



*Liberté • Égalité • Fraternité*  
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

PREFECTURE DES ALPES-MARITIMES

1

# COMMUNE DE SAORGE

## PLAN DE PREVENTION DES RISQUES NATURELS PREVISIBLES RELATIF AUX MOUVEMENTS DE TERRAIN, AUX CRUES TORRENTIELLES ET AUX PHENOMENES AVALANCHEUX

### RAPPORT DE PRESENTATION

*Pour le Préfet,  
Le Secrétaire Général*  
DRM-D 311

**Gérard GAVORY**

JANVIER 2013

PRESCRIPTION DU PPR : arrêté du 20 MARS 2008 modifié par l'arrêté du 14 JUIN 2010

DELIBERATION DU CONSEIL MUNICIPAL : 12 Juillet 2012

ENQUETE DU : 3 Août 2012 AU : 3 Septembre 2012

APPROBATION DU PPR : **25 FEV. 2013**

DIRECTION DEPARTEMENTALE DES TERRITOIRES  
ET DE LA MER

SERVICE EAU – RISQUES





## Sommaire

1. OBJET ET LIMITES DE L'ÉTUDE.....	5
1.1. Réglementation.....	5
1.2. Objet du P.P.R.....	6
1.3. Limite de l'étude.....	7
2. PRÉSENTATION DE LA COMMUNE.....	10
2.1. Situation géographique.....	10
2.2. Histoire et démographie.....	11
2.3. Contexte hydrographique.....	12
2.4. Contexte géologique.....	12
3. PRÉSENTATION DES DOCUMENTS D'EXPERTISE.....	15
3.1. Définition des phénomènes naturels pris en compte.....	15
3.1.1. Le ruissellement de versant et le ravinement.....	15
3.1.2. Les chutes de pierres et/ou de blocs.....	15
3.1.3. Les glissements de terrain.....	16
3.1.4. Les crues des torrents et rivières torrentielles.....	16
3.1.5. Les avalanches.....	17
3.2. La carte informative sur les phénomènes naturels.....	17
3.3. Liste des phénomènes historiques répertoriés sur la commune.....	18
3.3.1. Le ruissellement de versant et le ravinement.....	18
3.3.2. Les chutes de pierres et de blocs.....	19
3.3.3. Les glissements de terrain.....	23
3.3.4. Les crues des torrents et rivières torrentielles.....	26
3.3.5. Les avalanches.....	26
3.4. La carte des aléas.....	27
3.4.1. Définition de l'aléa.....	27
3.4.2. Définition de la carte des aléas.....	28
3.5. La carte des aléas de mouvements de terrain.....	28
3.5.1. L'aléa ravinement et ruissellement sur versant.....	29
3.5.2. L'aléa chutes de pierres.....	29
3.5.3. L'aléa glissements de terrain.....	31
3.5.4. Les niveaux de protection.....	32
3.5.5. L'aptitude à l'aménagement.....	32
3.6. La carte des aléas des crues des torrents et rivières torrentielles.....	34
3.7. La carte des aléas des phénomènes avalancheux.....	35
4. LES ENJEUX VULNÉRABLES ET LES PROTECTIONS RÉALISÉES.....	37
4.1. Etude par secteur des phénomènes de mouvements de terrain :.....	37
4.1.1. Le village de Saorge.....	37
4.1.2. Le lieu-dit Cayrosina.....	39
4.1.3. Le hameau de Maurion.....	41
4.1.4. La Haute vallée du Cairos.....	42
4.1.5. La vallée de la Roya.....	42

## Rapport de présentation

---

4.2. Etude par secteurs des phénomènes de crues torrentielles :.....	43
4.2.1. Le torrent de Bendola.....	43
4.2.2. Le torrent du Cairos.....	44
4.2.3. Les affluents du torrent du Cairos.....	46
4.3. Etude par secteurs des phénomènes avalancheux :.....	47
4.3.1. Secteur du ravin de Romeghère.....	47
4.3.2. Secteur du ravin de la Cabane Longue.....	49
4.3.3. Secteur des Granges de Fromagine.....	51
5. LE RÈGLEMENT ET LE ZONAGE RÉGLEMENTAIRE.....	53
5.1. Présentation du règlement et du zonage réglementaire.....	53
5.2. Justification du règlement et du zonage réglementaire.....	53
5.3. La réglementation sismique.....	55
6. ANNEXES.....	56
7. BIBLIOGRAPHIE.....	90

# 1. OBJET ET LIMITES DE L'ÉTUDE

## 1.1. Réglementation

L'article L 562-1 du code de l'environnement dispose : « *L'Etat élabore et met en application des plans de prévention des risques naturels (P.P.R.N.) prévisibles tels que les inondations, les mouvements de terrain, les avalanches, les incendies de forêt, les séismes, les éruptions volcaniques, les tempêtes ou les cyclones* ».

Le mécanisme d'indemnisation des victimes des catastrophes naturelles est régi par la loi n°82-600 du 13 juillet 1982. Les contrats d'assurance garantissent les assurés contre les effets des catastrophes naturelles, cette garantie étant couverte par une cotisation additionnelle à l'ensemble des contrats d'assurance dommage et à leurs extensions couvrant les pertes d'exploitation.

En contrepartie, et pour la mise en œuvre de ces garanties, les assurés exposés à un risque ont à respecter certaines règles de prescription fixées par les P.P.R., leur non-respect pouvant entraîner une suspension de la garantie-dommages ou une atténuation de ses effets (augmentation de la franchise).

Les P.P.R. traduisent l'exposition aux risques de la commune dans l'état actuel et sont susceptibles d'être modifiés si cette exposition devait être sensiblement modifiée à la suite de travaux de prévention de grande envergure.

Les P.P.R. ont pour objectif une meilleure protection des biens et des personnes, et une limitation du coût pour la collectivité de l'indemnisation systématique des dégâts engendrés par les phénomènes.

La loi n°2003-699 du 30 juillet 2003 relative à la prévention des risques technologiques et naturels et à la réparation des dommages dispose dans son article 40 que « *Dans les communes sur le territoire desquelles a été prescrit ou approuvé un plan de prévention des risques naturels prévisibles, le maire informe la population au moins une fois tous les deux ans, par des réunions publiques communales ou tout autre moyen approprié, sur les caractéristiques du ou des risques naturels connus dans la commune, les mesures de prévention et de sauvegarde possibles, les dispositions du plan, les modalités d'alerte, l'organisation des secours, les mesures prises par la commune pour gérer le risque, ainsi que sur les garanties prévues à l'article L. 125-1 du code des assurances. Cette information est délivrée avec l'assistance des services de l'Etat compétents, à partir des éléments portés à la connaissance du maire par le représentant de l'Etat dans le département, lorsqu'elle est notamment relative aux mesures prises en application de la loi n° 87-565 du 22 juillet 1987 relative à l'organisation de la sécurité civile, à la protection de la forêt contre l'incendie et à la prévention des risques majeurs et ne porte pas sur les mesures mises en oeuvre par le maire en application de l'article L. 2212-2 du code général des collectivités territoriales.* »

Le décret n° 2005-233 du 14 mars 2005 fixe les conditions d'application de l'article L. 563-3 du code de l'environnement. « *Dans les zones exposées au risque d'inondations, le maire, avec l'assistance des services de l'Etat compétents, procède à l'inventaire des repères de crues existant sur le territoire communal et établit les repères correspondant aux crues historiques, aux nouvelles crues exceptionnelles ou aux submersions marines. La*

*commune ou le groupement de collectivités territoriales compétent, matérialisent, entretiennent et protègent ces repères. »*

*La loi n° 2004-811 du 13 août 2004 relative à la modernisation de la loi sur la sécurité civile dispose dans son article 13 que « Le plan communal de sauvegarde regroupe l'ensemble des documents de compétence communale contribuant à l'information préventive et à la protection de la population. Il détermine, en fonction des risques connus, les mesures immédiates de sauvegarde et de protection des personnes, fixe l'organisation nécessaire à la diffusion de l'alerte et des consignes de sécurité, recense les moyens disponibles et définit la mise en oeuvre des mesures d'accompagnement et de soutien de la population. Il peut désigner l'adjoint au maire ou le conseiller municipal chargé des questions de sécurité civile. Il doit être compatible avec les plans d'organisation des secours arrêtés en application des dispositions de l'article 14.*

***Il est obligatoire dans les communes dotées d'un plan de prévention des risques naturels prévisibles approuvé ou comprises dans le champ d'application d'un plan particulier d'intervention.***

*Le plan communal de sauvegarde est arrêté par le maire de la commune et pour Paris par le préfet de police. ... La mise en oeuvre du plan communal ou intercommunal de sauvegarde relève de chaque maire sur le territoire de sa commune. Un décret en Conseil d'Etat précise le contenu du plan communal ou intercommunal de sauvegarde et détermine les modalités de son élaboration. »*

*La loi n°2010-788 du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement, dite « loi Grenelle 2 », prévoit dans son article 222 la création d'une procédure de « modification » des PPR approuvés. Cette procédure est définie par le décret n°2011-765 du 28 juin 2011 relatif à la procédure d'élaboration, de révision et de modification des plans de prévention des risques naturels prévisibles et codifié aux articles R.562-10-1 et R.562-10-2 du code de l'environnement.*

## **1.2. Objet du P.P.R.**

Les P.P.R. ont pour objet en tant que de besoin :

- 1° - de délimiter les zones exposées aux risques en tenant compte de la nature et de l'intensité du risque encouru, d'y interdire tout type de construction, d'ouvrage, d'aménagement ou d'exploitation agricole, forestière, artisanale, commerciale ou industrielle ou, dans le cas où des constructions, ouvrages, aménagements ou exploitations agricoles, forestières, artisanales, commerciales ou industrielles pourraient y être autorisés, prescrire les conditions dans lesquelles ils doivent être réalisés, utilisés ou exploités ;*
- 2° - de délimiter les zones qui ne sont pas directement exposées aux risques mais où des constructions, des ouvrages, des aménagements ou des exploitations agricoles, forestières, artisanales, commerciales ou industrielles pourraient aggraver des risques ou en provoquer de nouveaux et y prévoir des mesures d'interdiction ou de prescription telles que prévues au 1° ;*
- 3° - de définir les mesures de prévention, de protection et de sauvegarde qui doivent être prises, dans les zones mentionnées au 1° et au 2°, par les collectivités publiques dans le cadre de leur compétence, ainsi que celles qui peuvent incomber aux particuliers ;*

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

Après avis du conseil municipal, suivi d'une enquête publique, le plan de prévention des risques naturels prévisibles (P.P.R.) est approuvé par arrêté préfectoral. Le P.P.R. vaut servitude d'utilité publique et il est opposable à toute forme d'occupation ou d'utilisation du sol conformément à l'article L. 126-1 du Code de l'urbanisme.

S'il y a lieu, les zones de risques naturels apparaissent dans les documents graphiques des documents d'urbanisme conformément à l'article R. 123-11 du Code de l'urbanisme.

Les articles R 562-1 et R 562-2 du code de l'environnement définissent les modalités de prescription des PPRN.

Les articles R 562-3 et R 562-4 du code de l'environnement définissent le contenu des PPRN.

Les articles R 562-7, R 562-8, R 562-9 et R 562-10 du code de l'environnement définissent les modalités d'approbation et de révision des PPRN.

### **1.3. Limite de l'étude**

La prescription du PPRN résulte de l'identification de la commune de SAORGE, par les arrêtés préfectoraux du 9 mars 1994 et du 2 octobre 2007, comme exposée aux risques de mouvements de terrain et de crues torrentielles-inondations, ainsi que du retour d'expériences sur les événements passés concernant les aléas recensés sur la commune. Ces événements sont référencés sur la carte informative des phénomènes naturels annexée au PPRN.

C'est pourquoi un arrêté préfectoral datant du 20 mars 2008 prescrit l'élaboration du PPR mouvements de terrain et inondations. Cet arrêté a été modifié par l'arrêté préfectoral du 14 juin 2010 pour prendre en compte le risque d'avalanches.

En outre, compte-tenu de ce retour d'expériences, la priorité de l'étude s'est portée sur une partie du territoire de la commune recouvrant les secteurs urbanisés délimités par le contexte naturel (relief, entités géologiques et hydrologiques homogènes).

La commune de SAORGE ne possède pas, à ce jour, de carte réglementaire des risques naturels valant PPRN.

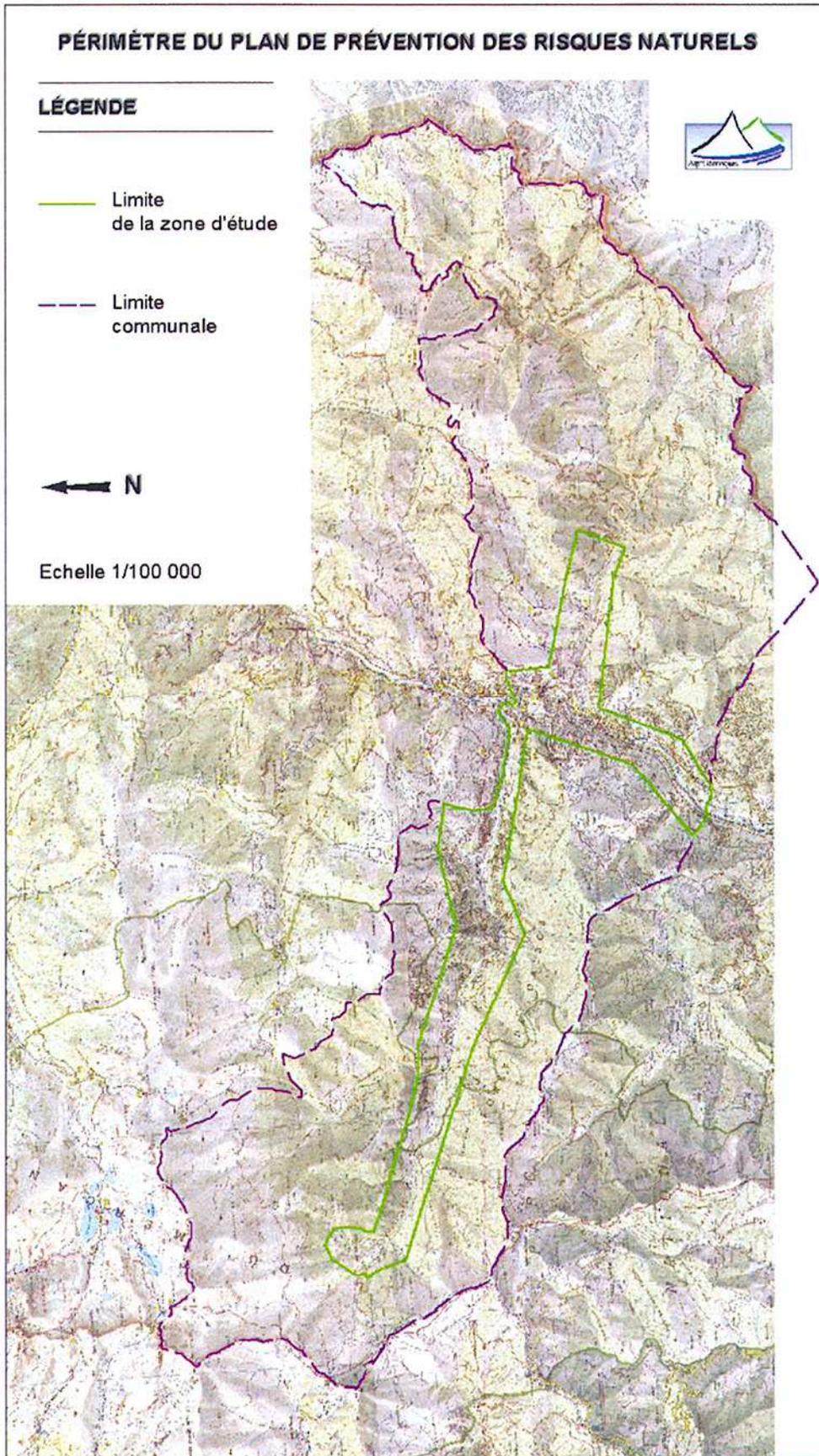
La zone d'étude du PPRN couvre les trois principales vallées de la commune : vallée de la ROYA avec extension jusqu'au village de SAORGE, vallon de BENDOLA jusqu'au PONT DE CASTOU et vallée du CAIROS jusqu'aux GRANGES DE FROMAGINE (Parc du MERCANTOUR).

La définition technique des différents phénomènes naturels existant sur la commune constitue le premier acte de la procédure. Ces phénomènes sont :

- le ruissellement sur versant et le ravinement ;
- les chutes de pierres et de blocs ;
- les glissements de terrain ;
- les crues des torrents et rivières torrentielles à l'exception de la ROYA ;
- les avalanches.

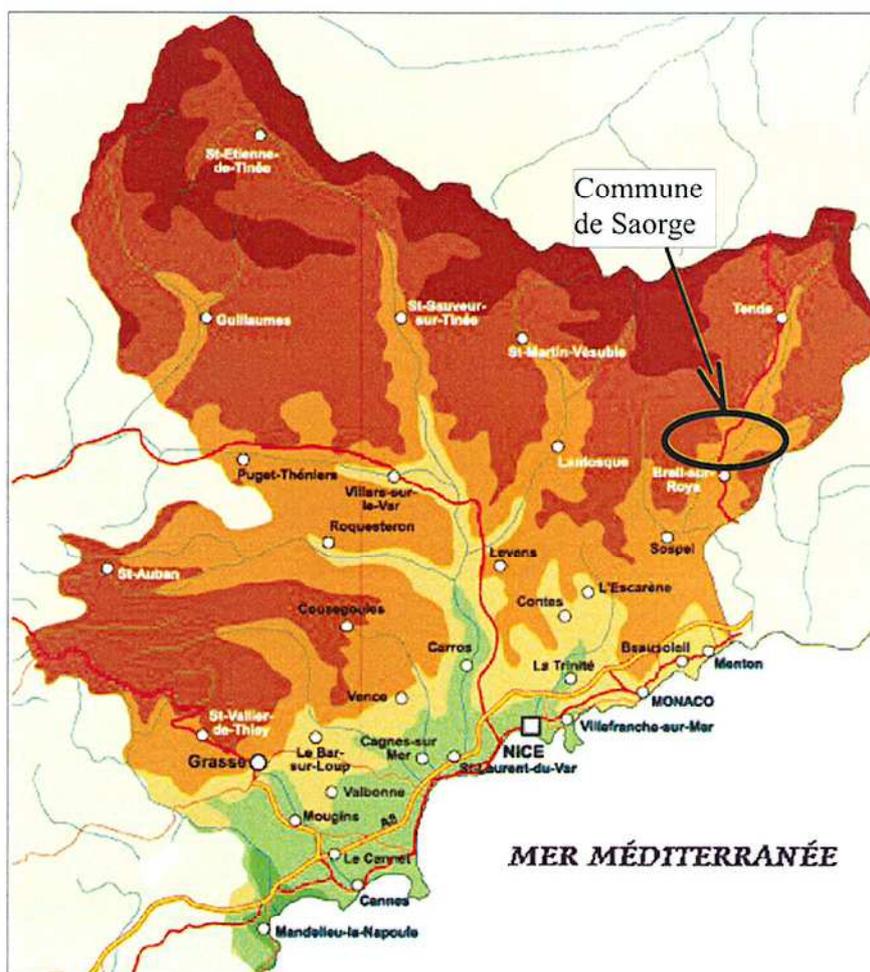
Le dossier comprend les pièces suivantes :

- **le rapport de présentation** avec, en annexe, la carte informative des phénomènes naturels connus (tirés des archives ou observés), présentée sur un fond topographique à l'échelle 1/10 000 ;
- **les cartes de qualification des aléas** de la commune présentées sur fond topographique à l'échelle 1/10 000 ;
- **le zonage réglementaire** présenté sur fond topographique à l'échelle 1/10 000, avec un zoom au 1/5000 sur fond cadastral centré sur les zones à enjeux ; au sein du périmètre, le zonage au 1/5000, plus précis, prévaut sur celui au 1/10 000 .
- **le règlement**, qui définit les interdictions ou les prescriptions à mettre en œuvre sur les parcelles intéressées en fonction de leur exposition et de la nature des phénomènes naturels auxquels elles sont soumises.



## 2. PRÉSENTATION DE LA COMMUNE

### 2.1. Situation géographique



La commune de SAORGE est située dans la partie est du département des ALPES-MARITIMES, à une quarantaine de kilomètres au Nord-Est de NICE. Accolé à la frontière franco-Italienne à l'Est, son territoire entièrement montagneux occupe une partie de la vallée de la ROYA (centre de la commune) et s'étend dans les vallons du CAIROS à l'Ouest et de BENDOLA à l'Est. Il couvre une superficie totale de 8678 hectares (86,78 km<sup>2</sup>). Ses altitudes s'étagent entre 300 mètres dans le lit de la ROYA (extrémité sud de la commune) et 2685 mètres à la CIME DU DIABLE (sommets du bassin versant du vallon du CAIROS). La commune se caractérise par un relief très marqué, voire très escarpé. Les pentes des versants sont globalement fortes et de nombreuses falaises imposantes dominent ses vallées étroites.

La commune de SAORGE est traversée par la RD6204 qui emprunte la vallée de la ROYA en reliant le col de TENDE au littoral méditerranéen, via la ROYA ITALIENNE. Cette route

constitue l'unique accès routier à la commune. La RD40 se greffe à elle à l'amont du village de SAORGE pour desservir le vallon du CAIROS.

Deux dessertes ferroviaires en provenance de NICE, VINTIMILLE et CUNÉO (lignes commerciales NICE - CUNÉO et VINTIMILLE - CUNÉO via TENDE) secondent la RD6204.

Le village perché de SAORGE (510 mètres d'altitude) regroupe l'essentiel de l'habitat communal. Organisé en forme d'amphithéâtre autour d'un éperon rocheux, il surplombe la ROYA en regardant vers deux directions. Sa partie sud donne ainsi sur les GORGES DE SAORGE et sa partie nord est en vis-à-vis avec le vallon du CAIROS. Son bâti agrippé à la pente est composé de maisons hautes de quelques étages.

Le village est desservi par la RD38 depuis FONTAN (accès nord) et par le chemin des CHÂTAIGNIERS depuis les GORGES DE SAORGE (accès sud). Il est parcouru par un dédale de ruelles piétonnières ponctuées de passages voûtés, ses deux accès routiers ne se rejoignant pas.

Deux hameaux complètent l'habitat dans le vallon du CAIROS. Il s'agit des hameaux de CAYROSINA et de MAURION situés dans la partie aval du vallon du CAIROS. Ils se composent de petits pavillons, dont certains ne sont occupés qu'en période estivale.

On note enfin de nombreuses constructions isolées disséminées sur le territoire communal. Quelques villas se sont ainsi construites dans la vallée de la ROYA et dans la partie aval du vallon du CAIROS. Mais l'essentiel de ce bâti correspond à d'anciennes bergeries ou à de vieux bâtiments réhabilités en habitation ou en maison de vacances. Les vallées du CAIROS et de BENDOLA en accueillent un grand nombre.

La commune revêt un caractère fortement rural. Son aspect naturel associé à la présence du Parc du MERCANTOUR et à son passé Néolithique en font une destination touristique appréciée des randonneurs. La vallée de la ROYA tire donc une partie de ses revenus de la fréquentation touristique, à laquelle vient s'ajouter un réseau local de petits commerçants et d'artisans.

SAORGE est administrativement rattaché au canton de BREIL-SUR-ROYA, lui-même dépendant de l'arrondissement de NICE.

## 2.2. Histoire et démographie

Une première fois française en 1793, avant de repasser sous la domination de la Maison de Savoie en 1814, la commune de SAORGE a été définitivement rattachée à la FRANCE en 1860, en même temps que ses voisines BREIL et SOSPEL. A l'époque, seule une petite partie de la vallée de la ROYA était sous administration française, puisque TENDE, LA BRIGUE et une partie de l'actuelle commune de BREIL (VILLAGES DE PIÈNE ET LIBRE) intégrèrent le royaume d'Italie.

Ce n'est qu'après un référendum organisé le 12 octobre 1947 que la vallée de la ROYA FRANÇAISE a pris sa physionomie actuelle avec le rattachement de la HAUTE ROYA (TENDE et LA BRIGUE) et des villages de PIÈNE et LIBRE au département français des ALPES-MARITIMES.

La vallée de la ROYA excentrée du reste de l'ITALIE et de la FRANCE a été en partie désenclavé avec l'arrivée du chemin de fer. La voie ferrée inaugurée en 1928 a fonctionné

presque sans encombre jusqu'à la guerre de 1939 - 45. Elle a été en partie détruite par l'armée française au début de la guerre (dynamitage de trois viaducs dont celui de SAORGE) puis par les troupes allemandes se repliant quelques semaines avant l'armistice (destruction systématique des ponts jusqu'à TENDE). La voie fut ainsi abandonnée jusqu'à sa remise en état et sa ré-ouverture en 1979. Seuls quelques tronçons ont été temporairement utilisés pendant cette longue période de fermeture, pour dévier le trafic routier à l'occasion de coupures de la RN204 par des éboulements.

Après une baisse significative entre 1968 et 1982, la commune connaît une croissance démographique régulière depuis plusieurs années. Les recensements de 1982, 1990, 1999 et 2006 ont respectivement dénombré 322, 362, 396 et 431 habitants, soit une progression de 34% de la population en 24 ans (109 habitants de plus). En valeur absolue, cette croissance démographique est globalement faible par rapport à ce que connaissent d'autres parties du département. L'isolement de la vallée de la ROYA et ses dessertes sinueuses peuvent l'expliquer. De plus, on soulignera que le nombre d'habitants décompté en 2006 n'a pas encore égalé les pics de population atteints en 1962 et 1968 (respectivement 496 et 508 habitants).

### 2.3. Contexte hydrographique

L'intégralité de la commune de SAORGE est rattachée au bassin versant de la ROYA. Ce fleuve côtier naît de la confluence de plusieurs ravins au pied du COL DE TENDE. Il grossit rapidement en recevant les eaux de plusieurs gros affluents dans la région de TENDE, dont les torrents de RÉFREI, de BIEUGNE et de LA BRIGUE. Il parcourt plus d'une trentaine de kilomètres de vallée relativement encaissée, avant de pénétrer sur le territoire Italien. Il poursuit ensuite sa course pour se jeter dans la Méditerranée au niveau de VINTIMILLE.

Deux affluents importants rejoignent la ROYA au niveau de la commune de SAORGE. Il s'agit du torrent de BENDOLA et du torrent du CAIROS.

- **Le torrent de BENDOLA** (voir aussi l'annexe 2 note hydraulique et la carte des bassins versants) prend sa source à la frontière Italienne, aux environs de la CIME DE MARTA, entre 2000 et 2100 mètres d'altitude. Son lit serpente dans un vallon très encaissé qui débouche dans la ROYA, 800 mètres à l'aval du village de SAORGE. Il collecte au passage une multitude de combes qui lui confère un réseau hydrographique très dense.
- **Le torrent de CAIROS** (voir aussi l'annexe 2 note hydraulique et la carte des bassins versants) se forme sous la crête passant par les CIMES DE CHAGIASSE, du DIABLE et de TUOR et culminant entre 2000 et 2685 mètres d'altitude. Il emprunte une vallée étroite portant le même nom, en longeant la RD40 et plusieurs zones habitées dont les hameaux de MAURION et de CAYROSINA. Il se jette dans la ROYA 500 mètres au Nord-Ouest du village de SAORGE après avoir parcouru plus d'une douzaine de kilomètres depuis sa source. Plusieurs affluents le rejoignent sur ce parcours, le plus important étant le torrent de MÉRIM entre les lieux-dits LA FOUSE et LA CASTAGNA (cours amont du CAIROS).

### 2.4. Contexte géologique

La zone d'étude se situe sur la bordure méridionale de l'Arc Alpin. Son histoire géologique complexe est ponctuée de plusieurs cycles orogéniques qui ont chacun contribué à l'aboutissement du massif montagneux actuel. Les époques précambrienne et

de l'ère primaire ont ainsi été successivement marquées par les cycles Valmasque et Hercynien qui se sont chacun traduits par des phases de sédimentation et d'émersion/plissements avec intrusions magmatiques granitiques. De ces cycles, ne subsistent aujourd'hui que des matériaux plutoniques et leurs auréoles métamorphiques (socle ancien), les dépôts sédimentaires de ces époques ayant été décapés par l'érosion. Leurs traces sont surtout visibles dans le HAUT ARRIÈRE-PAYS, dans le secteur des MERVEILLES et plus abondamment sur les versants ITALIENS. On n'en trouve pas sur la zone d'étude.

De nouveaux dépôts se sont formés dès la fin de l'ère primaire à la faveur d'une régression marine (dépôts péri-continentaux et marins). Après un début de plissement, la sédimentation s'est poursuivie tout au long de l'ère secondaire, venant recouvrir les vestiges de la chaîne hercynienne et marquant ainsi le début du cycle orogénique Alpin. Puis, durant l'ère tertiaire, ils ont laissé la place à une alternance de périodes de surrection / plissements et d'incursions marines (orogénèse alpine), ébauchant ainsi les reliefs actuels. Les matériaux de cette époque sont abondants et constituent l'essentiel du substratum de l'ARRIÈRE-PAYS, dont celui de la zone d'étude.

A l'ère quaternaire la région a été essentiellement confrontée à des phénomènes érosifs générés par la présence de glaciers locaux et par la mise en place du réseau hydrographique qui a conduit à son modelage actuel.

### **Les formations secondaires :**

Elles constituent le substratum local et sont constituées de matériaux datant du Jurassique et du Crétacé.

- **Des bancs de calcaire dolomitique** du Trias supérieur affleurent parfois dans la vallée du CAIROS, notamment sur les hauteurs de MAURION.
- **La formation Jurassique indéterminée** : il s'agit d'une série calcaire plus ou moins dolomitisée et tectonisée, présente dans les vallées de la ROYA et du CAIROS et constituant les principales grandes falaises de la zone d'étude.
- **La formation du Néocomien-Barremien** (Crétacé inférieur) : il s'agit d'une succession de calcaires lités à intercalations marneuses, de marno-calcaires et de calcaires durs lités dont la puissance peut atteindre 250 à 300 mètres.
- **Le faciès des « grès verts » de l'Albien** (Crétacé inférieur) : il s'agit de calcaires grés-glaucconieux en bancs de 40 centimètres séparés par des lits marneux. Ces derniers sont parfois absents, la formation présente alors uniquement des bancs calcaires. La puissance total de ce niveau peut atteindre 30 à 50 mètres.

La formation du Néocomien-Barremien et le faciès des « grès verts » affleurent dans les vallées de la ROYA et du CAIROS et au fond de la vallée de BENDOLA jusqu'au pont de CASTOU, au contact de la formation Jurassique indéterminé.

- **Les calcaires du Turonien** (Crétacé supérieur) : Il s'agit d'une série épaisse et monotone de calcaires clairs marneux. Ils sont présents en rive droite de la vallée du CAIROS, dans la vallée de la ROYA, au niveau du village de SAORGE et quasiment dans tout le bassin versant de la vallée de BENDOLA.

On ajoutera qu'en marge nord de la zone d'étude, on rencontre une épaisse série de matériaux Permians (fin de l'ère primaire) aux faciès très variés. On trouve ainsi plusieurs

séries schisteuses et des formations détritiques renfermant fréquemment des éléments volcaniques.

### **Les formations tertiaires :**

Les flyshs du Paléogène (Tertiaire inférieur) sont des lambeaux de nappes de charriage du Domaine Briançonnais. Ils coiffent le sommet du bassin versant de la vallée de BENDOLA (secteur s'étirant entre le MONT GRAI et la CIME DE MARTA). Ils s'agit de matériaux détritiques allochtones transportés sur de longues distances et reposant anormalement en discordance sur des formations autochtones.

### **Les formations quaternaires :**

Quelques placages morainiques et dépôts fluvio-glaciaires occupent certains versants.

- Les placages morainiques se rencontrent essentiellement au sommet de la vallée du CAIROS, sur les versants à l'aval de la crête de la CIME DU DIABLE. Il s'agit de matériaux généralement graveleux emballés dans une matrice argileuse, charriés par les glaciers et laissés sur place lors de leur retrait.
- Quelques dépôts fluvio-glaciaires occupent les bords des vallées de la ROYA et du CAIROS. Il s'agit de matériaux gravo-argileux d'origine glaciaire charriés puis déposés par les eaux de fonte des glaciers.

Les versants sont régulièrement tapissés d'éboulis anciens ou vifs.

Les fonds de vallées sont généralement occupés par des alluvions récentes (matériaux graveleux de toutes tailles) déposées par les cours d'eau actuels.

### **3. PRÉSENTATION DES DOCUMENTS D'EXPERTISE**

#### **3.1. Définition des phénomènes naturels pris en compte**

Dans ce chapitre sont décrits sommairement les phénomènes naturels effectivement pris en compte dans le zonage et leurs conséquences prévisibles sur les constructions.

Ces phénomènes naturels, dans les différents documents cartographiques et dans le règlement, seront regroupés en fonction des stratégies à mettre en œuvre pour s'en protéger.

##### **3.1.1. Le ruissellement de versant et le ravinement**

Le ravinement est une forme d'érosion rapide 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 les ravins se multiplient et se ramifient au point de couvrir la totalité d'un talus ou d'un versant. Ce phénomène porte le nom de ruissellement de versant ou d'érosion de surface.

Dans les zones où se produit le ravinement, les constructions pourront être sous-cavées, ce qui peut entraîner leur ruine complète, et/ou engravées 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.

##### **3.1.2. Les chutes de pierres et/ou de blocs**

Les chutes de pierres et/ou de blocs correspondent au déplacement gravitaire d'éléments rocheux sur la surface topographique provenant de zones rocheuses escarpées et fracturées, de pentes raides ou de zones d'éboulis instables. On parlera de pierres lorsque leur volume unitaire ne dépasse pas le  $\text{dm}^3$  et de blocs pour les éléments rocheux de volumes supérieurs.

S'il est relativement aisé de déterminer les volumes des instabilités potentielles, il est très difficile de définir la fréquence d'apparition de ces phénomènes. Par ailleurs, les trajectoires suivies par ces masses rocheuses ne correspondent pas forcément à la ligne de plus grande pente. Elles prennent souvent la forme de rebonds mais ces masses peuvent également rouler sur le versant et avoir des trajectoires imprévisibles, en particulier dans le cas de blocs aplatis.

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

Les écroulements désignent l'effondrement de pans entiers de montagne (par exemple l'écroulement du mont Granier dans le département de l'Isère) et peuvent mobiliser plusieurs milliers, dizaines de milliers, voire plusieurs millions de mètres cubes de rochers. La dynamique de ces phénomènes ainsi que les énergies développées n'ont plus rien à voir avec les chutes de blocs isolés. Les zones concernées par ces phénomènes subissent une destruction totale.

### 3.1.3. Les glissements de terrain

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 sensiblement selon la ligne de plus grande pente.

Sur un même glissement, des vitesses de déplacement variables en fonction de la pente locale du terrain seront observables, créant des mouvements différentiels.

Un glissement se déclenche lors de la conjonction de facteurs favorables, parmi lesquels : une forte pente, une infiltration d'eau, une couverture de faible épaisseur de nature argileuse, un substratum imperméable (argiles, marnes).

Les constructions situées sur des glissements de terrain pourront être soumises 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 constructions.

### 3.1.4. Les crues des torrents et rivières torrentielles

Les crues des torrents et des rivières torrentielles se caractérisent par des vitesses d'écoulement rapide et par des phénomènes de transports solides liés aux attaques de berges avec, parfois, irruption brutale de l'eau et inondation des terrains situés en arrière.

Les attaques de berges correspondent au sapement du pied des berges d'un cours d'eau, phénomène ayant pour conséquence l'ablation de partie des matériaux constitutifs de ces mêmes berges. Toutes les berges de cours d'eau constituées de terrains meubles peuvent être concernées. L'apparition d'un tel phénomène à un endroit donné reste aléatoire.

Ce risque d'apparition rend impropre à la construction une bande de terrain plus ou moins large en sommet de berge. Il fait également courir aux constructions existantes un risque de destruction partielle ou complète.

Les inondations sont un envahissement par l'eau des terrains riverains d'un cours d'eau, principalement lors des crues de ce dernier. Cet envahissement peut se produire soit, lorsqu'à un ou plusieurs endroits de ce cours d'eau, le débit liquide est supérieur à la capacité d'écoulement du lit y compris au droit d'ouvrages tels que les ponts, les tunnels, soit après la rupture d'une digue de protection fragilisée. A la submersion simple (vitesse des écoulements inférieure ou égale à  $0,5 \text{ m.s}^{-1}$ ), peuvent s'ajouter les effets destructeurs d'écoulements rapides (vitesse des écoulements supérieure à  $0,5 \text{ m.s}^{-1}$ ).

Les laves torrentielles sont des écoulements de masses boueuses, plus ou moins chargées en blocs de toutes tailles, canalisées par le lit torrentiel et comportant au moins

autant de matériaux solides que d'eau. Elles sont alimentées par des apports divers (éboulis de piedmont, glissements de terrain, écroulements, effondrements de berges) et peuvent atteindre des volumes considérables.

Un autre type d'inondation est lié au ruissellement pluvial urbain. Ce phénomène résulte de la conjonction de plusieurs facteurs naturels et artificiels. Parmi les facteurs naturels, on citera principalement des spécificités climatiques locales (pluies violentes), l'existence de pentes fortes, génératrices de fortes vitesses d'écoulement et la nature des sols et du couvert végétal.

Parmi les facteurs artificiels, on citera principalement la présence d'obstacles à l'écoulement (voies de circulation, ouvrages de franchissement, aménagements dans le lit du torrent,...) et l'urbanisation (réduction de la perméabilité des sols).

### 3.1.5. Les avalanches

Le terme d'avalanche désigne un écoulement rapide d'une importante masse de neige sous l'effet de la gravité. Il recouvre une gamme de phénomènes très variés.

On peut distinguer :

- les écoulements de neige dense transformée (de 150 à 450 kg.m<sup>-3</sup>), qui sont peu rapides (20 à 30 m.s<sup>-1</sup>) et qui suivent relativement bien les couloirs. En raison de leur forte masse volumique, ces avalanches peuvent occasionner de gros dommages aux infrastructures ;
- les écoulements de neige froide, non transformée, qui sont peu denses et très rapides. Ces avalanches sont fortement dévastatrices, notamment à cause de l'onde de pression qu'elle provoque sur un vaste périmètre ;
- les écoulements de neige mixte qui sont à l'origine des grandes catastrophes alpines (avalanches du Tour, 1999 et du Bourgeat, 1995).

Les façades pourront également subir des efforts de poinçonnement liés à la présence, dans le corps de l'avalanche, d'éléments étrangers tels que des troncs de bois ou des blocs rocheux. Par ailleurs, les constructions pourront être envahies ou ensevelies par les avalanches.

Toutes ces contraintes peuvent entraîner la ruine des constructions.

## 3.2. La carte informative sur les phénomènes naturels

Cette carte est le produit des informations recueillies. Elle est établie à partir de la synthèse de deux approches distinctes et complémentaires :

- l'approche événementielle, qui se veut pragmatique. La description et la localisation des événements survenus sont réalisées à partir des archives publiques, de la mémoire collective ;
- l'approche naturaliste, qui consiste en l'analyse du terrain et des photos aériennes. Elle transcrit, sous forme cartographique, les traces et les indices de désordres probables ou caractérisés.

Cette carte couvre, si nécessaire, la totalité du territoire communal. Elle est établie sur fond topographique à l'échelle 1/10 000 et utilise des symboles en couleur. Cette carte présente une description sommaire des phénomènes naturels.

Plusieurs études ont été prises en compte pour la cartographie des risques naturels sur la commune de SAORGE, dont plus particulièrement :

- Le rapport d'étude géologique et géotechnique réalisé par le Centre d'Etudes Techniques de l'Equipement (C.E.T.E.) en 1978, intitulé « glissement de terrain de Saorge » ;
- Le rapport d'étude géologique et géotechnique réalisé par le Centre d'Etudes Techniques de l'Equipement (C.E.T.E.) en 1981, intitulé représentation d'une carte « d'aptitude à la construction » à l'échelle du 1/10 000<sup>ème</sup> sur fond topographique ;
- L'avis géologique et géotechnique réalisé par le bureau Géo-Ingénierie en 2001, intitulé « éboulement du 5 janvier 2001 rive droite de la vallée du Cairos propriétés Borgia-Schomaker-Toesca route départementale RD40 commune de Saorge » ;
- Le rapport d'étude réalisé par le BRGM en juillet 2002 dans le cadre du IV<sup>ème</sup> contrat de Plan Etat Région; intitulé « cartographie de l'aléa mouvements de terrain à l'échelle 1/50 000 » ;
- Le rapport d'étude réalisé par le BRGM en octobre 2003 dans le cadre du IV<sup>ème</sup> contrat de Plan Etat Région, intitulé « cartographie de l'aléa mouvements de terrain à l'échelle 1/25 000 ».

### 3.3. Liste des phénomènes historiques répertoriés sur la commune

Remarque : les phénomènes historiques sont identifiés à l'aide d'étiquettes numérotées permettant de les localiser sur la carte informative. Il en est de même pour les photos accompagnant les phénomènes historiques.

#### 3.3.1. Le ruissellement de versant et le ravinement

Date	Numéro sur la carte informative	Descriptions
2005	H1	Un ravin a connu une forte crue au droit de l'entrée nord du tunnel aval des GORGES DE SAORGE, entraînant un important dépôt graveleux.

### 3.3.2. Les chutes de pierres et de blocs

Date	Numéro sur la carte informative	Descriptions
1920	H2	Un éboulement s'est produit au Nord du village, détruisant sur 122,5 mètres le chemin CVO n° 4 cheminant en lacets jusqu'au village (ancien accès au village aujourd'hui remplacé par la RD38 provenant de FONTAN).
Dans les années 1920-1930	H3	Un habitant de la commune a été tué par une chute de pierres au PONT DU DIABLE (vallée du CAIROS).
9/11/1934	H4	Chute de blocs dans la partie nord du village au-dessus du cimetière (quartier CHAPAGNE) ; des murs, arbres fruitiers, plants de vigne et oliviers ont été arrachés. Le phénomène s'est produit pendant une période de pluies persistantes de quelques jours.
1959	H5	Un éboulement a coupé la RN204 (actuelle RD6204) dans les GORGES DE SAORGE, endommageant la chaussée.
1960	H6	Une fillette de la colonie de FONTAN a été tuée par une chute de pierres dans les lacets de l'ancien chemin d'accès du village.
25/04/1966	H7	Eboulement dans les GORGES DE SAORGE à l'aval du village ; un automobiliste a été tué dans sa voiture écrasée par les blocs. La RN204 (actuelle RD6204) a été coupée pendant de longs mois. En attendant son rétablissement, la circulation a été organisée via la voie ferrée qui était alors désaffectée. Cette dernière, dont les rails étaient déposés, a été goudronnée et rendue accessible aux voitures par une route créée au lieu-dit NOCÉ (accès toujours visible en face du village). Les automobilistes retrouvaient la RN204 avant la GIANDOLA (extrémité sud de la commune de SAORGE).
Vers 1985	H8	Des blocs se sont détachés des falaises dominant la partie nord du village de SAORGE. L'un d'eux a atteint le jardin d'une propriété construite en bordure de la RD38 (extrémité nord du village).

13/01/1994	H9	<p>Un éboulement dans les GORGES DE SAORGE a provoqué un accident mortel de la circulation. Un conducteur a été tué dans son véhicule sur le tronçon de route remplacé par le tunnel aval des gorges (le tunnel n'existait pas à l'époque). Son passager est sorti indemne. La circulation a été coupée plusieurs mois et des navettes ferroviaires ont été mises en place par la SNCF pour assurer la desserte de la vallée de LA ROYA à l'amont de SAORGE.</p>
1/07/1995	H10	<p>Des chutes de blocs sont signalées par la base de données mouvements de terrain du BRGM dans les GORGES DE SAORGE. Compte-tenu de leur localisation, la RD6204 a été probablement atteinte.</p>
09/1995	H11	<p>Des blocs se sont détachés des falaises dominant la partie nord du village de SAORGE. Un élément rocheux a atteint un parking et endommagé un camion en stationnement. Des filets pare-blocs ont été mis en place en 1996, suite à cet événement. Situés au milieu du versant rocheux dominant la route du cimetière, ils seront inefficaces en cas de chutes de blocs depuis la partie inférieure du versant.</p>
25/12/2000	H12	<p>Un éboulement a coupé la voie ferrée et la RD6204 à la tête nord du tunnel de GOMBE-GIANDOLA pendant une période relativement longue, isolant la haute vallée de LA ROYA du reste de la France et obligeant les usagers de la route à emprunter des itinéraires de substitution via les pistes de montagne et surtout par l'Italie. Cet événement est survenu au cours d'importantes intempéries (pluie et neige) qui ont certainement favorisé le phénomène et ont entraîné en plus une coupure d'électricité quasiment généralisée de la HAUTE VALLÉE (poids de la neige sur les fils). Plusieurs dizaines de mètres cubes de rocher ont recouvert la RN204, dont un bloc compris entre 20 et 30 m<sup>3</sup>. Quatre à cinq mètres d'éboulis ont obstrué la voie ferrée, dont un bloc de 20 m<sup>3</sup>. Les fils détecteurs de chutes de blocs de la voie ferrée et les potences les soutenant ont été détruits. Un technicien de la SNCF intervenant sur le site après le déclenchement de l'alerte par les fils détecteurs a échappé de justesse au gros de l'éboulement en se mettant à l'abri dans le tunnel.</p> <p>La RD6204 n'a pu être rétablie que le 16 février 2001. La voie ferrée a été ré-ouverte partiellement à la circulation des trains le 30 mars 2001.</p> <p>Voir <a href="http://home.scarlet.be/roya/train/02/12.htm">http://home.scarlet.be/roya/train/02/12.htm</a></p>

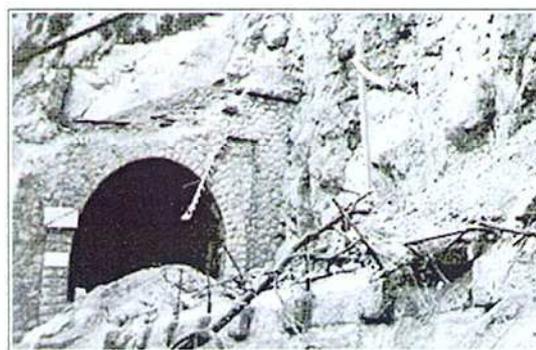
5/01/2001	H13	Entre 7 et 10 blocs d'environ 3 à 4 tonnes chacun se sont détachés de la rive droite du torrent du CAIROS 400 mètres à l'amont du hameau de MAURION. Trois propriétés bâties de la rive gauche ont été atteintes et plus ou moins fortement endommagées (les blocs ont traversé le torrent). L'habitation la plus touchée a eu sa toiture partiellement détruite par un arbre qui s'est abattu sous l'impact d'un bloc et sa façade impactée par un autre élément rocheux. Un abri à bois appartenant à cette même propriété a également été totalement détruit. Une seconde maison a subi des dégâts de moindre importance (abords touchés dont la piscine). Cet événement aurait pu avoir une issue tragique sachant que l'abri à bois détruit était occupé par son propriétaire quelques minutes avant l'éboulement. La zone de départ des blocs a par la suite fait l'objet de travaux de confortement (canevas de câbles ancrés et filet plaqué, voir protection 1).
11/2000	H14	Un bloc d'environ 3 tonnes a basculé du talus amont du chemin des CHÂTAIGNIERS et s'est immobilisé sur la chaussée (chemin d'accès sud du village de SAORGE).
2001	H15	Un bloc s'est détaché de la tête amont du tunnel du village et a atteint l'ancien chemin en lacets. L'impact du bloc a entraîné la rupture d'une canalisation d'adduction d'eau. La tête de tunnel a par la suite été sécurisée par la pose de filets et grillages plaqués.
11/2002	H16	Un éboulement est survenu à la tête nord du tunnel amont des GORGES DE SAORGE suite à des intempéries. Cet événement a donné lieu à des travaux de purge pour éliminer le risque résiduel de chutes de blocs sur la RD6204 et à la pose de 6000 m <sup>2</sup> de filet de protection.
Vers 2005	H17	Un bloc s'est détaché en rive droite de la vallée du CAIROS entre le PONT DE MÉRIM et le hameau de la CASTAGNA. Il a éclaté en plusieurs éléments en atteignant la RD40 et les morceaux se sont ensuite propagés jusqu'au torrent de CAIROS en frôlant une maison.
2/02/2006	H18	La voie ferrée et la RD6204 ont été coupées par environ 90 tonnes de rochers, interrompant toute circulation ferroviaire et routière. Une voiture circulant sur la RD6204 a été écrasée par un rocher de plusieurs tonnes (véhicule ONF). Le conducteur en est sorti indemne. La chaussée a été faiblement impactée. La voie ferrée a subi quelques dommages sur 50 mètres de long. La route a été coupée jusqu'au 7/02/2006 et la voie ferrée jusqu'au 2/03/2006.

## Rapport de présentation

12/01/2008, 4/02/2008	H19	<p>Plusieurs éboulements se sont produits sur la RD6204 à la sortie sud du tunnel aval des GORGES DE SAORGE, au niveau d'un secteur en travaux (élargissement de la route).</p> <p>En janvier, un éboulement de pierres et de terre provenant de la RD6204 a obstrué partiellement la route. Une circulation alternée a dû être mise en place puis la route a été coupé le temps de purger des éléments rocheux instables.</p> <p>En février c'est le talus amont de la RD6204 qui s'est éboulé à la sortie sud du tunnel aval des GORGES DE SAORGE, occasionnant la fermeture de la route pendant une nuit.</p>
26/10/2008	H20	Des pierres sont tombées sur le chemin du cimetière.
Non précisé	H21	Un riverain du hameau de CAYROSINA a constaté depuis quelques années l'ouverture d'une fissure dans la falaise bordant la RD40, entraînant la formation d'une écaille rocheuse relativement conséquente.
27/04/2009	H37	Une dizaine de mètres cubes de blocs de rochers se sont détachés à l'amont de la route du cimetière. Une ancienne tour a été détruite et plusieurs impacts ont été notés jusqu'à la route du cimetière. Un bloc de 4 m <sup>3</sup> s'est arrêté contre la glissière de sécurité de cette dernière. Un filet pare-blocs a été posé suite à cet événement.
Hiver 2009-2010	H38	Un bloc s'est détaché à l'amont de la partie sud du village.



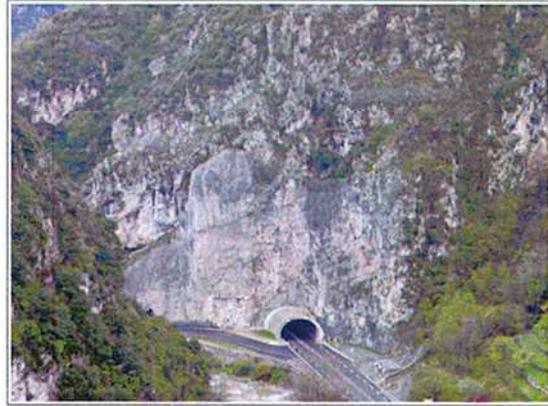
**Photo C1** : deux accidents mortels se sont produits sur la RN204 dans les Gorges de Saorge aujourd'hui fermées à la circulation (historiques H7 et H9). Ici celui de 1994.



**Photo C2** : éboulement de décembre 2000 à la tête nord du tunnel de Gombe-Giandola, la voie ferrée et la RD6204 ont été coupées (historique H12).



**Photo C3** : en janvier 2001, deux maisons situées 400 mètres à l'amont du hameau de Maurion (centre de la photo) ont été atteintes par des blocs provenant de la rive droite du torrent du Cairos (historique H13).



**Photo C4** : un éboulement rocheux est survenu en 2002 à l'entrée nord du tunnel amont des Gorges de Saorge, ce qui a motivé la pose de filets pare-blocs et de grillages plaqués (historique H16).



**Photo C5** : éboulement de 2006, 500 mètres à l'amont de celui de 2000, vue de la voiture de l'ONF écrasée par un bloc de plusieurs tonnes et dont le conducteur est sorti indemne. La voie ferrée et la RD6204 ont été également coupées par l'éboulement de 2006 (historique H18).



**Photo C6** : des blocs se sont détachés des falaises dominant la partie nord du village de Saorge (taches claires sur la photo) et ont atteint un parking (un camion endommagé) et le jardin d'une maison (historiques H8 et H11). En avril 2009, c'est une ancienne tour qui a été détruite et le chemin du cimetière atteint (historique H37).

### 3.3.3. Les glissements de terrain

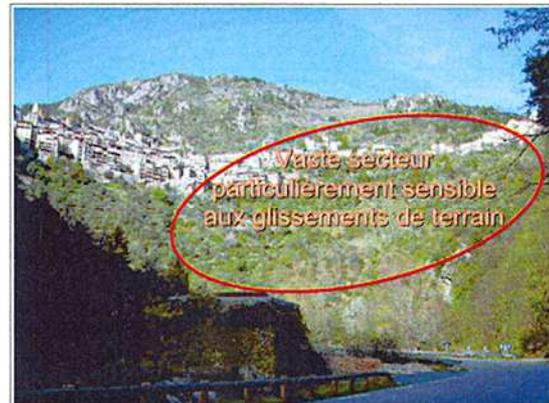
Date	Numéro sur la carte informative	Descriptions
Vers 1850-1870	H22	Un glissement de terrain aurait entraîné la destruction de l'hospice vers l'extrémité sud de l'actuelle avenue THIERS, à proximité de la FONTAINE INFÉRIEURE.

## Rapport de présentation

Date	Numéro sur la carte informative	Descriptions
1873	H23	<p>Un important glissement de terrain aurait occasionné l'éboulement des rues Longue et Inférieure (actuellement rue L. PÉRISSOL et avenue THIERS) et la destruction de plusieurs bâtiments.</p> <p>Un drain amont a alors été construit avec des fonds départementaux, sur les conseils de Messieurs Durandy et Toesca, respectivement ingénieur et architecte, afin de « capter les eaux et d'éviter leur accumulation en amont du village » (voir le détail de la protection 17 dans la liste des ouvrages de protection).</p> <p>(Compte-tenu de sa localisation et des descriptions cet événement pourrait se recouper avec le précédent situé entre 1850 et 1870).</p>
1890, 01/1895, 10/1901 et 10/1902	H24	Des dégâts divers et mal localisés ont été signalés au niveau des rues INFÉRIEURE, LONGUE et BAUSSO à la suite d'orages destructeurs. On précisera qu'il n'est pas précisé s'il s'agit vraiment de mouvements de terrain ou de dégradations par des écoulements.
04/1893 et 11/1911	H25	Les rues BAUSSO et LONGUE (actuellement rue de VERDUN-REPTENTIA et rue L. PÉRISSOL) et des habitations riveraines ont subi d'importants dégâts lors de fortes pluies. En 1893, la circulation fut même interdite dans la rue BAUSSO où plusieurs maisons menaçaient de s'écrouler. C'est à cette époque que fut entreprise la construction d'un aqueduc d'évacuation des eaux du canal de CARANCA et de la FONTAINE DU CIANS.
1879	H26	La rue L. PÉRISSOL a subi d'importantes destructions à l'extrémité sud du village. Le pavage, le mur de soutènement et le parapet de la rue ont été reconstruits en mai-juin 1914.
11/1976	H27	Deux glissements de terrain ont affecté le versant au Sud-Est immédiat du village entraînant la destruction de plusieurs murs de soutènement, l'affaissement d'une grosse masse de terres superficielles et la coupure du chemin de SAORGE à BREIL.

Date	Numéro sur la carte informative	Descriptions
1976	H28	Un glissement de terrain superficiel s'est déclenché au début de l'année 1976 dans la partie nord du village, en pied de versant. Le phénomène a mobilisé une grosse masse de terre entre la ROYA et une vieille maison (maison Bottero).
1979	H29	Un glissement de terrain est signalé dans la base de données mouvements de terrain du BRGM dans la partie sud du village de SAORGE, sans donner de précision sur les éventuels dégâts.
01/1994	H30	Un glissement de terrain est signalé dans la base de données mouvements de terrain du BRGM près du lieu-dit SAINTE-CROIX en rive droite du vallon de PRANIE.
Régulièrement dont 11/2000	H31	Des mouvements de terrain de degrés divers affectent régulièrement la partie sud du village (arrachements superficiels, tassements locaux, éboulements de murs, fissurations et bombements divers).

**Photo C7** : la partie sud du village de SAORGE s'avère relativement sensible aux glissements de terrain. Des dégâts plus ou moins importants avec parfois destruction de chemins et de bâtiments sont signalés depuis le XIX<sup>ème</sup> siècle. On notera également les nombreux affleurements rocheux, voire les falaises, dominant la partie sud du village.



### 3.3.4. Les crues des torrents et rivières torrentielles

Date	Numéro sur la carte informative	Descriptions
Vers 2003	H32, H33, H34	<p>Forte crue du <b>torrent de CAIROS</b> ayant entraîné quelques dégâts :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La plate-forme de retournement du lieu-dit <b>SAINTE-CLAIRE</b> a été ravinée (H32) ;</li> <li>• La pisciculture située à l'aval du <b>PONT DU DIABLE</b> a subi d'importants dommages, dont la perte de la totalité de l'élevage de truites (H33) ;</li> <li>• Au moins un petit bâtiment du hameau de <b>CAYROSINA</b> a été inondé et un pont enjambant le torrent détruit (ouvrage constitué de troncs d'arbres) (H34).</li> </ul>

**Photo C8** : la crue du torrent du CAIROS en 2003 a raviné la plate-forme de retournement de la chapelle **SAINTE-CLAIRE** (porte du **PARC DU MERCANTOUR**), ce qui a nécessité sa reconstruction (historique H32).

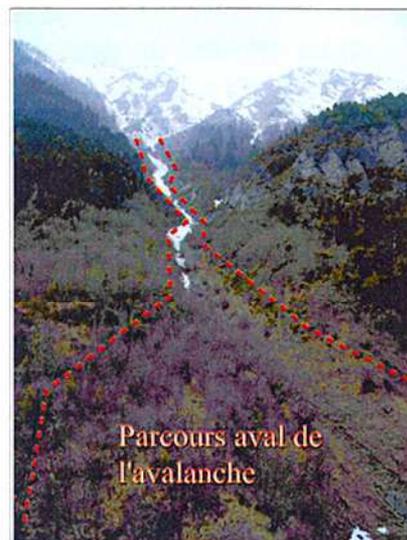


### 3.3.5. Les avalanches

Date	Numéro sur la carte informative	Descriptions
Régulièrement	H35	<p>Une avalanche emprunte régulièrement le ravin de <b>ROMEGERÈRE</b> situé dans le bassin amont du torrent de <b>CAIROS</b> (<b>PARC DU MERCANTOUR</b>). Elle se déclenche vers 2000 mètres d'altitude, sur le versant s'étendant entre la <b>POINTE DES TROIS COMMUNES</b> et la <b>TÊTE DE LA POUDELIÈRE</b> et atteint le torrent de <b>CAIROS</b>, à 1200 mètres d'altitude. Cette avalanche entraîne quelques dégâts à la forêt dans sa zone d'arrêt (arbres cassés entraînés jusqu'au torrent pouvant être ensuite repris par le cours d'eau en crue).</p>

1959	H36	Une avalanche a détruit une étable dans le haut bassin versant du Caïros.
------	-----	---

**Photo C9** : vue du ravin de ROMEGHÈRE (sommets de la vallée du CAÏROS) régulièrement parcouru par des avalanches, la végétation de type taillis visible sur le cône au premier plan souligne les passages répétés des coulées de neige, les arbres adultes ayant été emporté (historique H34).



On précisera que la commune de SAORGE ne dispose pas de Carte de Localisation Probable des Avalanches (C.L.P.A.). Les phénomènes signalés ont été identifiés par observation de terrain et enquête locale.

### 3.4. La carte des aléas

#### 3.4.1. Définition de l'aléa

La notion d'aléa, qui permet de caractériser les effets de manifestations des phénomènes naturels en termes probabilistes, est souvent perçue comme complexe, ce dont témoigne la diversité des définitions proposées.

Nous avons retenu la démarche théorique suivante :

- 1) Une caractérisation ponctuelle : nous déterminons, *point par point*, les caractéristiques des phénomènes naturels étudiés, exprimées par des paramètres quantifiables (grandeurs physiques et chimiques exprimées numériquement dans des unités adéquates<sup>1</sup>) et des paramètres qualifiables<sup>2</sup> (descriptions qualitatives).
- 2) La définition d'une fonction d'intensité : en tout point, cette fonction fait correspondre, à chaque événement - observé ou considéré -, une valeur positive déterminée à partir des paramètres quantifiables ou qualifiables déterminés en ce point au cours de l'événement considéré.
- 3) La définition d'une fonction de probabilité : en tout point, cette fonction fait correspondre, à une valeur d'intensité donnée, la probabilité estimée - par l'usage

<sup>1</sup>Exemples : masse volumique, vitesse, quantité de mouvement, hauteur d'eau, tenseur des contraintes (pression, cisaillement), etc.

<sup>2</sup>Exemples : qualité de la neige, présence d'arbres dans un écoulement, etc.

combiné à des degrés divers de l'analyse statistique des événements passés et de l'expertise déterministe du site - que cette valeur soit dépassée au cours d'une certaine durée (généralement un an), comptée à partir du présent pour les phénomènes à survenance unique<sup>3</sup> ou appréciée comme un pas de temps nécessaire à l'indépendance statistique des événements représentatifs des phénomènes récurrents<sup>4</sup>.

- 4) La définition de classes d'aléa regroupant l'ensemble des relations entre intensité et fréquence correspondant à un certain éventail de conséquences sur les biens et personnes humains. Notons qu'à chaque type de phénomène correspond son propre découpage de l'ensemble des fonctions de probabilité en classes d'aléa.  
*Ainsi, certains phénomènes particulièrement dévastateurs, dont la date de survenance n'est que difficilement prévisible et pour lesquels aucune alerte ne peut être donnée avec une anticipation permettant une évacuation, seront-ils appréciés différemment de phénomènes cycliques et prévisibles quelques jours à l'avance.*
- 5) Le zonage constitue la représentation cartographique des classes d'aléa évaluées point par point.

### 3.4.2. Définition de la carte des aléas

C'est la représentation graphique de l'étude prospective et interprétative, réalisée à partir de la carte informative et des études techniques qualitatives, combinant les facteurs de prédisposition (nature géologique, morphologie, pente ...) à l'apparition de phénomènes ou à l'aggravation de ces phénomènes.

Il existe inévitablement une part de subjectivité dans le choix de ces facteurs et dans leur poids respectif.

Les aléas sont hiérarchisés en niveaux ou degrés. Le niveau d'aléa en un site donné résultera de la relation supposée entre l'intensité et la probabilité de survenance d'un phénomène. On distinguera, outre les zones d'aléa négligeable, au maximum 3 degrés qui sont :

- les zones d'aléa faible (mais non négligeable), dont l'indice cartographique sera représenté par le nombre **1** ;
- les zones d'aléa moyen, dont l'indice cartographique sera représenté par le nombre **2** ;
- les zones d'aléa élevé, dont l'indice cartographique sera représenté par le nombre **3**.

L'influence des séismes (effet dynamique) est prise en compte par une majoration des autres aléas et par un changement possible de la qualification de ces aléas.

---

<sup>3</sup>Comme les glissements de terrain ou les chutes de roches isolées.

<sup>4</sup>Comme les crues, les avalanches, ou les chutes de rochers depuis une falaise active.

### **3.5. La carte des aléas de mouvements de terrain**

Les mouvements de terrain constituent une famille de phénomènes très diversifiés. Sur la commune de SAORGE, on est ainsi confronté à des problèmes de ravinement, de chutes de pierres et de blocs et de glissements de terrain.

En raison de l'extension spatiale particulière de ces phénomènes et de la soudaineté de leur manifestation, les notions de niveau de protection et d'aptitude à la construction ont été utilisées et associées à la qualification des aléas pour préciser la constructibilité des terrains.

#### **3.5.1. L'aléa ravinement et ruissellement sur versant**

Plusieurs combes sèches en temps ordinaire sont susceptibles de drainer des débits importants en période pluvieuse. La survenance de précipitations violentes (orage, phénomène météorologique méditerranéen, etc.) et/ou la fonte rapide du manteau neigeux suite à un redoux sont favorables à ce type de phénomène. On précisera que compte-tenu des hauteurs de précipitation pouvant s'abattre, les ravinements peuvent concerner de très petits bassins versants. Compte-tenu des pentes importantes des versants, ces écoulements peuvent adopter des vitesses d'écoulement importantes et s'accompagner de phénomènes érosifs avec transport solide conséquent. Des dépôts (engravements) sont donc possibles au débouché de ces axes hydrauliques, lorsque la pente du terrain diminue. Les axes préférentiels d'écoulement ont été généralement classés en aléa élevé et les zones de divagation en aléa moyen et faible.

Dans certains cas extrêmes, lorsque le sol saturé en eau ne peut plus absorber de précipitations supplémentaires, les phénomènes de ruissellement peuvent se généraliser à quasiment tous les versants, en ne se limitant plus qu'aux combes et talwegs mais en parcourant également des terrains qui sont en temps ordinaire épargnés. Cette possible généralisation des phénomènes de ruissellement amène à considérer que le territoire communal est potentiellement entièrement concerné par cette problématique. Pour s'en prémunir, des mesures de bon sens, tel que éviter de créer des ouvertures de plain-pied sur les façades exposées, peuvent suffire.

Enfin, on rappellera que les zones urbanisées, du fait de leur imperméabilité, génèrent d'importantes quantités d'eaux pluviales, qui, lorsqu'elles ne sont pas correctement traitées, accentuent fortement l'intensité des ruissellements, et au final peuvent entraîner une augmentation significative des débits des combes et des cours d'eau.

Les phénomènes de ravinement/ruissellement sont représentés par la lettre « **R** » sur la carte de qualification de l'aléa.

#### **3.5.2. L'aléa chutes de pierres**

La commune de SAORGE est très exposée aux phénomènes de chutes de blocs, voire aux éboulements. L'information historique est très riche sur ce sujet et elle montre que très peu de secteurs sont épargnés. On rappellera que l'on dénombre au moins quatre accidents mortels sur la commune, dont deux se sont produits dans les GORGES DE SAORGE (automobilistes tués dans leur voiture) qui sont aujourd'hui interdites à la circulation

automobile. Les deux autres accidents concernent des piétons atteints par des pierres dans la vallée du CAIROS (PONT DU DIABLE) et au Nord du village sur l'ancienne route en lacets.

Les falaises très découpées et le très mauvais état de la roche (rocher très décomprimé en surface, matériaux altérés, fractures nombreuses, fissuration importante, etc.) laissent craindre des éboulements fréquents et conséquents un peu partout, dont en particulier dans la vallée de la ROYA, dans la vallée du CAIROS et dans le secteur du village de SAORGE. La taille des blocs visibles dans les éboulis et au pied des versants, et les récits historiques, montrent que les éléments éboulés peuvent atteindre plusieurs tonnes, voir dizaines de tonnes. Des blocs de de 20 à 30 m<sup>3</sup> ont été signalé dans l'éboulement de décembre 2000 qui a coupé la voie ferrée et la RD6204.

D'une manière générale, l'aléa élevé de chutes de blocs caractérise les zones de départ escarpées (falaises, affleurements importants) et les secteurs directement exposés à l'aval. Des bandes d'aléa moyen à faible de chutes de blocs enveloppent l'aléa fort à l'aval. Elles correspondent aux propagations maximales estimées des blocs. De l'aléa moyen et faible de chute de blocs est également affiché dans des zones parsemées de blocs isolés ou marquées par la présence d'un rocher subaffleurant.

Les trajectoires des blocs (directions, propagations) restent relativement aléatoires. Elles sont généralement fonction des obstacles rencontrés, des rebonds, de la nature du sol, des variations topographiques, de la taille des éléments, de leur géométrie, etc... L'aspect aléatoire qui caractérise les chutes de blocs explique l'étendue des zones déclarées comme exposées à ce phénomène.

Face à ce phénomène, de nombreux travaux de protection ont été entrepris (ancrage de zones instables par clouage de blocs et pose de canevras de câbles, pose de filets pare-blocs, placage de grillage, pose de fils détecteurs au-dessus de la voie ferrée, etc.). Un certain nombre de ces mesures ont été prises à l'occasion de travaux d'aménagement comme lors de la réalisation des deux tunnels des GORGES DE SAORGE. D'autres sont intervenues à la suite de situations de crise comme le confortement de la rive droite de la vallée du CAIROS à l'amont du hameau de MAURION ou le confortement de la falaise dominant la voie ferrée à la sortie nord du tunnel ferroviaire de GOMBE-GIANDOLA. Les protections en place ne correspondent donc pas à un programme global de travaux visant à réduire la vulnérabilité des lieux fréquentés de la commune. Elles répondent plutôt au coup par coup aux urgences rencontrées.

On précisera que l'aléa est cartographié sans tenir compte des ouvrages de protection. En effet, en règle générale, un ouvrage de protection n'offre pas une garantie absolue vis-à-vis des phénomènes pour lesquels il a été construit. De plus, leur vieillissement et leur sollicitation régulière nécessitent un entretien constant, et peuvent dans le temps aboutir à leur remise en cause. De même certains ouvrages sont équipés de fusibles, qui lorsqu'ils fonctionnent rendent l'ouvrage inefficace le temps de leur rétablissement. Par exemple, les filets pare-blocs disposent d'un système de sécurité leur permettant de se « coucher » si l'énergie des blocs interceptés dépasse le dimensionnement de l'ancrage du filet. Ce dispositif permet de préserver l'ouvrage en évitant qu'il ne soit détruit sur de grandes longueurs. Enfin, selon l'évolution des falaises, les protections en place peuvent s'avérer insuffisantes dans le temps car les instabilités initialement identifiées peuvent s'étendre au-delà de l'emprise des ouvrages réalisées.

Les phénomènes de chutes de blocs sont représentés par les lettres « **Eb** » sur la carte de qualification de l'aléa.

### 3.5.3. L'aléa glissements de terrain

Une zone de glissement de terrain particulièrement active est identifiée depuis le XIX<sup>ème</sup> siècle dans le versant de la partie sud du village de SAORGE. De nombreux dégâts ont déjà été relevés, dont la destruction de plusieurs bâtiments. Ce secteur fortement pentu présente à sa surface des signes assez caractéristiques de mouvements de terrain (surface du sol déformée) et de nombreuses traces d'humidité (présence de résurgences). Une autre zone de glissement de terrain est également signalée au pied du versant de la partie nord du village. Ce vaste secteur a fait l'objet d'une étude technique par le CETE et de plusieurs campagnes de drainage dans la partie sud du village. Les premiers travaux se seraient fait à la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle (réalisation de drains) et entre 1980 et 1983 une nouvelle galerie de drainage a été réalisée.

Sur le reste de la commune, le risque de mouvements de terrain se manifeste plutôt de façon potentielle. Mis à part quelques arrachements localisés sur certains talus (rive droite du torrent de CAIROS, talus de chemin, etc.), la présence de matériaux meubles argileux (dépôts morainiques, colluvions, etc.) à la surface de terrains en pente amène à considérer avec prudence plusieurs secteurs de la commune. Les vallées du CAIROS et de BENDOLA sont surtout concernées.

La présence d'argile (matériaux plastique) est un élément favorable au développement de glissements de terrain, compte-tenu de ses mauvaises caractéristiques mécaniques. Les glissements de terrain se produisent généralement à la suite d'épisodes pluvieux intenses ou à proximité de sources. L'eau joue un rôle moteur et déclencheur dans leur mécanisme. Elle intervient en saturant les terrains (augmentation des pressions intersticielles), en servant de lubrifiant entre deux couches de nature différente, en provoquant des débuts d'érosion, etc.

Les causes peuvent être également anthropiques suite à des travaux (terrassement inconsidéré, surcharge en tête d'un talus ou d'un versant déjà instable, décharge en pied supprimant une butée stabilisatrice, etc.).

La profondeur des glissements peut varier de quelques décimètres à plusieurs mètres ; elle est liée à l'épaisseur de terrain meuble en surface ou, dans le cas de glissement au sein d'une même formation, à la localisation de la surface de rupture.

L'**aléa élevé** correspond à des zones où des glissements de terrain sont actifs, où les indices de mouvements sont nombreux, la pente est relativement forte, les circulations d'eau souterraines sont importantes, la nature géologique du terrain est à dominante argileuse. Le surcoût à la construction devient alors plus important que le coût de la construction seule.

L'**aléa moyen** correspond à des zones de glissements de terrain de plus faible activité, où les indices de mouvements sont peu nombreux, la pente est plus faible, la nature géologique est toujours composée d'argile. Il s'agit de zones très sensibles, susceptibles d'instabilité plus ou moins étendues dans le versant lors de travaux d'aménagements et dont le critère de surcoût à la construction est encore très important.

L'**aléa faible** correspond à des zones de stabilité douteuse. Les terrains ne présentent pas d'indices de mouvement mais, compte tenu de la nature géologique du sous-sol, il y a tout lieu de craindre le déclenchement de mouvements lors d'aménagements nécessitant des terrassements. Le surcoût à la construction est peu important. Il est donc indispensable de connaître, préalablement à tout projet, l'épaisseur des terrains de

## Rapport de présentation

couverture, la présence ou non de circulations d'eau souterraine et de déterminer les caractéristiques mécaniques du sol de manière à adapter le projet à la nature instable du terrain. Ces reconnaissances sont à mener dans le cadre d'une étude géotechnique de sol réalisée à la charge et sous la responsabilité du maître d'ouvrage.

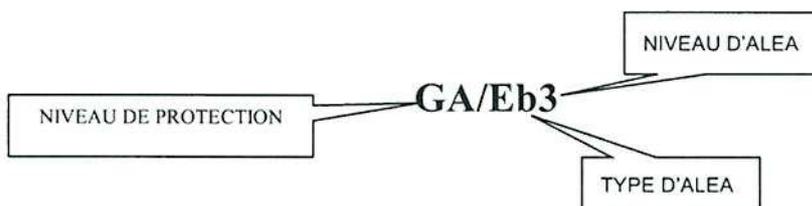
Les phénomènes de glissements de terrain sont représentés par la lettre « G » sur la carte de qualification de l'aléa.

### 3.5.4. Les niveaux de protection

Trois niveaux de protection ont été définis afin de caractériser l'ampleur des protections – actives ou passives – à mettre en place :

NIVEAU DE PROTECTION	SIGNIFICATION
GA	Zone exposée à un aléa de grande ampleur où la stabilisation ne peut être obtenue que par la mise en oeuvre de confortement intéressant une aire géographique importante dépassant très largement le cadre parcellaire ou celui des bâtiments courants (ensemble d'un versant par exemple) et dont les coûts seront en conséquence très élevés.
L	Zone exposée à un aléa limité où la construction et l'occupation du sol nécessitent la mise en place de confortements pour supprimer ou diminuer très fortement l'aléa. L'ampleur du ou des phénomènes permet en général d'effectuer l'étude et la mise en place des parades sur une aire géographique réduite dont les dimensions sont du niveau parcellaire moyen ou de bâtiments courants. Les confortements devront tenir compte des risques anthropiques générés par l'occupation des sols.
NE	Zone non directement exposée. Aléa nul ou négligeable sans contrainte particulière.

Sur la carte des aléas des mouvements de terrain, chaque zone soumise à un niveau d'aléa sera également caractérisée par un niveau de protection, suivant l'exemple ci-dessous :



Cet exemple exprime un aléa élevé et de grande ampleur de chute de blocs.

### 3.5.5. L'aptitude à l'aménagement

Elle est établie par croisement des niveaux d'aléa et des niveaux de protection. Nous obtenons 5 niveaux d'aptitude à l'aménagement :

- Très faible
- Faible

- Faible à moyenne
- Moyenne
- Bonne

Le tableau suivant présente le classement des zones en terme d'aptitude issue du croisement du niveau d'aléa et du niveau de protection :

Niveau de protection Niveau d'aléa	GA	L	NE
<b>Elevé 3</b>	Très faible	-	-
<b>Moyen 2</b>	Faible	Faible à moyenne	-
<b>Faible 1</b>	-	Moyenne	-
<b>Nul à négligeable</b>	-	-	Bonne

L'aptitude à l'aménagement introduit nécessairement des contraintes d'aménagement. L'aménagement en zone à risque implique des adaptations techniques (protections de grande ampleur, actives ou passives, prescriptions de construction...). Les zones les plus sensibles présentent de ce fait une aptitude très faible eu égard au coût des aménagements de protection ou de prévention nécessaires, qui peuvent alors dépasser très largement l'échelle parcellaire ou celle d'un bâtiment moyen.

Les zones peu exposées peuvent être aménagées mais, là encore, une étude d'adaptation du projet au contexte local ne peut être que recommandée.

A un degré d'aptitude à l'aménagement correspond un niveau de contrainte. Cette correspondance, ainsi que celle avec les niveaux de protection et les niveaux d'aléa, sont présentées dans le tableau suivant :

Degré d'aptitude	Niveau de contrainte envisageable	Niveau de protection/Niveau d'aléa
Très faible	Aménagement fortement déconseillé compte tenu des contraintes morphologiques (pente forte, érosion intense) et géologiques (terrain argileux et/ou gypse).	GA/3
Faible	Aménagement fortement déconseillé, soumis obligatoirement à une étude analysant de façon globale la stabilité du versant (y compris maîtrise des eaux usées et pluviales) et/ou le risque de chutes de blocs. Zone non exposée à l'érosion régressive.	GA/2
Faible à moyenne	Aménagement déconseillé soumis obligatoirement à une étude géologique analysant localement la stabilité du versant (y compris maîtrise des eaux usées et pluviales) et/ou le risque de chutes de blocs.	L/2
Moyenne	Aménagement possible avec étude géologique recommandée analysant localement la stabilité du versant (y compris maîtrise des eaux usées et pluviales) et/ou le risque de chutes de blocs.	L/1
Bonne	Aménagement possible sans contrainte.	NE

Cette notion d'aptitude à l'aménagement servira de base à l'élaboration du zonage réglementaire.

### 3.6. La carte des aléas des crues des torrents et rivières torrentielles

On rappellera que l'étude de la ROYA qui est considérée comme une rivière torrentielle, n'est pas comprise dans le PPRN de SAORGE. On ne parlera donc que de torrents affluents dans le PPRN de SAORGE. Les torrents du CAIROS et de BENDOLA ont fait l'objet d'une note hydraulique spécifique présentée en annexe 2. On s'y référera donc également.

L'évaluation des phénomènes liés aux crues des torrents et des rivières torrentielles est basée sur une approche hydrogéomorphologique. L'étude hydraulique menée sur les torrents du CAIROS et de BENDOLA vise en plus à évaluer leurs débits et l'ampleur de leur transport solide, pour ainsi confirmer le zonage géomorphologique établi.

Les cours d'eau de la commune traversent des terrains globalement sensibles à l'érosion (fond de vallée alluvionnaire) et aux mouvements de terrain (ravinelements, chutes de blocs et glissements de terrain dans les versants). De plus, les vitesses d'écoulement peuvent être élevées compte-tenu des pentes en long relativement soutenues des lits mineurs. A titre indicatif, les pentes en long moyennes des torrents du CAIROS et de BENDOLA avoisinent 8%. Le transport solide n'est donc pas à négliger sur les cours d'eau de la commune.

De plus, les cours d'eau traversent et/ou longent des zones boisées difficiles d'entretien qui représentent des quantités importantes d'objets flottants mobilisables. Le risque d'embâcles est donc d'une façon générale important, en particulier au niveau des ouvrages hydrauliques (ponts, busages, etc...) qui sont particulièrement vulnérables. Ces derniers favorisent en effet souvent le coincement et l'enchevêtrement des flottants transportés lors des crues. De même, les stockages de bois et d'objets divers sur les berges des cours d'eau peuvent aggraver les risques d'embâcles, les ruisseaux en crue pouvant également les entraîner.

Ainsi, l'aléa crue des torrents et des rivières torrentielles prend en compte, à la fois le risque de débordement proprement dit du torrent, associé éventuellement à une lave torrentielle, et le risque d'érosion des berges par les écoulements. Il est également pris en compte le risque d'obstruction des lits par des embâcles et/ou des dépôts divers qui peuvent pousser les cours d'eau à changer de lit.

En ce qui concerne les crues des torrents, on définit un scénario de référence. Lorsque celui-ci est défini, les classes d'aléa sont basées sur l'intensité du phénomène. Ses caractéristiques peuvent se résumer dans le tableau suivant :

Hauteur de submersion ou d'engravement	Diamètre maximal des matériaux rocheux transportés	Qualification de l'aléa
$H \geq 0,5 \text{ m}$		Aléa fort
$H \leq 0,5 \text{ m}$	$\varnothing > 0,5 \text{ m}$	Aléa fort
	$0,1 \text{ m} < \varnothing < 0,5 \text{ m}$	Aléa moyen
	$0,1 \text{ m} < \varnothing$	Aléa faible

En complément des critères définis dans le tableau ci-dessus et lorsqu'on ne dispose pas de scénario de référence, l'aléa est évalué selon des critères morphologiques, auxquels ont été combinés les répercussions envisageables sur les aménagements existants. Ainsi :

L'**aléa élevé** correspond au lit mineur du torrent et à ses abords immédiats (affouillement important des berges, crues et débordements fréquents).

L'**aléa moyen** correspond au lit moyen du torrent et aux zones de débordement avec possibilité de transport solide.

L'**aléa faible** correspond aux zones de crues exceptionnelles.

Les phénomènes de crue torrentielle sont représentés sur la carte de qualification de l'aléa par la lettre « T ».

### 3.7. La carte des aléas des phénomènes avalancheux

La carte des aléas est la représentation graphique des avalanches reconnues par enquête sur le terrain, par photo-interprétation et combinant les facteurs de prédisposition (morphologie, pente...). Il existe inévitablement une part de subjectivité dans le choix de ces facteurs et dans leur poids respectif.

On rappellera que la commune de SAORGE ne dispose pas de Carte de Localisation Probable des Avalanches (CLPA). Les secteurs avalancheux signalés dans le PPRN sont donc basés sur des reconnaissances de terrain recoupées par d'éventuels témoignages.

Quelques couloirs à avalanches ont été ainsi identifiés dans le périmètre d'étude du PPRN, dans la partie amont du vallon de CAIROS. Le plus important d'entre eux se superpose au ravin de ROMEGHÈRE (rive droite du torrent de CAIROS). Il draine jusqu'au cours d'eau des avalanches se déclenchant sous la crête de la POINTE DES TROIS COMMUNES. Ce couloir d'avalanches a été confirmé par un garde du parc national du MERCANTOUR.

Les autres couloirs ont été affichés au sommet de la vallée du CAIROS dans le secteur des GRANGES DE FROMAGINE, sans témoignage de confirmation. Il s'agit de petite combes pouvant être empruntées par des coulées provenant des versants environnants.

Les aléas sont hiérarchisés en niveaux ou degrés. Le niveau d'aléa en un site donné résulte de la relation supposée entre l'intensité et la probabilité d'occurrence d'un phénomène. Pour l'intensité, une pression de 30 kilopascal (kPa) est considérée comme le maximum exigible pour un bâtiment d'habitation renforcé.

Lorsque les pressions exercées par l'avalanche sont inférieures à 30 kPa les bâtiments peuvent résister moyennant des aménagements qui relèvent tant des normes d'urbanisme que des modes constructifs ; dans cette hypothèse les personnes qui sont situées dans le bâtiment se trouvent protégées.

Par conséquent :

- l'aire couverte par l'avalanche de référence centennale où elle développe a priori des pressions égales ou supérieures à 30 kPa, est classée en degré **d'aléa élevé** noté **(A3)**

- l'aire couverte par l'avalanche de référence centennale où elle ne développe a priori que des pressions inférieures à 30 kPa, est classée en degré **d'aléa moyen** noté **(A2)**.
- les secteurs couverts par des avalanches fréquentes mais de faible amplitude, et de très faible intensité (< 1 kPa), du type de celles produites par la purge de talus, sont classés en degré **d'aléa faible** noté **(A1)**.

Il convient de préciser qu'à défaut d'une modélisation systématique de chaque couloir, la pression générée par l'avalanche ne peut être estimée que sur des critères morphologiques et historiques.

Les avalanches affichées sur la commune ont toutes été classées en aléa élevé et en aléa modéré d'avalanche. Il s'agit de phénomènes empruntant des combes étroites (écoulements a priori concentrés), avec pour le cas du couloir de ROMEGHÈRE, possibilité d'étalement à l'aval avec mobilisation d'importants volumes de neige.

## 4. LES ENJEUX VULNÉRABLES ET LES PROTECTIONS RÉALISÉES

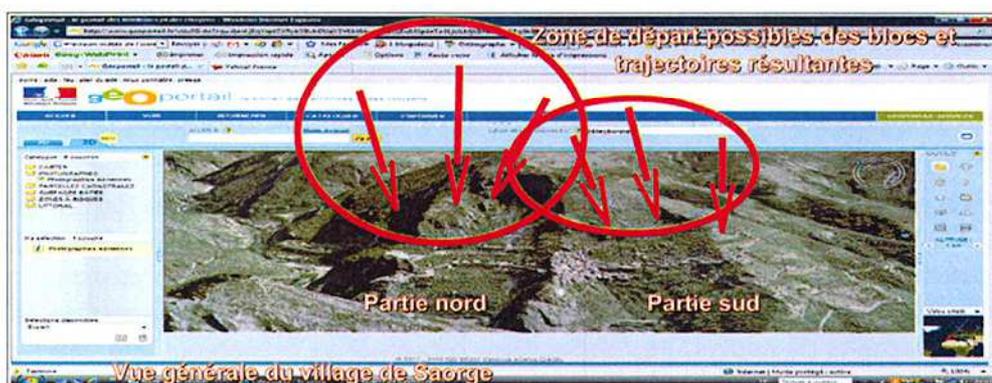
Une liste des ouvrages de protection est présentée en annexe sous la forme d'un cahier de photos. Chaque ouvrage est également localisé sur la carte informative.

### 4.1. Étude par secteur des phénomènes de mouvements de terrain :

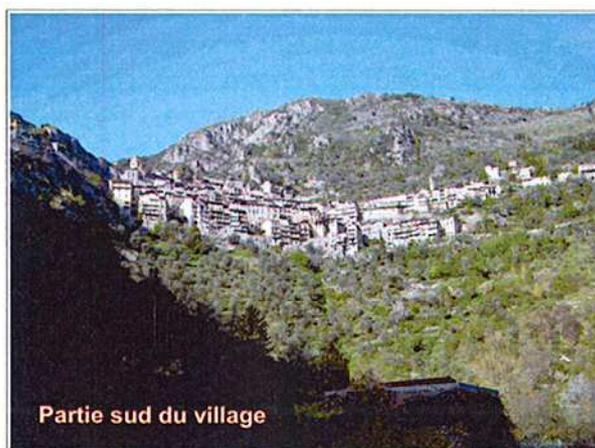
#### 4.1.1. Le village de Saorge

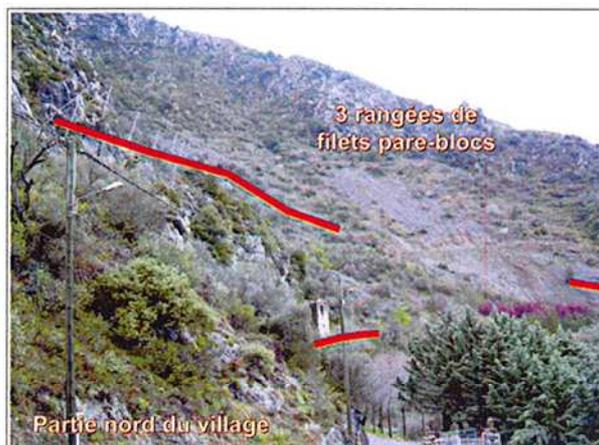
Le village de SAORGE est confronté à deux types de phénomènes de mouvements de terrain : les chutes de blocs et les glissements de terrain, avec des manifestations régulières de ces deux phénomènes.

Bâti à cheval sur deux versants très raides, le village est dominé par plusieurs falaises dont certaines génèrent régulièrement des chutes de blocs. La partie nord du village semble plus particulièrement concernée, comme l'indiquent un important éboulis et plusieurs faits historiques.



Bien que ne disposant pas de témoignage pour la partie sud du village, cette dernière s'avère également concernée par le phénomène, si l'on considère les imposants affleurements rocheux qui la dominent. Compte-tenu des pentes des versants accueillant le village, les blocs se détachant des falaises ont de fortes probabilités d'atteindre la ROYA.





Face à cette menace, et suite à plusieurs chutes de blocs, des filets pare-blocs ont été mis en place dans le versant de la partie nord du village. Sensés protéger les enjeux présents (bâti et voiries), ces filets ne couvrent pas l'intégralité du versant. De plus situés à mi-pente des affleurements rocheux, ils ne sont pas en mesure d'assurer leur rôle en cas de départs de blocs à l'aval de leur position.

La partie sud du village est historiquement plus sensible aux glissements de terrain. De nombreux dommages ont déjà été subis dans la vaste combe située au Nord de l'actuelle maison de retraite (voir historique). Des travaux de drainages ont été effectués, ce qui d'après la commune semble avoir amélioré la situation (surtout après les travaux des années 1980). Le versant n'en reste pas moins suspect, la surface de ses terrains présentant toujours des signes de déformations et des traces d'humidité subsistant. Ce secteur doit donc être toujours considéré avec prudence.

Face à cette instabilité des versants du village, une étude a été réalisée par le Centre d'Études Techniques de l'Équipement de Nice (C.E.T.E.). Trois sondages réalisés dans le versant sud ont mis en évidence le toit du substratum à 7,50 mètres de profondeur au droit du chemin reliant SAORGE à BREIL et à 18,90 mètres de profondeur au niveau de la rue L. PÉRISSOL. Les terrains de couverture relativement hétérogènes présentent une alternance de zones graveleuses et de zones argilo-limoneuses incluant de gros blocs. Dans l'un des sondages, une couche argileuse intermédiaire légèrement graveleuse très plastique et d'épaisseur variable a été mise en évidence entre le substratum et les terrains de recouvrement. Cette couche d'argile est décrite comme très défavorable. L'étude met également en avant la forme concave du versant sud, qui est en fait un vaste talweg à forte pente, et sa prédisposition à drainer des eaux souterraines dont celles des sources de SAORGE. Au niveau du versant nord, l'étude constate quelques déformations de terrain au niveau du glissement de terrain de 1976 et met en avant la fragilité du pied de versant en décrivant la présence d'une source, un substrat argileux, la présence de terrain de couverture argileux, une forte pente, etc.

En conclusion, l'étude C.E.T.E. déconseille vivement toute nouvelle construction dans le versant nord à l'aval de la RD38 (accès au village). Pour le versant sud, elle indique que les travaux de drainage déjà réalisés ont permis d'atténuer les risques de mouvements de terrain, en particulier autour de la place de l'église. Mais il subsiste une zone très sensible aux mouvements de terrain située le long d'un axe collectant plusieurs sources (partie centrale de la concavité) où les risques de mouvements de terrain sont jugés importants et où plusieurs constructions sont potentiellement concernées. Pour ce dernier secteur, l'étude

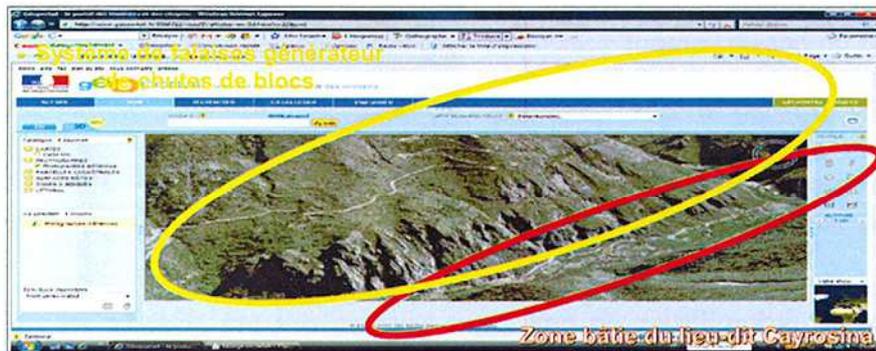
déconseille toute nouvelle construction et préconise au plus tôt la mise en place d'une surveillance (pose de témoins, entretien des réseaux d'eau, etc.). Elle préconise à plus long terme la réalisation d'un nouveau drainage de versant, après réalisation d'investigations complémentaires.

Un drainage profond a finalement été réalisé dans les années 1980 dans le versant sud du village (quartier SAINT-JOSEPH). Les travaux ont consisté à créer une galerie de 200 mètres de long perpendiculaire au versant, complétée de deux antennes en « Y ». Depuis cet aménagement, on n'a pas noté de nouveau glissement de terrain important. Seule la surface de la concavité semble bouger localement, notamment en période pluvieuse. Il semblerait donc que les nouveaux travaux de drainage aient mis un frein aux mouvements de terrain de grande ampleur du versant, sans pour autant stopper ceux de surface, si l'on juge les traces de déformation toujours visibles dans les talus.

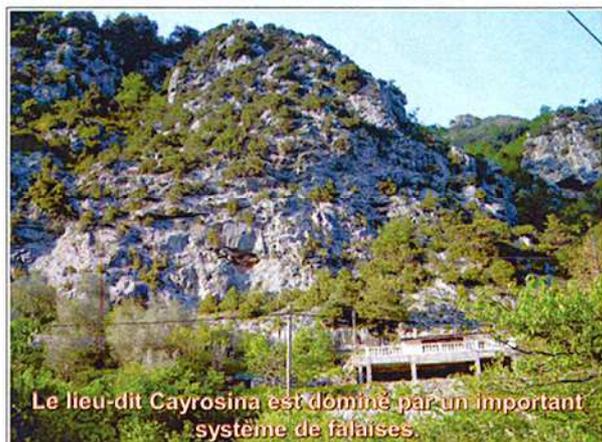


Compte-tenu de la présence de plusieurs falaises dominant le village et de la persistance d'un doute quant à la stabilité des pentes, **une grande partie du secteur du village a été classé en aléa élevé de chutes de blocs et de glissement de terrain**. Cet affichage englobe un certain nombre d'habitations. **Des bandes d'aléa dégressifs (aléa moyen à faible) enveloppent l'aléa élevé** et concernent le reste du village.

#### 4.1.2. Le lieu-dit Cayrosina

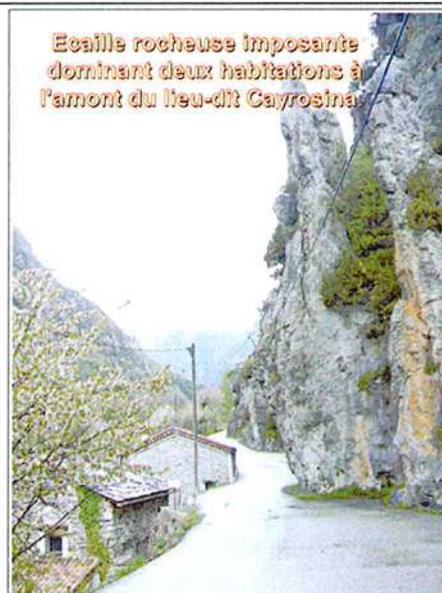


Le lieu-dit CAYROSINA se situe au début de la vallée du CAYROS. Son habitat dispersé s'étire sur près de 2 kilomètres avec une petite concentration de maisons au droit de la combe formant la limite communale entre SAORGE et FONTAN. Ce vaste secteur est dominé par d'imposantes falaises dont une partie se situe sur la commune de FONTAN (rive gauche du CAYROS).



## Rapport de présentation

Le risque de chute de blocs est élevé à en juger l'aspect très découpé et fracturé du rocher. Le risque le plus visible provient de la rive gauche, plusieurs habitations étant quasiment accolées au pied de ce versant. La taille des blocs pouvant se détailler peut être importante, comme le montre l'écaïlle rocheuse de la photo ci-contre. Sur cet exemple, en cas de détachement de la masse rocheuse, les blocs ne devraient pas se propager au-delà des deux maisons. Mais, compte-tenu du profil de la vallée des masses rocheuses se détachant du sommet des falaises peuvent acquérir de la vitesse (donc de l'énergie) et ainsi atteindre le centre de la vallée. On ajoutera que la rive droite du CAIROS est également occupée par des falaises pouvant générer des chutes de blocs susceptibles de traverser le torrent pour atteindre les mêmes zones d'arrêt que celles de la rive gauche.



Ecaïlle rocheuse imposante dominant deux habitations à l'amont du lieu-dit Cayrosina.

Compte-tenu de ces observations, **une grande partie du lieu-dit CAYROSINA a été classée en aléa élevé, moyen et faible de chute de blocs.**

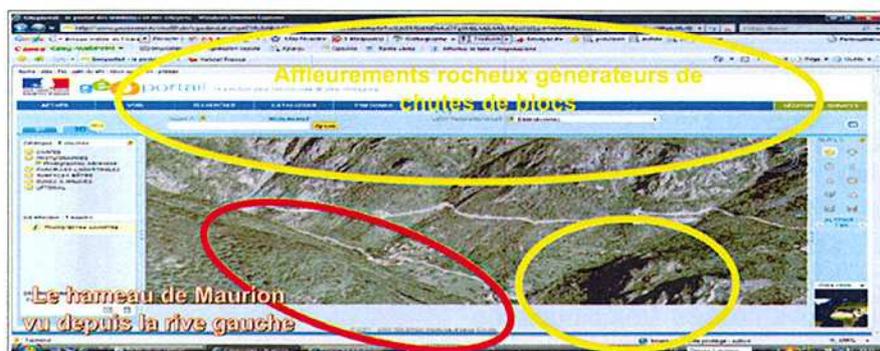
Deux combes importantes débouchent au niveau de CAYROSINA. L'une draine un petit bassin versant de 0,5 km<sup>2</sup> en rive gauche du CAIROS et marque la limite communale avec FONTAN. Dépourvue d'exutoire, elle peut divaguer en direction de deux propriétés pour rejoindre le torrent. L'autre située en rive droite (photo ci-contre) draine un bassin versant quasiment identique mais orienté au Nord. Des traces d'engravement visibles à son débouché témoignent de débordements successifs. Une vieille maison située à son débouchée est exposée à ses divagations.



Engravement visible au débouché d'une combe de la rive droite du Cairos (lieu-dit Cayrosina).

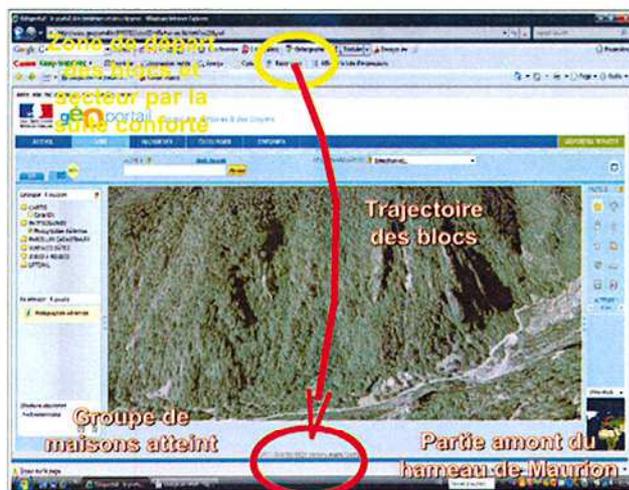
**Les axes hydrauliques de ces deux combes ont été classés en aléa élevé de ravinement et les débordements en aléa moyen.**

### 4.1.3. Le hameau de Maurion



Le hameau de MAURION présente la même configuration que le lieu-dit CAYROSINA. L'essentiel de l'habitat est adossé à la rive droite de la vallée du CAIROS, qui est dominée par d'imposants affleurements rocheux. Des blocs dévalant le versant peuvent atteindre le centre de la vallée. Une partie du hameau (secteur de l'église) est toutefois construite sur une légère bosse, ce qui peut avoir une incidence sur les trajectoires des blocs (déviation de certaines trajectoires), sans toutefois annuler le risque. De même, une bergerie située à l'aval du hameau est implantée sur un replat légèrement en retrait des falaises dominant le secteur, lui assurant une relative mise à l'abri vis-à-vis des chutes de blocs.

A l'extrémité ouest du hameau de MAURION, trois propriétés construites en bordure du torrent de CAIROS sont implantées à seulement quelques mètres du pied de la rive droite de la vallée. Des chutes de blocs se sont déjà produites à ce niveau, et ont endommagées les propriétés (voir historique). Un avis géologique portant sur l'état du versant au droit des propriétés a été rendu suite à cet évènement. L'inspection de la zone de départ des blocs a montré la présence de plusieurs autres éléments instables, dont certains atteignant un volume de plusieurs mètres cubes, et prêts à tomber. Pour remédier au risque de nouvelles chutes de blocs, le rapport géologique a préconisé la pose d'un canevas de câbles ancrés au massif pour contenir deux masses rocheuses de 45 m<sup>3</sup> et 25 m<sup>3</sup>, et le minage du reste des instabilités pour les fragmenter en petits éléments de moins de 100 litres chacun (travaux réalisés).



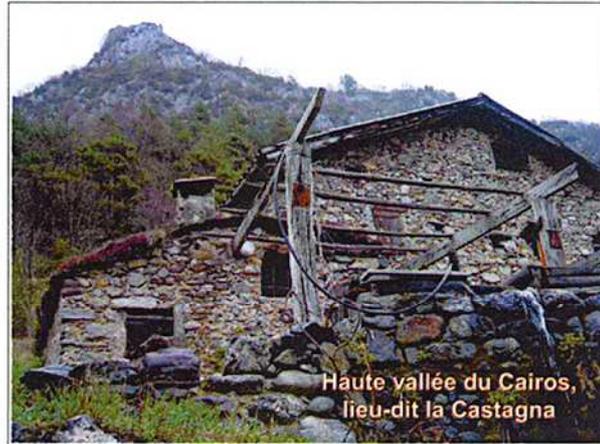
Une grande partie du hameau de MAURION a été classée en aléa élevé de chutes de blocs (zone directement exposées). De l'aléa moyen à faible a été affiché sur les secteurs accueillant l'église et la bergerie, pour tenir compte d'une topographie plus favorable.

Concernant le secteur de MAURION, on ajoutera que de l'aléa moyen et faible glissement de terrain se superpose parfois à l'aléa chutes de blocs. Des matériaux

meubles altérés et argileux occupent une partie du versant dominant le village (éboulis désagrégés).

#### 4.1.4. La Haute vallée du Cairos

La partie amont de la vallée du CAIROS est occupée par un bâti dispersé, correspondant la plupart du temps à d'anciennes bergeries reconverties en résidences secondaires. Une grande partie de ce bâti est située à l'aplomb de falaises, sur d'éventuelles trajectoires de blocs, comme le montre l'exemple de la photo ci-contre.



Haute vallée du Cairos, lieu-dit la Castagna

La RD40 desservant la vallée du CAIROS est également plus ou moins fortement vulnérable aux chutes de blocs. Un passage s'avère particulièrement délicat le long de cette route. Il s'agit du secteur du PONT DU DIABLE situé à l'amont immédiat du hameau de MAURION. La chaussée est coincée sur plus de 800 mètres entre le torrent et une falaise, avec un passage en surplomb.



La vallée du Cairos secteur du Pont du Diable

La géomorphologie de la vallée du CAIROS impose l'affichage d'aléa élevé à faible de chutes de blocs quasiment jusqu'aux pied des pâturages des GRANGES DE FROMAGINE. Seuls quelques secteurs favorablement implantés sont épargnés (une partie de la CASTAGNA, la chapelle SAINTE-CLAIRE, aval du PONT DE GAFEUG, etc.).

#### 4.1.5. La vallée de la Roya

La vallée de la ROYA est bordée par d'importantes falaises qui sont souvent le théâtre d'éboulements conséquents (voir historique). La RD6204 et la voie SNCF sont ainsi très exposées à ces mouvements terrain. De nombreux travaux de protection (voir l'annexe concernant les ouvrages de protection) ont toutefois été réalisés, ce qui a permis d'abaisser localement les niveaux de risque, voire



Trajectoires possibles des blocs avec comme enjeux la RD6204 et la voie ferrée.

Gorges de Saorge, portion de route libre entre les deux tunnels routiers.

parfois de les annuler. Ainsi, deux tunnels (photo ci-contre permettent aujourd'hui d'éviter la portion très encaissée des GORGES DE SAORGE qui ont été le théâtre de deux accidents mortels provoqués par des éboulements rocheux.

On note également quelques constructions potentiellement concernées par des chutes de blocs au droit du village de SAORGE (secteur de NOCE) et à l'amont du village (secteur de l'ancienne route en lacets). Il s'agit de constructions isolées plus ou moins proches du pied de versant, dont au moins trois sont à usage d'habitation (secteur de NOCE).



L'encaissement de la vallée de la ROYA amène à la classer presque intégralement en aléa élevé, moyen et faible de chute de blocs.

## 4.2. Etude par secteurs des phénomènes de crues torrentielles :

La commune est parcourue par deux torrents importants, affluents de la ROYA : les torrents de BENDOLA et du CAIROS. Ces deux cours d'eau n'ont pas fait l'objet de travaux de correction, il s'écoule donc dans des conditions quasiment naturelles.

### 4.2.1. Le torrent de Bendola

Ce cours d'eau draine un vaste bassin versant entièrement naturel de plusieurs dizaines de kilomètres carrés (voir aussi l'annexe 2 note hydraulique et la carte des bassins versants). Il s'écoule dans une combe profonde et étroite qui lui interdit tout débordement. Seul son lit mineur impose un classement en aléa élevé de crue torrentielle.



#### 4.2.2. Le torrent du Cairos

Le torrent du CAIROS trouve ses origines sur les versants s'étirant de part et d'autre de la CIME DU DIABLE. Il parcourt plus d'une dizaine de kilomètres de vallée avant de se jeter dans la ROYA à l'amont du village de SAORGE (voir aussi l'annexe 2 note hydraulique et la carte des bassins versants). Son trajet est ponctué de quelques points noirs pouvant être à l'origine de débordements.

Il ne pose pas de problème particulier jusqu'à la CHAPELLE SAINTE-CLAIRE. En atteignant ce lieu-dit, son lit se rétrécit temporairement et se rehausse pour arriver à un niveau très proche de celui de la plateforme de retournement de la RD40. Sa capacité d'écoulement chute alors et n'assure pas le transit de crue importante. Des débordements ont déjà eu lieu sur la chaussée qui a été en partie détruite vers 2003. Les écoulements retrouvent ensuite rapidement leur lit qui s'encaisse vers l'aval. **Les débordements sur la chaussée ont été classés en aléa élevé de crue torrentielle.**



Son parcours est ensuite quasiment sans encombre jusqu'au Pont du Diable. Seuls quelques débordements localisés sont alors possibles à la faveur d'élargissement du fond de vallée. Ainsi, à l'amont immédiat du PONT DE GAFEUG, le torrent peut brièvement quitter son lit en rive gauche et venir jusqu'aux cabanes construites sur sa berge (**débordements classés en aléa élevé moyen et faible de crue torrentielle**).



Cinq cents mètres à l'aval du PONT DE GAFEUG, d'importants dépôts occupent le fond de vallée et laissent penser qu'au moins une partie provient du transport solide du torrent. Ces matériaux recouverts de mousse et colonisés par des arbres de taille moyenne pourraient correspondre à une crue ancienne qui aurait vu le torrent changer localement de lit. **La zone a été classée en aléa élevé de crue torrentielle.** Le même type de dépôts est visible à l'amont du lieu-dit CAYROSINA avec existence d'un second bras de torrent parallèle au lit principal. Ces observations montrent quelles sont les capacités de



charriage du torrent et attestent de son pouvoir à modifier son lit en cas d'obstacles perturbant ses écoulements.

Deux cent mètres à l'aval du PONT DU DIABLE, le torrent franchit une gorge relativement étroite dans laquelle a été construite une pisciculture. Cette dernière est aménagée dans le lit majeur du cours d'eau, à l'extrados d'une courbe. En cas de forte crue, le torrent peut sortir de son lit en rive gauche et envahir les bassins de la pisciculture. **Ce secteur a été intégralement classé en aléa élevé de crue torrentielle.**



Le torrent arrive à la hauteur du hameau de MAURION quelques centaines de mètres à l'aval de la pisciculture du PONT DU DIABLE. Il longe les premières maisons du hameau qui ont été touchées par des chutes de blocs en janvier 2001, puis il se tient à l'écart du reste du bâti en restant le long du versant de la rive droite. Le niveau de son lit est très proche de celui des berges lorsqu'il aborde la première propriété, puis il s'approfondit rapidement. Cette faible différence de niveau laisse craindre des débordements en rive gauche, d'autant plus que la première propriété se situe à l'extrados d'un virage. Une piscine aménagée entre la maison et le torrent sera la première inondée. **Le secteur a été classé en aléa élevé moyen et faible de crue torrentielle.** La seconde crainte à ce niveau est liée au fait que si le ruisseau sort de son lit au droit de la première propriété, ses divagations peuvent se propager vers l'aval sans forcément retourner tout de suite dans le lit mineur. Cela explique le **classement des terrains à l'aval de ce groupe de maisons en aléa moyen et faible de crue torrentielle.** Le zonage tient alors compte de possibles débordements depuis l'amont, alors que latéralement le torrent a peu de chance de sortir autant de son lit, compte-tenu de son encaissement.



A l'aval du hameau de MAURION, le torrent peut toujours déborder sur sa rive gauche, ses possibles divagations en rive droite étant contenues par le pied de versant. A l'amont de CAYROSINA, des dépôts anciens témoignent de crues passées et un lit parallèle à l'axe principal d'écoulement indique à quel point il peut s'étaler en période de crue. Son champ



d'inondation peut alors atteindre quelques dizaines de mètres de large. Le torrent atteint ainsi le lieu-dit CAYROSINA.

La vallée du CAIROS s'élargit légèrement à partir du lieu-dit CAYROSINA. Son fond plat a favorisé l'implantation de plusieurs maisons, dont certaines sont construites en bordure immédiate du lit mineur avec les risques d'érosion de berge que cela comporte. De plus, le lit du torrent, parfois étroit, ne semble pas en mesure de contenir efficacement de forts débits de crue. Si on ajoute à cela les risques d'embâcles dans le lit mineur, la probabilité de voir déborder le torrent est assez forte. Ces constatations sont confirmées par la présence de nombreux dépôts le long du cours d'eau qui témoignent des manifestations du torrent (rives boisées souvent occupées par des dépôts d'origine torrentielle).



Le zonage torrentiel affiché entre CAYROSINA et la confluence avec la ROYA tient compte de plusieurs facteurs :

- Nous avons retenu le fait que le lit mineur pouvait être totalement obstrué par des embâcles (accumulation de matériaux, bourrage de flottants, etc.), ce qui aura pour conséquence de pousser le torrent à se frayer un autre passage, même lorsque le lit apparaît suffisamment profond ;
- Des phénomènes d'érosion de berge peuvent favoriser un déplacement du lit ;
- En débordant en un point donné, le torrent ne retrouvera pas forcément tout de suite son lit. Il pourra divaguer selon les points bas rencontrés et ainsi emprunter des cheminements préférentiels plus ou moins parallèles à son lit. Le champ d'inondation représenté n'est donc pas le résultat de débordements latéraux systématiques. Il est également lié à de possibles divagations provenant de l'amont. Il représente l'espace de mobilité du cours d'eau au cours d'une ou plusieurs crues.

Ces considérations ont amené à classer une grande partie du fond de la vallée du CAIROS en aléa élevé, moyen et faible de crue torrentielle. L'aléa élevé de débordement a été plutôt affiché dans les zones boisées occupées par des dépôts torrentiels. L'aléa moyen et l'aléa faible enveloppent l'aléa élevé. La limite entre les deux a été déterminée sur un point bas naturel de la vallée pouvant correspondre à un très ancien axe d'écoulement.

#### 4.2.3. Les affluents du torrent du Cairos

Le torrent du CAIROS est alimenté par un gros affluent provenant du VALLON DE MERIM. Ce cours d'eau qui draine un vaste bassin versant entièrement naturel ne pose pas de problème particulier. Mis à part la RD40 (voûte d'environ 7,5 m de large à la base par 6,5 m de hauteur) qu'il franchit sans risque de débordement, sauf en cas d'embâcles, juste avant sa confluence avec le torrent du CAIROS, il ne rencontre aucun enjeu particulier.

Il en est de même pour les autres affluents de taille plus modeste.

### 4.3. Etude par secteurs des phénomènes avalancheux :

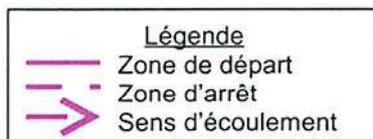
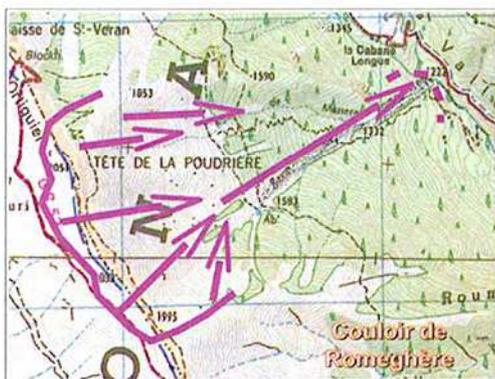
On rappellera que la commune ne dispose pas de Carte de Localisation Probable des Avalanches (CLPA). Trois zones avalancheuses ont toutefois été identifiées au sein du périmètre d'étude du PPRN, sur la base d'observations et de témoignages.

#### 4.3.1. Secteur du ravin de Romeghère

L'avalanche du ravin de ROMEGHÈRE se déclenche dans le versant de la TÊTE DE LA POUDELIÈRE culminant à plus de 2000 mètres d'altitude. Elle peut être alimentée par plusieurs couloirs qui convergent dans un ravin principal affluent du torrent du CAIROS. L'avalanche finit sa course dans le torrent à 1220 mètres d'altitude. Ce dernier peut être totalement obstrué par plusieurs mètres de neige. Selon les accumulations de neige, les coulées peuvent alors se propager plus en aval en empruntant le lit du torrent (hiver 2009/2010). Quelques parcelles boisées peuvent être parcourues par l'avalanche, notamment en pied de versant, ce qui alimente parfois le torrent en arbres cassés et peut représenter une source potentielle d'embâcles. La zone exposée est entièrement naturelle. Une piste d'alpage emprunte le versant opposé, une cinquantaine de mètres au-dessus du torrent. Elle est, a priori, hors d'atteinte de l'avalanche. Il conviendrait toutefois de tenir compte d'un éventuel effet de souffle jusqu'à son niveau, en cas de développement d'un aérosol.

L'intégralité du couloir a été classé en aléa élevé d'avalanche en rive droite du torrent. Un aléa modéré d'avalanche a été affiché en rive gauche jusqu'à la piste d'alpage ainsi que dans le lit du torrent jusqu'à l'altitude 1160 mètres, ce qui correspond au niveau atteint par les avalanches de l'hiver 2009/2010.

#### LOCALISATION DE LA ZONE DE DEPART :



**ENJEUX :**

Lieux habités	<input type="checkbox"/>
Domaines skiables	<input type="checkbox"/>
Voies de communications	<input type="checkbox"/>
Aménagements industriels	<input type="checkbox"/>
Autres	<input checked="" type="checkbox"/> Zone naturelle du Parc du Mercantour

**CARACTERISTIQUES DE LA ZONE D'AVALANCHE :**

<b>Altitude (approximative)</b>	Zone de départ	<b>2000</b> mètres	<b>Pente</b>	Zone de départ	
	Zone d'arrivée	<b>1220</b> mètres		Zone d'écoulement	
<b>Dénivelé</b>	<b>780</b> mètres				
<b>Exposition générale</b>	N <input type="checkbox"/>	NE <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	SE <input type="checkbox"/>	
	S <input type="checkbox"/>	SO <input type="checkbox"/>	O <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	
<b>Configuration</b>	Couloir étroit <input type="checkbox"/> Couloir évasé <input checked="" type="checkbox"/> Versant large <input checked="" type="checkbox"/>				
<b>Géomorphologie</b>	La zone de départ est constituée d'un vaste bassin composé de plusieurs couloirs convergeant vers un ravin final.				
<b>Couverture végétale</b>	Sol nu <input type="checkbox"/>	Pelouse <input checked="" type="checkbox"/>	Hautes herbes <input type="checkbox"/>	Basse végétation <input checked="" type="checkbox"/>	
	Reboisement <input type="checkbox"/>	Arbres épars <input checked="" type="checkbox"/>	Autres <input type="checkbox"/> à préciser :		
<b>Traces d'avalanches passées</b>	Bois cassé <input checked="" type="checkbox"/>	Végétation penchée <input checked="" type="checkbox"/>	Bâtiments endommagés <input type="checkbox"/>	Autres : ..... <input type="checkbox"/>	

**OUVRAGES DE PROTECTION EXISTANTS :**

Ouvrages de protection existants	Oui <input type="checkbox"/>	Passif <input type="checkbox"/>	Type d'ouvrage	Actif <input type="checkbox"/>	Type d'ouvrage
	Non <input checked="" type="checkbox"/>				

**DONNEES HISTORIQUES :**

Des avalanches régulières ont été signalées dans ce couloir (voir phénomènes historiques).

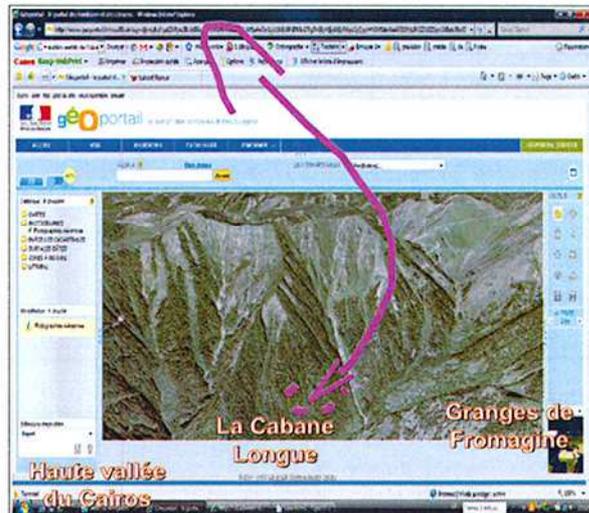
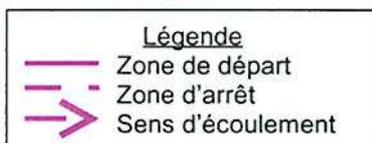
**CARTE DES ALEAS :**

Niveau d'aléas	observations
Elevé et modéré	L'aléa avalancheux susceptible de se produire dans ces couloirs a une intensité importante si l'on tient compte de la pente. Les avalanches peuvent développer des pressions très supérieures à 30 kPa. D'après la morphologie du terrain, elles peuvent emprunter plusieurs combes qui ont été classées en aléa élevé. De l'aléa modéré a également été affiché en rive gauche du torrent, jusqu'à la piste d'alpage et dans le lit du torrent, pour tenir compte d'un éventuel effet de souffle en cas d'aérosol et de propagations exceptionnelles.

**4.3.2. Secteur du ravin de la Cabane Longue**

Un petit couloir d'avalanche se dessine quelques centaines de mètres au Nord-Ouest du ravin de ROMEGHÈRE. Il peut drainer des coulées se déclenchant vers 1950 mètres d'altitude jusqu'au ruisseau de FROMAGINE à 1310 mètres d'altitude (l'un des bras du torrent du CAIROS). Il s'agit d'une zone entièrement naturelle située dans le Parc du MERCANTOUR.

**L'intégralité du couloir a été classé en aléa élevé d'avalanche.**

**LOCALISATION DE LA ZONE DE DEPART :****ENJEUX :**

Lieux habités	<input type="checkbox"/>
Domaines skiables	<input type="checkbox"/>

Voies de communications	<input type="checkbox"/>
Aménagements industriels	<input type="checkbox"/>
Autres	<input checked="" type="checkbox"/> Zone naturelle du Parc du Mercantour

**CARACTERISTIQUES DE LA ZONE D'AVALANCHE :**

Altitude (approximative)	Zone de départ	1950	mètres	Pente	Zone de départ	
	Zone d'arrivée	1310	mètres		Zone d'écoulement	
Dénivelé	640		mètres			
Exposition générale	N	<input type="checkbox"/>	NE	<input checked="" type="checkbox"/>	E	<input type="checkbox"/>
	S	<input type="checkbox"/>	SO	<input type="checkbox"/>	O	<input type="checkbox"/>
Configuration	Couloir étroit	<input checked="" type="checkbox"/>	Couloir évasé	<input checked="" type="checkbox"/>	Versant large	<input type="checkbox"/>
	La zone de départ est constituée d'un couloir évasé se resserrant vers l'aval.					
Couverture végétale	Sol nu	<input type="checkbox"/>	Pelouse	<input checked="" type="checkbox"/>	Hautes herbes	<input type="checkbox"/>
	Reboisement	<input type="checkbox"/>	Arbres épars	<input type="checkbox"/>	Autres	<input type="checkbox"/> à préciser :
Traces d'avalanches passées	Bois cassé	<input type="checkbox"/>	Végétation penchée	<input type="checkbox"/>	Bâtiments endommagés	<input type="checkbox"/>
	Autres : ..... <input type="checkbox"/>					

**OUVRAGES DE PROTECTION EXISTANTS :**

Ouvrages de protection existants	Oui	<input type="checkbox"/>	Passif	<input type="checkbox"/>	Type d'ouvrage	Actif	<input type="checkbox"/>	Type d'ouvrage
	Non	<input checked="" type="checkbox"/>						

**DONNEES HISTORIQUES :**

Pas de données historiques.

**CARTE DES ALEAS :**

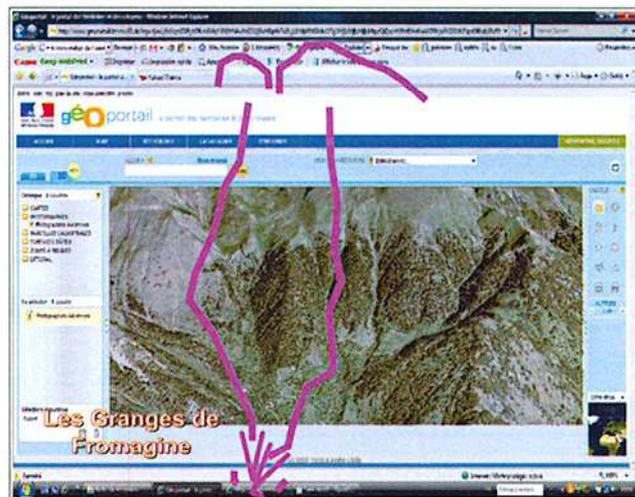
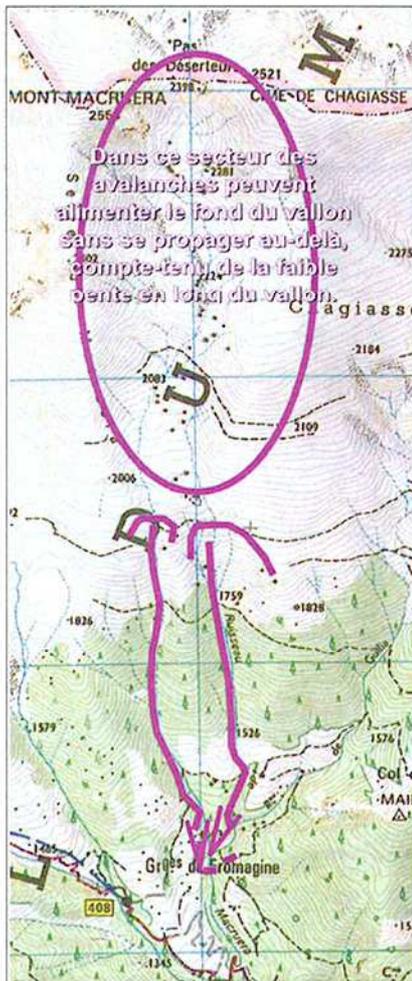
Niveau d'aléas	observations
Elevé	Le phénomène peut avoir une intensité importante compte-tenu de la pente et du resserrement du couloir vers l'aval, avec des pressions supérieures à 30 kPa. Le secteur a donc été classé en aléa élevé.

### 4.3.3. Secteur des Granges de Fromagine

Un ravin pouvant drainer des coulées de neige traverse le secteur des GRANGES DE FROMAGINE. Il provient de la MONT MACRUERA mais ne peut réellement être emprunté par des coulées neigeuses que depuis l'altitude 1950 mètres. En effet, à l'amont de cette altitude, compte-tenu de sa faible pente, seules des avalanches latérales à son axe d'écoulement peuvent l'atteindre, sans possibilité de se propager vers l'aval. C'est finalement un bassin versant restreint qui peut générer d'éventuelles coulées de neige dans le ravin des GRANGES DE FROMAGINE. La zone d'arrêt a été évaluée vers 1350 mètres d'altitude.

L'emprise de la coulée ainsi déterminée a été intégralement classée en aléa élevé d'avalanche.

#### LOCALISATION DE LA ZONE DE DEPART :



Légende	
	Zone de départ
	Zone d'arrêt
	Sens d'écoulement

#### ENJEUX :

Lieux habités	<input type="checkbox"/>
Domaines skiables	<input type="checkbox"/>

Voies de communications	<input type="checkbox"/>
Aménagements industriels	<input type="checkbox"/>
Autres	<input checked="" type="checkbox"/> Zone naturelle du Parc du Mercantour

## CARACTERISTIQUES DE LA ZONE D'AVALANCHE :

<b>Altitude (approximative)</b>	Zone de départ	<b>1950</b>	mètres	<b>Pente</b>	Zone de départ			
	Zone d'arrivée	<b>1350</b>	mètres		Zone d'écoulement			
<b>Dénivelé</b>	<b>600</b>		mètres					
<b>Exposition générale</b>	N	<input type="checkbox"/>	NE	<input type="checkbox"/>	E	<input type="checkbox"/>	SE	<input type="checkbox"/>
	S	<input checked="" type="checkbox"/>	SO	<input type="checkbox"/>	O	<input type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>
<b>Configuration</b>	Couloir étroit <input checked="" type="checkbox"/> Couloir évasé <input type="checkbox"/> Versant large <input type="checkbox"/>							
<b>Géomorphologie</b>	La zone de départ est constituée d'un couloir légèrement évasé se resserrant vers l'aval.							
<b>Couverture végétale</b>	Sol nu	<input type="checkbox"/>	Pelouse	<input checked="" type="checkbox"/>	Hautes herbes	<input type="checkbox"/>	Basse végétation	<input checked="" type="checkbox"/>
	Reboisement	<input type="checkbox"/>	Arbres épars	<input checked="" type="checkbox"/>	Autres	<input type="checkbox"/>	à préciser :	
<b>Traces d'avalanches passées</b>	Bois cassé	<input type="checkbox"/>	Végétation penchée	<input type="checkbox"/>	Bâtiments endommagés	<input type="checkbox"/>	Autres : ..... <input type="checkbox"/>	

**OUVRAGES DE PROTECTION EXISTANTS :**

Ouvrages de protection existants	Oui	<input type="checkbox"/>	Passif	<input type="checkbox"/>	Type d'ouvrage	Actif	<input type="checkbox"/>	Type d'ouvrage
	Non	<input checked="" type="checkbox"/>						

**DONNEES HISTORIQUES :**

Pas de données historiques.

**CARTE DES ALEAS :**

Niveau d'aléas	observation
Elevé	L'aléa avalancheux susceptible de se produire peut avoir une intensité importante compte-tenu de la pente et de l'étroitesse du couloir aval, avec des pressions supérieures à 30 kPa. Le secteur a donc été classé en aléa élevé.

## **5. LE RÈGLEMENT ET LE ZONAGE RÉGLEMENTAIRE**

### **5.1. Présentation du règlement et du zonage réglementaire**

La nature des mesures réglementaires applicables est définie dans les articles R562-3, R562-4 et R562-5 du code de l'environnement.

Le règlement précise en tant que de besoin :

- *"les mesures d'interdiction et les prescriptions applicables dans chacune des zones du P.P.R., en vertu du 1° et 2° du II de l'article L562-1 du code de l'environnement ;*

- *les mesures de prévention, de protection et de sauvegarde mentionnées au 3° du II de l'article L562-1 du code de l'environnement, et les mesures relatives à l'aménagement, l'utilisation ou l'exploitation des constructions, des ouvrages, des espaces mis en culture ou plantés existants à la date d'approbation du plan, mentionnées au 4° du même article. Le règlement mentionne, le cas échéant, celles de ces mesures dont la mise en œuvre est obligatoire et le délai fixé pour leur mise en œuvre".*

D'une manière générale, les prescriptions du règlement portent sur des mesures simples de protection vis-à-vis du bâti existant ou futur et sur une meilleure gestion du milieu naturel.

Le plan délimite les zones dans lesquelles sont applicables des interdictions, des prescriptions réglementaires homogènes, et/ou des mesures de prévention, de protection et de sauvegarde. Conventionnellement, ces zones sont d'abord définies sur des critères de constructibilité, mais elles peuvent également l'être, dans un second temps, sur des critères de danger. Ceci conduit à considérer deux types de zones : Les unes inconstructibles, dites « rouges », les autres constructibles sous conditions, dites « bleues ».

### **5.2. Justification du règlement et du zonage réglementaire**

La règle générale pour les dispositions applicables en zone rouge est l'inconstructibilité. Toutefois, des installations, ouvrages, travaux et aménagements peuvent être autorisés sous réserve de ne pas aggraver les risques ou leurs effets et notamment de ne pas augmenter significativement le nombre de personnes exposées.

Dans les zones bleues identifiées, des aménagements ou constructions sont autorisés sous réserve de prendre des mesures adaptées au risque.

Le règlement précise les mesures de prévention, de protection et de sauvegarde relevant de la responsabilité des collectivités publiques dans le cadre de leurs compétences, ou incombant aux particuliers. Elles sont notamment destinées à assurer la sécurité des personnes et à faciliter l'organisation des secours.

Des zones sans aléa peuvent se trouver réglementées car définies comme zones d'aggravation du risque (ex : secteurs urbains et péri-urbain ou de haute montagne dominant des zones exposées au risque d'inondation ou zones à l'amont de glissements).

La délimitation du zonage réglementaire, fondée sur les critères de constructibilité et de sécurité, est effectuée à partir du croisement des aléas et des enjeux.

Pour exemple, le zonage établi sur la bordure est du village prend en compte le niveau et l'ampleur des aléas éboulements et glissements de terrain, ainsi que la géomorphologie du site. Le secteur sud et est du village présente de nombreux pointements rocheux pouvant générer des chutes de blocs dans le versant. Des blocs éboulés sont présents en amont du village. La pente peut permettre une propagation importante de blocs dans des conditions exceptionnelles (séisme). La délimitation du zonage intègre donc la répartition de cet aléa dans le versant. Concernant l'aléa glissements de terrain, la présence d'affleurements rocheux en bordure est du village, sur lesquels s'appuient les constructions, permet de délimiter une zone d'ampleur limitée traduite en zone bleue.

D'autres zones peuvent être déclarées inconstructibles pour permettre la réalisation d'équipement de protection (ex : bassin d'écrêtement de crues).

Les tableaux suivants résument les grands principes de traduction réglementaire appliqués pour l'ensemble des aléas.

#### Traduction réglementaire des phénomènes de mouvements de terrain

Ampleur de l'aléa	Aléa de grande ampleur		Aléa d'ampleur limitée		
	Aléa élevé	Aléa modéré	Aléa élevé	Aléa modéré	Aléa faible
Intensité de l'aléa					
Zones urbanisées	Zone rouge	Zone rouge	Zone bleue	Zone bleue	Zone bleue
Zones non urbanisées	Zone rouge	Zone rouge	Zone bleue	Zone bleue	Zone bleue

#### Traduction réglementaire des phénomènes torrentiels

Intensité de l'aléa	Aléa élevé	Aléa modéré	Aléa faible
	Zones urbanisées	Zone rouge	Zone bleue
Zone non urbanisées	Zone rouge	Zone rouge	Zone rouge

**Traduction réglementaire des phénomènes avalancheux**

Intensité de l'aléa	Aléa élevé	Aléa modéré
Zone urbanisée	Zone rouge	Zone bleue
Zone non urbanisée	Zone rouge	Zone bleue

**5.3. La réglementation sismique**

L'ensemble du territoire communal est concerné par l'aléa sismique.

A la date d'approbation du présent plan, le niveau de sismicité de la commune de Saorge est de niveau 4 (qualifié de « moyen ») conformément aux dispositions des articles R563-1 à R563-8 du code de l'environnement relatifs à la prévention du risque sismique, et à celles des décrets n°2010-1254 et n°2010-1255 du 22 octobre 2010 entrés en vigueur le 1<sup>er</sup> mai 2011.

**Prescriptions à mettre en œuvre :**

A compter du 1<sup>er</sup> mai 2011, tous bâtiments, équipements et installations nouveaux devront respecter les nouvelles règles parasismiques Eurocode 8 (normes NF EN 1998-1, NF EN 1998-3 et NF EN 1998-5 et annexes nationales associées). Les règles parasismiques PS 92 (norme NF P 06-013/A1) pourront encore être appliquées jusqu'au 1<sup>er</sup> janvier 2014, date limite de la période transitoire des règles de constructibilité.

Sans préjudice des éventuelles évolutions de la réglementation applicable, les règles de construction issues de la norme NF P 06-014 mars 1995 amendée A1 février 2001 (dite "CP-MI"), en vigueur à la date d'élaboration du présent plan, peuvent être mises en œuvre pour la construction des maisons individuelles concernées par le champ d'application de ladite norme.

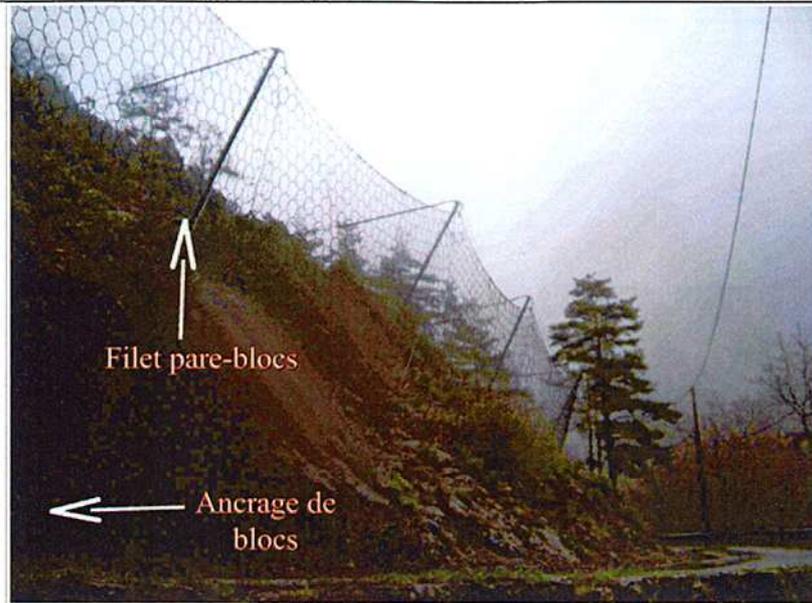
## **6. ANNEXES**

**Annexe 1 : liste des ouvrages de protection**

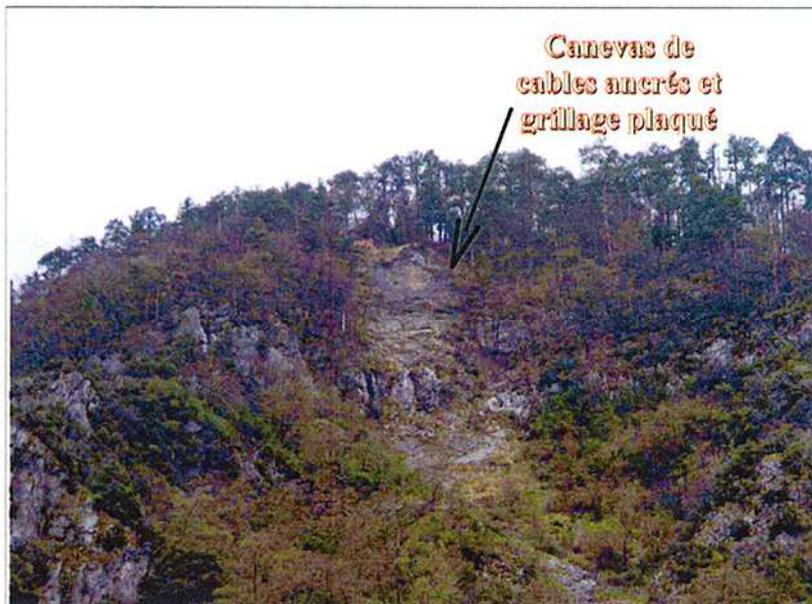
**Annexe 2 : note hydrologique**

## **Annexe 1**

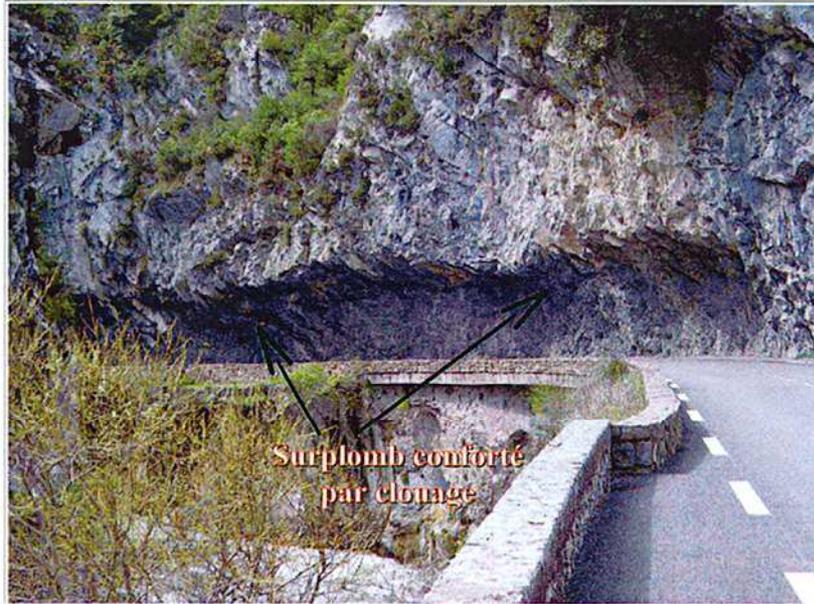
### **Liste des ouvrages de protection**



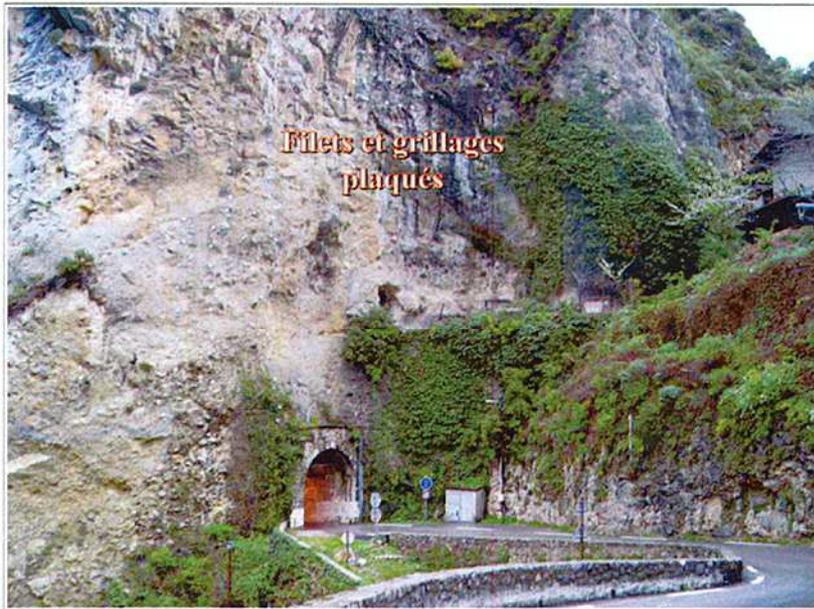
**Protection 1** : à environ 800 mètres à l'Ouest du hameau de MAURION, la RD40 (voie de desserte de la vallée du CAIROS) est protégée par des ancrages de blocs et sur quelques dizaines de mètres de long par un filet pare-blocs. Ce dispositif est en place au pied d'une falaise relativement chaotique.



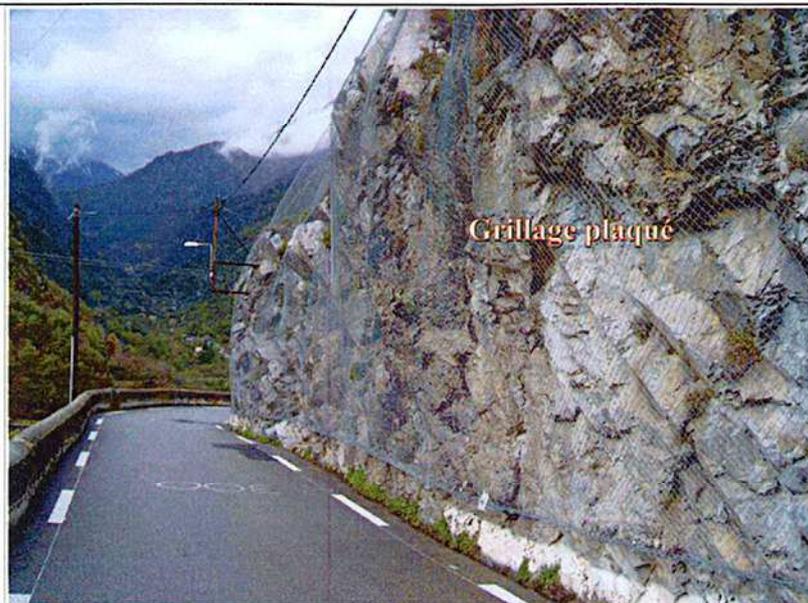
**Protection 2** : la rive droite de la vallée du CAIROS a été partiellement confortée à environ 400 mètres à l'Ouest du hameau de MAURION, suite à un éboulement rocheux qui a touché deux propriétés bâties. Les travaux ont consisté à ancrer la masse rocheuse instable à l'aide d'un canevas de câbles et d'un grillage plaqué (sommet du couloir visible au centre de la photo).



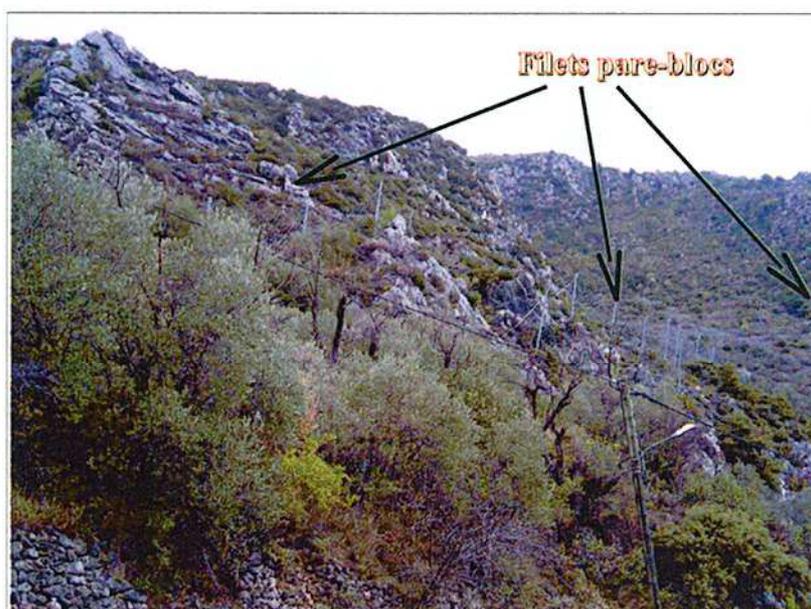
**Protection 3** : le surplomb rocheux dominant la RD6204 à l'entrée nord des GORGES DE SAORGE a été conforté par clouage (paroi surplombante clouée).



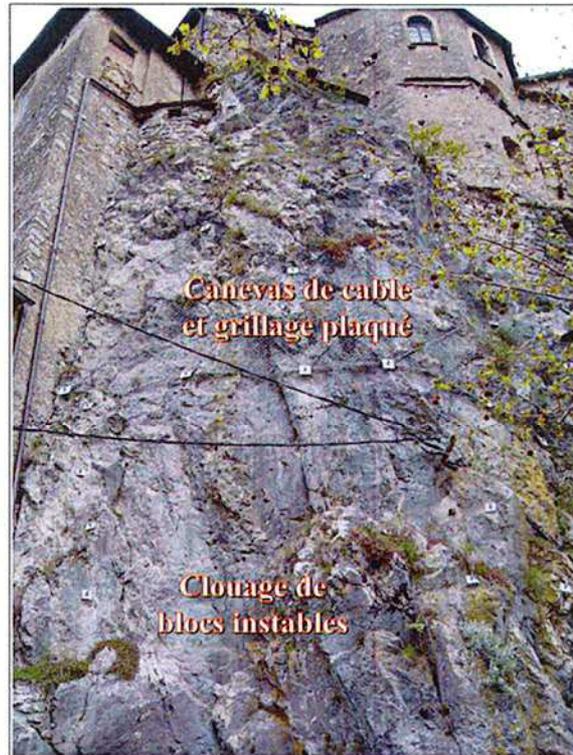
**Protection 4** : l'extrémité sud du tunnel desservant le village de SAORGE est sécurisée par des filets et des grillages plaqués à la falaise. De nombreux clous assurent l'ancrage du dispositif.



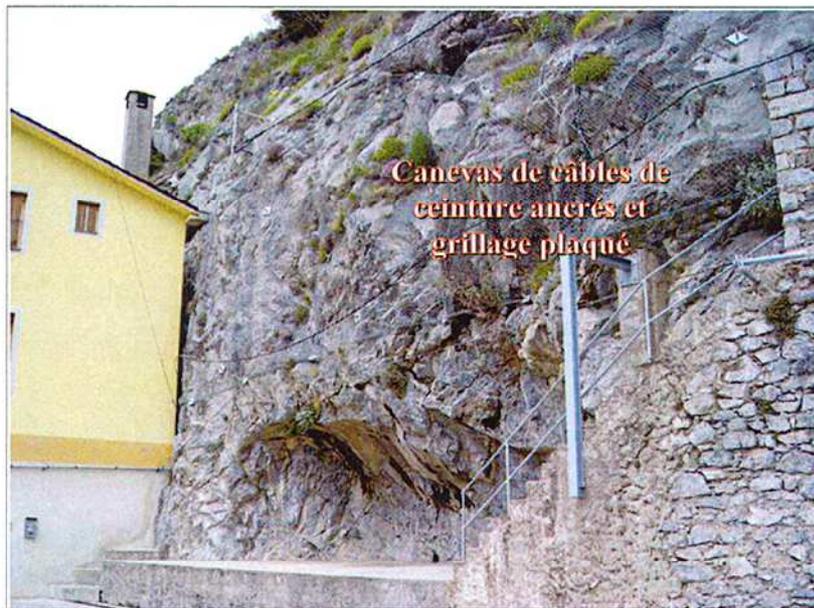
**Protection 5** : l'accès nord au village de SAORGE est sécurisé par un grillage plaqué au rocher. Le même type de dispositif assure la protection d'un bâtiment situé le long de cette route à l'aplomb du cimetière.



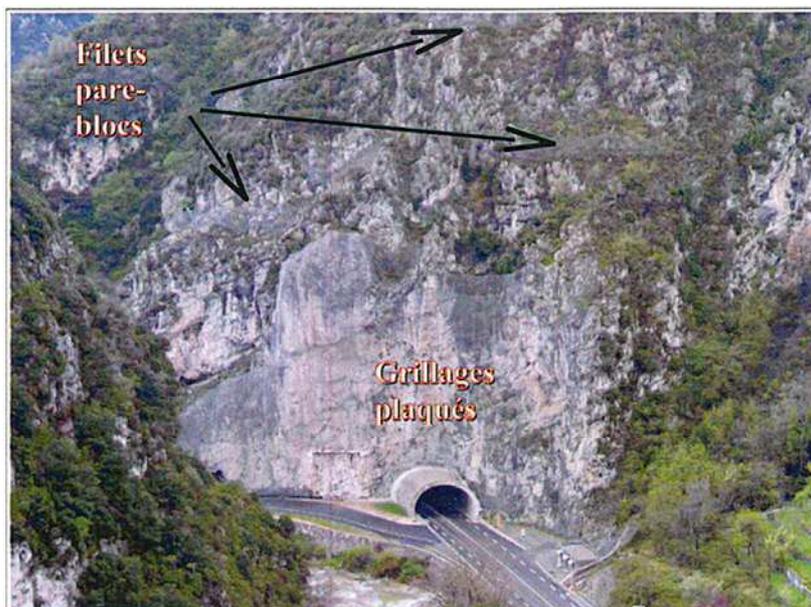
**Protection 6** : la partie nord du village de SAORGE est en partie protégée par deux rangées de filets pare-blocs. Le plus imposant s'étend sur environ 300 mètres entre le cimetière et une plate-forme aménagée en parking. Situé entre deux falaises, il ne sera d'aucune utilité en cas de chute de blocs depuis la falaise aval. Sa pose est intervenue suite à la chute de plusieurs blocs qui ont atteint les abords du village. Le second filet se situe le long du chemin desservant la partie amont du village. Long de quelques dizaine de mètres, il a été mis en place au droit d'un affleurement rocheux particulièrement menaçant.



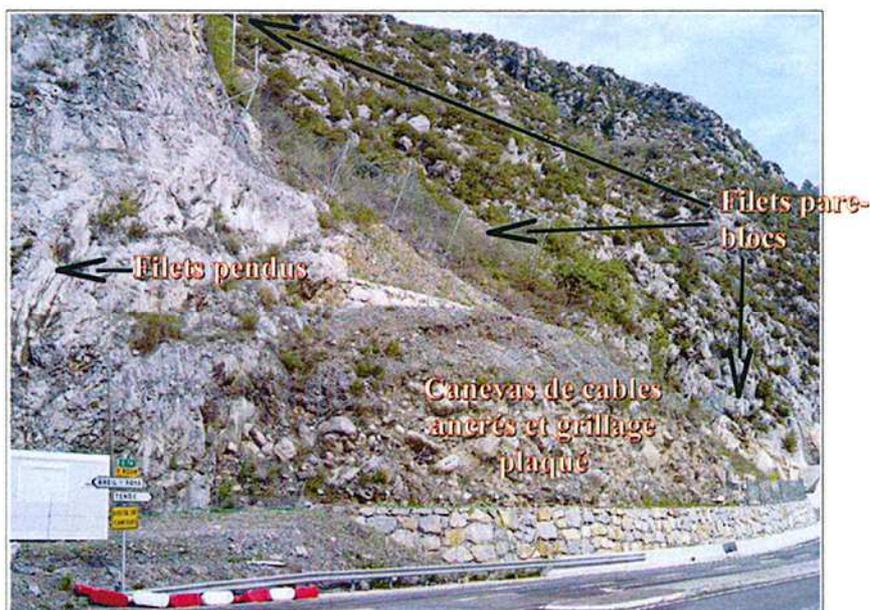
**Protection 7** : le massif rocheux soutenant l'église de SAORGE et dominant l'extrémité sud de l'avenue du DOCTEUR DAVÉO a été conforté par clouage, ancrage d'un canevas de câbles de ceinture et la pose d'un grillage plaqué.



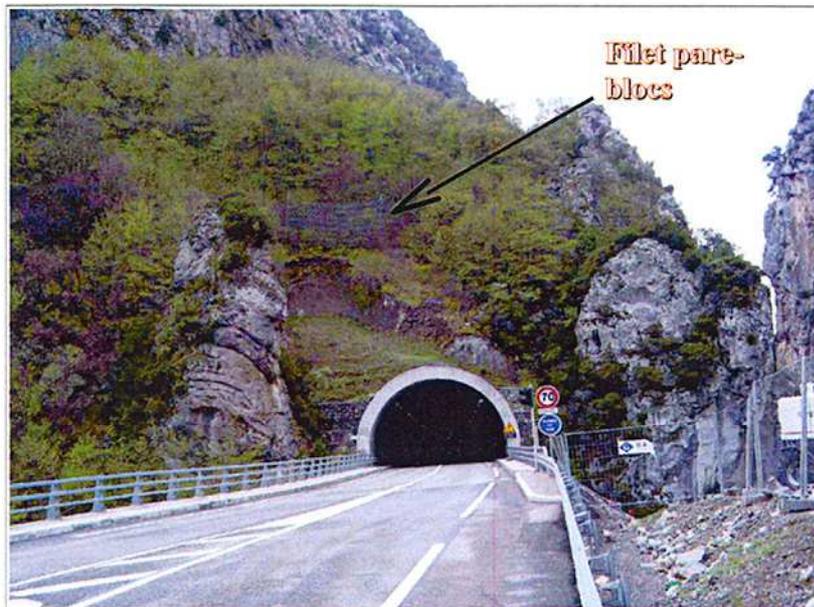
**Protection 8** : l'école de SAORGE (cour de récréation et bâtiment) et son accès (passage Caréra de l'Incisa) sont sécurisés par des canevas de câbles de ceinture ancrés au massif rocheux et des grillages plaqués.



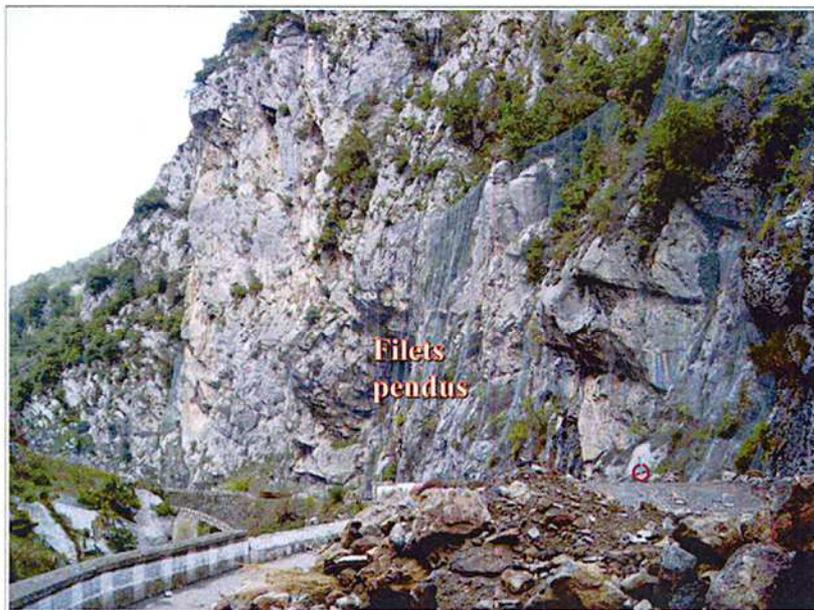
**Protection 9** : l'entrée nord du tunnel nord des GORGES DE SAORGE est sécurisée par des grillages plaqués et des filets pare-blocs. Ce dispositif s'étend également sur une partie de l'ancienne route des GORGES (route visible à gauche de la photo).



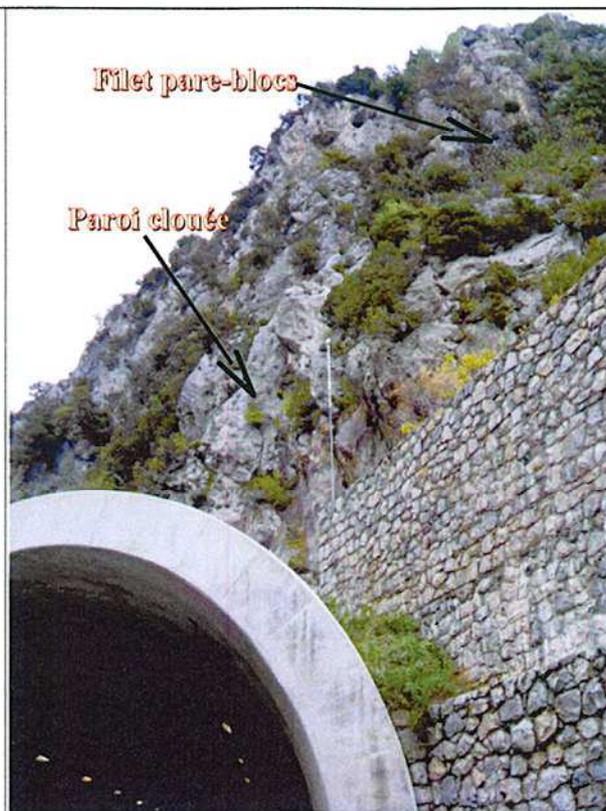
**Protection 10** : la RD6204 est protégée par des filets pendus, des canevas de câbles ancrés, des grillages plaqués et des filets pare-blocs entre les deux tunnels des GORGES DE SAORGE.



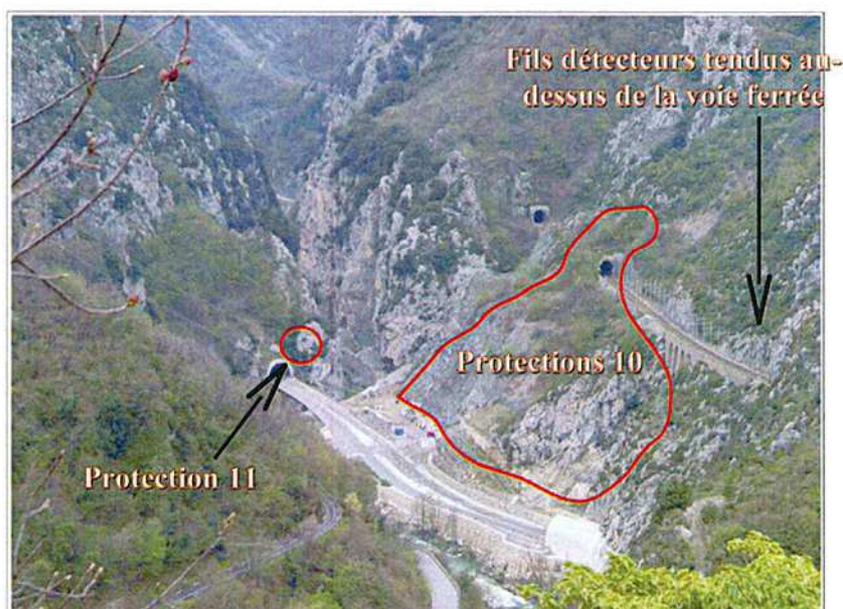
**Protection 11** : l'entrée nord du tunnel sud des GORGES DE SAORGE est protégée par un filet pare-blocs.



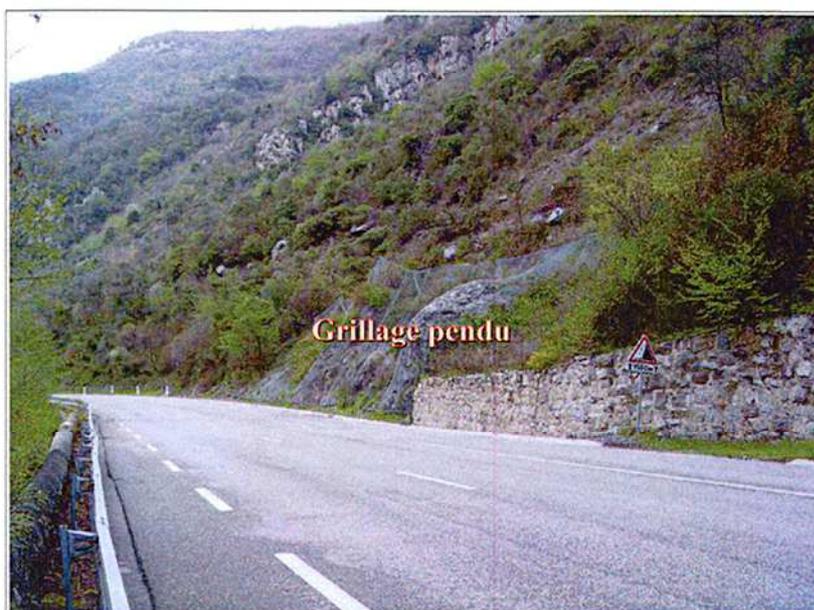
**Protection 12** : l'ancienne route des GORGES DE SAORGE (route fermée depuis la mise en service des tunnels) est équipée de filets pendus (dispositif mis en place du temps de son exploitation et plus entretenu aujourd'hui).



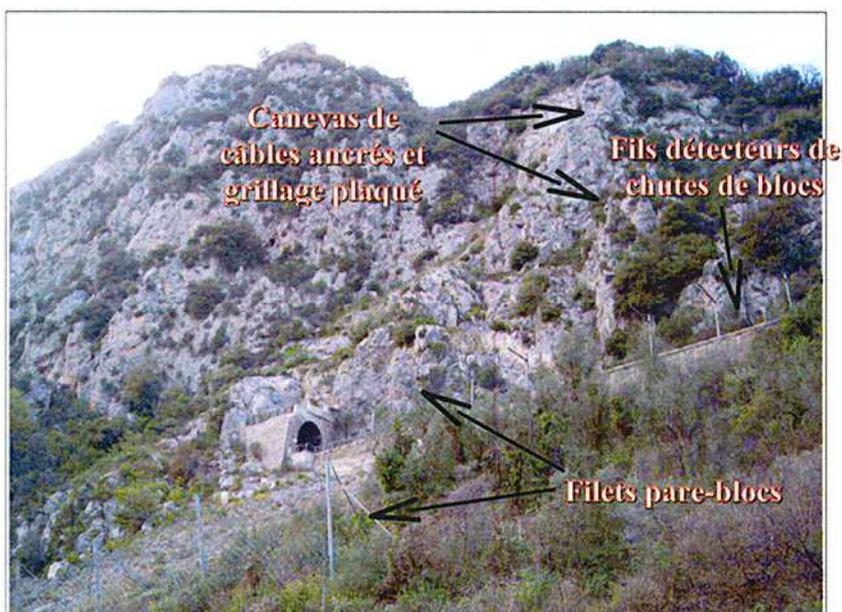
**Protection 13** : l'entrée sud du tunnel sud des GORGES DE SAORGE est protégée par un écran de filets pare-blocs et par clouage (paroi clouée).



**Protection 14** : la voie SNCF est équipée d'un dispositif d'alerte face au risque de chutes de blocs (fils détecteurs tendus au-dessus de la voie). La photo permet également de localiser globalement les protections en place entre les deux tunnels des GORGES DE SAORGE (protections 10 et 11).



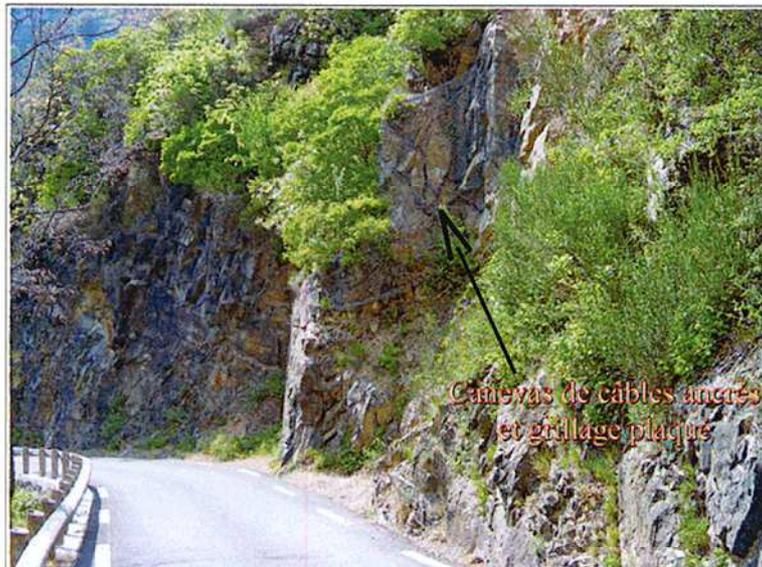
**Protection 15** : un grillage pendu a été posé dans le talus amont de la RD6204 dans la partie sud de la commune suite à un éboulement qui a coupé la route en 2006 et provoqué un accident de la circulation (voiture ONF écrasée).



**Protection 16** : la voie SNCF et la RD6204 sont protégées par des canevas de câbles ancrés ceinturant la zone de départ de l'éboulement de décembre 2000, du grillage plaqué et plusieurs écrans de filets pare-blocs au droit du tunnel ferroviaire de GOMBE-GIANDOLA (lieu-dit LANTOURASCA en limite communale sud). On distingue également sur la photo le système détecteur de chutes de blocs en place le long de la voie ferrée.



**Protection 17** : la partie sud du village de SAORGE a fait l'objet de travaux de drainage suite à plusieurs glissements de terrain qui ont causé certains dommages importants en détruisant notamment du bâti et de la voirie. Au XIX<sup>ème</sup> siècle, quatre aqueducs longs de 60 à 150 mètres ont ainsi été réalisés sous le village suivant la ligne de plus grande pente avec une forte pente longitudinale. Un autre drain de 260 mètres de long a été exécuté superficiellement à l'amont du village et en travers de la concavité du versant (ouvrage parallèle aux courbes de niveau). Vers 1980, un drain a été créé dans le quartier Saint-Joseph : galerie de 200 mètres s'enfonçant perpendiculairement dans le versant avec au bout deux antennes en « Y ». Profitant de cette galerie, des sismographes reliés au laboratoire de géophysique de Strasbourg ont été ensuite installés dans le cadre du programme de surveillance de l'activité sismique de la région.



**Protection 18** : le talus rocheux amont du chemin des CHÂTAIGNIERS (accès sud du village) a été conforté à l'aide d'un canevas de câbles ancrés et de grillage plaqué à l'entrée du vallon de la BENDOLA, suite à un éboulement rocheux sur la chaussée.

## **Annexe 2**

### **Note hydrologique**

## **Approche hydrologique**

### **Torrents de Cairos et de la Bendola**

## **1 Présentation des bassins versants**

Le Cairos et la Bendola sont des affluents de la Roya, qu'ils rejoignent respectivement au nord et au Sud du village de Saorge.

### **1.1 Le torrent de Cairos**

Le torrent de Cairos est un affluent de rive droite de la Roya, qu'il rejoint vers 390 m d'altitude, entre Fontan et Saorge.

Le bassin versant du torrent de Cairos couvre une surface totale de 42,5 km<sup>2</sup> et s'étage entre la Cime du Diable à l'Ouest (alt. 2685 m) et la vallée de la Roya à l'Est (alt. 390 m). Ce bassin forme un triangle allongé selon un axe Ouest - Est (voir carte du bassin versant en annexe).

Le torrent emprunte une vallée Ouest - Est ; vers 830 m d'altitude, il reçoit en rive gauche le torrent du Vallon de Merim, son principal affluent.

Les crêtes qui limitent le bassin versant du torrent de Cairos s'abaissent progressivement d'Ouest en Est et la pente longitudinale du torrent diminue parallèlement.

Le bassin est assez largement boisé (Forêt de Cairos) jusqu'à 1500 m d'altitude ; le haut bassin est occupé par des pelouses, des éboulis et des zones rocheuses (Vallon de Ciantesque). Des escarpements rocheux marquent la rive droite du Vallon de Cairos dans le secteur du Pont du Diable.

### **1.2 La Bendola**

La Bendola est un affluent de rive gauche de la Roya, qu'elle rejoint vers 350 m d'altitude, à l'entrée des Gorges de Saorge. Sur la plus grande partie de son cours, du Vallon de Marta au Pont de Castou (428 m), le torrent est très encaissé et coule dans des gorges escarpées.

Le bassin versant de la Bendola couvre une superficie totale de 39,0 km<sup>2</sup> et s'étage entre la Cime de Marta (2135 m) à l'Est et la Roya (350 m) à l'Ouest. Le bassin versant est limité au Sud par la crête qui marque la frontière franco-italienne et au Nord par la crête qui joint le Balcon de Marta (2122 m), la Pointe de Lugo (1920 m), la Cime d'Anan (1801 m) et la Tête de Troto (1339 m).

Le bassin versant de la Bendola est largement boisé. Les versants sud qui dominent la rive droite du torrent (Cime de Marta, Balcon de Marta, Pointe de Lugo, Cime d'Anan) sont occupés par des pelouses. De nombreuses falaises et barres rocheuses sont visibles dans le bassin versant, notamment entre le secteur de Gasque (versant sud de la Cime de Casoulette) et le Pont de castou.

## 2 Hydrologie

Il n'existe pas de station limnimétrique sur les bassins versants étudiés (Caïros et Bendola). Des données sont disponibles sur la Roya mais les stations limnimétriques existantes commandent des bassins versants sensiblement plus vastes que celui du torrent de Caïros et de la Bendola.

### 2.1 Les précipitations

Les postes pluviométriques de Tende et de Breil-sur-Roya permettent une estimation des pluies journalières pour diverses périodes de retour (voir Tableau 1 et annexes).

Période de retour	Pluie journalière	
	Breil-sur-Roya 1988 – 2006	Tende 1952 – 2002
<b>5 ans</b>	145,9 mm	115,1 mm
<b>10 ans</b>	<b>168,3 mm</b>	<b>139,7 mm</b>
<b>50 ans</b>	213,6 mm	207,8 mm
<b>100 ans</b>	<b>230,6 mm</b>	<b>243,5 mm</b>

Source : Météofrance

Tableau 1: Estimation des précipitations journalières pour diverses périodes de retour.

La répartition spatiale des précipitations à l'échelle des bassins versants du torrent de Caïros et de la Bendola n'est pas connue avec précision. En première approximation, on considère que les pluies observées à Breil-sur-Roya sont représentatives des précipitations qui concernent ces bassins versants.

Une première analyse des pluies et en particulier des maximums observés montre que les épisodes pluvieux les plus importants se produisent en fin d'été et l'automne (septembre – octobre – novembre). Cette période doit donc être considérée comme celle offrant les plus grandes probabilités d'observer des pluies importantes, potentiellement génératrices des fortes crues.

Les bassins versants étudiés comportent une part importante de leurs surfaces au-dessus de 1500 m d'altitude. L'influence de l'altitude doit donc être prise en compte pour :

- intégrer un gradient d'accroissement des précipitations avec l'altitude ;
- tenter d'estimer l'effet de l'altitude sur la proportion neige – pluie pouvant être observée pour des précipitations se produisant en fin d'automne.

Le gradient d'accroissement des précipitations avec l'altitude est délicat à définir sans exploiter un grand nombre d'observations afin de s'affranchir des effets topographiques locaux (vallées, crêtes, etc.) et régionaux (diminution des précipitations vers l'intérieur des massifs). Une telle approche dépasse le cadre de cette étude. Nous nous bornerons donc à utiliser les pluies journalières observées à Breil-sur-Roya (on privilégie la proximité géographique) en s'appuyant sur les analyses qui montrent que le gradient d'accroissement des pluies avec l'altitude est peu sensible pour les pluies courtes.

Un abattement nival a été proposé pour les précipitations affectant le bassin versant de la Roya (étude EDF). Cet abattement a été estimé à partir des températures mesurées à Nice et se traduit par un abattement de 10% du GRADEX des pluies. Sans données précises, nous négligerons l'abattement nival. De même, nous négligerons les effets potentiels d'une fonte rapide du manteau neigeux pouvant pré-exister lors de l'épisode pluvieux de référence.

Les valeurs des pluies centrées seront déduites des valeurs proposées par Météo-France par application de la correction de Weiss en l'absence de données locales plus pertinentes. Les ajustements statistiques proposés par les études existantes sont compatibles avec cette hypothèse.

<i>Période de retour</i>	<i>Pluie journalière</i>	
	<i>Pluies non centrées</i>	<i>Pluies centrées</i>
<b>5 ans</b>	140,0 mm	160,0 mm
<b>10 ans</b>	<b>160,0 mm</b>	<b>180,0 mm</b>
<b>50 ans</b>	210,0 mm	240,0 mm
<b>100 ans</b>	<b>240,0 mm</b>	<b>270,0 mm</b>

Tableau 2: Précipitations journalières retenues pour les bassins versants du torrent de Caïros et de la Bendola pour diverses périodes de retour.

## **2.2 Les données locales relatives aux débits**

Les stations limnimétriques installées sur la Roya à Tende (Saint-Dalmas) et à Breil-sur-Roya offrent des séries d'observations longues. La station de Fontan n'est citée que pour mémoire, les chroniques étant trop brèves pour permettre une exploitation statistique des données.

Les analyses statistiques disponibles auprès de la DIREN permettent d'estimer les débits pour diverses périodes de retour (voir Tableau 3 et Tableau 4). Ces valeurs correspondent à des ajustements sur les débits mesurés aux stations de Saint-Dalmas-de-Tende et de Breil-sur-Roya.

Les débits spécifiques instantanés déduits de ces analyses sont voisins de  $1 \text{ m}^3/\text{s}/\text{km}^2$  pour les crues décennales et de  $1,3 \text{ m}^3/\text{s}/\text{km}^2$  pour les crues cinquantenales.

<b>Cours d'eau</b>	<b>Période d'observation</b>	<b>BV</b>	<b>Q5</b>	<b>Q10</b>	<b>Q20</b>	<b>Q50</b>
Roya à St-D. De Tende	1960 – 2008 calcul sur 47 ans	168 km <sup>2</sup>	66 m <sup>3</sup> /s	84 m <sup>3</sup> /s	100 m <sup>3</sup> /s	120 m <sup>3</sup> /s
Roya à Fontan	1996 – 2001 non calculé	280 km <sup>2</sup>				
Roya à Breil-sur-Roya	1969 – 2007 calcul sur 36 ans	461 km <sup>2</sup>	160 m <sup>3</sup> /s	200 m <sup>3</sup> /s	230 m <sup>3</sup> /s	280 m <sup>3</sup> /s

Source : DIREN

Tableau 3: Synthèse des estimations de débits journaliers disponibles pour la Roya.

<b>Cours d'eau</b>	<b>Période d'observation</b>	<b>BV</b>	<b>Q5</b>	<b>Q10</b>	<b>Q20</b>	<b>Q50</b>
Roya à St-D. De Tende	1960 – 2008 calcul sur 47 ans	168 km <sup>2</sup>	120 m <sup>3</sup> /s	160 m <sup>3</sup> /s	190 m <sup>3</sup> /s	203 m <sup>3</sup> /s
Roya à Fontan	1996 – 2001 non calculé	280 km <sup>2</sup>				
Roya à Breil-sur-Roya	1969 – 2007 calcul sur 36 ans	461 km <sup>2</sup>	330 m <sup>3</sup> /s	430 m <sup>3</sup> /s	520 m <sup>3</sup> /s	640 m <sup>3</sup> /s

Source : DIREN

Tableau 4: Synthèse des estimations de débits instantanés proposées par la DIREN pour la Roya.

Diverses études ont été réalisées par EDF sur la Roya. Une première analyse des valeurs proposées fournit les résultats suivants.

- Les estimations des débits moyens journaliers de période de retour inférieure à 10 ans proposés par EDF pour la Roya à Breil-usine (Rapport hydrologie de la Roya, réf. D4166/RAP/2002-00366-A du 19/02/2002) sont très proches des estimations proposées par la DIREN (voir Tableau 3). Ainsi, les débits moyens journaliers de période de retour 5 ans et 10 ans proposés sont respectivement de  $155 \text{ m}^3/\text{s}$  et de  $190 \text{ m}^3/\text{s}$ , avec un bassin versant légèrement différent ( $445 \text{ km}^2$  et non  $461 \text{ km}^2$ ).
- Les estimations des crues extrêmes proposées par EDF pour la Roya à Breil-sur-Roya - Rapport « Crue extrêmes de la Roya à Breil-station ( $461 \text{ km}^2$ ) par la méthode du GRADEX, réf. D4163/RAP/2005-00494-A non daté - sont sensiblement différentes de celles proposées par la DIREN. Les débits moyens journaliers et instantanés sont estimés par la méthode du GRADEX avec un seuil de saturation décennal de  $230 \text{ m}^3/\text{s}$  (débit journalier non centré) ou de  $265 \text{ m}^3/\text{s}$  (débit journalier centré). Les estimations proposées sont récapitulées ci-dessous (voir Tableau 5). Les seuils de saturation sont donc sensiblement supérieurs aux estimations citées ci-dessus ( $190 \text{ m}^3/\text{s}$  pour le débit moyen journalier décennal). Cette étude justifie l'accroissement des estimations par rapport à une étude EDF antérieure (datant de 1975, non référencée) mais ne commente pas l'étude D4166/RAP/2002-00366-A du

19/02/2002. Nous ne disposons pas des informations permettant d'expliquer cette divergence. Cette analyse critique dépasse en outre le cadre de cette note.

Les débits spécifiques instantanés déduits des estimations proposées par EDF sont voisins de 1,5 m<sup>3</sup>/s/km<sup>2</sup> pour les crues décennales, de 2,5 m<sup>3</sup>/s/km<sup>2</sup> pour les crues cinquantennales et de 3,0 m<sup>3</sup>/s/km<sup>2</sup> pour les crues centennales. Ces valeurs sont sensiblement plus fortes que celles obtenues à partir des estimations proposées par la DIREN.

<i>Cours d'eau</i>	<i>Période d'observation</i>	<i>BV</i>	<i>Q10</i>	<i>Q50</i>	<i>Q100</i>
Roya à St-D. De Tende	GRADEX Débits moyens sur 12 h	168 km <sup>2</sup>	180 m <sup>3</sup> /s	337 m <sup>3</sup> /s	404 m <sup>3</sup> /s
	GRADEX Débits instantanés		234 m <sup>3</sup> /s	438 m <sup>3</sup> /s	525 m <sup>3</sup> /s
Roya à Breil-sur-Roya	GRADEX Débits moyens sur 24 h	461 km <sup>2</sup>	265 m <sup>3</sup> /s	547 m <sup>3</sup> /s	666 m <sup>3</sup> /s
	GRADEX Débits instantanés*		530 m <sup>3</sup> /s	1094 m <sup>3</sup> /s	1332 m <sup>3</sup> /s

\* Coefficient de forme égal à 2

Source : Études EDF réf. D4163/RAP/2005-00497-A et D4163/RAP/2005-D0494-A

Tableau 5: Synthèse des estimations proposées par les études EDF.

## 2.3 Estimation des débits des torrents de Cairos et de la Bendola

### 2.3.1 Première approche

En première approximation, la formule de Myer donne une estimation des débits de crue pour les bassins étudiés à partir des estimations proposées par EDF sur la Roya (cf. Tableau 5). Les estimations<sup>5</sup> de débits instantanés fournies par cette approche sommaire sont récapitulées dans le tableau suivant (voir Tableau 6).

<sup>5</sup>Les études réalisées par EDF et citées ici proposent une variantes de la formule de Myer avec un exposant  $\alpha$  égal à 0,72

$$Q = C \times S^\alpha$$

$Q$  débit

$C$  coefficient de ruissellement moyen

$S$  superficie du bassin versant

$\alpha$  exposant variant selon les auteurs de 0,4 à 0,8 – valeur retenue 0,75

Formule de Myer

Cette formulation connaît de multiples variantes.

Pour deux bassins versants similaires du point de vue du ruissellement (pente, géologie, occupation du sol, etc.) cette relation permet d'établir la formulation suivante :

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{S_1^\alpha}{S_2^\alpha}$$

$$Q_1 = Q_2 \times \left( \frac{S_1}{S_2} \right)^\alpha$$

<b>Bassin versant de Référence</b>	<b>La Roya à Saint-Dalmas-de-Tende (168 km<sup>2</sup>)</b>		
<b>Cours d'eau</b>	<b>Surface BV</b>	<b>Débit décennal</b>	<b>Débit centennal</b>
Bendola	39 km <sup>2</sup>	<b>80 m<sup>3</sup>/s</b> (73 m <sup>3</sup> /s à 84 m <sup>3</sup> /s)	<b>180 m<sup>3</sup>/s</b> (163 m <sup>3</sup> /s à 189 m <sup>3</sup> /s)
Torrent de Caïros	42,5 km <sup>2</sup>	<b>85 m<sup>3</sup>/s</b> (78 m <sup>3</sup> /s à 89 m <sup>3</sup> /s)	<b>190 m<sup>3</sup>/s</b> (175 m <sup>3</sup> /s à 201 m <sup>3</sup> /s)
<b>Bassin versant de Référence</b>	<b>La Roya à Breil sur Roya (461 km<sup>2</sup>)</b>		
<b>Cours d'eau</b>	<b>Surface BV</b>	<b>Débit décennal</b>	<b>Débit centennal</b>
Bendola	39 km <sup>2</sup>	<b>85 m<sup>3</sup>/s</b> (73 m <sup>3</sup> /s à 94 m <sup>3</sup> /s)	<b>215 m<sup>3</sup>/s</b> (195 m <sup>3</sup> /s à 236 m <sup>3</sup> /s)
Torrent de Caïros	42,5 km <sup>2</sup>	<b>90 m<sup>3</sup>/s</b> (79 m <sup>3</sup> /s à 100 m <sup>3</sup> /s)	<b>230 m<sup>3</sup>/s</b> (198 m <sup>3</sup> /s à 251 m <sup>3</sup> /s)

Nota. Les valeurs en gras correspondent aux estimations obtenues pour  $\alpha = 0,75$ . Les intervalles portés entre parenthèses correspondent aux estimations obtenues avec les exposants  $\alpha$  0,70 et 0,80 pour la formule de Myer. Les valeurs en gras sont les valeurs retenues arrondies à 5 m<sup>3</sup>/s.

Tableau 6: Estimations des débits selon la formule de Myer.

Un transfert de débit utilisant la relation CRUPEDIX (validation du coefficient régional à partir des données disponibles sur la Roya) conduit à des ordres de grandeur comparables pour le débit instantané décennal, pour une pluie journalière moyenne sur le bassin versant de 160 mm (75 m<sup>3</sup>/s pour la Bendola et 80 m<sup>3</sup>/s pour le torrent de Caïros).

Compte tenu de l'écart de taille entre les bassins versants de référence (Roya) et les bassins versants étudiés, les estimations de débits instantanés peuvent toutefois être sous-évaluées. En l'absence de données portant sur les bassins étudiés, ces estimations grossières (voir Tableau 7) constituent une référence initiale pour la modélisation hydrologique.

<i>Cours d'eau</i>	<i>Surface BV</i>	<i>Débit décennal</i>	<i>Débit centennal</i>
Bendola	39 km <sup>2</sup>	80 m <sup>3</sup> /s	180 m <sup>3</sup> /s
Torrent de Caïros	42,5 km <sup>2</sup>	85 m <sup>3</sup> /s	190 m <sup>3</sup> /s

Tableau 7: Premières estimations des débits instantanés à partir de données bibliographiques.

### **2.3.2 Modélisation hydrologique**

Afin de disposer d'hydrogrammes<sup>6</sup> de crue et donc d'une estimation des volumes liquides écoulés lors des crues de projet, une modélisation hydrologique sommaire du bassin versant a été réalisée. La connaissance de ces éléments est en effet nécessaire à l'estimation des volumes de matériaux transportés. En l'absence de données permettant le calage de ce modèle sur les torrent de la Bendola et de Caïros, les hydrogrammes de crues de la Roya fournis par la bibliographie ont été utilisés pour valider la cohérence des hypothèses utilisées.

#### **2.3.2.1 Validation des hypothèses**

Les principaux paramètres du modèle hydrologique sommaire ont été validés à partir de l'hydrogramme de la crue des 23 et 24 novembre 2000 sur la Roya. Cette crue fut provoquée par une pluie d'environ 155 mm sur 24 h à Saint-Dalmas-de-Tende. Cette pluie correspond sensiblement à la pluie décennale journalière retenue. Le hyétogramme de cet épisode était caractérisé par la durée de la pluie (sensiblement 24 h) et par l'apparition des précipitations les plus violentes au deuxième tiers de l'épisode (maximum vers 18 h). Nous ne disposons pas d'information relative à la répartition spatiale des précipitations dans le bassin versant lors de cet épisode. Un coefficient d'abattement spatial a donc été appliqué pour tenir compte de la surface du bassin versant et de la durée de la pluie.

<sup>6</sup>Courbe de répartition des débits dans le temps.

$$K_{0,90} = \frac{1}{\left(1 + \frac{\sqrt{S}}{30\sqrt[3]{\theta}}\right)}$$

*K* Coefficient d'abattement spatial  
*S* superficie du bassin versant en km<sup>2</sup>  
*θ* durée de la pluie en heure

Abattement spatial

Méthode d'estimation proposée par la Synthèse Nationale sur les crues des petits bassins versants pour un épisode décennal (fréquence 0,90).

Pour une pluie de 24 heures sur le bassin de la Roya à Breil (461 km<sup>2</sup>), le coefficient d'abattement spatial est de 0,80.

Un débit de 645 m<sup>3</sup>/s fut enregistré à Breil-sur-Roya le 24 novembre 2000 vers 0 h.

L'application du hyétogramme de cet épisode sur un modèle simple du bassin versant de la Roya fournit un hydrogramme simple (du fait de la schématisation du bassin versant) mais comparable en terme de débit instantané (670 m<sup>3</sup>/s environ) avec celui enregistré à Breil-sur-Roya (+ 4% environ, cf. étude EDF).

Les débits de pointe correspondants pour les bassins de la Bendola et du Caïros, fournis par le modèle hydrologique, sont respectivement de 71 m<sup>3</sup>/s et 77 m<sup>3</sup>/s.

Ce résultat constitue une vérification de la cohérence des hypothèses et des paramètres utilisés.

### 2.3.2.2 Débits de projet

L'exploitation du modèle hydrologique avec un hyétogramme théorique correspondant aux cumuls de précipitations retenus pour les périodes de retour considérées permet une estimation des débits instantanés et des volumes écoulés.

Les pluies de projets théoriques sont des pluies de 24 h avec un pic d'intensité soutenu au premier tiers de l'épisode (voir Figure 1 et Figure 2). Il s'agit là d'une hypothèse non pessimiste compte tenu des caractéristiques du modèle utilisé.

La durée de la pluie et les surfaces des bassins versants étudiées sont faibles et l'abattement spatial est donc peu sensible. Il serait en effet voisin de 0,93 pour les bassins versants de la Bendola et du Caïros selon la méthode d'estimation préconisée par la synthèse nationale sur les crues des petits bassins versants (cf. encadré ci-dessus).

L'application de ces précipitations théoriques au modèle simplifié de la Roya fournit des estimations proches des estimations proposées par les études évoquées plus haut. Les débits instantanés de période de retour décennale et centennale fournis par ce modèle sont respectivement de 596 m<sup>3</sup>/s et 1425 m<sup>3</sup>/s. Les estimations correspondantes proposées par les études disponibles (voir Tableau 5) sont de 534 m<sup>3</sup>/s (écart -10,4%) et de 1332 m<sup>3</sup>/s (écart -6,5%).

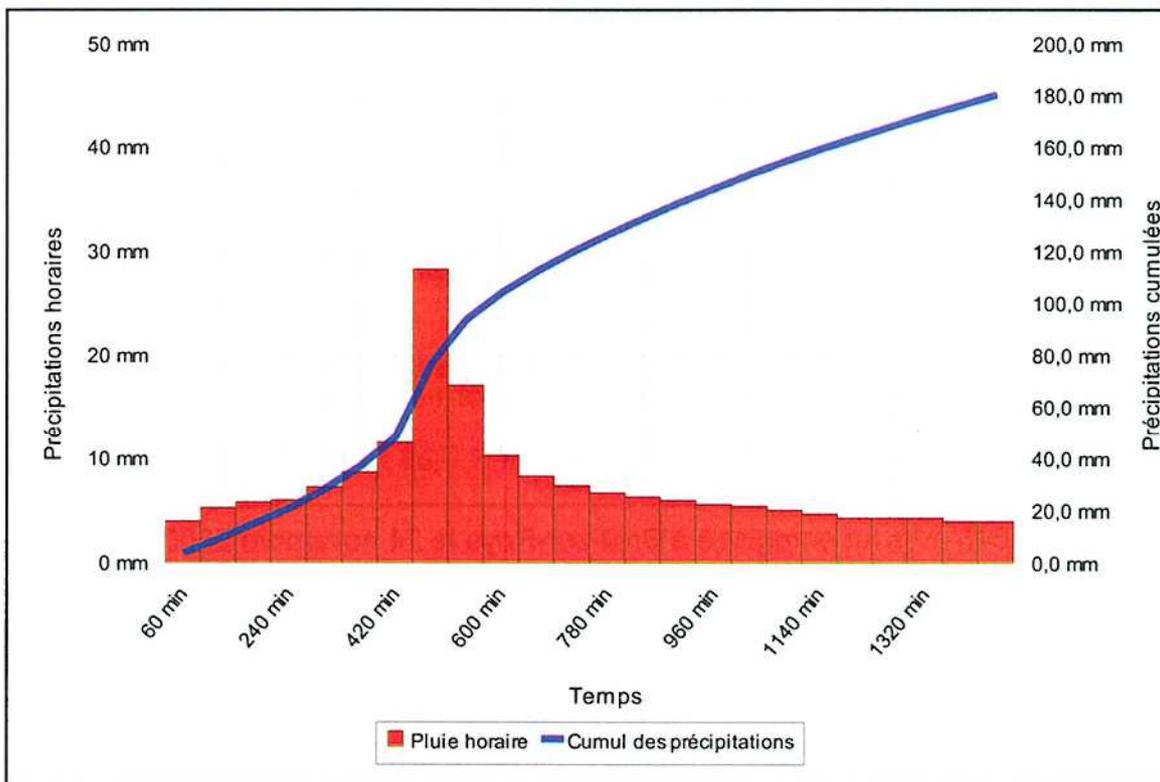


Figure 1: Pluie de projet décennale.

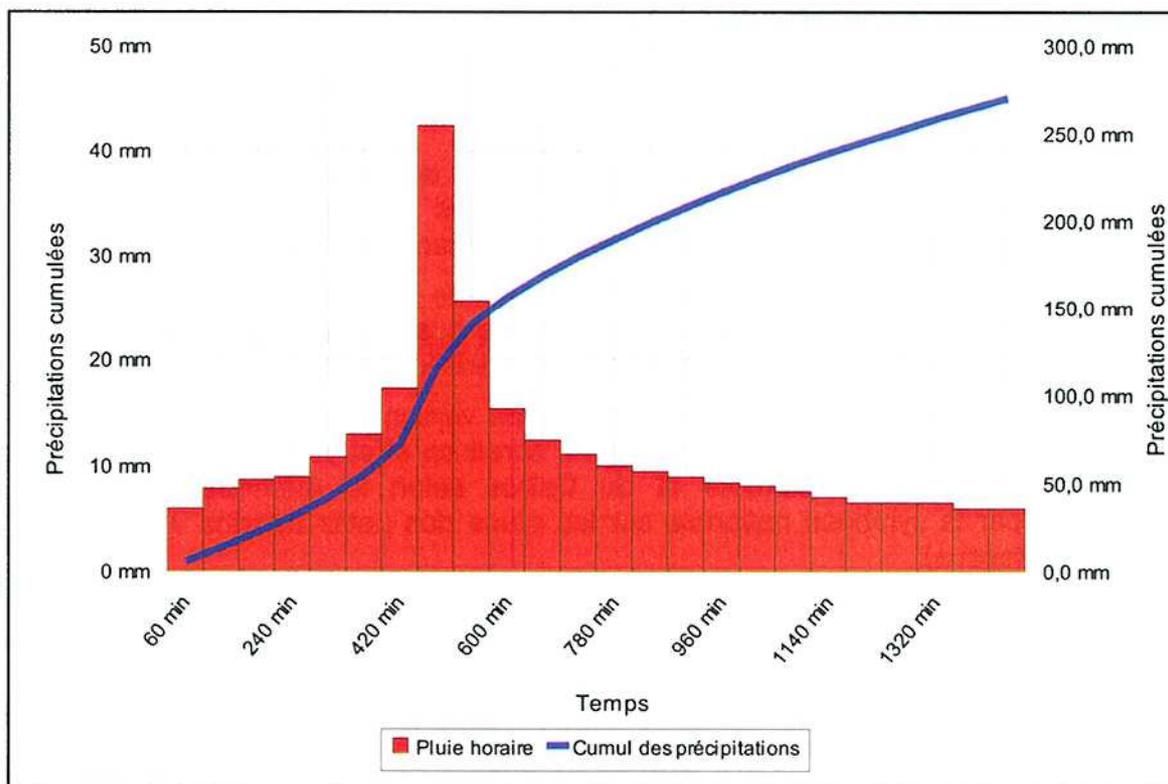


Figure 2: Pluie de projet centennale.

Ces pluies de projet ont été intégrées dans les modèles du torrent de Caïros et de la Bendola. Les paramètres sont identiques à ceux utilisés pour le modèle de référence de la Roya mais le coefficient d'abattement spatial est adapté à la surface des bassins versants et la crue est générée par le seul bassin considéré.

Les résultats fournis par ces modèles sommaires sont récapitulés dans les tableaux suivants (voir Tableau 8 et Tableau 9).

<i>Cours d'eau</i>	<i>Surface BV</i>	<i>Débit décennal</i>	<i>Débit centennal</i>
Bendola	39 km <sup>2</sup>	75 m <sup>3</sup> /s	210 m <sup>3</sup> /s
Torrent de Caïros	42,5 km <sup>2</sup>	100 m <sup>3</sup> /s	260 m <sup>3</sup> /s

*Débats arrondis à la dizaine de m<sup>3</sup>/s*

Tableau 8: Estimations des débits instantanés.

<i>Cours d'eau</i>	<i>Surface BV</i>	<i>Volume décennal</i>	<i>Volume centennal</i>
Bendola	39 km <sup>2</sup>	3 000 000 m <sup>3</sup>	6 600 000 m <sup>3</sup>
Torrent de Caïros	42,5 km <sup>2</sup>	3 100 000 m <sup>3</sup>	6 700 000 m <sup>3</sup>

*Volumes arrondis à la centaine de milliers de m<sup>3</sup>*

Tableau 9: Estimations des volumes écoulés pour les crues de projet.

Nous retiendrons ces estimations pour l'analyse quantitative du transport solide.

### **Remarque**

Les débits liquides sont des ordres de grandeurs qu'il est difficile de préciser en l'absence de mesures sur les torrents eux-mêmes. En fonction des hypothèses retenues pour la répartition temporelle des précipitations, la forme de l'hydrogramme, et donc son volume, peuvent varier de manière significative.

## **3 Transport solide**

Le transport solide met en œuvre des mécanismes complexes dont beaucoup échappent à une analyse quantitative précise.

Le torrent de Caïros connaît un transport solide important. Selon les observations réalisées, ce phénomène correspond majoritairement à un transport biphasique. Ce phénomène est susceptible de mobiliser des volumes très importants de matériaux et des blocs de grande taille si les conditions hydrauliques (pente et débit) sont favorables. Des écoulements hyperconcentrés peuvent vraisemblablement apparaître localement.

Le torrent de la Bendola emprunte des gorges rocheuses sur une grande partie de son cours. Ces gorges concentrent les débits, facilitant la reprise régulière des matériaux produits par l'érosion. Ce contexte ne favorise donc pas l'accumulation de grande quantité de matériaux mobilisables lors des crues. Toutefois, des matériaux pourraient s'accumuler dans le lit mineur de manière brutale à la suite, par exemple, d'éboulements ou de glissement de terrain.

### 3.1 Approche qualitative

Cette approche est limitée au torrent de Caïros ; nous ne disposons pas d'information suffisante pour analyser le fonctionnement de la Bendola.

La dynamique du torrent repose sur la mobilisation de matériaux accumulés par l'érosion dans le fond de vallée. Le Caïros est susceptible de mobiliser, lorsque le débit est suffisant, les alluvions torrentielles et les colluvions qui occupent le fond de vallée. Ces matériaux peuvent être successivement mobilisés, transportés et déposés à de multiples reprises lors d'une crue.

Les dépôts peuvent modifier localement les conditions hydrauliques et provoquer des débordements et des divagations du torrent. Les débordements peuvent induire une diminution du débit liquide en lit mineur et ainsi accélérer la sédimentation. Les débordements peuvent donc s'auto-entretenir.

Le pavage du lit, c'est-à-dire la formation d'un fond constitué par des blocs juxtaposés, limite la capacité du torrent à mobiliser des matériaux. Si le débit liquide devient suffisant pour disloquer le pavage, le débit solide peut augmenter de manière brutale et significative.

### 3.2 Approche quantitative

Les débits solides du torrent de Caïros et de la Bendola peuvent être estimés quantitativement par diverses méthodes. En l'absence de données précises (topographie, granulométrie représentative, etc.) sur la Bendola, nous nous bornerons pour ce torrent à une analyse de la capacité maximale de transport.

#### 3.2.1 Capacité maximale de transport

En première approximation, la formule de Meunier permet d'obtenir une estimation par excès des volumes mobilisables si le torrent atteint sa capacité maximale de transport. Cette approche implique que le torrent dispose d'une quantité illimitée de matériaux.

$$\frac{Q_s}{Q} = \alpha \times I^2$$

$$\alpha = 8,2$$

$$\alpha = 6,3$$

$$Q_s: \text{débit solide } m^3 \cdot s^{-1}$$

$$Q: \text{débit liquide } m^3 \cdot s^{-1}$$

$$\alpha: \text{coefficient empirique d'ajustement}$$

$$I: \text{pente } m/m$$

#### Remarque

La formulation retenue pour obtenir les volumes cités dans le texte est celle reprise dans le guide méthodologique d'élaboration des PPR « crues des torrents de montagne » (coefficient  $\alpha = 8,2$ ). Meunier a proposé d'autres formulations citées ici à titre de comparaison.

Si on suppose la quantité de matériaux mobilisable infinie, la concentration calculée selon la formule de Meunier permet de connaître le volume de matériaux mobilisable.

Le débit solide n'apparaît qu'au-dessus d'un débit critique qui dépend de la pente et de la granulométrie des matériaux. La présence d'un pavage du lit peut augmenter sensiblement le seuil du début de transport. Ce seuil n'est pas pris en compte dans cette première approche.

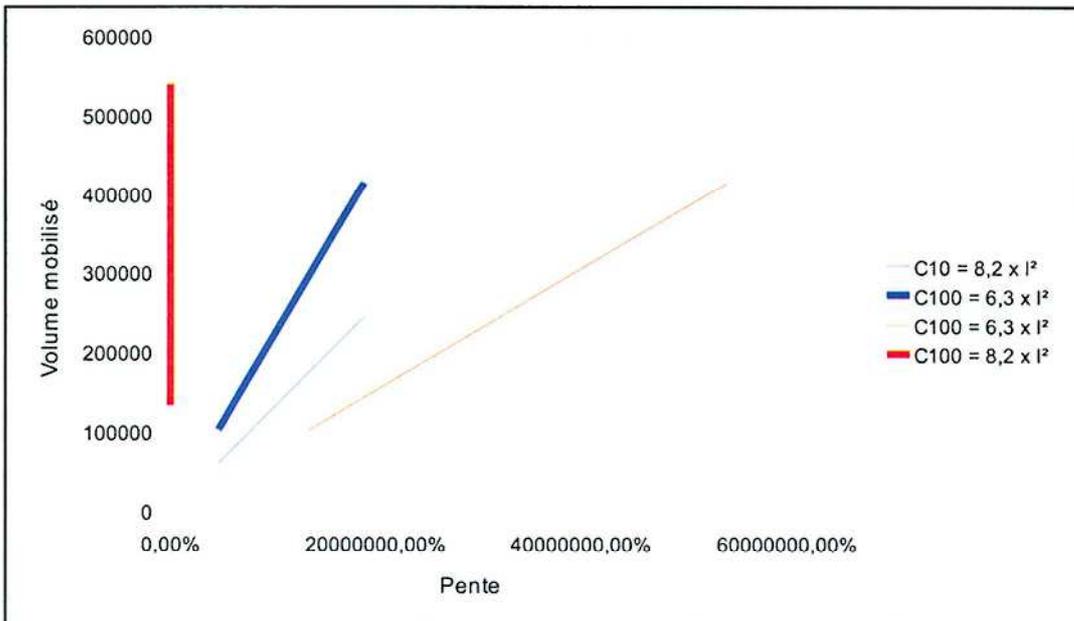


Figure 3: Volume mobilisable à la capacité maximale de transport pour les crues de projet (selon formule de Meunier).

Les concentrations varient de 2% pour une pente en long de 5% (0,05 m/m) à 8% pour une pente en long de 10% (0,10 m/m).

### 3.2.2 Débit total pour le torrent de Caïros

La formule de Lefort permet l'estimation d'un débit solide global pour une crue ou un débit liquide donné et un ensemble d'hypothèses relatives à la granulométrie des matériaux. Cette méthode d'estimation présente l'intérêt d'être applicable dans une large gamme de pentes.

Des mesures granulométriques (méthode linéique) ont été réalisées (voir annexe). A partir de ces données, des estimations des volumes de matériaux mobilisables lors des crues ont été réalisées à partir de diverses méthodes.

Les pentes soutenues (5% à 8%) observées dans le cours du torrent induisent des débits solides importants malgré la granulométrie grossière des matériaux. Il est vraisemblable que le seuil réel de début de transport solide soit supérieur à celui obtenue par la formule de Lefort, du fait de la présence de gros blocs qui arment le lit et de pavage.

Les résultats obtenus doivent être considérés comme des estimations par excès, en particulier pour la crue décennale. Une crue importante (centennale ou supérieure) provoquerait probablement une destruction du pavage et permettrait ainsi une forte mobilisation des matériaux.

L'application de la formule de Lefort au torrent de Caïros avec les éléments hydrologiques établis ci-dessus permet d'obtenir une estimation du débit solide et des volumes transportés pour les crues de projet retenues (voir Figure 4 et Figure 5).

La crue de projet décennale pourrait ainsi mobiliser 56 000 m<sup>3</sup>, soit une concentration moyenne de 2% sur la durée de la crue. La crue de projet centennale pourrait, quand à elle, mobiliser 161 000 m<sup>3</sup>, soit une concentration moyenne de 2% sur la durée de la crue.

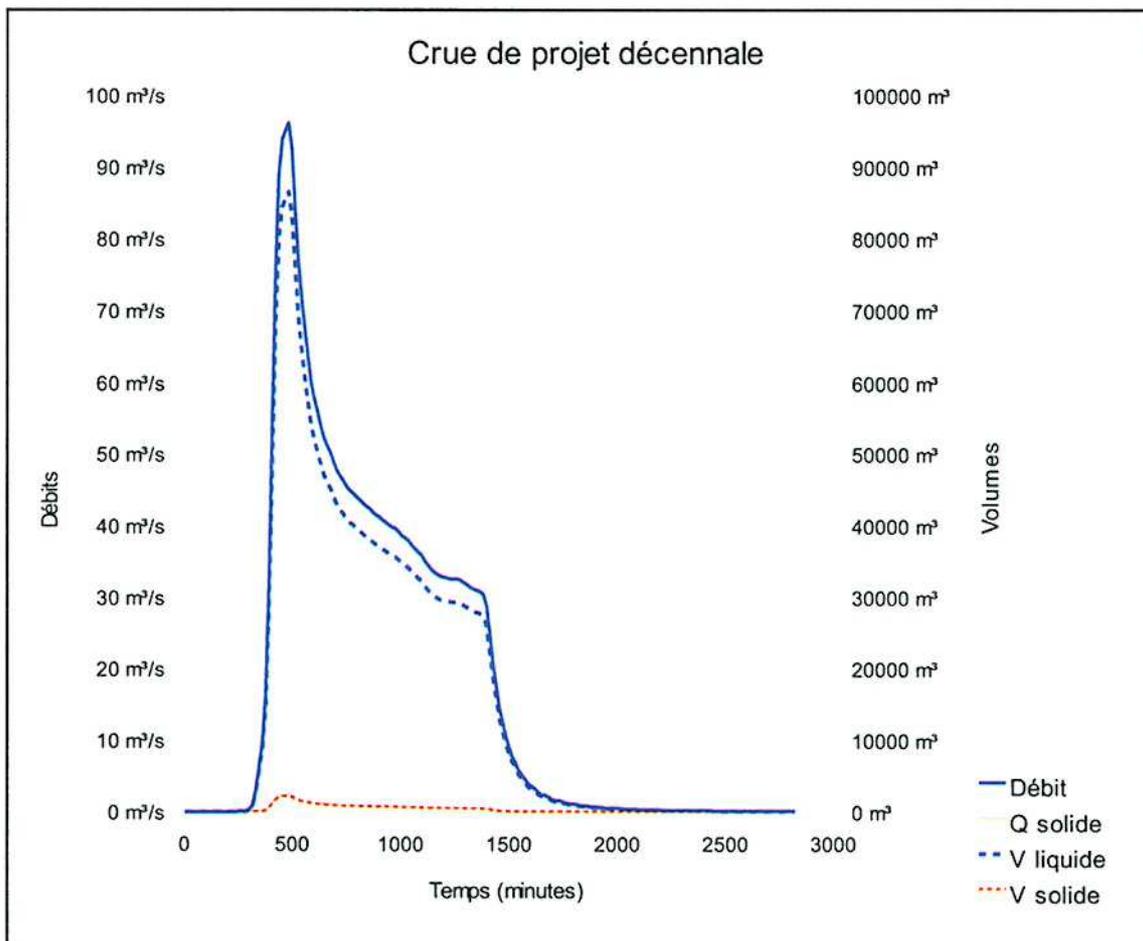


Figure 4: Répartition des débits et des volumes dans le temps pour la crue décennale.

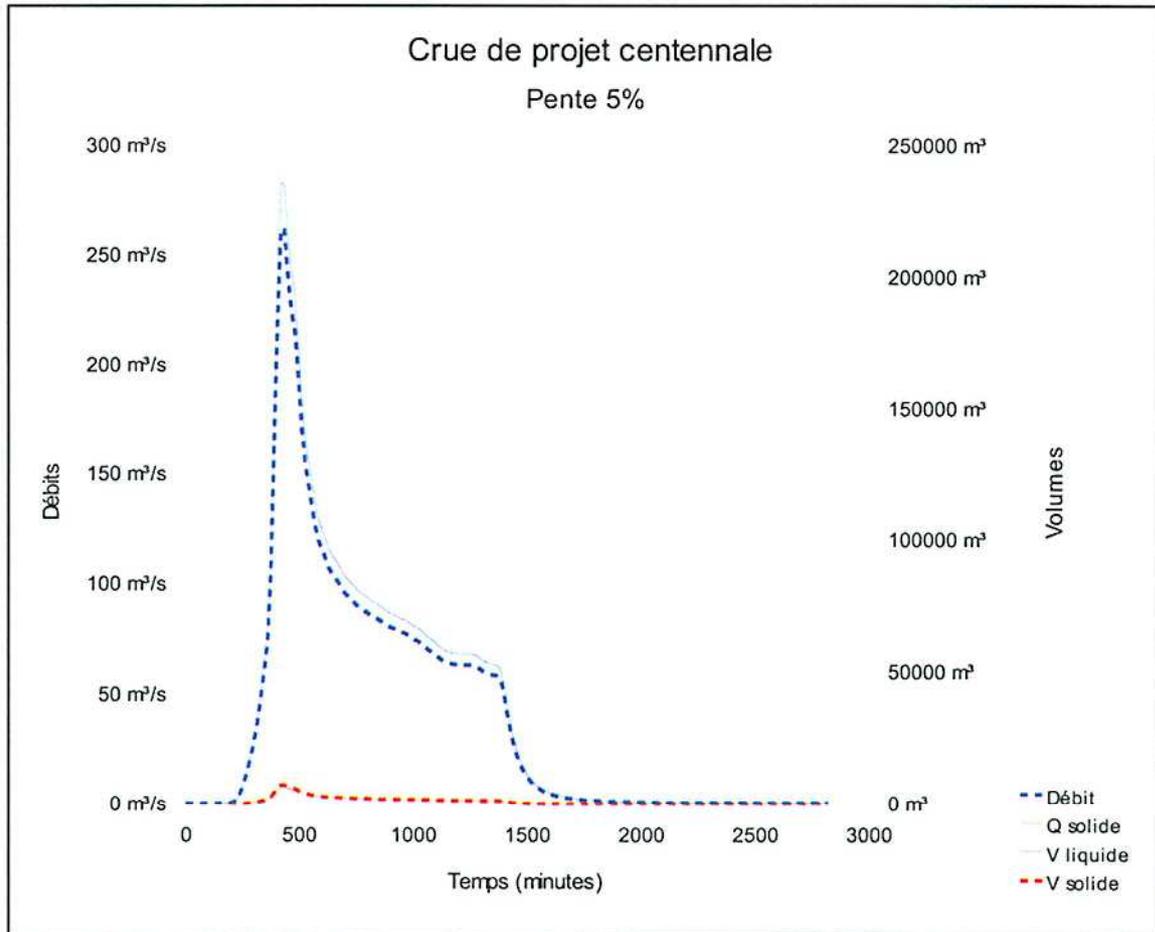


Figure 5: Répartition des débits et des volumes dans le temps pour la crue centennale.

<i>Période de retour</i>	<i>Débit liquide</i>	<i>Volume liquide</i>	<i>Volume solide</i>
<b>Torrent de Cairos (42,5 km<sup>2</sup>)</b>			
<i>Estimation selon la formule de Lefort</i>			
10 ans	100 m <sup>3</sup> /s	3 100 000 m <sup>3</sup>	56 000 m <sup>3</sup>
100 ans	260 m <sup>3</sup> /s	6 700 000 m <sup>3</sup>	161 000 m <sup>3</sup>
<b>La Bendola (39,0 km<sup>2</sup>)</b>			
<i>Estimation à la capacité maximale de transport</i>			
10 ans	75 m <sup>3</sup> /s	3 000 000 m <sup>3</sup>	62 000 m <sup>3</sup>
100 ans	210 m <sup>3</sup> /s	6 600 000 m <sup>3</sup>	135 000 m <sup>3</sup>

Tableau 10: Estimation des débits et des volumes de projet.

## Pluies Journalières

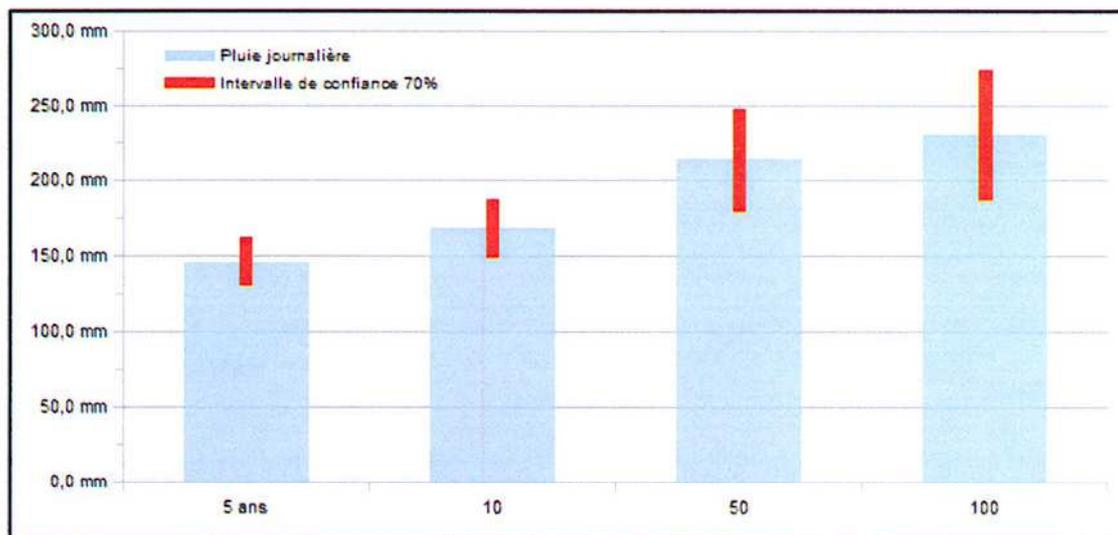
### Breil-sur-Roya

Période d'observation 1988 – 2006

Altitude

319

Période de retour	Pluie journalière	Min	Max	Intervalle de confiance 70%
5 ans	145,9 mm	130,2 mm	161,6 mm	31,4 mm
10 ans	168,3 mm	149,2 mm	187,3 mm	38,1 mm
50 ans	213,6 mm	179,5 mm	247,7 mm	68,2 mm
100 ans	230,6 mm	186,7 mm	274,4 mm	87,7 mm



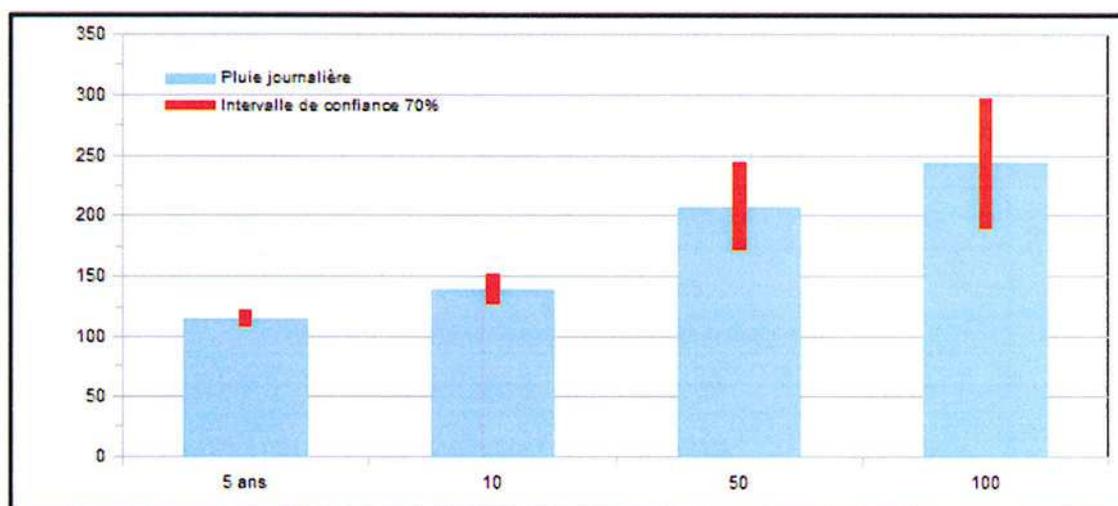
### Tende – Saint-Dalmas

Période d'observation 1952 – 2002

Altitude

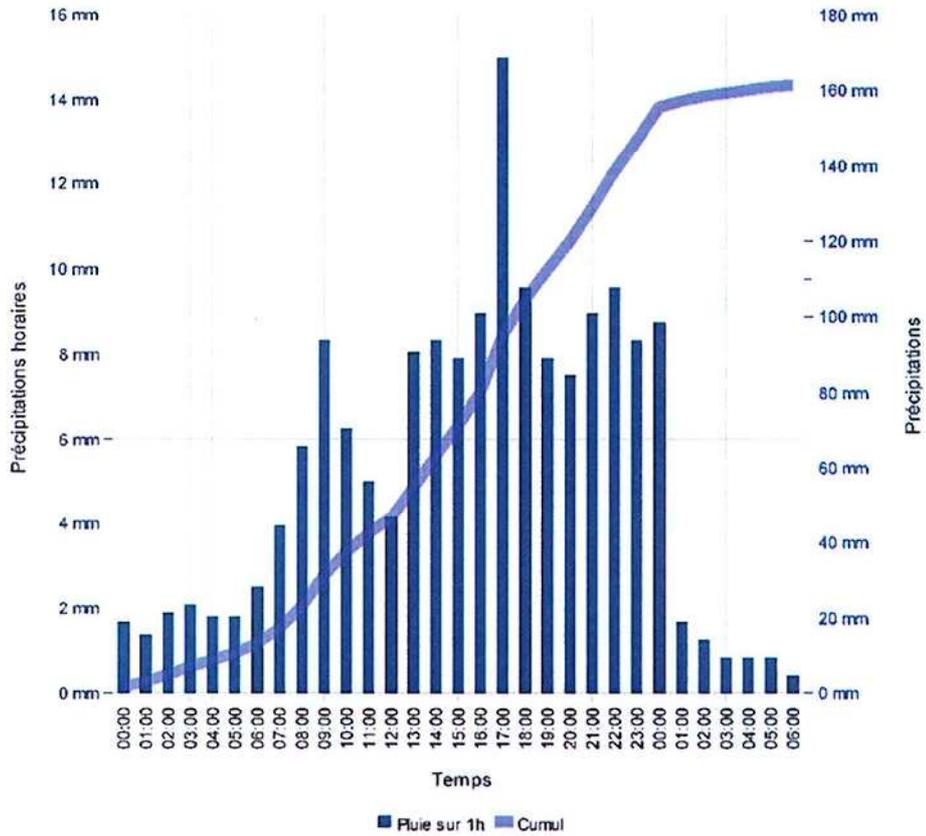
650

Période de retour	Pluie journalière	Min	Max	Intervalle de confiance 70%
5 ans	115,1 mm	107,7 mm	122,5 mm	14,8 mm
10 ans	139,7 mm	127,7 mm	151,7 mm	24,0 mm
50 ans	207,8 mm	172,0 mm	243,6 mm	71,6 mm
100 ans	243,5 mm	189,5 mm	297,5 mm	108,0 mm



**Estimation des débits – Précipitations  
Hyétogrammes 23 novembre 2000**

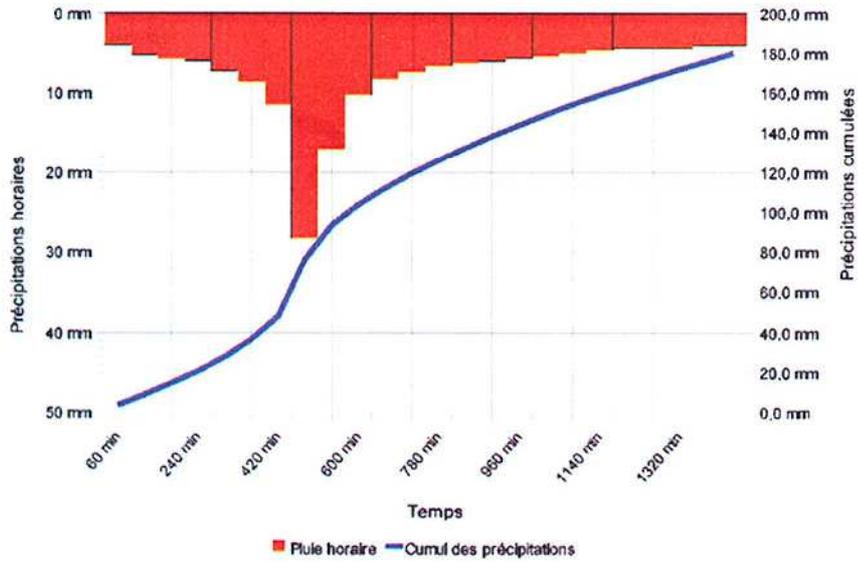
**Breil-sur-Roya**



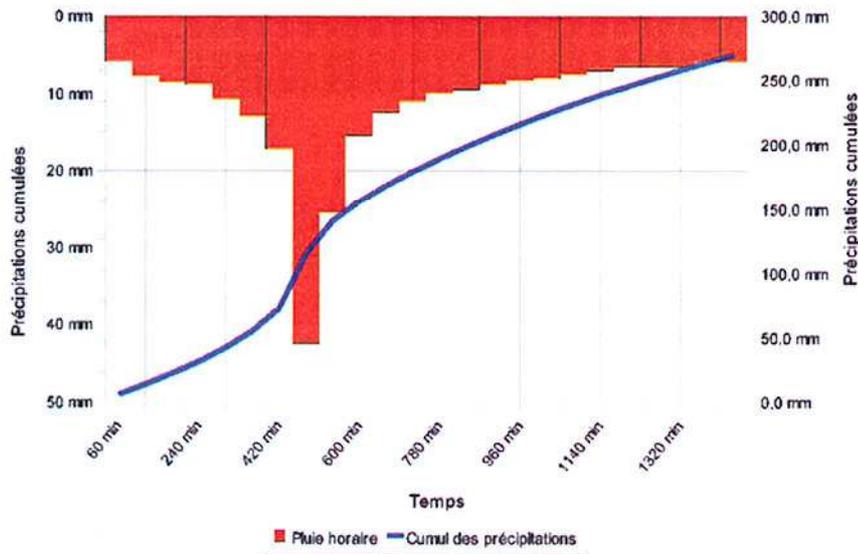
**Estimation des débits – Pluies de projet  
Hyétogrammes**

**Torrent de Caïros**

**Pluie de projet décennale**



**Pluie de projet centennale**



## Granulométrie – Description des échantillons

## Torrent de Cairros

Site n°1	640 m	Amont du Pont du Diable
Site n°2	470 m	Aval Cayrosina
Site n°3	450 m	Aval Cayrosina

Diamètre caractéristique	Fréquence	Echantillon		
		Saorge 1	Saorge 2	Saorge 3
D90	0,9	0,65 m	0,40 m	1,00 m
D60	0,6	0,26 m	0,15 m	0,27 m
D50	0,5	0,20 m	0,12 m	0,20 m
D30	0,3	0,15 m	0,07 m	0,08 m
D10	0,1	0,08 m	0,05 m	0,03 m

Fréquence	Echantillon		
	Saorge 1	Saorge 2	Saorge 3
Minimum	40 mm	30 mm	10 mm
Maximum	900 mm	750 mm	1900 mm
Moyenne	267 mm	160 mm	356 mm
Médiane	200 mm	120 mm	200 mm

Site n°1



Site n°2

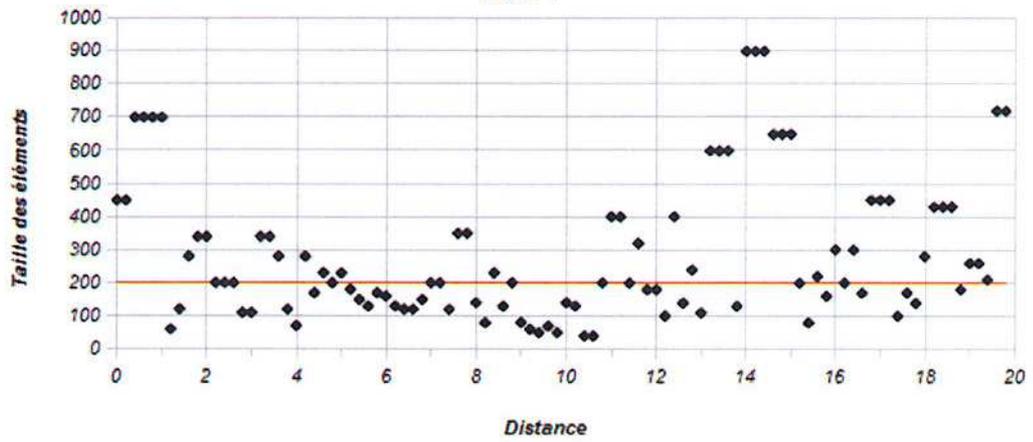


Site n°3



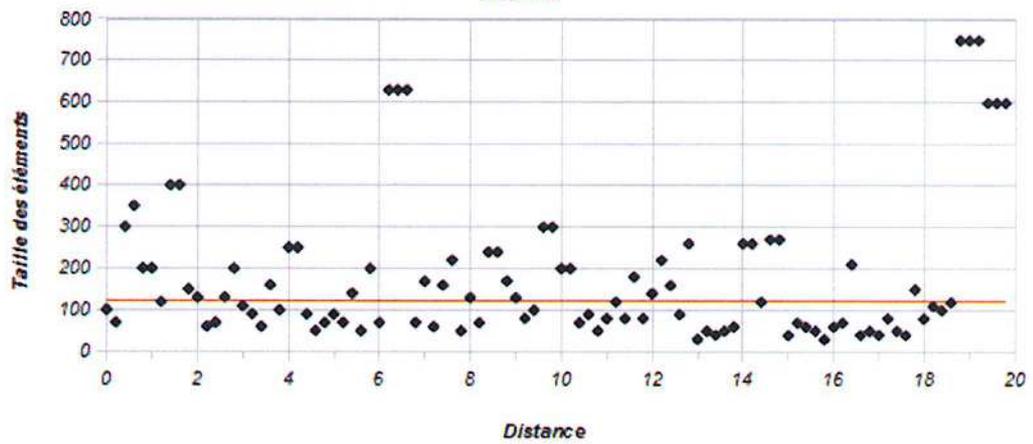
**Torrent de Cairos**

**Site n°1**



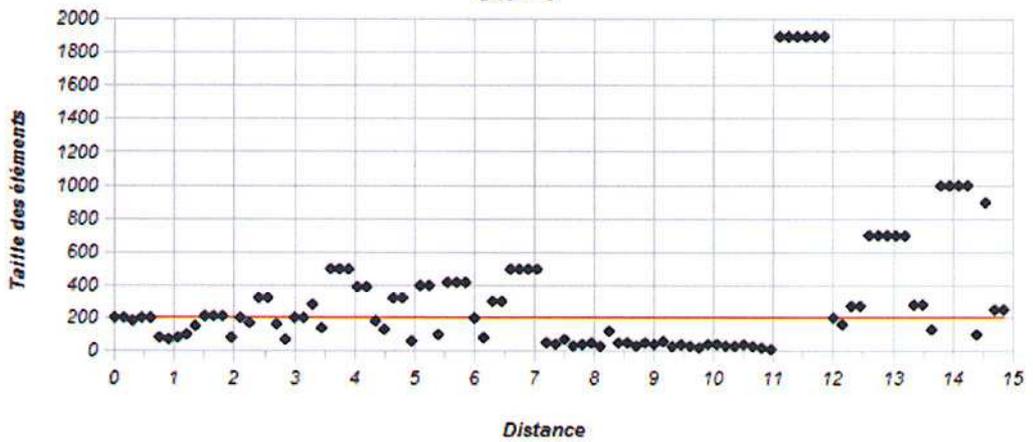
**Torrent de Cairos**

**Site n°2**



**Torrent de Cairos**

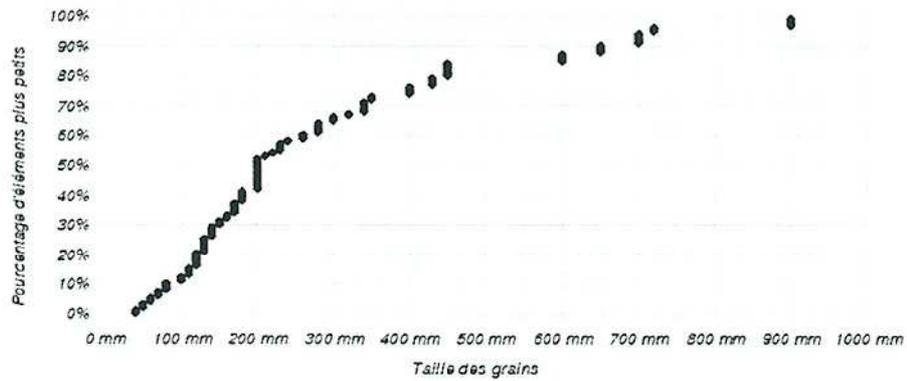
**Site n°3**



**Granulométrie – Courbes granulométriques**

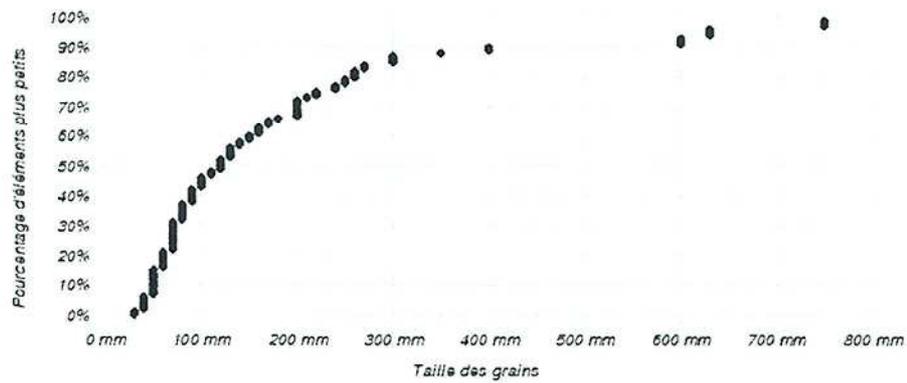
**Torrent de Cairos**

**Site n°1**



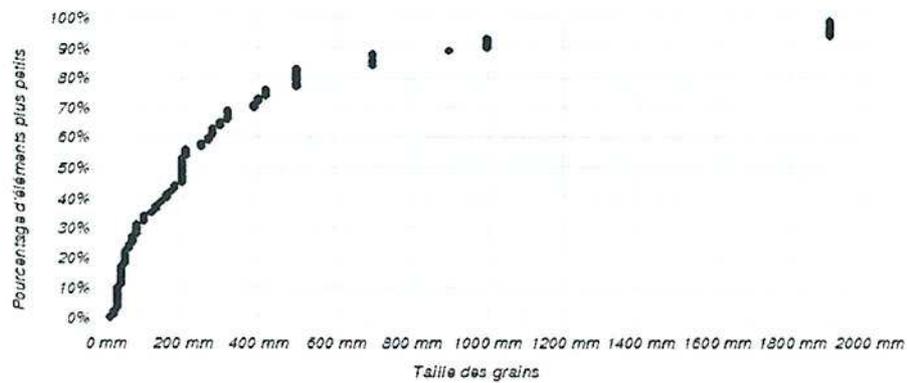
**Torrent de Cairos**

**Site n°2**



**Torrent de Cairos**

**Site n°3**



**Transport solide – Estimation des volumes mobilisables  
Formule de Meinier**

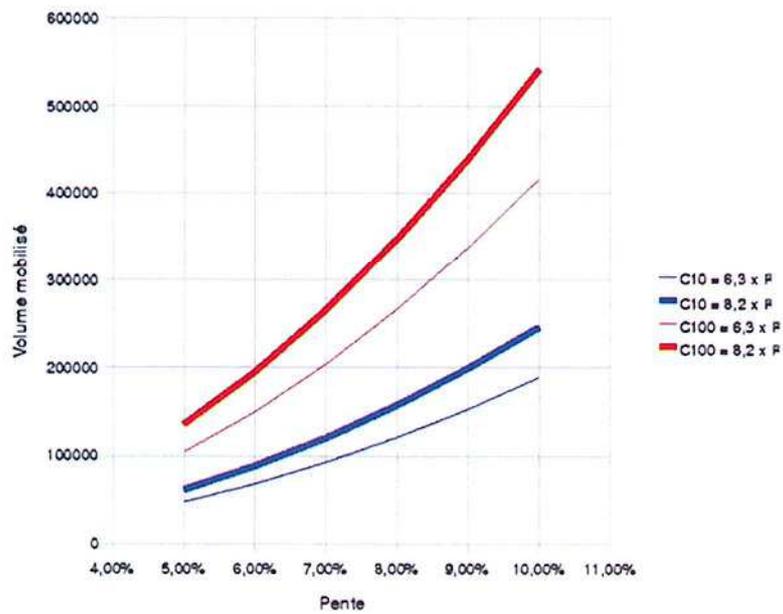
**Torrent de Caïros**

**Crue décennale**

Pente	C 1	C 2	Volume liquide	$C10 = 6,3 \times P^2$	$C10 = 8,2 \times P^2$
5,00%	0,02	0,02	3000000	47250	61500
6,00%	0,02	0,03	3000000	68040	88560
7,00%	0,03	0,04	3000000	92610	120540
8,00%	0,04	0,05	3000000	120960	157440
9,00%	0,05	0,07	3000000	153090	199260
10,00%	0,06	0,08	3000000	189000	246000

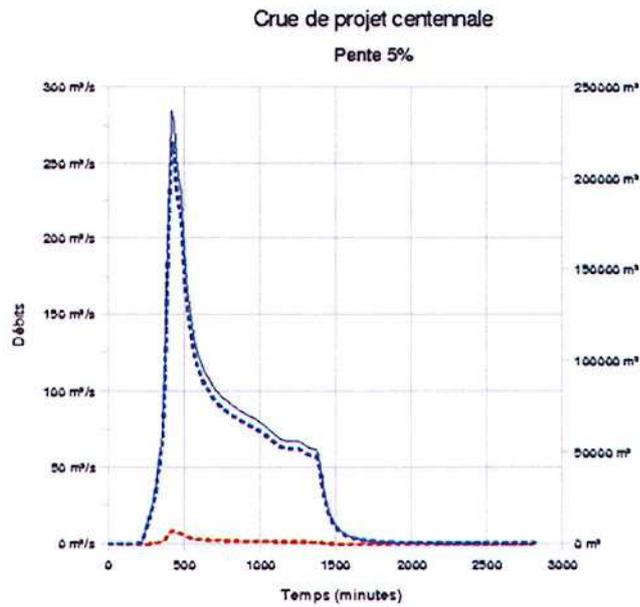
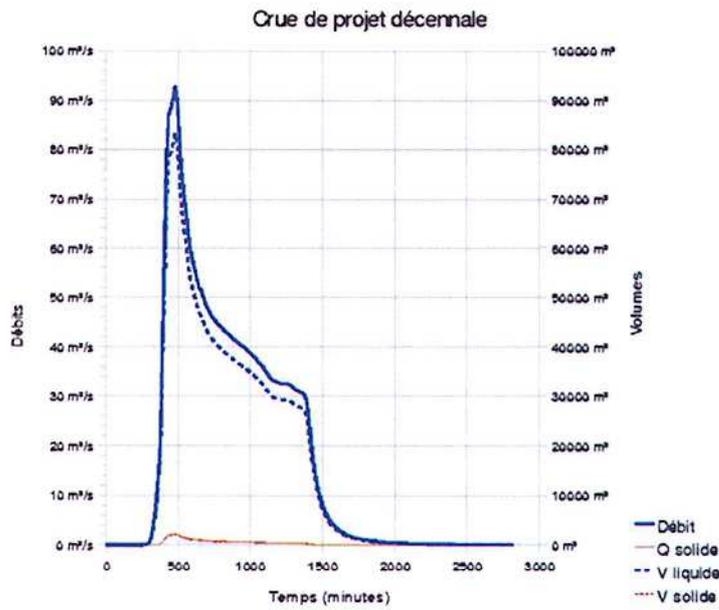
**Crue centennale**

Pente	C 1	C 2	Volume liquide	$C100 = 6,3 \times P^2$	$C100 = 8,2 \times P^2$
5,00%	0,02	0,02	6600000	103950	135300
6,00%	0,02	0,03	6600000	149688	194832
7,00%	0,03	0,04	6600000	203742	265188
8,00%	0,04	0,05	6600000	266112	346368
9,00%	0,05	0,07	6600000	336798	438372
10,00%	0,06	0,08	6600000	415800	541200



*Transport solide – Estimation des volumes mobilisables  
Formule de Lefort*

**Torrent de Cairos**



## 7. BIBLIOGRAPHIE

- **Carte topographique Top 25 3841 OT Vallée de la Roya** au 1/25 000 IGN édition 2006
- **Carte géologique de la France feuille XXXVII Saint-Martin-Vésubie-le Boréon** au 1/50 000 BRGM édition 1967
- **Carte géologique de la France feuille 922-948 Viève-Tende** au 1/50 000 BRGM édition 1991
- **Orthophotoplans** de la zone d'étude
- **Plan photogrammétrique** du village de Saorge, de la vallée de la roya et de l'aval de la vallée du Cairos
- **Etude géologique et géotechnique glissement de terrain de Saorge**, CETE, janvier 1978
- **Etude géologique et géotechnique plan d'occupation des sols de Saorge**, CETE, septembre 1981
- **Etude géologique et géotechnique carte d'aptitude à la construction et des risques liés aux mouvements de terrain naturels**, CETE, septembre 1981
- **Eboulement du 5 janvier 2001 rive droite de la vallée du Cairos, propriétés Borgia-Schomaker-Toesca, route départementale RD40 commune de Saorge (06)**, Géo-Ingénierie, 6 octobre 2001
- **Cartographie des mouvements de terrain dans la vallée de la Roya, phase 1 inventaire des données, caractérisation préliminaire des évènements en terme de typologie**, BRGM IV<sup>ème</sup> Contrat de Plan Etat Région, janvier 2002
- **Cartographie de l'aléa mouvements de terrain, bassin versant de la Roya**, échelle 1/50 000, BRGM - IV<sup>ème</sup> contrat de Plan Etat Région, juillet 2002
- **Cartographie de l'aléa mouvements de terrain, bassin versant de la Roya**, échelle 1/25 000, BRGM - IV<sup>ème</sup> contrat de Plan Etat Région, octobre 2003
- **Plan de bassin transfrontalier du fleuve Roya**, RHEA / EDF, juillet 2005
- **Carte de l'aléa inondation à l'échelle 1/25 000 et compléments à la cartographie de l'aléa mouvements de terrain à 1/50 000 rapport final**, BRGM IV<sup>ème</sup> Contrat de Plan Etat Région, novembre 2005
- **Plan de bassin transfrontalier du fleuve Roya**, EDF / SCP, 2006
- **Bases de données RTM**
- <http://home.scarlet.be/roya/train/02/12.htm>
- [www.prim.net](http://www.prim.net)
- [www.insee.fr](http://www.insee.fr)
- <http://www.villorama.com/>
- <http://www.geoportail.fr/>
- google earth