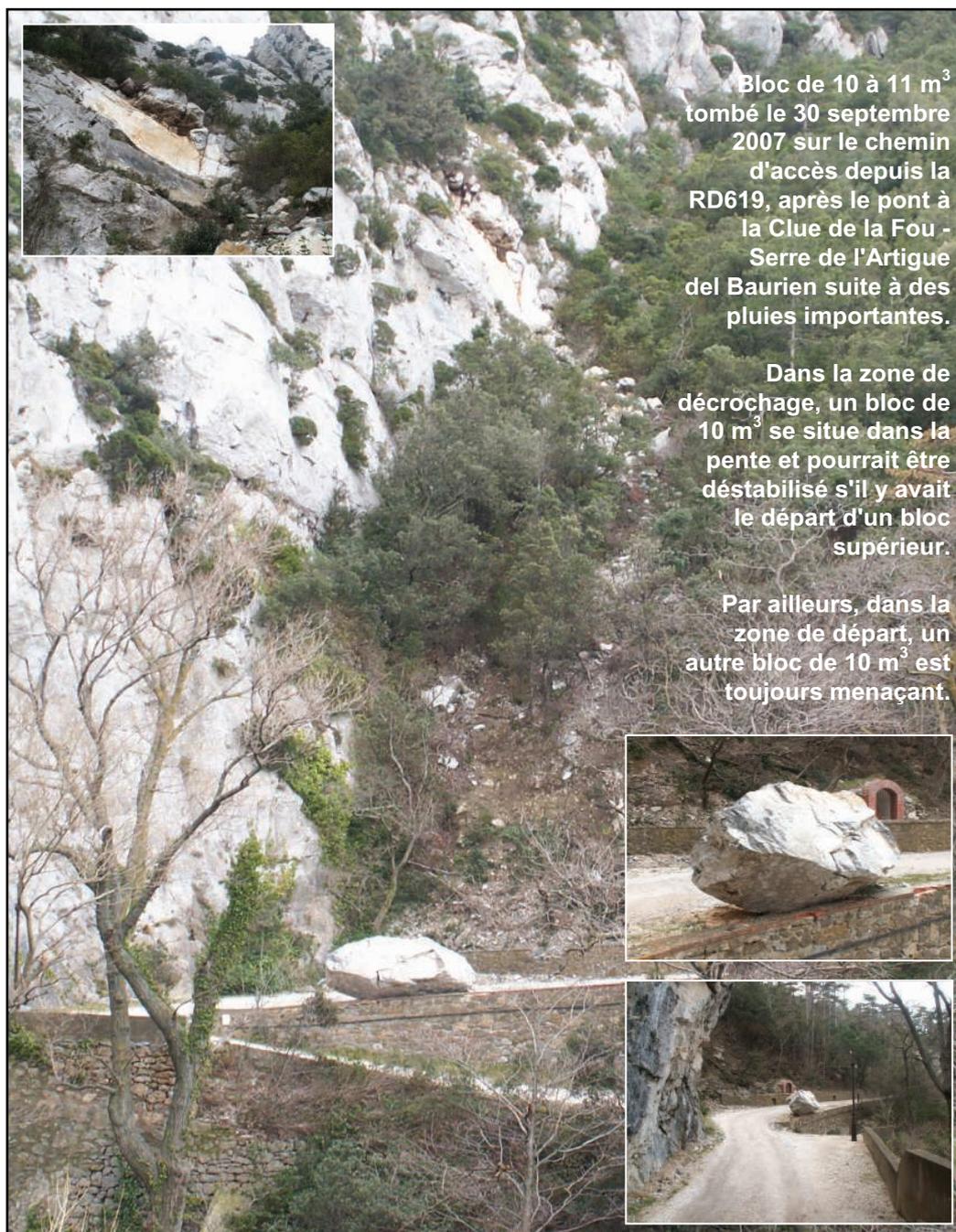
Le risque de chutes de blocs concerne aussi quelques secteurs dominés par des ressauts rocheux. En effet, les talus rocheux routiers de plus ou moins grande hauteur peuvent devenir, par suite de décaissement, des zones émettrices, particulièrement lors des épisodes pluvieux.

III.2.3.2. Evénements dommageables recensés

Le seul antécédent historique recensé ayant menacé la vie de personnes a eu lieu au le début des années 70. Il a concerné la maison en rive gauche de la confluence des deux rivières dans les gorges de la Fou. Un bloc d'un mètre cube environ s'est détaché des falaises surplombant la maison, a dévalé la pente, pénétré dans la propriété par le portail faisant face à la barrière rocheuse ouvert à ce moment là, et dévié sa course pour traverser la fenêtre avant de s'arrêter dans la cuisine de la personne habitant cette maison à cette époque et qui raconte cette histoire, M. Louis ABRAME.

Le risque de chute de bloc, même s'il existe seul, est d'autant plus présent sur le territoire de Saint-Paul-de-Fenouillet du fait du classement de la commune en zone de sismicité

modérée de niveau 3. En effet les séismes dans la zone sont à l'origine de départs de rochers. A l'occasion de la secousse sismique du 18.02.1996, plusieurs blocs sont tombés et se sont fractionnés de part et d'autre de la route RD 619, au niveau de la Clue de la Fou.



III.2.4. Les ravinements

III.2.4.1. Survenance et déroulement

Le ravinement est une forme d'érosion rapide et en surface des terrains sous l'action de précipitations abondantes. Plus exactement, cette érosion prend la forme d'une ablation des terrains par entraînement des particules de surface sous l'action du ruissellement.

On peut distinguer :

- le ravinement concentré, générateur de rigoles et de ravins,
- le ravinement généralisé lorsque l'ensemble des ravins se multiplie et se ramifie au point de couvrir la totalité d'un talus ou d'un versant.

Les vitesses d'écoulement sont fonction de la pente, de la teneur en eau, de la nature des matériaux et de la géométrie de la zone d'écoulement (écoulement canalisé ou zone d'étalement).

Les ravinements se développent sur les versants et coteaux au détriment de leurs terrains meubles affouillables lors des précipitations à caractères orageux. Constituant un vaste réservoir à matériaux, la mise à nu de sols fins accélère le processus.

Les fortes précipitations que connaît le département peuvent entraîner des ruissellements particulièrement importants. La topographie de la commune (montagnes, vallonnements) est propice à ce type de phénomène. Les ruissellements provoquent généralement un lessivage important du sol qui peut rapidement évoluer en ravinement (érosion intense), notamment lorsque les écoulements se concentrent dans une combe, sur un chemin, etc... Certains écoulements peuvent se développer sur des surfaces importantes (ruissellement plus ou moins diffus), notamment lorsqu'il n'y a pas de chenal suffisamment marqué (combe, talweg, chemin, ...), susceptible de les collecter. Un certain nombre de ces écoulements est sans exutoire, ce qui peut entraîner des engravements plus ou moins importants, voire la formation de cônes de déjection, s'il y a érosion à l'amont.

Les pentes, l'imperméabilité des terrains, la topographie, la nature du sol, l'occupation du sol, l'intensité des précipitations, etc. agissent sur l'ampleur de ce phénomène. Les terrains meubles (du type formation Pliocène, couches d'altération, ...) sont notamment particulièrement érodables et les sols dénudés favorisent les écoulements et l'érosion, alors que la végétation joue un rôle protecteur (fixation des sols).

Les ravinements restent des phénomènes difficilement localisables et assez imprévisibles du fait des nombreux facteurs qui interviennent dans leur déroulement. Leur intensité peut varier considérablement dans le temps en fonction des modifications des types d'occupation des sols et des aménagements réalisés :

- Certaines pratiques agricoles contribuent notamment à augmenter les coefficients de ruissellement et à accélérer les processus d'érosion des sols du fait des surfaces de terrain dénudé qu'elles nécessitent (exemple vignobles).
- Les zones touchées par des incendies deviennent également très exposées à ce type de phénomène du fait de la disparition de la couverture végétale.
- Le développement de zones urbanisées génère d'importants rejets supplémentaires d'eau pluviale dans le milieu naturel.
- Le tracé de nouvelles pistes peut modifier les réseaux d'écoulements naturels.

Dans les zones où se produit le ravinement, les biens et équipements pourront être sous-cavés ce qui peut entraîner leur ruine complète, et/ou engravés par des matériaux en provenance de l'amont. En contrebas, dans les zones de transit ou de dépôt des matériaux, le phénomène peut prendre la forme de coulées boueuses.

Les biens et équipements exposés subiront alors une poussée dynamique sur les façades directement exposées à l'écoulement mais aussi à un moindre degré à une pression sur les façades situées dans le plan d'écoulement. Ces façades pourront également subir des efforts de poinçonnement (effet du transport solide). Par ailleurs les ouvrages pourront être envahis et/ou ensevelis par ces coulées. Toutes ces contraintes peuvent entraîner la ruine des ouvrages.

III.2.4.2. Evénements dommageables recensés

Présents de manière diffuse mais générale sur l'ensemble du territoire communal à cause des pentes (aussi faibles soient elles), de la nature assez argileuse des terres et des très fortes précipitations, ces phénomènes prennent de l'ampleur dès que la couverture végétale ne peut plus jouer un rôle de protection.

Compte-tenu de la morphologie de la commune et du fait du grand nombre de facteurs aléatoires intervenant dans ce type de phénomène, il convient de considérer l'ensemble du territoire comme exposé à des ruissellements.

De fortes précipitations constituent un bon révélateur pour ce type d'aléa.

- **Dans les zones cultivées**, compte tenu de la nature des sols et de l'occupation agricoles des terrains, les fortes pluies entraînent systématiquement du ruissellement superficiel, lequel avec les pentes des versants et les longueurs de champs devient source d'érosion :
 - mobilisation des particules de terre
 - entraînement en nappe, avec dépôts des fines, si le relief s'aplanit
 - ou au contraire creusement de ravine, si la pente persiste ou s'accentue.

Ce processus entraîne 2 types de dommages :

- une perte en "capital terre" de l'espace agricole
 - une augmentation du volume des crues (transport de solides en plus du volume liquide) et majoration des effets de crues (densité, boues, dépôts en plaine)
- **Sur les zones urbanisées**, les dégâts liés au ravinement ont rarement été causés par une érosion directe, mais plutôt par des dépôts de graves ou de limons arrachés sur les terrains cultivés en amont.

En effet, contrairement à l'échelle EMS 98 qui est une échelle avec une limite inférieure et une limite supérieure, la magnitude est une mesure physique, sans bornes (elle peut être négative).

La magnitude mesure l'énergie d'un séisme et est définie par le logarithme de l'amplitude de l'onde sismique inscrite sur un sismographe étalonné compte tenu de sa distance à l'épicentre (pour une amplitude de 1 μ m et une distance du sismographe à l'épicentre de 100 km, la magnitude est de 1). Une autre précision: d'un degré à l'autre sur l'échelle de Richter, l'énergie d'un séisme est environ 30 fois supérieure.

Il n'est donc pas tout à fait juste de faire correspondre dans le tableau ci-après un niveau d'intensité de l'échelle EMS à une valeur de magnitude. **La profondeur du foyer, la distance au foyer et la nature des biens en surface jouent un rôle prépondérant.** Ainsi ce n'est pas parce que la magnitude est élevée qu'on aura forcément une valeur d'intensité élevée, c'est-à-dire des dégâts importants.

Intensité Echelle EMS 98*	Secousse	Observations : effets sur les personnes, sur les objets et dommages aux constructions	Magnitude Echelle de Richter†
I	Imperceptible	La secousse n'est pas perçue par les personnes, même dans l'environnement le plus favorable. Pas d'effets, pas de dommages.	1,5
II	A peine ressentie	Les vibrations ne sont ressenties que par quelques individus au repos (<1%) dans leur habitation, plus particulièrement dans les étages supérieurs des bâtiments. Pas d'effets, pas de dommages.	2,5
III	Faible	L'intensité de la secousse n'est ressentie que par quelques personnes à l'intérieur des constructions. Léger balancement des objets suspendus. Pas de dommages.	
IV	Ressentie par beaucoup	Le séisme est ressentie à l'intérieur des constructions par quelques personnes, mais très peu le perçoivent à l'extérieur. Certains dormeurs sont réveillés. Le niveau des vibrations n'est pas effrayant et reste modéré. Les fenêtres, les portes, et les assiettes tremblent. Les objets suspendus se balancent. Les meubles légers tremblent visiblement dans certain cas. Quelques craquements du bois. Pas de dommages.	3,5
V	Forte	Le séisme est ressenti à l'intérieur des constructions par la plupart et par quelques personnes à l'extérieur. Certaines personnes sont effrayés et partent en courant. De nombreux dormeurs s'éveillent. Les observateurs ressentent une forte vibration ou roulement de tout l'édifice, de la pièce ou des meubles. Les objets suspendus sont animés d'un large balancement. Les assiettes et les verres s'entrechoquent. Les objets en position instable tombent. Les portes et les fenêtres battent avec violence ou claquent. Dans quelques cas les vitres se cassent. Les liquides oscillent et peuvent déborder des réservoirs pleins. Peu de dommages non structurels aux bâtiments en maçonnerie.	3,5
VI	Légers dommages	Le séisme est ressentie par la plupart des personnes à l'intérieur et par beaucoup à l'extérieur. Certaines personnes perdent leur équilibre. De nombreuses personnes sont effrayées et se précipitent vers l'extérieur. Les objets de petite taille tombent et les meubles peuvent se déplacer. Quelques exemples de bris d'assiettes et de verres. Les animaux domestiques peuvent être effrayés. Légers dommages non structurels sur la plupart des constructions ordinaires : fissurations fines des plâtres ; chutes de petits débris de plâtre.	4,5

* Echelle des dégâts en surface (effets d'un séisme basé sur l'analyse des réactions humaines et des dégâts aux bâtiments)

† Echelle de l'énergie d'un séisme à son foyer (cf. Remarque sous le tableau). Il s'agit en fait ici d'une mise en correspondance des effets pour une énergie donnée (arrivant en surface)

Intensité Echelle EMS 98*	Secousse	Observations : effets sur les personnes, sur les objets et dommages aux constructions	Magnitude Echelle de Richter†
VII	Dommages significatifs	La plupart des personnes sont effrayées et se précipitent dehors. Beaucoup ont du mal à tenir debout, en particulier dans les étages supérieurs. Le mobilier est renversé et les objets suspendus tombent en grand nombre. L'eau gicle hors des réservoirs, des bidons et des piscines. Beaucoup de bâtiments ordinaires sont modérément endommagés : petites fissures dans les murs, chutes de plâtres, de parties de cheminées. Les bâtiments les plus vieux peuvent montrer de larges fissures dans les murs et les murs de remplissage peuvent être détruits.	5,5
VIII	Dommages importants	Beaucoup de personnes ont du mal à rester debout, même au dehors. Dans certains cas, le mobilier se renverse. Des objets tels que les télévisions, les ordinateurs, etc. peuvent tomber sur le sol. Les stèles funéraires peuvent être déplacées, déformées ou retournées. Des ondulations peuvent être observées sur les sols très mous. De nombreuses constructions subissent des dommages : chutes de cheminées, lézardes larges et profondes dans les murs. Quelques bâtiments ordinaires bien construits montrent des destructions sérieuses dans les murs, cependant que des structures plus anciennes et légères peuvent s'effondrer.	6,0
IX	Destructive	Panique générale, les personnes peuvent être précipitées avec force sur le sol. Les monuments et les statues se déplacent ou tournent sur eux-mêmes. Des ondulations sont observées sur les sols mous. Beaucoup de bâtiments légers s'effondrent en partie, quelques-uns entièrement. Même les bâtiments ordinaires bien construits montrent de très lourds dommages : destructions sévères dans les murs ou destruction structurelle partielle.	7,0
X	Très destructive	Beaucoup de bâtiment ordinaires bien construits s'effondrent.	
XI	Dévastatrice	La plupart des bâtiments ordinaires bien construits s'effondrent, même certains parmi ceux de bonne conception parasismique.	8,0
XII	Complètement dévastatrice	Pratiquement toutes les structures au-dessus et au-dessous du sol sont gravement endommagées ou détruites. Les effets ont atteint le maximum de ce qui est imaginable.	8,5

► Chronique de la sismicité régionale :

Elle est connue grâce à une compilation des textes historiques, rassemblée dans l'ouvrage‡ de J. VOGT "Les tremblements de terre en France" qui mentionne le très violent séisme du 2 février 1428 auquel est attribué l'intensité VIII à Céret (magnitude estimée de 5.5 sur l'échelle de Richter) et les nombreux dommages dont la ruine du clocher de Saint-Martin du Canigou. Ce séisme est le plus violent de la séquence ressentie dans cette région pendant la période 1421-1433 où la CATALOGNE fut le siège d'une activité sismique intense. L'épicentre, tel qu'il a été déterminé était situé dans une zone qui s'étend de Puigcerda à Besalu en Catalogne espagnole.

Pour information, des tableaux en annexe exposent les événements sismiques marquants intervenus depuis le début du siècle jusqu'en 1984 et perçus dans la commune ou le département des Pyrénées-Orientales.

Pour la seule année 1994, pas moins de 26 secousses sismiques de magnitude comprise entre 1,5 et 2,8 sur l'échelle de Richter ont été enregistrées dans le département des Pyrénées-Orientales. Les secousses récentes, les plus marquantes ont été celles du :

* Echelle des dégâts en surface (effets d'un séisme basé sur l'analyse des réactions humaines et des dégâts aux bâtiments)

† Echelle de l'énergie d'un séisme à son foyer (cf. Remarque sous le tableau). Il s'agit en fait ici d'une mise en correspondance des effets pour une énergie donnée (arrivant en surface)

‡ Autres références :

- « Le risque sismique dans les Pyrénées-Orientales » 1995 ; MM. Broucker, Chotard, Comes, Oudot de Dainville.
- « Mille ans de séismes en France » des organismes BRGM, EDF, IPSN patronné par l'AFPS
- Rapport du professeur JP. ROTHE
- « Monographie de terratremols de la région catalane » de O. MENGEL

- 30.06.89, St Paul de Fenouillet, 2,6 Ech. de Richter,
- 16 et 17.09.89, Mont-Louis, 2,3 et 2,4 Ech. de Richter,
- 19.03.92, Ripoll perçu à Osséja, 4,5 Ech. de Richter,
- 08.10.93, Puigmal Bourg-Madame, 3,3 Ech. de Richter,
- 13.10.93, Cerdagne, 2,7 Ech. de Richter,
- 18 février 1996, Saint-Paul de Fenouillet, 5,6 Ech. de Richter.

III.3.1.1. Evénements dommageables recensés

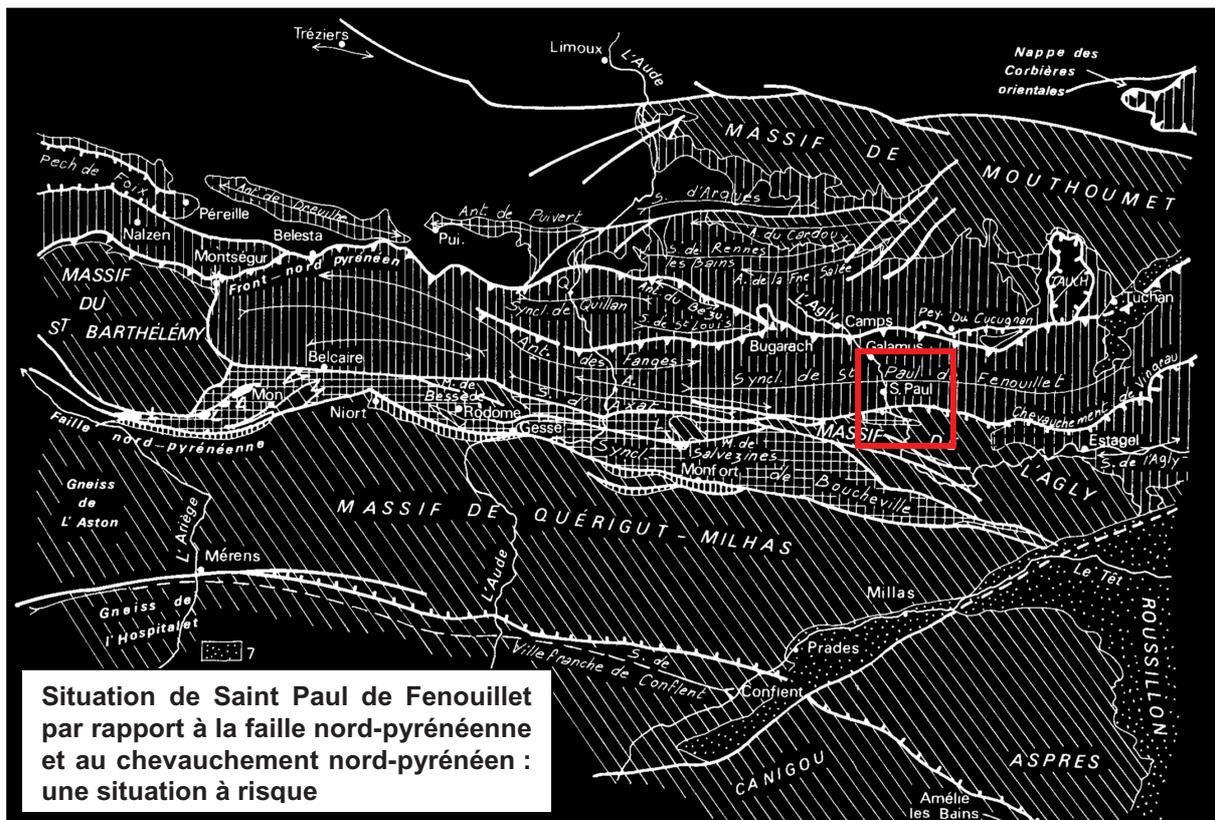
En 1922 (le 23 septembre), il a été ressenti à Saint-Paul-de-Fenouillet une secousse sismique, de magnitude 4,6, pour un foyer estimé à moins de 5 km de profondeur.

Mais le 18.02.1996, il a été vécu un séisme de magnitude mesurée égale à 5.6 sur l'échelle de Richter. Les dégâts matériels ont été nombreux : plus de 350 imprimés relatifs à des effets visibles et des conséquences (fissures, lézardes, chutes de plâtres et de plafond, bris d'objets, de matériels et de bibelots...) ont été transmis à la Préfecture. Un arrêté de reconnaissance de catastrophe naturel a été pris le 10.04.1996 par le Ministère de l'Intérieur. Il n'y a eu toutefois ni effondrements de bâtiments, ni victime.

Cet événement a fait l'objet d'un arrêté CAT NAT :

ALEAS	Début CAT NAT	Fin CAT NAT	ARRETE	JO
Séisme	18/02/1996	18/02/1996	03/04/1996	17/04/1996

D'autres secousses récentes ont également affecté les Fenouillèdes, les 16.12.96 (magnitude 3,8) et le 05.06.97 (magnitude 3,9)



III.4. Carte informative de localisation des phénomènes naturels prévisibles (hors séismes et feux de forêt)

Sur un extrait de la carte IGN, feuille de Saint-Paul-de-Fenouillet 2348 EST au 1/10 000 sont représentés :

- d'une part, les événements qui se sont produits d'une façon certaine,
- d'autre part, les événements supposés, anciens ou potentiels, déterminés par photo-interprétation et prospection de terrain, ou ceux mentionnés par des témoignages non recoupés ou contradictoires.

La carte des phénomènes naturels a pour vocation d'informer et de sensibiliser les élus et la population. C'est une carte descriptive des phénomènes observés et historiques. Elle restitue la manifestation des phénomènes significatifs c'est-à-dire leur type et leur extension.

Cette carte résulte d'une exploitation minutieuse de toutes les informations disponibles sous formes d'archives, d'études générales ou ponctuelles, de rapports, de dossiers techniques, de cartes, d'iconographies, de photos aériennes, mais aussi d'une approche géomorphologique du site et d'une enquête auprès de la population et des élus afin de réactiver la mémoire collective.

L'étude consiste à dresser un inventaire aussi complet que possible des événements passés, afin d'évaluer la fréquence des phénomènes et la sensibilité des secteurs géographiques concernés, et de déterminer les éléments naturels ou anthropiques ayant pu jouer un rôle dans le déclenchement, la réduction ou l'aggravation du phénomène.

