



*Liberté • Égalité • Fraternité*  
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

PREFECTURE DES ALPES-MARITIMES

COMMUNE

DE LA BRIGUE

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

Pour le Préfet,  
Le Secrétaire Général  
DRM-D 3141

Gérard GAVORY

RAPPORT DE PRESENTATION

Mai 2012

PRESCRIPTION DU PPR : 3 Mai 2007

DELIBERATION DU CONSEIL MUNICIPAL : 18 Mars 2011

ENQUETE DU : 23 Mai 2011 AU : 30 Juin 2011

APPROBATION DU PPR : 04 MAI 2012

DIRECTION DEPARTEMENTALE DES TERRITOIRES  
ET DE LA MER

SERVICE EAU - RISQUES



restoration des terrains en montagne





## Sommaire

<b>I-</b>	<b>OBJET ET LIMITES DE L'ÉTUDE.....</b>	<b>5</b>
1.1	Réglementation.....	5
1.2	Objet du P.P.R.....	6
1.3	Limites de l'étude .....	7
<b>II-</b>	<b>PRÉSENTATION DE LA COMMUNE .....</b>	<b>8</b>
2.1	Situation géographique .....	8
2.2	Histoire et démographie .....	11
2.3	Contexte climatique .....	12
2.4	Contexte hydrologique .....	13
2-4.1	– Aspect général .....	13
2-4.2	– La Levanza .....	14
2-4.3	– Le Rio Secco .....	15
2-4.4	– Le vallon de Morignole .....	15
2-4.5	– Le vallon de la Madone .....	16
2-4.6	– Les vallons du Pré et du Bon Pertus .....	16
2.5	Contexte géologique.....	17
2.6	Contexte morphologique.....	21
<b>III-</b>	<b>PRÉSENTATION DES DOCUMENTS D'EXPERTISE .....</b>	<b>23</b>
3.1	Définition des phénomènes naturels pris en compte.....	23
3.1.1	- Le ruissellement de versant et le ravinement.....	23
3.1.2	- Les chutes de pierres et/ou de blocs.....	23
3.1.3	- Les glissements de terrain .....	24
3.1.4	- Les crues des torrents et rivières torrentielles .....	25
3.1.5	- Les avalanches .....	26
3.2	La carte informative sur les phénomènes naturels (annexe 5.1).....	27
3.2.1	- Méthodologie .....	27
3.2.2	- Sources de l'analyse événementielle .....	27
3.2.3	- Résultats de l'analyse événementielle : les événements historiques recensés.....	28
3.2.4	- Synthèse et exemples de l'analyse naturaliste.....	30
3.2.5	- Rendu cartographique.....	33
3.3	Les cartes utiles à la détermination des aléas (annexe 5.2 à 5.5 du dossier PPR).....	34
3.3.1	– Méthodologie .....	34
3.3.2	– La carte géologique (annexe 5.2).....	34
3.3.3	– La carte des pentes (annexe 5.3).....	34
3.3.4	– La carte des bassins versants (annexe 5.4).....	35
3.3.5	– La carte hydrogéomorphologique (annexe 5.5).....	35
3.4	La carte des aléas.....	36
3-4.1	- Définition de l'aléa .....	36
3-4.2	- Définition de la carte des aléas .....	36
3.5	– La carte des aléas de mouvements de terrain.....	37
3-5.1	- L'aléa ravinement et ruissellement sur versant.....	37
3-5.2	- L'aléa chutes de pierres .....	38
3-5.3	- L'aléa glissements de terrain.....	38
3-5.4	- Les niveaux de protection .....	39
3-5.5	- L'aptitude à l'aménagement .....	39

3.6 – La carte des aléas des crues des torrents et rivières torrentielles .....	41
3.7 – La carte des aléas des phénomènes avalancheux.....	42
3.8 – La carte des enjeux .....	43
<b>IV- LES SECTEURS A ENJEUX VULNERABLES .....</b>	<b>44</b>
4.1 Etude par secteurs des phénomènes de mouvements de terrain : .....	44
4-1.1 – Le quartier Sainte Anne / chemin de Terris.....	44
4-1.2 – Le secteur du village en rive droite de la Levanza .....	44
4-1.3 – Le secteur de Cianesse.....	45
4-1.4 – Le secteur de Meurgiora .....	45
4-1.5 – Le secteur de Morignole est.....	46
4.2 Etude par secteurs des phénomènes de crues torrentielles: .....	47
4-2.1 – La place de Nice (confluence du Rio Secco avec la Levanza) .....	47
4-2.2 – La passerelle à l'amont de la place de Nice (Rio Secco) .....	48
4-2.3 – La zone du stade et de la station d'épuration (rive droite de la Levanza) .....	48
4-2.4 – La zone du « clos bouliste » (rive droite de la Levanza) .....	49
4-2.5 – Le secteur de la confluence avec le vallon de Boselia (rive gauche de la Levanza) .....	50
4-2.6 – La zone du bâtiment de l'ADAPEI (rive gauche de la Levanza).....	50
4-2.7 – La zone des gîtes (rive gauche de la Levanza).....	51
4-2.8 – La zone du Moulin – confluence des vallons de Madone et de Morignole .....	52
4-2.9 – La zone du HLM – parking (Rio Secco).....	52
4.3 Etude par secteurs des phénomènes avalancheux : .....	53
4-3.1 – Secteur du vallon de Coro / ferme de Cravirola (CLPA n°12) .....	53
4-3.2 – Secteur des vallons de Cravirola-Sibayre (CLPA n° 13 et 14 / EPA n°2 et 3) .....	53
4-3.2 – Secteur du vallon de Boselia (CLPA n°1).....	54
4-3.2 – Secteur du vallon de Lani (CLPA n°2).....	56
4-3.2 – Secteur du vallon de Ciappe (CLPA n°3).....	56
<b>V- LE ZONAGE RÉGLEMENTAIRE.....</b>	<b>58</b>
5.1 Le règlement .....	58
5.2 Le zonage réglementaire .....	58
5.3 La réglementation sismique.....	59
<b>VI- ANNEXES DU RAPPORT DE PRÉSENTATION .....</b>	<b>60</b>
6.1 Tableau des données historiques .....	60
6.2 Débits caractéristiques calculés par les méthodes « déterministes et hydrométéorologiques » et par la méthode « des transferts » .....	60
6.3 Débits caractéristiques calculés par la méthode « Prédiction des crues » ( <i>PreD'Cru : Cemagref</i> ) .....	60
6.4 Tableau de synthèse des débits caractéristiques calculés par les différentes méthodes (Levanza amont et aval ainsi que Rio Secco) .....	60
6.5 Débits maximums pour des ouvrages hydrauliques ou des sections de cours d'eau .....	60
6.6 Analyse du transport solide .....	60

## Liste des illustrations :

Illustration 1 : Localisation de la commune et de la zone d'étude du PPR (extrait de fonds topographiques IGN) .....	10
Illustration 2 : Photographie du village de La Brigue et de son versant sud, au début du XXème siècle .....	11
Illustration 3 : Graphique de la moyenne interannuelle des précipitations mensuelles (période 1965-1991) sur les postes de Casterino et St Dalmas-de-Tende .....	13
Illustration 4 : Vue depuis l'amont de la vallée alluviale de la Lévanza au niveau du village (en flèche bleue : le sens de l'écoulement) .....	14
Illustration 5 : Vue du vallon du Rio Secco depuis le nord (en flèche bleue : le sens de l'écoulement) .....	15
Illustration 6 : Vue du vallon de Morignole depuis le nord (en flèche bleue : le sens de l'écoulement).....	15
Illustration 7 : Vue du vallon de la Madone depuis le nord-ouest (en flèche bleue : le sens de l'écoulement).....	16
Illustration 8 : Vue de la vallée des Prés depuis le sud (en flèche bleue : le sens de l'écoulement) .....	16
Illustration 9 : Coupe géologique schématique SO-NE .....	20
Illustration 10 : Différents types de morphologie sur la commune de La Brigue (zone aval de la Lévanza).....	22
Illustration 11 : Photographie de phénomène de ravinement généralisé.....	23
Illustration 12 : Photographie de phénomènes de chutes de blocs provenant de zones rocheuses escarpées .....	24
Illustration 13 : Photographie de phénomènes de glissements en sommet de zone d'érosion de berge .....	24
Illustration 14 : Photographie de phénomènes de crue torrentielle (La Lévanza - le 16 novembre 2002) .....	25
Illustration 15 : Photographie de couloir propice aux phénomènes avalancheux .....	26
Illustration 16 : Tableau des principales études de référence .....	28
Illustration 17 : Tableau des événements historiques recensés.....	28
Illustration 18 : Comparaison de photos aériennes du lit du Rio Secco.....	31
Illustration 19 : Analyse de l'évolution d'un cours d'eau (Levanza) .....	32
Illustration 20 : Problématique de chutes de blocs au niveau du quartier Sainte Anne .....	44
Illustration 21 : Problématique de chutes de blocs au niveau du village de la Brigue .....	45
Illustration 22 : Problématique de chutes de blocs au niveau du versant de Cianesse.....	45
Illustration 23 : Problématique de chutes de blocs au niveau du versant de Meurgiora .....	46
Illustration 24 : Problématique de glissement au niveau de Morignole est.....	46
Illustration 25 : Problématique de crue torrentielle au niveau du dalot de la place de Nice.....	47
Illustration 26 : Problématique de crue torrentielle au niveau de la passerelle entre les arcades .....	48
Illustration 27 : Problématique de crue torrentielle au niveau de la station d'épuration .....	49
Illustration 28 : Problématique de crue torrentielle au niveau du clos bouliste .....	49
Illustration 29 : Problématique de crue torrentielle au niveau de la confluence avec le vallon de Bosélia.....	50
Illustration 30 : Problématique de crue torrentielle au niveau du bâtiment de l'ADAPEI.....	51
Illustration 31 : Problématique de crue torrentielle au niveau des gîtes.....	51
Illustration 32 : Problématique de crue torrentielle au niveau de la confluence Madone-Morignole.....	52
Illustration 33 : Problématique de crue torrentielle au niveau du HLM .....	52
Illustration 34 : Vue du couloir d'avalanches du vallon de Coro / ferme de Cravirola .....	53
Illustration 35 : Vue du couloir d'avalanches du vallon de Sibayre / zone du parking de Bens haut .....	54
Illustration 36 : Localisation des problématiques d'avalanches au niveau des secteurs ce Coro et de Cravirola .....	54
Illustration 37 : Vue des couloirs d'avalanches du secteur du vallon de Bosélia .....	55
Illustration 38 : Localisation des problématiques d'avalanches au niveau du secteur de Bosélia.....	55
Illustration 39 : Vue du couloir d'avalanches du vallon de Lani .....	56
Illustration 40 : Vue du couloir d'avalanches du vallon de Ciappe .....	56
Illustration 41 : Localisation des problématiques d'avalanches au niveau du secteur de Lani et de Ciappe .....	57

## I- Objet et limites de l'étude

### 1.1 Réglementation

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, modifiée par la loi n° 95-101 du 2 février 1995 relative au renforcement de la protection de l'environnement, dispose par son article 40-1 que « *L'Etat élabore et met en application des plans de prévention des risques naturels prévisibles tels que les inondations, les mouvements de terrain, les avalanches, les incendies de forêt, les séismes, les éruptions volcaniques, les tempêtes ou les cyclones* ».

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° du présent article ;*



- 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° du présent article, 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° du présent article, 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 des personnes publiques associées, 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.

Le décret d'application n° 95-1089 en date du 5 octobre 1995, modifié par le décret du 12 janvier 2005, relatif aux plans de prévention des risques naturels prévisibles précise les modalités d'élaboration des P.P.R.

### 1.3 Limites de l'étude

La commune de La Brigue ne possède pas, à ce jour, de carte réglementaire des risques naturels valant P.P.R.

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 ;
- les glissements de terrain ;
- les crues des torrents et rivières torrentielles ;
- 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 et 4 autres cartes utiles à la détermination des aléas (hydrogéomorphologique, géologique, pentes, bassins versants) ;
- **les cartes de qualification des aléas** de la commune. Ces documents sont présentés chacun sur un fond topographique à l'échelle 1/10 000 ;
- **le zonage réglementaire** des zones urbanisées représenté sur un fond cadastral réduit à l'échelle 1/5 000 quand il existe, sinon sur un fond topographique à l'échelle 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.

## II- Présentation de la commune

### 2.1 Situation géographique

La commune de La Brigue est située au nord-est du département des Alpes-Maritimes, à environ 80 kilomètres routiers de Nice. Son territoire s'étend sur la bordure orientale de la haute vallée de la Roya et couvre 9 177 ha. Cette superficie comprend l'enclave de Marguareis, plus au nord, qui couvre 1 040 ha.

Le territoire (hors enclave de Marguareis) est limité au nord du village par le mont Bergiorin (1679 m) et au nord de Morignole par la Baisse de Crouseta (1677 m) et le mont Bertrand (2482 m). La partie orientale est caractérisée par les massifs transfrontaliers franco-italiens (mont Saccarel : 2200 m, tête de la Nava : 1939 m). La zone sud est délimitée par les balcons de Marta (2122 m) et le vallon de Goa, et la partie occidentale par la vallée de la Roya. Le territoire de la commune s'étage de 550 mètres, à la confluence du vallon de Groa avec la Roya, jusqu' à 2 482 mètres au mont Bertrand sur la frontière.

Son habitat est regroupé en cinq secteurs principaux :

- Le village de La Brigue qui regroupe l'essentiel des habitations de la commune. Il s'est développé sur le cône de déjection du Rio Secco, en rive gauche de la Levanza. Situé à 770 mètres d'altitude, La Brigue est un vieux village médiéval aux ruelles pavées à l'ancienne, dont le château de Lascaris en est l'un des témoignages. Il est desservi par la route départementale D 43 qui vient de St-Dalmas de Tende. A l'amont et à l'aval immédiat de ce centre historique, s'est développé un habitat plus récent et plus disséminé.
- Le hameau de Morignole en rive gauche du vallon du même nom. Son habitat dense est accroché dans la pente du pied de versant en bordure du vallon d'Amarine. A 970 mètres d'altitude, il clôt la route départementale D 43.
- Les deux petits groupements de maisons de Bens. Situés dans le vallon du même nom, ils se trouvent à 950 et 1080 m d'altitude et sont distants d'environ 1500 m. On y accède par la D 143 puis par une route de desserte communale.
- L'habitat disséminé de la vallée des Près / Meurgiora. Situé entre 980 m et 1020 m d'altitude, il regroupe une vingtaine de maisons. On y accède par une route communale qui chemine en rive gauche du vallon du Rio Secco.
- Le quartier Sainte-Anne en rive gauche de la Roya. Il est situé en face du village de St-Dalmas de Tende et l'on y accède par une route dite « chemin

des Terris ». L'habitat regroupe une petite dizaine de maisons récentes construites au pied d'un versant abrupt dominé par des falaises.

Le secteur d'étude du PPR, centré sur ces 5 secteurs, représente une surface d'environ 1150 ha (cf. ill. 1).

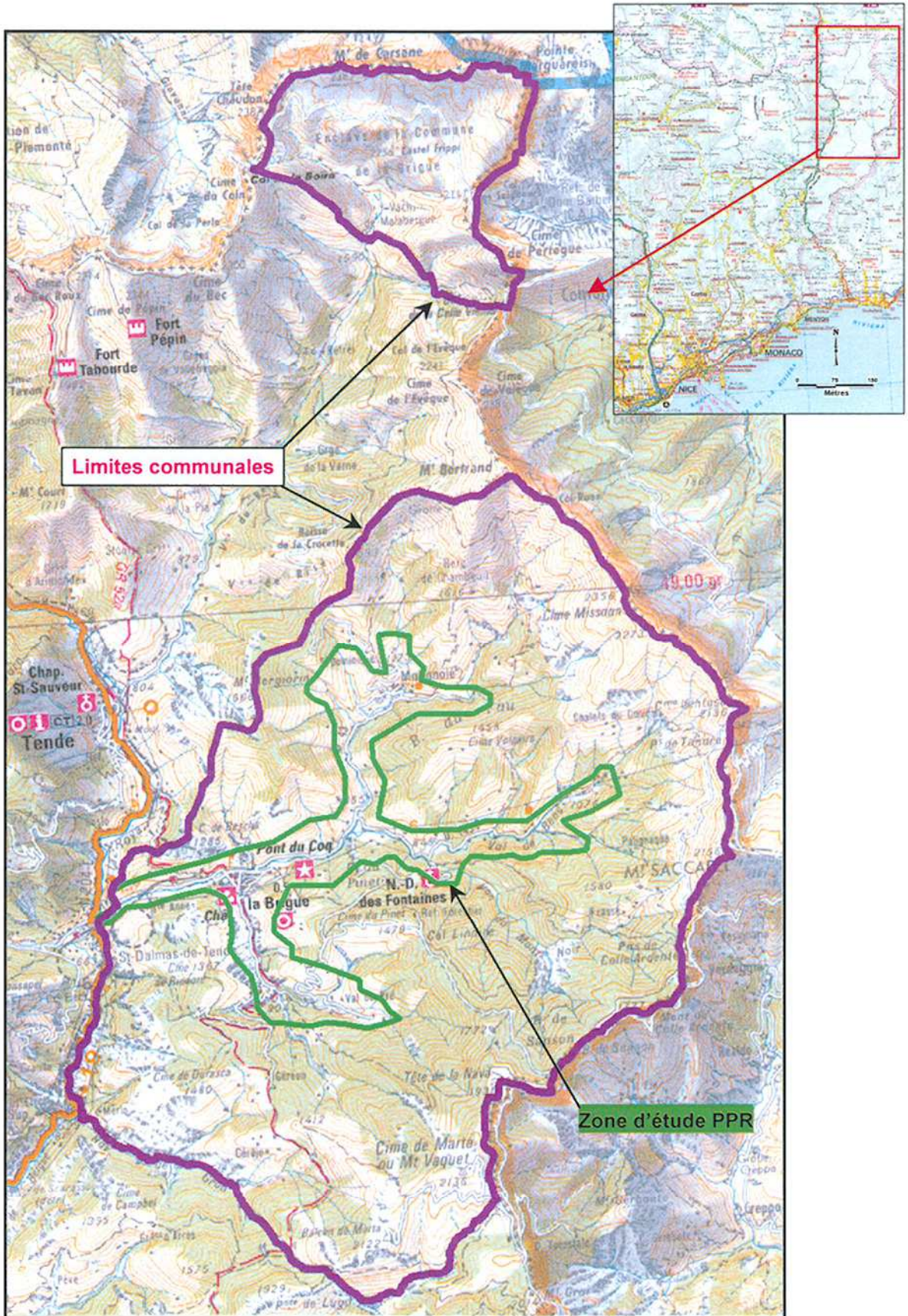


Illustration 1 : Localisation de la commune et de la zone d'étude du PPR (extrait de fonds topographiques IGN)

## 2.2 Histoire et démographie

D'un point de vue étymologique, La Brigue viendrait du celtique « brig » synonyme de dunum = hauteur. L'histoire fait état d'anciennes inscriptions selon lesquelles le village s'appelait Briga-Nicensium et révèle l'importance du marché de laine local, fréquenté par les fabricants de Nice et de Marseille.

Historiquement, depuis le XI<sup>ème</sup> siècle La Brigue relevait du Comté de Vintimille puis du Comté de Provence depuis le XIII<sup>ème</sup> siècle (1257) et fut acquis par la Maison de Savoie au XV<sup>ème</sup>. La commune est devenue française très peu de temps durant le 1er empire de 1793 à 1814. En 1860, lors du rattachement du Comté de Nice à la France, La Brigue, territoire de chasse du roi Victor-Emmanuel, fut cédée au roi de Sardaigne en dépit du vote des habitants en faveur de la France.

C'est l'issue de la seconde guerre mondiale qui permet enfin à cette commune d'être française. Elle fut acquise en droit au Traité de Paris (10 février 1947), décision qui devint effective le 16 septembre 1947 après ratification par les Grandes Puissances.

La surface de la commune de La Brigue, appelée Briga Marittima fut fortement réduite (environ d'un tiers). Les hameaux de Piaggia, Carnino, Upega qui faisaient partie intégrante de ce chef-lieu forment depuis lors une nouvelle commune italienne (Briga Alta). Celui de Realdo a été logiquement rattaché à la commune italienne de Triora. La Brigue a seulement conservé le hameau de Morignole. La zone du Marguareis (appartenant à la commune de la Brigue) apparaît depuis lors comme une enclave détachée du territoire.



Illustration 2 : Photographie du village de La Brigue et de son versant sud, au début du XXème siècle

Ce contexte justifie notamment la difficulté du travail de recherche documentaire pour la période antérieure à 1947. La commune de La Brigue étant française seulement depuis 1947, les archives antérieures à cette date sont rédigées en Italien. L'exploitation des informations contenues dans ces documents n'a pas été possible.

D'un point de vue administratif la commune de la Brigue se situe dans l'arrondissement de Nice et dans le canton de Tende.

La population actuelle est d'environ 600 habitants pour 241 résidences principales. Elle était de 477 en 1962.

## 2.3 Contexte climatique

D'une manière générale sur le bassin de la Roya, les forts reliefs condensent les masses d'air chaudes et humides en provenance de la Méditerranée. Cela engendre des précipitations relativement bien réparties dans l'année, mais inégalement réparties sur le bassin. D'importantes précipitations sont constatées sur les hauteurs, alors que les pluies sont faibles sur la côte.

Plus précisément, le régime des précipitations est à tendance méditerranéenne, avec un déficit marqué en été et de fortes valeurs en automne. Cependant, les orages engendrés par le relief font diminuer ce contraste entre les mois d'été et les mois d'automne.

Le régime pluviométrique du bassin de la Roya pris dans son ensemble peut se qualifier de méditerranéo-montagnard.

Au regard des débits moyens journaliers et mensuels de la Roya, le régime hydraulique est pluvio-nival. Il présente une bonne alimentation des cours d'eau au printemps (précipitations et fusion nivale), un étiage prononcé en été et des crues fréquentes et de forte intensité en automne.

La particularité de la zone de la Brigue est d'être concernée par les phénomènes de retour d'Est, car ils s'étendent jusqu'au crêtes frontalières présentes sur la commune. Le gradient de précipitations est donc marqué entre le relief et les fonds de vallées. Il existe ainsi une hétérogénéité des précipitations au sein même de la commune qui admet de grande différence d'altitude (plus de 2000 m sur les crêtes, 700 m au niveau du village).

Au niveau des données de précipitations, les principaux postes disponibles aux abords de la commune sont ceux de Casterino (1550 m) et de St-Dalmas de Tende (650 m). Afin d'appréhender, par analogie, les conditions pluviométriques qui peuvent exister sur la Brigue, la moyenne interannuelle des précipitations mensuelles (période 1965-1991) sur les deux postes a été représentée (cf. ill. 3).

Même si la moyenne annuelle du poste de Casterino (1127 mm) est logiquement plus élevée que celle du poste de St-Dalmas de Tende (1016 mm), peu de contrastes existent entre les deux stations. Les mois les plus arrosés sont ceux d'octobre et de novembre, et c'est en juillet que les précipitations sont les plus faibles.

Ces graphiques constituent une moyenne, et il faut garder à l'esprit que des fortes précipitations, souvent localisées par les phénomènes orageux, peuvent se produire toute l'année. La pluie journalière décennale sur le secteur est estimée à plus de 130 mm et presque 200 mm pour la centennale.

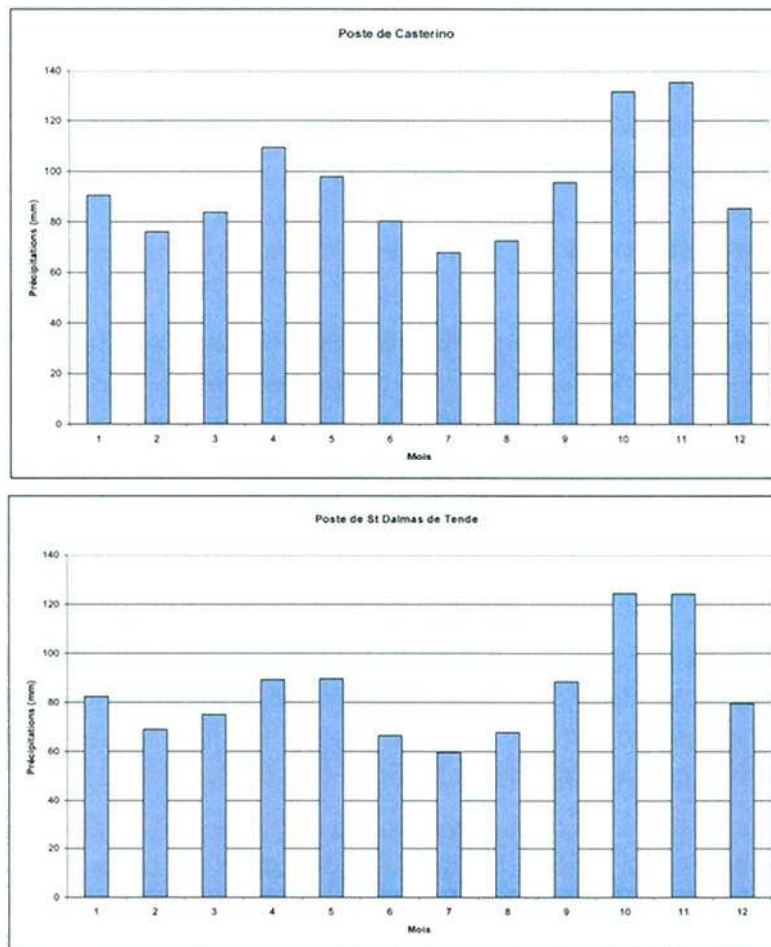


Illustration 3 : Graphique de la moyenne interannuelle des précipitations mensuelles (période 1965-1991) sur les postes de Casterino et St-Dalmas-de-Tende

## 2.4 Contexte hydrologique

### 2-4.1 – Aspect général

L'hydrologie superficielle est caractérisée par la torrencialité dans un réseau marqué par son immaturité. Cela se constate dans les tracés accidentés qui convergent vers le fond de vallée de la Brigue et de ses affluents principaux, mais aussi partiellement dans les profils en long (cf. annexes). Le régime de cet écoulement de surface est irrégulier et varie fortement selon l'intensité de la pluviosité.

Au niveau des eaux souterraines, l'écoulement au niveau de la Brigue circule différemment selon les formations géologiques.

Dans des formations calcaires (éocènes, jurassiques ou triasiques), les précipitations s'infiltrent dans les chenaux de dissolution et certains cours d'eau s'engouffrent partiellement dans des pertes karstiques. La circulation y est relativement rapide et les eaux rassemblées réapparaissent en émergences peu nombreuses, mais abondantes et relativement constantes en débit (ex : Notre-Dame des Fontaines). Ces sources, qui fonctionnent en trop plein, se répartissent à la périphérie des massifs calcaires (points bas) ou sur le trajet de fractures tectoniques. Elles sont souvent relayées par les éboulis à la base desquels elles sourdent.

Dans les formations schisteuses, marno-calcaires et dans le flysch éocène, la perméabilité est plus diffuse. Les eaux circulent parfois dans la masse mais toujours dans la frange d'altération. En fonction d'un niveau plus marneux, d'une dépression topographique ou d'une zone de fractures, des sources ou des suintements apparaissent. Ces derniers sont de débit généralement faible.

Dans les pélites et les grès du Permien, les circulations se font à travers des réseaux de fissures. En raison de la très faible dissolution de ces roches et de leur faible perméabilité, les aquifères de types karstiques ne sont pas ou peu développés dans ces formations.

La commune est caractérisée par cinq bassins et sous-bassins hydrologiques décrits ci-après.

#### 2-4.2 – La Levanza

La partie centrale de la commune, abritant le village et une grande partie de l'habitat, est drainée par le cours d'eau de La Lévanza. A ce niveau, le contexte hydrologique présente une morphologie de plaine alluviale de fond de vallée.

Le bassin versant, compris sur tout le territoire communal, s'étend sur 68 km<sup>2</sup>. La rivière prend sa source au niveau du mont Bertrand (2482 m) et s'écoule jusqu'à la Roya au niveau de Saint-Dalmas de Tende. Elle est formée de la confluence de trois affluents principaux (Le Rio Secco et les vallons de Morignole et de la Madone).

Le secteur à l'aval de la confluence avec le Rio Secco présente des zones de pertes karstiques qui assèchent la rivière. Un écoulement pérenne dans la partie basse de la Lévanza est possible hors des périodes d'étiage.



Illustration 4 : Vue depuis l'amont de la vallée alluviale de la Lévanza au niveau du village (en flèche bleue : le sens de l'écoulement)



### 2-4.3 – Le Rio Secco

Il recueille les eaux des torrents de la zone sud-est du territoire communal (bassin versant d'environ 15 km<sup>2</sup>). Il prend sa source à 2135 m d'altitude (cime de la Marta) et termine son cheminement dans un vallon encaissé et boisé avant de traverser le village. Il se jette ensuite dans la Lévanza, en plein cœur de La Brigue, au niveau de la place de Nice. Ce cours d'eau présente une torrencialité importante lors de crues (charriage de blocs et de flottants). Le Rio Secco est caractérisé par un grand cône de déjection (environ 6 hectares) sur lequel est bâti le village. Du fait de la présence de pertes, l'écoulement n'y est pas pérenne.



Illustration 5 : Vue du vallon du Rio Secco depuis le nord (en flèche bleue : le sens de l'écoulement)

### 2-4.4 – Le vallon de Morignole

Affluent septentrional de la Lévanza, le vallon de Morignole présente une morphologie encaissée depuis le hameau du même nom jusqu'à la confluence avec le vallon de la Madone (secteur du vieux Moulin). Le substratum est très présent dans le lit (peu de matériaux) et des terrasses alluviales assez récentes sont perchées sur les rives. Le bassin versant est d'environ 20 km<sup>2</sup> et l'écoulement y est normalement pérenne.



Illustration 6 : Vue du vallon de Morignole depuis le nord (en flèche bleue : le sens de l'écoulement)

#### 2-4.5 – Le vallon de la Madone

Affluent oriental de la Levanza, le vallon de la Madone présente le même type de contexte que le vallon de Morignole (encaissement dans un substratum rocheux, peu de matériaux, écoulement pérenne). Le bassin versant est d'environ 25 km<sup>2</sup> et inclut le vallon de Bens (14 km<sup>2</sup>). Ce dernier conflue à quelques centaines de mètres à l'aval du bâtiment religieux de Notre-Dame des Fontaines où sont présentes des résurgences karstiques.



Illustration 7 : Vue du vallon de la Madone depuis le nord-ouest (en flèche bleue : le sens de l'écoulement)

#### 2-4.6 – Les vallons des Prés et du Bon Pertus

Inclus dans le bassin versant du Rio Secco, ces deux affluents se rejoignent au niveau du lieu-dit Meurgiora. Les bassins versants admettent une superficie de 5,5 km<sup>2</sup> pour le vallon des Prés et de 6,5 km<sup>2</sup> pour celui du Bon Pertus. Les cours d'eau sont relativement boisés et présentent une torrencialité marquée par de nombreux flottants et par des charriages de matériaux plus conséquents que dans les autres cours d'eau de la commune. Le reboisement, datant des années 1930, dans les parties hautes des bassins a considérablement limité les phénomènes d'apports de matériaux.



Illustration 8 : Vue de la vallée des Prés depuis le sud (en flèche bleue : le sens de l'écoulement)

## 2.5 Contexte géologique

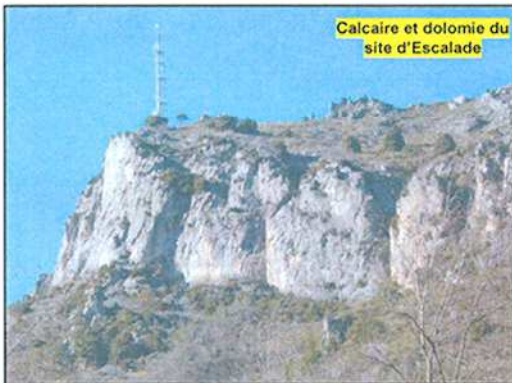
La commune de La Brigue présente principalement des terrains d'origine sédimentaire. Les affleurements rocheux sont très nombreux sur tout le territoire communal et permettent de visualiser les différentes successions lithologiques. Les formations s'étalent du Permien (280 MA) au Quaternaire (actuel). La tectonique active récente, liée à la surrection des Alpes, a chahuté et modifié la structure des terrains. Actuellement, les principales formations rocheuses qui se distinguent sont (du plus ancien au plus récent) :

### Les formations sédimentaires primaires :

- Le Permien (280 -245 MA). Il est caractérisé par une épaisse et très compétente série de grès, de quartzites et d'arkoses. Des gorges se sont encaissées dans ces formations. Elles sont visibles dans de la partie aval de la Lévanza avant d'atteindre St-Dalmas de Tende.



### Les formations sédimentaires secondaires :



- Le Trias (245-205 MA). Le Trias moyen (Muschelkalk) est bien représenté par une importante série de calcaires et de dolomies qui forment les barres de falaises dominant la zone du stade. Ces parois très compétentes supportent le site d'escalade de la commune.

Le Trias supérieur (Keuper) est caractérisé par des marnes et argiles bariolées.

Intercalés à différents niveaux dans le trias inférieur et supérieur, des complexes de cargneules s'observent par endroits. Des niveaux de gypse sont normalement présents dans ces formations, mais il n'en a pas été observé dans la zone d'étude.

Les formations plastiques du Trias (marnes, cargneules) jouent un rôle primordial dans la tectonique régionale (couche savon des plis et chevauchements). Ainsi ces niveaux sont souvent très désorganisés et n'offrent plus une structure observable régulière et continue.



- Le Jurassique (205-135 MA). Il s'agit d'un épais ensemble essentiellement composé de calcaires dolomitiques du Lias en gros bancs. L'aspect est partiellement ruiniforme et, par endroit, des aiguilles s'individualisent. Cette série constitue l'ensemble du massif imposant qui domine le village de la Brigue. Le pendage (orienté vers l'est) y est bien visible.

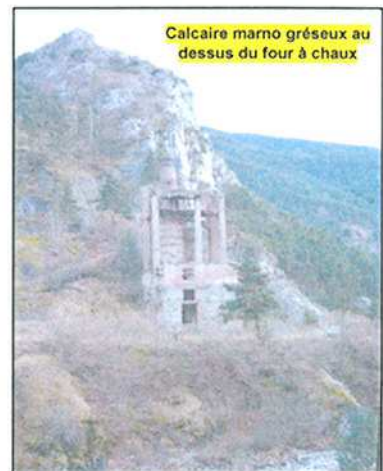


- Le Crétacé (135-65 MA). Le Crétacé inférieur (Barrémien et Aptien-Albien) est caractérisé par des calcaires marno-gréseux, gris à noirs, contenant localement de la glauconie. La barre rocheuse constituant la petite clue du « Four à Chaux » fait partie de cette formation géologique. C'est un niveau solidaire du Jurassique sous jacent et il se poursuit par endroits par des schistes noirs (visibles dans la vallée des Près).

Le Crétacé supérieur (Turonien-Senonien) est un grand ensemble très présent sur la commune (vallon de Morignole, Notre-Dame des Fontaines). Il est constitué de



Bertrand au Mont Saccarel.

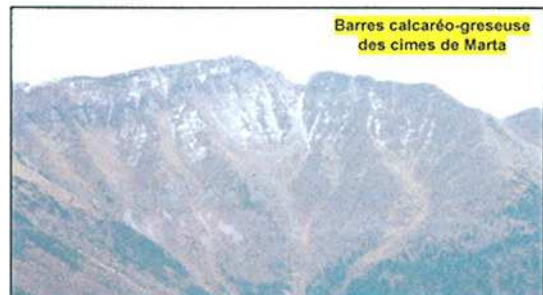


calcaires marneux

et marno-calcaires généralement bien lités en petits bancs. Il est également représenté par une autre série épaisse (variation géographique de faciès) finement litée à dominante calcaire. Cette série est chevauchante sur l'Oligocène et forme l'essentiel des sommets transfrontaliers du Mont

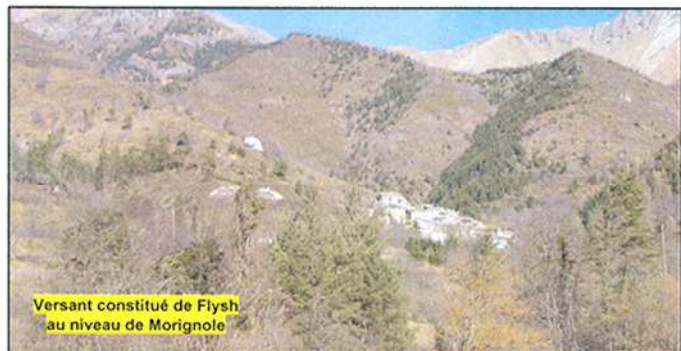
### Les formations sédimentaires tertiaires :

- L'Eocène (53-35 MA). Il comporte deux termes qui se distinguent à l'aval du hameau de Morignole et qui forment également les cimes de Marta, de la Nava et du Pinet. D'une part, des barres rocheuses calcaréo-gréseuses comportant des nummulites, et d'autre part, sus-jacents des faciès marno-calcaire et calshisteux.



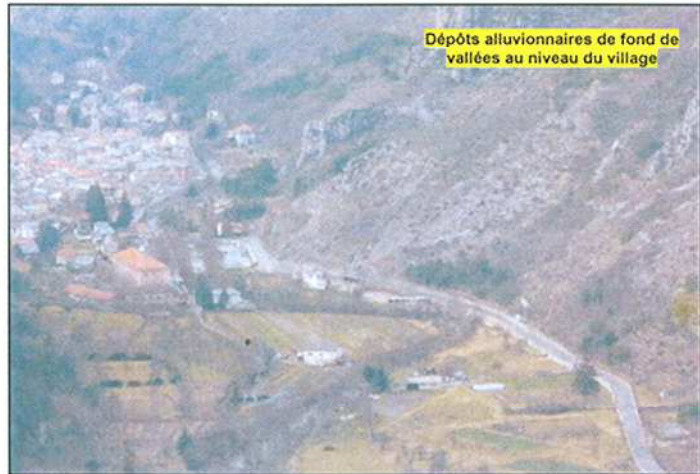
- L'Oligocène (34-24 MA). Formation de grande ampleur sur le territoire communal, il est constitué par un flysch de grande épaisseur (alternance irrégulière de bancs de grès et de marnes argileuses sombres).

Les bancs sont de puissance variable mais généralement assez faible en moyenne. L'Oligocène, bien visible dans le secteur de Morignole, forme l'essentiel des versants orientaux de la commune, depuis les fonds de vallées jusqu'aux calcaires chevauchants du crétacé qui constituent les sommets.



## Les formations de surface du quaternaire :

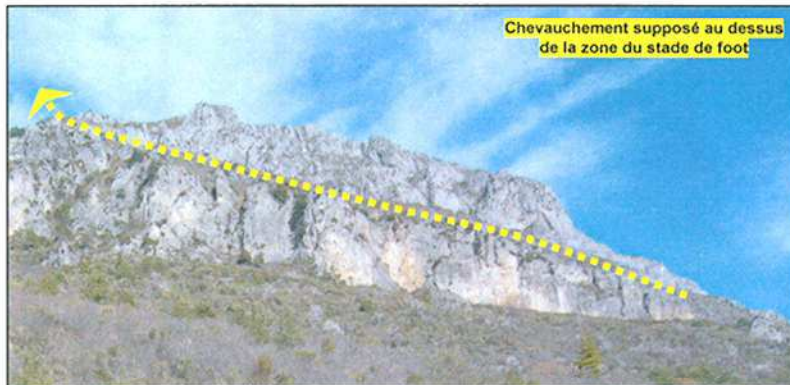
- Les formations Quaternaires. Ce sont d'une part les alluvions des fonds de vallées où passent la Levanza et ses affluents. Ils sont constitués de dépôts caillouteux dans des matrices sableuses, limoneuses ou argileuses. D'autre part, des formations de versant (éboulis, colluvions, brèches de pente, etc) se retrouvent sur toute la commune particulièrement en pied des barres rocheuses et sur les versants.



## Aspect structural :

Au niveau de la structure, deux grandes surfaces de cisaillement, chevauchantes, de direction ouest (orientation du front : nord-sud) sont présentes sur la commune.

Au niveau de l'est du territoire, un chevauchement marquant se distingue entre les barres de calcaires dolomitiques du Trias et du Jurassique. Les formations triasiques meubles



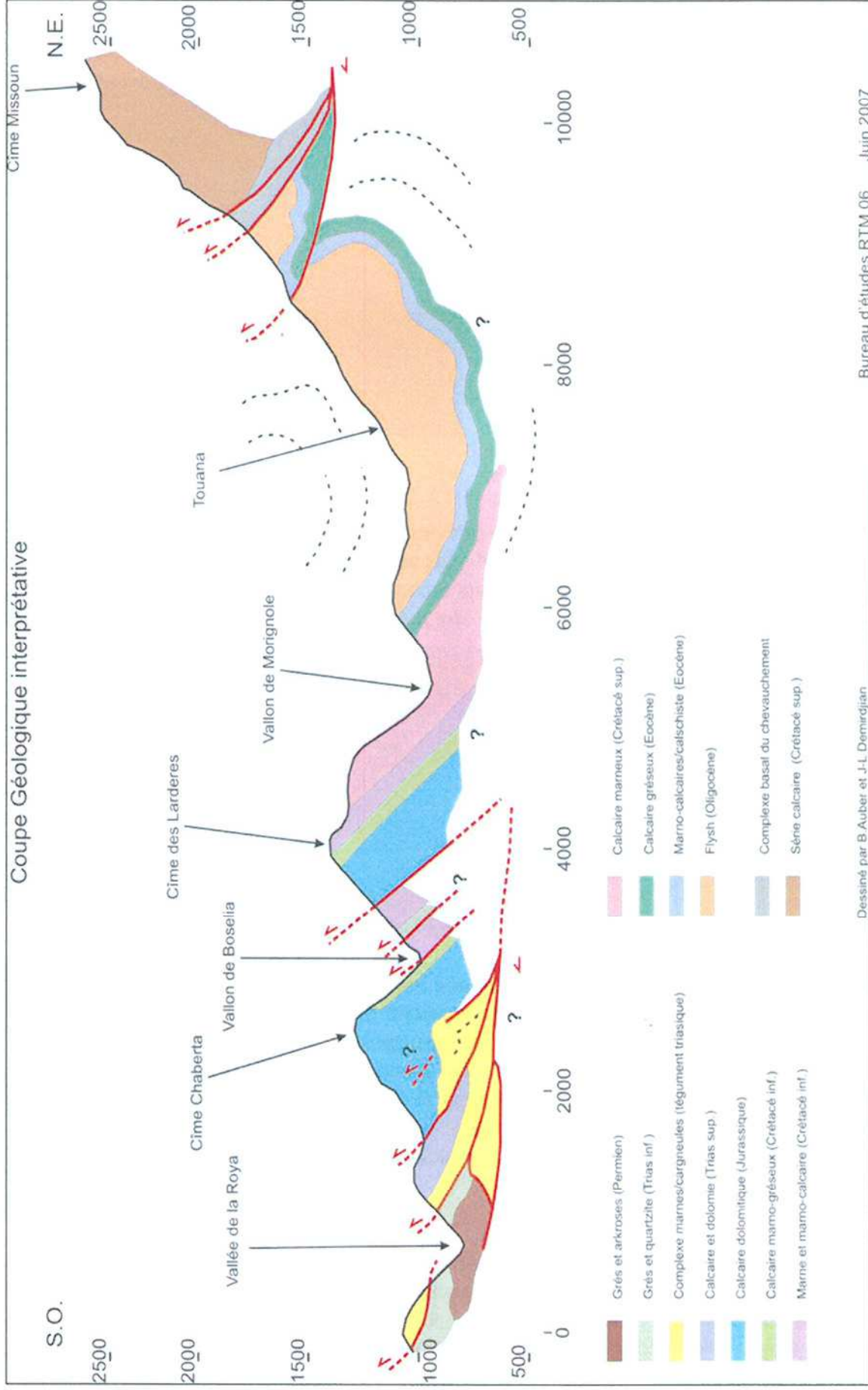
(cargneules, marnes) ont servi de surface de décollement et sont ainsi largement déformées.

L'autre chevauchement, sur les formations oligocènes, se situe en pied des terrains crétacés qui forment les sommets transfrontaliers (Mont Bertrant, Mont Saccarel).

La diversité de comportement des matériaux est mise en évidence par des disharmonies de plissement, des décollements, et des dislocations. Les principales failles ont une orientation N 40° à N 60° avec quelques fractures de direction hercynienne annexes N 90° et N 135°. Ces failles structurantes jouent un rôle primordial dans le démantèlement des massifs (chutes de blocs, éboulements, etc).



L'illustration 9 présente une coupe géologique schématique orientée du nord-Est (crêtes transfrontalières) au sud-ouest (vallée de la Roya). Cette orientation peut être assimilée au trajet de la Levanza depuis le haut de son bassin versant jusqu'à sa confluence avec la Roya. Elle recoupe l'ensemble des formations présentées ci-dessus et met en évidence, de façon interprétative, quelques aspects structuraux (plis, chevauchements).



Dessiné par B.Auber et J.-L. Demircjjan

Bureau d'études RIM\_06 Juin 2007

**Illustration 9 : Coupe géologique schématique SO-NE**

## 2.6 Contexte morphologique

Au niveau de la morphologie générale de la région, les formations géologiques ont un rôle majeur sur les configurations des paysages. Elles orientent notamment les déformations de surface et semi-profondes (glissements) ainsi que les structures d'érosion différentielles physiques et chimiques (ravinement, fracturation, dissolution). De plus, l'influence de la dernière glaciation du Wurm (10 000 ans) se fait partiellement sentir dans ces vallées récemment mises à nues. En effet, le retrait des glaciers libère des massifs rocheux qui se décompriment (éboulement, écaillage). Certaines traces sont encore visibles dans le modelé actuel des paysages. Par ailleurs, les incisions quaternaires de la vallée ont laissé des traces sur la morphologie (exemple des gorges à l'aval de la Lévanza), et les versants subissent encore quelques mouvements de terrain pour parfaire leur état d'équilibre depuis la fin du dernier âge glaciaire.

Dans ce contexte, la vallée de la Haute-Roya est aujourd'hui encore soumise à l'arasement des montagnes. Cela se caractérise notamment par l'importante proportion des formations récentes de versant (éboulis, colluvions, brèches de pente) liées notamment à la gélifraction.

Ainsi, sur l'ensemble du territoire communal les formes du relief sont relativement analogues et correspondent à des vallées et à leurs versants proches. Toutefois, en haute altitude, les morphologies varient sensiblement du fait des conditions climatiques qui y sont plus sévères et qui conditionnent une érosion très active des versants.

D'une façon générale, sur la commune de La Brigue, il y a peu de zones planes et celles-ci correspondent au fond des vallées. Les versants présentent surtout des pentes moyennes à fortes (> 25°) et très peu de faibles pentes.

Pour résumer, les formations géologiques ont une influence certaine sur le ruissellement de surface et les circulations souterraines et, par leur comportement mécanique propre, elles induisent un agencement paysager spécifique. C'est par l'ensemble de ces facteurs que l'on peut analyser la morphologie actuelle et, par conséquent, envisager les transformations futures des paysages (en particulier pour les aléas de mouvements de terrain).

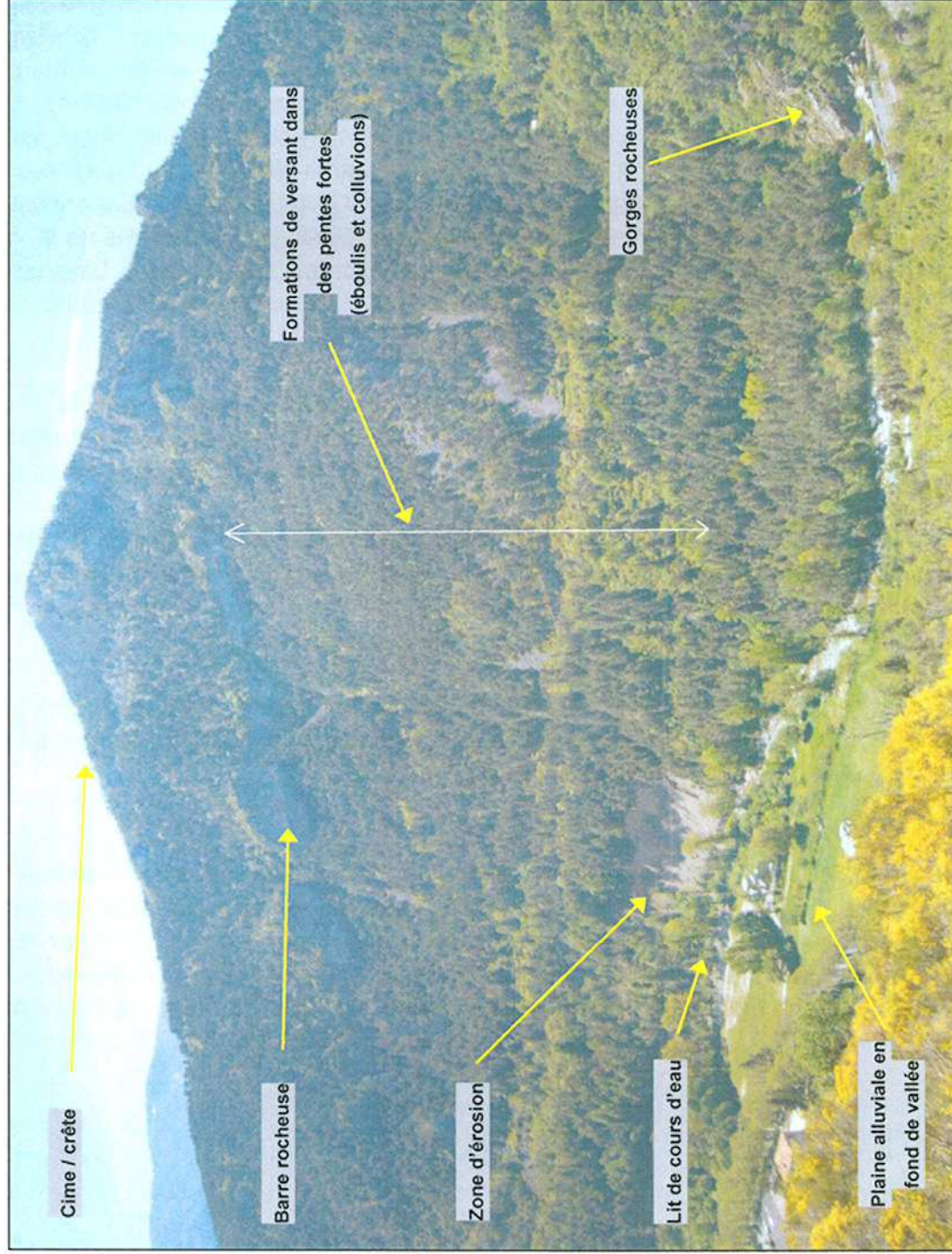


Illustration 10 : Différents types de morphologie sur la commune de La Brigue (zone aval de la Lévanza)



### III- Présentation des documents d'expertise

## 3.1 Définition des phénomènes naturels pris en compte

### 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.

Griffe d'érosion  
du vallon  
d'Inciaus –  
vallée des  
Prés)



Illustration 11 : Photographie de phénomène de ravinement généralisé

### 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 particulières.

Les énergies cinétiques atteintes par les masses et les vitesses peuvent représenter des valeurs 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) 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.



Illustration 12 : Photographie de phénomènes de chutes de blocs provenant de zones rocheuses escarpées

### 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 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).



Illustration 13 : Photographie de phénomènes de glissements en sommet de zone d'érosion de berge

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.

Centre  
village –  
vue du  
pont Henri  
Dunant



Illustration 14 : Photographie de phénomènes de crue torrentielle (La Lévanza - le 16 novembre 2002)

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.



Illustration 15 : Photographie de couloir propice aux phénomènes avalancheux

## 3.2 La carte informative sur les phénomènes naturels (annexe 5.1)

### 3.2.1 - Méthodologie

Cette carte est le produit des informations recueillies. Elle est établie à partir de la combinaison 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.

### 3.2.2 - Sources de l'analyse événementielle

Ce travail d'analyse découle de la consultation d'études concernant, de manière générale ou localisée, la commune de la Brigue. Il se base également sur la rencontre de personnes ressources ayant une bonne connaissance du territoire communale.

Ainsi, le recueil d'informations provient principalement des sources suivantes :

- 📁 Archives départementales des Alpes-Maritimes ;
- 📁 Mairie de la Brigue ;
- 📁 Direction Départementale de l'Équipement – DDE 06 ;
- 📁 Centre d'Études Techniques de l'Équipement de Nice – CETE ;
- 📁 Direction Départemental de l'Agriculture et de la Forêt (DDAF 06) ;
- 📁 Subdivision Départemental d'Aménagement – SDA (Conseil Général 06) ;
- 📁 Service de Restauration des Terrains en Montagnes de Nice (ONF / RTM 06) ;
- 📁 Sites internet ;

Les principales études prises en compte pour la cartographie des risques naturels sur la commune de La Brigue sont présentées dans le tableau 1.

*En annexe 6.1 du rapport, un tableau de synthèse récapitule le travail de recherche qui a été effectué pour la commune de La Brigue. Il résume brièvement les informations exploitées et leur utilité dans l'élaboration du PPR.*

Illustration 16 : Tableau des principales études de référence

Documents consultés	Auteur	Date de réalisation
Etude hydraulique pour l'aménagement et la gestion des eaux des bassins versants du Rio Secco et de la Lévanza	Réalisée par le cabinet d'étude ETRM (V. Koulinski) pour le compte de la mairie de La Brigue	été 2006
Cartographie hydrogéomorphologique des zones inondables de la Roya et de la Lévanza	Réalisée par le cabinet d'étude SIEE pour le compte du ministère de l'Ecologie et du Développement Durable	mars 2006
Etude géologique et géotechnique sur la commune de la Brigue pour le Plan d'Occupation des Sols (POS) - carte géologique et carte des aléas mouvements de terrain à l'échelle du 1/10 000 <sup>ème</sup>	Réalisée par le Centre d'Etudes Techniques de l'Equipement (C.E.T.E.) pour la Direction Départementale de l'Equipement	novembre 1979 révisé en 1988
La carte de risques des Alpes-Maritimes (CRAM), établie sur fond topographique à l'échelle du 1/25 000 <sup>ème</sup>	Réalisée par le Centre d'Etudes Techniques de l'Equipement (C.E.T.E.)	1970
EUROBASSIN : programme interreg / Plan de bassin : données cartographiques sur le bassin versant de la Roya	Partie réalisée par le BRGM	2006
Contrat de Plan Etat-Région Provence – Alpes – côte d'Azur / Bassin versant de la Roya : Cartographie de l'Aléa mouvements de terrain à l'échelle du 1/25 000 <sup>ème</sup>	Réalisée par le BRGM pour le compte de la DIREN et de la Région Paca	2003
La Carte de Localisation des Phénomènes d'Avalanche (CLPA) - planches BP 76 et BP 77	Réalisées par le Cemagref et l'ONF pour le compte du Ministère de l'agriculture et de la pêche	éditions révisées de mai et d'octobre 2005
L'Enquête Permanente sur les Avalanches (EPA) planches BP 76, BP 77 et BQ 77		
Forêt communale de La Brigue – Révision d'aménagement forestier -- 2006-2025	Réalisée par l'ONF (agence de Nice)	2006
L'ensemble des dossiers communaux et dossiers de travaux et des archives diverses présents au service RTM de Nice	Réalisé par le service RTM-06	-

### 3.2.3 - Résultats de l'analyse événementielle : les événements historiques recensés

L'étude approfondie des documents et des témoignages a permis, de recenser une **quinzaine d'événements principaux** qui se sont produits sur la commune de La Brigue. Le tableau suivant les présente par types de phénomènes et par ordre chronologique.

*NB : La commune de La Brigue est française depuis 1947. Les archives antérieures à cette date sont rédigées en Italien, il ne nous a pas été possible d'exploiter les informations contenues dans ces documents.*

Illustration 17 : Tableau des événements historiques recensés

Date	Localisation du phénomène		Dégâts relevés et commentaires
<b>Pour les phénomènes de crues torrentielles</b>			
1926	Crue de la Levanza	Pont de Bouseglia et zone amont (parking actuel)	Le pont est en limite du passage en charge. Les terrains en amont sont submergés (rive droite)
13 octobre 1979	Crue de la Levanza	Traversée du village	Murs de protection de la place du village endommagés (rive gauche)
		Zone du Stade	Stade inondé jusqu'à proximité de la RD 43 (rive droite) et régression de la griffe d'érosion
		Zone du four à Chaux	Destruction du barrage du four à Chaux
décembre 1992		Zone du Stade et de la	Régression de la griffe d'érosion et

Date	Localisation du phénomène		Dégâts relevés et commentaires
5 novembre 1994	Crue de la Levanza	station d'épuration	désordres (affouillements / destructions partiels) sur les enrochements (rive gauche)
11-12 janvier 1996			
05-06-07 novembre 1997	Crue de la Levanza	Zone du Stade et de la station d'épuration	50 m d'enrochements détruits (rive gauche) Début d'inondation (rive droite)
06 novembre 2000 (plusieurs épisodes orageux)	Crue de la Levanza	Terrain du jeu de boules	Mur et epi affouillé (rive gauche)
		Zone a l'aval du pont du coq	Sentier communal emporté sur 50 m (rive gauche)
	Crue du Rio Secco	Vallon du Bon pertus	Erosion du remblai = canalisation AEP mise à nue
		Secteur du HLM	Erosion de berge (rive droite)
		Vallon du Rio Secco	Régression de la berge (rive gauche)
16 novembre 2002	Crue de la Levanza et du Rio Secco		pas de désordres significatifs relevés
<b>Pour les phénomènes de mouvements de terrain</b>			
? (19 <sup>ème</sup> siècle)	Hameau de Morignole		Un ancien hameau aurait existé en rive gauche du Vallon d'Amarine. Sa disparition serait liée à un glissement (ou un tremblement de terre ?)
08 octobre 1993	Secteur quartier Sainte-Anne / chemin Terris : Chute d'un rocher de 6 tonnes (qui s'est fractionné en 4 morceaux) provenant de la crête de Porcaresso		Un des morceaux s'est écrasé contre la façade nord d'une maison. Le deuxième morceau a touché une baraque en bois situé en contrebas de la maison. Le troisième a été stoppé par un pylône EDF. Et le quatrième a terminé sa course dans une zone inoccupée Evacuation de 4 maisons
29 octobre 1997	Route du vallon du Rio Secco (versant de Riodore) Chute de blocs (1 m <sup>3</sup> au total) provenant d'un escarpement brèchique une vingtaine de m à l'amont		A la suite de vents violents et de basculement de pins les blocs ont atteint la route et un pylône téléphonique
20 mars 2001	Quartier Ste-Anne / chemin Terris : Chute d'un rocher de 8 m <sup>3</sup> provenant de la crête de Porcaresso		Passage du bloc entre 2 habitations. Destructions de murets de soutènement et d'arbres
Fin 2005	Zone de Sainte Anne Erosion / glissement du sentier entre La Brigue et St Dalmas de Tende		En deux endroits : retrait de 50 cm-1m de la bordure aval de la plateforme du sentier
<b>Pour les phénomènes avalancheux</b>			
19 février 1972	Avalanches dans les vallons de : - Reua (site EPA n°7) - d'Amarine (site CLPA n° 5, 6, 7 et 8) - Cravirola (site CLPA n° 13 et EPA n°2) - Sibayre (site CLPA n° 14 et EPA n°3)		Pour les vallons de Cravirola et de Sibayre : zone d'arrêt à proximité du hameau de Bens
28 avril 1980	Avalanches dans les vallons de : - Cravirola (site CLPA n° 13 et EPA n°2) - Sibayre (site CLPA n° 14 et EPA n°3)		-
31 janvier 1986	Avalanche dans le vallon de Bosélia		Une maison et une grange emportées (destruction de serre, de matériel agricole / 1000 m <sup>2</sup> de culture maraichères emportés, 30 arbres fruitiers arrachés)

Date	Localisation du phénomène	Dégâts relevés et commentaires
	Avalanches dans les vallons de : - Ciappe (site CLPA n°3) - Fraire - Bergerie de Coro (site CLPA n°12)	Vallon du Ciappe: zone d'arrêt à proximité d'une propriété Vallon de Fraire : l'avalanche a traversé la route Vallon de Coro : l'avalanche a endommagé la ferme
22 février 2004	Avalanches dans les vallons de : - Cravirola (site CLPA n° 13 et EPA n°2) - Sibayre (site CLPA n° 14 et EPA n°3)	-
31 janvier 2006	Avalanches dans les vallons de : - Bon pertus - Groa (site EPA n°9) - Touana	-

*En annexe 6.1 du rapport, un tableau de synthèse récapitule l'ensemble des données historiques recueillies grâce aux documents d'archives.*

### **3.2.4 - Synthèse et exemples de l'analyse naturaliste**

Ce travail d'analyse aborde dans un premier temps l'étude des photos aériennes.

Les campagnes disponibles au service RTM, en format papier (P) ou ortho-référencées (O), datent de :

**1948 (P) / 1991 (P) / 1995 (P) / 1999 (O) / 2004 (O) / 2006 (O)**

La comparaison des différents clichés fait ressortir certaines évolutions des phénomènes au cours du temps tels que : le développement de zone de ravinement ou de glissement, la végétalisation d'un cours d'eau, les divagations du lit des rivières et torrents, le boisement des versants, etc.

L'illustration 18 présente une comparaison de 3 clichés qui met en évidence l'évolution du reboisement et la stabilisation du lit du Rio Secco et du Vallon de Bon Pertus.

Ce type d'examen comparatif, ainsi que l'ensemble des informations recueillies par l'analyse événementielle, nécessite absolument d'être corrélé avec des visites de terrain. Le but de ces journées d'investigation est de :

- approfondir la connaissance naturaliste du territoire d'étude (géologie, morphologie, hydrologie, etc.) ;
- vérifier la véracité des événements historiques avec la réalité du terrain ;
- observer éventuellement les traces de ces faits passés ;
- comparer les informations mises en évidence par les photos aériennes avec l'analyse sur site ;
- repérer de nouveaux indices de phénomènes naturels (instabilités de terrain, mouvements anciens ou actifs, escarpements rocheux, zones de ravinement, érosion des berges, laisses de crues etc.) ;
- mettre en évidence des zones sensibles pour chaque type de phénomène.

5 journées de terrain ont été consacrées à cette analyse naturaliste :

**le 18/01/2007 / le 24/01/2007 / le 13/02/2007 / le 02/03/2007 / le 23/03/2007**



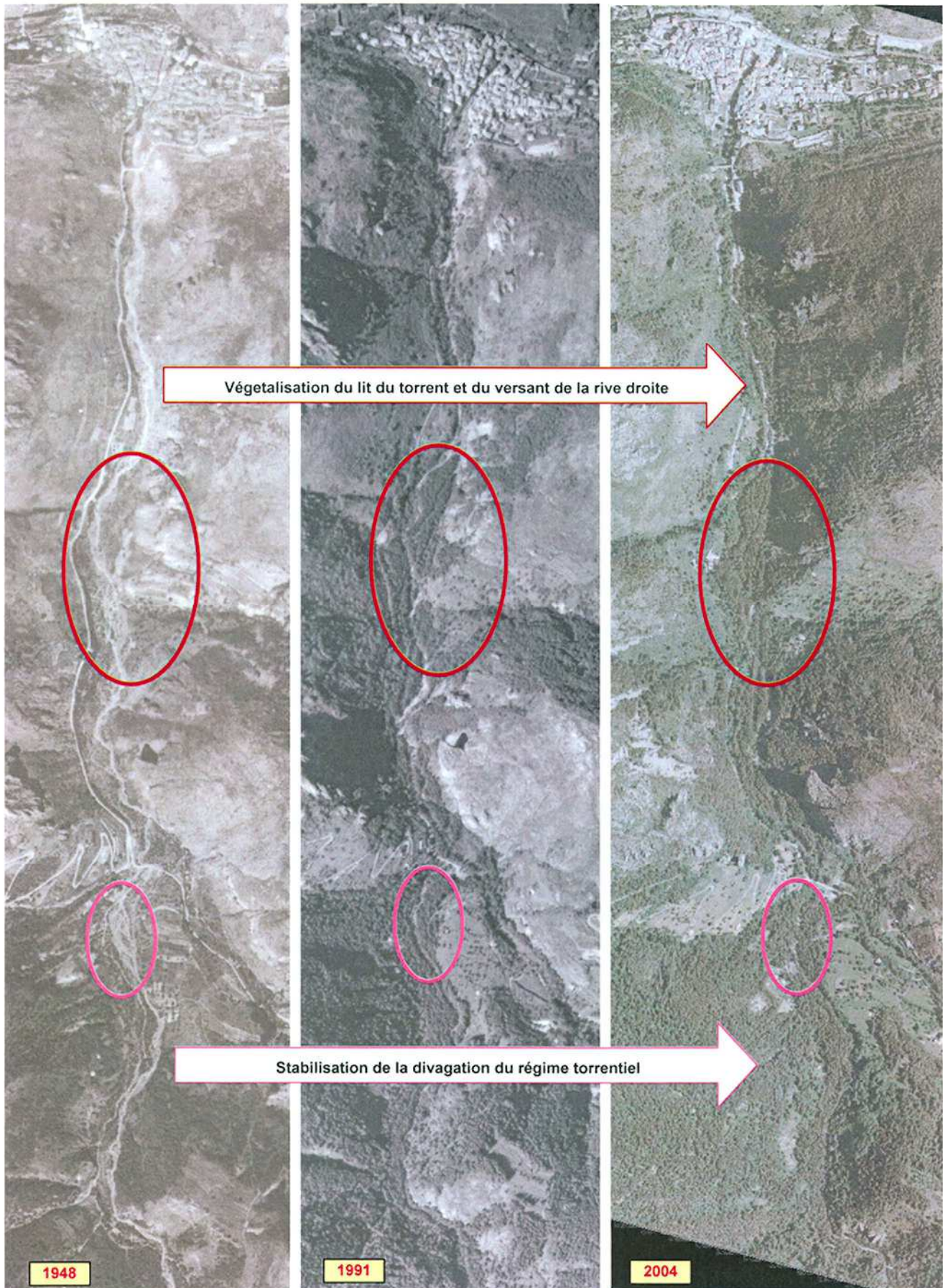


Illustration 18 : Comparaison de photos aériennes du lit du Rio Secco

L'évolution de certaines morphologies peut également être mise en évidence par le rapprochement entre analyse événementielle et naturaliste. L'illustration 19 présente la comparaison entre un plan cadastral datant de 1906 (source : archives départementales – section II) et l'orthophoto de 2006.

Ce parallèle entre différents documents, couplé par une visite de site, permet d'appréhender l'évolution des paysages, la morphodynamique des torrents, l'abandon de zones de divagation du lit torrentiel. Les aménagements anthropiques sont également mis en relief.

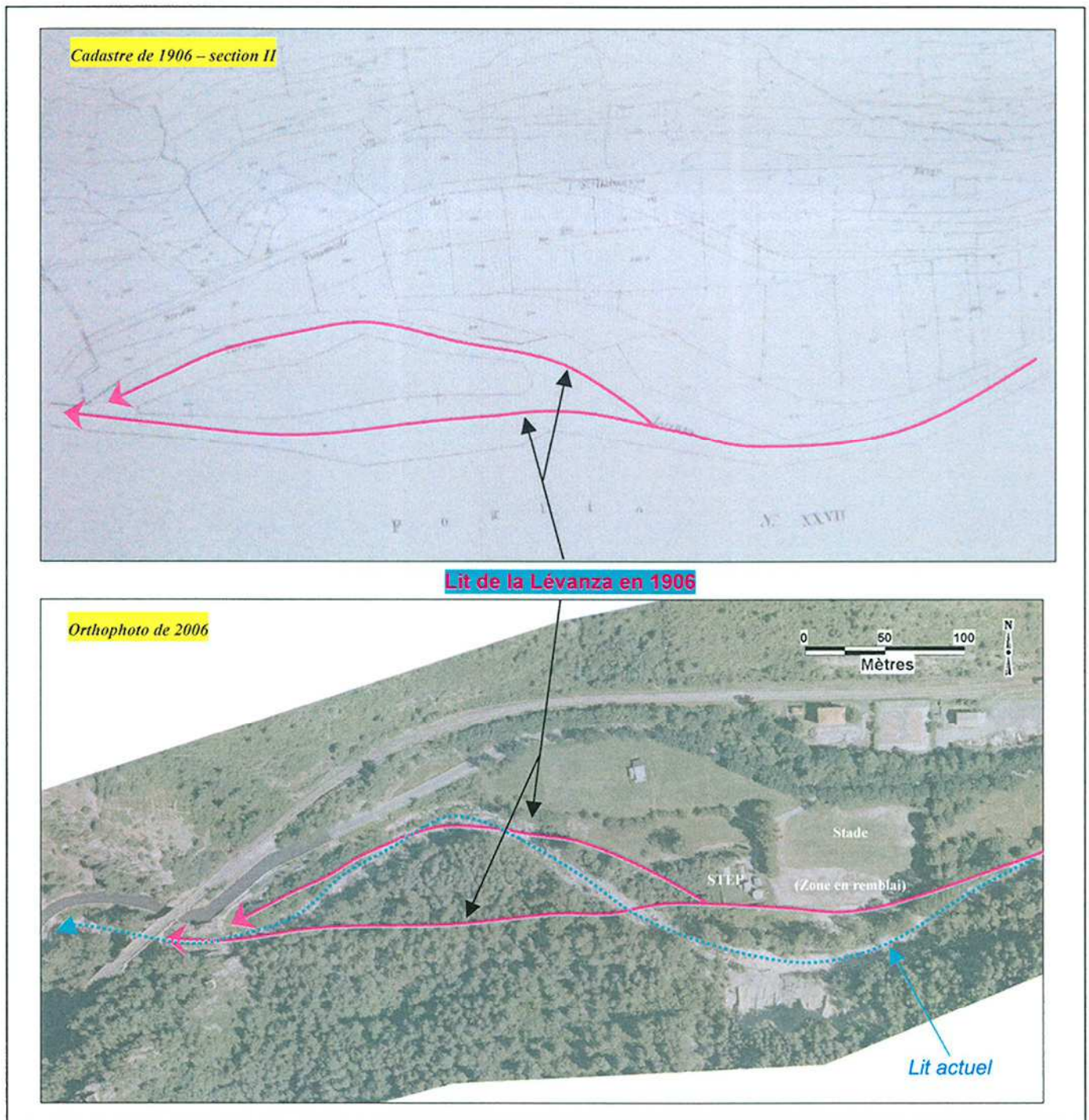


Illustration 19 : Analyse de l'évolution d'un cours d'eau (Levanza)

### 3.2.5 - Rendu cartographique

Les analyses événementielle et naturaliste fournissent un grand nombre de données informatives sur les phénomènes naturels. La carte en **annexe 5.1 du dossier PPR** synthétise ce bilan général sur la commune de la Brigue.

Cette carte couvre la totalité du territoire communal, mise à part l'enclave de Marguaréis. Elle est établie sur fond topographique à l'échelle 1/10 000 et utilise des symboles en couleur.

Les informations qui ont été reportées s'organisent de la manière suivante :

- ✓ *Limite communale et périmètre d'étude du PPR ;*
- ✓ *Cours d'eau principaux et affluents ;*
- ✓ *Phénomènes naturels observés dont*
  - *ravinement et érosion*
  - *zone de production de blocs ;*
  - *zone de glissement ;*
  - *avalanches (subdivisées entre les phénomènes observés ou présumés et entre les informations provenant des cartes CLPA / EPA ou non) ;*
- ✓ *Événements historiques recensés par typologie avec des indications :*
  - *sur la date de l'événement ;*
  - *sur les dégâts constatés ;*
  - *photographiques, le cas échéant.*
- ✓ *D'autres types d'informations tels que :*
  - *les sources et les venues d'eau ;*
  - *les infiltrations et les pertes ;*
  - *les ouvrages liés à l'exploitation de l'eau,*
  - *le reboisement de protection*
  - *les ouvrages de protection (hors ouvrages hydrauliques).*

Nb : La CLPA est un inventaire des avalanches connues ou supposées, ayant laissé des traces confirmées ou observées soit par photo-interprétation, soit par enquête sur le terrain. Elle n'apporte aucune indication sur la relation entre l'intensité et la fréquence des événements signalés. Certaines zones de la C.L.P.A. présumées avalancheuses correspondent à des zones pour lesquelles des informations suffisamment précises n'ont pu être obtenues ou qui ont donné lieu à des renseignements non recoupés ou contradictoires.

Sur la carte informative, une quarantaine de couloirs d'avalanches (observés ou présumés) ont été représentés sur la commune, mise à part l'enclave de Marguaréis. Ils se situent sur les bordures sud, ouest et nord du territoire communal ainsi que dans quelques zones au nord du village de La Brigue.

### 3.3 Les cartes utiles à la détermination des aléas (annexe 5.2 à 5.5 du dossier PPR)

#### 3.3.1 – Méthodologie

La cartographie des aléas a pour but de délimiter le périmètre où les phénomènes considérés doivent être pris en compte en terme de prévention des risques naturels. Elle permet de faire ressortir des zones hiérarchisées en différents niveaux d'aléas. Chacune des zones définies correspond à un espace homogène en terme d'intensité et de fréquence du phénomène.

Cette qualification de l'aléa s'appuie sur les documents et études existants, les observations et la connaissance du terrain ainsi que des phénomènes connus par les acteurs locaux.

Plusieurs cartes intermédiaires ont été réalisées afin d'apporter des précisions sur les spécificités de la zone d'étude. Elles permettent d'identifier la nature du sous-sol, d'évaluer les pentes, etc. Combinées les unes aux autres, elles précisent l'évaluation des phénomènes du dire d'expert.

#### 3.3.2 – La carte géologique (annexe 5.2)

La cartographie est issue d'une carte géologique réalisée en 1979 par le CETE Méditerranée au 1/15 000<sup>ème</sup> (format papier). Cette dernière a été digitalisée à l'aide d'un Système d'Information Géographique (SIG : MapInfo). Quelques informations complémentaires y ont été apportées (failles, sources, etc...) mais aucun travail de mise à jour de cartographie géologique spécifique n'a été entrepris dans le cadre de ce PPR.

Elle est présentée sur le fond en noir et blanc du scan 25 de l'IGN à une échelle au 1/10 000<sup>ème</sup>. Cette carte est particulièrement utile à l'étude des aléas mouvements de terrain vis-à-vis des caractéristiques spécifiques des faciès lithologiques (prédisposition au mouvement, comportement mécanique, etc). Elle sert également dans l'évaluation des aléas torrentiels pour analyser le comportement des différents types de berges (rocheuses, alluvionnaires, etc.).

#### 3.3.3 – La carte des pentes (annexe 5.3)

Elle est établie grâce au plan topographique de 2006 réalisé à partir du survol aérien de la zone d'étude (photogrammétrie). Les courbes de niveaux (équidistance de 5 m) sont traitées par le SIG afin de faire ressortir des classes de pentes homogènes.

La sélection des classes a été choisie en fonction des morphologies de terrain à faire ressortir et de leurs spécificités correspondantes. Le choix est le suivant (6 classes):

- **0 à 5 °** = fond de vallées / principaux lits des cours d'eau / principales zones d'atterrissement des phénomènes avalancheux et de mouvements de terrain
- **5 à 15°** = faibles pentes / principales zones de ralentissement et/ou d'atterrissement des phénomènes avalancheux et de mouvements de terrain
- **15 à 25°** = pentes moyennes / principales zones de propagation et/ou de ralentissement des phénomènes avalancheux et de mouvements de terrain

- **25 à 35°** = pentes moyennes / principales zones de départ et/ou de propagation des phénomènes avalancheux et de mouvements de terrain
- **35 à 50°** = pentes fortes / principales zones de départ des phénomènes avalancheux et de mouvements de terrain
- **50 à 90°** = falaises / pentes très fortes / principales zones de départ des phénomènes avalancheux et de mouvements de terrain

Elle est présentée sur le fond topographique de 2006 à une échelle au 1/5 000<sup>ème</sup>. Le réseau hydrographique, les routes et chemins ainsi que les bâtiments ont été reportés pour un meilleur repérage. Des vues en 3 dimensions ont également été jointes pour visualiser l'aspect morphologique des zones d'études (réalisées à partir d'un Modèle Numérique de Terrain).

### **3.3.4 – La carte des bassins versants (annexe 5.4)**

Cette cartographie présente les principaux bassins versants de la commune de La Brigue et leur superficie correspondante. Certains sous bassins versants, imbriqués dans des bassins versants d'ordre supérieur, ont également été mis en relief afin de mieux comprendre le fonctionnement hydrologique de secteurs particuliers.

Les débits liquides décennaux et centennaux de ces bassins versants, calculés avec le logiciel Préd'cru (Cemagref), sont indiqués. Ils permettent d'appréhender les ordres de grandeur du régime hydraulique en eau claire.

La carte est dessinée sur le fond en noir et blanc du scan 25 de l'IGN à une échelle au 1/40 000<sup>ème</sup>. Cette carte est essentiellement utile à l'étude des aléas torrentiels.

### **3.3.5 – La carte hydrogéomorphologique (annexe 5.5)**

L'étude des différents caractères hydrogéomorphologiques et morphodynamiques des cours d'eau de la commune de La Brigue permet d'aboutir à cette carte. La mise en avant de ces caractéristiques spécifiques (utiles à la détermination des aléas torrentiels), s'appuie sur des études existantes (carte hydrogéomorphologique réalisée en 2005 par SIEE à l'échelle du 1/25000 ; étude des bassins versants de Levanza et du Rio Secco réalisée en 2006 par ETRM). Elle s'appuie également sur de nombreux relevés de terrain et de photo-interprétation qui complètent l'analyse de la zone d'étude.

Ainsi, la cartographie résultante met principalement en avant : les unités géomorphologiques particulières (lit mineur, lit majeur, cônes de déjection) / les zones évolutives du cours d'eau (chenaux de crue, accumulation et apport de matériaux) les éléments anthropiques influant sur l'écoulement (ouvrages de protection, remblais, ponts et passerelles, seuils).

Cette carte est surtout utile à l'étude des aléas torrentiels. Elle est présentée sur un fond en noir et blanc issu du scan 25 de l'IGN à une échelle au 1/10 000<sup>ème</sup>. La zone du village de la Brigue est plus détaillée et est reportée sur le fond topographique de 2006 au 1/5 000<sup>ème</sup>.

## 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 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.

---

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

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

3 Comme les glissements de terrain ou les chutes de roches isolées.

4 Comme les crues, les avalanches, ou les chutes de rochers depuis une falaise active.

Il existe inmanquablement 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.

## 3.5 – La carte des aléas de mouvements de terrain

Les mouvements de terrain constituent une famille de phénomènes très diversifiés, dans laquelle se rencontrent, sur la commune de La Brigue, le ravinement, les chutes de pierres et de blocs rocheux, les 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

Ces phénomènes se rencontrent le long des versants peu végétalisés et dans les combes.

Les griffes d'érosion dévégétalisées ont été classées en aléa **élevé** ou **moyen** selon l'intensité du ravinement.

Des pluies abondantes et soudaines apportées par un orage localisé (type "sac d'eau") ou des pluies durables ou encore un redoux brutal type fœhn provoquant la fonte rapide du manteau neigeux, peuvent générer l'écoulement d'une lame d'eau boueuse mais peu chargée en matériaux le long des versants. Les zones concernées ont été classées en aléa **faible**.

Ce phénomène est représenté par la lettre « **R** » sur la carte de qualification de l'aléa.

### 3-5.2 - L'aléa chutes de pierres

Les zones exposées à des éboulements en masse et des chutes de pierres fréquentes ont été classées en **aléa élevé**.

Les zones exposées à des chutes de pierres isolées et peu fréquentes et les zones situées à l'aval des zones d'aléa fort ont été classées en **aléa moyen**.

Les zones d'extension maximale supposée des chutes de blocs rocheux ou de pierres, les zones de chutes de petites pierres ou les pentes boisées, parsemées de blocs isolés apparemment stabilisés ont été classées en **aléa faible**.

Ce phénomène est représenté par la lettre « **Eb** » sur la carte de qualification de l'aléa.

### 3-5.3 - L'aléa glissements de terrain

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

- nature géologique ;
- pente plus ou moins forte du terrain ;
- présence plus ou moins importante d'indices de mouvements (niches d'arrachement, bourrelets, ondulations) ;
- présence d'eau.

De nombreuses conditions peuvent être à l'origine de glissements de terrain.

Les conditions inhérentes au milieu sont la nature argileuse du terrain donc la faible perméabilité et la pente.

Le facteur déclenchant peut être d'origine naturelle comme de fortes pluies qui entraînent une augmentation des pressions interstitielles insupportables pour le terrain, un séisme ou l'affouillement des berges par un ruisseau.

Le facteur déclenchant peut être d'origine anthropique suite à des travaux, par exemple surcharge en tête d'un talus ou d'un versant déjà instable, décharge en pied supprimant une butée stabilisatrice.

L'**aléa élevé** correspond à des zones où des glissements de terrain sont actifs, où les indices de mouvements sont nombreux, où la pente est relativement forte, où les circulations d'eau souterraines sont importantes, où la nature géologique du terrain est à dominante d'argile. 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, où la pente est plus faible, où 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 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.

Ce phénomène est représenté par la lettre « G » sur la carte de qualification de l'aléa.

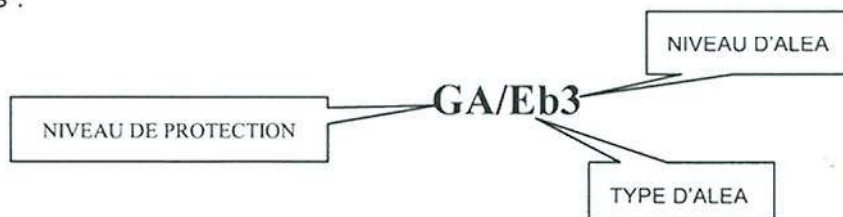
### 3-5.4 - Les niveaux de protection

La mise en place d'ouvrages de protections est souvent incontournable pour permettre la construction dans les zones exposées à ces aléas.

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 confortations 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
Elevé 3	Très faible	-	-
Moyen 2	Faible	Moyenne	-
Faible 1	-	Assez bonne	-
Nul à négligeable	-	-	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 au regard du 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 recherchant les cavités souterraines et 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 recherchant les cavités souterraines et 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 recherchant les cavités souterraines et 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.	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

L'évaluation des phénomènes liés aux crues des torrents et des rivières torrentielles est basée essentiellement sur une approche hydrogéomorphologique. Lorsque des études particulières existent, elles sont intégrées et permettent de préciser l'intensité des phénomènes.

Ainsi, l'aléa crues 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.

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

Pour les crues des rivières torrentielles, l'aléa est évalué selon des critères morphologiques auxquels ont été combinés les données de débits liquides calculés pour la crue centennale (événement de référence sur les vallons de la commune de Valdeblore) et des répercussions envisageables sur les aménagements existants. Ainsi :

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

L'**aléa moyen** correspond au lit moyen de la rivière torrentielle et aux zones de débordement avec possibilité de transport solide des torrents.

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

Ces phénomènes sont représentés sur la carte de qualification de l'aléa par la lettre « T » pour les torrents et « I » pour les rivières torrentielles.

### 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 inmanquablement 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 modéré, 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**.

Les avalanches reconnues par enquête sur le terrain et par photo-interprétation, ainsi que les zones avalancheuses et les dangers localisés de la C.L.P.A. ont été classés en **aléa élevé**. Toute zone ayant été atteinte une fois par une avalanche est classée en aléa **élevé** ou **modéré** selon la fréquence et l'intensité du phénomène.

- En présence d'une modélisation, dans les zones d'**aléa élevé**, les surpressions peuvent être égales ou supérieures à 30 kPa pour l'événement de référence qui peut être soit une crue neigeuse centennale, soit la plus forte crue neigeuse connue. Dans les zones d'aléa moyen, les surpressions développées sont inférieures à 30 kPa.
- Les dangers localisés présumés ont été classés en **aléa moyen**.
- Les secteurs couverts par des avalanches de faible amplitude, semblables à celles produites par la purge de talus, sont classés en **aléa faible**.

## 3.8 – La carte des enjeux

Cette analyse a pour but de faire apparaître l'ensemble des enjeux d'ordre humain, socio-économique et environnemental. Un report sur carte met ainsi en avant :

- Les principales zones urbanisées. Ce sont à la fois le centre urbain de la Brigue (vieux village et zones accolées) et les hameaux isolés de la commune (Morignole, Bens, chemin Terris) ;
- Le bâti isolé ;
- Les zones présentant un intérêt d'urbanisation future (secteurs proposés par la mairie) ;
- Les voies de circulation sensibles aux phénomènes naturels étudiés (crues, avalanches et mouvement de terrain). Cela permet notamment de mettre en relief les secteurs qui peuvent être isolés en cas d'événements majeurs bloquant les accès routiers structurants.
- Les établissements et équipements sensibles sur lesquelles une attention particulière est nécessaire. Cela concerne notamment les établissements recevant du public, comme les gîtes et hôtels, le bâtiment de l'A.D.A.P.E.I, la maison de retraite, etc. Un lieu de stockage de matériaux (gaz, etc.), un parking, et le centre équestre ont également été pointés.
- Les installations liées à l'Alimentation en Eau Potable, ainsi que la station d'épuration.
- Les principales zones à risques sont repérées. Elles concernent les secteurs où les enjeux sont forts et où l'aléa du phénomène naturel considéré est élevé (NB : les secteurs à enjeux vulnérables font l'objet du paragraphe 4).

Cette carte sera notamment utile à l'étude de l'application réglementaire du PPR. Elle est présentée sur un fond en noir et blanc issu du scan 25 de l'IGN, ainsi que sur les orthophotos de la commune de 2006, à une échelle au 1/10 000<sup>ème</sup>.

*Pour mémoire : La commune de La Brigue comptait en 1999 (selon l'Insee) 600 habitants permanents occupant 240 logements en résidence principale. Le parc total des logements est estimé à près de 1050 logements, dont 700 affectés en résidence secondaire. Quelques habitats isolés sont dispersés en fond de vallées et le long des voies d'accès aux hameaux isolés de Morignole et de Bens.*

## IV- LES SECTEURS A ENJEUX VULNERABLES

### 4.1 Etude par secteurs des phénomènes de mouvements de terrain :

#### 4-1.1 – Le quartier Sainte Anne / chemin de Terris

Les phénomènes d'éboulements et de chutes de blocs menacent les habitations situées en pied de versant (en rive gauche de la Roya). Une dizaine de bâtiments sont fortement exposés.

Plusieurs événements se sont déjà produits et ont endommagé des structures anthropiques, dont des maisons. En 1993 et en 2001, des rochers de plusieurs tonnes ont dévalé la pente. Certains ont terminé leur course dans le lit de la Roya.

Des travaux de protection ont été réalisés après l'événement de 1993 (filets pare blocs). L'inspection du niveau de service des ouvrages a révélé des chutes récentes d'éléments rocheux. Une portion de filet a été complètement déformée. Par ailleurs des anomalies de montage et d'implantation ont été identifiées et ne permettent pas de garantir un niveau de sécurité satisfaisant à l'aval.

Un aléa fort est maintenu sur tout le versant.

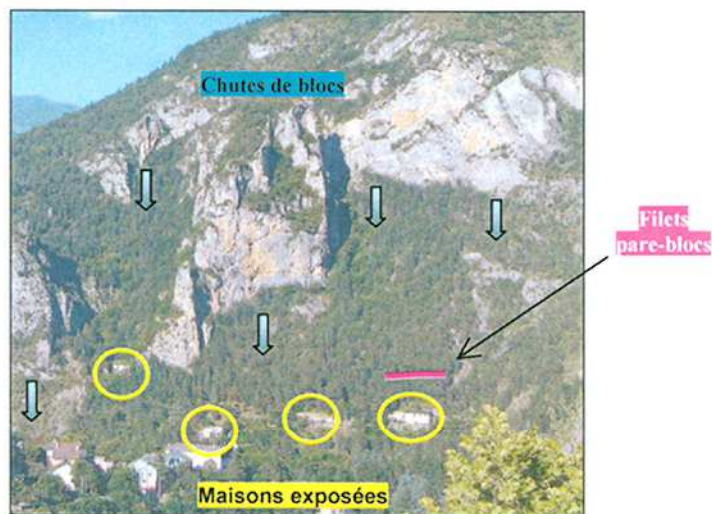


Illustration 20 : Problématique de chutes de blocs au niveau du quartier Sainte Anne

#### 4-1.2 – Le secteur du village en rive droite de la Levanza

Au niveau du versant de Chiapere, l'ensemble des barres de calcaires dolomitiques menace des bâtiments situés en rive droite de la Lévanza. Les falaises qui dominent la zone sont partiellement fracturées et délitées par endroits. Elles produisent des chutes de pierres et de blocs qui terminent leurs courses dans les éboulis de pied de paroi.

Aucun événement ayant atteint le bas du versant n'a été recensé.

La configuration morphologique (pente > 40°) et la présence de grands dièdres rocheux en paroi et en zone de crête justifient tout de même un aléa moyen au niveau des habitations de pied de versant (une vingtaine). Dans ce secteur, se trouvent une maison de retraite et la voie ferrée.



Illustration 21 : Problématique de chutes de blocs au niveau du village de la Brigue

#### 4-1.3 – Le secteur de Cianesse

Une grande barre calcaire domine le versant. Elle présente des faiblesses géologiques (failles, écaillage) favorisant le détachement de masses rocheuses. Des chutes de blocs y ont été relatées, avec notamment un impact sur une habitation (il y a une quinzaine d'années ?). De plus, des éléments de presque 1 m<sup>3</sup> sont visibles à proximité des gîtes à l'est du versant (zone d'atterrissement).

Un peu plus à l'est une habitation est également menacée par des chutes de blocs provenant d'une petite barre rocheuse.

Un aléa fort est maintenu sur la majeure partie du versant.

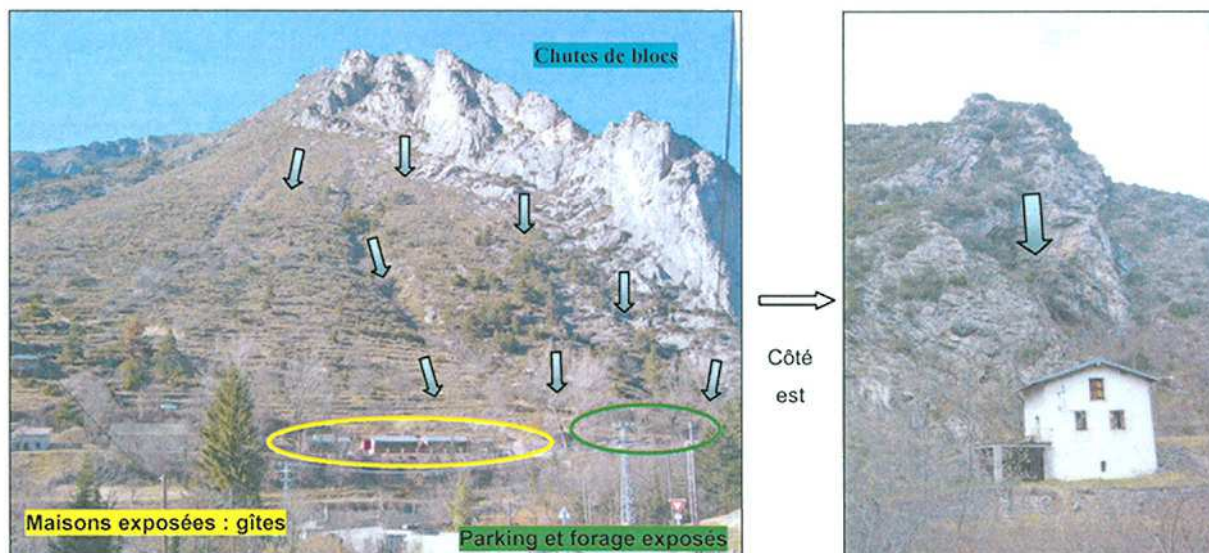


Illustration 22 : Problématique de chutes de blocs au niveau du versant de Cianesse

#### 4-1.4 – Le secteur de Meurgiora

Les configurations morphologique et géologique de la crête dolomitique dominant le secteur individualisent de nombreuses masses de tailles variables.

Aucune chute d'éléments rocheux n'a été récemment constatée au niveau de cette zone anthropisée. Toutefois le versant sous jacent est pentu et il est majoritairement constitué d'éboulis colluvionés. La propagation des blocs est susceptible d'atteindre les habitations en contrebas (3 bâtiments).

Par conséquent, la zone a été classée en aléa moyen.

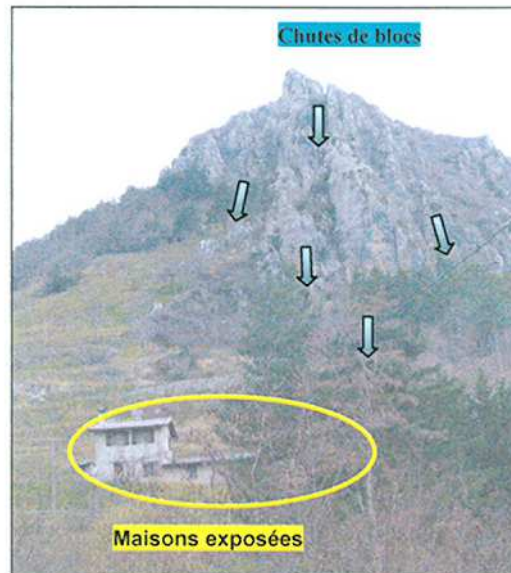


Illustration 23 : Problématique de chutes de blocs au niveau du versant de Meurgiora

#### **4-1.5 – Le secteur de Morignole est**

Le secteur à l'est du hameau de Morignole est caractérisé par un glissement ancien dans le versant. Des phénomènes de fluage des terrains sont visibles au niveau de vieilles fermes. Par ailleurs, en partie basse du versant, le cours d'eau à tendance à « attaquer » les berges. Cela participe également à la mauvaise stabilité des terrains.

Lors des inspections de terrain, le bâti est apparu largement déformé. Cela conforte ainsi le classement de ce petit hameau en aléa fort.

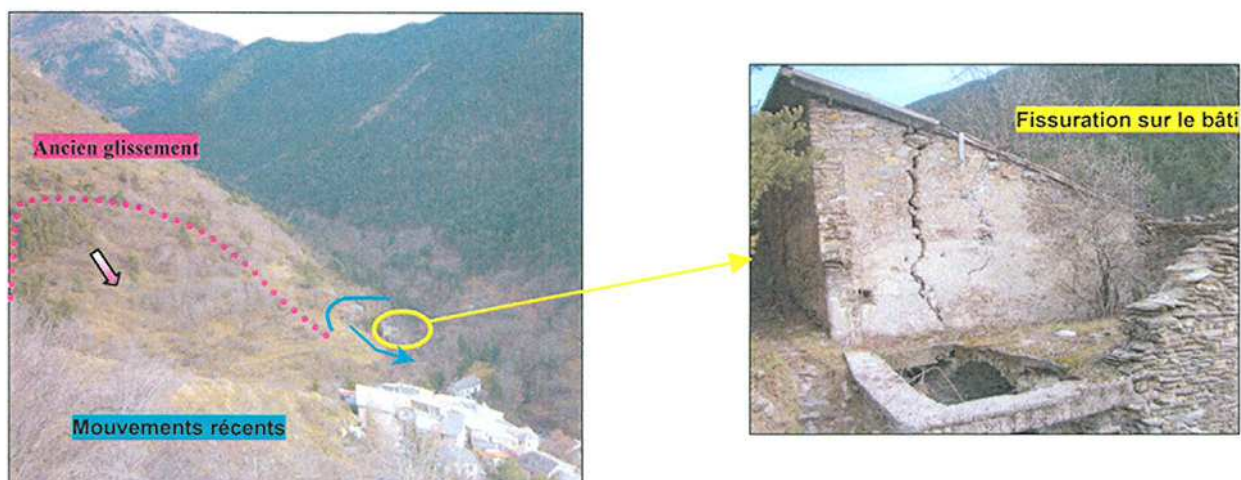


Illustration 24 : Problématique de glissement au niveau de Morignole est



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

Les valeurs de débits, sections et volumes exprimés dans ces paragraphes ont été calculées dans le cadre de cette étude. Les différentes méthodes de calculs, ainsi que les résultats obtenus, sont explicitées dans les annexes de ce rapport (chapitre 6).

### 4-2.1 – La place de Nice (confluence du Rio Secco avec la Levanza)

La crue de référence centennale à la sortie du bassin versant du Rio Secco (15 km<sup>2</sup>) est estimée entre 60 et 100 m<sup>3</sup>/s. A ce niveau, la section du dalot de la place de Nice, est d'environ 16 m<sup>2</sup> pour une pente de 1,14%. Efficacement, cet ouvrage, construit en 1972, peut permettre le transit d'un débit d'eau claire de 55 m<sup>3</sup>/s.

Cette zone est considérée comme un point critique du cours d'eau. Non seulement la section de l'ouvrage est trop réduite mais c'est également un tronçon où la pente est plus faible que la pente d'équilibre du Rio Secco (1,4%). Le passage en couverture favorise ainsi le dépôt de matériaux. Des curages sont d'ailleurs régulièrement effectués après les crues.

Bien qu'il soit mieux stabilisé qu'au début du XX<sup>ème</sup> siècle, le bassin versant du Rio Secco charrie des matériaux dans le lit. En crue centennale, il est estimé que le transport solide peut aboutir au comblement d'environ la moitié du volume du dalot. A ceci, se rajoute un apport important de flottants (bois morts très présents dans le lit amont). Dans ces conditions le débit pouvant transiter dans l'ouvrage est réduit à environ 30 m<sup>3</sup>/s +ou- 10 m<sup>3</sup>/s (environ le débit de référence décennal).

Par conséquent, des problèmes peuvent rapidement survenir dès lors que l'obstruction du dalot débute. Un engrèvement de l'ouvrage est ainsi très probable et des débordements sont envisageables lors de la mise en charge de l'ouvrage. Des écoulements d'eau sont ainsi à craindre sur une majeure partie de la place de Nice ainsi que dans la rue au niveau de la rive gauche.

Une zone de débordement au niveau des arcades est également possible.

L'ensemble de la zone a été classé en aléa fort.



Illustration 25 : Problématique de crue torrentielle au niveau du dalot de la place de Nice

#### 4-2.2 – La passerelle à l'amont de la place de Nice (Rio Secco)

Une soixantaine de mètres à l'amont de la place de Nice se trouve une passerelle. La section de cet ouvrage et la pente du lit sont un peu plus grandes que celles du dalot.

La problématique du cours d'eau est donc sensiblement la même à ce niveau. Les risques d'embâcles de l'ouvrage sont ainsi à craindre. Pour une crue de référence centennale des surverses au niveau des arcades sont envisageables. Des témoignages font état de débordement autour des années 1950-1959.

La zone de part et d'autre de la passerelle a été classée en alea moyen.

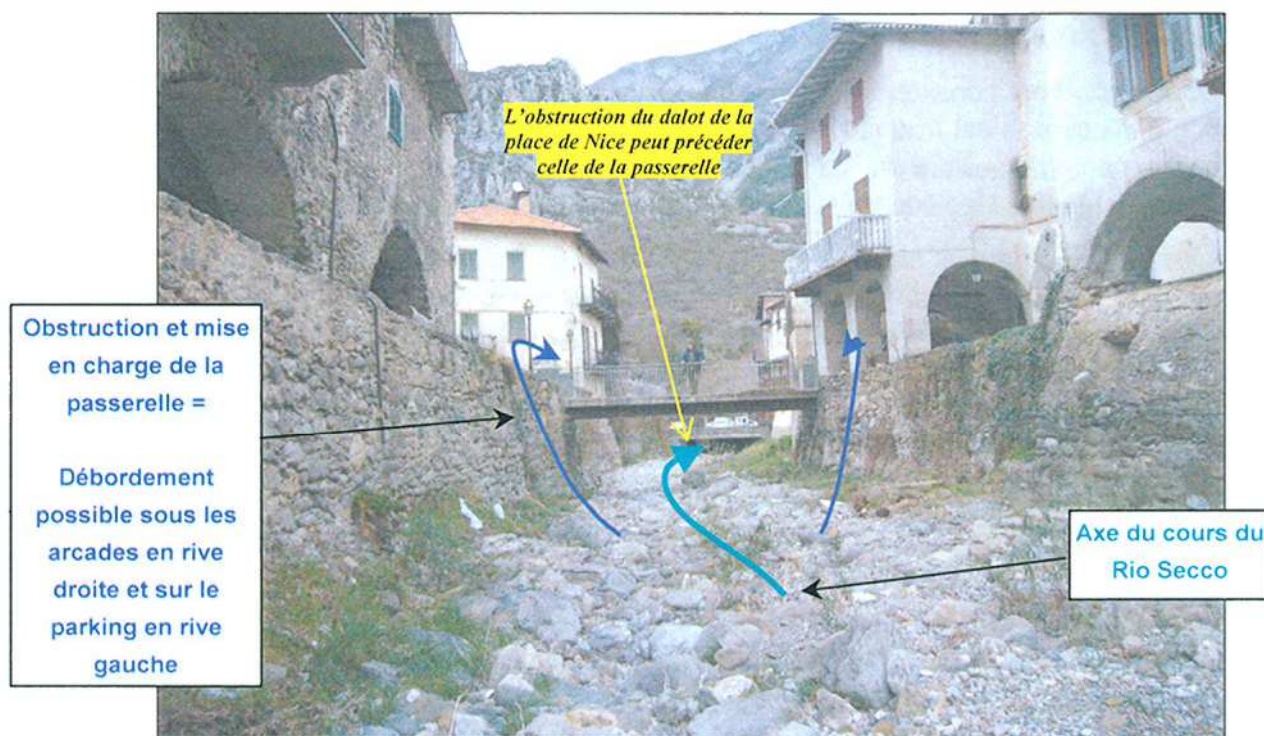


Illustration 26 : Problématique de crue torrentielle au niveau de la passerelle entre les arcades

#### 4-2.3 – La zone du stade et de la station d'épuration (rive droite de la Levanza)

Historiquement, ce secteur accueillait les méandres de la Levanza (cf. illustration 19). Le stade a été gagné dans les années 1930 sur le lit du cours d'eau. Cette modification a repoussé la Levanza contre la rive gauche et réduit la section du lit. Une griffe d'érosion de berge s'est ainsi créée en rive gauche. A ce niveau, des enrochements ont été construits et plusieurs fois confortés ou refaits, du fait de leur régulière destruction.

Depuis ce bouleversement hydrogéomorphologique, la zone a été inondée à plusieurs reprises, dont en 1979 et en 1997. De plus, la section à l'amont du secteur ne permet pas le franchissement d'une crue centennale ( $260 \text{ m}^3/\text{s}$  +ou-  $50 \text{ m}^3/\text{s}$ )

Ce secteur qui abrite notamment la station d'épuration du village a été classé en alea fort.

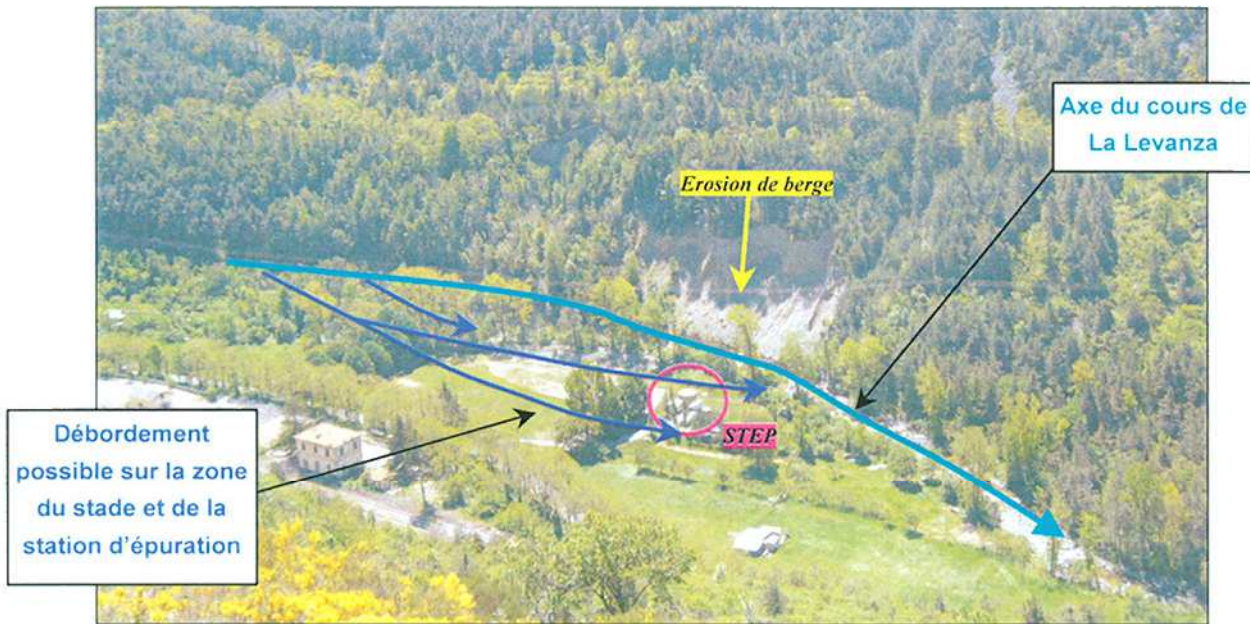


Illustration 27 : Problématique de crue torrentielle au niveau de la station d'épuration

#### 4-2.4 – La zone du « clos bouliste » (rive droite de la Levanza)

Cette zone a été construite sur des remblais en partie constitués de gabions. Un enrochement en pierres libres a été implanté pour protéger le pied de la berge. Lors des visites de terrain, il est apparu que cet ouvrage de protection était très détérioré et que son efficacité était réduite.

L'attaque des berges lors des crues de la Levanza pourrait à terme provoquer des affaissements et alors menacer le clos bouliste.

Ce secteur de la rive droite a été classé en alea moyen.

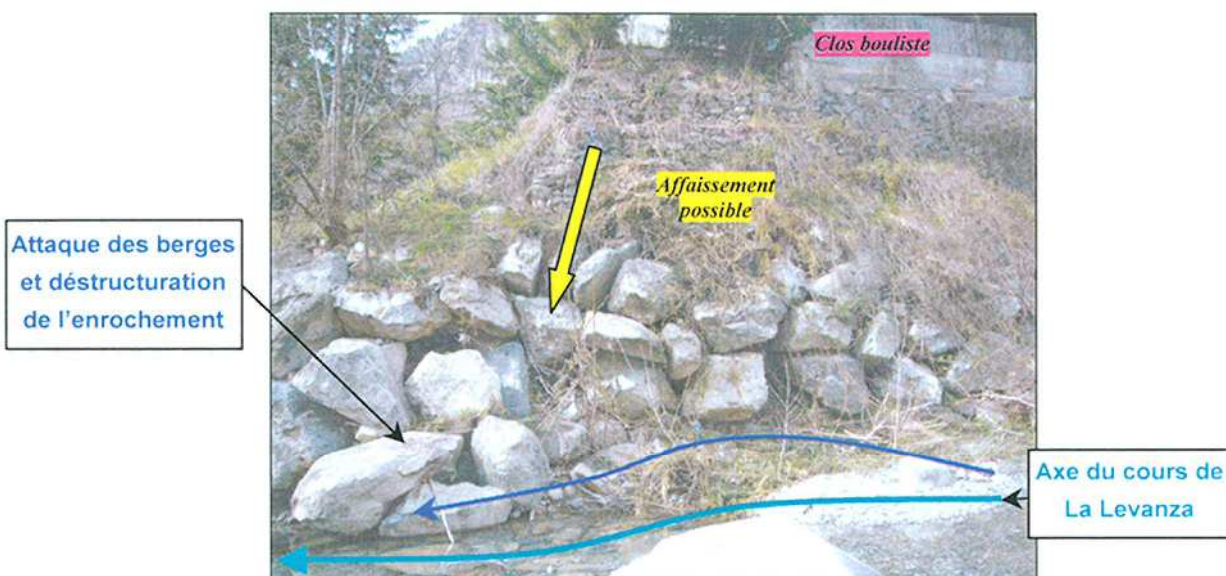


Illustration 28 : Problématique de crue torrentielle au niveau du clos bouliste

#### 4-2.5 – Le secteur de la confluence avec le vallon de Boselia (rive gauche de la Levanza)

Un bâtiment se trouve en face du débouché du vallon de Bosélia. D'après les observations de terrain, ce dernier charrie des matériaux qui viennent se déposer dans le lit de la Levanza. En cas de crues concomitantes de ces deux cours d'eau, il est envisageable que la section du lit de la Levanza soit réduite par l'apport d'éléments provenant de Bosélia.

De plus, le niveau des fenêtres du premier étage se situe à environ 2 mètres au dessus du lit. Cette côte est submergée en cas de crue de référence centennale ( $220 \text{ m}^3/\text{s}$  +ou-  $40 \text{ m}^3/\text{s}$ ).

La zone du bâtiment a été classée en aléa fort et le secteur à l'amont (en rive gauche) en aléa moyen.

Plus à l'aval, la section de la Levanza se réduit progressivement. La berge de la rive gauche est surélevée par rapport à celle la rive droite. La crue de référence centennale en eau claire admet une revanche quasiment nulle à ce niveau. Compte tenu du possible charriage, la rive droite a été classée en aléa moyen. Dans cette zone, le principal enjeu est une habitation qui se trouve très proche du cours d'eau.

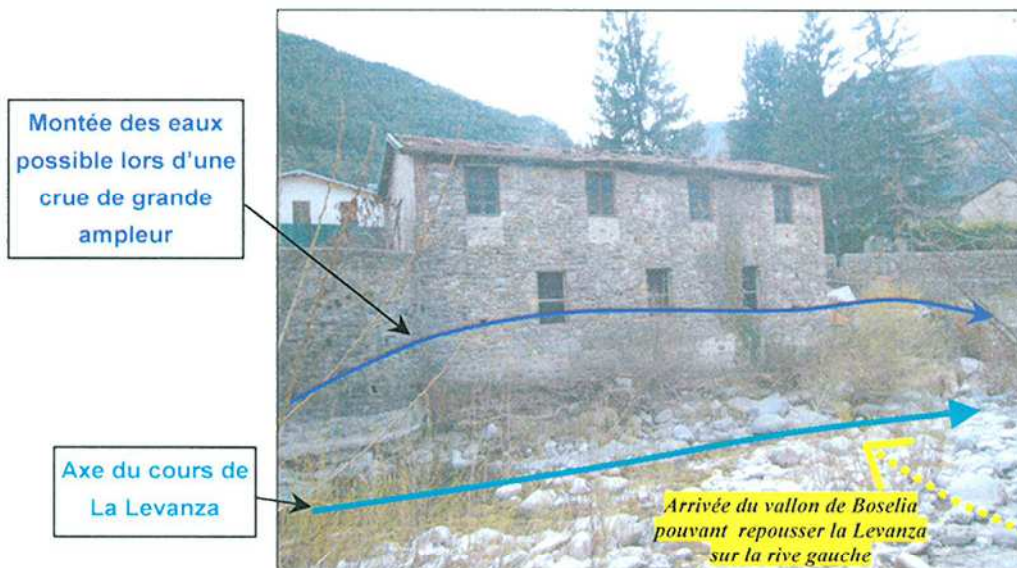


Illustration 29 : Problématique de crue torrentielle au niveau de la confluence avec le vallon de Bosélia

#### 4-2.6 – La zone du bâtiment de l'ADAPEI (rive gauche de la Levanza)

A ce niveau la rive gauche est surélevée par rapport à la rive droite. Il apparaît ainsi, au regard du débit de référence centennial ( $220 \text{ m}^3/\text{s}$  +ou-  $40 \text{ m}^3/\text{s}$ ), qu'un point de débordement est possible au niveau des jardins de la rive droite. A ce niveau aucun bâtiment n'est menacé.

En outre, lors des visites de terrain, les murs de soutènement de la rive gauche sont apparus affouillés et sous cavés en plusieurs endroits. La stabilité de ces ouvrages est ainsi remise en cause et des détériorations plus conséquentes sont à craindre en cas de crue majeure ou d'événements répétés.

Une bande d'environ 10 mètres par rapport au mur a été classé en aléa fort. Elle admet une emprise sur la route et une partie du parking de l'ADAPEI.

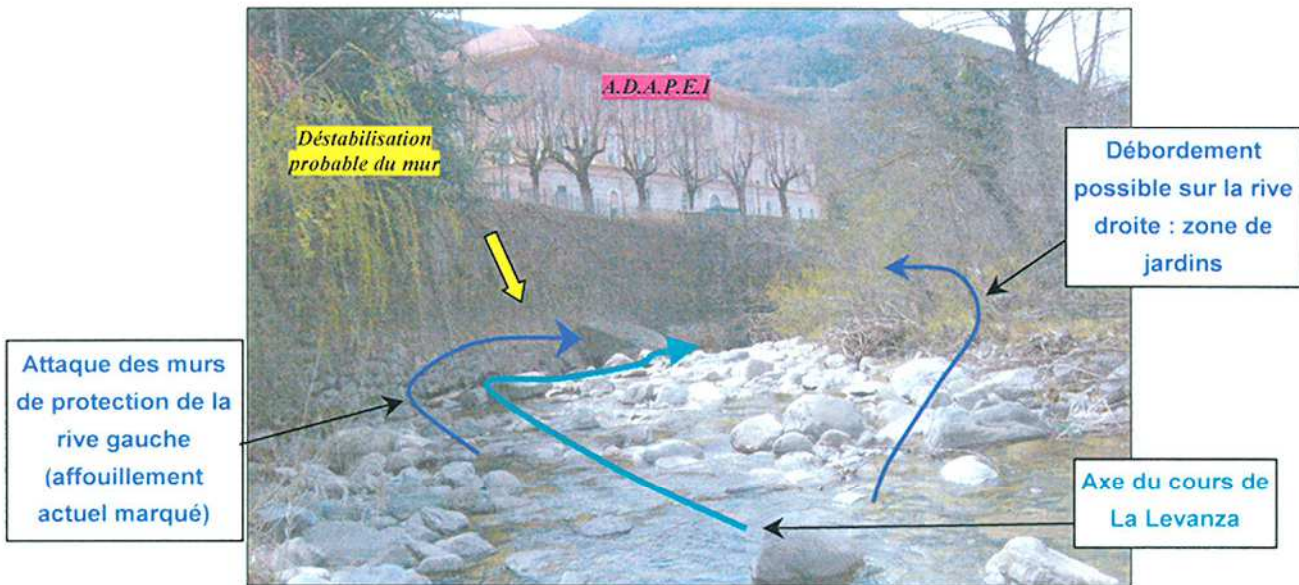


Illustration 30 : Problématique de crue torrentielle au niveau du bâtiment de l'ADAPEI

#### 4-2.7 – La zone des gîtes (rive gauche de la Levanza)

A ce niveau la rive droite est légèrement surélevée par rapport à la rive gauche. Il apparaît ainsi, au regard du débit de référence centennal ( $215 \text{ m}^3/\text{s} \pm 35 \text{ m}^3/\text{s}$ ), qu'un point de débordement est possible au niveau de la rive gauche. A ce niveau, les bâtiments des gîtes sont menacés par la montée des eaux et/ou l'érosion progressive des berges.

Une partie du terrain des gîtes se trouvant en bordure de la Levanza a été classée en aléa fort. Sur la rive gauche, une bande d'aléa moyen englobe le reste des gîtes ainsi qu'une partie de l'habitation à l'aval.

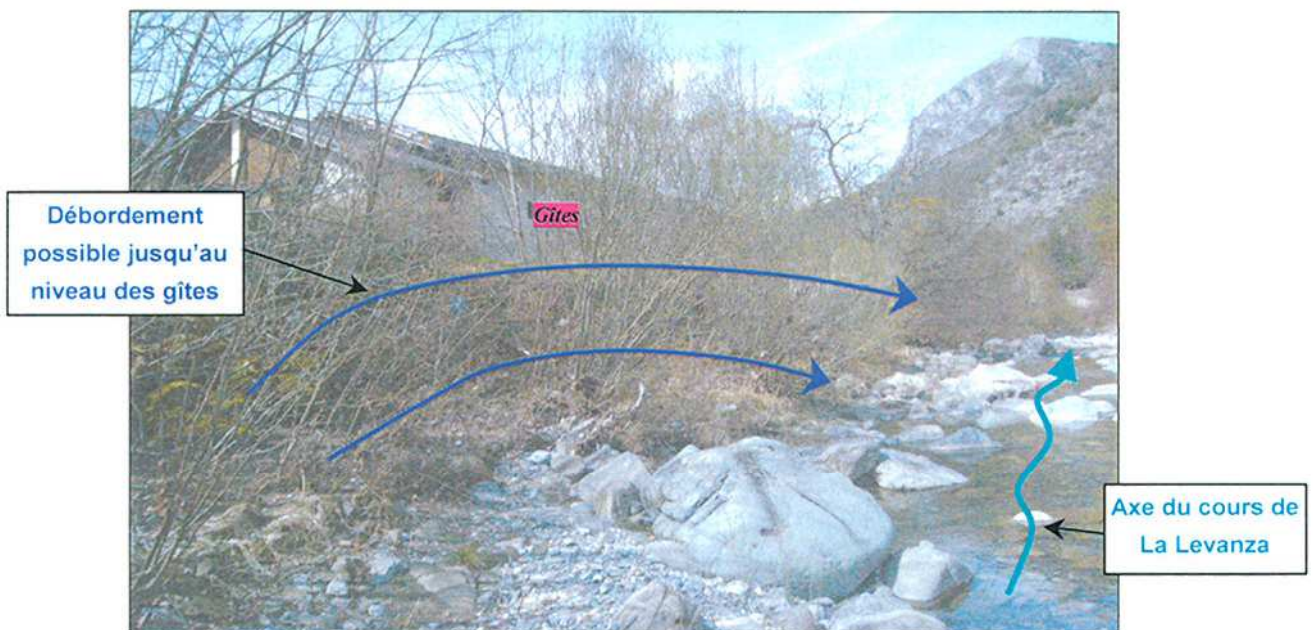


Illustration 31 : Problématique de crue torrentielle au niveau des gîtes

#### 4-2.8 – La zone du Moulin – confluence des vallons de Madone et de Morignole

Le pont qui se situe à la sortie du vallon de Morignole est capable de faire transiter un débit d'eau allant jusqu'à 100 m<sup>3</sup>/s. Au regard du débit de référence centennal de ce vallon (115 m<sup>3</sup>/s +/- 20 m<sup>3</sup>/s), il est probable que l'ouvrage se mette en charge en cas de crue majeure. Des débordements sont à envisager de part et d'autre à l'aval de l'ouvrage voire même au-dessus de l'ouvrage.

Le phénomène de surcôte des lignes d'eau peut être aggravé par une crue concomitante du vallon de la Madone. Ces zones ont été classées en aléa fort et le bâtiment de l'ancien moulin en aléa moyen.

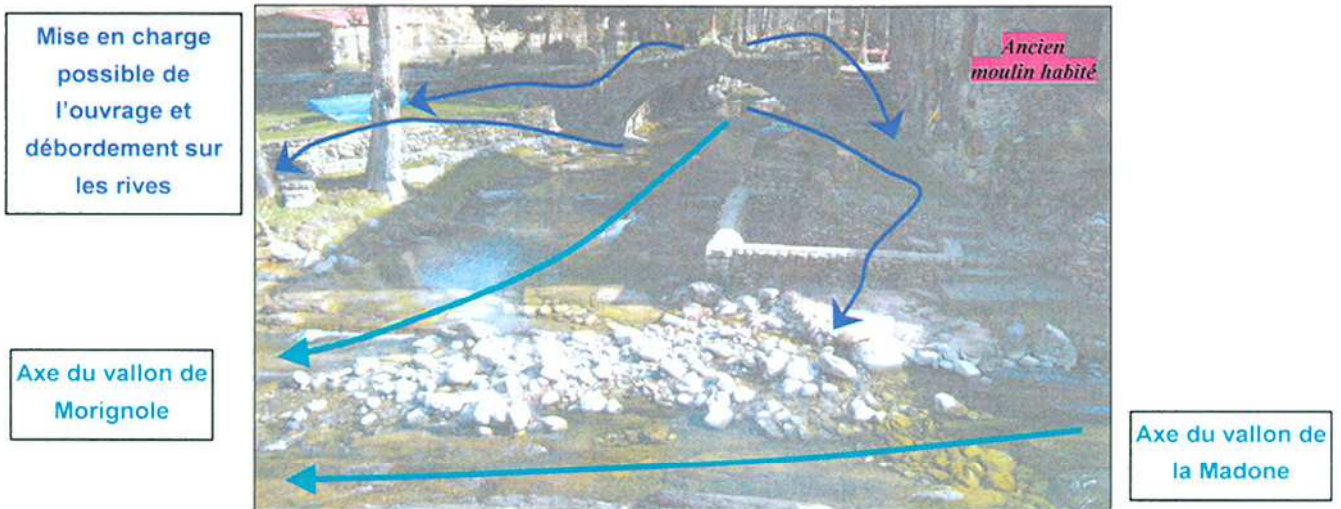


Illustration 32 : Problématique de crue torrentielle au niveau de la confluence Madone-Morignole

#### 4-2.9 – La zone du HLM – parking (Rio Secco)

La zone du HLM et de son parking a été construite sur des remblais. Plus à l'amont des dépôts de matériaux rapportés, meubles, sont également visibles et empiètent en partie dans le lit du Rio Secco. Des attaques de berge ont été constatées suite à la crue de novembre 2000 (avant la mise en place de l'enrochement). En rive gauche, de très gros blocs renvoient le lit du Rio Secco sur la rive droite, menaçant ainsi la berge de phénomènes d'érosion. L'ensemble du parking a été classé en aléa moyen.

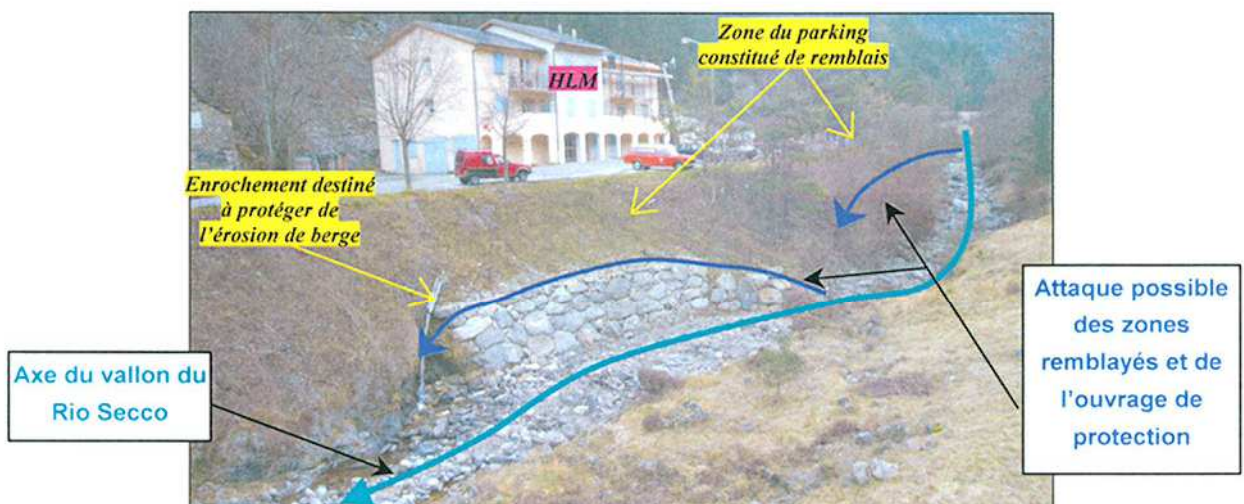


Illustration 33 : Problématique de crue torrentielle au niveau du HLM

## 4.3 Etude par secteurs des phénomènes avalancheux :

Au niveau de la commune de La Brigue, une vingtaine de couloirs avalancheux ont historiquement été actifs. Quatorze d'entre eux sont répertoriés dans la C.L.P.A (Carte de Localisation des Phénomènes d'Avalanches) et six font l'objet d'enquêtes dans le cadre de l'E.P.A (Enquête Permanente sur les Avalanches).

Dans le cadre de ces 2 études, deux années apparaissent comme faisant référence en terme de dégâts, de fréquence et d'intensité des écoulements : 1972 et 1986. La cartographie des aléas se base notamment sur les phénomènes observés durant ces deux hivers où les conditions furent propices au déclenchement d'avalanches (fort enneigement, etc.).

Dans le périmètre d'étude du PPR, plusieurs couloirs menacent potentiellement des enjeux anthropiques (bâti, routes, réseaux, etc.). Cinq zones ont particulièrement portées l'attention. Elles sont détaillées dans les paragraphes suivants.

### 4-3.1 – Secteur du vallon de Coro / ferme de Cravirola (CLPA n°12)

En janvier 1986, une avalanche s'est écoulée dans ce couloir étroit. La zone de départ était située au niveau de la bergerie de Coro (1500 m) et la zone d'arrêt dans le vallon de Cravirola (1250 m). L'écoulement neigeux avait endommagé la partie de la ferme de Cravirola la plus proche du talweg.

Actuellement, le couloir est reboisé par des feuillus et la partie haute des cimes présente un boisement spartiate de résineux. De nouveaux phénomènes avalancheux sont susceptibles de se produire lors de fortes conditions d'enneigement. Une partie de la ferme, où s'est développé un habitat pérenne, est menacée (cf. illustration 34&36)

Le vallon et sa bordure proche ont été classés en aléa fort.



Illustration 34 : Vue du couloir d'avalanches du vallon de Coro / ferme de Cravirola

### 4-3.2 – Secteur des vallons de Cravirola-Sibayre (CLPA n° 13 et 14 / EPA n°2 et 3)

A plusieurs reprises (une vingtaine de fois depuis 1956), des écoulements neigeux se sont produits dans ces vallons. En 1972, une avalanche, provenant des cimes transfrontalières (2100 m), s'est canalisée jusque dans le bas du vallon de Cravirola. Le dépôt a été observé à la hauteur du parking de Bens (1050m), avec plus de 5m d'épaisseur. Une avalanche provenant du vallon de Sybayre avait également rejoint ce dépôt.

Les bordures du vallon, où se situent deux habitations, et la zone du parking sont menacés par ces écoulements (cf. illustrations 35&36). Le secteur a été classé en aléa fort.

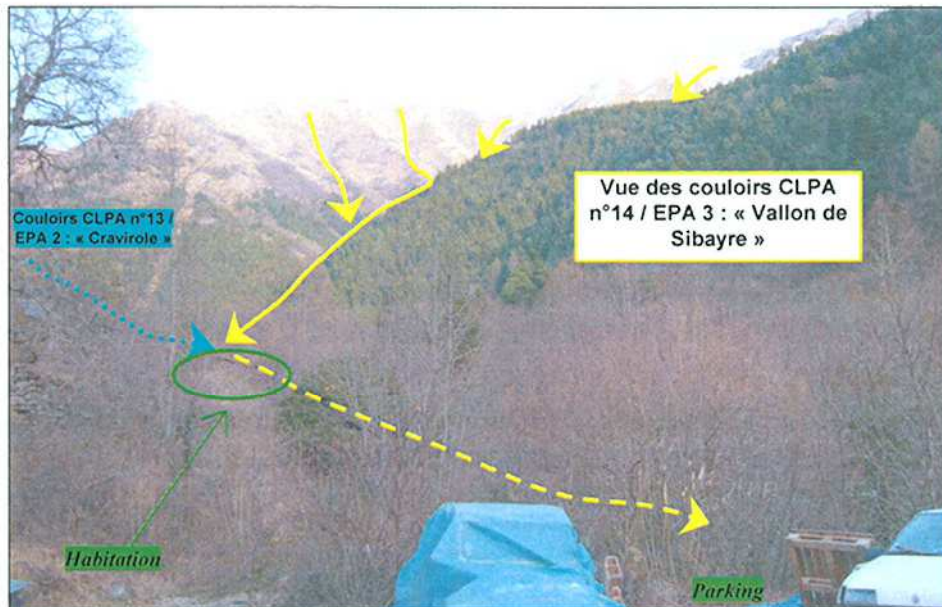


Illustration 35 : Vue du couloir d'avalanches du vallon de Sibayre / zone du parking de Bens haut

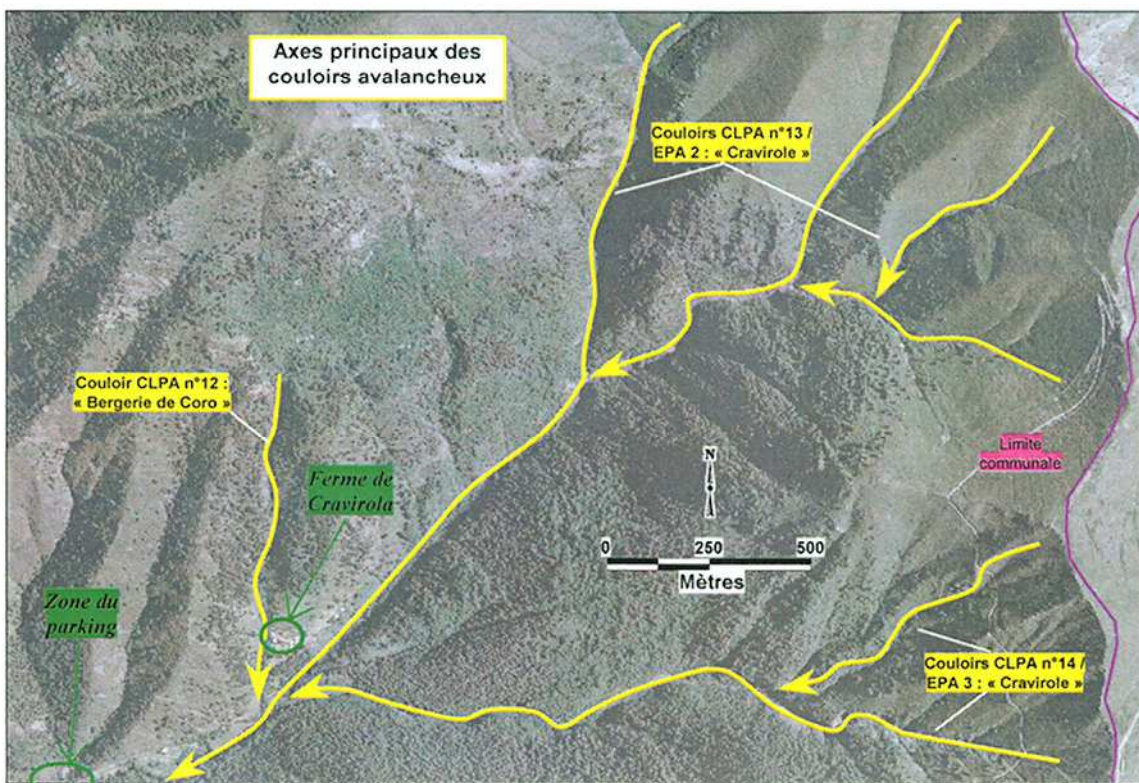


Illustration 36 : Localisation des problématiques d'avalanches au niveau des secteurs ce Coro et de Cravirola

#### 4-3.2 – Secteur du vallon de Boselia (CLPA n°1)

En janvier 1986, une maison et une grange ainsi que des biens agricoles (1100 m d'altitude) ont été détruits par une avalanche. Cette dernière est partie du mont Bergiorin (1670 m), a dévalé le vallon et s'est arrêtée à la côte de 900 m.



A ce niveau les pentes sont très peu boisées et des écoulements sont susceptibles de se produire lors de conditions d'enneigement exceptionnelles. Des bâtiments récents ont été construits sur les zones de crêtes entre les couloirs avalancheux (cf. illustrations 37&38). D'autres constructions sont en cours. Le secteur a été classé en aléa fort.

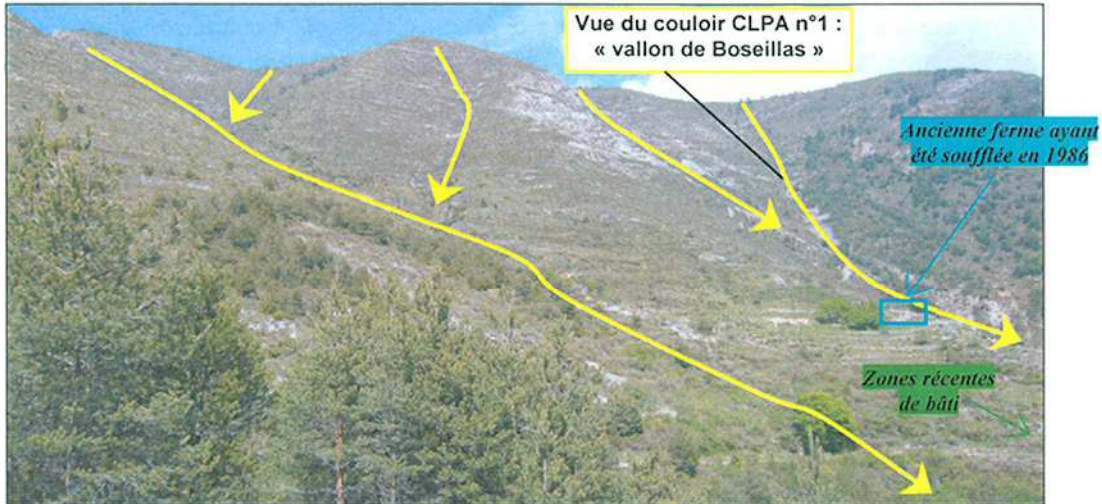


Illustration 37 : Vue des couloirs d'avalanches du secteur du vallon de Bosélia

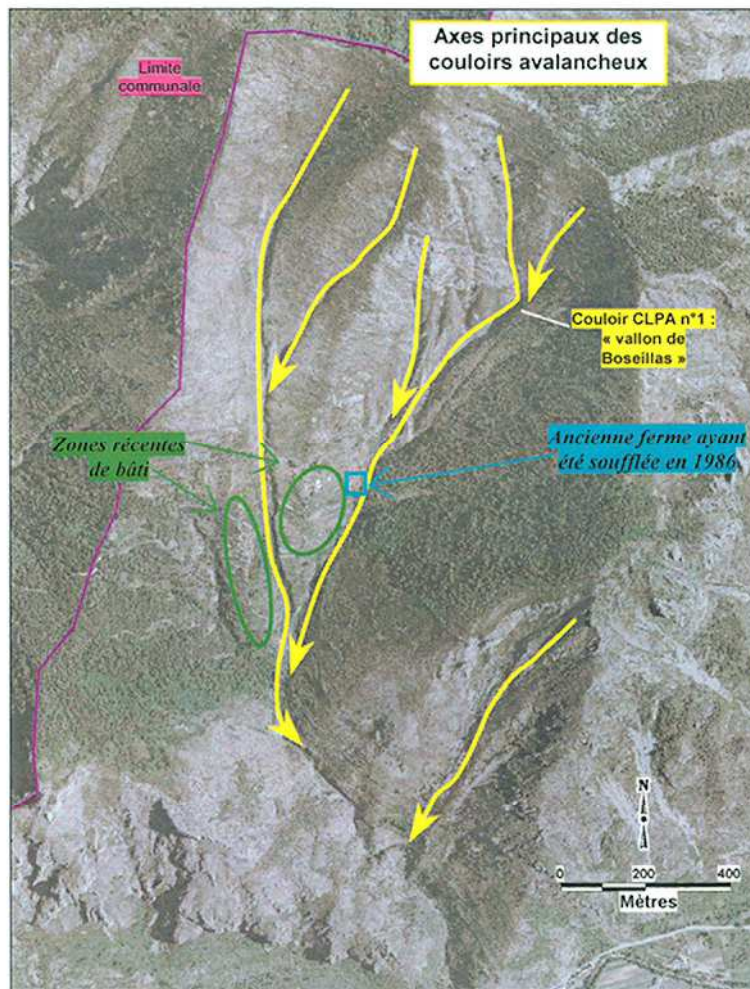


Illustration 38 : Localisation des problématiques d'avalanches au niveau du secteur de Bosélia

#### 4-3.2 – Secteur du vallon de Lani (CLPA n°2)

En janvier 1986, une avalanche provenant des cimes Lardères (1540 m) avait dévalé le couloir jusqu'à la côte 850 m. Elle avait couché des trembles à 200 mètres environ à l'amont des premières habitations.

Dans le versant les pentes sont très peu boisées et des écoulements neigeux sont susceptibles de se produire lors de conditions d'enneigement exceptionnelles. Des zones bâties se situent plus à l'aval sur le cône de déjection du vallon de Lani (cf. illustrations 39&41). Elles ont été classées en aléa faible.

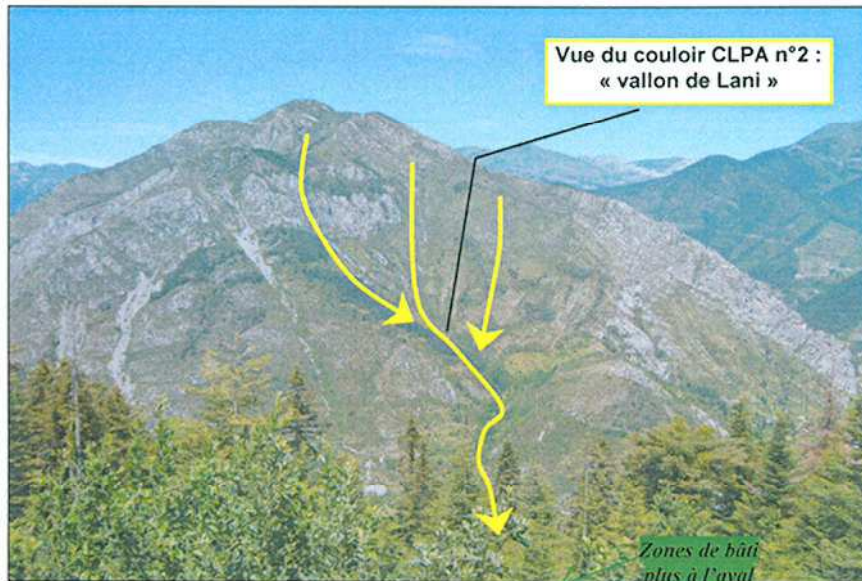


Illustration 39 : Vue du couloir d'avalanches du vallon de Lani

#### 4-3.2 – Secteur du vallon de Ciappe (CLPA n°3)

Une avalanche provenant du haut du vallon (1565 m) avait dévalé le couloir jusqu'à la côte 900 m. Elle avait terminé sa course à proximité de la propriété où se trouve actuellement un habitat temporaire.

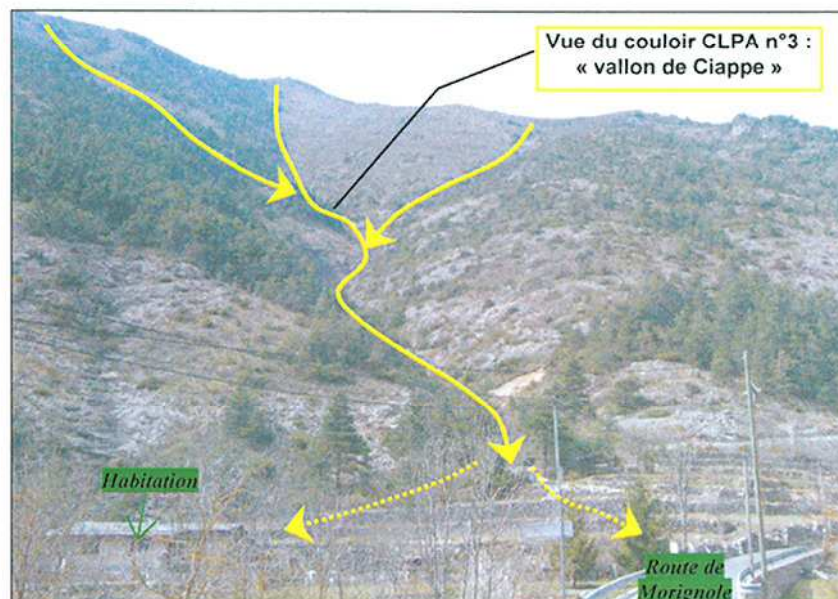


Illustration 40 : Vue du couloir d'avalanches du vallon de Ciappe

Dans le versant supérieur les pentes sont partiellement boisées et des écoulements neigeux sont susceptibles de se produire lors de conditions d'enneigement exceptionnelles. L'habitation se situe sur le cône de déjection du vallon de Ciappe (cf. illustrations 40&41). Elle a été classée en aléa moyen.

Une centaine de mètres plus au nord, un couloir a également engendré une avalanche en janvier 1986. Elle avait traversé la route.

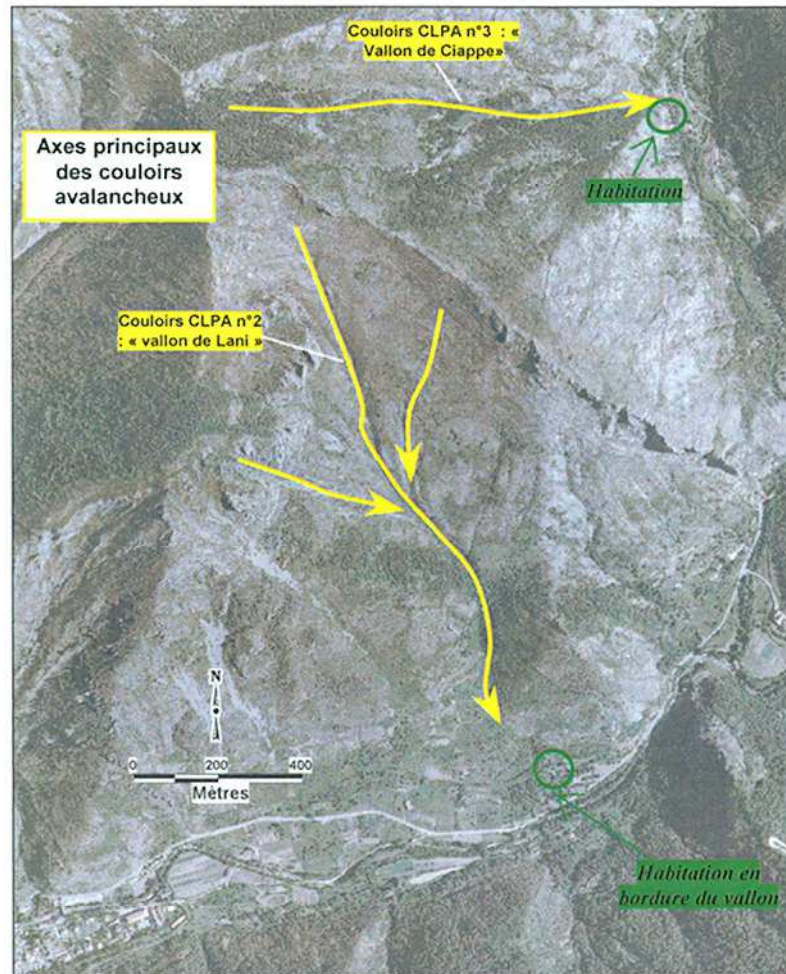


Illustration 41 : Localisation des problématiques d'avalanches au niveau du secteur de Lani et de Ciappe

## V- Le zonage réglementaire

### 5.1 Le règlement

Le règlement précise en tant que de besoin (3° de l'article 3 du décret n° 95-1089 du 5 octobre 1995) :

- *"les mesures d'interdiction et les prescriptions applicables dans chacune des zones du P.P.R., délimitées en vertu du 1° et 2° de l'article 40-1 de la loi du 22 juillet 1987 ;*
- *les mesures de prévention, de protection et de sauvegarde mentionnées au 3° de l'article 40-1 de la loi du 22 juillet 1987, 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.

### 5.2 Le zonage réglementaire

Le zonage réglementaire transcrit les études techniques (carte des aléas) en termes d'interdictions, de prescriptions et de recommandations. Il définit :

- une zone inconstructible, appelée **zone rouge**. Certains aménagements, tels que les ouvrages de protection ou les infrastructures publiques qui n'aggravent pas l'aléa, peuvent cependant être autorisés (voir règlement). Par ailleurs, un aménagement existant peut se voir refuser une extension mais recevoir une autorisation de fonctionner sous certaines réserves.
- une zone constructible sous conditions de conception, de réalisation de protections, d'utilisation et d'entretien de façon à ne pas aggraver l'aléa, appelée **zone bleue** ;

Les enveloppes limites des zones réglementaires s'appuient sur les limites des zones d'aléas.

Enfin des zones sans aléa peuvent se trouver réglementées car définies comme zones d'aggravation du risque (ex : secteurs urbains et périurbain ou de haute montagne dominant des zones exposées au risque d'inondation ou zones à l'amont de glissements). D'autres zones peuvent être déclarées inconstructibles pour permettre la réalisation d'équipement de protection (ex : bassin d'écrêtement de crues).

## 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 La Brigue 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 1er mai 2011.

### Prescriptions à mettre en œuvre :

A compter du 1er 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 31 octobre 2012, 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.

## VI- Annexes du rapport de présentation

- 6.1 Tableau des données historiques
- 6.2 Débits caractéristiques calculés par les méthodes « déterministes et hydrométéorologiques » et par la méthode « des transferts »
- 6.3 Débits caractéristiques calculés par la méthode « Prédiction des crues » (*PreD'Cru : Cemagref*)
- 6.4 Tableau de synthèse des débits caractéristiques calculés par les différentes méthodes (*Levanza amont et aval ainsi que Rio Secco*)
- 6.5 Débits maximums pour des ouvrages hydrauliques ou des sections de cours d'eau
- 6.6 Analyse du transport solide

## PARTIE A: Tableau récapitulatif des données recensées sur la commune de La Brigue

### 1. INFORMATIONS RECOLTEES AUX ARCHIVES DEPARTEMENTALES

Organisme - Auteur	Références/Documents	DATE / Objet / Lieu	Résumé	Informations exploitables
Archives des Alpes-Maritimes	Archives départementales (Italiennes jusqu'en 1947)	- Cadastres de 1906 - Photos de 1935-1940 - Plans du cours d'eau de La Lévanza (1865 / 1875 / 1930)	- Sections cadastrales XXV / XV / XIV / XXVI / XXXII / XXIII / XXIV - Une dizaine de photos de la zone du village - Données sur le lit ancien de La Lévanza (consultations des côtes : 136J0001 / E095 / E0487 / E0496 / E0468)	Historique des événements et plans + évolutions des phénomènes
	Cf. BD RTM			Historique des événements + carte des phénomènes

### 2. INFORMATIONS RECOLTEES AUPRES DU SERVICE R.T.M. (DOSSIERS/ ETUDES PRESENTS AU SERVICE)

Organisme - Auteur	Références/Documents	DATE / Objet / Lieu	Résumé	Informations exploitables
2006 - 2007 - RTM	BD RTM	<b>1979 - 2006</b> : 10 événements recensés  <b>2006</b> : 3 événements recensés (couloirs avalanches) <b>2005</b> : 1 événement recensé (sentier)	cf. tableau des événements  cf. tableau des événements  cf. tableau des événements	Carte des phénomènes  Carte des phénomènes  Carte des phénomènes
RTM	Dossiers communaux	Consultation pour relevé topographique sur le Rio Secco <b>Demande du 02 dec 1992</b> : Confluence Vallons des Prés et Bon Pertus (parcelle BH n°153) Servitudes AS1 : 3 périmètres de protection des sources AEP (bon Pertus / Coture / Amarine)	Bureau « Eaux et perspectives » - Section et profils en long du Rio Secco pour une aire de bairis (gardiennage de caravanes saisonnières) – avis défavorable compte tenu du risque d'inondation et de débordement torrentiel  Pas de périmètres RTM sur la commune	Détermination de site d'aléa
	Police de l'eau	<b>1998 et 2002</b> : Travaux de réhabilitation de l'ouvrage de protection de berge et de confortement du versant dans le vallon de la Lévanza (au droit de la STEP)  Epis transversaux construits dans le Rio secco pour protéger des terrains	1998 = >Remontée le niveau du stade de 2.5 m avec digue de protection a 3.5 m 2002 = > Suite aux désordres causés par les crues de 1992/1997/2000 = il est projeté 160 m d'enrochements + 90 m de risberme + 170 m de terrassement	Cf. Plan des ouvrages
	Contribution du service RTM à la rédaction de l'aménagement forestier de la forêt communale de La Brigue	<b>Nov 2005</b> : Analyse des risques d'origine naturelle et d'ordre physique pesant sur le milieu	cf. cartographie de l'aménagement	Détermination de sites d'aléas + sig Détermination de sites d'enjeux + sig

Organisme - Auteur	Références/Documents	DATE / Objet / Lieu	Résumé	Informations exploitables
RTM	Dossiers travaux (entrepris par la commune sous maîtrise d'œuvre RTM (1987-89-92))	Mars 1989 : travaux de correction active de la griffe d'érosion, RG de la Lévanza (cf photos !)	Construction d'un ouvrage en enrochements libres : fouilles à 1 m sous le niveau d'eau / fruit 70° / hauteur de 3 à 4 m / linéaire de 120 m (= 350 kF)	Données sur les travaux réalisés Cf. Plan des ouvrages
		Août 1992 : travaux de correction de la griffe d'érosion, RG de la Lévanza	10 m <sup>3</sup> de gabions / 390 m de banquettes grillagées / purge de blocs instables (= 150kF)	
		Automne 1992 : travaux de correction de la griffe d'érosion, RG de la Lévanza	15 m <sup>3</sup> de gabions / plantation (auines/alisiers/bauches) / 374m <sup>3</sup> d'enrochements (= 250kF)	
		1997 : Levé topographique / plan de masse		
RTM	Dossiers travaux (idem dossiers communaux)	2002 : Levé topographique / Profils/Plan de masse. Projet de protection de berge et de confortement du versant	Décalage et recentrage du lit	Données sur les travaux envisagés Cf. Plan des ouvrages
		2002 : Projet de protection de la STEP	Merton calé sur un niveau de crue centennale	
		1995 : Projet de plage de dépôts à l'amont du village (APS)	A l'aval immédiat du pont de San Bastian : 450 kF	
Préfecture janv 2001	DCS	Données générales sur les différents types de risque		
BRGM + divers	EUROBASSIN : programme interreg / Plan de bassin : données cartographiques	2003 : Données sur le bassin versant de la Roya (hydro /litho / geomorpho / pentes / versants / événements MVT / ouvrages / hydrauliques, etc)	Données exploitables sur la brigue : cartes sur la communes	Données divers / Carte des phénomènes
BRGM	CPER - Bassin versant de la Roya	9 zones recensées Cartographie de l'aléa MVT échelle 1/25 000	Données sur les formations géologiques Données sur les aléas MVT et quelques zones sensibles	Données sur la géologie et sur les phénomènes de MVT / Carte des phénomènes
RTM	Archives de photos	Phénomènes 1986 – 2001 - 2002	Photos crues de 2002 Rio Secco et Lévanza Photos avalanches 1986 Photos chutes de blocs 2001	
ONF	Forêt communale de La Brigue – Révision d'aménagement forestier	4298,85 ha – 2006-2025	Risques naturels d'ordre physique pesant sur le milieu (cf précédent !) – pas de périmètres RTM  On note la présence de plusieurs ouvrages italiens de type RTM réalisés lorsque la commune de La Brigue était encore italienne (avant 1947). Ils se situent dans le Vallon de Groa, sous la Crête de Rionard, au niveau des parcelles 87 et 88. Les travaux réalisés ont été : Reboisement (Mélèze) Construction de seuils en pierres sèches dans certains vallons au-dessus de la piste. Ces ouvrages ne sont pas entretenus.	Données forestières (analyse du milieu naturel = climat /faune / flore / habitats / peuplements  (Zone ZNIEFF / Site natura 2000 n°FR Zone Intérêt Communautaire (ZIC) d'environ 1600 ha / 9301561 « Marguareis-Ubac de Tende à Saorge)



Organisme - Auteur	Références/Documents	DATE / Objet / Lieu	Résumé	Informations exploitables
			Aucun ouvrage RTM n'a été réalisé depuis en forêt communale.	

### 3. INFORMATIONS RECOLTEES AUPRES DE LA D.D.E. + CETE

Organisme - Auteur	Références/Documents	DATE / Objet / Lieu	Résumé	Informations exploitables
DDE	Permis de Construire	<p>Juin 2003 : Zone du quartier Chiappéa</p>	- Avis favorable	
CETE	Etude BRGM (dans POS)	<p>Juin 1987 Quartier de Barracan Praeti</p>	<p>Aucune chute de blocs récente recensée lors de l'étude Zone de production intensément fracturée : démantèlement en pierrailles Zones de réception en amont de la zone d'étude Contraintes particulières (absence de projets au droit des talwegs, etc...)</p>	Données géologiques et géomorphologiques sur le secteur / Profils de pente
CETE	Carte CRAM Tende 1-2 (+ Carte CRAM Vieve 5-6)	<p>Facteurs pris en compte = lithologie / structure / pente / morphologie / hydrologie / végétation</p>	<p>Mouvements de terrain = Glissement / Effondrement / Eboulement (en masse, chutes de blocs, chute de pierres, banc sur banc) / Ravinement / Coulée / Lave torrentielle</p>	Données sur la géologie et sur les phénomènes de MVT / Carte des phénomènes
CETE	Documents de risques	<p>Sept-1984 : Quartier de « Sainte Anne » aval crête de Porcarosso</p> <p>Juin 1990 : Rive droite Rio Secco</p> <p>Juin 1995 : Quartier de Chiaperé</p>	<p>Etude complémentaire réalisée pour DDE = zone d'ailéa très fort de chutes de blocs (précision du zonage) Protections à mettre en place si construction</p> <p>Etude de révision du POS / demandé par la Mairie pour la construction du HLM</p> <p>Etude complémentaire demandé par la DDE / pas de suite ?</p>	<p>Modifications du POS de 1979</p> <p>Zone nécessitant une étude géotechnique spécifique pour des mesures de protection (déclassé de 1 à 2)</p> <p>PAS D'ETUDE TROUVEE A CE JOUR</p>
CETE	Visite	<p>3 événements recensés 1993 / 1996 / 1997</p> <p>2 docs d'archive envoyés par la CETE</p>	<p>1993 : chute de blocs au niveau de Porcarosso 1996 : Erosion au niveau du quartier Ste Anne (en face STEP) 1997 : Blocs sur route au niveau de Riodore (partie terminale du Rio Secco)</p>	Carte des phénomènes / tableau des événements
Subdi-DDE	Téléphone	<p>Février 2007 : Recherche d'informations</p>	<p>RAS - pas d'archives Pas de phénomène nouvellement mis à jour que ceux déjà connus – Pas de rencontre prévue</p>	néant

### 4. INFORMATIONS RECOLTEES AUPRES DU CONSEIL GENERAL (SDA)

Organisme - Auteur	Références/Documents	DATE / Objet / Lieu	Résumé	Informations exploitables
SDA - Roya	Téléphone	<p>Février 2007 : Recherche d'informations</p>	<p>RAS - pas d'archives Pas de phénomène nouvellement mis à jour que ceux déjà connus – Pas de rencontre prévue</p>	néant

### 5. INFORMATIONS RECOLTEES AUPRES DE LA MAIRIE

Organisme - Auteur	Références/Documents	DATE / Objet / Lieu	Résumé	Informations exploitables
Secrétariat de Mairie	Discussions avec Mme Massa (13 fev 2007)	Recherche d'informations sur les archives communales (petite liste) et sur les projets de développement de la commune	RAS	
Mairie	Réunion avec M. Le maire et adjoint (02 mars 2007)	Projets de développement de la commune Compléments de renseignements sur des zones particulières et recueil d'informations diverses	Pont pour le quartier Sainte-Anne repris en enrochements en 2005	

#### 6. INFORMATIONS AUTRES

Organisme - Auteur	Références/Documents	DATE / Objet / Lieu	Résumé	Informations exploitables
BRGM	BD Mvt - internet	Pas de données sur la commune de La Brigue		
	Sites Internet		<a href="http://www.prm.net/cqj_bin/citoyen/macommunite">http://www.prm.net/cqj_bin/citoyen/macommunite</a> <a href="http://www.alpes-maritimes.equipement.gouv.fr">http://www.alpes-maritimes.equipement.gouv.fr</a> <a href="http://www.cote.azur.fr/ville_la-brigue">http://www.cote.azur.fr/ville_la-brigue</a> <a href="http://www.la-brigue.fr/">http://www.la-brigue.fr/</a> <a href="http://fr.wikipedia.org/wiki/La_Brigue">http://fr.wikipedia.org/wiki/La_Brigue</a> <a href="http://www.patrimoine-labrique.org/">http://www.patrimoine-labrique.org/</a> <a href="http://www.lemirval.com">http://www.lemirval.com</a>	Arrêtés CATNAT Quelques photos d'archives Informations historiques et touristiques sur la commune

#### 7. DOCUMENTS DE REFERENCE SELON LE CAHIER DES CHARGES

Organisme - Auteur	Références/Documents	DATE / Objet / Lieu	Résumé	Informations exploitables
CETE	POS	(1979 révisé en 1988) Etude géologique et géotechnique sur la commune de La Brigue (carte géologique et carte d'aptitude des sols)	Pas de données sur les phénomènes historiques Bonne qualité de description des faciès lithologiques Ancienne définition du zonage (de 1 à 5)	Données géologiques Données pour la carte des aléas mouvements de terrains
ETRM (V. Koulinisky)	Etude hydraulique pour la commune de La Brigue	Juillet 2006 « Aménagement et gestion des eaux des bassins versants du Rio Secco et de La Lévanza »	Etat des lieux hydrologique des deux cours d'eau – mise en avant des zones sensibles – vulnérabilité – enjeux menacés – proposition d'aménagement – etc.	débîts liquides de crues / débits solides de crues / apports solides / profils de pente / caractérisation de l'écoulement / hauteurs d'eau en crues / carte d'aléas torrentiels avant et après aménagements
Cabinet d'étude SIEE	Cartographie hydrogéomorphologique des zones inondables de la Roya et de la Lévanza	Mars 2006 (pour le compte du ministère de l'Ecologie et du Développement Durable)	Physiologie générale de la zone – Principaux enjeux sur la commune – cartographie hydrogéomorphologique	Données cartographiques sur les différents lits de la Lévanza et du Rio Secco / Données cartographiques sur les ouvrages de protection existants
CENAGREF	La Carte de Localisation des Phénomènes d'Avalanche (CLPA) - planches BP 76 et BP 77	Editions révisées de mai et d'octobre 2005 (pour le compte du Ministère de l'agriculture et de la pêche)	Cartographie des couloirs avalanches observés ou présumés	Données historiques des événements / enveloppe géographique de localisation

## PARTIE B : Tableau récapitulatif des événements recensés sur la commune de La Brigue

Date	Risque	Sites	Lieu-dit	Nature du phénomène	Cause	Vict	Dég	Pert	Détails des impacts	Observation	Originalité/Référence	Localisation cartographique	Photo
1926	T	Torrent de Lèvenza	Pont de Bouségita et zone amont (parking actuel)	Tres forte crue		N	O	I	DEGATS Le pont est en limite du passage en charge. Les terrains en amont sont submergés (rivé croisé)		Etude ETRM	oui	non
1902/1972	A	Vallon de la Reau	Vallon de la Reau- EPA 7	Avalanches		N	O	O	DEGATS Canalisation AEP du village détruite PERTURBATIONS Pas d'eau au village ?		Aménagement forestier de la forêt communale de La Brigue (RTM)	oui	non
1902/1972	A	Tous les vallons du secteur d'Anaraine	Bareis / Bareis / Roche noire / Roche Falconare / Sprige	Avalanches		N	N	N			Aménagement forestier de la forêt communale de La Brigue (RTM)	oui	non
10/1979	T	Torrent de Lèvenza		crue		N	O	O	-DEGATS- Murs de protection de la place du village endommagés -PERTURBATIONS- Stade inondé		BD RTM	oui	non
13/10/1979	T	La Roya française		crue		I	I	I			BD RTM	oui	non
29/04/1980	A	Vallon de Cravirole	Vallon de Cravirole (CLPA 13, EPA 2) et Sibayre (CLPA 14, EPA 2)	Avalanches		N	N	N			Aménagement forestier de la forêt communale de La Brigue (RTM)	oui	non
31/01/1986	A	Vallon de Bosella amont - ce		Avalanche dans le valon de Bosella		I	O	I	DEGATS Une maison et une grange emportées. Destruction sans matériel agricole. 1000 m <sup>2</sup> de cultures maraichères emportées. 30 arbres fruitiers arrachés.	propriétaire de la ferme "4 ne restait que des débris de pierres, de poutres, de tuiles mélangées à un amas de mobilier brisé, pulvérisé dans le ravin. Les arbres fruitiers ont été arrachés ainsi que la grange et le poulailler...". Accumulation de neige facilitée par les vents du nord-est	BD RTM / Arkside Nice Matin du 04-02-1986	oui	oui
hiver 1992-93	T	Levanza / Rio Secco		Crue violente					Desordres sur les enrochements		Dossiers travaux RTM	oui	non
13/09/1993	T	La Roya française		crue	Fortes pluies	I	I	I			BD RTM	oui	non
01/10/1993	P	Porcaressa - Gros	Quartier de Porcaressa	Eboulement en quatre parties (4 blocs) de 0,5 à 1 m <sup>3</sup>	Fortes pluies et ravinement ?	N	O	O	DEGATS Maison endommagée / pylône EDF endommagé -PERTURBATIONS- Evacuation de 4 maisons	Rapport CETE : décrit "que le risque d'effondrement persiste sur le secteur" / préconise des protections type pège à bloc / + trajectogramme"	Rapport CETE (Tranema)	oui + plan parcellaire	oui en N&B
06/10/1993	P		Chemin de Faris	Chute d'un rocher de 6 tonnes fractionné en 4 morceaux		N	O	I	-DEGATS- Un des morceaux s'est écorché contre la façade nord d'une maison Le deuxième morceau a touché une baraque en bois situé en contre-bas de la maison Le troisième a été stoppé par un pylône EDF Et le quatrième a terminé sa course dans une zone inoccupée		BD RTM	oui	non
nov-04	T	Levanza / Rio Secco							Enrochements partiellement affouillés ou détruits		Dossiers communaux RTM (police de l'eau)	oui	non
11-12/01/1996	T	Levanza / Rio Secco							Régression de la grille d'érosion / affouillement de l'enrochement	Pas de bloc de l'enrochement tombé dans le cours d'eau	Dossiers communaux RTM (police de l'eau)	oui	non
29/10/1997 entre 5 et 6 h du matin	P	Route de l'amiba	Rive gauche du Rio Sec	Plusieurs blocs d'un volume de 1 m <sup>3</sup> d'une épaisseur de 1 m de haut sur la chaussée et un dans le pré en contrebas	Vents violents et basculement des pins	N	O	N	DEGATS Poteau téléphonique endommagé	Rapport CETE : préconise purge manuelle et mélon avec matelas amortisseur	Rapport CETE (Tranema)	oui + plan IGN	Non
07/11/1997	T	La Roya française		Inondation et érosion sur plusieurs endroits le long de la Roya	Fortes précipitations du 5 et 6/11/97	N	I	I		Cet événement fait référence à plusieurs fiches événements papiers (cf classeur) Sur la commune de Tende Le niveau d'eau s'est maintenu à quelques décimètres sous le niveau du terrain naturel. L'ancien mur en pierres sèches a protégé la berge bien qu'il ait été submergé par endroits. La pile centrale de l'ancien pont, RD de la Roya, est engloutie sur un gros bloc rocheux. En cas de crue celui-ci se situe dans l'axe d'écoulement. Il occasionne donc des remous et l'inondation de la partie aval du camping. L'eau passe alors sous la 2ème arche, rive droite. Protection de berge insuffisante à renforcer Sur la commune de Breil sur Roya Au niveau du pont de l'Arboussel. Suite à la crue de novembre 94, une partie des matériaux avait été emportée par la Roya. La commune avait fait procéder à des travaux de protection insuffisants puisque l'érosion a repris. Mais en place de conteneurs pour la collecte, protections à refaire.	BD RTM	oui	non
07/11/1997	T	Torrent de Lèvenza	Station d'épuration Stade de foot	Crue torrentielle : érosion de berges et débordement. Destruction d'enrochements livrés au pied d'une érosion de berge + début d'inondation	Fortes précipitations les 5, 6 nov 97 (en 48h 279 mm à Casterno, 230 mm à St Dalmas de Tende, 233 mm à Breil/Roya) Q pointe 530 m <sup>3</sup> /s pour la Roya à Breil	N	N	O	-PERTURBATIONS- 40 m d'enrochements livrés détruits et début de submersion de la rive G du droit de la station d'épuration.	Antécédence du phénomène : ou réaction possible : ou Le niveau d'eau a pratiquement atteint le terrain naturel rive droite à hauteur de la station d'épuration. Des débris végétaux ont été observés au niveau des plaques d'épous et d'évacuation. A faire : réflexion des enrochements bétonnés en RG, réalisation d'une digue de protection en RD, APS ajoutée par la commune. Travaux entrepris : 1999 (enrochements livrés, 800 m <sup>2</sup> ), 1992 (végétalisation par le perron RTM, entreprise Flambard)	BD RTM / Achys	oui	non
06-08/11/1997	T	Levanza / Rio Secco			pluies environ 200 mm				Levanza : enrochements de la zone de la STEP affouillés sur 60 m et le niveau a atteint le TM en rive droite. Laisses de crue au niveau des plaques d'épous et d'évacuation des eaux usées. Seuls des murs de protection du village en mauvais état	Rio Secco : peu de matériaux transportés sous le cadot de la place de Nicol.	Dossiers communaux RTM (police de l'eau)	oui	oui
oct-nov 2000	T	Torrent de Lèvenza	Lèvenza amont village		Plusieurs épisodes pluvio-orageux d'octobre et novembre 2000 (le 06/11, le 23/11 et le 24/12)	N	O	O	-DEGATS- Sentier communal sur la berge rive gauche de la Lèvenza disparu avec l'effondrement et érosion de la berge sur 50m. Epi rive gauche de la Lèvenza endommagé par l'affouillement en sous-œuvre au niveau du mur du terrain de jeu de boules qui montre déjà des signes d'affouillement. -PERTURBATIONS- Interruption du sentier communal sur la berge rive gauche de la Lèvenza.	Avant l'événement, des travaux pour la mise en place d'un seuil entre les culées du pont H. Dunant (sortie ouest du village de la Brigue) sur la Lèvenza. Après l'événement Projet envisagé de construction de seuil sur la Lèvenza (protection du mur du jeu de boules) Propositions de travaux de confortement de la berge rive gauche au niveau du sentier pédestre. Fiche événement commune pour les phénomènes survenus sur la Lèvenza et le Rio Secco. Commentaires Il est difficile de faire la part des choses entre ce qui concerne directement l'événement de crue torrentielle liée aux précipitations de l'hiver 2000-2001 et les effets antérieurs produits par les torrents de la commune de la Brigue.	BD RTM	oui	oui
oct-nov 2000	T	Vallon du Rio Secco & affluents	Rio Secco	Affouillement et érosion de berges des torrents du Rio Secco et de du Bon Pertus	Plusieurs épisodes pluvio-orageux d'octobre et novembre 2000 (le 06/11, le 23/11 et le 24/12)	N	O	O	-DEGATS- Découverte de la conduite d'alimentation d'eau par la perte du remblai de la prise du valon du Bon Pertus. Régression du talus de la berge rive gauche au niveau du pont 837 m de la route communale et du parking des HLM. -PERTURBATIONS- Piste du valon du Bon Pertus coupée	Fiche événement commune pour les phénomènes survenus sur la Lèvenza et le Rio Secco. Commentaires Il est difficile de faire la part des choses entre ce qui concerne directement l'événement de crue torrentielle liée aux précipitations de l'hiver 2000-2001 et les effets antérieurs produits par les torrents de la commune de la Brigue.	BD RTM / Achys	oui	non

Date	Risque	Sites	Lieu-dit	Nature du phénomène	Cause	Vic	Dég	Pert	Détails des impacts	Observation	Origine/Référence	Localisation cartographique	Photo
20/03/2001	P	Porcaresso - Gros	Quartier rive gauche de la Roya - St Dalmas de Tende	Chute d'un bloc (environ 8 m <sup>3</sup> ) parti de la falaise de la Crête de Porcaresso à fin de course dans la lit de la Roya suivant une trajectoire quasi rectiligne.	Fracturation du rocher de nature calcaire dolomique du Trias Moyen	N	O	I	-DÉGATS- Le bloc est passé entre 2 propriétés laissant sur son passage des impacts sur les terrasses et obstruant certains routes de leur soutènement. Destruction partielle du mur de soutènement du talus aval de la route ou chemin de Trens, mais la chaussée n'a pas été touchée. Plusieurs arbres abattus dont 1 pin au dessus du chemin de Trens.	3 maisons à l'aval de la piste semblent menacées par l'eau. Des blocs sont encore présents au pied de la paroi de la falaise et 1 bloc (environ 1 m <sup>3</sup> ) est arrêté à mi-pente dans le versant. Le bloc de 8 m <sup>3</sup> repose actuellement sur les alluvions de la Roya. Le cours du bloc a été freiné par un pin juste avant de franchir le chemin de Trens.	BD RTM	oui	oui
16/11/2002	T	Levazza / Rio Secco			Crue				Desordres divers ?		Archives photos RTM	oui	oui
22/02/2004	A	Vallon de Craviola	Vallon de Craviola (CLPA 13, EPA 2) et Sibayne (CLPA 14, EPA 3)			N	N	N			Aménagement forestier de la forêt communale de La Brigue (RTM)	oui	non
2005	P	St Anne	Sentier entre La Brigue et St Dalmas de Tende	Glissement/travènement de la bordure aval de la plateforme du sentier en deux endroits	Pluies ?	N	O	O	DÉGATS : Plateforme partiellement emportée PERTURBATIONS : Sentier fermé		Dossiers communaux RTM	oui	oui
juil-05	P	RO du Rio Secco	?	Affaissement du mur de plusieurs cm ?							Dossiers communaux RTM	non	non
31/01/2006	A	Vallon du Bon Pertus	Vallon du Bon Pertus	Avalanche dans le fond du valon	Déclenchement naturel suite à un redoux - Cumul de neige fraîche de 100 cm	N	I	N		Zone de départ 1730 m / Zone d'arrivée 1320 m - Accumulation ou dépôt sur 850 m de long, 20 à 30 m de large sur 8 m de haut.	BD RTM / Dossiers communaux	oui	oui
31/01/2006	A	Vallon de Gros	Confluent rive droite avec le site EPA n°9	Avalanche de plaque de neige récente humide dans un talweg	Déclenchement naturel suite à un redoux - Cumul de neige fraîche de 100 cm	N	O	I	DÉGATS : Bris et transport de pins sylvestres bordant le valon	Zone de départ 1600 m / Zone d'arrivée 1100 m - Accumulation ou dépôt sur 50 m de long, 3 m de large sur 1 m de haut.	BD RTM / Dossiers communaux	oui	non
31/01/2006	A	Vallon de la Touana	Vallon de la Touana	Avalanche de plaque d'un dépôt récent transformé de neige récente humide dans un talweg	Déclenchement naturel suite à un redoux - Cumul de neige fraîche de 100 cm, suivi d'un redoux avec précipitations jusqu'à 1300 m	N	O	N	DÉGATS : Bris et transport de feuillus bordant le valon	Zone de départ 2200 m / Zone d'arrivée 1200 m - Accumulation ou dépôt de 20 à 30 m de large sur 10 à 15 m de haut.	BD RTM / Dossiers communaux RTM	oui	non

## ANNEXE 6.2 : Calculs des débits caractéristiques sur les bassins versants de la commune de La Brigue

Partie A : Calculs sur les bassins versants de la Lévanza et du Rio Secco par les formules empiriques, méthodes déterministes et hydrométéorologiques couramment utilisées en ingénierie.

### 1. Bassin versant de la Lévanza

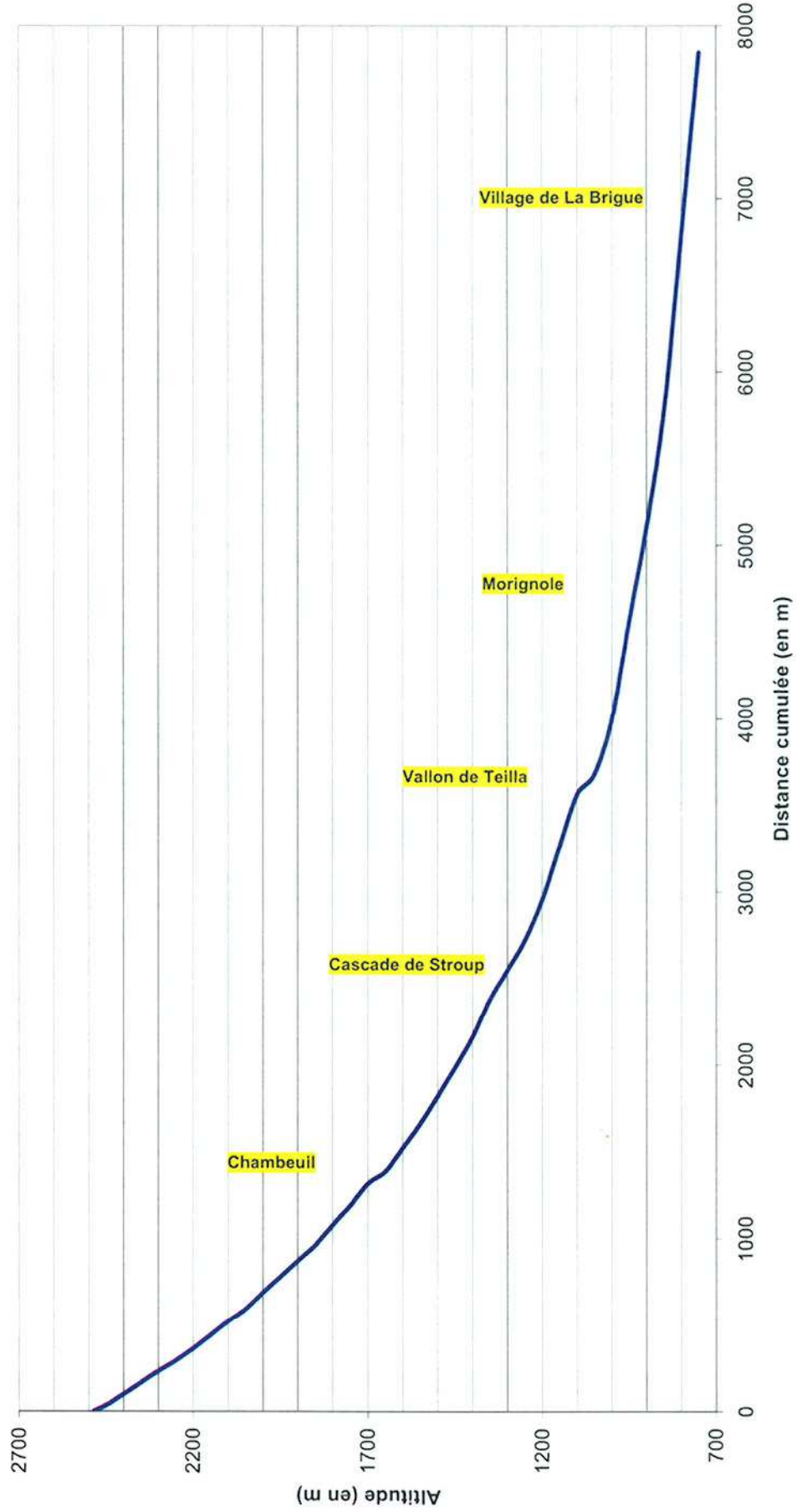
#### Feuille de calcul de « synthèse hydrologie »

COURS D'EAU : la Lévanza à l'amont de la confluence avec le Rio Secco		d'après le poste de saint dalmas de tende			
Données disponibles et nécessaires aux calculs		ETRM = 6 km			
S = 21,00 km <sup>2</sup>	surface				
L = 10,400 km	longueur du chemin hydraulique le plus long				
Ip = 80,800 mm/m	pende pondérée	pente moyenne = 17‰ = 8°			
Ph = 2485,00 m	altitude du point culminant				
Pb = 755,00 m	altitude de l'exutoire				
Pa = 1020 m	pluie moyenne annuelle				
P <sub>10</sub> = 150 mm	pluie journalière décennale	d'après carte des isohyètes Berolo-Laborde			
Ta = 11,6 °C	température moy. annuelle	Koufinsky = 190	Meteo France = 175	Etude Berolo-laborde = 133	Etude d'erboua = 105
Hm = 1300,00 m	altitude moyenne				
e = 0,50	coefficient d'écoulement				
iv = 331	indice caractérisant l'état de végétalisation du bassin versant	d'après Etude ETRM			
a <sub>10</sub> = 53,3	paramètre de Montana pour une durée de retour décennale	d'après Etude ETRM			
b = 0,60	b de Montana varie de 0,4 à 0,9	Méthode Socose			
α = 0,1	Coefficients valables pour tout le département 06	Méthode formule régionale			
β = 0,44					
R = 1,00	Coefficient régional variant de 1 à 1,5	Méthode Crupédix			
P <sub>10</sub> = 15,00 mm	Pluie décennale de durée D <sub>10</sub>	Méthodes SCS et rationnelle			
K = 1,20	Qp/Qmoy sur la durée D 1,25*K<1,4	Méthode SCS			
IP = 3	Indice pluviométrique de la période précédant la crue 1sec 2seu humide 3e très humide	Méthode SCS			
G <sub>4</sub> = 98	Gradex des débits de pointe	Méthode gradex où G <sub>4</sub> =(K*S*Q <sub>10</sub> )/(3,6*D)			
G <sub>10</sub> = 28,0	gradex des pluies de durée D centrées				
G <sub>1</sub> = 44,0 m <sup>3</sup> /s	gradex des débits de pointe : T<10 ans				
Rh = 1	Régime hydrologique	Méthode sommaire			
Durée de retour (T)		10 ans	20 ans	50 ans	100 ans
Pluie de durée D (P <sub>D</sub> )		65,00 mm			95,00 mm
intensité de la pluie de durée D (I <sub>D</sub> )		10,8 mm/h	9,0 mm/h	9,0 mm/h	16,0 mm/h
Coefficient de ruissellement (C <sub>r</sub> )		0,30	0,30	0,40	0,60
Infiltration potentielle (J)		200 mm	200 mm	195 mm	190 mm
Calcul du temps de concentration et de la durée caractéristique de crue					
Méthode	durées (en h)			domaine de validité	
Temps de concentration					
KIRPICH	0,80				
SOGREAH	1,12				
GIANDOTTI	2,39				
TURRAZA	0,11			2,5	
IZZARD-MEUNIER	3,26				
VENTURA-PASSINI	0,06				
Durée caractéristique					
SCS BV rapides	3,03			0,1 ha < S < 15 km <sup>2</sup>	
SOCOSE BV forte pente	6,37			1 km <sup>2</sup> < S < 200 km <sup>2</sup>	
SOCOSE	9,95			0 km <sup>2</sup> < S < 200 km <sup>2</sup>	
Estimation de la durée de crue D = 6					
Calculs des débits de référence					
Méthode	Qi10 (m <sup>3</sup> /s)	Qi20 (m <sup>3</sup> /s)	Qi50 (m <sup>3</sup> /s)	Qi100 (m <sup>3</sup> /s)	
SOMMAIRE		86,25	126,38	168,75	
GRADEX (T <sub>max</sub> = 10 ans)		179,72	314,98	416,79	
GRADEX PROGRESSIF		113,44	190,34	266,18	
RATIONNELLE	46,04 m <sup>3</sup> /s	0,00	0,00	136,00	
SCS	87,49 m <sup>3</sup> /s	22,58	22,02	202,44	
SCS simplifiée	92,35 m <sup>3</sup> /s				
Formule régionale	34,41 m <sup>3</sup> /s				
SOCOSE	44,12 m <sup>3</sup> /s				
CRUPEDIX	81,67 m <sup>3</sup> /s				
VALEURS RETENUES :	75,0 m <sup>3</sup> /s	90,0 m <sup>3</sup> /s	150,0 m <sup>3</sup> /s	210,0 m <sup>3</sup> /s	
Koufinsky -ETRM	100			200	
Dans l'étude ETRM, c'est le poste de Casterino qui a été retenu					

#### Au niveau de la place de Nice (à l'amont de la confluence avec le Rio Secco)

- ✓ Surface du bassin versant **51 km<sup>2</sup>**
- ✓ Estimation du débit décennal **75 m<sup>3</sup>/s**
- ✓ Estimation du débit centennal **210 m<sup>3</sup>/s**

### Profil en long de la Lévanza : depuis le mont Bertrand jusqu'à la confluence avec le Rio Secco



## 2. Bassin versant du Rio Secco

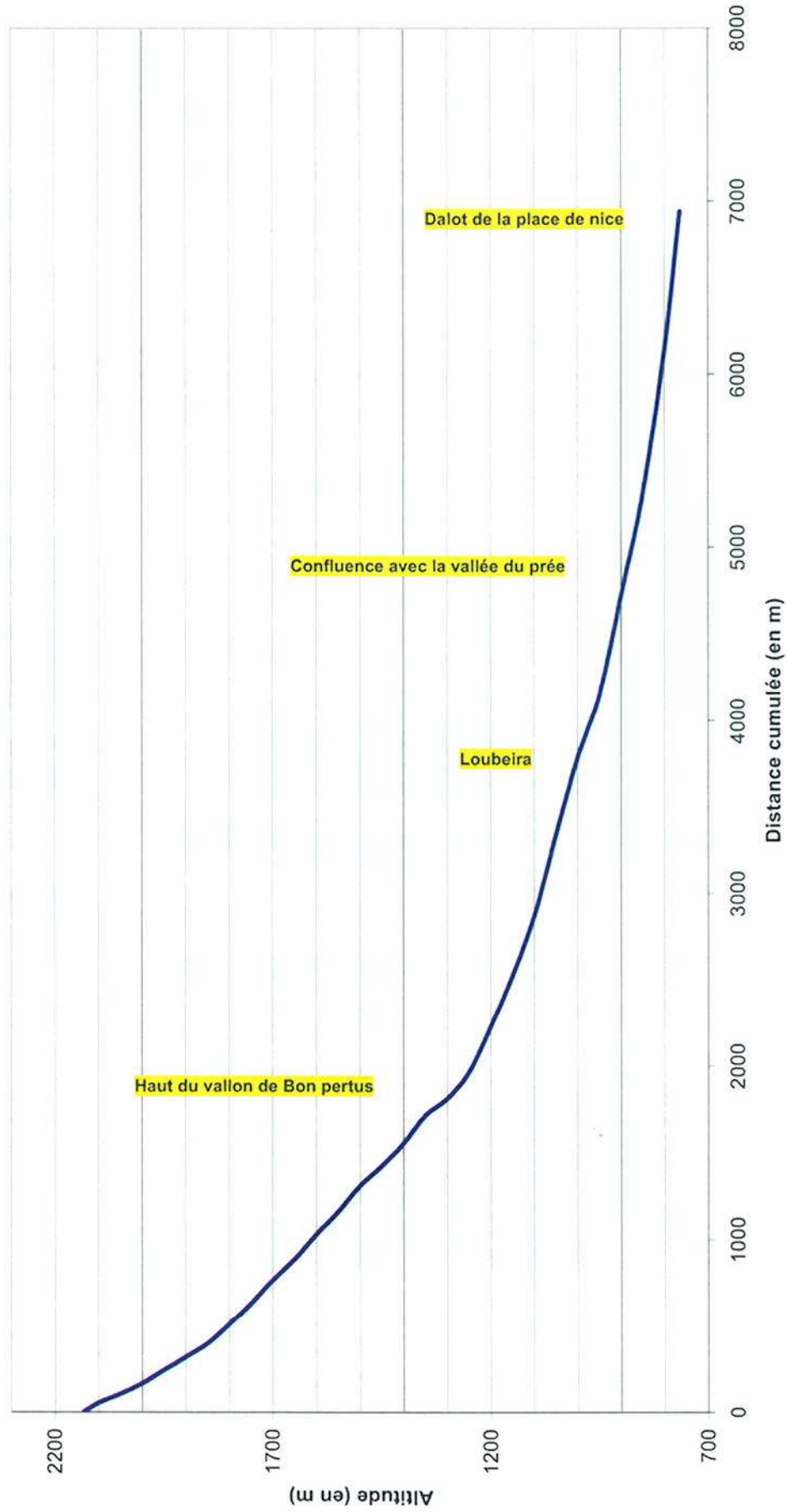
### Feuille de calcul de « synthèse hydrologique »

COURS D'EAU : le Rio Secco au niveau de la place de Nice		d'après le poste de saint dalmas de tende			
<b>Données disponibles et nécessaires aux calculs</b> S = 15,00 km <sup>2</sup> surface L = 6,859 km longueur du chemin hydraulique le plus long Ip = 48,000 m/m pente pondérée <b>pente moyenne = 20% = 9°</b> Ph = 2135,00 m altitude du point culminant Pb = 765,00 m altitude de l'exutoire Pa = 1020 mm pluie moyenne annuelle Pj10 = 150 mm pluie journalière décennale d'après carte des isohyètes Berolo-Laborde Ta = 11,0 °C température moy. annuelle Hm = 1060,00 m altitude moyenne e = 0,40 coefficient d'écoulement iv = 331 indice caractérisant l'état de végétalisation du bassin versant a10 = 33,3 paramètre de Montana pour une durée de retour décennale b = 0,60 b de Montana varie de 0,4 à 0,9 Méthode Socose α = 0,1 Coefficients variables pour tout le département 06 Méthode formule régionale β = 0,44 Coefficient régional variant de 1 à 1,5 Méthode Crupédix R = 1,00 Coefficient régional variant de 1 à 1,5 Méthode Crupédix P <sub>D10</sub> = 52,00 mm Pluie décennale de durée D <sub>10</sub> Méthodes SCS et rationnelle K = 2,20 Qp/Qmoy sur la durée D 1,25<K<1,4 Méthode SCS IP = 3 Indice pluviométrique de la période précédent la crue 1=sec 2=peu humide 3= très humide Méthode SCS G <sub>3</sub> = 34 Gradex des débits de pointe Méthode gradex où : G <sub>30</sub> = 28,0 gradex des pluies de durée D centrées G <sub>3</sub> =(K*S*G <sub>30</sub> )/(3,6*D) G <sub>3</sub> = 16,0 m <sup>3</sup> /s gradex des débits de pointe : T<10 ans Rh = 1 Régime hydrologique Méthode sommaire		ETRM = 5 km			
		Koulinsky = 190	Meteo France = 175	Etude Berolo-laborde = 133	these djerboua = 105
		d'après Etude ETRM d'après Etude ETRM			
		d'après Etude ETRM d'après these djerboua			
		d'après Etude ETRM d'après Berolo-laborde d'après Etude ETRM			
		d'après these djerboua			
		d'après Etude ETRM en se basant sur les données de la Vesubi			
<b>Calcul du temps de concentration et de la durée caractéristique de crue</b>					
Méthode	durées (en h)			domaine de validité	
<b>Temps de concentration</b>					
KIRPICH	0,54			1	ETRM = 3
SOGREAH	0,60				
GIANDOTTI	2,10				
TURRAZA	0,07				
IZZARD-MEUNIER	1,97				
VENTURA-PASSINI	0,02				
<b>Durée caractéristique</b>					
SCS BV rapides	1,92			0,1 ha < S < 15 km <sup>2</sup>	
SOCOSE BV forte pente	5,16			1 km <sup>2</sup> < S < 200 km <sup>2</sup>	
SOCOSE	6,73			0 km <sup>2</sup> < S < 200 km <sup>2</sup>	
Estimation de la durée de crue D = 3,5					
<b>Calculs des débits de référence</b>					
Méthode	Qi10 (m <sup>3</sup> /s)	Qi20 (m <sup>3</sup> /s)	Qi50 (m <sup>3</sup> /s)	Qi100 (m <sup>3</sup> /s)	
SOMMAIRE		40,25	58,98	78,75	
GRADEX (T <sub>retour</sub> = 10 ans)		87,80	156,00	207,33	
GRADEX PROGRESSIF		49,47	81,01	114,67	
RATIONNELLE	18,57 m <sup>3</sup> /s	24,17	30,95	54,29	
SCS	25,81 m <sup>3</sup> /s	33,86	45,51	65,21	
SCS simplifiée	39,97 m <sup>3</sup> /s				
Formule régionale	20,08 m <sup>3</sup> /s				
SOCOSE	17,06 m <sup>3</sup> /s				
CRUPEDIX	30,68 m <sup>3</sup> /s				
<b>VALEURS RETENUES :</b>	<b>35,0 m<sup>3</sup>/s</b>	45,0 m <sup>3</sup> /s	60,0 m <sup>3</sup> /s	80,0 m <sup>3</sup> /s	
Koulinsky -ETRM	40			80	

### Au niveau de la place de Nice (confluence avec la Lévanza)

- ✓ Surface du bassin versant **15 km<sup>2</sup>**
- ✓ Estimation du débit décennal **35 m<sup>3</sup>/s**
- ✓ Estimation du débit centennal **80 m<sup>3</sup>/s**

### Profil en long du Rio Secco : depuis la cime de Marta jusqu'a la confluence avec la Lévanza





Partie B : Calculs sur les bassins versants de la commune de la Brigue par la méthode des transferts (versants analogues)

## 1. Bassin versant de la Lévanza

### 1.1. - Bassin versant de la Lévanza au niveau de la confluence avec la Roya (sortie de la commune)

- ✓ Surface du bassin versant **68,4 km<sup>2</sup>**
- ✓ Estimation du débit décennal **126 m<sup>3</sup>/s**
- ✓ Estimation du débit centennal **253 m<sup>3</sup>/s**

### 1.2. - Bassin versant de la Lévanza au niveau de la confluence avec le Rio Secco (centre village)

- ✓ Surface du bassin versant **65,8 km<sup>2</sup>**
- ✓ Estimation du débit décennal **123 m<sup>3</sup>/s**
- ✓ Estimation du débit centennal **245 m<sup>3</sup>/s**

### 1.3. - Bassin versant de la Lévanza au niveau de l'entrée du village (amont du parking)

- ✓ Surface du bassin versant **51 km<sup>2</sup>**
- ✓ Estimation du débit décennal **100 m<sup>3</sup>/s**
- ✓ Estimation du débit centennal **200 m<sup>3</sup>/s**

### 1.4. - Bassin versant de la Lévanza au niveau de la confluence des vallons de Morignole et de Bens

- ✓ Surface du bassin versant **45,3 km<sup>2</sup>**
- ✓ Estimation du débit décennal **91 m<sup>3</sup>/s**
- ✓ Estimation du débit centennal **182 m<sup>3</sup>/s**

## 2. Bassin versant du Rio Secco

### 2.1. - Bassin versant du Rio Secco au niveau du dalot de la place de Nice

- ✓ Surface du bassin versant **15 km<sup>2</sup>**
- ✓ Estimation du débit décennal **40 m<sup>3</sup>/s**
- ✓ Estimation du débit centennal **80 m<sup>3</sup>/s**

### 2.2. - Bassin versant du Rio Secco au niveau de la confluence du vallon de Bon Pertus et de la vallée du Pré

- ✓ Surface du bassin versant **12,5 km<sup>2</sup>**
- ✓ Estimation du débit décennal **35 m<sup>3</sup>/s**
- ✓ Estimation du débit centennal **69 m<sup>3</sup>/s**

## 3. Secteur de la vallée du Pré

### 3.1. - Bassin versant de la vallée du Pré au niveau du point coté 912 (ouvrage hydraulique de franchissement de la route)

- ✓ Surface du bassin versant **5,6 km<sup>2</sup>**
- ✓ Estimation du débit décennal **18 m<sup>3</sup>/s**
- ✓ Estimation du débit centennal **36 m<sup>3</sup>/s**

### 3.2. - Bassin versant de la vallée du Pré à l'aval de la confluence des vallons de Chioppo et de l' Afel (ouvrage hydraulique de franchissement de la route)

- ✓ Surface du bassin versant **3,2 km<sup>2</sup>**
- ✓ Estimation du débit décennal **12 m<sup>3</sup>/s**
- ✓ Estimation du débit centennal **23 m<sup>3</sup>/s**

### 3.3. - Bassin versant du vallon de Préa (au niveau de l'ouvrage hydraulique de franchissement de la route)

- ✓ Surface du bassin versant **1,5 km<sup>2</sup>**
- ✓ Estimation du débit décennal **6 m<sup>3</sup>/s**
- ✓ Estimation du débit centennal **13 m<sup>3</sup>/s**

3.4. - Bassin versant du vallon de Bon Pertus au niveau de l'ouvrage hydraulique de franchissement de la route (point coté 892)

- ✓ Surface du bassin versant **6,6 km<sup>2</sup>**
- ✓ Estimation du débit décennal **21 m<sup>3</sup>/s**
- ✓ Estimation du débit centennal **41 m<sup>3</sup>/s**

**4. Secteur du Vallon de la Madone**

4.1. - Bassin versant de la vallée la Madone à l'amont immédiat de la confluence avec le vallon de Morignole (passerelle)

- ✓ Surface du bassin versant **25,4 km<sup>2</sup>**
- ✓ Estimation du débit décennal **57 m<sup>3</sup>/s**
- ✓ Estimation du débit centennal **115 m<sup>3</sup>/s**

4.1. - Bassin versant amont de la vallée la Madone à l'amont immédiat de Notre Dame des Fontaines

- ✓ Surface du bassin versant **10,2 km<sup>2</sup>**
- ✓ Estimation du débit décennal **28 m<sup>3</sup>/s**
- ✓ Estimation du débit centennal **55 m<sup>3</sup>/s**

4.3. - Bassin versant du vallon de Bens au niveau du point coté 853 (au niveau de l'ouvrage hydraulique de franchissement de la route)

- ✓ Surface du bassin versant **13,5 km<sup>2</sup>**
- ✓ Estimation du débit décennal **35 m<sup>3</sup>/s**
- ✓ Estimation du débit centennal **69 m<sup>3</sup>/s**

**5. Secteur du Vallon de Morignole**

5.1. - Bassin versant du vallon de Morignole à l'amont immédiat de la confluence avec le vallon de la madone (passerelle)

- ✓ Surface du bassin versant **19,9 km<sup>2</sup>**
- ✓ Estimation du débit décennal **47 m<sup>3</sup>/s**
- ✓ Estimation du débit centennal **94 m<sup>3</sup>/s**

5.2. - Bassin versant du vallon d'Amarine au niveau du hameau de Morignole

- ✓ Surface du bassin versant **4,5 km<sup>2</sup>**
- ✓ Estimation du débit décennal **14 m<sup>3</sup>/s**
- ✓ Estimation du débit centennal **29 m<sup>3</sup>/s**

5.3. - Bassin versant du vallon des Bêtes au niveau du franchissement de la piste

- ✓ Surface du bassin versant **1,3 km<sup>2</sup>**
- ✓ Estimation du débit décennal **5 m<sup>3</sup>/s**
- ✓ Estimation du débit centennal **11 m<sup>3</sup>/s**

**6. Secteur du village de La Brigue**

6.1. - Bassin versant du vallon de Bosélia (au niveau de la confluence avec la Lévanza)

- ✓ Surface du bassin versant **2,2 km<sup>2</sup>**
- ✓ Estimation du débit décennal **8 m<sup>3</sup>/s**
- ✓ Estimation du débit centennal **16 m<sup>3</sup>/s**

6.2. - Bassin versant du vallon de Lani (au niveau de la confluence avec la Lévanza)

- ✓ Surface du bassin versant **0,7 km<sup>2</sup>**
- ✓ Estimation du débit décennal **3 m<sup>3</sup>/s**
- ✓ Estimation du débit centennal **6 m<sup>3</sup>/s**

6.3. - Bassin versant du vallon de Mararé (au niveau de la confluence avec la Lévanza)

- ✓ Surface du bassin versant **0,5 km<sup>2</sup>**
- ✓ Estimation du débit décennal **2 m<sup>3</sup>/s**
- ✓ Estimation du débit centennal **5 m<sup>3</sup>/s**

Tableau de calcul pour la méthode des transferts

Methode des transferts de bassins		$Q = Q_{A10} \text{ ou } 100 \times (S/S_A)^{0,8}$				
	Nom du bassin	Surface BV : $S_A$ (km <sup>2</sup> )	Débit decennal : $Q_{A10}$ (m <sup>3</sup> /s)	Débit centennal $Q_{A100}$ (m <sup>3</sup> /s)		
Données disponibles	Levanza (amont Rio Secco)	51	100	200	d'après étude ETRM	
	Rio Secco	15	40	80	d'après étude ETRM	
		Référence Levanza			Référence Rio Secco	
Point choisi pour le calcul	Nom du secteur	Surface BV (km <sup>2</sup> )	Débit decennal (m <sup>3</sup> /s)	Débit centennal (m <sup>3</sup> /s)	Débit decennal (m <sup>3</sup> /s)	Débit centennal (m <sup>3</sup> /s)
Bassin versant de la Lévanza au niveau de la confluence avec la Roya (sortie de la commune)	BV de la Lévanza	68,4	126	253		
Bassin versant de la Lévanza à l'aval de la confluence avec le Rio Secco (centre village)	BV de la Lévanza	65,8	123	245		
Bassin versant de la Lévanza au niveau de l'entrée du village (amont du parking)	BV de la Lévanza	51	100	200		
Bassin versant de la Lévanza au niveau de la confluence des vallons de Morignole et de Bens	BV de la Lévanza	45,3	91	182		
Bassin versant de Rio Secco au niveau du dalot de la place de Nice	BV du Rio Secco	15			40	80
Bassin versant du Rio Secco au niveau de la confluence du vallon de Bon Pertus et de la vallée du Pré	BV du Rio Secco	12,5			35	69
Bassin versant de la vallée du Pré au niveau du point coté 912 (ouvrage hydraulique de franchissement de la route)	Vallée du Pré	5,6			18	36
Bassin versant de la vallée du Pré à l'aval de la confluence des vallons de Chioppo et de l'Afel (ouvrage hydraulique de franchissement de la route)	Vallée du Pré	3,2			12	23
Bassin versant du vallon de Près (au niveau de l'ouvrage hydraulique de franchissement de la route)	Vallée du Pré	1,5			6	13
Bassin versant du vallon de Bon Pertus au niveau de l'ouvrage hydraulique de franchissement de la route (point coté 892)	Vallée du Pré	6,6			21	41
Bassin versant de la vallée la Madone à l'amont immédiat de la confluence avec le vallon de Morignole (passerelle)	Vallon de la Madone	25,4	57	115		
Bassin versant amont de la vallée la Madone à l'amont immédiat de Notre Dame des Fontaines	Vallon de la Madone	10,2	28	55		
Bassin versant du vallon de Bens au niveau du point coté 853 (au niveau de l'ouvrage hydraulique de franchissement de la route)	Vallon de la Madone	13,5	35	69		
Bassin versant du vallon de Morignole à l'amont immédiat de la confluence avec le vallon de la madone (passerelle)	Vallon de Morignole	19,9	47	94		
Bassin versant du vallon d'Amarine au niveau du hameau de Morignole	Vallon de Morignole	4,5	14	29		
Bassin versant du vallon des Bêtes au niveau du franchissement de la piste	Vallon de Morignole	1,3	5	11		
Bassin versant du vallon de Bonélla (au niveau de la confluence avec la Lévanza)	Village	2,2	8	16		
Bassin versant du vallon de Lani (au niveau de la confluence avec la Lévanza)	Village	0,7	3	6		
Bassin versant du vallon de Mararè (au niveau de la confluence avec la Lévanza)	Village	0,5	2	5		



## ANNEXE 6.3 : Calculs des débits caractéristiques par la méthode « Prédiction de crues » sur la commune de La Brigue:

PRÉD'cru (Cemagref) sur logiciel de SIG Arcview extension shypre.

Les bassins versants ont été dessinés sur fond de carte topographique de l'IGN au 1/25 000ème

NB : Ces débits ont été reportés sur la carte des bassins versants. (annexe 5.4)

### 1. Bassin versant de la Lévanza

#### 1.1. - Bassin versant de la Lévanza au niveau de la confluence avec la Roya (sortie de la commune)

- ✓ Surface du bassin versant **68,4 km<sup>2</sup>**
- ✓ Estimation du débit décennal **88 m<sup>3</sup>/s**
- ✓ Estimation du débit centennal **320 m<sup>3</sup>/s**

#### 1.2. - Bassin versant de la Lévanza au niveau de la confluence avec le Rio Secco (centre village)

- ✓ Surface du bassin versant **65,8 km<sup>2</sup>**
- ✓ Estimation du débit décennal **85 m<sup>3</sup>/s**
- ✓ Estimation du débit centennal **311 m<sup>3</sup>/s**

#### 1.3. - Bassin versant de la Lévanza au niveau de l'entrée du village (amont du parking)

- ✓ Surface du bassin versant **48,5 km<sup>2</sup>**
- ✓ Estimation du débit décennal **67 m<sup>3</sup>/s**
- ✓ Estimation du débit centennal **243 m<sup>3</sup>/s**

#### 1.4. - Bassin versant de la Lévanza au niveau de la confluence des vallons de Morignole et de Bens

- ✓ Surface du bassin versant **45,3 km<sup>2</sup>**
- ✓ Estimation du débit décennal **64 m<sup>3</sup>/s**
- ✓ Estimation du débit centennal **231 m<sup>3</sup>/s**

## 2. Bassin versant du Rio Secco

### 2.1. - Bassin versant du Rio Secco au niveau du dalot de la place de Nice

- ✓ Surface du bassin versant **14,9 km<sup>2</sup>**
- ✓ Estimation du débit décennal **25 m<sup>3</sup>/s**
- ✓ Estimation du débit centennal **86 m<sup>3</sup>/s**

### 2.2. - Bassin versant du Rio Secco au niveau de la confluence du vallon de Bon Pertus et de la vallée du Pré

- ✓ Surface du bassin versant **12,5 km<sup>2</sup>**
- ✓ Estimation du débit décennal **21 m<sup>3</sup>/s**
- ✓ Estimation du débit centennal **74 m<sup>3</sup>/s**

## 3. Secteur de la vallée du Pré

### 3.1. - Bassin versant de la vallée du Pré au niveau du point coté 912 (ouvrage hydraulique de franchissement de la route)

- ✓ Surface du bassin versant **5,6 km<sup>2</sup>**
- ✓ Estimation du débit décennal **11 m<sup>3</sup>/s**
- ✓ Estimation du débit centennal **36 m<sup>3</sup>/s**

### 3.2. - Bassin versant de la vallée du Pré à l'aval de la confluence des vallons de Chioppo et de l'Afel (ouvrage hydraulique de franchissement de la route)

- ✓ Surface du bassin versant **3,2 km<sup>2</sup>**
- ✓ Estimation du débit décennal **8 m<sup>3</sup>/s**
- ✓ Estimation du débit centennal **24 m<sup>3</sup>/s**

### 3.3. - Bassin versant du vallon de Préa (au niveau de l'ouvrage hydraulique de franchissement de la route)

- ✓ Surface du bassin versant **1,5 km<sup>2</sup>**
- ✓ Estimation du débit décennal **3 m<sup>3</sup>/s**
- ✓ Estimation du débit centennal **10 m<sup>3</sup>/s**



3.4. - Bassin versant du vallon de Bon Pertus au niveau de l'ouvrage hydraulique de franchissement de la route (point coté 892)

- ✓ Surface du bassin versant **6,6 km<sup>2</sup>**
- ✓ Estimation du débit décennal **13 m<sup>3</sup>/s**
- ✓ Estimation du débit centennal **42 m<sup>3</sup>/s**

**4. Secteur du Vallon de la Madone**

4.1. - Bassin versant de la vallée la Madone à l'amont immédiat de la confluence avec le vallon de Morignole (passerelle)

- ✓ Surface du bassin versant **25,4 km<sup>2</sup>**
- ✓ Estimation du débit décennal **41 m<sup>3</sup>/s**
- ✓ Estimation du débit centennal **143 m<sup>3</sup>/s**

4.1. - Bassin versant amont de la vallée la Madone à l'amont immédiat de Notre Dame des Fontaines

- ✓ Surface du bassin versant **10,2 km<sup>2</sup>**
- ✓ Estimation du débit décennal **20 m<sup>3</sup>/s**
- ✓ Estimation du débit centennal **65 m<sup>3</sup>/s**

4.3. - Bassin versant du vallon de Bens au niveau du point coté 853 (au niveau de l'ouvrage hydraulique de franchissement de la route)

- ✓ Surface du bassin versant **13,5 km<sup>2</sup>**
- ✓ Estimation du débit décennal **27 m<sup>3</sup>/s**
- ✓ Estimation du débit centennal **87 m<sup>3</sup>/s**

**5. Secteur du Vallon de Morignole**

5.1. - Bassin versant du vallon de Morignole à l'amont immédiat de la confluence avec le vallon de la madone (passerelle)

- ✓ Surface du bassin versant **19,9 km<sup>2</sup>**
- ✓ Estimation du débit décennal **34 m<sup>3</sup>/s**
- ✓ Estimation du débit centennal **117 m<sup>3</sup>/s**

5.2. - Bassin versant du vallon d'Amarine au niveau du hameau de Morignole

- ✓ Surface du bassin versant **4,5 km<sup>2</sup>**
- ✓ Estimation du débit décennal **10 m<sup>3</sup>/s**
- ✓ Estimation du débit centennal **31 m<sup>3</sup>/s**

5.3. - Bassin versant du vallon des Bêtes au niveau du franchissement de la piste

- ✓ Surface du bassin versant **1,3 km<sup>2</sup>**
- ✓ Estimation du débit décennal **5 m<sup>3</sup>/s**
- ✓ Estimation du débit centennal **12 m<sup>3</sup>/s**

**6. Secteur du village de La Brigue**

6.1. - Bassin versant du vallon de Bosélia (au niveau de la confluence avec la Lévanza)

- ✓ Surface du bassin versant **2,2 km<sup>2</sup>**
- ✓ Estimation du débit décennal **8 m<sup>3</sup>/s**
- ✓ Estimation du débit centennal **20 m<sup>3</sup>/s**

6.2. - Bassin versant du vallon de Lani (au niveau de la confluence avec la Lévanza)

- ✓ Surface du bassin versant **0,7 km<sup>2</sup>**
- ✓ Estimation du débit décennal **3 m<sup>3</sup>/s**
- ✓ Estimation du débit centennal **7 m<sup>3</sup>/s**

6.3. - Bassin versant du vallon de Mararé (au niveau de la confluence avec la Lévanza)

- ✓ Surface du bassin versant **0,5 km<sup>2</sup>**
- ✓ Estimation du débit décennal **2 m<sup>3</sup>/s**
- ✓ Estimation du débit centennal **5 m<sup>3</sup>/s**

## ANNEXE 6.4 : Tableaux de synthèse des débits caractéristiques calculés par les différentes méthodes

Sur la commune de la Brigue, trois points caractéristiques font l'objet d'un tableau comparatif sur les valeurs de débits décennaux et centennaux (1, 2, 3). Il s'agit de la Lévanza à l'amont immédiat de la confluence avec le Rio Secco, du Rio Secco au niveau de la confluence avec la Lévanza et enfin de la Lévanza à la confluence avec la Roya.

Les résultats issus de l'étude de juillet 2006 du cabinet ETRM (*Etude hydraulique pour l'aménagement et la gestion des eaux des bassins versants du Rio Secco et de La Lévanza*) sont indiqués en première ligne de ces tableaux.

Les autres valeurs qui sont affichées sont issues :

### A : Des méthodes déterministes et hydrométéorologiques qui regroupent :

- **La méthode rationnelle** : Le coefficient de ruissellement ( $C_r$ ) retenu correspond à 0,3 pour une pluie décennale et à 0,6 pour une pluie centennale. Ces valeurs sont des valeurs classiquement utilisées en raison de la nature et de la morphologie des bassins versants. Pour un événement décennal, on considère souvent des valeurs comprises entre 0,2 et 0,5. La valeur du coefficient de ruissellement pour la fréquence centennale prise égale à 0,6 traduit une mise en saturation partielle des terrains par une pluie soutenue pendant plusieurs jours. Des valeurs de 0,7 et 0,8 ont déjà été observées sur des versants dégradés.
- **La méthode Crupédix** établie par le Ministère de l'Agriculture en 1980, basée sur l'étude de 630 bassins versants sur lesquels le débit décennal instantané a été évalué. Les valeurs obtenues ont été mises en régression avec les principaux facteurs pouvant jouer un rôle dont la surface en  $\text{km}^2$ , la pluie journalière décennale et un coefficient régional  $R = 1$  pour notre région. L'avantage de cette méthode est de correspondre à des bassins versants ruraux, d'être établie sur un grand nombre de données et de porter sur des bassins de quelques kilomètres carrés. En revanche, elle n'est pas spécifique à la région méditerranéenne, raison pour laquelle on lui préfère la version corrigée du Cemagref spécifique pour les bassins méditerranéens.
- **La méthode SCS (Soil Conservation Service)** permet de calculer une crue de période de retour  $T$  sur un petit bassin versant non jaugé à partir de la connaissance de celui-ci ainsi que de la pluie de même temps de retour ayant provoqué la crue. Cette méthode déterministe ne fait pas l'objet d'un ajustement statistique et n'est donc pas associée à un intervalle de confiance. Les résultats dépendent beaucoup de paramètres tels que la durée de crue ( $D_{scs}$ ), de la pluie de durée  $D_{scs}$  pour la période de retour considérée et de la capacité maximale d'infiltration.
- **La méthode Socose**. Cette méthode est le résultat d'une synthèse menée à partir de l'observation de 5000 crues sur 194 bassins versants de 2 à 200  $\text{km}^2$ . Elle utilise un modèle simple de transformation de la pluie en débit. Elle s'intéresse à deux variables pour décrire la crue : le débit instantané maximal annuel décennal et la durée caractéristique de crue  $D_s$  du bassin versant. Les données nécessaires sont les suivantes : la superficie  $S$  du bassin ( $\text{km}^2$ ), la longueur du chemin hydraulique le plus long (km), la pluie journalière maximale annuelle décennale (mm) et la pluie moyenne annuelle (mm).
- **La méthode du Gradex** permet d'estimer les débits de crues extrêmes (période de retour  $10^2$  à  $10^4$ ). Elle est développée par EDF depuis 1966. Elle est applicable aux bassins versants de 0 à 5000  $\text{km}^2$  dont le temps de concentration, de ruissellement ou d'écoulement rapide est de 1 h à 4 jours. Son avantage est qu'elle est applicable même quand les débits sont mesurés depuis peu d'années pourvu qu'on ait seulement quelques années de mesures pluviométriques.

- *La méthode du GRADEX progressif* développée par le CEMAGREF de LYON s'inspire fortement de la méthode initiale. Cependant, elle traduit une évolution sans doute plus proche de la réalité physique des phénomènes dans le domaine des fréquences rares. Elle suppose qu'il n'y a pas refus total de l'infiltration dès le débit de fréquence décennal, mais plutôt une augmentation progressive du coefficient de ruissellement.

Les résultats obtenus avec ces différentes méthodes sont présentés en annexe 6.2 du rapport. A partir de ces données de débits, il est retenu une valeur moyenne. A titre informatif, il est précisé dans les tableaux les valeurs extrêmes qui entourent cette moyenne.

#### B : De la méthode Pred'crue :

Cette méthode exploite des bases de données régionales de pluies et de débits qui ont été élaborées par Météo France et le CEMAGREF selon la méthode SHYREG (démarche spécifique menée en 2003 sur les régions méditerranéennes françaises) ; Cette méthode associe un générateur aléatoire de pluies horaires et une transformation de la pluie en débit.

Elle tient compte de la capacité de rétention du bassin versant en exploitant les données disponibles dans la base CORINE LAND COVER sur l'utilisation de l'espace, de l'atlas des eaux souterraines de la France (BRGM) qui classifie les terrains selon leur caractéristique aquifère et de la base de données altimétriques.

Cette information est pixélisée au km<sup>2</sup>.

Il est ainsi possible d'estimer les débits de référence en tout point du réseau hydrographique d'un bassin versant en zone méditerranéenne, pour des périodes de retour comprises entre 2 et 100 ans.

D'une manière générale les données obtenues avec le logiciel « Pred'Cru » ont tendance à sous-estimer le débit décennal et à surestimer le débit centennal. Les valeurs résultantes de cette méthode ne sont pas intégrées dans la fourchette d'estimation des débits.

#### C : De la méthode des transferts (ou versants analogues) :

Dans son étude de 1994, ETRM a réalisé une synthèse régionale sommaire, à partir de valeurs de débits de crue décennaux d'une dizaine de cours d'eau des Alpes Maritimes, extraites de la banque HYDRO.

Cette synthèse, qui a montré la proportionnalité du débit décennal avec la superficie du bassin versant à la puissance **0,78**, a été reprise et appliquée aux cours d'eau de la commune de La Brigue. Les valeurs de référence utiles à cette méthode (surface du BV, débit centennal et décennal) proviennent de l'étude ETRM de juillet 2006.

⇒ Pour chacun des tableaux, une fourchette de valeur, ainsi qu'une valeur moyenne sont déterminées. Le débit spécifique (débit rapporté au km<sup>2</sup>) est également précisé.

## 1 : LEVANZA A L'AMONT DE LA CONFLUENCE AVEC LE RIO SECCO

Surface du bassin versant = 51 km<sup>2</sup>

Méthode	Q <sub>10</sub> (en m <sup>3</sup> /s)	Q <sub>100</sub> (en m <sup>3</sup> /s)
<i>Etude ETRM (juillet 2006)</i>	100	200
<i>Méthodes déterministes et hydrométéorologiques</i>	Min 46 < Moy 80 < Max 92	Min 136 < Moy 210 < Max 417
<i>Logiciel Pred'Cru</i>	67	243
<i>Transferts (versants analogues)</i>	100	200
<b>FOURCHETTE RETENUE (en m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>70 &lt; Q<sub>10</sub> &lt; 100</b>	<b>190 &lt; Q<sub>100</sub> &lt; 230</b>
<b>VALEUR MOYENNE (en m<sup>3</sup>/s)</b>	<b style="color: red;">85</b>	<b style="color: red;">210</b>
<b>DEBIT SPECIFIQUE (en m<sup>3</sup>/s/km<sup>2</sup>)</b>	<b style="color: blue;">1,7</b>	<b style="color: blue;">4,1</b>

## 2 : RIO SECCO A L'AMONT DE LA CONFLUENCE AVEC LA LEVANZA

Surface du bassin versant = 15 km<sup>2</sup>

Méthode	Q <sub>10</sub> (en m <sup>3</sup> /s)	Q <sub>100</sub> (en m <sup>3</sup> /s)
<i>Etude ETRM (juillet 2006)</i>	40	80
<i>Méthodes déterministes et hydrométéorologiques</i>	Min 17 < Moy 35 < Max 40	Min 54 < Moy 80 < Max 207
<i>Logiciel Pred'Cru</i>	25	86
<i>Transferts (versants analogues)</i>	40	80
<b>FOURCHETTE RETENUE</b>	<b>30 &lt; Q<sub>10</sub> &lt; 40</b>	<b>65 &lt; Q<sub>100</sub> &lt; 85</b>
<b>VALEUR MOYENNE (en m<sup>3</sup>/s)</b>	<b style="color: red;">35</b>	<b style="color: red;">75</b>
<b>DEBIT SPECIFIQUE (en m<sup>3</sup>/s/km<sup>2</sup>)</b>	<b style="color: blue;">2,3</b>	<b style="color: blue;">5</b>

**3 : LEVANZA AU NIVEAU DE LA CONFLUENCE AVEC LA ROYA**Surface du bassin versant = 68 km<sup>2</sup>

Méthode	Q <sub>10</sub> (en m <sup>3</sup> /s)	Q <sub>100</sub> (en m <sup>3</sup> /s)
<i>Etude ETRM (juillet 2006)</i>	123	245
<i>Logiciel Pred'Cru</i>	88	320
<i>Transferts (versants analogues)</i>	101	253
<b>VALEUR MOYENNE (en m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>110</b>	<b>250</b>
<b>DEBIT SPECIFIQUE (en m<sup>3</sup>/s/km<sup>2</sup>)</b>	<b>1,6</b>	<b>3,7</b>

## ANNEXE 6.5 : Calculs des débits maximum pour des ouvrages hydrauliques ou des sections de cours d'eau sur la commune de La Brigue

a) : Les calculs sont subdivisés en cinq zones :

1. Cour d'eau de la Lévanza : du moulin à la STEP (11 sections)

2. Cour d'eau du Rio Secco: zone du village (2 sections)

3. Cours d'eau de la vallée des Prés (4 sections)

4. Cours d'eau de la vallée de la Madone et de Bens (2 sections)

5. Cours d'eau de la vallée de Morignole (1 section)

*Cela représente 20 sections étudiées*

b) : L'évaluation quantitative des débits de débordement est évaluée au droit des points singuliers et dans les secteurs à enjeux. La capacité d'évacuation des ouvrages est calculée au moyen de relations classiques (sections simples). En accord avec le cahier des charges :

- la capacité d'une **section de cours d'eau sans ouvrage**, pour un écoulement libre, a été évaluée avec une section disponible à **100%**.
- la capacité des **PONTS**, pour un écoulement libre, a été évaluée avec une section disponible à **90%**. La légère minoration permet de prendre en compte les phénomènes de remous et de vagues liés à un écoulement non uniforme.
- la capacité des **BUSES et PONCEAUX**, pour un écoulement libre, a été évaluée avec une section disponible à **70%**. En effet, les conditions d'entrée des écoulements ne permettent pas une utilisation à pleine capacité de l'ouvrage.
- la capacité d'écoulement avec une section d'ouvrage obstruée (pour tenir compte des embâcles potentiels) a été évaluée avec une section disponible à **50%**.

c) : Attention : tous les calculs ont été effectués pour des **crues en eau claire**. Le transport solide et les flottants sont pris en compte par la réduction de l'ouvrage (à 50% au moins).

d) : Pour chaque zone traitée (1 à 5) les sections ou ouvrages sont présentés de l'amont vers l'aval.

e) : Pour les photos de section ou d'ouvrage les symboles :

⊗ : photos prises depuis l'amont

⊙ : photos prises depuis l'aval

f) : Choix du coefficient de Strickler :

- lit mineur torrentiel avec petits blocs ou lit pavé = **30**

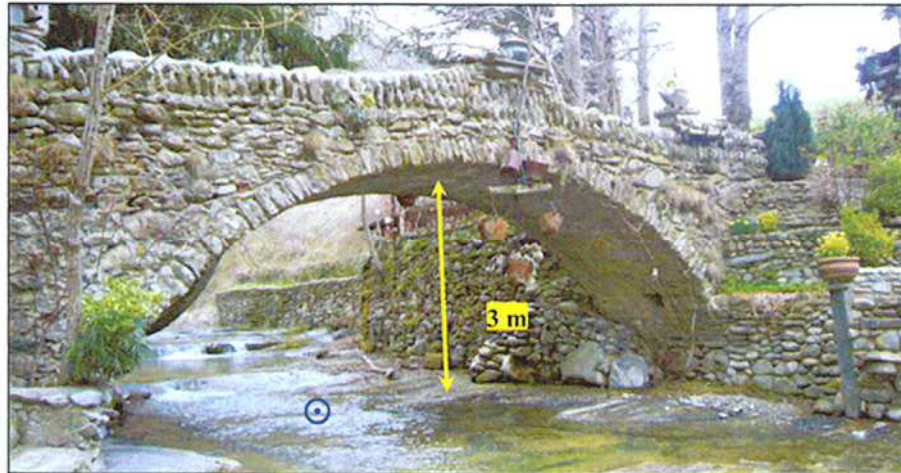
- lit mineur torrentiel avec gros blocs = **20**

- lit mineur torrentiel avec forte végétation ou obstacle à l'écoulement = **15**

## 1. Cours d'eau de la Lévanza : de l'ancien moulin à la STEP

### 1.1 : Au niveau du pont de l'exutoire du vallon de Morignole (ancien moulin)

✓ Photo de l'ouvrage :



✓ Calcul de débit de section simple pour l'ouvrage (90%) :

COURS D'EAU : <b>Sortie Vallon Morignole</b>		
PROFIL : <b>Pont du vieux moulin</b>		
K : 30		
R : 3,60 m		
i : 0,025 m/m		
	ECOULEMENT UNIFORME	ECOULEMENT CRITIQUE
hauteur : h	2,70 m	2,00 m
charge : H	4,34 m	4,69 m
vitesse : V	5,7 m/s	7,3 m/s
surface : S	17,41 m <sup>2</sup>	13,61 m <sup>2</sup>
largeur au miroir : L	4,76 m	5,99 m
angle : $\theta$	1,45 rd	1,96 rd
Froude : Fr	0,95	1,54
Débit : Q	98,8 m <sup>3</sup> /s	

50 m<sup>3</sup>/s pour une section d'ouvrage obstruée (50%)

✓ Fourchette d'estimation du débit centennal à ce niveau :

$$95 \text{ m}^3/\text{s} < Q_{100} < 130 \text{ m}^3/\text{s}$$

✓ **Conclusion** : Cette section permet tout juste le passage d'une crue centennale – Mise en charge de l'ouvrage et débordement



**1.2 : Au niveau des deux passerelles (à l'amont du pont du coq)**

✓ **Photo de l'ouvrage :**



✓ **Calcul de débit de section simple pour l'ouvrage (90%) :**

COURS D'EAU : <b>Levanza</b>		
PROFIL : <b>Passerelle</b>		
K : <b>20</b>		
L : <b>16,00 m</b>		
i : <b>0,025 m/m</b>		
	ÉCOULEMENT UNIFORME	ÉCOULEMENT CRITIQUE
hauteur : h	<b>4,50 m</b>	<b>3,00 m</b>
charge : H	6,59 m	7,70 m
vitesse : V	6,4 m/s	9,6 m/s
surface : S	72,00 m <sup>2</sup>	48,00 m <sup>2</sup>
Froude : Fr	0,96	1,77
Débit : Q	<b>460,9 m<sup>3</sup>/s</b>	

**195 m<sup>3</sup>/s** pour une section d'ouvrage obstrué (50%)

✓ **Fourchette d'estimation du débit centennal à ce niveau :**

$$190 \text{ m}^3/\text{s} < Q_{100} < 230 \text{ m}^3/\text{s} \quad (\text{cf. annexe 6.4})$$

✓ **Conclusion :** Cette section permet le passage d'une crue centennale

**1.3 : Au niveau du gîte (à l'aval du pont du coq)**

✓ **Photo de la section :**



✓ **Calcul de débit de section simple pour la berge basse (100%) :**

COURS D'EAU : Levanza PROFIL : Profil rive gauche K : 20 L : 16,50 m i : 0,020 m/m				
	ÉCOULEMENT UNIFORME	ÉCOULEMENT CRITIQUE		
hauteur : h	2,50 m	1,50 m		
charge : H	3,47 m	4,20 m		
vitesse : V	4,4 m/s	7,3 m/s		
surface : S	41,25 m <sup>2</sup>	24,75 m <sup>2</sup>		
Froude : Fr	0,88	1,90		
Débit : Q	180,1 m <sup>3</sup> /s			

✓ **Fourchette d'estimation du débit centennal à ce niveau :**

$$190 \text{ m}^3/\text{s} < Q_{100} < 230 \text{ m}^3/\text{s}$$

✓ **Conclusion :** Cette section ne permet pas le passage d'une crue centennale – Débordement très probable sur la rive gauche

**1.4 : Au niveau du bâtiment de l'ADAPI (entrée du village)**

✓ **Photo de la section :**



✓ **Calcul de débit de section simple pour la berge basse (90%) :**

COURS D'EAU : <b>Levanza</b>		
PROFIL : <b>Profil rive droite</b>		
K : <b>15</b>		
L : <b>17,00 m</b>		
i : <b>0,025 m/m</b>		
	ECOULEMENT UNIFORME	ECOULEMENT CRITIQUE
hauteur : h	<b>3,00 m</b>	<b>2,50 m</b>
charge : H	3,83 m	3,69 m
vitesse : V	4,0 m/s	4,8 m/s
surface : S	51,00 m <sup>2</sup>	42,50 m <sup>2</sup>
Froude : Fr	0,74	0,98
Débit : Q	205,7 m <sup>3</sup> /s	

✓ **Fourchette d'estimation du débit centennal à ce niveau :**

$$190 \text{ m}^3/\text{s} < Q_{100} < 230 \text{ m}^3/\text{s}$$

✓ **Conclusion :** Cette section ne permet pas le passage d'une crue centennale – Débordement très probable sur la rive droite

✓ **L'affouillement du mur rive gauche est à craindre**

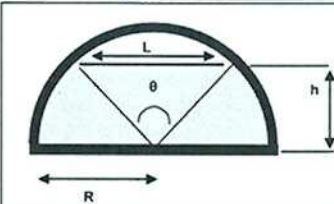
### 1.5 : Au niveau du pont Bouseglia

✓ Photo de l'ouvrage :



✓ Calcul de débit de section simple pour l'ouvrage (90%):

COURS D'EAU : Levanza village		
PROFIL : Pont Bouseglia		
K : 30		
R : 6,00 m		
i : 0,020 m/m		



	ÉCOULEMENT UNIFORME	ÉCOULEMENT CRITIQUE
hauteur : h	4,70 m	3,00 m
charge : H	7,31 m	8,49 m
vitesse : V	7,2 m/s	10,4 m/s
surface : S	49,90 m <sup>2</sup>	34,41 m <sup>2</sup>
largeur au miroir : L	7,46 m	10,39 m
angle : $\theta$	1,34 rd	2,09 rd
Froude : Fr	0,88	1,82
Débit : Q	357,0 m <sup>3</sup> /s	

190 m<sup>3</sup>/s pour une section d'ouvrage obstruée (50 %)

✓ Fourchette d'estimation du débit centennal à ce niveau :

$$190 \text{ m}^3/\text{s} < Q_{100} < 230 \text{ m}^3/\text{s}$$

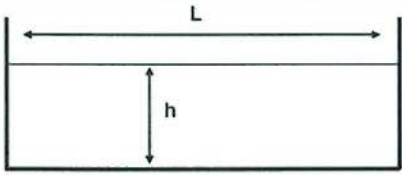
✓ **Conclusion** : Cette section permet le passage d'une crue centennale

**1.6 : Au niveau de la passerelle (à l'amont de la confluence avec le Rio Secco)**

✓ **Photo de la section :**



✓ **Calcul de débit de section simple pour la berge basse (100%) :**

COURS D'EAU : <b>Levanza</b>		
PROFIL : <b>Profil rive droite</b>		
K : <b>20</b>		
L : <b>15,50 m</b>		
i : <b>0,020 m/m</b>		
	ECOULEMENT UNIFORME	ECOULEMENT CRITIQUE
hauteur : h	<b>3,60 m</b>	<b>2,50 m</b>
charge : H	<b>4,95 m</b>	<b>5,31 m</b>
vitesse : V	<b>5,2 m/s</b>	<b>7,4 m/s</b>
surface : S	<b>55,80 m<sup>2</sup></b>	<b>38,75 m<sup>2</sup></b>
Froude : Fr	<b>0,87</b>	<b>1,50</b>
Débit : Q	<b>287,5 m<sup>3</sup>/s</b>	

✓ **Fourchette d'estimation du débit centennal à ce niveau :**

$$190 \text{ m}^3/\text{s} < Q_{100} < 230 \text{ m}^3/\text{s}$$

✓ **Conclusion :** Cette section permet tout juste le passage d'une crue centennale – Débordement très probable sur la berme de la rive droite, voire débordement possible jusqu'au ras de l'habitation

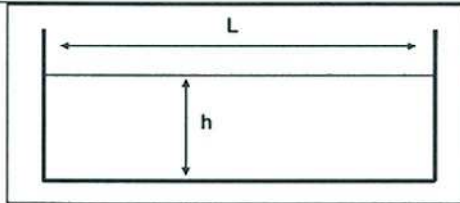
**1.7 : Au niveau de la passerelle (à l'aval de la confluence avec le Rio Secco)**

✓ **Photo de la section :**



✓ **Calcul de débit de section simple pour la berge basse (100%) :**

COURS D'EAU : <b>Levanza -Passerelle</b>		
PROFIL : <b>Profil rive droite</b>		
K : <b>20</b>		
L : <b>24,00 m</b>		
i : <b>0,020 m/m</b>		
	ECOULEMENT UNIFORME	ECOULEMENT CRITIQUE
hauteur : h	<b>2,50 m</b>	<b>1,50 m</b>
charge : H	<b>3,58 m</b>	<b>4,49 m</b>
vitesse : V	<b>4,6 m/s</b>	<b>7,7 m/s</b>
surface : S	<b>60,00 m<sup>2</sup></b>	<b>36,00 m<sup>2</sup></b>
Froude : Fr	<b>0,93</b>	<b>2,00</b>
Débit : Q	<b>275,5 m<sup>3</sup>/s</b>	



✓ **Fourchette d'estimation du débit centennal à ce niveau :**

$$210 \text{ m}^3/\text{s} < Q_{100} < 290 \text{ m}^3/\text{s} \quad (\text{valeur moyenne} = 250 \text{ m}^3/\text{s} \text{ cf. annexe 6.4})$$

✓ **Conclusion :** Cette section ne permet pas le passage d'une crue centennale – Débordement très probable sur la zone de jardins en rive droite

### 1.8 : Au niveau du Pont Henri Dunant

#### ✓ Photo de l'ouvrage :



#### ✓ Calcul de débit de section simple pour l'ouvrage (90%) :

COURS D'EAU : Levanza village		
PROFIL : Pont H. Dunant		
K : 30		
R : 10,00 m		
i : 0,020 m/m		
	ÉCOULEMENT UNIFORME	ÉCOULEMENT CRITIQUE
hauteur : h	5,60 m	3,50 m
charge : H	10,15 m	14,34 m
vitesse : V	9,4 m/s	14,6 m/s
surface : S	105,75 m <sup>2</sup>	68,46 m <sup>2</sup>
largeur au miroir : L	16,57 m	18,73 m
angle : $\theta$	1,95 rd	2,43 rd
Froude : Fr	1,19	2,44
Débit : Q	998,2 m <sup>3</sup> /s	

450 m<sup>3</sup>/s pour une section d'ouvrage obstruée (50 %)

#### ✓ Fourchette d'estimation du débit centennal à ce niveau :

$$210 \text{ m}^3/\text{s} < Q_{100} < 290 \text{ m}^3/\text{s}$$

✓ **Conclusion** : Cette section permet le passage d'une crue centennale

✓ **Par contre le débordement sur la zone de jardins en rive droite à l'amont immédiat de l'ouvrage (H = 2 m) est très probable**

### 1.9 : Section au niveau de l'ancien hospice, en amont du pont Henri Dunant

Suite à une réunion avec la commune de la Brigue il a été décidé de réexaminer les risques de débordement dans le secteur de l'ancien hospice. A cette fin, un profil en travers a été levé.

#### ✓ Photo de la section :



Photos RTM Levenza du 01/08/2010

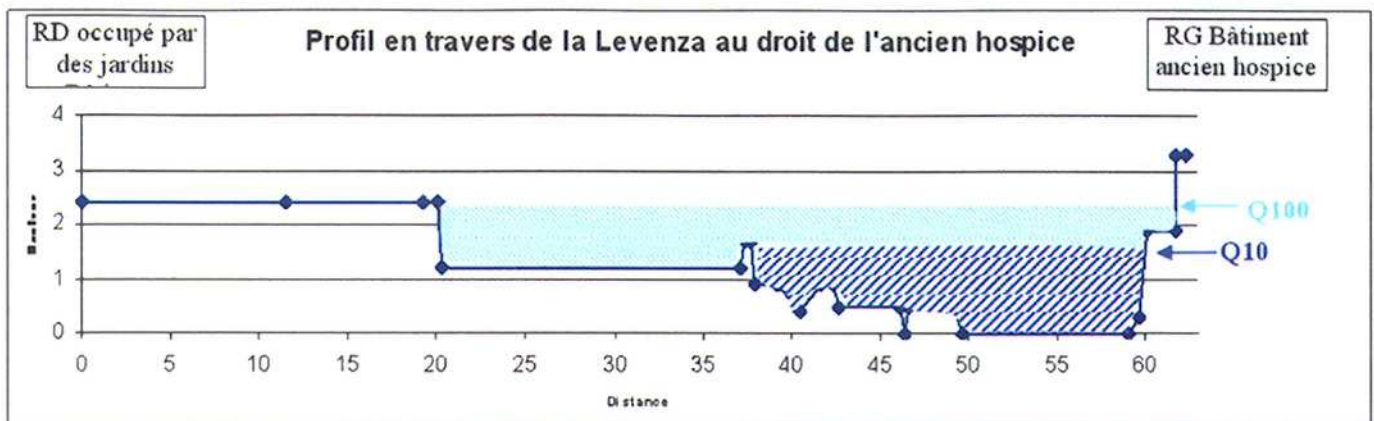


Photos RTM Levenza crue du 16/11/2002

#### ✓ Fourchette d'estimation du débit centennal à ce niveau :

$$210 \text{ m}^3/\text{s} < Q_{100} < 290 \text{ m}^3/\text{s}$$





- ✓ **Conclusion** : Cette section permet le passage d'une crue centennale
- ✓ **Par contre la crue centennale déborde sur la zone des jardins en rive droite dans le lit majeur, il est important de préciser que le projet de réhabilitation du bâtiment (ancien hospice) devra tenir compte du problème lié aux risques de crues torrentielles centennales sur le bâtiment n'est pas de l'ordre du débordement mais bien de la stabilité de celui-ci face aux risques d'érosion, de sous cavement et d'affouillement interne par effet de renard hydraulique..Il faudra présenter un diagnostic des fondations, ainsi que les techniques de renforcement des fondations et de protection envisagé pour sécuriser le bâtiment**

### 1.10 : Section à l'aval du pont vieux

✓ **Photo de la section :**



✓ **Calcul de débit de section simple pour la berge basse (100%) :**

COURS D'EAU : <b>Levanza Section aval pont</b>		
PROFIL : <b>Profil rive gauche</b>		
K : <b>20</b>		
L : <b>14,00 m</b>		
i : <b>0,030 m/m</b>		
	ÉCOULEMENT UNIFORME	ÉCOULEMENT CRITIQUE
hauteur : h	<b>3,00 m</b>	<b>1,50 m</b>
charge : H	<b>4,65 m</b>	<b>8,09 m</b>
vitesse : V	<b>5,7 m/s</b>	<b>11,4 m/s</b>
surface : S	<b>42,00 m<sup>2</sup></b>	<b>21,00 m<sup>2</sup></b>
Froude : Fr	<b>1,05</b>	<b>2,96</b>
Débit : Q	<b>238,6 m<sup>3</sup>/s</b>	

**85 m<sup>3</sup>/s** pour une section obstruée (50 %)

✓ **Fourchette d'estimation du débit centennal à ce niveau :**

$$210 \text{ m}^3/\text{s} < Q_{100} < 290 \text{ m}^3/\text{s}$$

✓ **Conclusion :** Cette section ne permet pas le passage d'une crue centennale – Débordement très probable sur la zone non habitée en rive gauche

**1.11 :A l'amont de la zone du stade et de la STEP (à l'aval de la passerelle)**

✓ **Photo de la section :**



✓ **Calcul de débit de section simple pour la berge basse (100%) :**

COURS D'EAU : <b>Levanza amont STEP</b>		
PROFIL : <b>Profil rive gauche</b>		
K : <b>20</b>		
L : <b>22,00 m</b>		
i : <b>0,018 m/m</b>		
	ECOULEMENT UNIFORME	ECOULEMENT CRITIQUE
hauteur : h	<b>2,50 m</b>	<b>1,50 m</b>
charge : H	<b>3,45 m</b>	<b>4,13 m</b>
vitesse : V	<b>4,3 m/s</b>	<b>7,2 m/s</b>
surface : S	<b>55,00 m<sup>2</sup></b>	<b>33,00 m<sup>2</sup></b>
Froude : Fr	<b>0,87</b>	<b>1,87</b>
Débit : Q	<b>237,2 m<sup>3</sup>/s</b>	

✓ **Fourchette d'estimation du débit centennal à ce niveau :**

$$210 \text{ m}^3/\text{s} < Q_{100} < 290 \text{ m}^3/\text{s}$$

✓ **Conclusion :** Cette section ne permet pas le passage d'une crue centennale – Débordement très probable sur la zone du stade en rive droite et également débordement sur la zone de ripisylve en rive gauche

✓ **La passerelle à l'amont ne permet pas le franchissement d'une crue centennale**

## 2. Cours d'eau du Rio Secco: zone du village

### 2.1 :A l'amont de du dalot de la place de Nice (passerelle)

✓ **Photo de l'ouvrage :**



✓ **Calcul de débit de section simple pour l'ouvrage (70%) :**

COURS D'EAU : Rio Secco		
PROFIL : Passerelle amont dalot		
K : 30		
L : 8,50 m		
i : 0,014 m/m		

	ÉCOULEMENT UNIFORME	ÉCOULEMENT CRITIQUE
hauteur : h	2,10 m	1,50 m
charge : H	3,11 m	3,48 m
vitesse : V	4,5 m/s	6,2 m/s
surface : S	17,85 m <sup>2</sup>	12,75 m <sup>2</sup>
Froude : Fr	0,98	1,63
Débit : Q	79,5 m <sup>3</sup> /s	

50 m<sup>3</sup>/s pour une section d'ouvrage obstrué (50 %)

✓ **Fourchette d'estimation du débit centennal à ce niveau :**

$$65 \text{ m}^3/\text{s} < Q_{100} < 85 \text{ m}^3/\text{s} \quad (\text{cf. annexe 6.4})$$

✓ **Conclusion :** Cette section ne permet pas le passage d'une crue centennale – Débordement possible sur les arcades de la rive droite et sur la place de la rive gauche

## 2.2 : Au niveau du dalot de la place de Nice

### ✓ Photo de l'ouvrage :



### ✓ Calcul de débit de section simple pour l'ouvrage (70%) :

COURS D'EAU : Rio Secco Place de Nice		
PROFIL : Dalot		
K : 30		
L : 8,70 m		
i : 0,011 m/m		
	ECOULEMENT UNIFORME	ECOULEMENT CRITIQUE
hauteur : h	1,40 m	1,50 m
charge : H	1,97 m	1,99 m
vitesse : V	3,3 m/s	3,1 m/s
surface : S	12,18 m <sup>2</sup>	13,05 m <sup>2</sup>
Froude : Fr	0,90	0,81
Débit : Q	40,5 m <sup>3</sup> /s	

23 m<sup>3</sup>/s pour une  
section d'ouvrage  
obstrué (50 %)

### ✓ Fourchette d'estimation du débit centennal à ce niveau :

$$65 \text{ m}^3/\text{s} < Q_{100} < 85 \text{ m}^3/\text{s}$$

(cf. annexe 6.4)

✓ **Conclusion** : Cette section ne permet pas le passage d'une crue centennale – Débordement très probable sur la place de Nice

✓ **Risque d'embâcle à l'entrée du dalot et de dépôt de matériaux dans l'ouvrage**

### 3. Cours d'eau de la vallée des Prés (bassins versants amont du Rio Secco)

#### 3.1 : Vallon de l'Afel

✓ Photo de l'ouvrage :



✓ Calcul de débit de section simple pour l'ouvrage (70%) :

COURS D'EAU : Ravin de l'Afel		
PROFIL : Ouvrage cadre		
K : 30		
L : 2,00 m		
i : 0,030 m/m		
	ÉCOULEMENT UNIFORME	ÉCOULEMENT CRITIQUE
hauteur : h	0,90 m	1,00 m
charge : H	1,41 m	1,41 m
vitesse : V	3,2 m/s	2,8 m/s
surface : S	1,80 m <sup>2</sup>	2,00 m <sup>2</sup>
Froude : Fr	1,06	0,91
Débit : Q	5,7 m <sup>3</sup> /s	

3,5 m<sup>3</sup>/s pour une section d'ouvrage obstrué (50 %)

✓ Fourchette d'estimation du débit centennal à ce niveau :

$$20 \text{ m}^3/\text{s} < Q_{100} < 26 \text{ m}^3/\text{s}$$

✓ Fourchette d'estimation du débit décennal à ce niveau :

$$10 \text{ m}^3/\text{s} < Q_{10} < 14 \text{ m}^3/\text{s}$$

✓ **Conclusion** : Cette section ne permet pas le passage d'une crue décennale – Débordement très probable sur la chaussée en cas d'embâcle.

✓ Le lit du cours d'eau est très encombré de végétaux à l'amont (bois mort, arbustes)

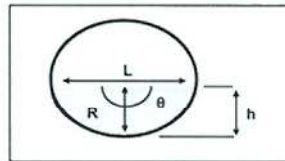
### 3.2 : Vallon de Préa

✓ **Photo de l'ouvrage :**



✓ **Calcul de débit de section simple pour une buse (70%) :**

COURS D'EAU :	Ravin de préa
PROFIL :	double buse
K :	30
R :	0,45 m
i :	0,030 m/m



	ECOULEMENT UNIFORME	ECOULEMENT CRITIQUE
hauteur : h	0,65 m	
charge : H	0,89 m	#DIV/0!
vitesse : V	2,2 m/s	#DIV/0!
surface : S	0,49 m <sup>2</sup>	0,00 m <sup>2</sup>
largeur au miroir : L	0,81 m	0,00 m
angle : θ	4,06 rd	0,00 rd
Froude : Fr	0,89	#DIV/0!
Débit : Q	1,1 m <sup>3</sup> /s	

0,6 m<sup>3</sup>/s pour une section d'ouvrage obstruée (50 %) : soit pour 2 = 1,2 m<sup>3</sup>/s

Soit pour deux buses = 2,2 m<sup>3</sup>/s

✓ **Fourchette d'estimation du débit centennal à ce niveau :**

$$10 \text{ m}^3/\text{s} < Q_{100} < 16 \text{ m}^3/\text{s}$$

✓ **Fourchette d'estimation du débit decennal à ce niveau :**

$$4 \text{ m}^3/\text{s} < Q_{10} < 8 \text{ m}^3/\text{s}$$

✓ **Conclusion :** Cette section ne permet pas le passage d'une crue décennale – Débordement très probable sur la chaussée en cas d'embâcle.

✓ Le lit du cours d'eau est très encombré de végétaux à l'amont (bois mort, arbustes) !!!

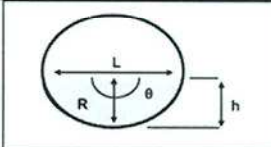
### 3.3 : Vallon des Prés à l'aval de la confluence avec le ravin de Praèle

✓ Photo de l'ouvrage :



✓ Calcul de débit de section simple pour une buse (90%) :

COURS D'EAU : RS - Vallée des prés		
PROFIL : double buse		
K : 30		
R : 2,00 m		
i : 0,025 m/m		



	ÉCOULEMENT UNIFORME	ÉCOULEMENT CRITIQUE
hauteur : h	1,40 m	
charge : H	2,22 m	#DIV/0!
vitesse : V	4,0 m/s	#DIV/0!
surface : S	3,92 m²	0,00 m²
largeur au miroir : L	3,82 m	0,00 m
angle : $\theta$	2,53 rd	0,00 rd
Froude : Fr	1,26	#DIV/0!
Débit : Q	15,7 m³/s	

8 m³/s pour une section d'ouvrage obstruée (50%) ;  
soit pour 2 = 16 m³/s

Soit pour deux buses =  
32 m³/s

✓ Fourchette d'estimation du débit centennal à ce niveau :

$$30 \text{ m}^3/\text{s} < Q_{100} < 40 \text{ m}^3/\text{s}$$

✓ **Conclusion** : Cette section ne permet pas le passage d'une crue centennale – Débordement probable sur la chaussée en cas d'embâcle

✓ Le lit du cours d'eau est très encombré de végétaux à l'amont

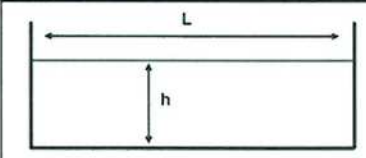


### 3.4 : Ravin du Bon Petus - Meurgiora

#### ✓ Photo de l'ouvrage :



#### ✓ Calcul de débit de section simple pour l'ouvrage (70%) :

COURS D'EAU : Bon Pertus - Meurgiora		
PROFIL : Ouvrage cadre		
K : 30		
L : 4,90 m		
i : 0,025 m/m		
	ÉCOULEMENT UNIFORME	ÉCOULEMENT CRITIQUE
hauteur : h	1,70 m	1,50 m
charge : H	2,85 m	2,98 m
vitesse : V	4,8 m/s	5,4 m/s
surface : S	8,33 m <sup>2</sup>	7,35 m <sup>2</sup>
Froude : Fr	1,16	1,41
Débit : Q	39,6 m <sup>3</sup> /s	

25 m<sup>3</sup>/s pour une  
section d'ouvrage  
obstruée (50 %)

#### ✓ Fourchette d'estimation du débit centennal à ce niveau :

$$30 \text{ m}^3/\text{s} < Q_{100} < 45 \text{ m}^3/\text{s}$$

- ✓ **Conclusion** : Cette section ne permet pas le passage d'une crue centennale – Débordement probable en cas d'embâcle !
- ✓ Le lit du cours d'eau est très encombré de végétaux à l'amont (bois mort, arbustes) !!!

## 4. Cours d'eau de la vallée de la Madone /Bens

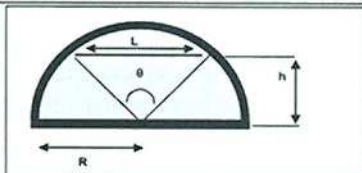
### 4.1 : Vallon de la Madone (à l'aval de notre dame des fontaines)

✓ Photo de l'ouvrage :



✓ Calcul de débit de section simple pour l'ouvrage (90%) :

COURS D'EAU : Vallon de la Madone		
PROFIL : Pont		
K : 30		
R : 3,40 m		
I : 0,030 m/m		
	ECOULEMENT UNIFORME	ECOULEMENT CRITIQUE
hauteur : h	1,30 m	1,00 m
charge : H	2,51 m	3,01 m
vitesse : V	4,9 m/s	6,3 m/s
surface : S	8,61 m <sup>2</sup>	6,69 m <sup>2</sup>
largeur au miroir : L	6,28 m	6,50 m
angle : $\theta$	2,36 rd	2,54 rd
Froude : Fr	1,33	1,98
Débit : Q	42,0 m <sup>3</sup> /s	



20 m<sup>3</sup>/s pour une section d'ouvrage obstruée (50 %)

✓ Fourchette d'estimation du débit centennal à ce niveau :

$$50 \text{ m}^3/\text{s} < Q_{100} < 65 \text{ m}^3/\text{s}$$

✓ Fourchette d'estimation du débit decennal à ce niveau :

$$20 \text{ m}^3/\text{s} < Q_{10} < 35 \text{ m}^3/\text{s}$$

✓ **Conclusion** : Cette section permet le passage d'une crue décennale – Mis en charge de l'ouvrage très probable et débordement lors d'une crue supérieure à la décennale

#### 4.2 : Vallon de Bens

##### ✓ Photo de l'ouvrage :



##### ✓ Calcul de débit de section simple pour l'ouvrage (90%) :

COURS D'EAU : Vallon de Bens		
PROFIL : Pont		
K : 30		
R : 5,50 m		
i : 0,030 m/m		
	ÉCOULEMENT UNIFORME	ÉCOULEMENT CRITIQUE
hauteur : h	5,20 m	3,50 m
charge : H	8,44 m	9,07 m
vitesse : V	8,0 m/s	10,4 m/s
surface : S	46,77 m <sup>2</sup>	35,69 m <sup>2</sup>
largeur au miroir : L	3,58 m	8,49 m
angle : $\theta$	0,66 rd	1,76 rd
Froude : Fr	0,70	1,63
Débit : Q	372,8 m <sup>3</sup> /s	

200 m<sup>3</sup>/s pour une section d'ouvrage obstruée (50%)

##### ✓ Fourchette d'estimation du débit centennal à ce niveau :

$$60 \text{ m}^3/\text{s} < Q_{100} < 80 \text{ m}^3/\text{s}$$

✓ **Conclusion** : Cette section permet largement le passage d'une crue centennale

## 5. Cours d'eau de la vallée Morignole

### 5.1 : Vallon des Bêtes (zone de Campé)

✓ Photo de l'ouvrage :



✓ Calcul de débit de section simple pour l'ouvrage (70%) :

COURS D'EAU : Vallon des Bêtes		
PROFIL : Ouvrage cadre		
K : 30		
L : 4,50 m		
i : 0,040 m/m		
	ÉCOULEMENT UNIFORME	ÉCOULEMENT CRITIQUE
hauteur : h	1,40 m	1,50 m
charge : H	2,91 m	2,81 m
vitesse : V	5,4 m/s	5,1 m/s
surface : S	6,30 m <sup>2</sup>	6,75 m <sup>2</sup>
Froude : Fr	1,47	1,32
Débit : Q	34,3 m <sup>3</sup> /s	

20 m<sup>3</sup>/s pour une section d'ouvrage obstruée (50%)

✓ Fourchette d'estimation du débit centennal à ce niveau :

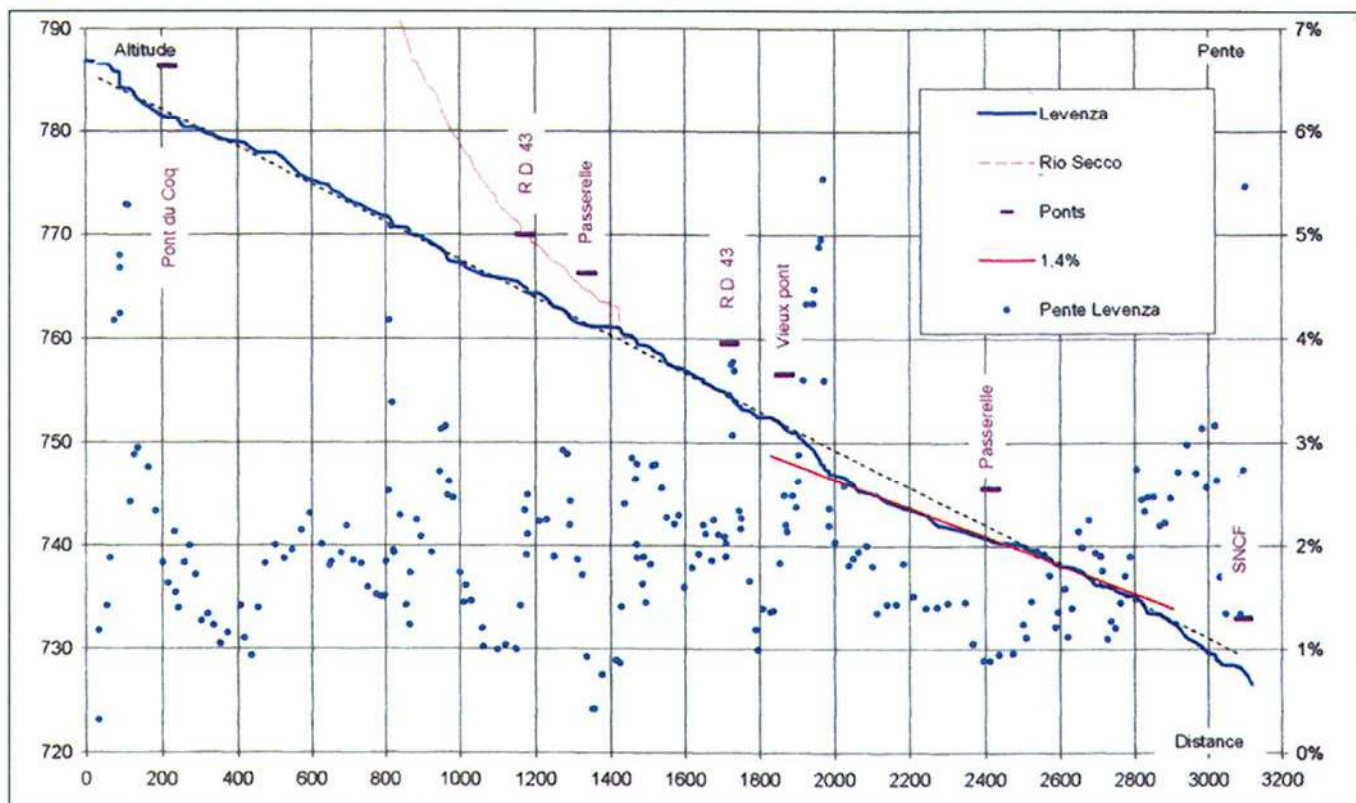
$$8 \text{ m}^3/\text{s} < Q_{100} < 14 \text{ m}^3/\text{s}$$

✓ **Conclusion** : Cette section permet le passage d'une crue centennale

## ANNEXE 6.6 : Analyse du transport solide

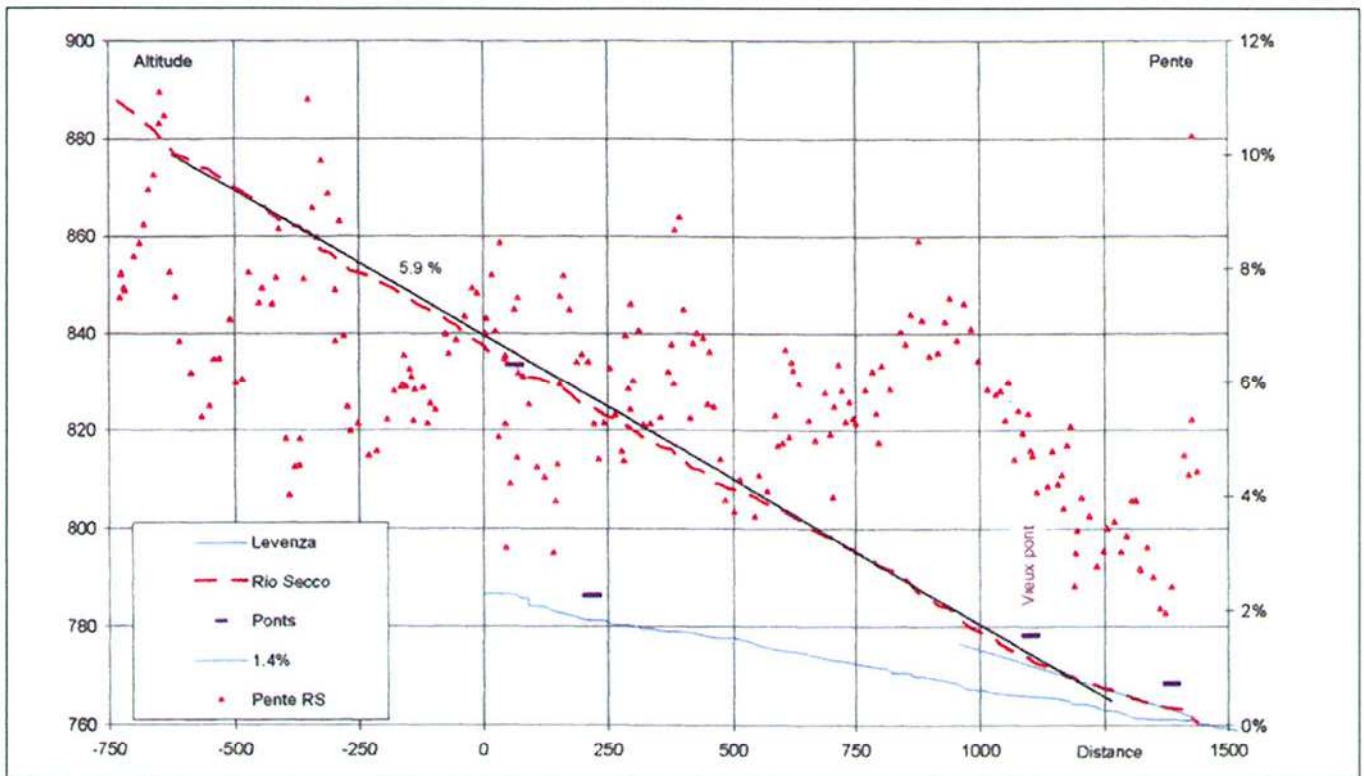
### Partie A : Profils en long extraits de l'étude ETRM de juillet 2006

#### ✓ Levanza (entre le pont du coq et la STEP = 3200 m)



**Pente moyenne = 1,8 %**  
**Estimation de la pente d'équilibre en aval du Rio Secco = 1,4 %**

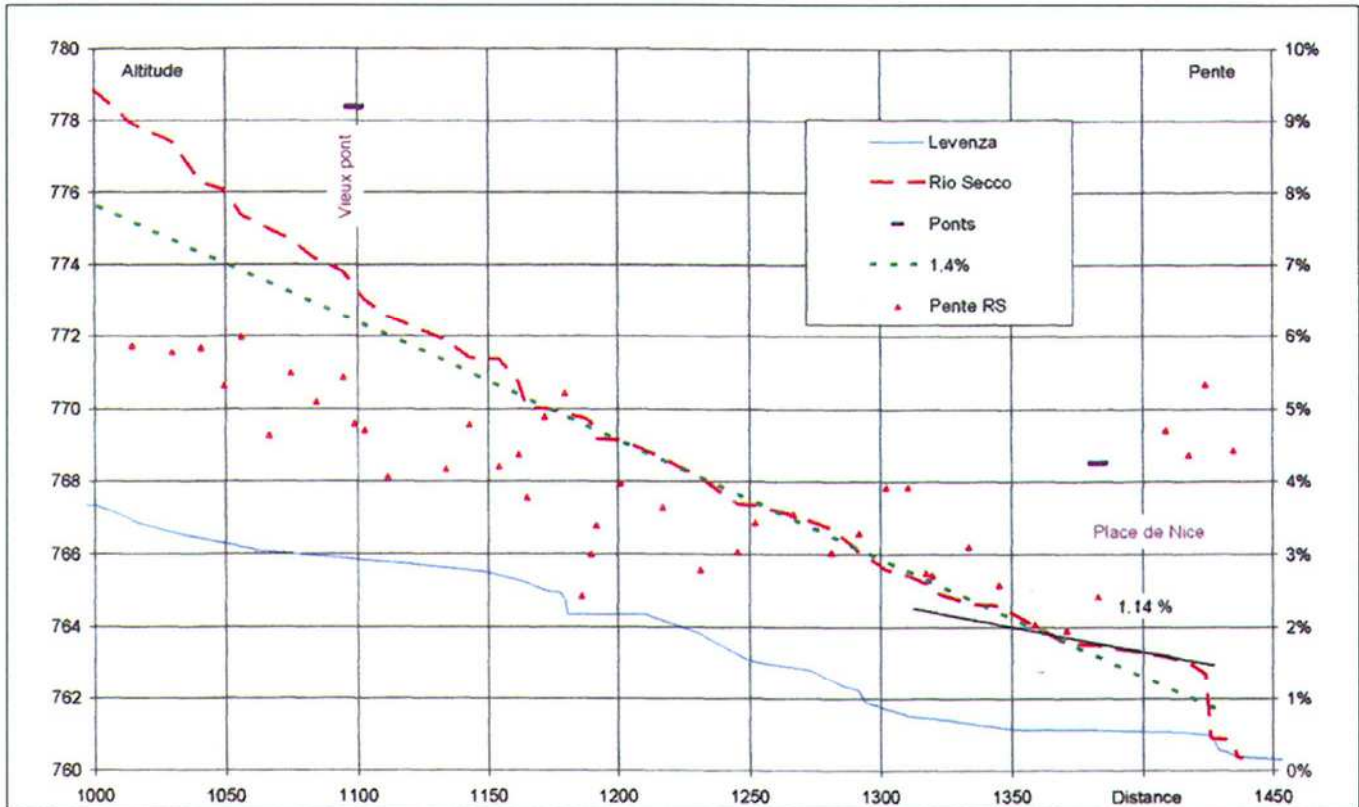
✓ Rio Secco (sur une distance de 1500 m)



Pente moyenne de la zone amont = **5,9 %**

Pente moyenne de la zone aval (cône de déjection entre le pont vieux et le confluent avec la Lévanza = **1,4 %**

✓ **Rio Secco au niveau de son cône de déjection (sur une distance de 400 m)**



**Estimation de la pente d'équilibre en aval du Rio Secco = 1,4 %**

**Pente du radier = 1,14 %**

**Le lit du Rio Secco se situe 1,5 m au dessus du lit de la Lévanza**

## Partie B : Calculs du transport solide

Nb : Pour l'ensemble des calculs, il s'agit de volumes apparents (blocs + vide entre les éléments)

### ✓ Levanza à l'amont de la confluence avec le Rio Secco

#### Débit solide par la méthode de LeFort

pour le débit de pointe  **$Qs_{100} = 0,72 \text{ m}^3/\text{s}$**  (d'après étude ETRM)

soit pour une durée de crue de **6 h** (cf. annexe 6.3)

⇒ volume solide transporté lors de la crue (pour un hydrogramme de crue triangulaire) =  **$7\,800 \text{ m}^3$**

#### Débit solide par la méthode simplifiée de Meunier

Le débit solide centennal apparent peut être estimé à :

$$Qs_{100} = Q_L 100 \times 8,2 \times I^2$$

Avec le débit liquide estimé environ à  $Q_L = 200 \text{ m}^3/\text{s}$

Et la pente moyenne  $I = 1,8 \%$

$$Qs_{100} = \mathbf{Qs_{100} = 0,54 \text{ m}^3/\text{s}}$$

soit pour une durée de crue de **6 h** (cf. annexe 6.3)

⇒ volume solide transporté lors de la crue (pour un hydrogramme de crue triangulaire) =  **$5\,800 \text{ m}^3$**

<b>Valeur retenue du transport en crue centennale = <math>6500 \pm 500 \text{ m}^3</math></b>
---

### ✓ Levanza à l'aval de la confluence avec le Rio Secco

#### Débit solide par la méthode de LeFort

pour le débit de pointe  **$Qs_{100} = 0,87 \text{ m}^3/\text{s}$**  (d'après étude ETRM)

soit pour une durée de crue de **6 h** (cf. annexe 6.3)

⇒ volume solide transporté lors de la crue (pour un hydrogramme de crue triangulaire) =  **$9\,400 \text{ m}^3$**

#### Débit solide par la méthode simplifiée de Meunier

Le débit solide centennal apparent peut être estimé à :

$$Qs_{100} = Q_L 100 \times 8,2 \times I^2$$

Avec le débit liquide estimé environ à  $Q_L = 280 \text{ m}^3/\text{s}$



Et la pente moyenne  $I = 1,4 \%$

$$Qs_{100} = Qs_{100} = 0,45 \text{ m}^3/\text{s}$$

soit pour une durée de crue de **6 h** (cf. annexe 6.3)

⇒ volume solide transporté lors de la crue (pour un hydrogramme de crue triangulaire) = **4 900 m<sup>3</sup>**

**Valeur retenue du transport en crue centennale = 8000 +/- 1000 m<sup>3</sup>**

### ✓ Rio Secco sur le cône de déjection (amont du dalot)

Débit solide par la méthode de LeFort

pour le débit de pointe  **$Qs_{100} = 0,17 \text{ m}^3/\text{s}$**  (d'après étude ETRM)

soit pour une durée de crue de **3,5 h** (cf. annexe 6.3)

⇒ volume solide transporté lors de la crue (pour un hydrogramme de crue triangulaire) = **1 100 m<sup>3</sup>**

Débit solide par la méthode simplifiée de Meunier

Le débit solide centennial apparent peut être estimé à :

$$Qs_{100} = Q_L_{100} \times 8,2 \times I^2$$

Avec le débit liquide estimé environ à  $Q_L = 80 \text{ m}^3/\text{s}$

Et la pente moyenne  $I = 1,4 \%$

$$Qs_{100} = Qs_{100} = 0,13 \text{ m}^3/\text{s}$$

soit pour une durée de crue de **3,5 h** (cf. annexe 6.3)

⇒ volume solide transporté lors de la crue (pour un hydrogramme de crue triangulaire) = **820 m<sup>3</sup>**

**Valeur retenue du transport en crue centennale = 950 +/- 150 m<sup>3</sup>**

### ✓ Rio Secco dans le dalot (place de Nice)

Débit solide par la méthode simplifiée de Meunier

Le débit solide centennial apparent peut être estimé à :

$$Qs_{100} = Q_L_{100} \times 8,2 \times I^2$$

Avec le débit liquide estimé environ à  $Q_L = 80 \text{ m}^3/\text{s}$

Et la pente moyenne  $I = 1,14 \%$

$$Qs_{100} = Qs_{100} = 0,085 \text{ m}^3/\text{s}$$

soit pour une durée de crue de **3,5 h** (cf. annexe 6.3)

⇒ volume solide transporté lors de la crue (pour un hydrogramme de crue triangulaire) = **540 m<sup>3</sup>**

## Partie C : Analyse du transit sédimentaire

### ✓ Transit de la Lévanza en crue centennale

Au regard des volumes potentiellement transportés en amont (8000 m<sup>3</sup>) et en aval (6500 m<sup>3</sup>) de la confluence du Rio Secco, il apparaît q'un très faible dépôt est possible dans la Levanza (environ 1000 m<sup>3</sup>).

Ces zones de dépôts préférentiels peuvent se situer à une centaine de mètres à l'aval de la confluence avec le Rio Secco au niveau de la zone des jardins de la rive droite (section plus large). Des dépôts ont effectivement été observés sur le terrain.

### ✓ Transit du Rio Secco en crue centennale dans le dalot (place de Nice)

La pente de l'ouvrage est inférieure à la pente à l'amont.

Au regard des volumes potentiellement transportés (cf. précédent), il ressort qu'un **dépôt d'environ 400 m<sup>3</sup>** (environ 1000 – 600) est envisageable

Les dimensions de l'ouvrage du dalot sont environ :

- 45 m de long
- 9 m de large
- 1,9 m de haut

**soit un volume approximatif de l'ouvrage de 750 m<sup>3</sup>**

**En crue centennale, plus de la moitié du dalot peut être potentiellement comblé de matériaux**

*Nb : Ce calcul ne prend pas en compte le pilier central de l'ouvrage qui rajoute un facteur défavorable au transit sédimentaire. De même, dès le début du comblement de l'ouvrage, la capacité d'écoulement et de transit diminuera favorisant d'autant plus le stockage de matériaux dans l'ouvrage.*