



PRÉFÈTE DES HAUTES-ALPES

COMMUNE DE
SAINT-ETIENNE-EN-DEVOLUY

PLAN DE PREVENTION DES RISQUES NATURELS PREVISIBLES

DOSSIER APPROUVE

RAPPORT DE PRESENTATION

Annexé à l'arrêté préfectoral

n°

La Préfète

du

SERVICE INSTRUCTEUR
DIRECTION DEPARTEMENTALE DES TERRITOIRES

REALISATION
SOCIETE D'INGENIERIE DES MOUVEMENTS DE SOLS ET DES RISQUES NATURELS
(IMSRN)



Sommaire

I. Préambule	5
II. Aspects réglementaires et délimitation du Plan de Prévention des Risques naturels prévisibles	6
II.1. Réglementation	6
II.2. Objet du PPR	6
II.3. Procédure d'élaboration du PPR	7
II.4. Aire d'étude et contenu du PPR	8
II.5. Opposabilité	10
III. Présentation de la zone d'étude et de son environnement	11
III.1. Cadre géographique	11
III.2. Occupation du territoire	12
III.3. Contextes géomorphologique, géologique, hydrogéologique, tectonique et sismotectonique	12
III.3.1. Géomorphologie	12
III.3.2. Situation de la zone d'étude dans le contexte géologique régional	14
III.3.3. Lithostratigraphie	17
III.3.3.1. Formations du Jurassique (Secondaire)	17
III.3.3.2. Formations du Crétacé inférieur (Secondaire)	18
III.3.3.3. Formations du Crétacé moyen (Secondaire)	19
III.3.3.4. Formations du Crétacé supérieur (Secondaire)	20
III.3.3.5. Formations du Paléocène (Tertiaire)	21
III.3.3.6. Formations du Quaternaire	23
III.3.3.7. Log stratigraphique	26
III.3.4. Hydrogéologie	27
III.3.5. Tectonique	28
III.3.6. Sismotectonique	29
III.4. Contexte climatique	30
III.5. Hydrographie	33
IV. Cartographie informative des phénomènes naturels à risques	34
IV.1. Méthodologie	34
IV.2. Eléments historiques concernant les phénomènes naturels affectant la commune de Saint-Etienne-en-Dévoluy	36
V. Les phénomènes avalanches et mouvements de terrains	44
V.1. Connaissance et description des phénomènes fossiles, historiques et actifs affectant la zone d'étude	44
V.1.1. Avalanches	44
V.1.1.1. Historique des phénomènes d'avalanche	46
V.1.1.2. Description des phénomènes d'avalanche	47
a) Ravin de la Gearette	47
b) Massif de la Madeleine	48
c) Montagne de Faraud	49
d) Avalanche du Bois Rond	50
e) Avalanche du Vallon d'âne	50
f) Massif de Sommarel (EPA n°001, 009)	50



g)	Vallon de Pelourenq	50
V.1.2.	Les mouvements de terrain	51
V.1.2.1.	Les différents types de mouvements de terrains	51
V.1.2.2.	Les Glissements de terrain et les coulées de boues	52
a)	Généralités	52
b)	Description des glissements de terrain sur la zone d'étude	54
V.1.2.3.	Eboulements / Chutes de blocs et de pierres	72
a)	Généralités	72
b)	Eboulements / Chutes de blocs et de pierres sur la zone d'étude	73
V.1.2.4.	Ravinement	78
V.1.2.5.	Les Affaissements/Effondrements :	79
a)	Généralités	79
b)	Description des Affaissements / Effondrements sur la zone d'étude	79
V.1.3.	Fiches descriptives des phénomènes avalanches et mouvements de terrain	81
V.2.	Qualification et cartographie des aléas Avalanche et Mouvement de terrain	83
V.2.1.	Définition de l'aléa	83
V.2.2.	Démarche	84
V.2.3.	Définition des degrés d'aléa et zonage	84
V.2.4.	Définition des aléas par phénomène naturel	86
V.2.4.1.	L'aléa éboulements/chutes de blocs et de pierres	87
V.2.4.2.	L'aléa glissement de terrain/coulée boueuse	88
V.2.4.3.	L'aléa ravinement	89
V.2.4.4.	L'aléa effondrement/affaissement	90
V.2.4.5.	L'aléa Avalanche	91
VI.	Le phénomènes crue torrentielle	92
VI.1.	Connaissance et cartographie hydrogéomorphologique des phénomènes de crue torrentielle	92
VI.1.1.	Démarche – principes méthodologiques	92
VI.1.2.	Description du réseau hydrographique de la commune	93
VI.1.2.1.	La Souloise :	93
VI.1.2.2.	Torrent de Merdarel :	95
VI.1.2.3.	Torrent du Rif :	96
VI.1.2.4.	Torrent de la Gearette :	96
VI.1.2.5.	Cône de déjection du hameau du Pré	97
VI.1.3.	Historique des inondations et cartographie hydrogéomorphologique	98
VI.1.3.1.	Les crues historiques	98
a)	Objectifs	98
b)	Sources utilisées	99
c)	Premières observations	99
d)	Répartition et localisation des événements	100
e)	Expérience acquise de l'analyse historique	102
VI.1.3.2.	La cartographie hydrogéomorphologique des zones inondables	102
VI.2.	Qualification et cartographie de l'Aléa torrentielle	104
VI.2.1.	Principes de qualification des aléas	104
VI.2.1.1.	Le fonctionnement "naturel" des cours d'eau	104
VI.2.1.2.	Incidence des aménagements anthropiques	106
VI.2.1.3.	Prise en compte des zones remblayées	107
VI.2.2.	Synthèse sur la qualification de l'aléa sur la commune de Saint-Etienne-en-Dévoluy	108
VII.	Résultats : délimitation et cartographie de l'aléa	109
VII.1.	L'aléa Avalanche	109
VII.2.	L'aléa glissement de terrain /coulée de boue	109
VII.3.	L'aléa éboulement/ chutes de blocs.	109



VII.4.	L'aléa ravinement	109
VII.5.	Les affaissements effondrements	109
VII.6.	Les crues torrentielles	109
PRINCIPAUX ENJEUX ET VULNERABILITE		111
VII.7.	Identification des enjeux	111
	• Synthèse de l'occupation du sol :	111
	• La vulnérabilité	111
VIII.	LE ZONAGE DU PPR	114
VIII.1.	Traduction des aléas en zonage réglementaire	114
VIII.2.	Nature des mesures réglementaires	118
VIII.2.1.	Base légales	118
VIII.2.2.	Mesures individuelles	118
VIII.2.3.	Mesures d'ensemble	118
BIBLIOGRAPHIE		119
ANNEXES		120



I. Préambule

La commune de Saint-Etienne-en-Dévoluy appartient au massif du Dévoluy qui se situe à l'Ouest du département des Hautes-Alpes, à une quarantaine de kilomètres au Nord de Gap. Le Dévoluy est un massif calcaire des Préalpes du Sud.

De par cette situation, il est exposé à de nombreux risques naturels : crue torrentielle, mouvements de terrains (affaissements / effondrements, chutes de blocs et de pierres, glissements de terrain et ravinements), avalanches.

Ces différents phénomènes naturels, pouvant avoir des conséquences diverses sur l'intégrité des biens et des personnes, représentent un risque reconnu comme tel par la loi N° 2004-811 du 13 août 2004 de modernisation de la sécurité civile et le code de l'environnement (Articles L. 562-1 à L. 563-1).

A la demande de la DDT des Hautes-Alpes, et dans le but de limiter les conséquences humaines et économiques des catastrophes naturelles, la société **IMS_{RN}** a été chargée d'établir le **Plan de Prévention des Risques naturels prévisibles** liés aux crues torrentielles, mouvements de terrain et avalanches sur la totalité du territoire communal de Saint-Etienne-en-Dévoluy.



II. Aspects réglementaires et délimitation du Plan de Prévention des Risques naturels prévisibles

II.1. Réglementation

Les Plans de Prévention des Risques naturels prévisibles (**PPR**) ont été institués par la loi N° 87-565 du 22 juillet 1987 relative à l'organisation de la sécurité civile, à la protection de la forêt et à la prévention des risques majeurs, abrogée par la loi N° 2004-811 du 13 août 2004 relative au renforcement de la protection de l'environnement. Leur contenu et leur procédure d'élaboration ont été fixés par le décret N° 95-1089 du 5 octobre 1995, modifié par le décret N° 2005-3 du 4 janvier 2005.

Le mécanisme d'indemnisation des victimes des catastrophes naturelles est régi par la loi N° 82-600 du 13 juillet 1982. Les contrats d'assurances 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 leur extension couvrant les pertes d'exploitation.

En contre partie, et pour la mise en œuvre de ces garanties, les assurés exposés à un risque ont à respecter certaines règles de prescriptions fixées par le **PPR**, leur non respect pouvant entraîner une suspension de la garantie dommages ou une atténuation de ses effets (augmentation de la franchise).

Les **PPR**, sont établis par l'Etat et ont valeur de servitude d'utilité publique. Ils sont opposables à tout mode d'occupation ou d'utilisation du sol. Les documents d'urbanisme (Plan d'Occupation des Sols, Plan de Zone) doivent respecter leur disposition et les comportent en annexe. Par ailleurs, les constructions, ouvrages, cultures et plantations existant antérieurement à la publication du **PPR** peuvent être soumis à l'obligation de réalisation de mesures de protection.

Ils 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 **PPR** ont pour objectifs 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.

II.2. Objet du PPR

Les **PPR**, ont pour objet, en tant que besoin (Article 66 de la loi N° 2003-699 du 30 juillet 2003 et du code de l'environnement L. 562-1) :

- De délimiter des zones exposées aux risques en fonction de leur nature et de leur intensité. Dans ces zones, les constructions ou aménagements peuvent être interdits ou admis avec prescriptions.



- De délimiter des zones non directement exposées aux risques, mais dans lesquelles toute construction ou aménagement pourrait aggraver les risques ou en provoquer de nouveaux.
- De définir les mesures de prévention, de protection et de sauvegarde incombant aux collectivités publiques et aux particuliers.
- De définir les mesures relatives à l'aménagement, l'utilisation ou l'exploitation des constructions (ou ouvrages) existants devant être prises par les propriétaires exploitants ou utilisateurs concernés.

II.3. Procédure d'élaboration du PPR

Elle résulte du décret N° 95-1089 du 5 octobre 1995 modifié par le décret N° 2005-3 du 4 janvier 2005. L'Etat est compétent pour l'élaboration et la mise en oeuvre du **PPR**.

La procédure comprend plusieurs phases :

Le préfet prescrit par arrêté la mise à l'étude du **PPR** et détermine le périmètre concerné, ainsi que la nature des risques pris en compte. Cet arrêté est notifié aux maires des communes dont le territoire est inclus dans le périmètre. Le projet de plan est établi sous la conduite d'un service déconcentré de l'État désigné par l'arrêté de prescription.

Le projet de plan de prévention des risques naturels prévisibles est soumis à l'avis des conseils municipaux des communes sur le territoire desquelles le plan sera applicable.

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

Le projet de plan est soumis par le préfet à une enquête publique dans les formes prévues par les articles R. 123-1 à 23 du Code de L'Environnement.

A l'issue de ces consultations, le plan éventuellement modifié pour tenir compte des avis recueillis, est approuvé par arrêté préfectoral. Cet arrêté fait l'objet d'une mention au Recueil des actes administratifs de l'Etat dans le département, ainsi que dans deux journaux régionaux ou locaux diffusés dans le département. Une copie de l'arrêté est affichée dans chaque mairie sur le territoire de laquelle le plan est applicable pendant un mois au minimum. Le plan approuvé par le préfet est tenu à la disposition du public en préfecture et dans chaque mairie concernée. Le **PPR** est annexé au **POS** (article L126.1 du code de l'urbanisme).

Un plan de prévention des risques naturels prévisibles peut être modifié, au vu de l'évolution du risque ou de sa connaissance, totalement ou partiellement selon la même procédure et dans les mêmes conditions que son élaboration initiale (articles 1 à 7 du décret N° 95-1089 du 5 octobre 1995 modifié par le décret N° 2005-3 du 4 janvier 2005).



II.4. Aire d'étude et contenu du PPR

Le périmètre du présent **PPR** correspond au périmètre défini par l'arrêté préfectoral de prescription. La qualification et la cartographie des aléas seront réalisées sur la totalité de la commune de Saint Etienne en Dévoluy **[Fig. 1]**. Le zonage, quant à lui, ne concernera que les parties du territoire représentant des enjeux socio-économique importants. Ces zones seront définies en concertation avec le service instructeur et les élus.

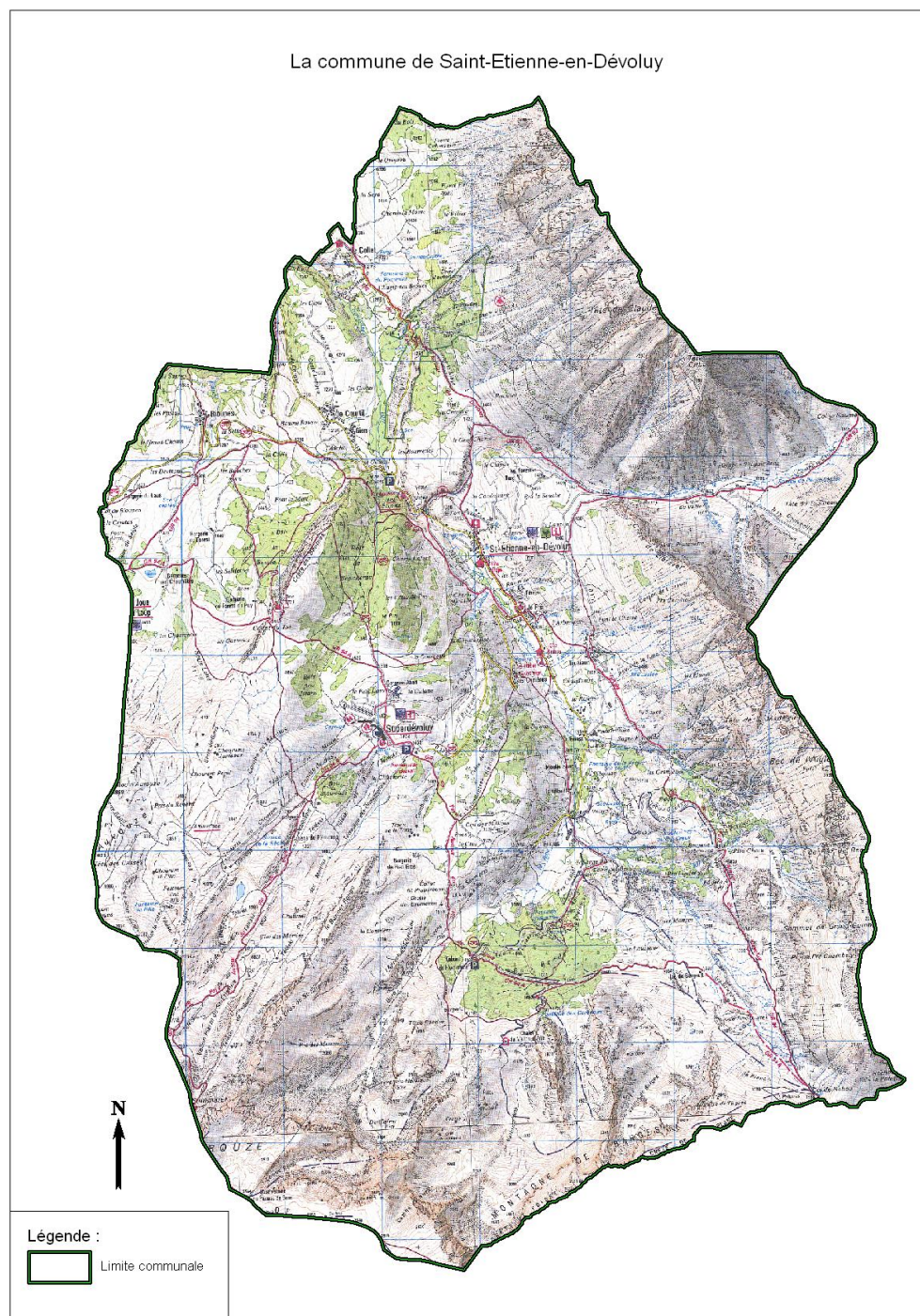


Figure 1 : Etendue de la zone d'étude [Source : IMS_{RN}]



Le dossier comprend :

1. Le présent rapport de présentation qui indique le secteur géographique concerné par l'étude, la nature des phénomènes naturels pris en compte et leurs conséquences possibles sur l'activité et les biens dans la commune compte tenu de l'état de connaissance.
2. Le plan de zonage, document graphique délimitant :
 - Les zones exposées aux risques en tenant compte de la nature et de l'intensité du risque encouru.
 - Les zones non directement exposées aux risques mais où les aménagements pourraient aggraver les risques ou en provoquer de nouveaux. Ces zones sont communément classées en :
 - zones très exposées : zones rouges,
 - zones moyennement exposées : zones bleues,
 - zones faiblement exposées : zones blanches.
3. Le règlement : il détermine, en considérant les risques, les conditions d'occupation ou d'utilisation du sol dans les zones rouges ou bleues.
 - En zone rouge : toute construction ou implantation est en principe interdite, à l'exception de celles figurant sur la liste dérogatoire du règlement particulier en zone rouge.
 - En zone bleue : Le règlement de zone bleue énumère les mesures destinées à prévenir ou à atténuer les risques ; elles sont applicables aux biens et activités existants à la date de publication du P.P.R., ainsi qu'aux biens et activités futures. Ces mesures peuvent être rendues obligatoires dans un délai de 5 ans, pouvant être réduit en cas d'urgence. En outre, les travaux de mise en conformité avec les prescriptions de zone bleue du P.P.R. ne peuvent avoir un coût supérieur à 10% de la valeur vénale du bien concerné, à la date d'approbation du Plan.
4. Une annexe constituée par :
 - Les documents cartographiques Annexes
 - La carte informative des mouvements de terrains
 - La carte hydrogéomorphologique
 - Les cartes des aléas mouvements de terrain, torrentiels, et avalanches et de leurs qualifications
 - La carte des enjeux et de vulnérabilité



La carte informative et la carte des aléas sont des documents destinés à expliquer le plan de zonage réglementaire. Ils ne présentent aucun caractère réglementaire et ne sont pas opposables aux tiers. En revanche, ils décrivent les phénomènes susceptibles de se manifester sur la commune et permettent de mieux appréhender la démarche qui aboutit au plan de zonage réglementaire.

- Autres Annexes

- Eléments historiques concernant les désordres liés aux mouvements de terrains
- Législation : textes et décrets applicables pour le **PPR**

II.5. Opposabilité

Le PPR est opposable aux tiers dès l'exécution de la dernière mesure de publicité de l'acte l'ayant approuvé.

Les zones bleues et rouges définies par le **PPR**, ainsi que les mesures et prescriptions qui s'y rattachent, valent servitudes d'utilité publique (malgré toute indication contraire du PLU s'il existe) et sont opposables à toute personne publique ou privée.

Dans les communes dotées d'un PLU, les dispositions du **PPR** doivent figurer en annexe de ce document. En cas de carence, le Préfet peut, après mise en demeure, les annexer d'office (art. L. 126-1 du Code de l'Urbanisme).

En l'absence de **POS**, les prescriptions du **PPR** prévalent sur les dispositions des règles générales d'urbanisme ayant un caractère supplétif.

Dans tous les cas, les dispositions du PPR doivent être respectées pour la délivrance des autorisations d'utilisation du sol (permis de construire, lotissement, camping, ...).



III. Présentation de la zone d'étude et de son environnement

III.1. Cadre géographique

La commune de Saint-Etienne-en-Dévoluy est localisée à l'Ouest du département des Hautes-Alpes, à 40 km au Nord-ouest de Gap [Fig. 2].

Il s'agit d'un village de montagne (altitude 1100 m à 2600 m environ) traversés par la Souloise et ses principaux affluents. La commune se situe dans le massif du Dévoluy. Ce massif est un chaînon sub-alpin limité à l'Est par la vallée du Drac, au Sud par le pic de Bure et à l'Ouest par le bassin du Trièves.



Figure 2 : Localisation de la zone d'étude



III.2. Occupation du territoire

La commune de Saint-Etienne-en-Dévoluy s'étend sur près de 68 km² et compte un peu moins de 600 habitants [Fig. 3].

Le village de Saint-Etienne-en-Dévoluy est implanté dans la vallée de la Souloise en amont des gorges. Plusieurs hameaux se sont développés au cœur de la vallée : le Collet, Rioupes, le Courtil, le Pré, les Cypières, Piboulas, le Villard, l'Enclus, etc. A l'Ouest de la commune se trouve la station de ski « SuperDévoluy ». Le domaine skiable débute à 1500 m d'altitude et s'étend sur les reliefs de la montagne d'Aurouze. Au Sud de la commune, sur le plateau de Bure est implanté un observatoire exploité par l'IRAM (Institut de Radio Astronomie Millimétrique). Les autres reliefs au Sud et à l'Est de la commune sont quant à eux vierges de toute occupation du sol. Seules quelques bergeries sont installées pour les élevages d'agneaux.

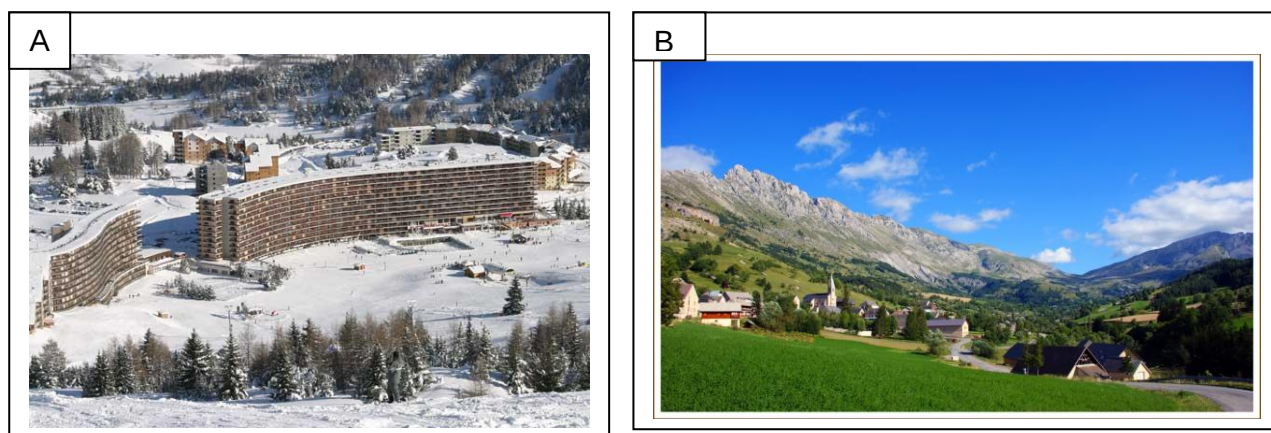


Figure 3 : Occupation du territoire A : SuperDévoluy ; B : Saint-Etienne-en-Dévoluy

III.3. Contextes géomorphologique, géologique, hydrogéologique, tectonique et sismotectonique

III.3.1. Géomorphologie

Il s'agit d'un massif calcaire, fortement modelé par l'érosion glaciaire. On y trouve de nombreux vallons et d'importants d'éboulis. Les vallées sont à une altitude moyenne de 1100 m et les sommets atteignent jusqu'à 2709 m (Pic de Bure). Un cours d'eau principale traverse cette région : la Souloise.

La commune de Saint-Etienne-en-Dévoluy s'organise géomorphologiquement en quatre unités [Fig. 4] :

- Au Sud, les montagnes de Barges et d'Aurouze formées dans des formations dures (Lauzes à silex du Maestrichtien) forment un rempart massif et un vaste bassin versant,



- La vallée de la Souloise à proprement parler prend naissance au sein des formations plus tendres (marnes du Tertiaire) et des niveaux morainiques qui tapissent les versants du Dévoluy, depuis le hameau des Enclus, la vallée s'ouvre largement,
- au Nord de Saint-Etienne, la Souloise traverse à nouveau des formations plus dures (Calcaires à Nummulites, Lauzes à silex), la vallée est alors très encaissée et très étroite. La Souloise forme des gorges au niveau des calcaires karstiques.
- Enfin en aval des gorges de la Souloise, la vallée s'élargie de nouveau, tout en étant plus encaissée qu'en amont des gorges.

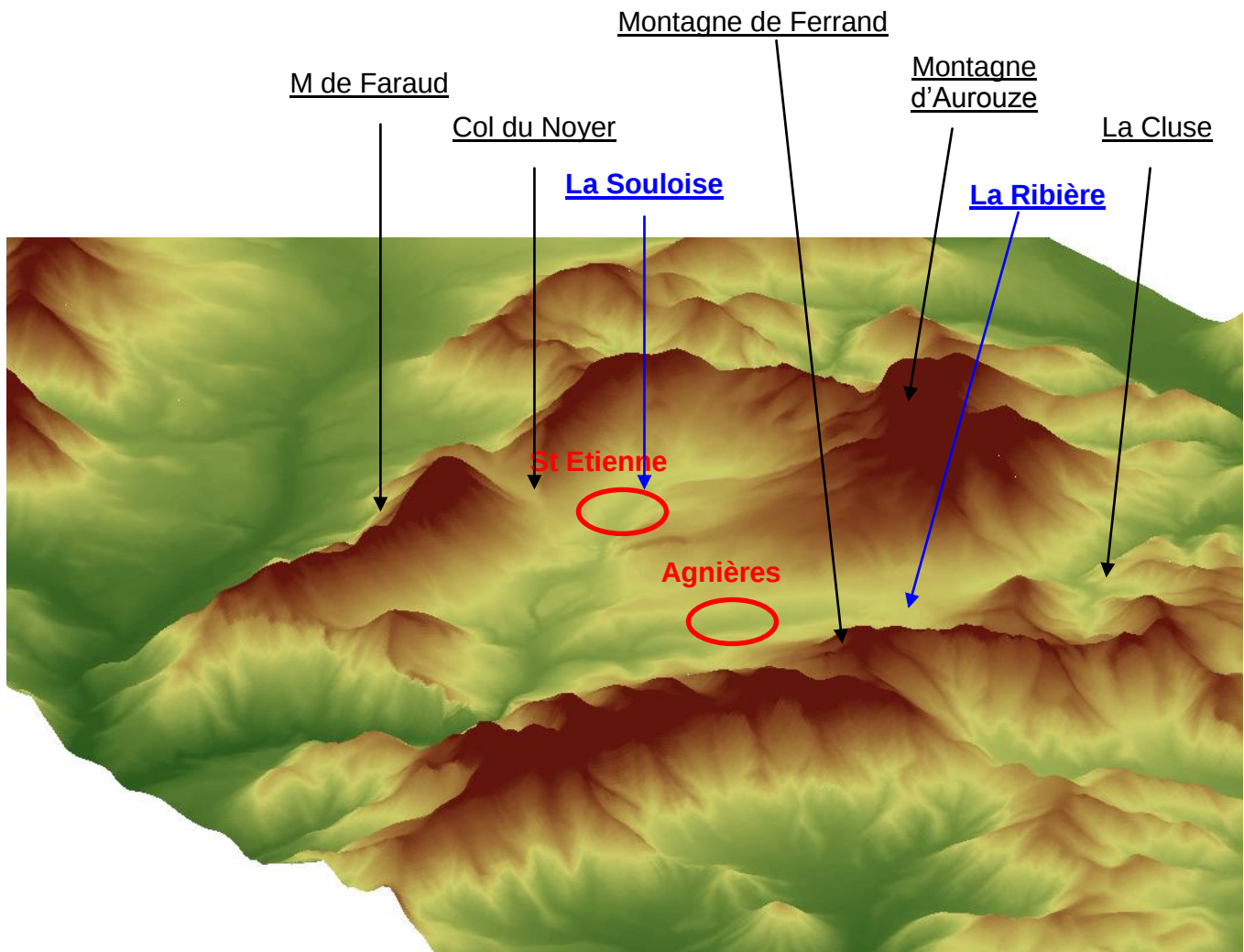


Figure 4 : Modèle Numérique de terrain (MNT) de la zone d'étude [Source : IMS_{RN}]



III.3.2. Situation de la zone d'étude dans le contexte géologique régional

La zone d'étude se situe dans le massif du Dévoluy qui est la partie la plus orientale des chaînons subalpins. Le massif du Dévoluy est entouré à l'Ouest par le bassin du Trièves oriental, au Nord par les chaînons du Beaumont méridional, à l'Est par la vallée du Champsaur, et au Sud par la montagne d'Aurouze [Fig. 5].

On peut distinguer dans cette région deux types de zones : les zones déprimées et les zones hautes [Figs. 5 et 6]. Les zones déprimées sont :

- **La partie orientale du bassin de Trièves** qui correspond à une dépression ouverte dans une vaste structure anticlinale qui laisse principalement voir des marnes jurassiques (Terres noires).
- **La dépression centrale du massif du Dévoluy** où se situe la commune d'Agnières-en-Dévoluy. C'est un vaste vallon synclinal à relief à peu près conforme aux structures, qui s'est créé par ablation des terrains à prédominance marno-gréseuse du Nummulitique ; l'érosion y a mis à nu la carapace des calcaires sénoniens où s'encaissent localement en gorges les cours d'eaux tributaires de la Souloise.
- **La vallée du Champsaur** qui est une combe monoclinale ouverte entre le Dévoluy et le massif du Pelvoux par le creusement de la vallée du Drac sous les actions alternées des eaux et des glaciers. Elle est entaillée dans les terrains à prédominance marneuse du Dogger et du Malm inférieur et principalement dans les Terres noires du Jurassiques inférieur.

Les zones hautes sont :

- **Le Dévoluy occidental** avec l'Obiou culminant à 2 790 m. Il s'agit d'un long rempart allongé du Nord au Sud et qui offre des abrupts presque continus du côté Ouest alors que le côté Est présente des pentes plus modérées, entaillées de combes glaciaires orientées W-E. Les abrupts occidentaux montrent le repos de la dalle calcaire Sénonien en discordance sur les terrains plissés de l'Eocrétacé et du Jurassique. Les pentes orientales correspondent à peu près à la dalle structurale du sommet de Sénonien qui vient s'enfoncer dans les plus basses pentes, sous les couches du Nummulitique criblées de *chouruns* (gouffres).
- **La montagne d'Aurouze** avec le pic de Bure culminant à 2 709 m. C'est une vaste coupole où la carapace Sénonien dénudée par l'érosion s'enneige vers le Nord sous le Nummulitique. Son relief est très analogue à celui du Dévoluy occidental et se caractérise par l'existence de combes glaciaires s'ouvrant vers le Nord et de *chouruns*. Deux dépressions synclinales remplies de Tertiaires et convergentes vers le Nord isolent ce massif : celle du col du Festre et celle du col du Rabou.
- **Le Dévoluy oriental** culminant à la crête de Faraud à 2 585 m. Il constitue un rempart presque rectiligne, symétrique de celui du Dévoluy occidental : la dalle structurale du Sénonien y plonge vers l'Ouest montrant ainsi le Néocomien et le Jurassique, qui forment le soubassement des falaises Sénonien du côté oriental. Il s'agit là d'une barrière quasi infranchissable uniquement trouée par la cluse du col du Noyer : cela est dû au pendage Ouest très accentué des couches calcaires du Sénonien qui constituent du côté de l'intérieur du Dévoluy, des dalles presque aussi redressées que les abrupts dominant le Champsaur.
- **Les chaînons du Beaumont méridional** qui correspond à une zone de soulèvement qui fait réapparaître en saillie sous les marnes du Jurassique supérieur et moyen, les calcaires du Jurassique inférieur et même leur soubassement de roches cristallines.



Figure 5 : Carte géologique régionale de la zone d'étude [reprise d'après carte géologique Saint-Bonnet n°845, BRGM]

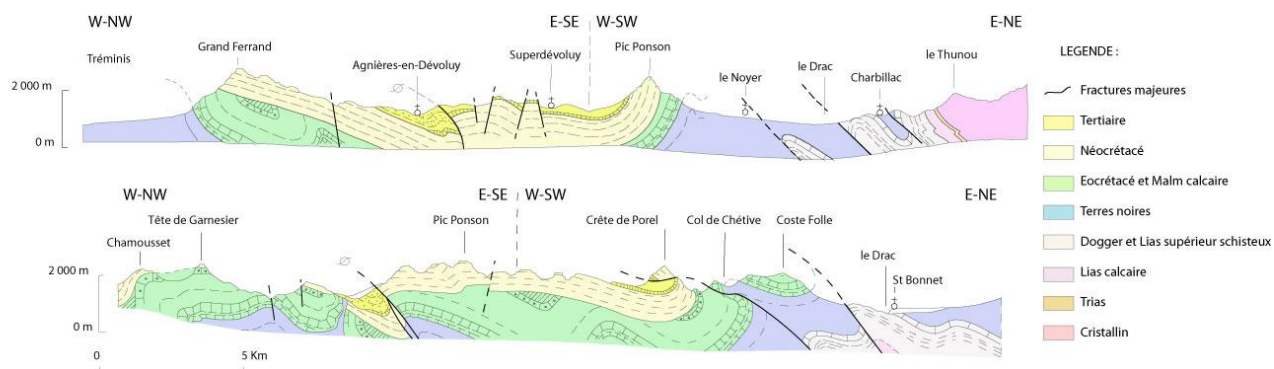


Figure 6 : Coupes géologiques de la zone étudiée [reprise d'après carte géologique Saint-Bonnet n°845, BRGM]

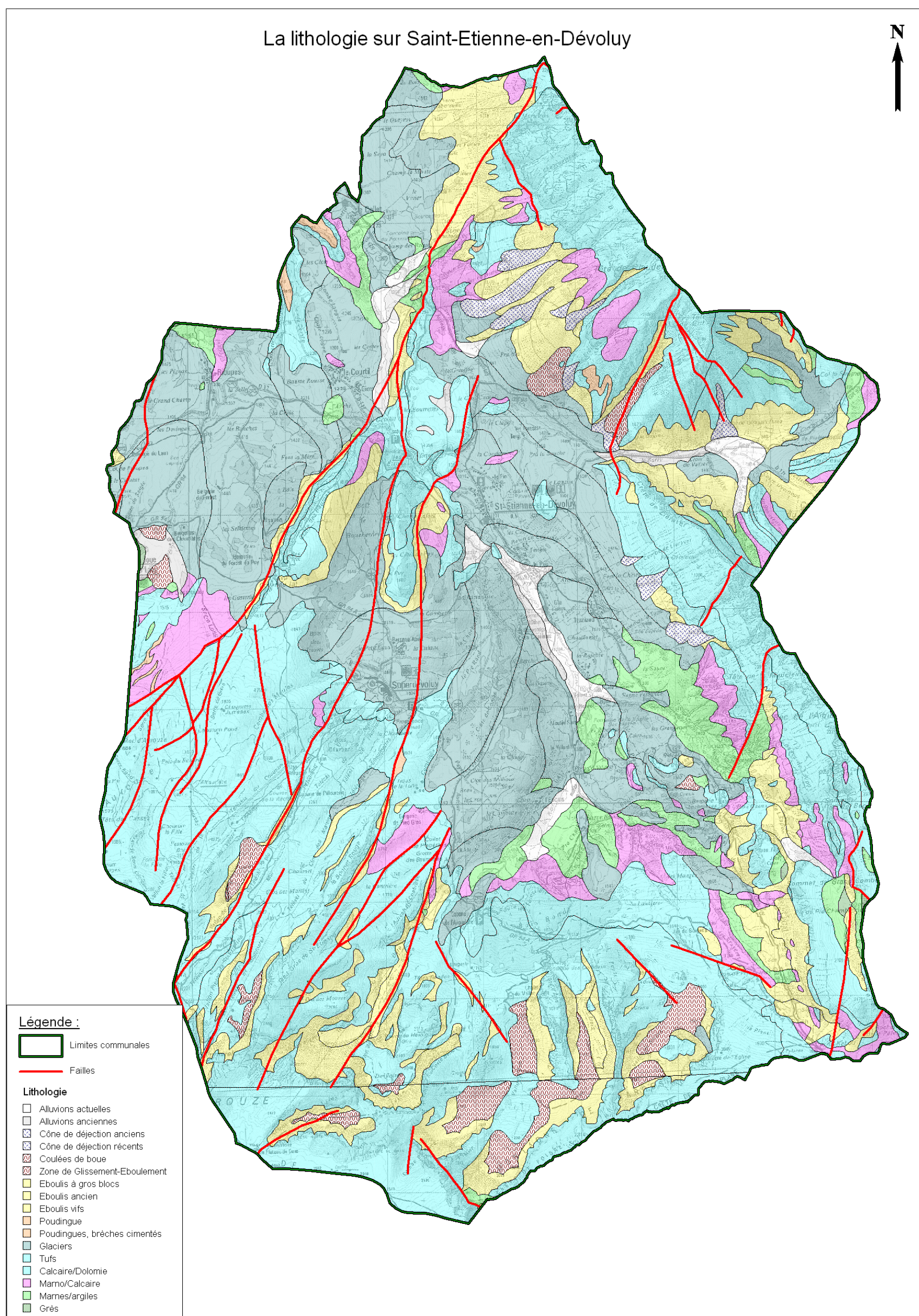


Figure 7 : Cadre géologique local : Lithologie et failles sur la zone d'étude [Source : IMS_{RN}]



III.3.3. Lithostratigraphie

L'histoire géologique de la commune peut se résumer en 3 cycles principaux :

Le Secondaire :

- Le Jurassique moyen (Dogger), du Bathonien au Callovien, est principalement marneuse et les faciès difficiles à distinguer.
- Le Jurassique supérieur (Malm), de l'Oxfordien au Tithonique, constituent une formation calcaire et pélagique.
- Le Crétacé inférieur, du Berriasien à l'Apto-Albien, est un type très *vocontien*, il est formé d'alternances de bancs calcaires gris et de marnes. Deux niveaux montrent des faciès indiquant des apports détritiques particulièrement notables : au Valangien ils sont terrigènes, au Barrémien ils sont bioclastiques.
- Le Crétacé supérieur, du Turonien au Sénonien est représenté par une succession monotone de bancs calcaires riches à presque tous les niveaux en concrétions siliceuses variées.

Le Tertiaire :

- Le Paléogène (Nummulitique), de l'Eocène à l'Oligocène, est représenté uniquement par des dépôts d'âge nummulitique, déposés sur les marges les plus occidentales.

Le Quaternaire : l'influence des glaciations.

- Le Dévoluy abritait de nombreux glaciers locaux dont les cirques, allongés et séparés par des crêtes calcaires, sont caractéristiques du revers Est du Dévoluy occidental et de la partie Est du massif d'Aurouze-Bure. Leurs vallons wurmiens sont encore bien dessinés.

Aussi, d'après les cartes géologiques de Saint-Bonnet (n°845, BRGM) et Gap (n°869, BRGM) [fig. 7], on observe sur la zone d'étude – du plus ancien au plus récent – les formations suivantes :

III.3.3.1. **Formations du Jurassique (Secondaire)**

Formation calcaire du Malm récent : « Barre tithonique »

- **j6 : Calcaires lités « séquanien » (Oxfordien terminal)**

La puissance atteint largement 150 m mais la limite supérieure de ce terme est mal définie dans la partie Nord. Plus au Sud, dès le soubassement septentrional de l'Obiou cette limite est soulignée par l'apparition, dans la moitié supérieure, de trois ou quatre bancs, souvent conglomératiques, espacés, épais de un à trois mètres. Entre ces bancs se développent en plusieurs points des niveaux de *slumping* épais de cinq à dix mètres.

- **j7 : Calcaires en petits bancs (Kimméridgien inférieur)**

Ces couches forment une vire plus ou moins marquée et sont constituées par des calcaires identiques aux précédents mais plus finement lités (bancs de dix à trente centimètres). On y



note l'apparition de lits de silex noirs plus ou moins fréquents et l'importance relativement plus grande des joints marneux.

- **j8-9a : Calcaires massifs tithoniques (Kimméridgien supérieur-Tithonique inférieur)**

La corniche supérieure de la barre tithonique, plus abrupte que les parties inférieures, est constituée de calcaires en petits bancs à surfaces onduleuses, sans joints marneux, ce qui lui confère un aspect massif à distance. Le calcaire est composé, par niveaux, des lits de silex. Les calcaires tithoniques s'individualisent aussi par la présence de plusieurs gros bancs (épais de cinq à quarante mètres) qui s'effilent en quelques kilomètres de sorte que suivant les points leurs puissances relatives varient ; leur nombre total est en général de trois et ne dépasse guère cinq et ils s'étagent sur toute la hauteur de ce membre. Ces bancs sont souvent constitués d'agglomérats calcaires. La puissance de ce membre varie un peu selon le développement des bancs de conglomérats ; elle est de l'ordre de cent à cinq cent mètres.

- **j9b : Calcaires blancs vocontiens (Tithonique supérieur)**

Calcaires en bancs de cinquante centimètres en moyenne, sans joints marneux, comportant encore des silex. Ils sont assez fissiles. La puissance de ce membre est de l'ordre de cinquante mètres.

III.3.3.2. Formations du Crétacé inférieur (Secondaire)

Formation calcaro-marneuse du Crétacé inférieur

- **n1a : Calcaires lithographiques beiges (Berriasien inférieur)**

Calcaires lités, en bancs de vingt à quarante centimètres, avec des joints marneux de cinq à vingt centimètres d'épaisseur. Ce terme est puissant de quatre-vingt mètres en moyenne.

- **n1b-2 : Marno-calcaires gris (Berriasien-Valangien basal)**

Lits de marno-calcaires gris feuilletés, toujours séparés par des lits de marnes de plus en plus épais vers le haut. Ce terme atteint trente mètres de puissance approximative.

- **n2 : Marnes valanginiennes**

Marnes contenant encore des lits de marno-calcaires, espacés de un à plusieurs mètres. La puissance de ces marnes n'excède pas soixante mètres.

- **n2-3 : Calcaires grés-argileux bruns (Valangien supérieur-Hauteriviens basal)**

Dans la partie SW, le sommet des marnes valanginiennes et la base des calcaires hauteriviens hébergent chacun un niveau de calcaires spathiques à silex. Ces deux niveaux viennent latéralement s'intégrer respectivement à la base et au sommet d'une formation de marnes gréseuses brunes devenant de plus en plus calcaire au NE. Cette formation peut atteindre cent cinquante mètres de puissance.

- **n3 : Calcaires gris hauteriviens**

Calcaires argileux, en bancs de trente à soixante centimètres, séparés par des joints marneux de cinq à trente centimètres, formant une succession monotone mais coupée de niveaux décamétriques à lits contournés et disloqués, généralement plus riches en marnes et déterminant parfois des vires. La puissance de cette formation atteint et dépasse parfois deux cent mètres.

- **n3-4 : Marnes et marno-calcaires (Hauterivien terminal)**



Le niveau terminal de la formation des calcaires lités hauteriviens peut être distingué assez souvent par sa plus grande richesse en marnes. Sa puissance est de l'ordre de vingt à cinquante mètres.

Calcaires de la « barre barrémo-bédoulienne »

- n4 : Calcaires bioclastiques (Barrémien inférieur et supérieur)

Dans cette zone les calcaires bioclastiques n'ont pas été différenciés. Il existe dans la région du Mens deux subdivisions lithologiques :

- . n4a : Calcaires bioclastiques disposées en gros bancs métriques ou plurimétriques, se rassemblant généralement pour former des falaises atteignant plusieurs dizaines de mètres d'épaisseur. Présence de silex particulièrement abondants à la partie supérieure du niveau du Dévoluy occidental. En raison de ces variations latérales de faciès, l'épaisseur décroît très rapidement vers l'Est et le Sud : deux cent mètres aux Amayères, cent mètres au col de la Plate Contier, cinquante mètres à l'extrémité SE du Dévoluy)

- . n4b : au col de la Plate Contier : calcaires bioclastiques épais de cinquante mètres. Aux Amayères : à la base : marnes entrecoupées de petits bancs décimétriques de calcaires bioclastiques, au sommet : barre massive de calcaires bioclastiques d'une dizaine de mètres d'épaisseur. Ces deux types de faciès passent latéralement de l'un à l'autre, l'importance des marnes diminuant fortement jusqu'au sommet de Chamousset au Sud duquel elles disparaissent totalement.

- n4-5 : Barrémo-bédoulien non différencié

Au revers oriental du Dévoluy, la réduction des épaisseurs n'a pas permis de distinguer graphiquement les divers niveaux décrits ci-dessus ; toutefois, les calcaires sublithographiques bédouliens sont très généralement représentés au sommet de la barre bioclastique du Barrémien.

III.3.3.3. Formations du Crétacé moyen (Secondaire)

Formations marneuses du Crétacé moyen

- n6-7 : Marnes « bleues » (Gargasien-Albien)

Marnes noires à patines verdâtres, comportant vers leur base des niveaux espacés de marno-calcaires clairs. L'épaisseur est de l'ordre de vingt à cent mètres suivant les points.

- n7-c1 : Grès verts (Albien ?-Cénomaniens ?)

Grès plus ou moins calcaireux et plus ou moins riches en glauconie envahissent le sommet observable des marnes bleues **n6-7**. Ils s'y forment parfois des petits bancs décimétriques séparés par des lits marneux, ce qui lui confère à ce terme un net cachet de flysch (NE du Dévoluy), il est puissant d'au moins trente mètres. Ailleurs (SE du Dévoluy) les bancs de grès sont plus épais (cinquante centimètres à un mètres) et plus jointifs et leur puissance peut atteindre cinquante mètres.



III.3.3.4. Formations du Crétacé supérieur (Secondaire)

Néo crétacé calcaire

- **c6-7a : Lauzes rubanées (Campanien-Maestrichien)**

Succession de petits bancs de vingt à trente centimètres d'épaisseur, de calcaires gris clair, dotés d'un fin litage siliceux. Ce litage s'efface plus haut par développement d'un lit de cherts plus ou moins siliceux. Les bancs de cherts sont espacés de cinquante centimètres à trois mètres et les lits de cherts eux-mêmes sont plus ou moins continus ou amygdalaires. En de nombreux points et notamment dans le Dévoluy occidental, les lauzes rubanées reposent directement sur le Néocomien ou sur le Jurassique par une surface de ravinement. Cette formation possède une puissance variable dont le maximum semble atteint dans le Dévoluy occidental (près de cinq cent mètres au Grand Ferrand et à l'Obiou)

- **c7b : Lauzes à silex (Maestrichien inférieur)**

Calcaires gris clairs, régulièrement lités en bancs de vingt à trente centimètres, où les silex véritables sont fréquents. Sur cinquante à cent mètres d'épaisseur, à la base de ce membre, en Dévoluy occidental, on voit se développer plusieurs gros bancs décamétriques constitués de calcaires clairs, mal lités ou massifs, où les silex sont rares. La formation des lauzes à silex est de puissance très variable et semble passer latéralement aux lauzes rubanées à lits de cherts. Elle atteint quatre cent mètres dans les gorges de la Souloise en aval de Saint-Disdier et de réduit vers le Sud jusqu'à cinquante à cent mètres en Dévoluy occidental au niveau d'Agnières-en-Dévoluy et en Dévoluy oriental au niveau de la brèche de Féraud. Au Sud de ce dernier secteur elle se développe à nouveau sur plus de trois cent mètres dans la montagne d'Aurouze. [fig. 8].



Figure 8 : Formation des Lauzes à silex [Source : IMS_{RN}]



- **c7c : Lauzes à joints jaunes (Maestrichien supérieur)**

Le sommet des calcaires sénoniens montre très généralement un faciès de calcaires presque totalement dépourvus de silex. Le trait le plus caractéristique est que les bancs, épais de trente centimètres en moyenne, sont dotés de joints siliceux. Ce membre est séparé de celui des lauzes à silex par une vingtaine de mètres de calcaires argileux gris feuilletés ; ailleurs il semble venir en continuité avec les lauzes à silex ou le sommet des lauzes rubanées ou au contraire les recouvre localement en discordance. On y retrouve accidentellement des lits gréseux riches en quartz et plus souvent des lits conglomératiques à éléments calcaires.

- **c7c1 : niveaux marno-calcaires**

- **c7d : Calcaires bioclastiques (Maestrichien supérieur)**

Au SW du Grand Villard et à l'Ouest du col du Frestre les assises sénoniennes se terminent par des bancs de calcaires gris qui ont un faciès assez proche de certains calcaires nummulitiques.

- **c7P : Poudingues et brèches à ciment siliceux et à *Microcodium* (Maestrichien ?)**

Ces poudingues peuvent atteindre plus de cinquante mètres d'épaisseur. En de nombreux points ils manquent totalement ; sous la brèche de Feraud ils sont remplacés par une croûte de silex vert bronze, en lits de dix centimètres, qui tapissent irrégulièrement mais avec une épaisseur atteignant un mètre le sommet déformations sénoniennes.

III.3.3.5. Formations du Paléocène (Tertiaire)

- **eP : Poudingues et formations continentales de la base du tertiaire**

Poudingues à éléments souvent hétérométriques qui viennent souvent en discordance et ravinement avec les formations sénoniennes. Exceptionnellement ces poudingues reposent directement sur le Jurassique. Le ciment est ordinairement grésocalcaire. A l'extrémité NE du Dévoluy, ces conglomérats atteignent leur puissance maximale qui dépasse cent mètres au pic Pierroux, ils montrent alors des intercalations de marnes rouges particulièrement importante à leur base et à leur sommet.

- **eG : Grès et sables continentaux (Eocène)**

Sables blancs ou rouges, siliceux, totalement décalcifiés, forment des placages d'épaisseur métrique.

- **e6-7C : Calcaires à Nummulites (Priaborien)**

Calcaires gris sombres plus ou moins riches en grains de quartz, à patine d'un brun terreux et à litage irrégulier, le plus souvent en bancs de cinquante centimètres à deux mètres avec des joints plus marno-calcaires. Ces couches sont puissantes de zéro à cinquante mètres et passent de façon transitionnelle au terme suivant. [fig. 9]



Figure 9 : Formation des calcaires à Nummulites [Source : IMS_{RN}]

- **e6-7M : Marno-calcaires priaboniens**

Marno-calcaires mal lités, fort sensibles au développement d'une schistosité. Leur puissance moyenne est de cent mètres mais leur valeur peut être portée à trois cent mètres (vallon de l'Aup à l'extrémité NE du Dévoluy).

- **e7 : Marnes à Globigérines (Eocène terminal-Oligocène)**

Marnes gris sombre comportant de petits lits plus ou moins pélitiques ou gréseux. En Dévoluy, les bancs gréseux deviennent plus nombreux et plus épais en direction du NW (Rioupes, Gicon), ce qui confère à la formation un aspect de flysch. [fig. 10]



Figure 10 : Formation des marnes à Globigérines très favorable aux glissements de terrain [Source : IMS_{RN}]



- **e7-g : Grès de Saint-Disdier (Eocène terminal-Oligocène)**

A l'Ouest d'une ligne Gicon-Puy de Rioupes, les marno-calcaires Priabonien puis les calcaires à Nummulites supportent directement une formation de grès glauconieux en bancs de cinquante centimètres à trois mètres, séparés par des lits plus ou moins argileux, de caractère molassique accusé.

III.3.3.6. Formations du Quaternaire

Eboulis

- **Ev : Eboulis anciens (Mindel ?-Riss)**

Épaisses formations ébouleuses, colonisées par la végétation, qui tapissent les versants rocheux des vallées. Elles peuvent atteindre plus de cent mètres d'épaisseur et sont limitées à leur sommet par une surface plus ou moins aplanie, dont la pente est plus douce en tous cas que celle des éboulis récents. Ces éboulis se distinguent en outre par le fait qu'ils sont fortement entaillés par les ravins actuels. Certaines de ces masses ébouleuses hébergent des panneaux rocheux effondrés qui atteignent des dimensions hectométriques à décamétriques et proviennent d'anciens terrassements de versant ; ils contiennent des zones riches en blocs métriques à décamétriques, mais présentent souvent aussi l'aspect fin et régulier des éboulis de gélivation. **[Fig. 11].**



Figure 11 : Eboulis anciens (Quaternaire) [Source : IMS_{RN}]

- **Ey : Eboulis stabilisés**

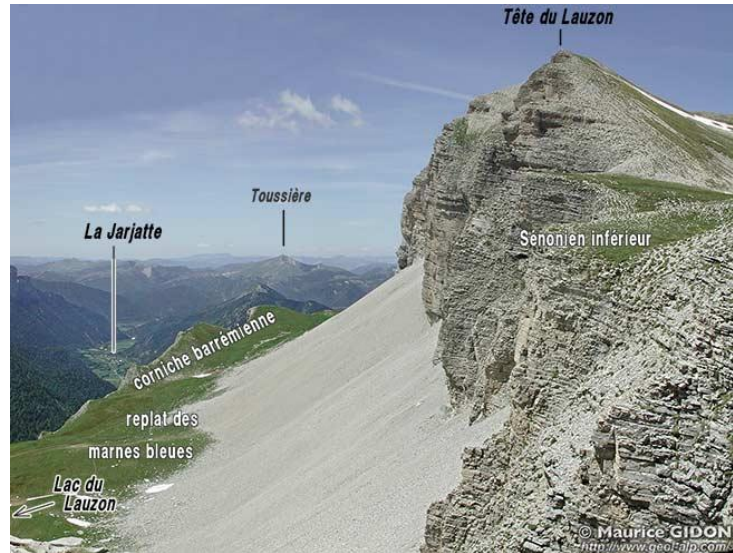
Eboulis d'ancienneté modeste mais ne recevant plus d'alimentation permanente actuelle et de ce fait, colonisés par la végétation. Ils sont à peine réentaillés par les érosions actuelles et leur surface se raccorde souvent à des surfaces d'alluvionnement datant du Würm.

- **Ez : Eboulis vifs**

Eboulis les plus récents, principalement développés en altitude où ils sont encore alimentés par les falaises actuelles et très incomplètement colonisés par la végétation. Ils sont particulièrement abondants au pied des abrupts sénoniens du Dévoluy et de ceux du massif du Pelvoux. Leur calibre est assez variable, décimétrique à métriques. **[Fig. 12].**



Figure 12 : Eboulis Vifs
(Quaternaire) [Source : IMS_{RN}]



- **E_B : Eboulements à gros blocs**

Masses ébouleuses à blocs, atteignant un à plusieurs mètres qui résultent d'effondrements catastrophiques de pans de falaises.

- **E_J : Cônes de ruissellement**

Cônes d'éboulis entraînés en épandage par des ruissellements très temporaires. On distingue les cônes actifs E_{Jz} des cônes plus anciens E_{Jy} .

- **E_G : Rock-glaciers, éboulis glissés, moraines de névé**

Eboulis d'âge et de nature variés, mis en mouvement par glissement et dessinant des ressauts et bourrelets successifs (crevasses et loupes de glissement). Lorsque le glissement a colmaté un fond de vallon, on voit se développer de bourrelets pseudo morainiques caractéristiques des rock-glaciers. Certains cônes d'éboulis sont ceinturés à leur base par un arc morainique résultant du glissement des matériaux ébouleux à la surface de névés plus ou moins permanents.

Alluvions glaciaires

- **G_v : Moraines rissiennes**

Moraines à morphologie molle formant des placages discontinus sur les plus hautes pentes, où ils supportent souvent une couche plus ou moins notables d'éboulis récents.

- **G_w : Moraines du Würm II**

Elles sont caractérisées le plus souvent par une morphologie fraîche avec des crêtes bien reconnaissables qui permettent d'y distinguer plusieurs stades emboîtés [fig. 13] :

- **$Gw1$: Stade supérieur** culminant vers 1 350 m au niveau du col Bayard et de Chaillol et s'abaissant jusqu'à 1 100m dans la région des arcs frontaux entre la Motte-en-Champsaur et le Noyer.

- **$Gw2$: Stade de Poligny (et de l'Aulagnier)** souvent représenté par une banquette d'alluvions glaciaires qui culmine vers 1 250 m dans la trouée de diffluence du col Bayard.

- **$Gw3$: Stade supérieur de la Fare** représenté par une banquette d'alluvions glaciaires qui constitue un niveau distinct, entre la Fare et le Saint-Laurent-du-Cros (entre 1 100 et 1 150m).

- **$Gw4$: Stade inférieur de la Fare** doté d'une moraine fort nette au NO du Cros, ainsi qu'aux Forestiers. Son altitude est comprise entre 1 050 m et 1 100m.



Figure 13 : Formation morainique (Würm : Quaternaire) [Source : IMS_{RN}]

- **Gx : Moraines du Würm III**

Moraines reposant sur les alluvions fluvio-glaciaires du Würm II.

- **Gy : Moraines postwürmiennes**

Dépôts glaciaires abandonnés dans les cirques montagneux ; très en retrait par rapport aux moraines würmiennes.

Dépôts fluviaux et torrentiels

- **Fv : Terrasse rissienne du Drac**

Terrasse fluviale supérieure des Payas de Pellafol culminant vers 950 m. Elle est constituée de cailloutis bien arrondis, de calibre moyen décimétriques, avec des passées plus sableuses, mais pratiquement sans matériel argileux.

- **Fw : Terrasses würmiennes anciennes du Drac.**

Plusieurs terrasses sont rapportées au Würm II :

- **Fw3 et Fw4 : Les terrasses de Pouillardenc, de Poligny, du Villard et de Charbillac** : entre Charbillac et Poligny-le Noyer, on trouve un certain nombre de surfaces étagées, emboîtées dans le matériel de la terrasse de Saint-Eusèbe ; elles semblent représenter des niveaux successifs d'érosion, puis de modeste colmatage cataglaciale.

- **Fy, Jy : Alluvions récentes (post-würmiennes)**

Alluvions sableuses ou plus souvent caillouteuses déposées dans les thalwegs qui entaillent les formations würmiennes ou plus anciennes. Elles forment des terrasses (**Fy**) ou des cônes de déjections (**Jy**) qui sont légèrement entaillés par les cours d'eaux actuelles et en dominent le thalweg au maximum de quelques mètres.

- **Fz, Jz : Alluvions actuelles**



Cailloutis déposés par l'activité actuelle des cours d'eau et occupant le niveau le plus bas dans leur thalweg, de sorte qu'ils sont soumis périodiquement à l'action des crues. **Fz** : alluvions fluviales des fonds de vallée. **Jz** : cônes de déjections actifs.

- **Js : Déjections par coulées boueuses**

Cônes de déjections très hétérométriques, avec gros blocs noyés dans une matrice plus fine, mis en place à l'occasion de coulées boueuses.

- **L_T : Dépôts de lavage, limons, tourbes**

Alluvions de granulométrie fine, le plus souvent peu épaisses, garnissant les zones plates à l'intérieur de dépressions fermées.

- **U : Tufs calcaires**

Accumulation de tuf large de plusieurs centaines de mètres, qui s'est développée dans les pentes dominant Saint-Etienne-en-Dévoluy.

III.3.3.7. Log stratigraphique

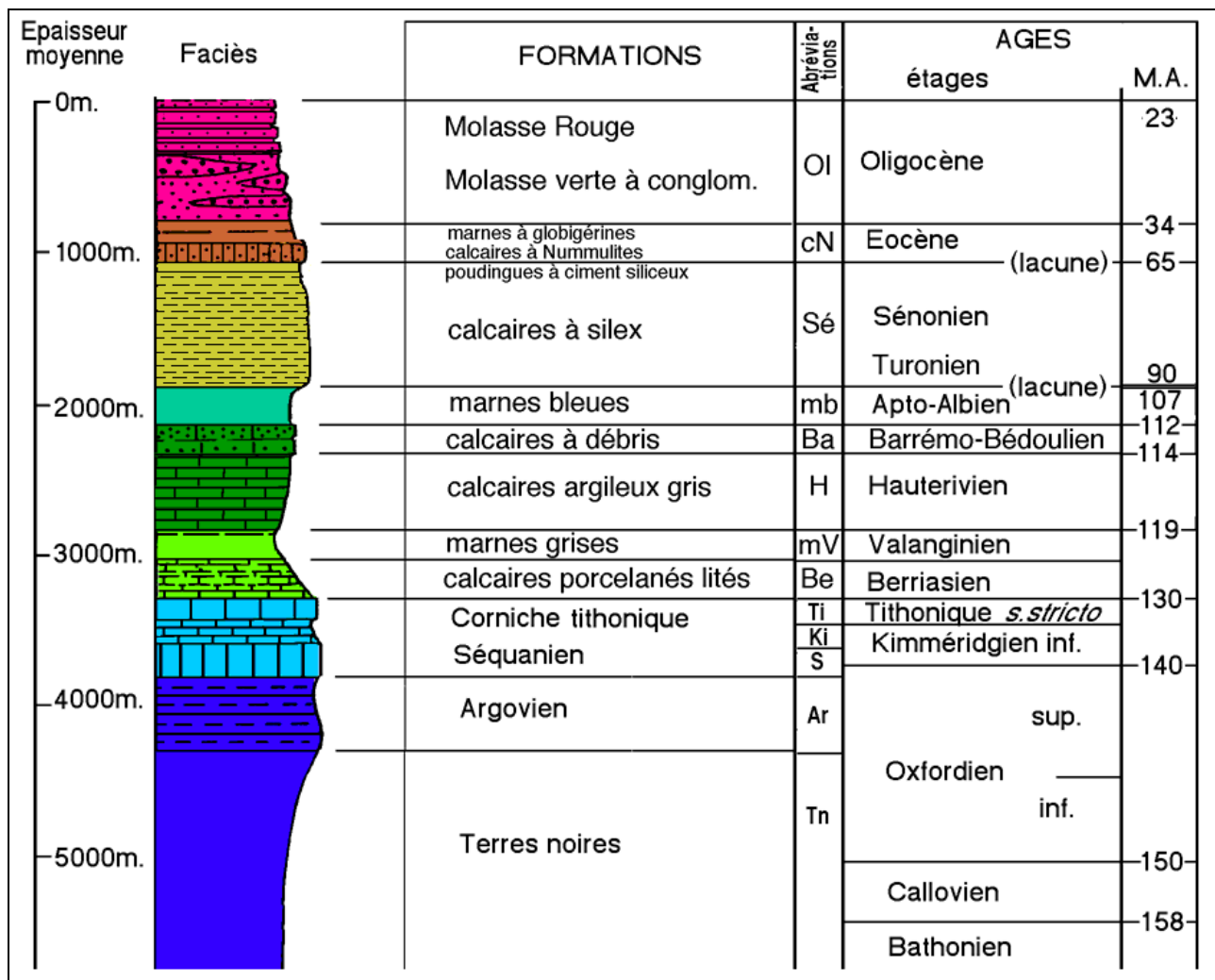


Figure 14 : Log lithostratigraphique [Source : geol-alp.com]



III.3.4. Hydrogéologie

Les conditions géologiques sont telles en Dévoluy que l'alternance de marnes, de calcaire et de marno-calcaires sur plus de 1500 m ne permet pas d'escompter des réserves d'eau souterraines importantes.

La seule possibilité pour constituer un réservoir souterrain dans les calcaires non poreux est que ceux-ci soient caverneux, ce qui est le cas des calcaires sénoniens. C'est la formation aquifère la plus importante du massif.

Néanmoins, les grès verts tertiaires fissurés ; les dépôts glaciaires ; les éboulis et les horizons chevauchants et disloqués de calcaires sénoniens peuvent constituer des systèmes aquifères dans la mesure où ils sont installés sur des formations imperméables (moins perméables). Les débits obtenus aux meilleures sources dans ces cas-là ne dépassent pas 20 L/s, alors qu'aux exurgences du karst, le débit est de plusieurs m³/s.

La présence de telles formations permet donc l'existence des eaux de surfaces en Dévoluy qui constituent actuellement la source d'alimentation en eau des populations.

Le karst des calcaires sénoniens en Dévoluy affecte non seulement le calcaire sénonien mais aussi les formations qui l'encadrent : complexe de base de la série tertiaire, essentiellement calcaire, ainsi qu'une partie des formations calcaires sous-jacentes.

Les conditions de pénétration de l'eau dans les calcaires sont favorables : grandes surfaces d'affleurement à faible pente. De plus, les conditions particulières d'absorption qui caractérisent la morphologie karstique sont bien développées : lapiaz, dépressions fermées, vallées séchées, pertes, *chouruns* (gouffres). Ces derniers restent des caractères marquants de ce karst. On en dénombre actuellement plus d'une centaine, tous installés dans des fractures ou des joints de stratification préalablement décollés par le jeu de la tectonique ; leur profondeur peut être importante : elle varie pur les plus profonds entre 300 et 958 m (chourun des Aiguilles).

Les exurgences du karst sont peu nombreuses : elles se situent dans la partie Nord du massif, de part et d'autre de la Souloise, et se répartissent respectivement sur la rive droite : *la Grande Gillarde* et, pour la rive gauche, l'ensemble des *Petites Gillardes*. La première est permanente, les secondes temporaires. Ces sources drainent les eaux tombées sur l'ensemble des calcaires sénoniens du Dévoluy. Leur indice de variabilité est élevé puisque les débits moyens journaliers s'étalent entre 1 m³/s et 35 m³/s en moyenne.

En amont des Gillardes, sur la rive droite de la Souloise dans la zone centrale du Dévoluy, se situent deux exurgences temporaires : *le Puits des Bans* et la *grotte de Crèveœur* ; ces deux cavités font partie d'un même système hydraulique souterrain. Si la fréquence des sorties d'eau est très faible, par contre le niveau dynamique que l'on rencontre à l'intérieur du Puits des Bans évolue au gré de l'alimentation et de la vidange du karst.

Les connaissances actuelles conduisent à envisager le transit de l'eau dans les calcaires comme devant correspondre au schéma suivant : après infiltration, l'eau suit un parcours quasi vertical qui la conduit à un réseau noyé dans lequel elle circule en direction des Gillardes. Les hauteurs de cheminement vertical ainsi que le gradient de la zone noyée dépendent de l'état hydraulique du karst.



III.3.5. Tectonique

On peut distinguer les effets des étapes successives de l'évolution tectonique Alpine :

- **Phase de plissements anté-sénoniens.**

Cette phase débute dès le Turonien inférieur, mais les mouvements se poursuivent jusqu'à l'aube du Coniacien. Elle aboutit à la mise en place de plis droits ou déversés vers le Nord, orientés NE-SW à E-W, observables sur le pourtour du massif du Dévoluy.

- **Phase des plissements anté-nummulitiques.**

La bordure du Champsaur montre un certain nombre de plis NW-SE déversé vers le Sud. Ces plis sont recouverts en discordance par le Nummulitique ; ils sont orientés à peu près N 130°E et ne possèdent donc aucunement les caractères des plis anté-sénoniens du Dévoluy.

- **Phase des fractures nummulitiques.**

Un certain nombre d'accidents cassants ont fonctionné avant la sédimentation du Nummulitique tout en affectant les terrains sénoniens : l'épisode d'érosion continentale, productrice de conglomérats, qui précède la transgression marine de l'Eocène supérieur correspond donc à une phase tectogénétique qui semble principalement distensive et distinctive, par conséquent, des phase précédentes.

D'autres accidents ont fonctionné pendant le début de la sédimentation nummulitique : tel est le cas des failles des versants sud et Est de la montagne de Gicon dont le fonctionnement s'est notamment accompagné de la formation d'olistolithes. Une composante de rejet coulissant N-S se manifeste au cours de cette étape.

- **Phase des plissements post-nummulitiques.**

Cette phase est responsable de la formation des grands plis orientés sensiblement NNW-SSE qui affectent notamment le Sénonien et le Nummulitique du Dévoluy : il s'agit dans l'ensemble de structures à grand rayon de courbure qui paraissent associées à l'apparition d'une schistosité d'azimut moyen N 140° à N 180°. En outre elle a permis le développement de grands chevauchements vers l'Ouest qui s'observe, au cœur du Dévoluy et à sa bordure orientale.

Les grands plis méridiens du Champsaur oriental et du Beaumont méridional sont sans doute à rapporter à cette phase ; ils constituent un synclinorium limité du côté Est par le cristallin de la bordure du massif du Pelvoux, plus ou moins renversée vers l'Ouest. La schistosité méridienne y affecte pratiquement tous les niveaux stratigraphiques.

Il faut probablement rapporter en outre à une étape tardive de cette phase de déformation le jeu coulissant d'un certain nombre de failles orientées NE-SW qui ont alors enregistré des mouvements dextres.



III.3.6. Sismotectonique

D'un point de vue sismique, la région est classée en zone d'aléa sismique modéré [fig. 15]. Le nouveau zonage réglementaire n'est pas encore paru. Il est toujours en cours de discussion au Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable.

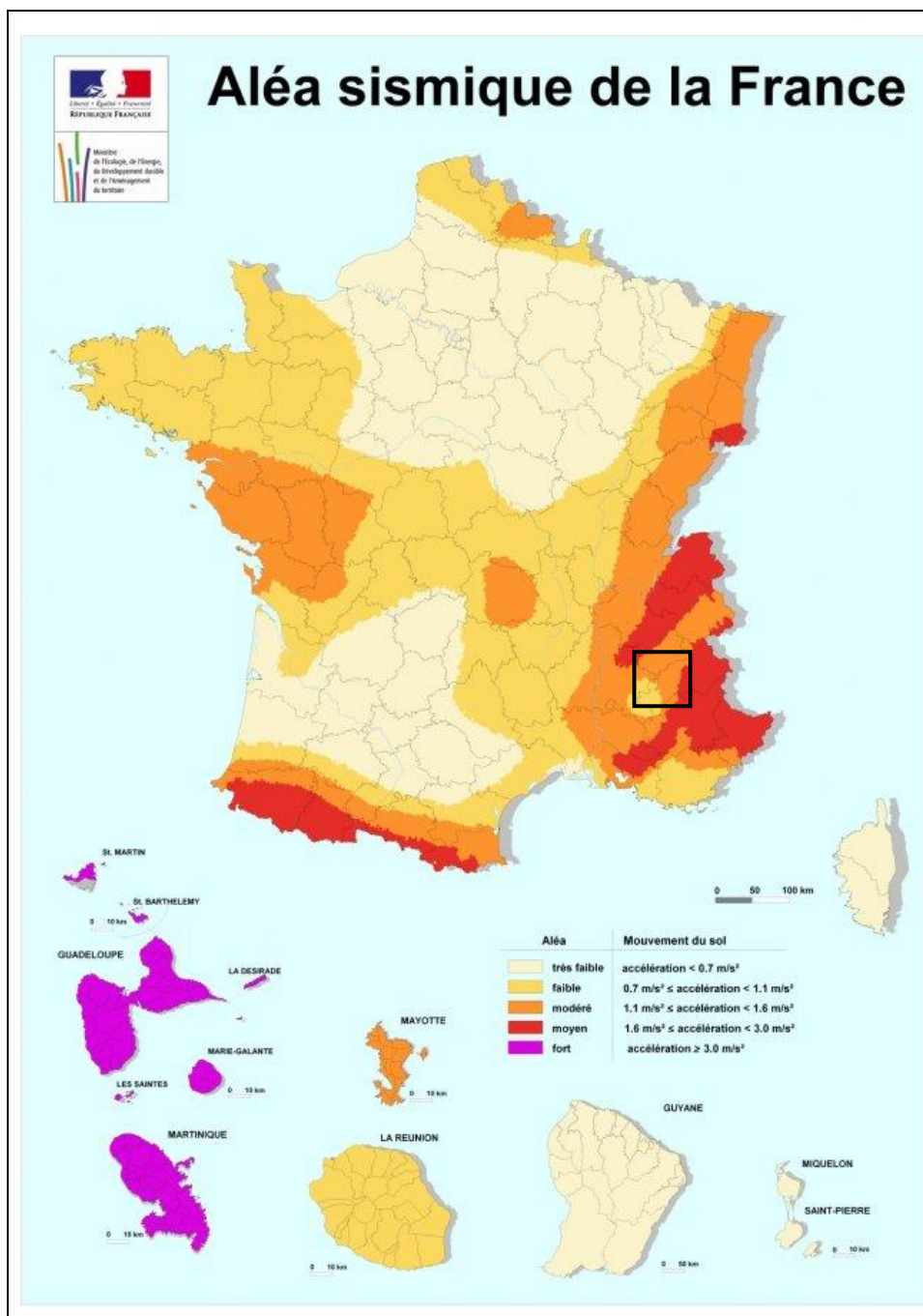


Figure 15 : Carte nationale d'aléa sismique [Source : BRGM]

Remarque : Bien que de faible intensité, la sismicité est un facteur d'amplification et donc d'aggravation importante des phénomènes mouvements de terrain. C'est pourquoi, l'influence des séismes (effet dynamique) est prise en compte par une majoration, en général, des aléas d'éboulement et de glissement et un changement possible de la qualification de ces aléas.



III.4. Contexte climatique

La région du Dévoluy se situe dans le domaine de haute montagne avec des vallées à plus de 1000 m d'altitude et des sommets à plus 2500 m d'altitude. Le Dévoluy connaît un climat montagnard, mais est tout de même plus doux que dans d'autres massifs des Alpes car cette région reste exposée à l'air méditerranéen.

Cette zone se trouve à la frontière de plusieurs zones humides :

- au Nord : la bordure occidentale des Alpes, constituée des Préalpes et d'une partie de la chaîne cristalline Belledune-Oisans, sous l'influence des pressions atlantiques d'Ouest et de Nord-Ouest ;
- à l'Est : la chaîne du Vercors, seconde ligne après le Massif Central touchée par les dépressions d'Ouest ;
- au Sud : la plaine de la Durance, arrosée par les flux de Sud-Ouest et de Sud ;
- au Sud-Est : les massifs autour de Digne jusqu'au Lac de Serre-Ponçon, soumis au flux de Sud venant de Méditerranée.

Des effets de barrières dus au relief important limitent sensiblement l'intensité et la quantité de précipitations neigeuses par dépression atlantique de Nord-Ouest ; de même, les hauts massifs de Provence captent une grande partie des précipitations abondantes apportées par les dépressions venant de Méditerranée.

Il faut noter une différence notable entre les saisons à neige (décembre à mars) et celles à pluies (juillet à octobre). Si l'enneigement est moyen sans doute même en conditions extrêmes, il n'en est rien des pluies qui peuvent être abondantes lors du passage de perturbation méditerranéenne très active.

La station météorologique la plus proche de la zone d'étude est située à Saint-Bonnet en Champsaur (**Tableau 1**). Elle nous renseigne sur les conditions climatiques locales.

Tableau 1 : Données climatologiques relatives à la station de Saint-Bonnet en Champsaur
(altitude : 1015 m) (source : www.meteodesorres.com)

	Janv.	Fev.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Aout	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
Température Maxi (moy. en °C)	5.4	7.1	11.6	13.4	19.2	21.9	25.2	25.5	19.8	14.3	8.3	5.3	14.8
Température Mini (moy. en °C)	-4.0	-3.9	-0.6	1.5	6.0	8.6	10.9	11.1	7.6	4.3	-0.1	-2.8	3.2
Records de chaleur	18.8	19.2	24.5	24.0	29.1	33.2	34.1	33.9	30.2	25.4	20.7	15.4	34.1
Records de froid	-16.5	-19.7	-11.6	-8.0	-4.2	1.0	2.6	2.6	-1.3	-5.1	-13.6	-15.7	-19.7
Précipitations (moy. en mm)	84.4	44.0	37.7	97.4	61.8	87.4	60.1	62.9	151.4	154.9	154.0	107.6	1103.6
Nombre moyen de jours avec gel	25.0	23.3	17.5	10.6	0.9	-	-	-	0.1	3.2	14.6	23.6	118.8

Les tendances climatiques sont les suivantes:

- Température moyenne annuelle minimale : + 0,9°C ;
- Température moyenne annuelle maximale : + 13°C ;
- Nombre de jours de chaleur ($T_x \geq 25^\circ\text{C}$) : 36 j/an ;
- Nombre de jours de gel ($T_n \leq 0^\circ\text{C}$) : 163j/an ;
- Nombre de jours sans dégel ($T_x \leq 0^\circ\text{C}$) : 22j/an ;



- Record de froid : - 25°C ;
- Record de chaleur : + 34,3°C.

Le cumul moyen des précipitations sur un mois est de 92mm, soit 1104mm/an en moyenne (moyenne sur 48 années). Il existe **[fig. 16 et 17]** :

- Une période sèche (juillet et août, avec moins de 60mm/mois de pluie en moyenne)
- Une période humide (octobre et novembre avec environ 130 à 140mm de pluie par mois en moyenne)

On note une certaine homogénéité des cumuls de précipitations pour les autres mois.

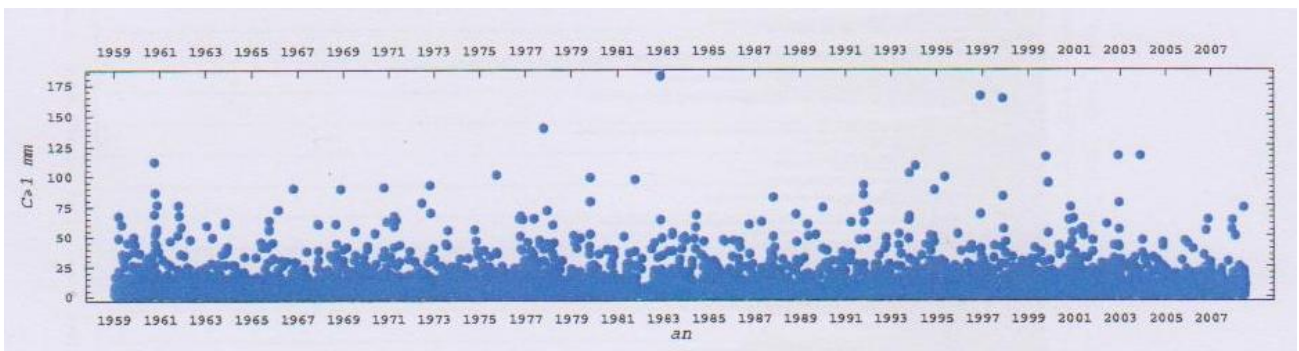


Figure 16 : Répartition dans le temps des précipitations journalières sur Saint-Etienne-en-Dévoluy (1959-2008) [Source : Toraval Ingénieurs-conseils]

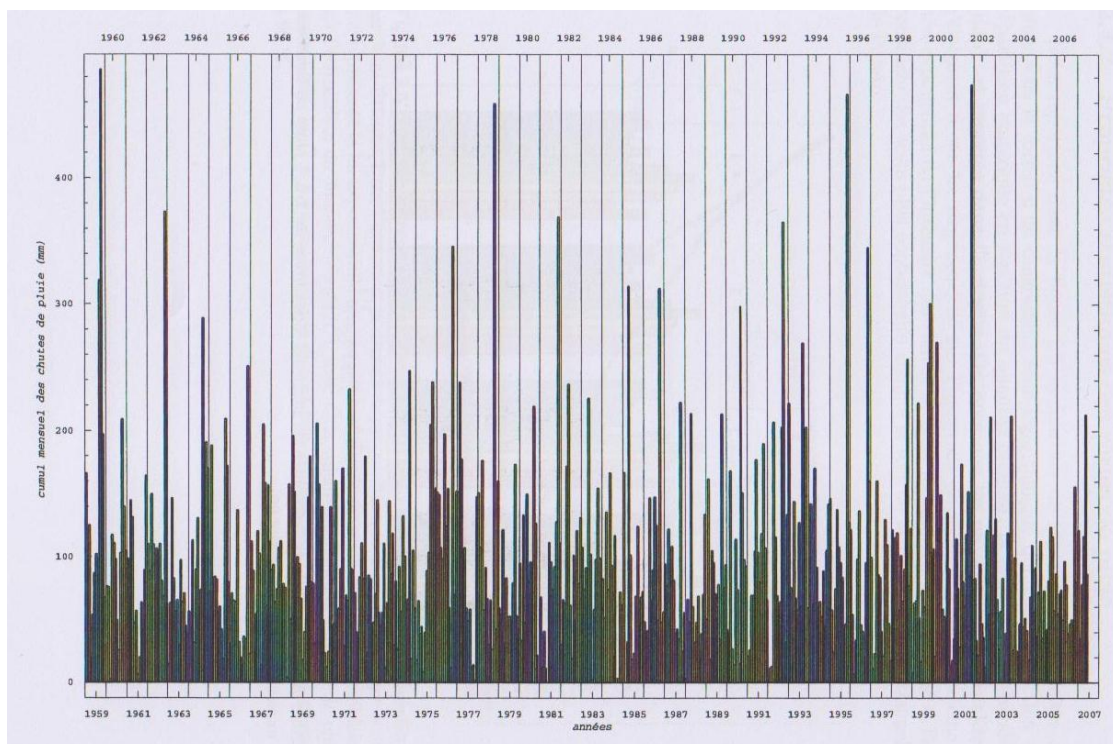


Figure 17 : Variation dans le temps des cumuls mensuels de pluie sur Saint-Etienne-en-Dévoluy (1959-2007) [Source : Toraval Ingénieurs-conseils]



Pour ce qui est du cumul de neige [fig. 18 et 19] sur une saison entière (de décembre à avril), le maximum a été observé en 1999 avec 338cm, tandis que le minimum a été mesuré en 2000 avec 92cm. Le cumul moyen des chutes de neige sur une saison est de 144cm (moyenne sur 31 années).

L'épaisseur maximum du manteau neigeux a été mesuré en février 1978 avec plus de 120cm de neige au sol.

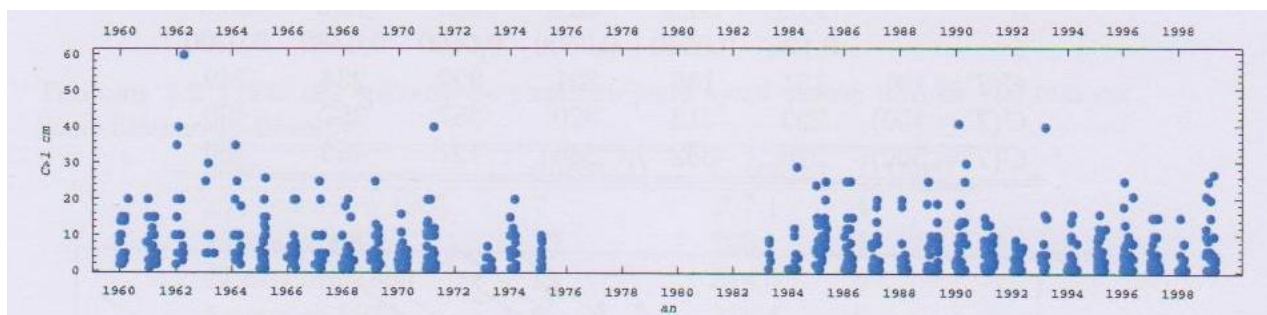


Figure 18 : Répartition dans le temps des chutes de neige journalières sur Saint-Etienne-en-Dévoluy (période de mesure discontinue de 1968 à 2008) [Source : Toraval *Ingénieurs-conseils*]

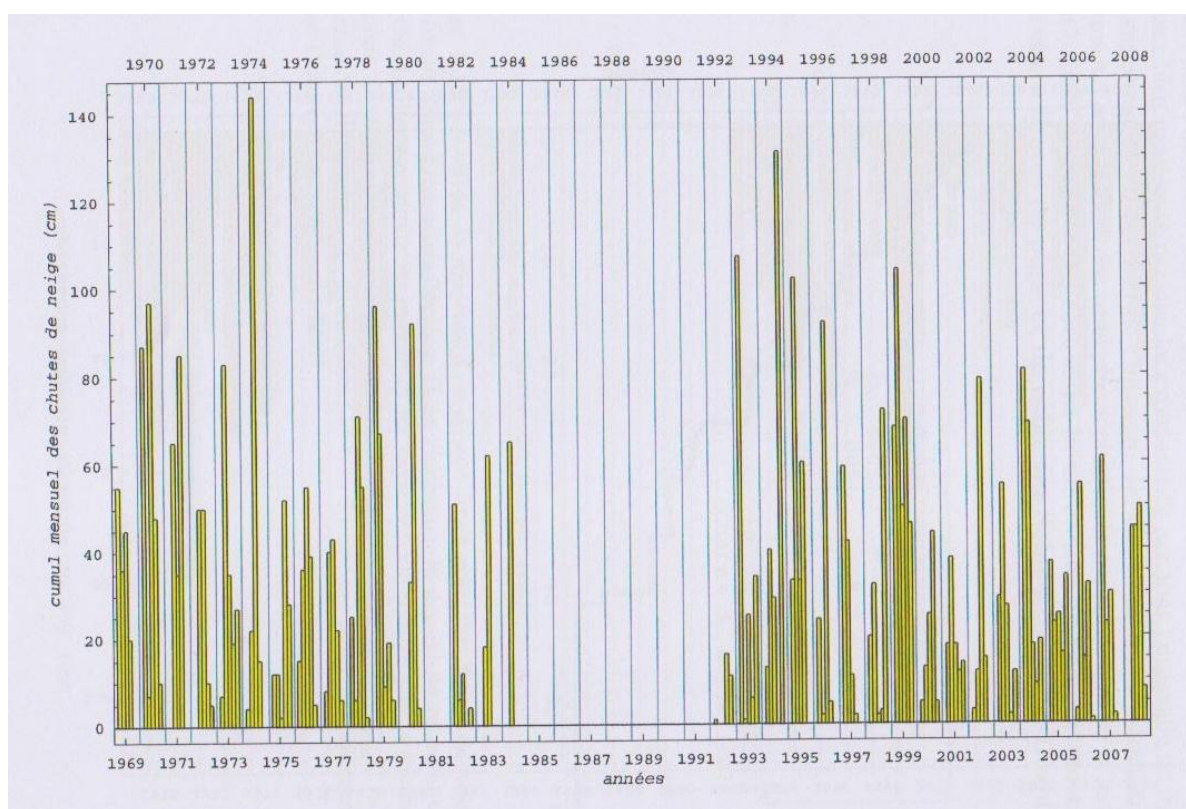


Figure 19 : Variations dans le temps des cumuls mensuels de neige sur Saint-Etienne-en-Dévoluy (1968-2008) [Source : Toraval *Ingénieurs-conseils*]



III.5. Hydrographie

Le réseau hydrographique de la zone d'étude se développe autour du torrent de la Souloise.

Sur Saint-Etienne-en-Dévoluy, la superficie du bassin versant au droit du bourg est de 32 km². Le débit courant de la Souloise est de 39 m³/s et peut atteindre exceptionnellement les 194 m³/s.

La Souloise est alimentée par plusieurs torrents, tels le Rif, le rif Ladoux, le torrent de la Gearette, le torrent de Merdarel, le Riou, le rif Froid ; et par de nombreux talwegs secs réactivés lors de fortes précipitations ou lors de la fonte des neiges. Un second cours d'eau est présent sur Saint-Etienne. Il s'agit du torrent de Rioupes qui s'écoule parallèlement à l'Ouest du torrent de la Souloise.

Le massif du Dévoluy est un massif calcaire affecté par le modelé karstique. On y trouve donc des vallées séchées ; des gouffres, appelés ici des chouruns [fig. 20] ; et des exurgences.

Sur Saint-Etienne plus de 200 cavités naturelles sont également répertoriées. Celui de La Fille est de plus de 1500m de développement. Plusieurs exurgences au niveau du Près du Col au Sud-Est de la commune qui se raccordent à la Souloise ; et quelques marais aux alentours du hameau Les Cypières et au niveau de la Joue du Loup.

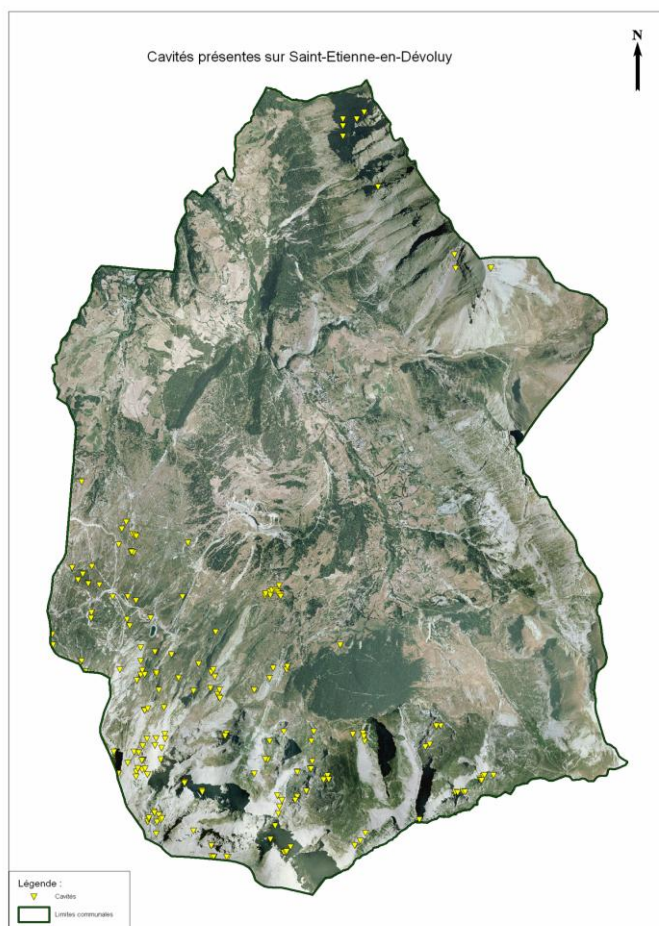


Figure 20 : Cavités naturelles répertoriées sur la zone d'étude par le BRGM [Sources : InfoTerre, IMS_{RN}]



IV. Cartographie informative des phénomènes naturels à risques

IV.1. Méthodologie

La méthodologie préconisée pour la réalisation de ce **PPR**, suit les recommandations mentionnées dans les guides généraux concernant l'élaboration des **PPR** du Ministère de l'Équipement, des Transports, de l'Aménagement du Territoire, du Tourisme et de la Mer.

D'après ces différents guides, le zonage réglementaire du **PPR** repose sur l'estimation des risques qui dépend de l'analyse des phénomènes naturels susceptibles de se produire et de leurs conséquences possibles au plan de l'occupation des sols et de la sécurité publique.

Cette analyse comprend **3 étapes préalables au zonage réglementaire**.

Chacune de ces étapes a donné lieu à l'établissement de documents techniques et/ou cartographiques qui, bien que non réglementaires, sont essentiels à l'élaboration et à la compréhension du **PPR** et doivent nécessairement y être annexés.

La démarche aboutissant à la qualification et la cartographie des aléas se décompose en **6 étapes principales [Fig. 21]**.

1. **Recherche historique** concernant les événements survenus dans le passé, leurs effets et leurs éventuels traitements. Recherche bibliographique par consultation des archives communales, municipales ainsi que des archives de services instructeurs tels la DDE, le CETE ou encore le RTM et enquête orale auprès des élus et des habitants de la commune.
2. **Reconnaissance** des phénomènes naturels par analyse et interprétation des photographies aériennes et étude de terrain, évaluation de leur instabilité et leur classification en fonction de leur degré d'activité relative.
3. **Etude géologique, géomorphologique, hydrogéologique et géotechniques : exploitation des données existantes** et étude de terrain.
4. **Elaboration d'une base de données** (BD ACCESS 2000, Mapinfo) et de **fiches techniques descriptives** des sites représentatifs des phénomènes présent sur la zone d'étude à partir de l'analyse de l'ensemble des événements recensés et validés lors des étapes précédentes.
5. **Cartographie des phénomènes naturels** : carte informative des phénomènes naturels à l'échelle de la zone d'étude au 1/10000e (avec zoom au 1/5000).
6. **Qualification et cartographie des aléas** (nature, niveau et qualification) à l'échelle de la zone d'étude au 1/10000e (avec zoom au 1/5000). les phénomènes de petite ampleur n'apparaissent pas à cette échelle (voir carte des aléas mouvements de terrain).



METHODOLOGIE PRECONISEE POUR L'ELABORATION DU PPR

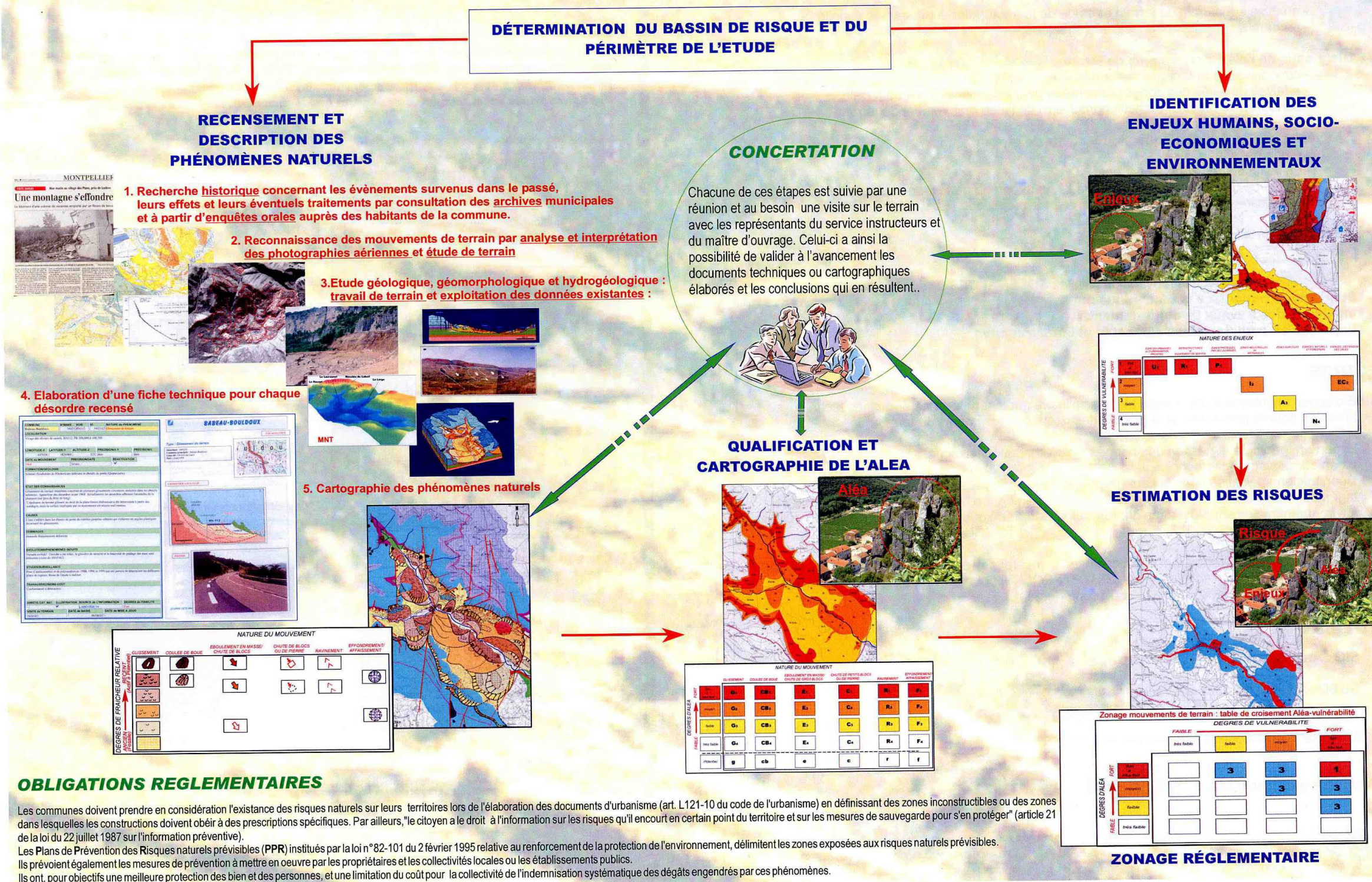


Figure 21 : Méthodologie préconisée pour l'étude du Risque Mouvements de terrain [Source : IMS_{RN}]



IV.2. Eléments historiques concernant les phénomènes naturels affectent la commune de Saint-Etienne-en-Dévoluy

Pour quantifier et cartographier les phénomènes naturels à risques sur tout le territoire communal de Saint-Etienne-en-Dévoluy, il convient d'effectuer en premier, un recensement des phénomènes déjà constatés sur la commune, et ceci afin de préciser la nature et la localisation potentielle de ces phénomènes.

Le recueil des informations a été réalisé de la manière la plus complète possible. Nous avons utilisé les sources d'informations suivantes : *les archives communales et départementales ; les documents des services de l'équipement et RTM ; documents des bureaux d'études ; ouvrages généraux et travaux de recherche ; banques de données ; plans, cartes, photographies ; dossiers catastrophes naturelles ; témoignages oraux et enquête de terrain ; ...*

La consultation des archives et l'enquête menée auprès, des élus, de la population et des services déconcentrés de l'état nous ont permis de recenser **105 événements historiques¹** connus sur la commune depuis **1825 jusqu'à nos jours [Voir tableau ci-après]**, ils ont pu être localisée, **[Fig. 22]**.

Les données ainsi obtenues ont été dans la mesure du possible vérifiées, confirmées et complétées par l'examen sur le terrain des traces résultant d'évènements anciens ainsi que par l'observation des indices actuels dans le cas des phénomènes évolutifs.

L'ensemble de ces données peut être considéré comme représentatif des phénomènes susceptibles de se produire sur la commune. L'analyse de ces données combinée aux observations de terrain nous ont permis d'établir la typologie des phénomènes susceptibles de se produire, et surtout d'identifier les configurations (hydrologie, lithologie, géométrie, fracturation, pente, etc.) qui sont favorables au déclenchement de tels phénomènes. Ces données constituent par ailleurs, une étape fondamentale d'une démarche d'expertise permettant de faciliter la prise en compte de ces phénomènes dans toute la commune, dans un cadre de prévention des risques naturels.

Un arrêté de reconnaissance de catastrophe naturelle a été pris ; **[Voir tableau ci-après]**.

¹ Il convient de rappeler à ce niveau, qu'il serait préférable de considérer les données historiques avec une certaine prudence. D'une façon générale, la densité et la répartition des informations historiques et leurs précisions sont beaucoup plus grandes dans les zones habitées ou fréquentées régulièrement ; c'est donc dans ces zones que les événements passés sont les mieux connus, ce qui ne signifie évidemment pas qu'il ne s'en produisit pas dans d'autres secteurs. Par ailleurs, en période de crise importante (guerre, famine, épidémie, ...), Ce type d'informations concernant les risques naturels (inondations, mouvements de terrain, séismes, ...), passent généralement en second plan et ne sont pas souvent signalés dans les archives.



N°	DATE	COMMUNE	LOCALISATION	TYPE DE PHENOMENE	DEGATS	OBSERVATIONS	SOURCE
001	01/09/1825	Saint-Etienne-en-Dévoluy	Torrent la Souloise	Crue torrentielle	3 moulins détruits, RN, CD, CV, ponts		RTM 05
002	08/10/1836	Saint-Etienne-en-Dévoluy		Ravinement	Maisons endommagées, terrains ravinés ou engravés	Ravinements	RTM 05
003	1901	Saint-Etienne-en-Dévoluy	Torrent le Rif	Crue torrentielle	D17 coupée		RTM 05
004	06/10/1907	Saint-Etienne-en-Dévoluy	Torrent la Souloise-quartiers de la Lauze et de la Ferrière	Crue torrentielle	Terres agricoles		RTM 05
005	22/07/1914	Saint-Etienne-en-Dévoluy	Torrent la Souloise	Crue torrentielle	Pont de Ferrières détruit, nombreux ponts (Forest, Enclus, accès aux Cypières) endommagés. Terres cultivables endommagées		RTM 05
006	12/03/1951	Saint-Etienne-en-Dévoluy	Le Prés	Crue torrentielle	Route empruntée sur 200 ml en sortie du hameau du Rès		RTM 05
007	20/02/1973	Saint-Etienne-en-Dévoluy	Carrière du Goutail	Glissement de terrain		Le risque de glissement de terrains bordant la carrière n'est pas exclu	Rapport n°348/SDRTM
008	17/10/1979	Saint-Etienne-en-Dévoluy	Truziaud-Parcelle n°177	Glissement de terrain		Un éventuel glissement de terrain qui, s'il n'est pas évident, n'est pas à exclure	Rapport RTM
009	09/06/1980	Saint-Etienne-en-Dévoluy	Les Piboulas-Parcelle n°36	Glissement de terrain	Parcelle en pente forte (60-70%) et fait partie intégrante d'une zone en glissement généralisé	La confection de voies d'accès et d'aires de stationnement pour un camping risque de provoquer une accélération du glissement et la déstabilisation rapide du CD dont la stabilité est déjà très précaire	Rapport RTM
010	10/07/1980	Saint-Etienne-en-Dévoluy	Les Piboulas-Parcelle G40	Glissement de terrain		La parcelle appartient à un ensemble de terrains ayant glissé à une époque géologique récente, et en cours de consolidation plus ou moins rapide. La Souloise peut encore déstabiliser cette zone par affouillement	Rapport n°641/SDRTM
011	11/1982	Saint-Etienne-en-Dévoluy	Les Piboulas-les Sagnes/Piboulas/le Villard	Glissement de terrain	Non	Glissement. Zone instable signalée	RTM 05
012	11/1982	Saint-Etienne-en-Dévoluy	Bois Rond-route forestière	Glissement de terrain	Non		RTM 05
013	19/01/1983	Saint-Etienne-en-Dévoluy	Camping municipal	Travaux		Renforcement du bourrelet de tout-venant réalisé dans le coude amont rive droite par un tapis d'enrochements (blocs de 300 l). Il conviendra également d'aménager la confluence du petit torrent qui franchit la route à ce niveau (buse et enrochement). A long terme : épis	Rapport RTM
014	30/03/1984	Saint-Etienne-en-Dévoluy	Bois Rond (EPA n°2)-Têtes Rondes	Avalanche	2 morts	Avalanche mixte (plaque+neige fraîche). Vent fort faisant suite à des chutes de neige de 20 à 50 cm les 3 jours précédents. Déclenchement accidentel	RTM 05
015	28/12/1986	Saint-Etienne-en-Dévoluy	Chabournasse (EPA n°7)	Avalanche	Quelques arbres arrachés sur la bordure inférieure du couloir. RD517 coupée. Dépôt de neige mêlée d'arbres sur 2m d'épaisseur	Avalanche de plaque	RTM 05
016	06/07/1987	Saint-Etienne-en-Dévoluy	Torrent de Chabournasse	Crue torrentielle	Coupure du CD517 par une masse de matériaux d'une hauteur de 2m environ sur 10m de large. Engravement partiel des champs particuliers situés sur le cône de déjection	Lave torrentielle. Dépôts de matériaux	RTM 05
017	19/08/1988	Saint-Etienne-en-Dévoluy	Hameau de l'Enclus - Parcelle I/940	Glissement de terrain	Mur de soutènement fendu verticalement, scindé en 2 parties désolidarisées.	Présence d'une source. Ces désordres et indices dénotent une qualité et une tenue du terrain douteuse. Réfection du mur de soutènement avec barbacanes + réalisation d'un nouveau mur en limite de la parcelle I/941	Rapport n°575/SDRTM
018	05/06/1989	Saint-Etienne-en-Dévoluy	Les Sagnes - Parcelle I/1045	Glissement de terrain		Parcelle ayant glissé à une époque géologique relativement récente, et qui ne paraît pas encore consolidée. Des mouvements de terrains se manifestent sur la chaussée du CD. Une extension du phénomène vers les parcelles au sud ainsi qu'à l'aval du CD ne peut pas être totalement écartée	Rapport n°425/SDRTM



N°	DATE	COMMUNE	LOCALISATION	TYPE DE PHENOMENE	DEGATS	OBSERVATIONS	SOURCE
019	22/06/1989	Saint-Etienne-en-Dévoluy	Télési du Mur	Avalanche		Le projet du télésiège est traversé par deux coulées de neige provenant du versant gauche en regardant vers le haut	Rapport n°496/SDRTM
020	06/07/1990	Saint-Etienne-en-Dévoluy	Hameau de l'Enclus-Parcelle I/940	Travaux		2 murs de soutènements prévus. Une seule rangée de barbacanes à la base paraît insuffisante. Tenue des terrains douteuse : comblement de l'excavation indispensable	Rapport n°489/SDRTM
021	24/11/1990	Saint-Etienne-en-Dévoluy	Torrent du Merdarel	Crue torrentielle	Erosion de berges	Mr le Maire propose aux conseillers de demander aux services RTM d'établir un avant-projet sommaire des travaux à effectuer. Il serait rationnel de prévoir le traitement du torrent et de ses 2 berges, depuis le CD17 jusqu'à sa confluence avec la Souloise	Registre des délibérations
022	06/03/1993	Saint-Etienne-en-Dévoluy	Eglise	Travaux	Fissures sur le mur situé sous l'église	Ce mur a fait l'objet d'un suivi fissurométrique durant un an. Décollement d'1 mm environ par mois. Fissuration relativement importante sous le retour du mur à l'angle sud-est. Autres fissures suivant la plupart des joints. Décollement du parement de pierre. Le Maire suggère que l'on fasse des sondages afin de savoir où trouver du rocher pour déterminer les points d'ancrage	Registre des délibérations
023	08/10/1993	Saint-Etienne-en-Dévoluy	Bois Rond-Route forestière	Glissement de terrain	3 à 4 ha de forêt de résineux. Route forestière emportée sur 200 m. Prés endommagés	Réfection de la route, nouvelle plateforme avec drains, fossés et empiérement dans la traversée du glissement	RTM 05-Rapports n°794-124-48/SDRTM
024	08/10/1993	Saint-Etienne-en-Dévoluy	Pra Loubière	Glissement de terrain	Conduite AEP coupée sur 100 à 110 ml	Glissement du talus aval de la plateforme	RTM 05
025	01/12/1993	Saint-Etienne-en-Dévoluy	Bois Rond	Glissement de terrain	Glissement du 08/10/1993. 4 ha de parcelles plantées. Problème d'accès au Bois Rond	Une indemnisation des propriétaires privés reste possible par l'intermédiaire de la procédure des calamités agricoles. Demande que ce glissement soit déclaré zone sinistrée. L'ONF propose un autre accès à la forêt du Bois Rond au vu du rapport pessimiste de RTM	Registre des délibérations
026	04/02/1994	Saint-Etienne-en-Dévoluy	Bois Rond	Glissement de terrain	Route d'accès au Bois Rond lors du glissement du 08/10/1993	Les conseillers municipaux demandent s'il n'est pas possible de rétablir l'accès traditionnel. Dans le cas contraire, il faudra prévoir un autre tracé. M. Espinasse demande s'il n'est pas inutile de prévoir à nouveau la route au même endroit au cas où un glissement de terrain viendrait à se produire. Travaux de restauration : calibrage du torrent, enrochement, construction de la plateforme, creusement du fossé, busages	Registre des délibérations-Rapport n°932/SDRTM
027	12/07/1994	Saint-Etienne-en-Dévoluy	Camping des Auches	Crue torrentielle	CARIP (cellule d'analyse des risques et d'information préventive) : camping soumis à des risques torrentiels	CARIP prescrit la mise en place de dispositions (plan d'alerte et d'évacuation, dépliants d'information sur les risques et la conduite à tenir, enrochement, digue au droit du terrain de camping, clôture le long du torrent)	Registre des délibérations
028	12/07/1994	Saint-Etienne-en-Dévoluy	Cabane du Noyer	Avalanche	Cabane du Noyer emportée par une avalanche	Cabane reconstruite au cours du mois de juin 1994 : 44144,33 F	Registre des délibérations
029	19/09/1994	Saint-Etienne-en-Dévoluy	Torrent de la Souloise	Divers	A la suite de fortes pluies, la Souloise s'est déplacée et menace sa rive gauche.	Il est urgent d'entreprendre des travaux de confortement avec enrochements et recalibrage, avant l'hiver et la fonte de neiges au printemps	Rapport n°932/SDRTM
030	05/10/1994	Saint-Etienne-en-Dévoluy	Bois Rond	Travaux		Construction d'une plate-forme, empiérement, travaux de reverdissement	Registre des délibérations
031	02/12/1994	Saint-Etienne-en-Dévoluy	Torrent de la Souloise-route de Bois Rond	Glissement de terrain	Affaissement du chemin rural. Affouillement de la Souloise	Une protection complète devrait aller jusqu'au pont, ou au moins jusqu'au bâtiments, situés à l'aval du site en question	Rapports N°1120-1197/SDRTM
032	02/1995	Saint-Etienne-en-Dévoluy	Les Clos	Glissement de terrain	Non	Reprise d'un ancien glissement. Les gros blocs semblent stables mais écoulement de terre entre les blocs. Ce glissement (40*70m) serait susceptible d'entraîner la mise en mouvements de blocs de grande dimension	RTM 05-Rapport RTM
033	22/04/1995	Saint-Etienne-en-Dévoluy	Les Clos	Glissement de terrain	Risque pour la conduite AEP qui passe sous le glissement	Aggravation du phénomène (02/1995). Les gros blocs ne bougent pas mais la terre continue de descendre. De nombreuses sources se manifestent dans le champ en contrebas	RTM 05



N°	DATE	COMMUNE	LOCALISATION	TYPE DE PHENOMENE	DEGATS	OBSERVATIONS	SOURCE
034	22/05/1995-04/06/1995	Saint-Etienne-en-Dévoluy	Crête de Foisie, montagne des Barges	Chute de blocs/pierres		Basculement d'une écaïlle rocheuse bordant le Pic de Bure (250000 m3 ?). Un éboulement ultérieur d'intensité plus faible semble s'être déroulé le 10/06/1995. L'exposition des accès aux voies d'escalade du Pic de Bure est en conséquence accrue	Rapport N°742/SDRTM
035	07/07/1995	Saint-Etienne-en-Dévoluy	Camping des Auches	Travaux		Projet de protection contre les crues de la Souloise : enrochement (800 tonnes) : 95000 F	Registre des délibérations
036	02/08/1995	Saint-Etienne-en-Dévoluy	Truziaud	Travaux		Compte rendu des travaux engagés pour l'entretien des bâtiments et des voies communales : mur de soutènement à Truziaud, Chapelle de Courtil, école)	Registre des délibérations
037	02/08/1995	Saint-Etienne-en-Dévoluy	Torrent de Cognible-Maison Point	Travaux		Questions qui restent à régler : le busage du torrent de Cognible au droit de la Maison Point. Le Maire souligne l'urgence de ce problème	Registre des délibérations
038	04/06/1995	Saint-Etienne-en-Dévoluy	Le vallon d'Âne-Pas du Follet	Chute de blocs/pierres	Peut-être quelques mouflons et/ou chamois. Accès à la voie d'escalade du pic de Bure rendu dangereux:éboulis instables, chutes de pierres	Eroulement d'un panneau de la falaise à proximité du pic de Bure (environ 100 à 150000 m3)	RTM 05
039	12/06/1995	Saint-Etienne-en-Dévoluy	Télési du Mur	Divers		La nature karstique du sous-sol ne permet pas d'exclure l'éventualité d'effondrements potentiels futurs liés au phénomène de dissolution des calcaires	Rapport n°686/SDRTM
040	1996	Saint-Etienne-en-Dévoluy	Piste du Bois Rond	Glissement de terrain		Indices de déstabilisation anciens : 1983	Rapport n°605/SDRTM
041	06/02/1996	Saint-Etienne-en-Dévoluy	Route forestière du bois Rond - à l'aval, rive droite de la Souloise	Divers	Deux affouillements du talus aval	Projet de consolidation par des enrochements des affouillements de la Souloise	Rapport n°124/SDRTM
042	29/10/1996	Saint-Etienne-en-Dévoluy	U du Collet - A l'ouest en bordure amont de la Combette	Glissement de terrain		G3	POS
043	29/10/1996	Saint-Etienne-en-Dévoluy	U du Collet	Ravinement		E1	POS
044	29/10/1996	Saint-Etienne-en-Dévoluy	U du Collet	Crue torrentielle		T3 (marge de recul) dans le vallon conduisant à la combe au sud	POS
045	29/10/1996	Saint-Etienne-en-Dévoluy	U du Collet	Divers		Faible aléa mouvement de terrain dans le vallon conduisant à la combe au sud	POS
046	29/10/1996	Saint-Etienne-en-Dévoluy	U du Collet	Avalanche		Aléa avalanche très faible dans le vallon conduisant à la combe au sud	POS
047	29/10/1996	Saint-Etienne-en-Dévoluy	U de Rioupes	Glissement de terrain		G2 au Nord en bordure du petit thalweg limitant la zone U du POS	POS
048	29/10/1996	Saint-Etienne-en-Dévoluy	U de Rioupes	Glissement de terrain		G1 au nord	POS
049	29/10/1996	Saint-Etienne-en-Dévoluy	U de Rioupes - zone NA du POS	Glissement de terrain		G2 au nord-est	POS
050	29/10/1996	Saint-Etienne-en-Dévoluy	U de l'Enclus	Glissement de terrain		G3 au sud et à l'est	POS
051	29/10/1996	Saint-Etienne-en-Dévoluy	U de L'Enclus	Glissement de terrain		G1 à l'ouest	POS
052	29/10/1996	Saint-Etienne-en-Dévoluy	U du Villard	Glissement de terrain		G3 au sud	POS
053	29/10/1996	Saint-Etienne-en-Dévoluy	U du Villard (les Nonnes)	Glissement de terrain		G3	POS



N°	DATE	COMMUNE	LOCALISATION	TYPE DE PHENOMENE	DEGATS	OBSERVATIONS	SOURCE
054	29/10/1996	Saint-Etienne-en-Dévoluy	U du Villard	Glissement de terrain		G2 au sud en prolongement vers le Villard de la zone d'aléa fort	POS
055	29/10/1996	Saint-Etienne-en-Dévoluy	U du Villard - Pont du Villard	Crue torrentielle		T3	POS
056	29/10/1996	Saint-Etienne-en-Dévoluy	U des Piboulas	Glissement de terrain		G3 à l'ouest	POS
057	29/10/1996	Saint-Etienne-en-Dévoluy	U des Piboulas	Glissement de terrain		G1 à l'Est mais nécessité de bonne gestion et de bon contrôle des rejets d'eau	POS
058	29/10/1996	Saint-Etienne-en-Dévoluy	U de Champ l'Adrech	Crue torrentielle		T3 dus au torrent de la Sauce au sud et au ravin de la Tune. Marges de recul nécessaires	POS
059	29/10/1996	Saint-Etienne-en-Dévoluy	U de Champ l'Adrech	Glissement de terrain		G3 au nord	POS
060	29/10/1996	Saint-Etienne-en-Dévoluy	U de Champ l'Adrech	Glissement de terrain		G1 au sud de la zone, au dessus de la D17	POS
061	29/10/1996	Saint-Etienne-en-Dévoluy	U de Truziaud	Crue torrentielle		T3 le long du ruisseau au sud. Nécessité de marge de recul	POS
062	29/10/1996	Saint-Etienne-en-Dévoluy	U de Truziaud	Glissement de terrain		G3 au sud-est	POS
063	29/10/1996	Saint-Etienne-en-Dévoluy	U de Truziaud	Glissement de terrain		G1 au sud	POS
064	29/10/1996	Saint-Etienne-en-Dévoluy	U de Truziaud	Crue torrentielle		T1 au nord (problème de busage du torrent de Gearette) et marge de recul par rapport à celui-ci	POS
065	29/10/1996	Saint-Etienne-en-Dévoluy	U de Truziaud	Avalanche		A1 au sud (le Lauson)	POS
066	29/10/1996	Saint-Etienne-en-Dévoluy	U de le Pré	Glissement de terrain		G2 à l'est	POS
067	29/10/1996	Saint-Etienne-en-Dévoluy	U de le Pré	Crue torrentielle		T1 par rapport au ruisseau traversant la zone, marge de recul de part et d'autre de celui-ci. Nécessité d'entretien, de curage et de surveillance du lit	POS
068	29/10/1996	Saint-Etienne-en-Dévoluy	U de Ferrière	Crue torrentielle		T1 en cas de débordement du torrent de Cognible. Marge de recul nécessaire, nécessité d'entretien, de curage et de surveillance du lit	POS
069	29/10/1996	Saint-Etienne-en-Dévoluy	U de le Pin	Glissement de terrain		G1	POS
070	29/10/1996	Saint-Etienne-en-Dévoluy	NA de Charonne	Glissement de terrain		G2	POS
071	12/11/1996	Saint-Etienne-en-Dévoluy	Pra Loubière	Glissement de terrain	Non	Hauteur de glissement : 6 à 8m au-dessus du torrent de Rif Froid. Reprise d'affouillement dans un méandre	RTM 05
072	13/11/1996	Saint-Etienne-en-Dévoluy	Les Clos	Glissement de terrain	Des blocs se sont arrêtés derrière les maisons (1280m). Rupture d'une conduite AEP. Evacuation de 25 habitants. RD coupée	Glissement ayant entraîné des rochers. 20 à 50000m3. Escarpement principal de 5 à 8m de dénivelé	RTM 05
073	13/11/1996	Saint-Etienne-en-Dévoluy	Les Auches-la Souloise	Glissement de terrain	Non	Glissement de talus de faible épaisseur ayant entraîné un arbre	RTM 05
074	02/12/1996	Saint-Etienne-en-Dévoluy	Ferrière-projet de 4 logements HLM	Glissement de terrain		Aléa moyen de mouvement de terrain. Le glissement du 16/11/1996 renforce la nécessité d'une étude préalable	Rapport n°1223/SDRTM
075	06/12/1996	Saint-Etienne-en-Dévoluy	Les Clos	Glissement de terrain	Glissement de terrain du 13/11/1996 : dégâts divers tant sur le réseau d'eau public que sur des maisons particulières	Demande de dépôt de dossier auprès de la Préfecture au titre de la "reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle" pour les frais d'études et de recherches à réaliser par des cabinets de géomètres et de géologues, les frais de remise en état de l'AEP, et pour entreprendre les travaux de confortement du terrain	Registre des délibérations



N°	DATE	COMMUNE	LOCALISATION	TYPE DE PHENOMENE	DEGATS	OBSERVATIONS	SOURCE
076	06/12/1996	Saint-Etienne-en-Dévoluy	Route du Bois Rond	Travaux		Projet de remise en état de la route du Bois Rond pour 342745,20 F TTC	Registre des délibérations
077	09/12/1996	Saint-Etienne-en-Dévoluy	Les Clos	Travaux	Suite au glissement de novembre 1996	Surveillance vigilante des mouvements de la zone glissée, abords et bâti inférieur. Protections : 2 tranchées-merlons, renforcement d'un merlon transversal aval	Rapport N°1253/SDRTM
078	03/04/1997	Saint-Etienne-en-Dévoluy	Truziaud-torrent de la Gearette	Crue torrentielle		Aléa faible d'inondation par débordement du torrent à l'amont du bâtiment existant, réduit par curage et entretien du lit. Erosion de berges en rive gauche, au droit du projet : marge de recul de 5 m nécessaire	Rapport RTM
079	14/05/1997	Saint-Etienne-en-Dévoluy	Les Clos	Glissement de terrain		Présentation de l'avant-projet sommaire des services du RTM estimant le montant des travaux pour la remise en forme et le drainage du terrain à 651240 F TTC	Registre des délibérations
080	14/05/1997	Saint-Etienne-en-Dévoluy	Les Clos	Glissement de terrain		Proposition pour une prospection géophysique relative aux potentialités d'extension du glissement du 13/11/1996 au Nord de sa limite actuelle et aux conditions d'implantation d'une conduite d'eau sur le même versant (36000 F HT). Proposition d'une mission d'assistance technique de la DDAF-RTM relative à l'aide à la définition des études géotechniques et des travaux de stabilisation (20000 F HT). Demande de subvention auprès de l'Etat, du Conseil Régional et du Conseil Général	Registre des délibérations
081	08/10/1997	Saint-Etienne-en-Dévoluy	Hameau de Charonne-projet HLM	Glissement de terrain		Zone d'aléa faible de glissement de terrain	Rapport n°983/SDRTM
082	22/12/1997	Saint-Etienne-en-Dévoluy	Rioupes	Glissement de terrain	Non	Glissement de terrain en rive gauche du torrent des Rioupes. Dénivelé d'environ 20m, à proximité d'un bâtiment	RTM 05
083	28/01/1998	Saint-Etienne-en-Dévoluy	Ferrière	Crue torrentielle		Risque faible d'inondation. Marge de recul de 5 m par rapport au sommet de la berge du torrent	Rapport n°64/SDRTM
084	28/01/1998	Saint-Etienne-en-Dévoluy	Ferrière	Glissement de terrain		Risque faible de glissement de terrain	Rapport n°64/SDRTM
085	11/01/1999	Saint-Etienne-en-Dévoluy	Truziaud - Parcelle F46	Glissement de terrain		Parcelle faiblement soumise au glissement de terrain. Fondations chaînées et drainage sont recommandés	Rapport n°55/SDRTM
086	06/07/1999	Saint-Etienne-en-Dévoluy	Rive gauche du torrent de Rif Froid, dans la série domaniale de Saint Etienne	Glissement de terrain		Cette berge est le siège de glissements de terrain	Rapport n°754/SDRTM
087	06/07/1999	Saint-Etienne-en-Dévoluy	Rive droite du torrent de Rif Froid	Glissement de terrain		Rive droite est le siège de glissements de terrain	Rapport n°754/SDRTM
088	06/07/1999	Saint-Etienne-en-Dévoluy	Rive droite du torrent de Rif Froid	Chute de blocs/pierres		La rive droite du torrent est le siège de chutes de pierres	Rapport n°754/SDRTM
089	20/10/1999	Saint-Etienne-en-Dévoluy	Moulin du Villard	Travaux	Dégradation d'un ouvrage en gabions. Désordres sur l'assise de la RD417. Délabrement d'un seuil	Travaux à réaliser : entretien du lit et des berges de la Souloise en aval et amont, reconstruction d'un seuil, réhabilitation du seuil aval	Rapport RTM
090	09/11/1999	Saint-Etienne-en-Dévoluy	Malmort	Chute de blocs/pierres	08/1996 : chute de blocs sans dommage entre les bâtiments	1994-1995 : travaux de protection pour une maison à l'aval des falaises : écran pare-blocs, consolidation et emmaillotage d'un bloc rocheux). Projet de protection globale de l'ensemble des bâtiments : écran pareblocs déformable en filets, 3m de hauteur, 70m de long	Rapport n°1342/SDRTM
091	20/10/2000	Saint-Etienne-en-Dévoluy	Village	Travaux		Projet concernant des travaux de protection entre la bâtiment de la Poste et l'Eglise : mur de soutènement rehaussé d'un grillage et réfection du parking entre ces bâtiments. Projet estimé à 420 000 F HT	Registre des délibérations
092	07/02/2002	Saint-Etienne-en-Dévoluy	Village	Chute de blocs/pierres		Projet de protection des lieux habités en cours de réalisation entre l'église et la poste	Registre des délibérations
093	07/02/2002	Saint-Etienne-en-Dévoluy	Bâtiment du Roc Roux	Chute de blocs/pierres		Chute de blocs. M. Sarrazin demande s'il faut prendre des mesures par rapport à cette chute de pierres	Registre des délibérations



N°	DATE	COMMUNE	LOCALISATION	TYPE DE PHENOMENE	DEGATS	OBSERVATIONS	SOURCE
094	31/05/2002	Saint-Etienne-en-Dévoluy	Eglise-Ecole	Travaux		Mur de soutènement derrière l'Eglise : inutile : les affleurements rocheux existants stabilisent le talus. Pose d'un grillage de protection contre les chutes de pierres. L'école est actuellement protégée par 2 rangées de grillage	Rapport n°527/SDRTM
095	26/09/2002	Saint-Etienne-en-Dévoluy	Chalets Margot	Travaux		Projet de travaux d'aménagement de la voirie des Chalets Margots	Registre des délibérations
096	04/05/2004	Saint-Etienne-en-Dévoluy	Site de l'IRAM sur le Plateau de Bure	Travaux		Projets de dispositifs de protection pare-blocs ou paravalanches	Rapports n°502-309/SDRTM
097	08/09/2004	Saint-Etienne-en-Dévoluy	SuperDévoluy-projet de circuit de motoneige	Avalanche		Circuit implanté sur des zones qui sont soumises à des risques d'avalanches	Rapport n°979/SDRTM
098	19/11/2004	Saint-Etienne-en-Dévoluy	Bas du village	Travaux		Au cours de la réalisation des travaux de la voie de désenclavement du bas du village, quelques adaptations mineures ont du être réalisées : création de rampes d'accès et de passages busés, plus, imprévisions relatives à la nature du sol (poches de terre végétale)	Registre des délibérations
099	13/12/2004	Saint-Etienne-en-Dévoluy	Route du Pin	Travaux	Mur de soutènement menaçant de s'effondrer	Etude effectuée par la DDE pour sa reconstruction	Registre des délibérations
100	31/01/2006	Saint-Etienne-en-Dévoluy	Montagne de Barges-Vallon d'âne	Avalanche	Sur les 7 militaires du 7ème RMAT de Lyon, 3 sont décédés et 1 est gravement blessé	Avalanche d'une rupture d'une plaque à vent d'1,5m d'épaisseur, pour 250 m de largeur.	RTM 05
101	02/05/2007	Saint-Etienne-en-Dévoluy	Route du Pin	Travaux		Projet de reconstruction d'un mur de soutènement : mur avec enrochements bétonnés	Registre des délibérations
102	26/09/2008	Saint-Etienne-en-Dévoluy	Piboulas	Travaux		Projet de réfection du chemin de Piboulas	Registre des délibérations
103	26/09/2008	Saint-Etienne-en-Dévoluy	Pra Blai	Travaux		Projet de réfection du chemin de Pra Blai	Registre des délibérations
104	30/05/2008	Saint-Etienne-en-Dévoluy	Village	Travaux		Projet de travaux d'aménagement de la traverse du village sur la RD17	Registre des délibérations
105		Saint-Etienne-en-Dévoluy	Chemins vers Truziaud	Travaux		Les chemins vers Truziaud sont à recommencer	Registre des délibérations

Tableau récapitulatif des événements historiques connus sur la commune de Saint-Etienne-en-Dévoluy [Source : IMS_{RN}]



CARTE DES PHÉNOMÈNES NATURELS RECENSÉS SUR LA COMMUNE DE SAINT ETIENNE EN DÉVOLUY

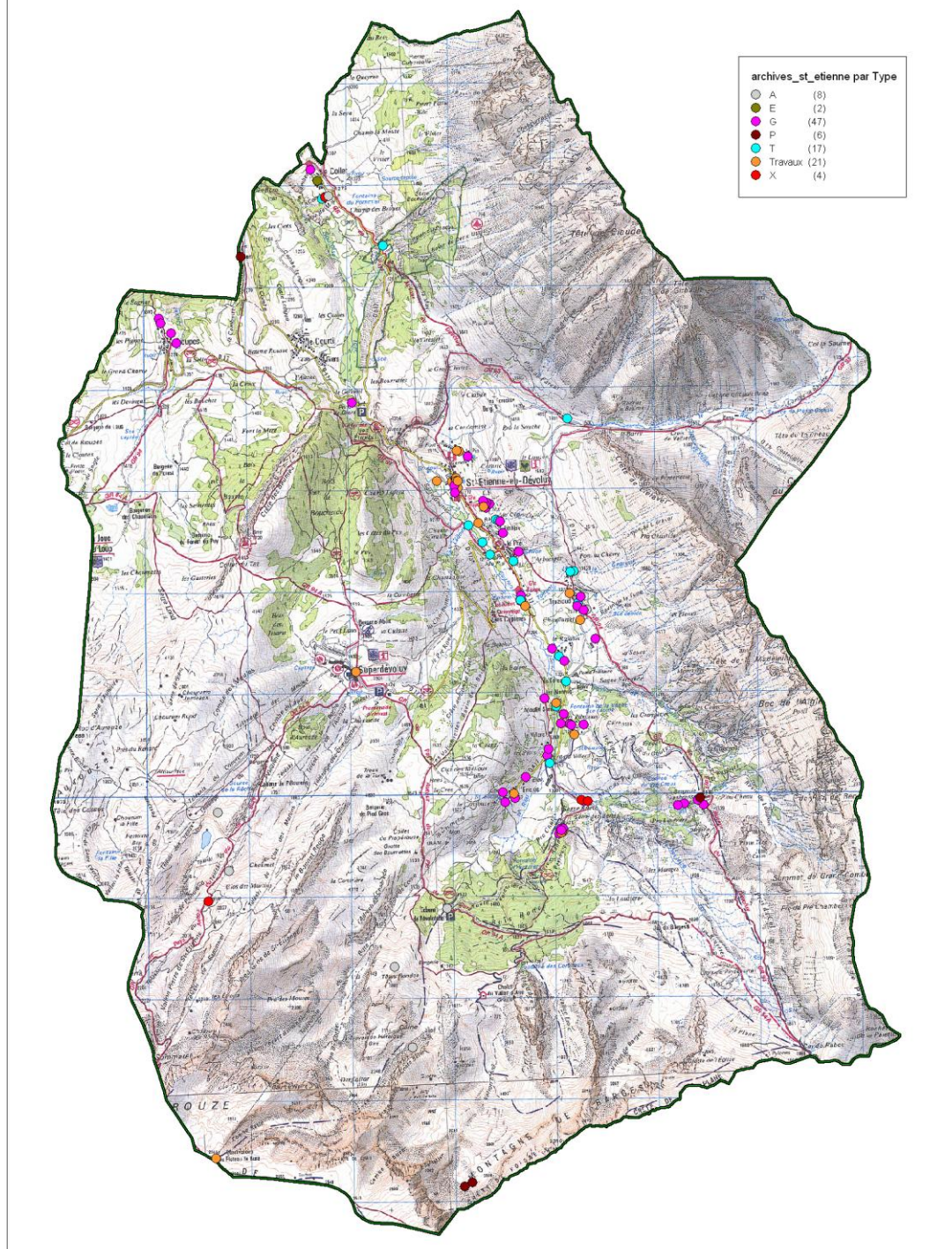


Figure 22 : Carte de répartition des évènements historiques recensés et localisés avec précision sur la zone d'étude [Source : IMS_{RN}]



V. Les phénomènes avalanches et mouvements de terrains

V.1. Connaissance et description des phénomènes fossiles, historiques et actifs affectant la zone d'étude

V.1.1. Avalanches

Le terme d'avalanche est parfois utilisé pour des phénomènes non liés à la neige (avalanche de boue, de pierre...)

On retient en fait que l'avalanche est une masse de neige se déplaçant rapidement sur un sol en pente. A ce titre, la reptation ou mouvement de terrain du manteau neigeux, n'est pas une avalanche.

Les avalanches sont communément classées en trois catégories :

- Avalanche de neige en aérosol : les coulées se propagent à grande vitesse. (<50m/s). Il se forme alors un aérosol, mélange d'air et de neige. La capacité destructrice de ce type d'avalanche provient essentiellement du souffle.
- Avalanche de neige coulante : elle se produit généralement au printemps, lorsque le manteau neigeux a subi une importante transformation de sa structure du fait de la fonte de la neige. Ce type d'avalanche se déplace à allure modérée et sa capacité destructrice provient de la densité du couvert neigeux en mouvement.
- Avalanche mixte : Sous nos latitudes, les avalanches en aérosol sensu-stricto sont assez rares. Les phénomènes observés présentent souvent des caractéristiques propres aux avalanches de neige poudreuse et de neige lourde.

Il est à noter que quelque soit leur origine et leur nature, les avalanches constituent une contrainte naturelle pour l'aménagement et la gestion des zones de montagnes.

Le phénomène est récurrent et se caractérise par une morphologie particulière.

Le site

Selon une vue en plan, les principaux types de site sont :

- Le couloir classique, de forme torrentielle (**fig. 23**):
 - Une zone de départ en combe (bassin d'accumulation),
 - Une zone d'écoulement (gorge),
 - Une zone d'arrêt (cône de déjection).
- le couloir forestier sans bassin d'accumulation,
- le versant, avec une largeur relativement constante.

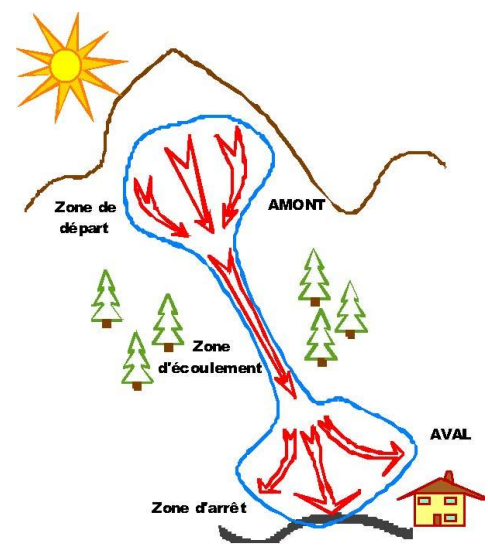


Figure 23 : Schéma conceptuel d'une avalanche classique



Sur un site montagnard donné, l'activité avalancheuse s'explique principalement par une analyse topographique (pentes, surfaces, forme des crêtes, allure des talwegs, etc.). En effet, les pentes où s'accumule la neige susceptible de se déclencher en avalanche vont classiquement de 55° à 28°. Cette dernière valeur peut exceptionnellement descendre jusqu'à 20° avec de la neige gorgée d'eau.

Lorsque les pentes sont uniformes ; la simple variation convexe de quelques degrés explique souvent la localisation répétée d'un site de départ naturel d'avalanche (**fig. 24**).

La caractérisation des avalanches combine tout ou partie des critères suivants :

- ⇒ la morphologie du site, sa topographie et son exposition,
- ⇒ les propriétés physiques du manteau neigeux dans la zone de départ,
- ⇒ la cause du déclenchement,
- ⇒ la forme du décrochement,
- ⇒ la dynamique de l'écoulement,
- ⇒ les caractéristiques du dépôt.
- ⇒ la situation de l'événement dans la chronologie nivo-météorologique,

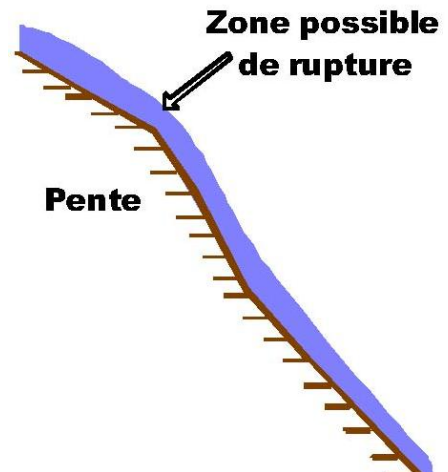


Figure 24 : Rupture de pente : zone de départ naturel d'avalanche.

La dynamique

Deux paramètres sont fondamentaux pour caractériser la dynamique des avalanches :

- **La mise en mouvement**, c'est-à-dire celle mobilisée au départ, mais également celle reprise lors de l'écoulement. Ainsi plus un aérosol s'alimente en neige et plus il gagne en puissance. En revanche pour une avalanche en coulée, on peut assister à une succession de flots déferlants les uns après les autres.

- **La position et la vitesse du centre de gravité de l'écoulement** : plus il est haut par rapport à la surface du sol, plus il se déplace rapidement et moins la trajectoire de l'avalanche est susceptible d'être influencée par le relief.

Dans la zone de dépôt, à l'arrêt, la neige transportée peut prendre des aspects très variables : elle peut former une couche dure et lisse, un amas de boules compactes, des blocs anguleux, ou encore une masse informe très liquide.

L'extension, l'étalement et l'épaisseur du dépôt sont directement dictés :

- Par le volume de neige ayant été en mouvement ; plus il est important plus les trajectoires dans la zone de dépôt peuvent être surprenantes.

- Par la dynamique de l'écoulement ; par exemple sur un cône de déjection, une avalanche coulante a tendance à aller selon la ligne de plus grande pente alors qu'une avalanche coulante de neige humide peut avoir des étalements et des trajectoires bien plus surprenantes.

- Par la topographie (cône, gorge) de la zone d'arrivée ; la possibilité d'étalement est fortement dépendante de la configuration du site, en partie basse comme à la transition entre la zone d'écoulement et d'arrêt.



V.1.1.1. **Historique des phénomènes d'avalanche**

En France, comme dans le reste de l'arc alpin et pyrénéen, la grande majorité des couloirs avalancheux menaçant des enjeux est connue, mais le niveau des connaissances disponibles est variable. Divers documents existent dans ce domaine :

- **La Carte de Localisation des Phénomènes d'Avalanches (CLPA)**

La commune de Saint-Etienne-en-Dévoluy ne dispose pas d'une Carte de Localisation des Phénomènes d'Avalanche (CLPA)².

En l'absence de CLPA et pour la réalisation de ce PPR, chaque couloir a donc fait l'objet d'une analyse précise en photo-aérienne et d'un complément d'information par un recueil de témoignages (anciens habitants, archives, etc...). Cette enquête permet de reporter l'extension maximale connue des emprises d'avalanches.

- **L'Enquête Permanente sur les Avalanches (EPA)**

Cette approche a été mise au point dès les années 1900, dans la pratique les observateurs consignent à la main sur un carnet les caractéristiques des événements. Aujourd'hui, sous l'égide du MEEDDAT-ONF-CEMAGREF, **11** couloirs sont suivis sur le territoire de Saint-Etienne-en-Dévoluy, dont **5** font l'objet d'un suivi régulier.

Même si ce relevé est incomplet en raison d'une interruption de suivi des avalanches sur certains secteurs et que la précision des informations **EPA** peut être parfois approximative, il n'en demeure pas moins qu'il s'agit d'une source de renseignements irremplaçables pour la connaissance historique d'un site.

Sur la commune de Saint-Etienne-en-Dévoluy, le suivi depuis 1922 a permis de dénombrer près de **34 événements de type avalancheux**³. Ces événements sont recensés sur les 11 stations d'observation réparties sur l'ensemble du territoire communal, mais à l'heure actuelle seulement 5 font l'objet d'un suivi régulier. Ces différents sites sont accompagnés d'un tableau recensant pour le couloir défini les différents phénomènes répertoriés. Certains sites, sont illustrés par des photographies de terrain montrant l'axe d'écoulement principal de la coulée d'avalanche.

Il est important de prendre en considération que le positionnement des sites **EPA** n'indique pas forcément une avalanche. A ce titre on ne peut en aucun cas les assimiler à des emprises d'avalanche, mais seulement à des zones dans lesquelles sont observés des phénomènes.

² La CLPA est avant tout une carte descriptive des phénomènes observés ou historiques, ayant pour vocation d'informer et de sensibiliser la population sur l'existence, en territoire de montagne, de zones où des avalanches se sont effectivement produites dans le passé, représentées par les limites extrêmes atteintes.

³ *L'ensemble des fiches techniques relatives aux EPA est disponible en annexe de ce rapport*



▪ **Modélisation du risque avalancheux sur le Pic de Bure :**

Dans le cadre de la reconstruction du téléphérique du Pic de Bure un examen des risques d'avalanche a été réalisé sur les versants du Pic de Bure par le Bureau d'études TORAVAL (2008).

Cette étude s'est fondée sur :

- Une caractérisation de la nivométrie locale, notamment à travers la recherche entre intensité et fréquence de chute de neige.
- Un dépouillement des données recueillies dans la base de données avalanches (enquête, CLPA, EPA, témoignage etc...)
- Une analyse par photo-interprétation du site afin de dresser une carte de fonctionnement des avalanches (détermination de panneaux d'accumulation etc..)
- Une simulation numérique permettant d'évaluer les pressions, les vitesses, et hauteurs d'écoulement des avalanches en fonction des caractéristiques de la neige (volume et consistance).

Cette analyse fine a permis de corréler les informations récoltées sur le secteur du Pic de Bure.

▪ **Carte de localisation des phénomènes naturels :**

En 1995, le SDRTM 05 a réalisé une cartographie de localisation des phénomènes naturels sur la commune de Saint-Etienne-en-Dévoluy. Sur cette cartographie, les services RTM ont recensés l'ensemble des couloirs actifs aux phénomènes avalancheux sans en délimiter les extensions.

Cette cartographie a permis de compléter les secteurs annoncés sur l'atlas des risques naturels, et les secteurs observés en photo-interprétation.

V.1.1.2. Description des phénomènes d'avalanche

De nombreux sites ont été répertoriés sur la commune de Saint-Etienne-en-Dévoluy. Nombre d'entre eux sont particulièrement connus pour leur activité régulière. Nous allons décrire ci-après les sites les plus représentatifs de ce phénomène.

D'après le relevé des informations historiques recueillies sur la commune, **10% des événements sont relatifs à des phénomènes avalancheux.**

a) Ravin de la Gearette

La Coulée est situé au niveau du ravin de la Gearette. Ce couloir est identifié en site EPA n°200.

Sur ce site l'analyse n'a été mise en place qu'à partir de la campagne 2003-2004. Depuis cette date un seul événement avalancheux est survenu le 07/01/2008. Les informations relevés sur l'EPA font mention d'une coulée de neige très lourde prenant son point de départ à 2000m pour s'étendre jusqu'à 1600m.



Ce couloir d'avalanche croise la RD 17 en amont du hameau de Truziaud. Il est à noter qu'en empruntant le lit du torrent de la Gearette, cette coulée ne croise aucune habitation.

En cas d'événement climatique exceptionnel, cette coulée terminerait sa course en rive droite du torrent de la Gearette.

Actuellement, la morphologie de le couloir avalancheux et le talweg dessinant l'axe d'écoulement préférentiel de cette coulée est bien marquée aussi bien en photographie aérienne que dans le paysage. En effet, il n'y a plus aucune trace de végétation le long du tracé de la coulée. **[Fig. 25].**

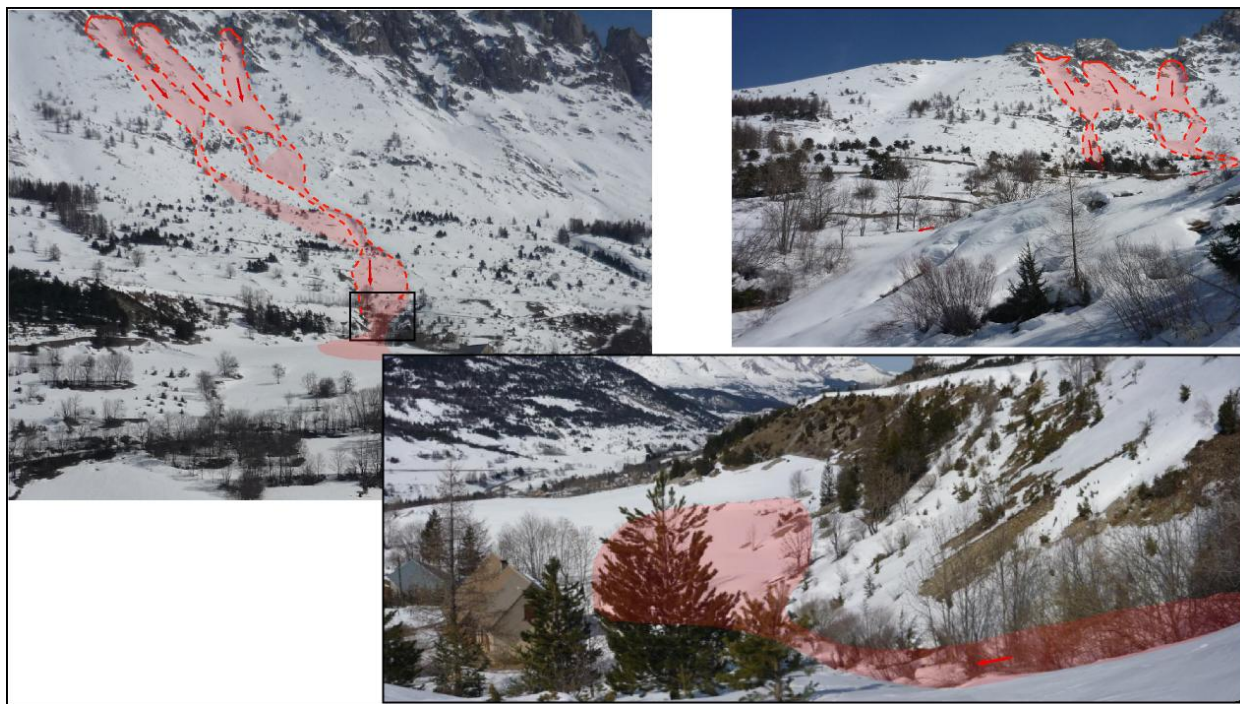


Figure 25 : Coulée d'avalanche du torrent de la Gearette (source IMS-RN)

b) Massif de la Madeleine

Les coulées se situent au niveau de la Tête de la Madeleine. Ces coulées ont la particularité d'être formées de plusieurs panneaux d'accumulation. Ces couloirs sont identifiés en EPA n°004 et 003.

Il s'agit d'un couloir particulièrement actif puisqu'on dénombre 13 avalanches depuis 1928, dont la dernière le 07/01/2008. En 1975, les services RTM font mention d'une coulée qui se serait produite sous les yeux des experts.

Sur le terrain, comme en photo aérienne, la morphologie de cette coulée est particulièrement nette. Le massif en ce point est d'ailleurs couvert de couloirs actifs. **[Fig. 26]** La végétation est totalement décapée sur le passage de cette coulée.

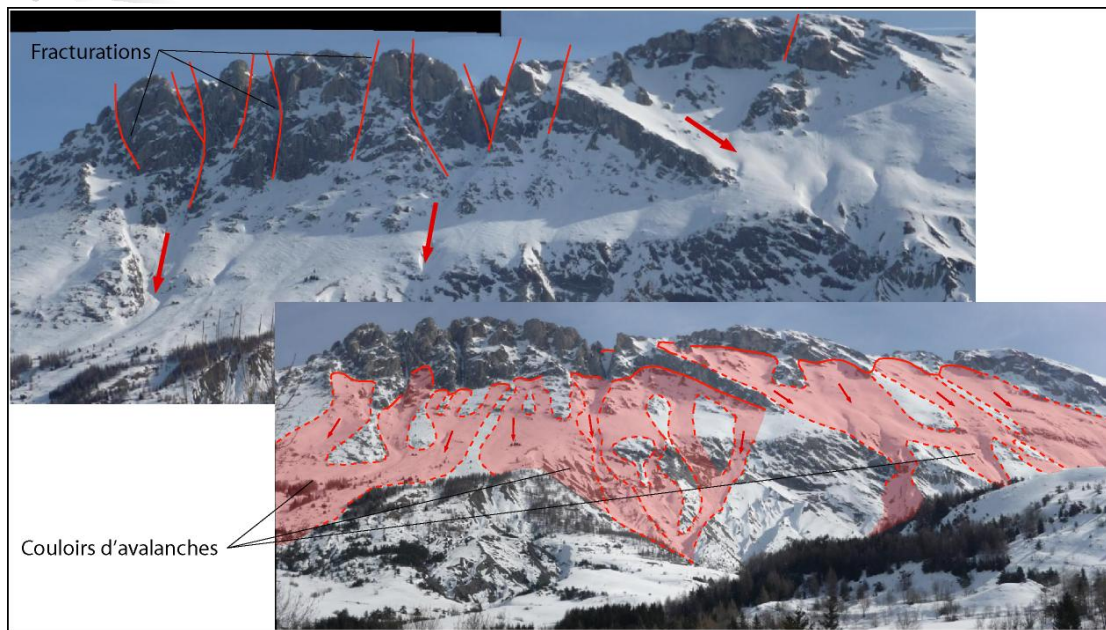


Figure 26 : Avalanche sur le versant de la Madeleine (Source IMS-RN)

c) Montagne de Faraud

Ce versant est particulièrement soumis aux avalanches certaines des coulées déterminées en EPA sont clairement identifiables depuis le Col des Rioupes. IL s'agit des coulées de la Chabournasse, de la Tête du Collier et de la Tête de Girbault.

Ces couloirs sont respectivement identifiés en site EPA n° 007, 006 et 005. L'activité de ces trois sites est importante puisqu'on dénombre 11 avalanches depuis 1960. Aucune de ces coulées n'est en contact direct avec des habitations, en revanche, la coulée du torrent de Chabournasse entrave en cas de phénomène météorologique exceptionnelle la route d'accès au hameau du Collet.

Aussi, le 28 décembre 1986, une coulée a coupé la RD 517 sous un dépôt de neige et d'arbres mêlés de 2m d'épaisseur. Ce phénomène a nécessité l'implantation de paravalanche à proximité de la RD 517 [Fig. 27].

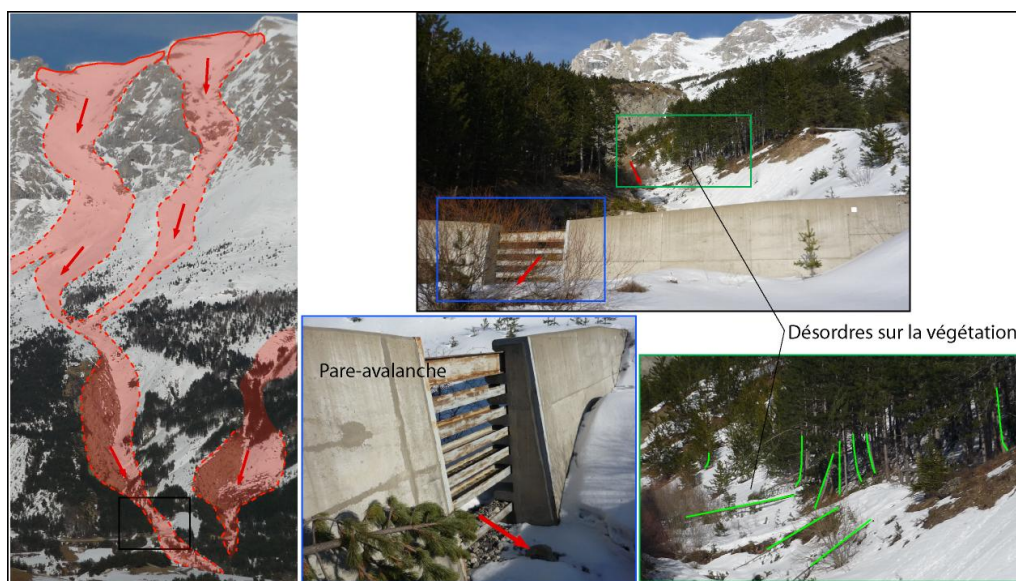


Figure 27 : Coulée de la Chabournasse (source IMSRN)



d) Avalanche du Bois Rond

Ce site est situé au niveau de Tête ronde et le pied de la coulée atteint la « Cabane de l'avalanche ». Cette coulée a été identifiée en site EPA n°002. On dénombre 2 événements sur cette coulée depuis 1971.

Bien qu'étant situé hors secteur à enjeux, une de ces avalanches a causé le 30/03/1984 la mort de 2 randonneurs. Le déclenchement de cette coulée faisait suite à 3 jours de fortes chutes de neige (cumul de l'ordre de 20 à 50 cm).

e) Avalanche du Vallon d'âne

Le 31/01/1996, une coulée localisée dans le secteur de la montagne des Barges-Vallon d'âne a enseveli un groupe de militaire en exercice. Sur les 7 militaires engagés 3 sont décédés.

Ce secteur n'avait pas été reconnu en site EPA.

f) Massif de Sommarel (EPA n°001, 009)

Deux sites ont été répertoriés en site EPA. Il s'agit de la coulée du Pra des Moures (EPA n°001). Sur ce couloir on dénombre 5 avalanches depuis 1922 dont la dernière le 07/01/2008.

En ce qui concerne la coulée de Sommarel, 2 événements ont été répertoriés depuis 1971.

g) Vallon de Pelourenq

Ce site EPA n°008 présente la particularité de se situer sur le domaine skiable de Superdévoluy. Un seul événement a été répertorié dans l'enquête permanente.

D'une façon générale, de nombreux couloirs actifs aux avalanches ont pu être décelés par l'analyse par photo-interprétation. L'ensemble des massifs depuis le plateau d'Aurouze, la Montagne des Barges jusqu'à la montagne de Faraud est touché par le phénomène.

La totalité des coulées observées ne touchent pas de secteurs à enjeux à l'exception de route et de chemin forestier.

Remarque : *Même si il semble que le fonctionnement des couloirs avalancheux est rattaché à une neige lourde et humide, la simulation menée par le bureau TORAVAL (septembre 2008) sur le secteur du Pic de Bure confirme la possibilité de formation (sous un contexte météorologique particulier) d'avalanche en aérosol.*



V.1.2. Les mouvements de terrain

V.1.2.1. Les différents types de mouvements de terrains

Sous le terme "mouvements de terrain" sont regroupés les phénomènes naturels liés à l'évolution géodynamique externe de la terre. De façon simplifiée nous pouvons distinguer sur la zone d'étude, quatre familles de mouvements de terrains d'intensité moyenne à forte :

- Glissements de terrain ;
- Eboulements / Chutes de blocs et de pierres ;
- Affaissements / Effondrements ;
- Ravinement.

Pour chaque famille nous avons distingué des sous classes en fonction des degrés d'activité des phénomènes observés et de leur potentialité d'occurrence (voir carte informative des mouvements de terrain).

Il convient ici de rappeler les causes de ces instabilités qui sont à rechercher dans :

- **la pesanteur** (forces de gravité) qui constitue le moteur essentiel des mouvements de terrain (poids des éboulis lié à leur épaisseur et reposant sur des argiles ou marnes) ;
- **l'eau** qui est le premier facteur aggravant des désordres. Ainsi les conditions climatiques et notamment la pluviométrie (période de pluies intenses ou longues), et les conditions hydrologiques (superficielle et souterraine) sont à prendre en considération ;
- **la nature et la structure géologique des terrains** présents sur le site (style de dépôts, présence d'argiles ou marnes formant une 'couche savon', accidents tectoniques, fracturations...) ;
- **la morphologie des versants**, ainsi que la **pente** (terrains accidentés, fortes pentes) ;
- **le couvert végétal** (racines des arbres et arbustes poussant en paroi rocheuse qui s'insinuent dans les fractures et favorisent la déstabilisation des blocs, ...) ;
- **l'action anthropique** qui se manifeste de plusieurs façons et qui contribue de manière très sensible à déclencher directement des mouvements : modification de l'équilibre naturel de pentes (talutage ou déblais en pied de versant et remblaiement en tête de versant, carrières ou mines souterraines) ; modifications des conditions hydrogéologiques du milieu naturel (rejets d'eau dans une pente, pompages d'eau excessifs) ; ébranlements provoqués par les tirs à l'explosif ou vibrations dues au trafic routier ; déforestation ; drainage agricole traditionnel, etc.



V.1.2.2. Les Glissements de terrain et les coulées de boues

a) Généralités

Le **glissement de terrain** est un phénomène qui affecte, en général, des roches incompetentes et qui provoque le déplacement d'une masse de terrain avec rupture. Cette rupture peut se localiser soit au sein du même matériau (rupture circulaire), soit le long d'une interface entre les matériaux de couverture et le substratum (rupture non circulaire).

Il se caractérise par la formation d'une niche d'arrachement en amont et d'un bourrelet de pied en aval [Fig. 28]. Les volumes mis en jeu sont très variables.

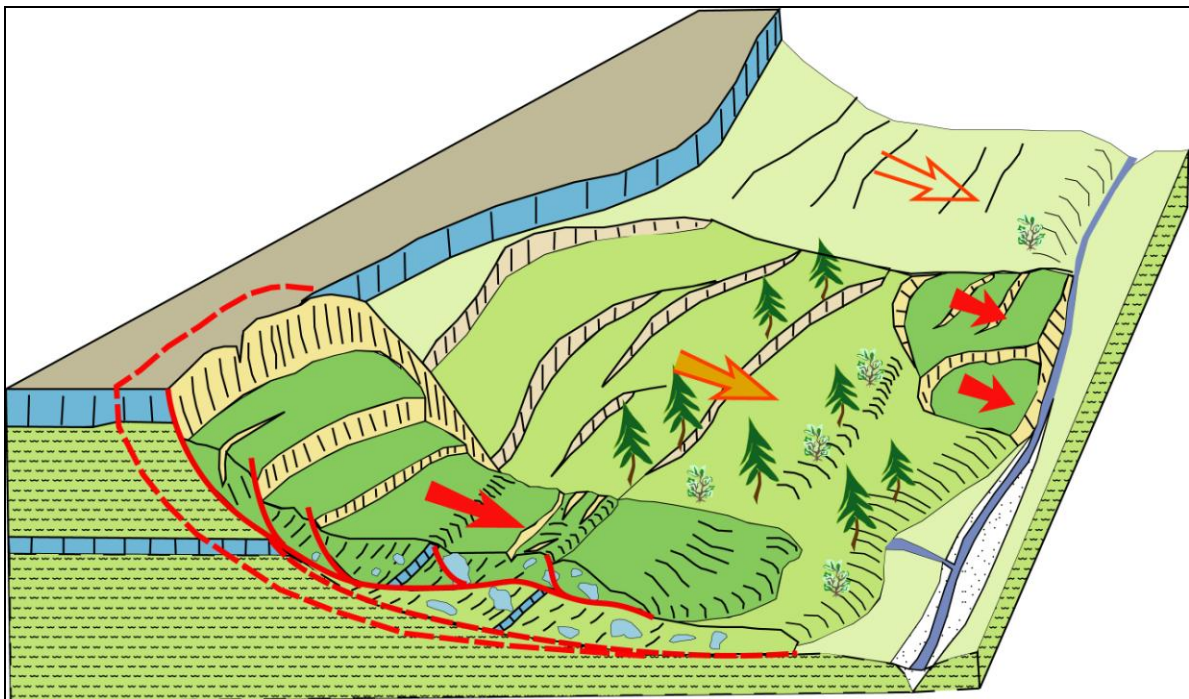


Figure 28 : Schéma type de glissement de terrain [Source : IMS_{RN}]

L'activation ou la réactivation d'un glissement est étroitement liée aux phénomènes climatiques (pluie, érosion naturelle), aux modifications du régime hydraulique (saturation du matériau, augmentation des pressions interstitielles...), aux variations piézométriques, aux actions anthropiques (terrassements) et aux vibrations naturelles (secousses sismiques) ou artificielles (tirs de mine par exemple).



Quand la masse glissée se propage à grande vitesse, sous forme visqueuse avec une teneur en eau très élevée on parle alors de coulée boueuse. Aussi, une coulée de boue se caractérise donc, comme un glissement, par une niche d'arrachement en amont [Fig. 29], dont le diamètre peut atteindre plusieurs dizaines de mètres et le dénivelé dépasser 10 m. En revanche, la propagation se fait généralement dans un talweg étroit (largeur habituelle de l'ordre de 2 à 4m, pour une profondeur de 1 à 2 m), déjà marqué dans la topographie du versant mais qui se trouve découpé et sur creusé par le passage de la coulée.

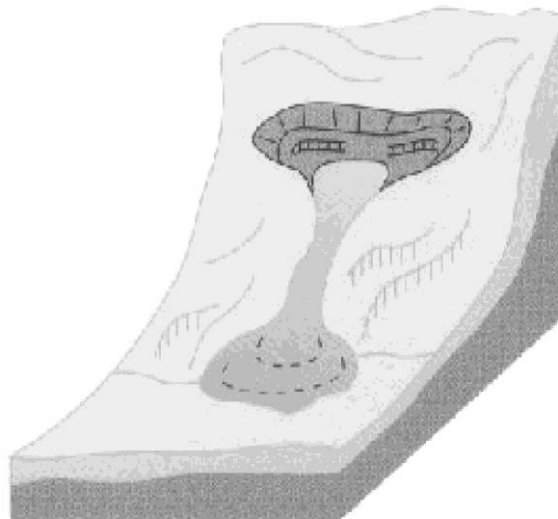


Figure 29 : Bloc diagramme illustrant le Phénomène de coulée de boue

Ce type de phénomène concerne exclusivement les formations à cohésion faible et de composition granulométrique adéquate, telles des colluvions ou des éboulis de pente reposant sur un versant constitué de marnes, d'argiles ou même de formations morainiques. Le facteur de déclenchement principal des mouvements est la pluie qui favorise le décollement de la couche superficielle. La pente (parfois aggravée par l'absence de la végétation) est un facteur de prédisposition principal. La hauteur des affleurements influe sur l'amplitude du phénomène et donc en particulier sur sa distance de propagation

D'après le relevé des informations historiques recueillies sur la commune, **50% des événements sont relatifs à des phénomènes de glissements de terrain et coulées de boue.**

Sur le territoire communal de Saint-Etienne-en-Dévoluy, le phénomène de glissement de terrain est fortement représenté (voir carte informative des mouvements de terrain). Ils sont particulièrement observables dans la vallée de la Souloise depuis Les Bruyères jusqu'au village de Saint-Etienne-en-Dévoluy et plus au nord, sur les berges de la Souloise au niveau de Serre Boutonnier et au Nord-est sur les berges du torrent de Rioupes.

En effet, l'observation des photographies aériennes ainsi que l'étude de terrain, permettent de délimiter un ensemble de glissements plus ou moins emboîté et actifs (fossiles, historiques, actifs ou potentiels) et de dimension variable (depuis l'échelle de l'affleurement (talus routier) jusqu'à l'échelle du versant entier).

Nous avons pu distinguer 3 à 4 générations de glissements en fonction de leur degré de fraîcheur relative et de leurs recoupements. (Voir carte informative des mouvements de terrain).

Les plus récents et potentiellement les plus actifs de ces glissements se situent essentiellement en bordure du torrent de la Souloise, de Merdarel, et de Rioupes. D'autres, de plus faible dimension mais beaucoup plus récents (historiques à actuels) se localisent le long



du réseau routier et sont d'origine essentiellement anthropique (mise en place du réseau routier, terrassements etc...)

Les glissements de terrain concernent essentiellement les formations marneuses Eocène qui sont recouvertes en grande partie par un placage morainique, alluvionnaire ou encore des éboulis de versant quaternaire, soit des formations à faible cohésion.

b) Description des glissements de terrain sur la zone d'étude

Le territoire communal de Saint-Etienne-en-Dévoluy est marqué par de nombreux glissements de terrain d'ampleurs variables. Ces glissements sont pour la plupart connus sur le plan géologique et sont à ce titre relevés sur la carte géologique de Saint-Bonnet du BRGM.

Les glissements les plus importants se situent au sud-ouest du territoire communal le long du torrent de la Souloise. Les surfaces affectées peuvent atteindre plus de 200ha. **[Fig. 30]**.

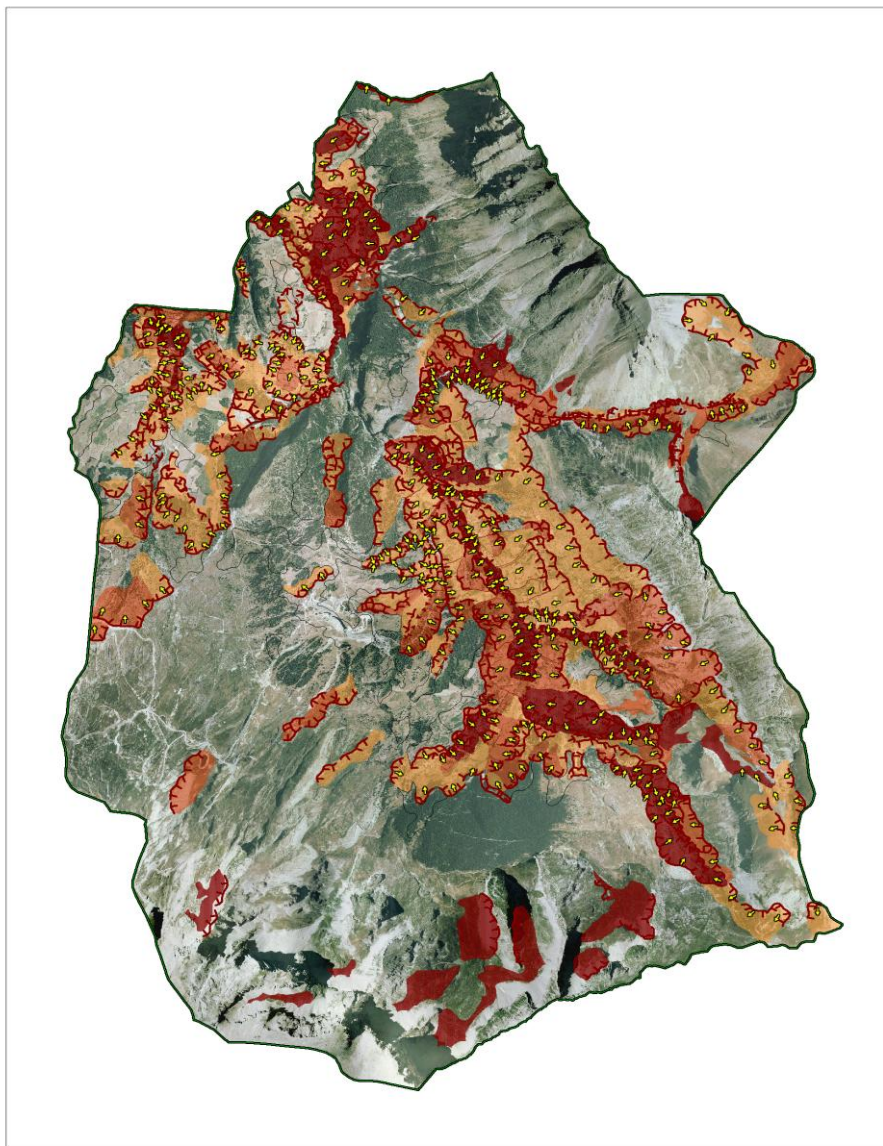
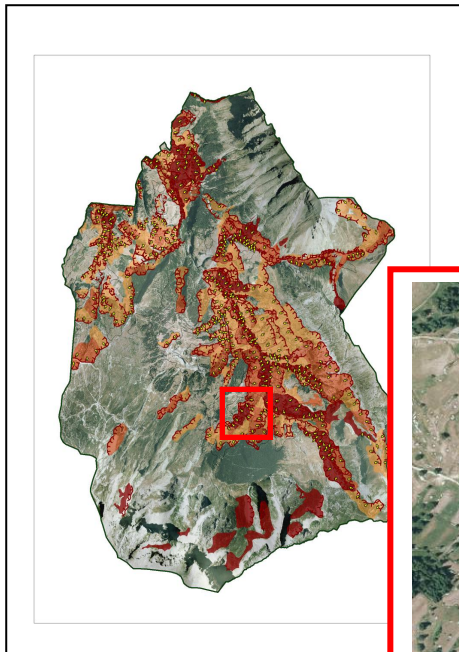


Figure 30 : Répartition des glissements de terrain sur la commune (extrait de la carte informative des phénomènes - IMSRN)



(i) Glissements de versant :

- Secteur Les Enclus :



Il s'agit d'un glissement de versant qui affecte les formations de Marnes à Globigérines (Eocène terminal Oligocène) recouvertes par le placage morainique. Ce glissement de versant est particulièrement net en photo aérienne et sur le terrain. Il est d'ailleurs connu sur le plan géologique puisqu'il est mentionné sur la carte géologique de Saint-Bonnet. [Fig. 31].

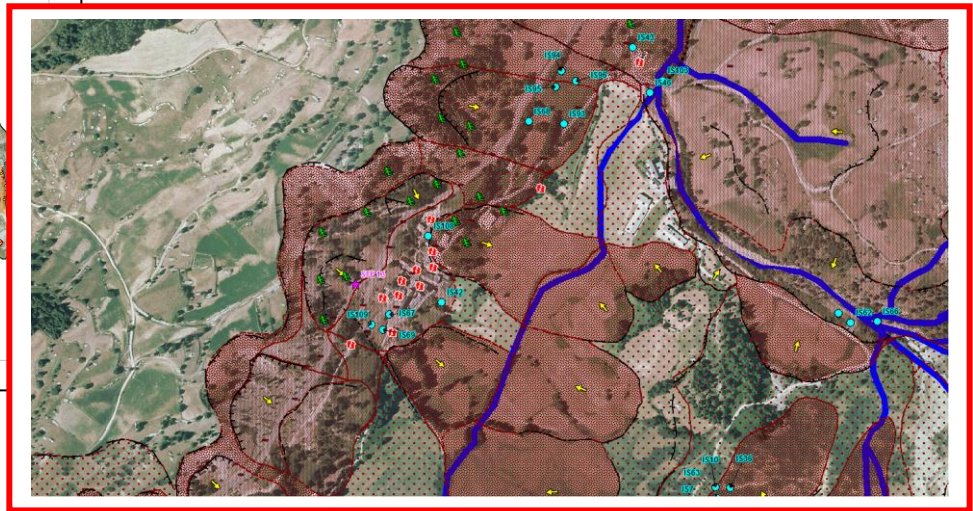


Figure 31 : Glissement de versant des Enclus.

Aussi, la zone d'arrachement le plus externe est particulièrement nette en amont de la route d'accès au téléphérique du Pic de Bure. Il s'agit de glissements à mouvements relativement lents, mais dont la réactivation peut être brutale à la suite de travaux de terrassement inopportuns ou d'un épisode pluvieux important.

Ce type de glissement en masse entraîne des désordres importants, sur les infrastructures, les habitations et la végétation particulièrement marqués au niveau du hameau des Enclus. Lors de nos investigations de terrain nous avons pu mettre à jour de nombreux désordres (fissures) sur les habitations, les murs de soutènement, et les routes d'accès. Les évidences de désordres les plus marqués et les plus récentes (loupes de glissements, fissuration, désordres sur la végétation, suintement, etc) sont observables le long de la route d'accès au téléphérique [fig. 32].

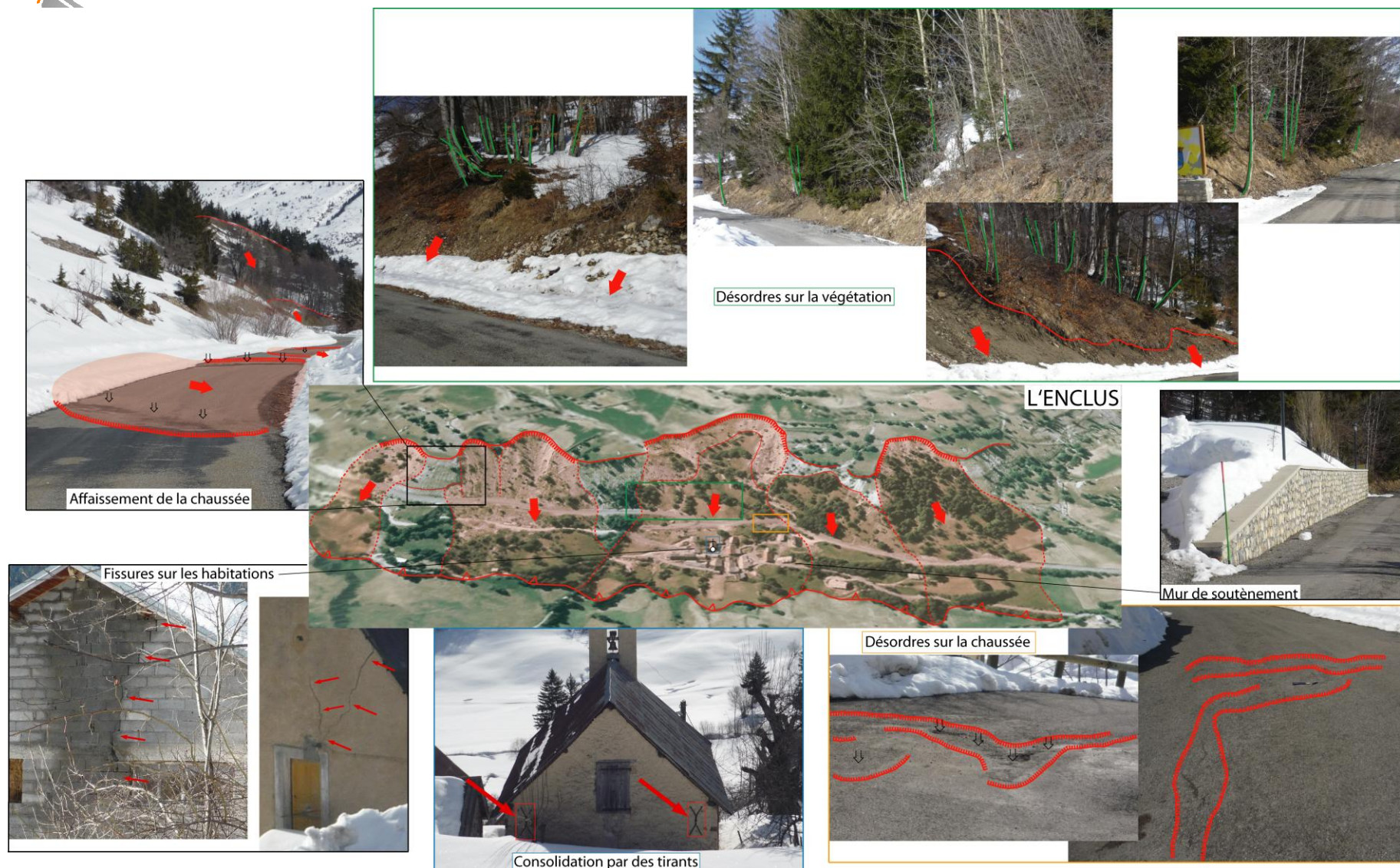


Figure 32 : Glissement de versant des Enclus exemples de désordres répertoriés (source IMS-RN)



-Secteur hameau le Villard :

Dans la continuité du glissement des Enclus, se trouve un autre glissement de versant en rive gauche du torrent de la Souloise. La tête d'arrachement du glissement le plus actif se situe au même niveau que celle du glissement des Enclus. Cette loupe de glissement englobe hameau des Nonnes. **[Fig. 33].**

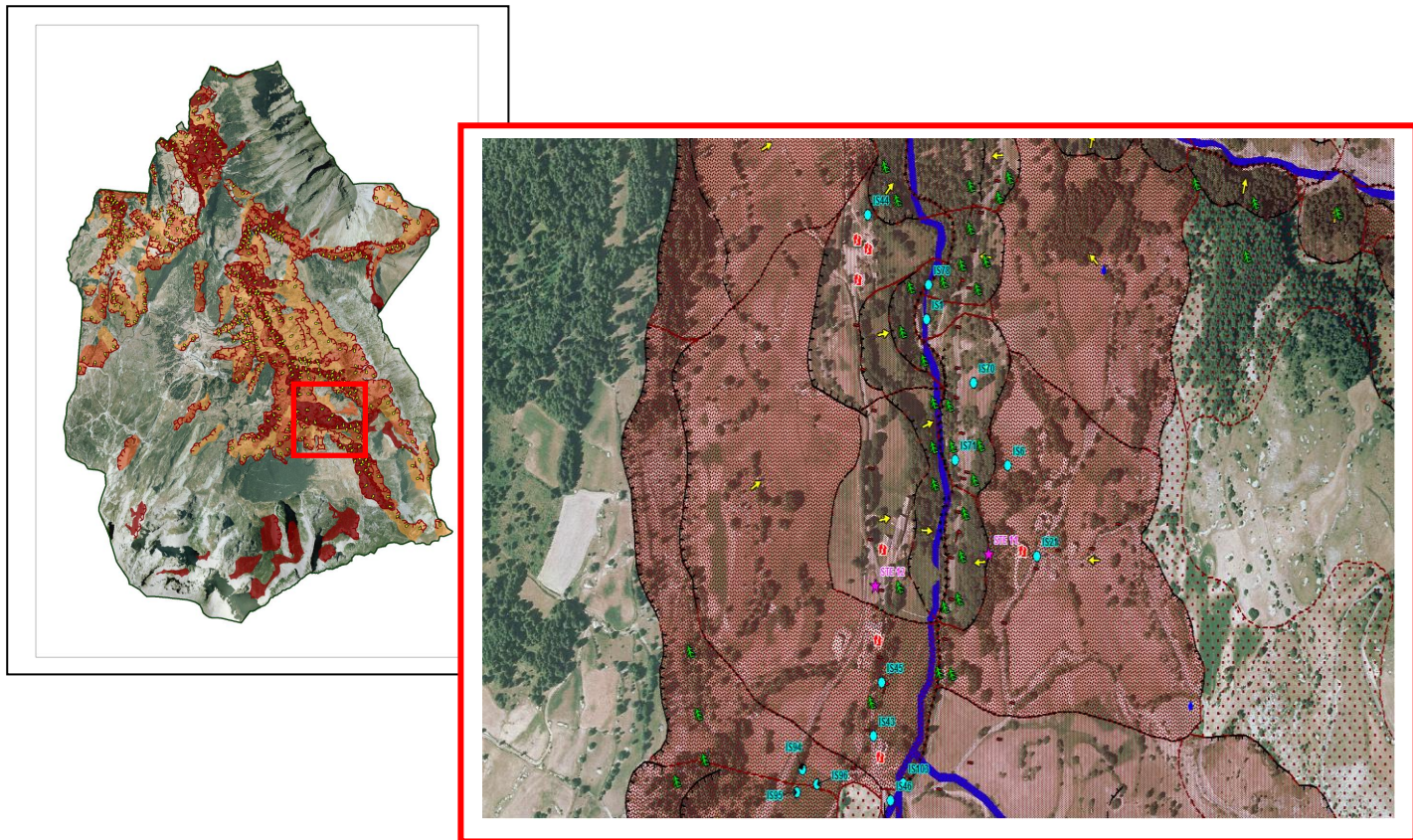


Figure 33 : Glissement de versant du Villard

Comme le glissement précédent, ce dernier affecte les formations marneuses Eocène qui sont recouvertes par le placage morainique. Ce glissement géologique est particulièrement net en photographies aériennes et sur le terrain. Il est d'ailleurs répertorié comme tel sur la carte géologique du BRGM de Saint Bonnet. Tout comme le glissement précédent, il s'agit d'un mouvement relativement lent, mais dont les réactivations peuvent être brutales suite à des terrassements inopportuns, ou à des fortes pluies.

Les loupes de glissements les plus récentes et les plus actives, sont observables en pied de versant, sur les berges de la Souloise. On remarque sur le terrain de nombreux indices de désordres (désordres sur le versant, sur la végétation, sur les routes et les infrastructures, sur les murs, fissuration des habitations, sources et suintements...) **[Fig. 34].**

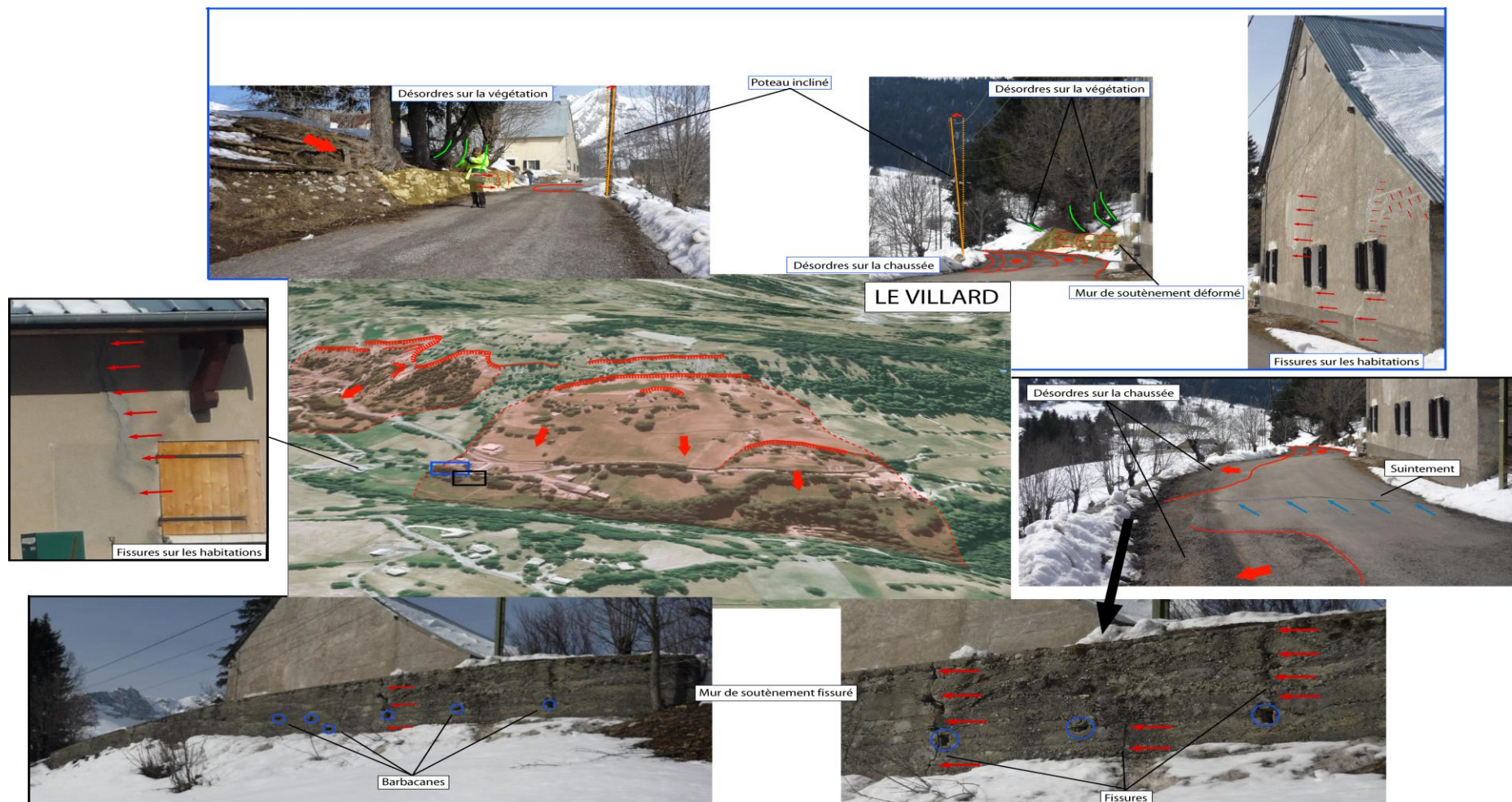


Figure 34 : Glissement de versant du Villard (source IMSRN)



-Secteur hameau de Piboulas :

En rive droite du torrent de Souloise, on retrouve exactement la même configuration de glissement de versant. Ce glissement de versant, situé en rive droite de la Souloise est symétrique à celui du villard et affectant les mêmes formations marneuses, qui sont ici à l'affleurement. **[Fig. 35]**

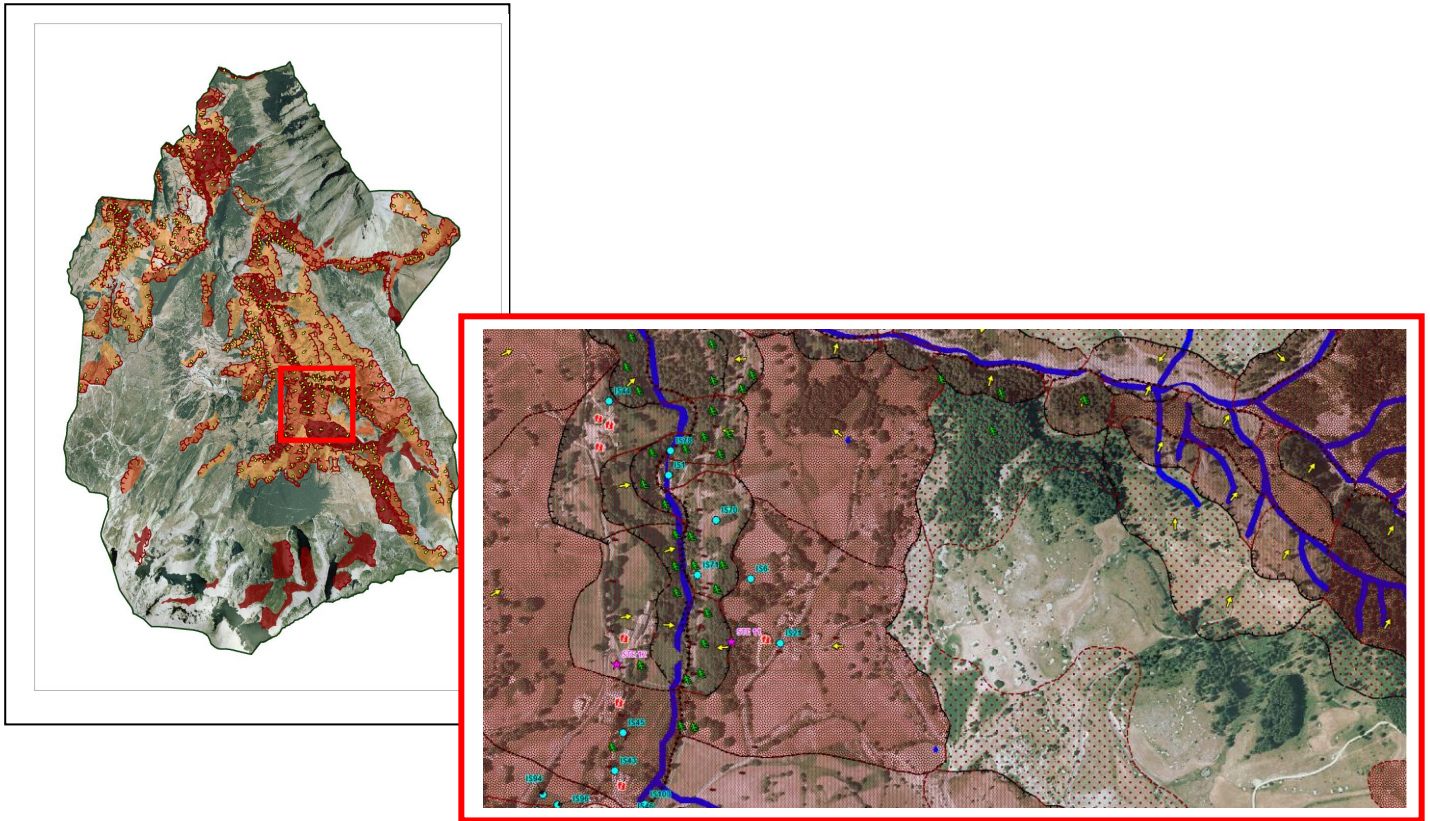


Figure 35 : Glissement de versant de Piboulas

Ce glissement présente également les mêmes signes d'activités que le glissement du Villard. On retrouve ainsi une réactivation importante en pied de ce versant, sur les berges de la Souloise, avec de nombreux indices d'activité régulières. La route RD417 entre le torrent de Merdarel et le pont des Enclus est totalement déformée. De nombreux désordres sont observables sur la végétation (arbres en pipe) et les nombreux murs de confortement en gabions sont tous déformés.

Ces réactivations prennent naissance plus en amont au niveau du hameau de Piboulas, où l'on constate des désordres importants sur une habitation récemment construite. **[Fig. 36].**



Figure 36 : Glissement de versant de Piboulas (source IMSRN)



Ces grands glissements de masses sont également présents plus au sud en rive droite et gauche du torrent de la Souloise, mais ils n'affectent que des zones sans enjeux. Notamment sur le secteur du Jas de Barges, du Pré Creux et le Pré du Col.

Il est important de noter de façon générale que la configuration d'apparition de ces grands glissements de versant sur la commune de Saint-Etienne-en-Dévoluy est implicitement liée à la présence des niveaux de Marnes à globigérines qui sont présent en fond de vallée. Ces formations sont particulièrement connues pour être sensibles aux glissements de terrain.

-Secteur les Cypières :

Plus au nord en rive gauche du torrent de la Souloise un glissement de versant affecte une partie du hameau des Cypières. La tête d'arrachement de ce glissement s'initie juste en amont du hameau des Cypières. La configuration de ce glissement est comparable à celui décrit au niveau du hameau du Villard. La semelle du glissement traverse les formations morainiques et s'initie dans les marnes Eocène pour ressortir au niveau de la Souloise. [Fig. 37].

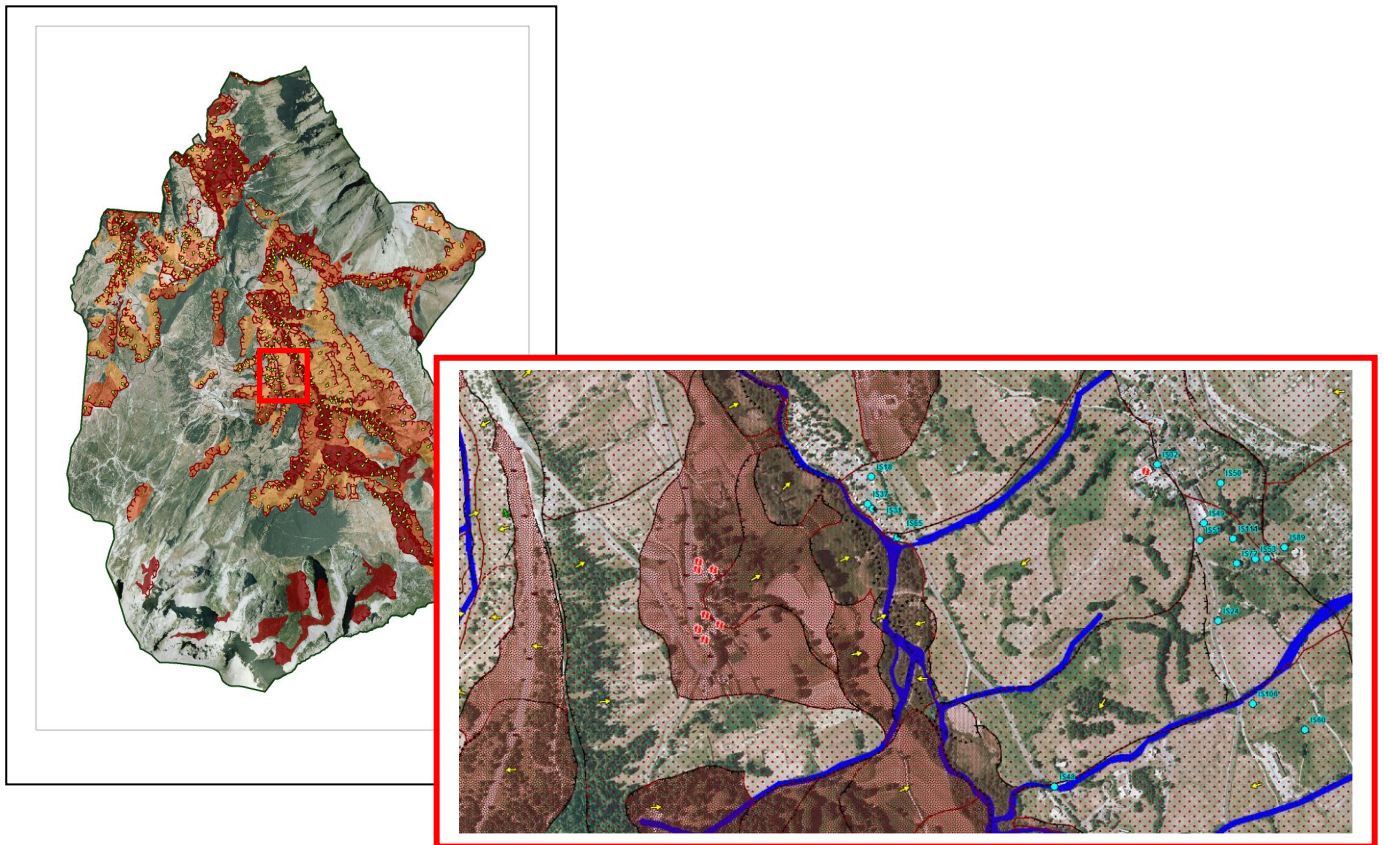


Figure 37 : Glissement de versant des Cypières

Le hameau des Cypières se situe à proximité de cette tête d'arrachement. On remarque sur le terrain des désordres majeurs sur les habitations de ce hameau, mais également sur la route d'accès à Superdévoluy.



-Secteur des Clots :

Le 13 novembre 1996, le versant des Clots **[Fig. 38]** a été le siège d'un important glissement de terrain. Ce glissement s'est réactivé à la suite de fortes précipitations. Pendant 5 jours on mesurera près de 250 mm de précipitation. Des blocs remis en mouvement par le glissement ont descendu jusqu'au pied du versant.

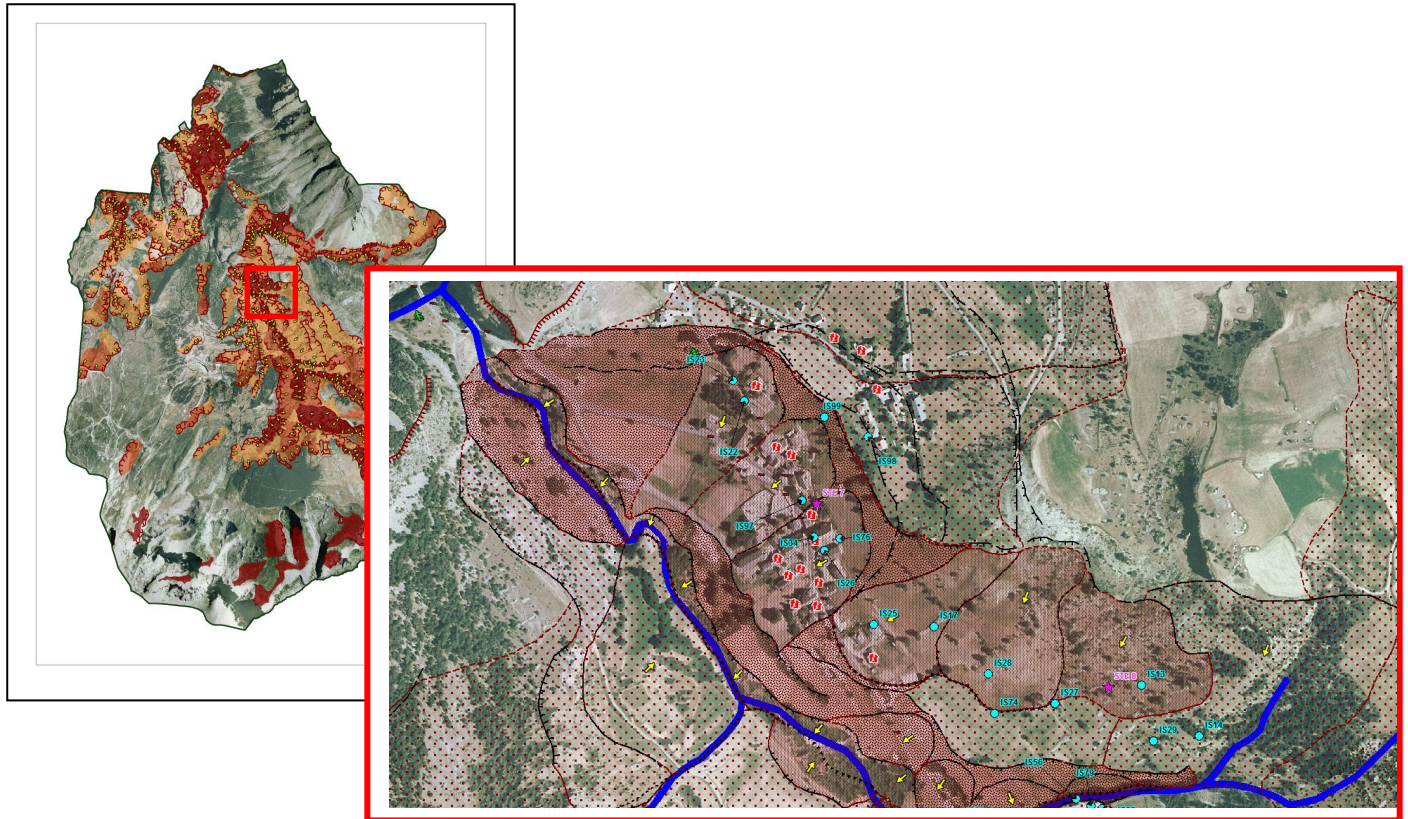


Figure 38 : Glissement de terrain des Clots-Saint-Etienne

Le pied de la falaise calcaire constitue la zone d'arrachement la plus externe et la surface de glissement s'initie au niveau des formations marneuses de l'Eocène. Ces formations sont particulièrement instables sur les versants pentus et sujets à des grands glissements de versants. Même si la dimension est plus réduite que les grands glissements de versant que l'on retrouve plus au sud, la configuration géologique de ce glissement est identique. Cet événement nécessitera la mise en sécurité de plusieurs habitations en pied de versant. Lors de cette réactivation, le versant a été totalement remanié. **[Fig. 39]**.

Cet événement est caractéristique de ce genre de glissement de versant. Le mouvement est globalement lent, mais en fonction de condition météorologique particulière la réactivation a été brutale et engendra des déformations majeures sur le versant.

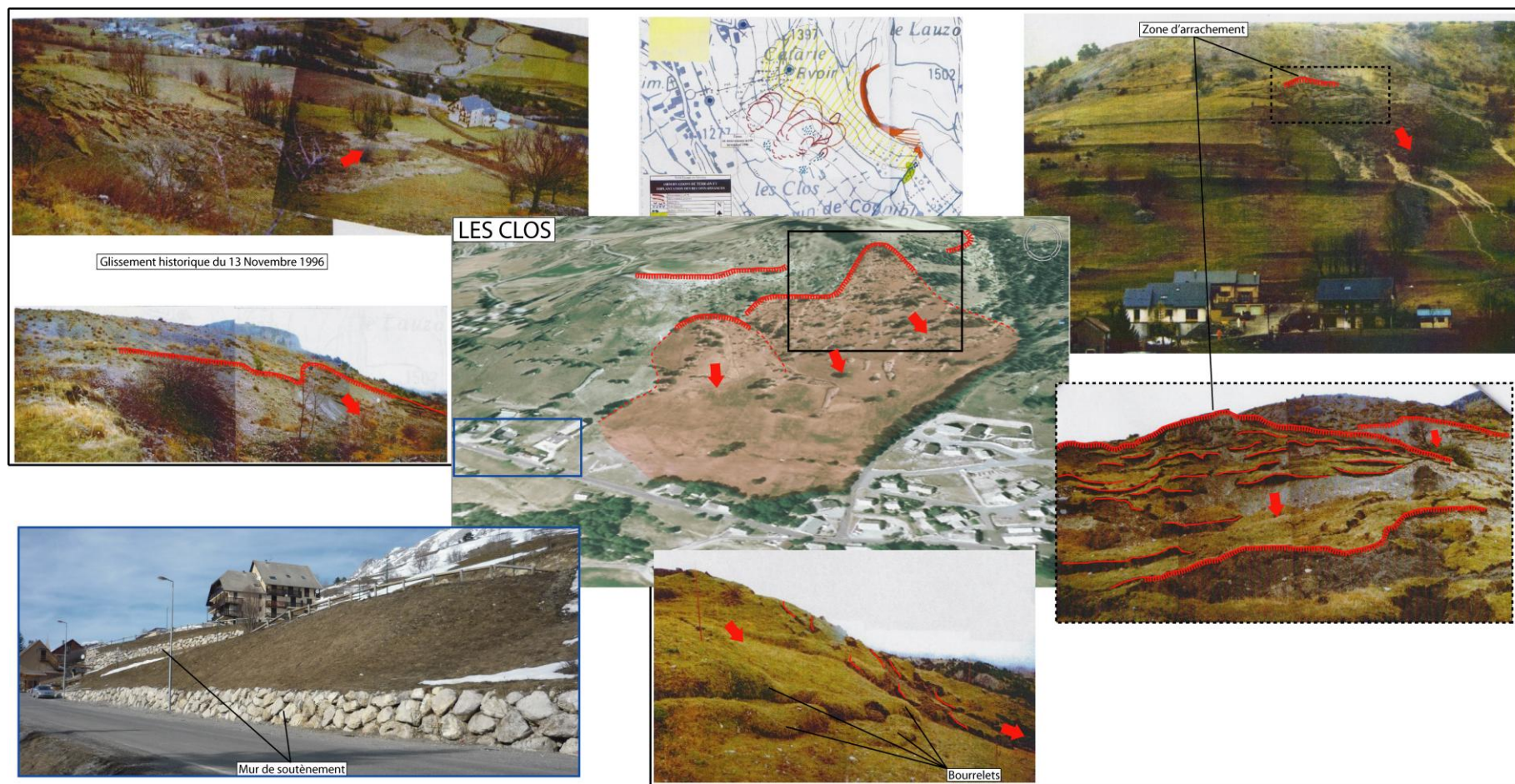


Figure 39 : Glissement historique des Clots (source RTM/ IMS-RN)



-Secteur Saint-Etienne-en-Dévoluy :

En continuité directe du versant des Clots se situe le versant du hameau de « Le Pin ». Ce versant se présente exactement dans la même configuration lithologique que le versant des Clots. Les marnes Eocène sensibles au glissement de terrain sont recouvertes par le placage morainique.

Sur le plan morphologique, on remarque de nombreuses zones d'arrachements particulièrement nettes sur le versant. En particulier, derrière l'église de Saint-Etienne-en-Dévoluy et au niveau du hameau de le Pin. Aussi le relief est particulièrement moutonné. Les désordres observés sur la végétation témoignent d'une activité régulière. A l'inverse du hameau des Clots, où le glissement de 1996 est apparu en zone naturelle, ce secteur de glissement touche une zone habitée. Les effets de ce glissement de versant sont particulièrement visibles sur les habitations en tête du glissement (hameau le Pin) et en pied (centre de Saint Etienne). **[Fig. 40]**

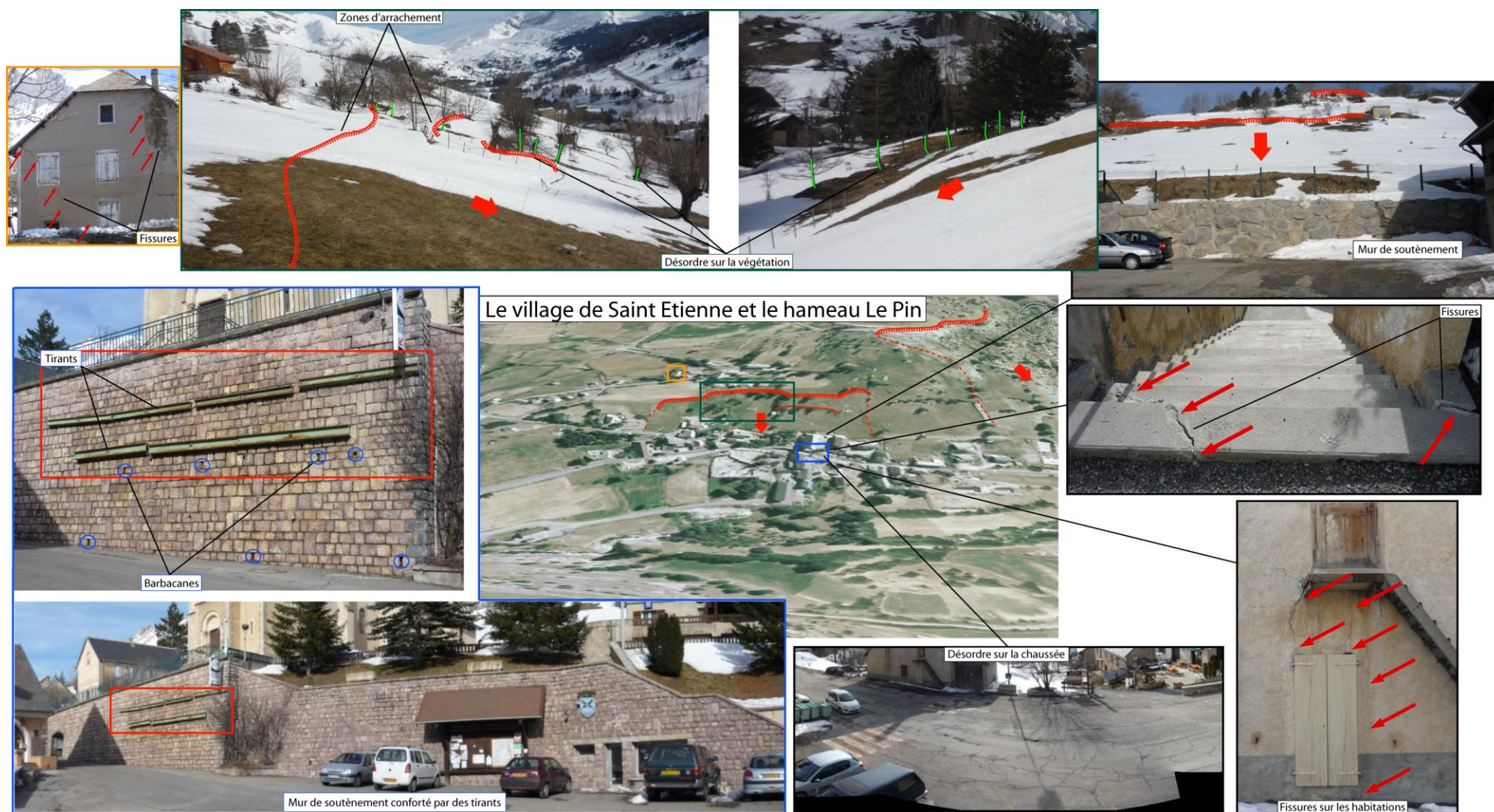


Figure 40 : Glissement du village de Saint-Etienne-en-Dévoluy



-Secteur du Collet :

A l'extrême Nord de la commune, on retrouve une zone particulièrement sensible aux glissements de terrain.

Sur le plan lithologique, on retrouve une nouvelle fois la même configuration. Les marnes Eocène sont à nouveau recouvertes par le placage morainique. Ce glissement de versant s'initie au niveau de Serre Boutonnier. Les réactivations sont particulièrement fraîches en tête de glissement **[Fig. 41]**.

Sur le plan morphologique, on remarque sur le terrain que le relief est particulièrement perturbé, la végétation montre de nombreux signes d'instabilité. En photo aérienne, on délimite très nettement des zones d'arrachement. Tous ces indices confirment la présence d'un vaste secteur de glissement de versant. En revanche, il est à noter que ce glissement de versant n'affecte aucune habitation du hameau du Collet. En effet, bien que la couverture morainique masque une grande partie du versant, le hameau du Collet a été édifié sur des formations calcaires qui ne sont pas soumises au glissement de terrain.

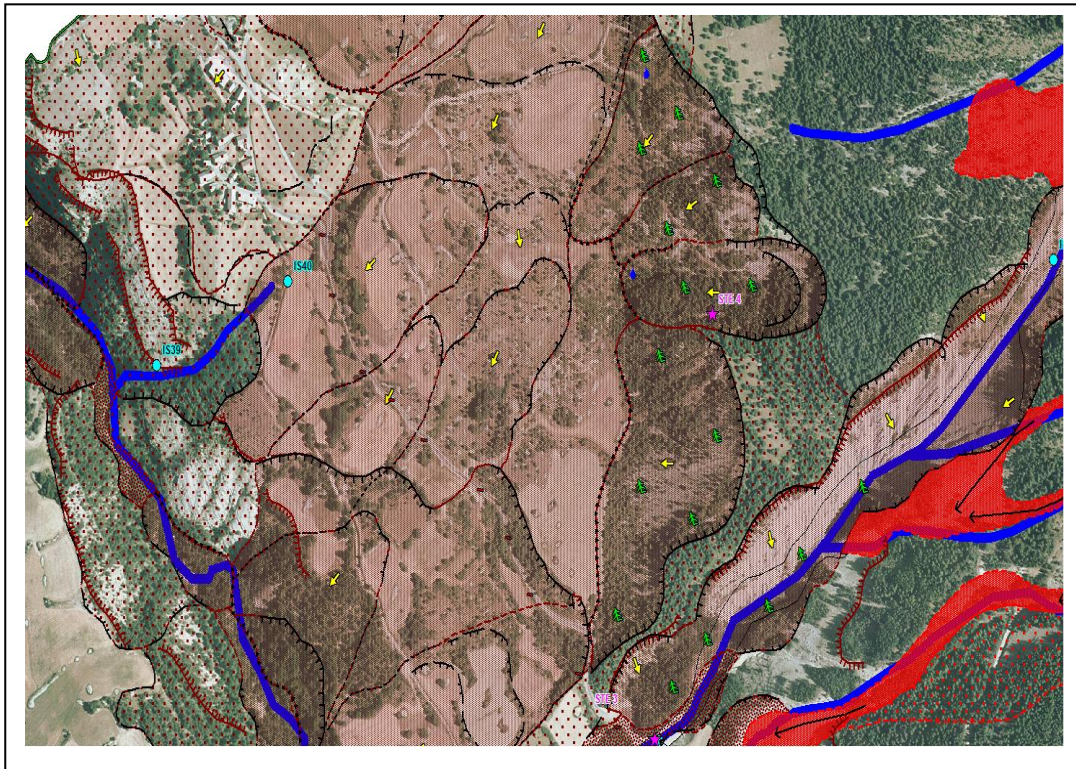


Figure 41 : Glissement de versant du Collet



-Secteur des Rioupes :

Au nord-ouest de la commune une dernière zone de glissement de terrain de versant a été mise en évidence. La tête d'arrachement de ce glissement de versant se situe en amont du hameau de Rioupes et traverse le hameau de part en part.

Sur le plan lithologique, la configuration est comparable aux configurations précédentes. Les marnes Eocène sont recouvertes par les moraines. Mais sur le site des Rioupes, le placage morainique est peu épais, ce qui permet ponctuellement l'affleurement des formations marneuses. A l'image des glissements précédemment décrits, le mouvement général de glissement est relativement lent. Mais suite à de fortes précipitations, certaines réactivations peuvent être brutale [Fig. 42].

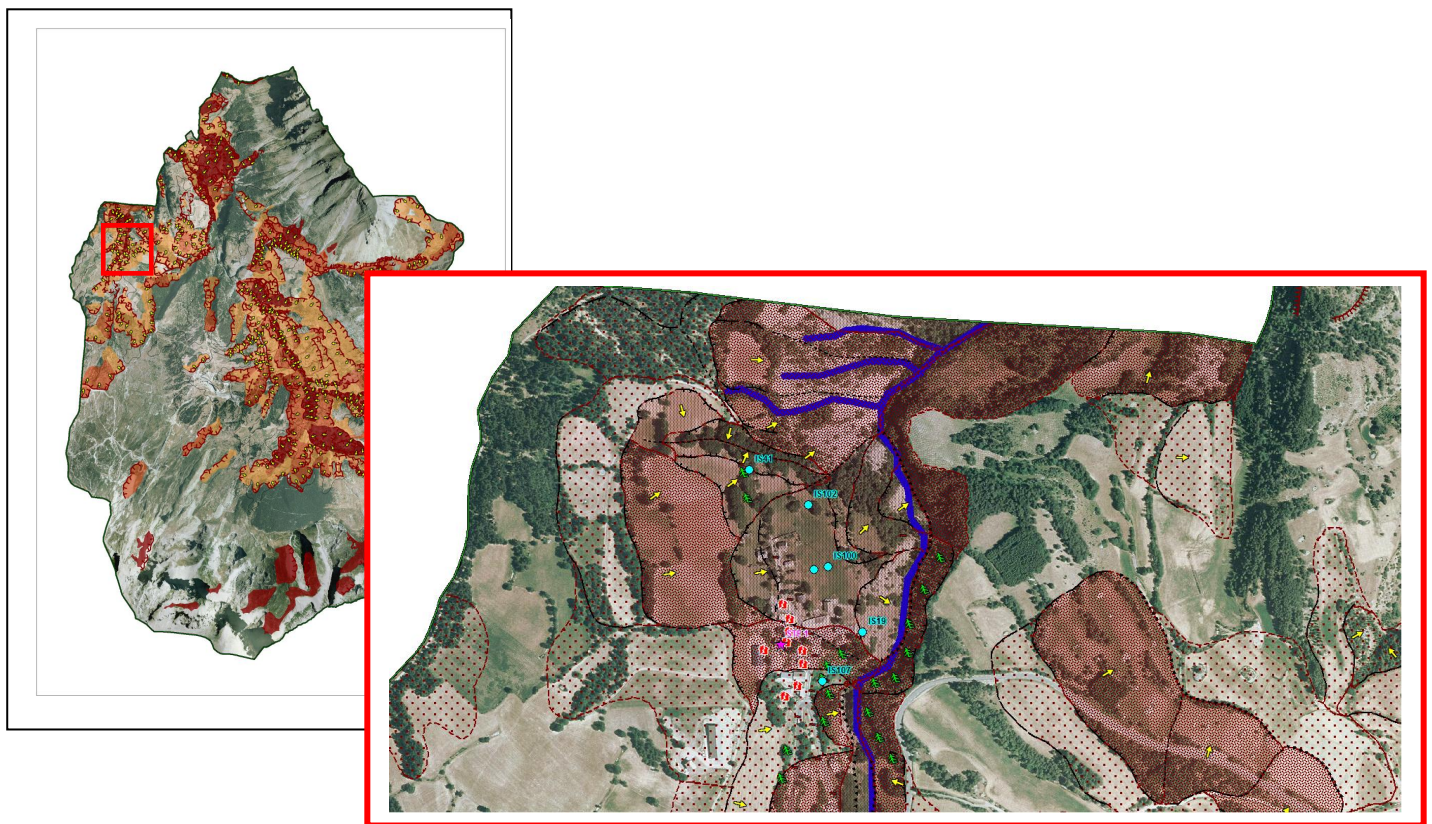


Figure 42 : Glissement de terrain des Rioupes

En décembre 1997, une réactivation limitée de ce glissement de versant est survenue au pied des habitations à l'entrée du hameau sans faire de dégâts majeurs.

Sur le plan morphologique, lors de nos investigations de terrain, nous avons pu relever de nombreux désordres sur les habitations, la végétation, et les routes du hameau. On remarque également que les nombreux murs de soutènement du hameau sont sérieusement déformés par le mouvement général du versant [Fig. 43].

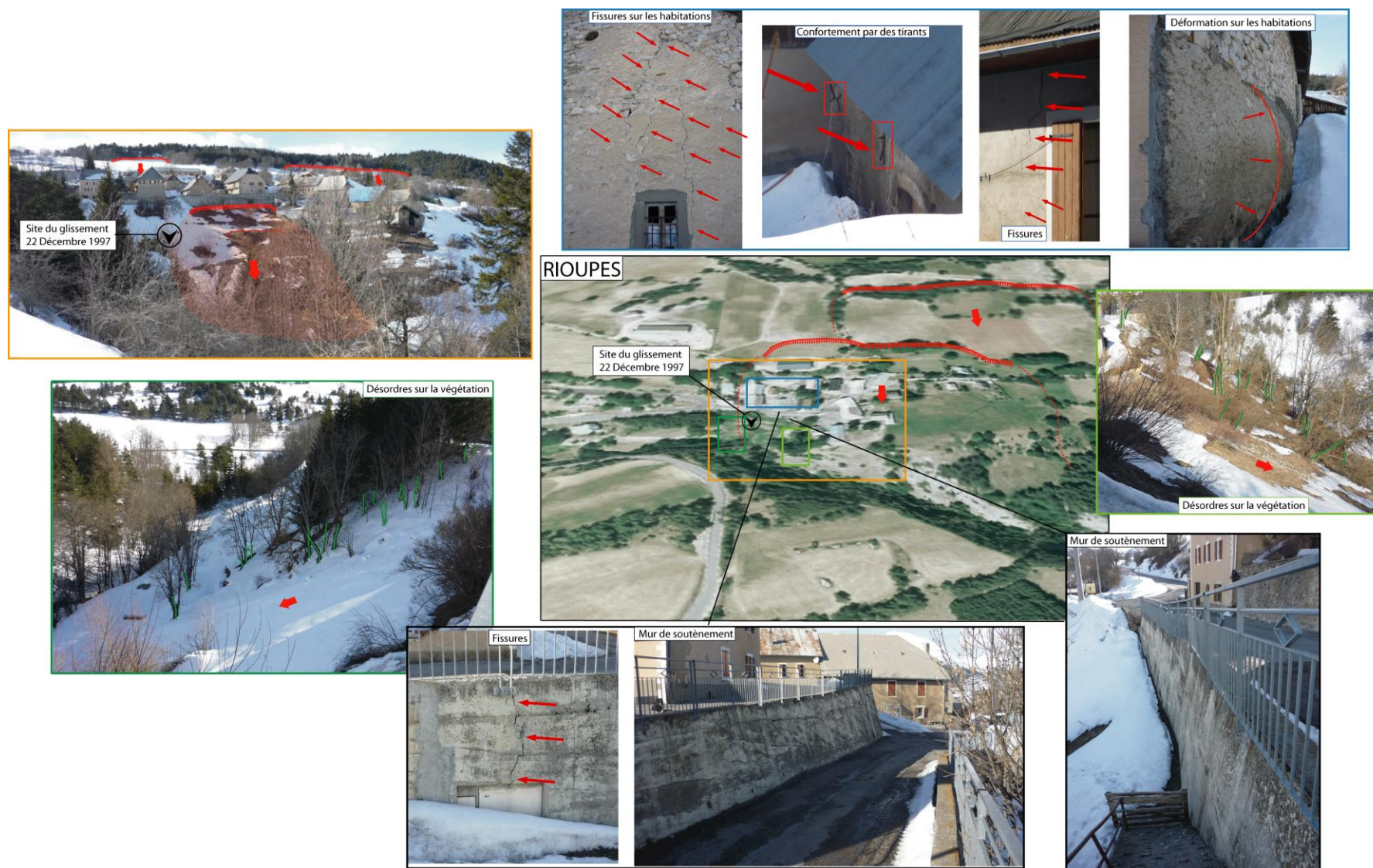


Figure 43 : Glissement de versant des Rioupes (source IMS-RN).



(ii) Glissement de faible ampleur :

Sur la commune de nombreux glissements superficiels (à l'interface moraine-argile ou éboulis-argile) et de faible ampleur et à mouvement lent ont été également répertoriés. Ils se calquent en général aux anciennes terrasses alluviales, à la couverture morainique et se localisent notamment le long des talus routiers et des berges des torrents.

Aussi d'une façon générale la plupart les cônes torrentiels situés en pied de versants escarpés sont relativement instables. C'est d'ailleurs sur l'un de ces cônes que s'est développé le hameau du Pré. Sur le terrain, on constate de nombreux désordres sur les habitations de ce hameau, sans pour autant observer de morphologie caractéristique de glissement.

Ces glissements peuvent en outre être subitement réactivés à l'occasion d'un événement pluvieux important et donner lieu à des loupes de glissements plus ou moins importantes et des crues dévastatrices.

Les sites les plus représentatifs de ce phénomène se situent en rive droite de la Souloise entre le torrent de Merdarel et le hameau de Truziaud mais aussi entre le hameau du Pré et le hameau de Charonne. Le hameau de Truziaud a fait l'objet d'une étude géotechnique spécifique (BEG ROSTAN) lors de la réalisation du PLU. Cette étude confirme la présence de glissements de terrain dans les moraines glaciaires.

Des prospections géotechniques légères (profil géophysiques et/ou sondages superficiels) ont en effet été réalisées sur les hameaux du Villard, Charonne, Truziaud, Le Pin et Rioupes. Les résultats de ces études sont globalement cohérents avec notre propre analyse de terrain. Aussi ils confirment la présence de glissements plus ou moins actifs au sein des moraines glaciaires.

(iii) Erosion de berges :

Immédiatement le long du cours de la Souloise et de ses principaux affluents, des phénomènes d'érosion de berges affectent les formations alluviales couvrant la plaine de la Saint-Etienne-en-Dévoluy. Ces phénomènes affectent des superficies plus ou moins étendues. La Souloise qui entaille les formations marneuses et leur couverture morainique ainsi que les formations alluviales sus-jacente, induit une déstabilisation de ces dernières. Des petites loupes de glissements plus ou moins emboîtées se créent ainsi de part et d'autre de ce cours d'eau. Les têtes d'arrachements de ces différentes loupes présentent par endroits un décalage métrique et montrent une régression nette en amont des berges.

C'est particulièrement le cas le long des berges de la Souloise et du torrent de Merdarel à proximité du poste militaire.

Ces érosions nécessitent régulièrement la mise en place d'enrochement afin de conforter les berges en période de crue majeure.

(iv) Coulées de boues :

Sur la commune de Saint-Etienne-en-Dévoluy ce phénomène est largement représenté et se superpose souvent à certains glissements de terrain ou encore couloirs d'avalanches. On les retrouve notamment au nord de la commune sur les pentes du massif de Faraud. **[Fig. 44].**



La coulée la plus significative se situe au niveau du Ravin de Chabournasse. Aussi, le 6 juillet 1987, à la suite de fortes précipitations orageuses une lave torrentielle a coupé la CD517 sous une masse de matériaux d'une hauteur de 2m environ sur 10m de large. Un engravement partiel des champs particuliers situés en contrebas de la route a été constaté sur le cône de déjection.

On note également la présence de coulée de boue géologique au sud de la commune notamment au niveau du ravin de Loupon. Ces coulées sont cartographiées sur la carte géologique du BRGM de Saint-Bonnet, et montre encore à l'heure actuelle des indices d'activité nette et récurrente.

Ces griffes sont particulièrement visibles en photographie aérienne et dans le paysage. Ces coulées boueuses, ne concernent que des zones naturelles. (Exemple de la coulée du Bois Rond)[Fig. 45].

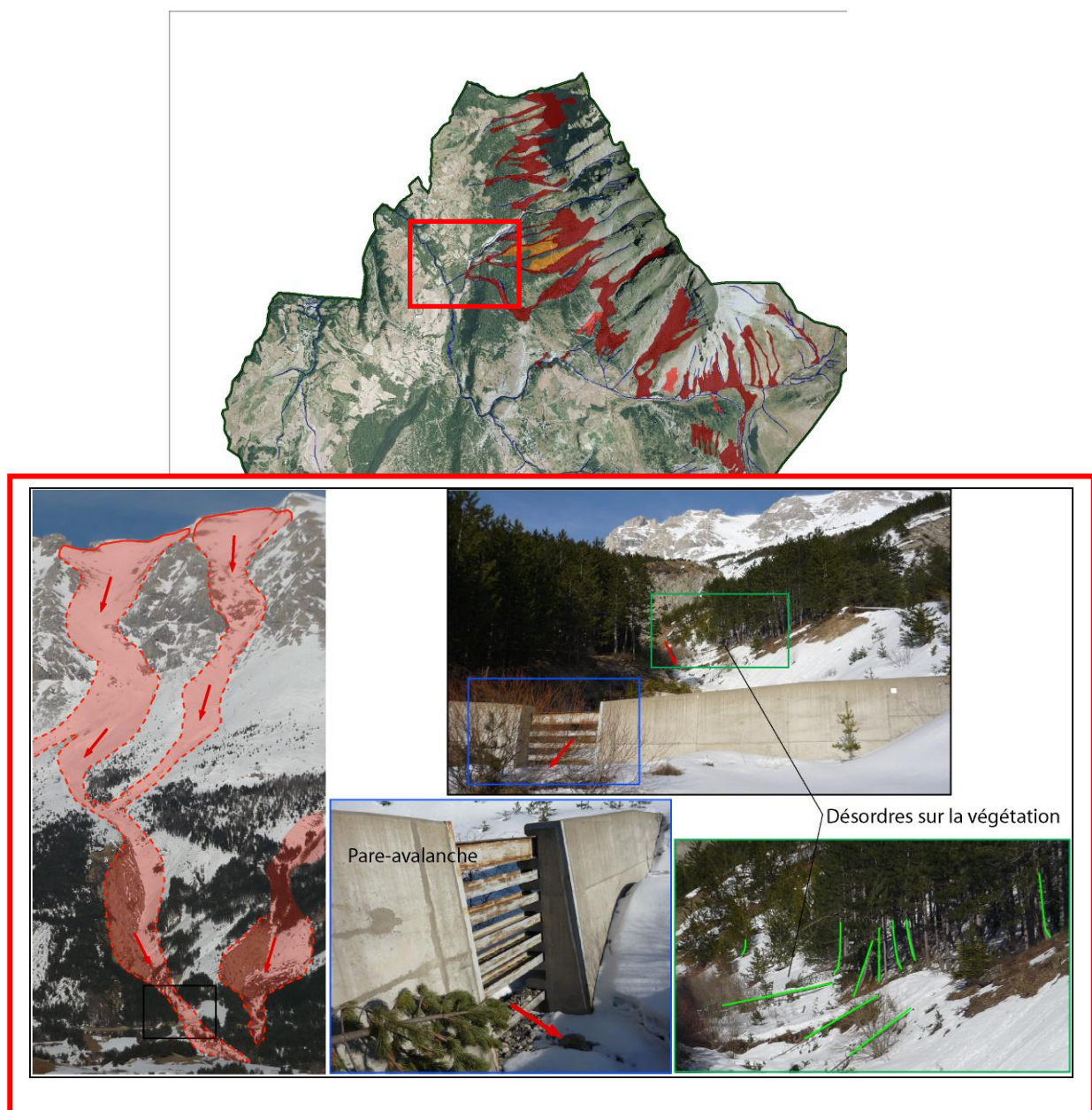


Figure 44 : Coulée de boue du ravin de Chabournasse



Sur le plan général on remarque donc que les zones soumises aux coulées de boues sont également soumises aux avalanches, et aux éboulis. Cela s'explique par un fonctionnement cyclique au cours de l'année. En effet, en période sèche, ce couloir sera le siège d'un éboulis vif alimenté par l'escarpement à proximité. En période pluvieuse, ce cône d'éboulis sera remanié par l'eau et pourra ainsi engendrer des coulées boueuses importantes.

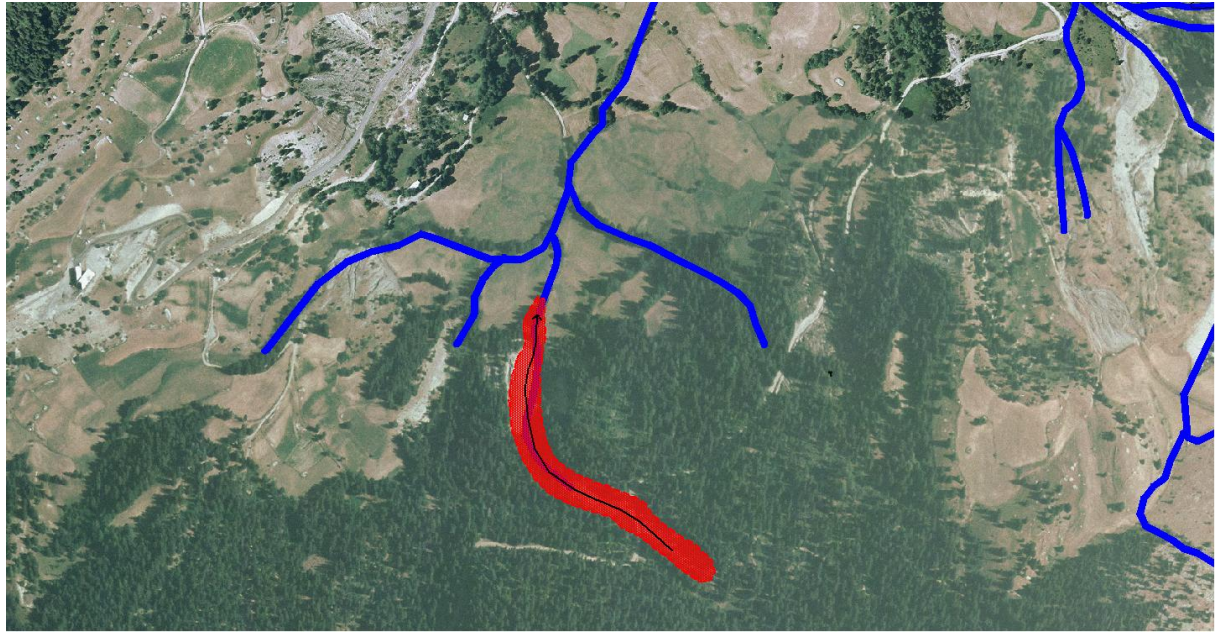


Figure 45 : Coulée de Boue sur le secteur du Bois rond



V.1.2.3. ***Eboulements / Chutes de blocs et de pierres***

a) Généralités

L'éboulement est un phénomène qui affecte les roches compétentes. Il se traduit par le détachement d'une portion de roche de volume quelconque depuis la masse rocheuse [fig. 46]. La cinématique est très rapide.

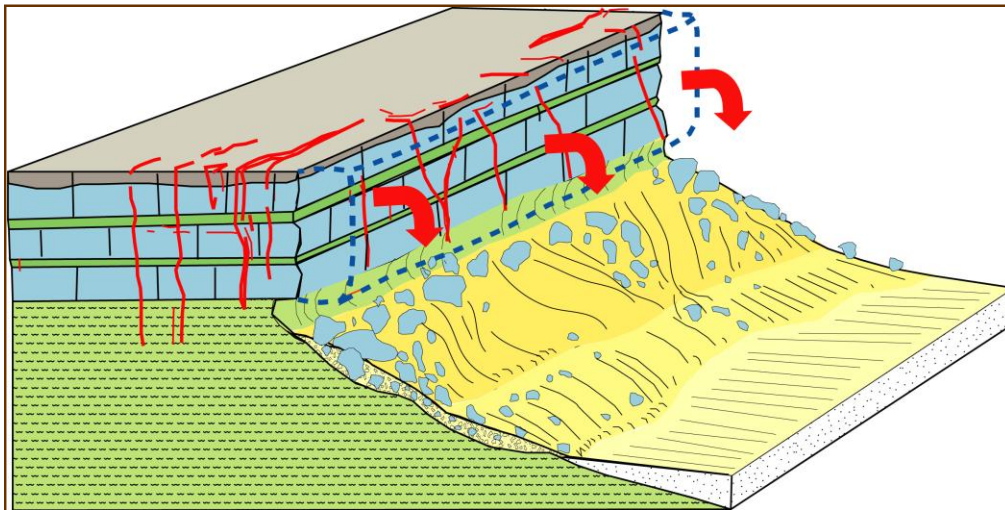


Figure 46 : Schéma conceptuel du phénomène chutes de blocs [IMSRN]

On différencie les éboulements d'après la taille des blocs détachés :

- Eboulement en masse lorsque le volume total est **supérieur à 1000 litres** ;
- Chute de blocs lorsque le volume est **compris entre 1 et 1000 litres** ;
- Chutes de pierres lorsque le volume est **inférieur ou égal au litre**.

Sur la commune de Saint-Etienne-en-Dévoluy, on trouve des éboulements en masse, des chutes de blocs et de pierres.

Les chutes de pierres sont des phénomènes cycliques provoqués par une desquamation des parois. Elles peuvent aussi se déplacer depuis le talus rocheux en bordure de route et se propager sur la chaussée.

Les chutes de blocs et **les éboulements en masse** sont des phénomènes à occurrence unique. Les blocs peuvent être soit isolés (s'ils sont issus de détachements très localisés) soit rassemblés dans un enchevêtrement formant un chaos.

Le facteur déclenchant principal de ce type de mouvement est la gravité, mais les phénomènes climatiques (pluies, cycles gel-dégel) jouent également un rôle important.

La présence de végétation au niveau des fractures est un phénomène aggravant.

Il à noter que la hauteur de la falaise n'influe pas sur le déclenchement du phénomène mais plutôt sur son amplitude (distance de propagation, énergie au moment de l'impact).



b) Eboulements / Chutes de blocs et de pierres sur la zone d'étude

Le phénomène d'éboulement /chute de blocs est particulièrement bien représenté sur le territoire communal. [Fig. 47]

D'après le relevé des informations historiques recueillies sur la commune, **10% des événements sont relatifs à des phénomènes d'éboulements/chutes de blocs**. Il est à noter que ce pourcentage est relativement bas car la totalité de ces événements se localise en zone naturelle et ne sont que très rarement identifiés.

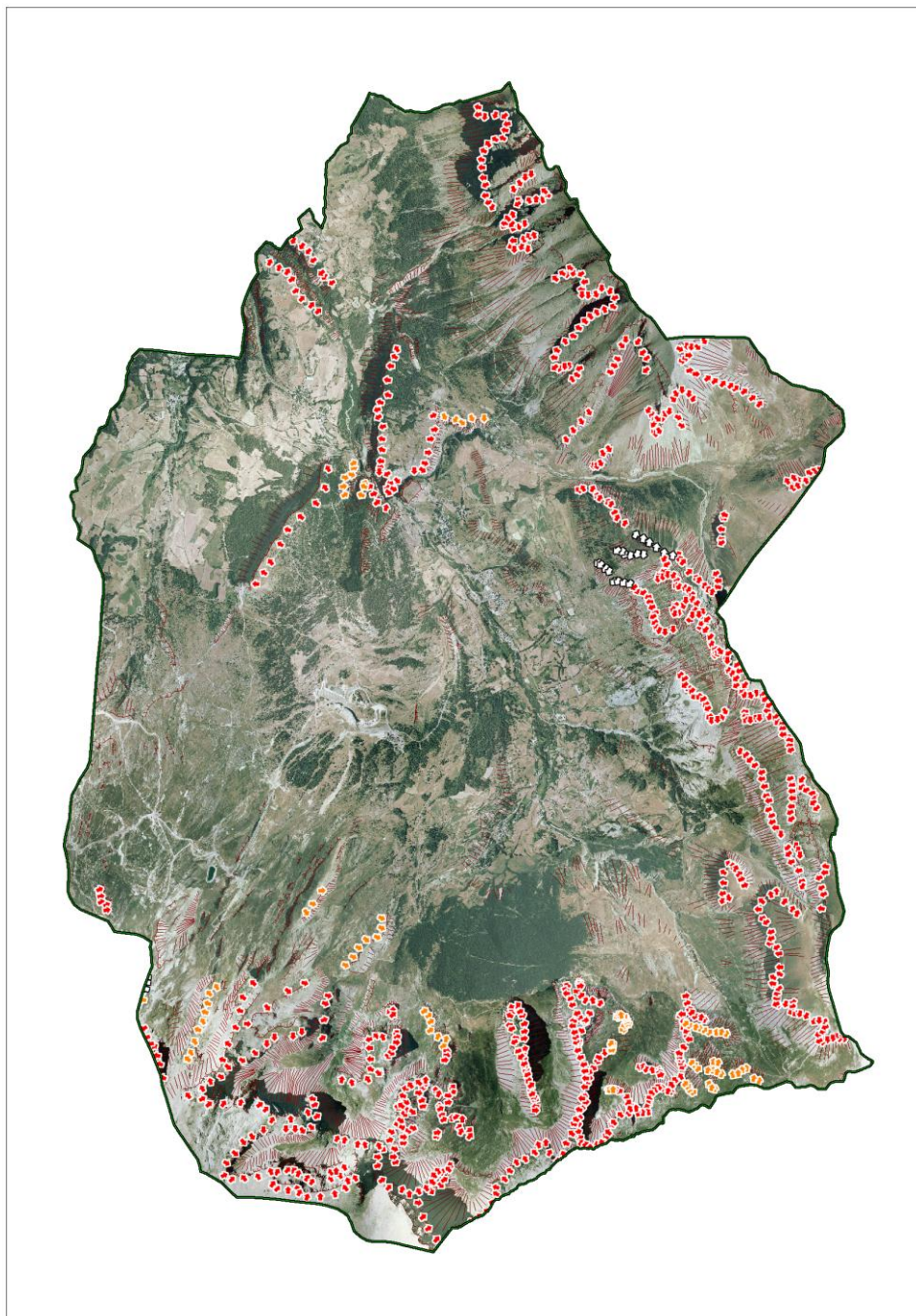


Figure 47: Répartition des phénomènes éboulements chutes de blocs : Extrait de la carte informative (source IMS-RN)



D'une façon générale, le Dévoluy est particulièrement connu, pour ses vastes tabliers d'éboulis qui marque le panorama de la région.

Les formations calcaires du Sénonien alimentent ces tabliers d'éboulis qui sont particulièrement visibles du Nord au Sud de la commune de Saint-Etienne-en-Dévoluy le long de la Montagne de Faraud. On l'observe nettement sur le terrain au niveau du hameau du Collet. **[Fig. 48]** Ces éboulis vifs sont restreints en pied par une forêt dense et un replat naturel qui limitent la propagation des blocs plus en aval.

Au niveau de certains couloirs, les blocs éboulés peuvent descendre au-delà de cette limite de végétation, mais aucun secteur à enjeux n'est directement touché par des chutes de blocs. Un peu plus au sud, ces tabliers d'éboulis s'étendent jusqu'au pied du versant en bordure du torrent du Rif.

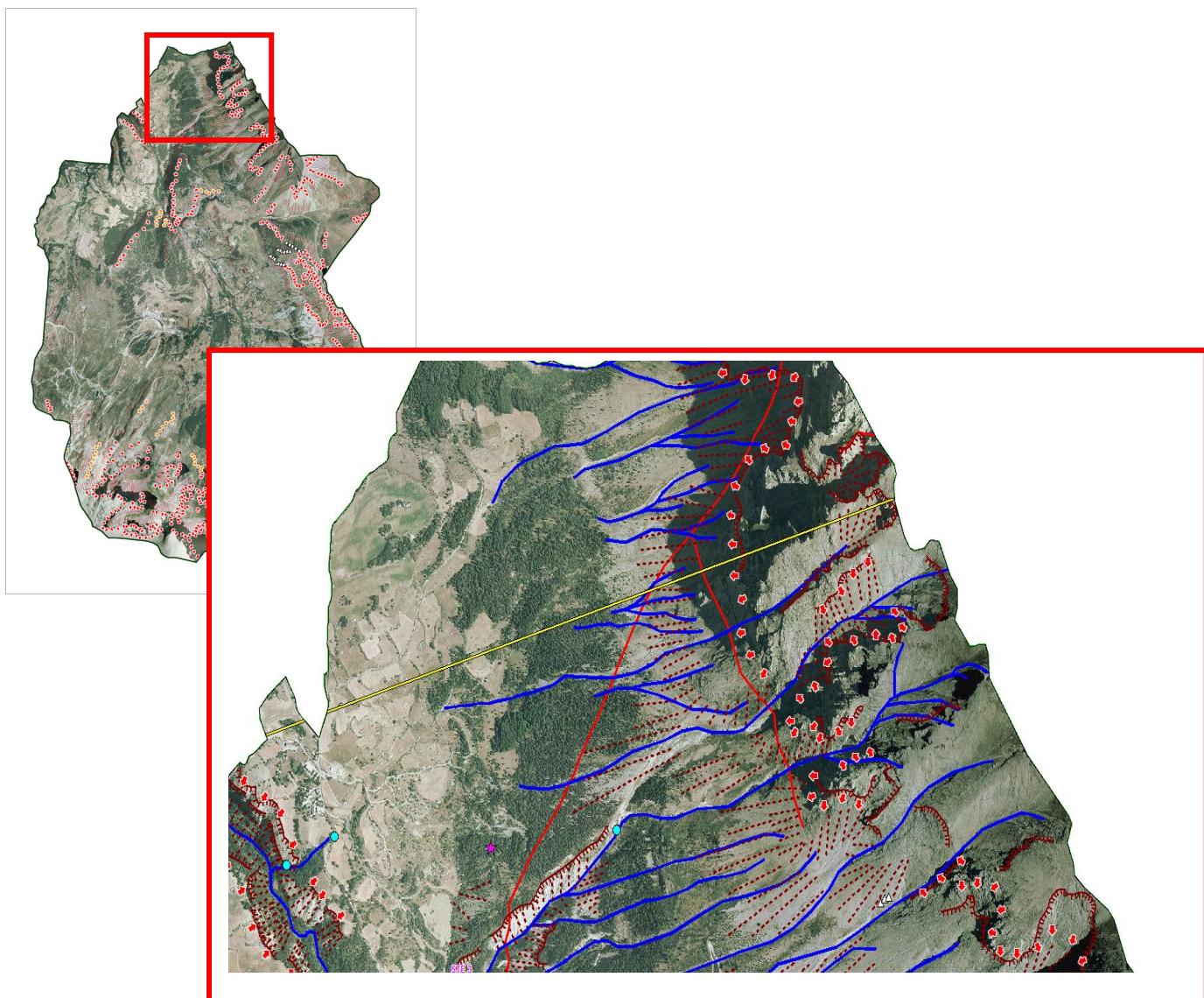


Figure 48: Chute de blocs secteur Collet



Un peu plus au sud, l'escarpement des Calcaires du Sénonien qui surplombent directement la RD 517 notamment au niveau du hameau des Bourettes alimente un important tablier d'éboulis partiellement stabilisé par la végétation. La fracturation à l'échelle régionale et locale associée à la stratigraphie débite cette roche calcaire en bloc dont la dimension moyenne est de l'ordre du dm3. On remarque également la présence d'un miroir de faille.

La RD 517 est particulièrement soumise aux chutes de blocs puisqu'elle traverse ce tablier d'éboulis sur plusieurs kilomètres. (cf. fiche n° STE2) et **[Fig. 49]**.

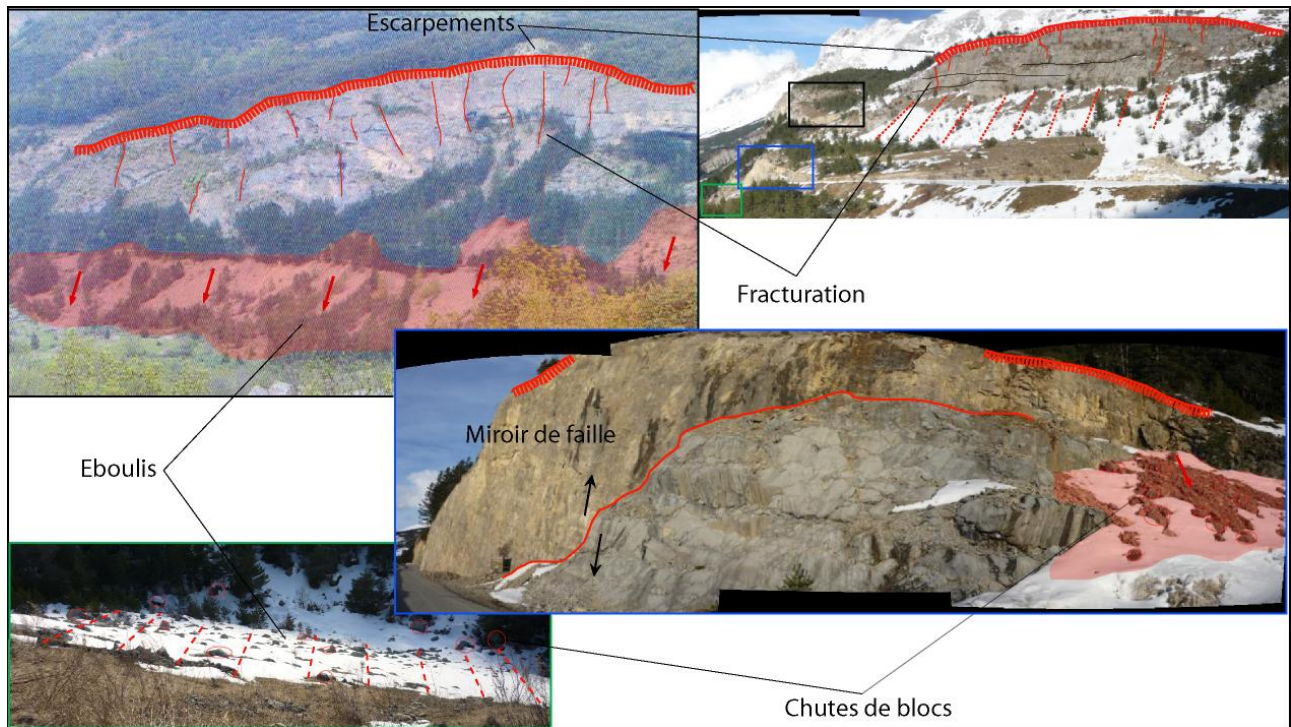


Figure 49: Chute de blocs sur la RD 517: Secteur des Bourettes

En remontant un peu plus vers le sud le passage des gorges présente une activité très importante de chute de pierre.

Les formations calcaires du Sénonien sont ici particulièrement broyées par le jeu combiné de la fracturation à l'échelle régionale, locale, associée à la stratigraphie. Sur le site on remarque de nombreux surplombs menaçant directement la chaussée. De nombreux blocs instables sont identifiables, et certains ont nécessité la pose d'un filet de protection (à la sortie des gorges vers Saint Etienne) (cf. Fiche STE 5).

Sur le versant en limite ouest du territoire communal, le constat est le même sur le massif de Faraud. Les escarpements calcaires intensément fracturés alimentent des éboulis massifs. On retrouve ponctuellement des blocs éboulés assez bas dans le versant, mais aucun éboulis ne semble directement menacer de secteur à enjeu. La RD 17 marque plus ou moins la limite d'extension maximale de ces chutes de blocs dans ce secteur **[Fig. 50]**. Il est d'ailleurs très bien représenté sur les cartes IGN. On remarque d'ailleurs que ce site a fait l'objet d'un profil trajectographique qui confirme notre analyse.

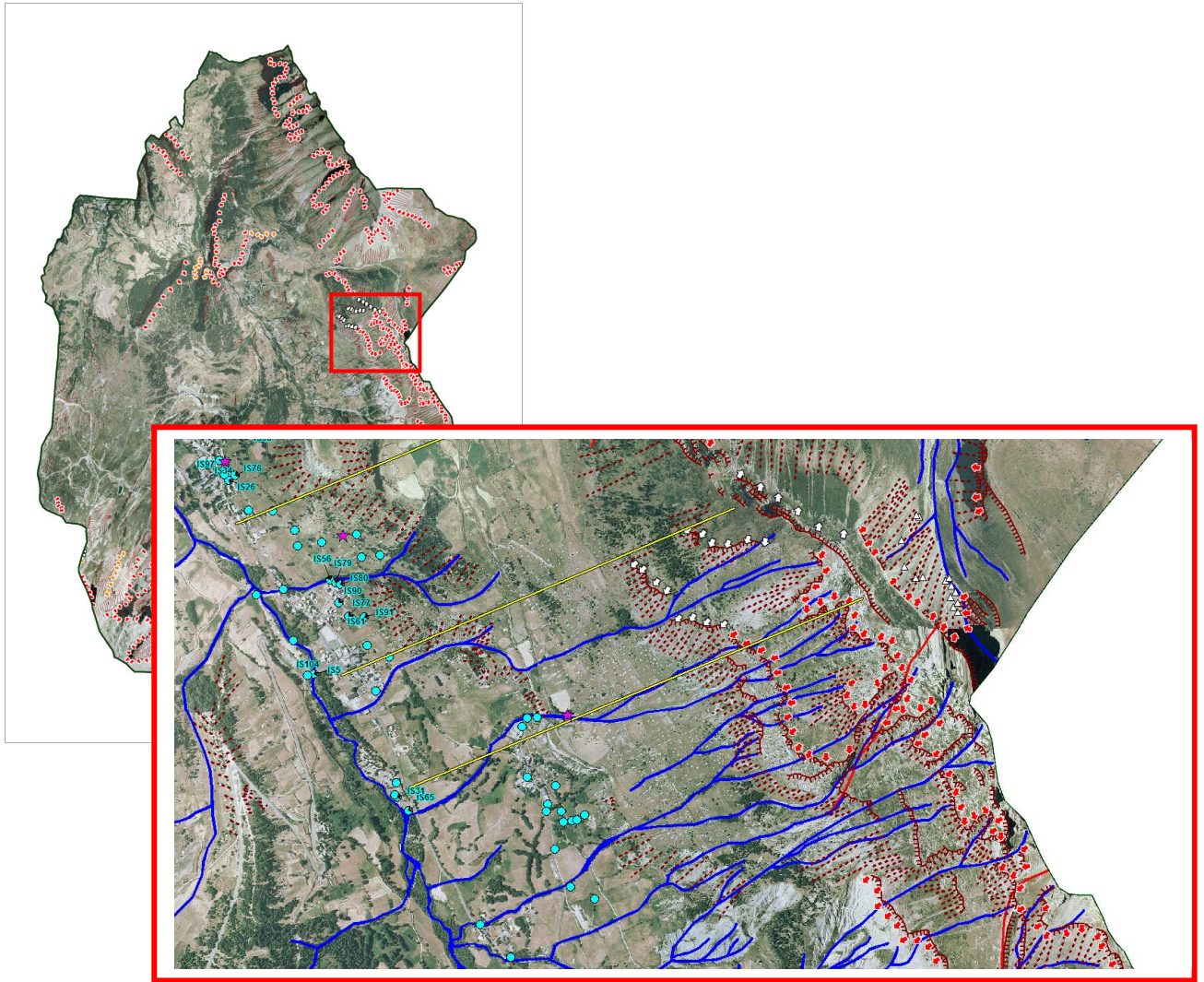


Figure 50: Chute de blocs secteur Liéraver

Sur reste du Versant depuis la Montagne de la Madeleine jusqu'au Col du Rabou, le constat reste identique. Les formations calcaires intensément fracturées développent de vastes tabliers d'éboulis qui sont particulièrement nets en photo aérienne.

C'est particulièrement visible le long du GR 97 au niveau du Pré du Col La propagation de ces blocs éboulés reste limitée à ces tabliers d'éboulis, mais ponctuellement les blocs peuvent descendre beaucoup plus bas dans le versant à la faveur d'un couloir d'avalanche, ou d'un cône de déjection.

A l'extrême sud du territoire communal, s'élève le massif du Pic de Bure. Ce rempart acéré développe des tabliers d'éboulis particulièrement importants. En mai 1995, le basculement d'une écaille rocheuse à proximité du Pic de Bure a causé un éboulement massif mettant en mouvement près de 250000 m³ de roche. La purge naturelle de la falaise s'est poursuivie durant 1 mois.

Cet exemple est caractéristique des éboulements massifs susceptibles d'apparaître sur le territoire communal. Néanmoins, ces phénomènes concerne essentiellement des zones naturelles [Fig. 51].

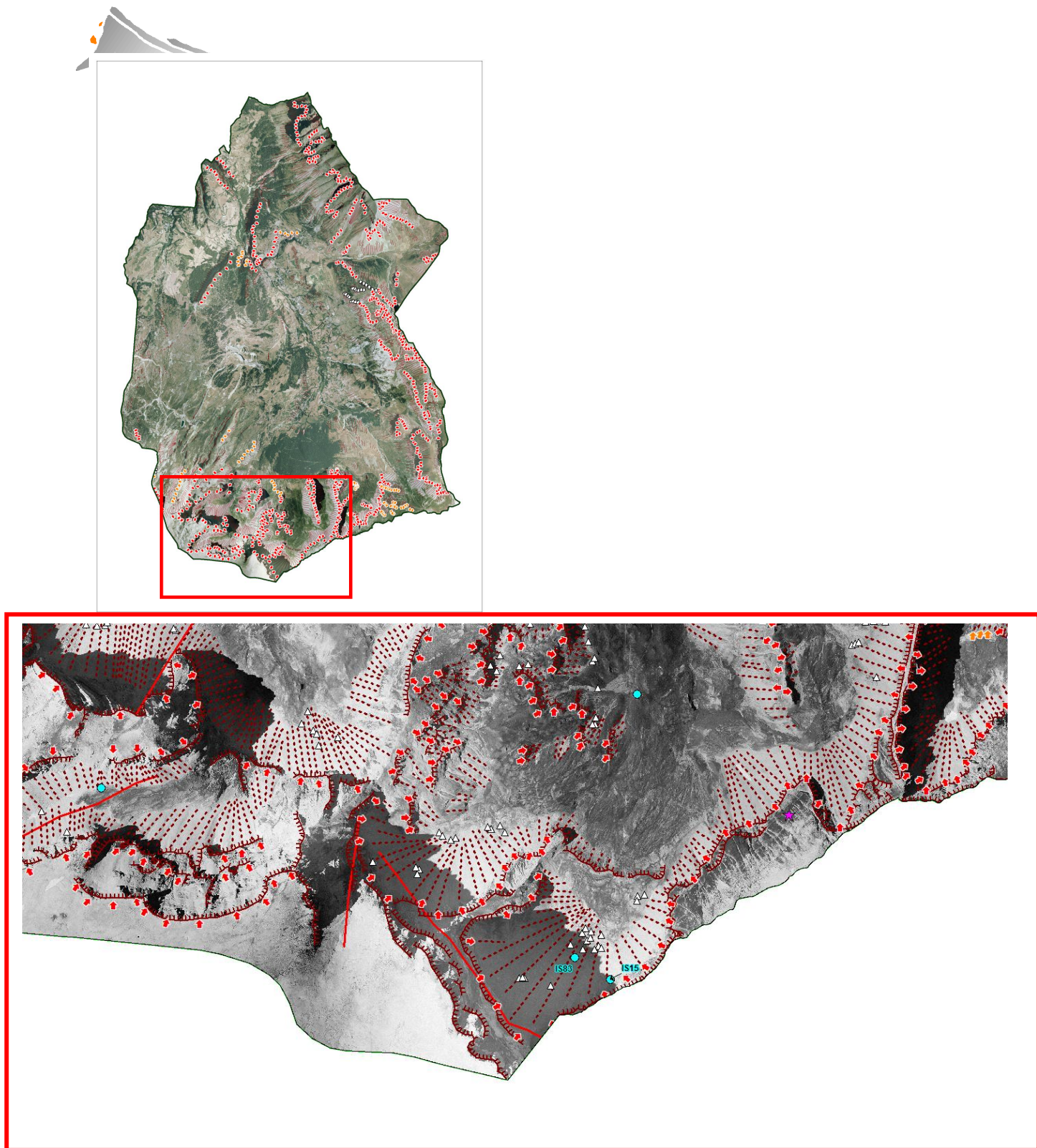


Figure 51: Eboulement site du Pic de Bure

Lors de nos investigations de terrain nous avons également pu mettre à jour des chutes de pierres à proximité des habitations sur plusieurs secteurs. (Hameau des Enclus, de Truziaud, Les Clots) Ces pierres sont issues des têtes d'arrachement des glissements de versants décrits précédemment (Exemple du glissement des Clots de 1996).

Ces éléments ne présentent pas directement de danger sur ces secteurs, néanmoins, à la faveur de réactivation de glissement, certains blocs peuvent être remaniés et risque de se propager plus en aval.



V.1.2.4. **Ravinement**

Ce phénomène de moyenne à faible intensité est moyennement présent sur la zone d'étude. Il se calque d'une façon générale aux formations morainiques, aux éboulis de versant et aux formations alluviales torrentielles quaternaires.

Des griffes d'érosion entaillent parfois profondément les formations marneuses ainsi que les formations morainiques sous-jacentes. C'est particulièrement le cas au niveau du Secteur du Pré Creux [Fig. 52].

Il est à noter que les couloirs d'avalanches et les éboulis vifs constituent des zones favorables à l'installation de ce type de phénomène. Car ses matériaux sont jugés de faible cohésion. Ainsi l'ensemble des zones avalancheuses est sujet en dehors des périodes neigeuses à des phénomènes de ravinement plus ou moins importants.

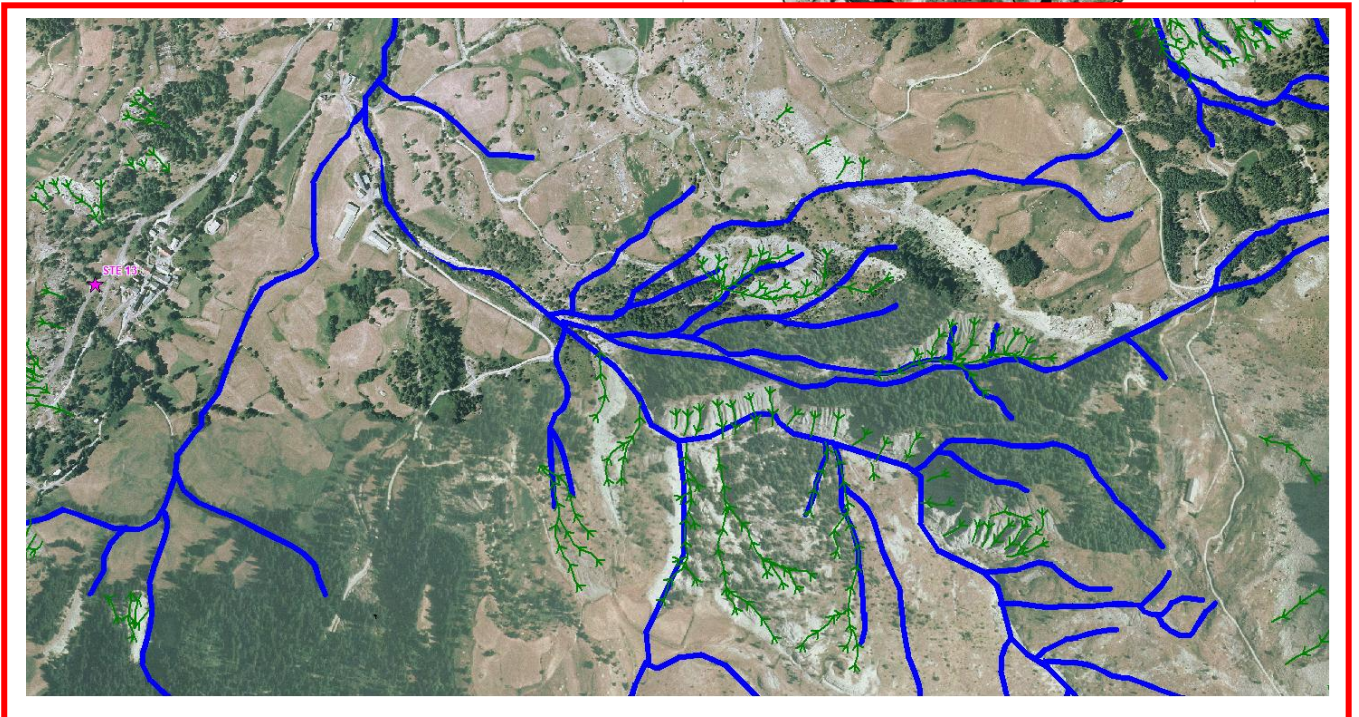
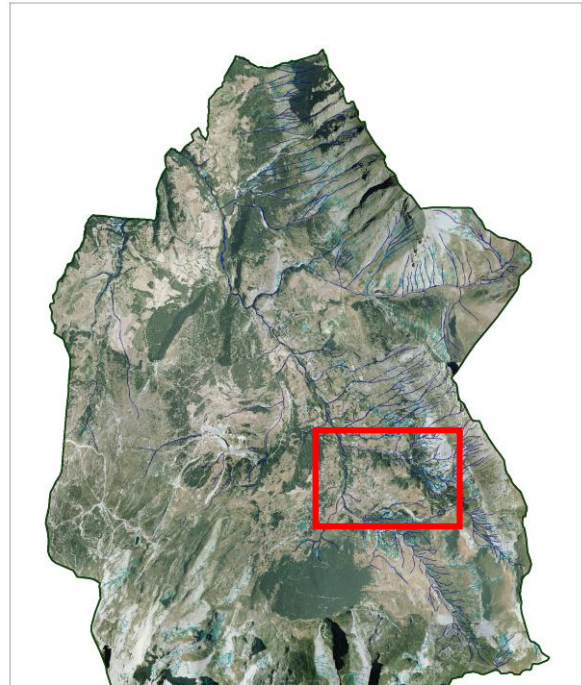


Figure 52: Griffes de ravinement sur le Pré Creux



V.1.2.5. Les Affaissements/Effondrements :

a) Généralités

Ce phénomène est consécutif à l'évolution de cavités souterraines naturelles ou artificielles (carrières ou mines).

Il peut correspondre :

- soit à un mouvement lent (amorti par le comportement souple des terrains de couverture) dans le cas des affaissements [Fig. 52 (A)],
- soit à un mouvement rapide (brutal), à composante essentiellement verticale (quand les terrains en surface sont moins compétents) dans le cas des effondrements ou des fontis [Fig. 52 (B)].

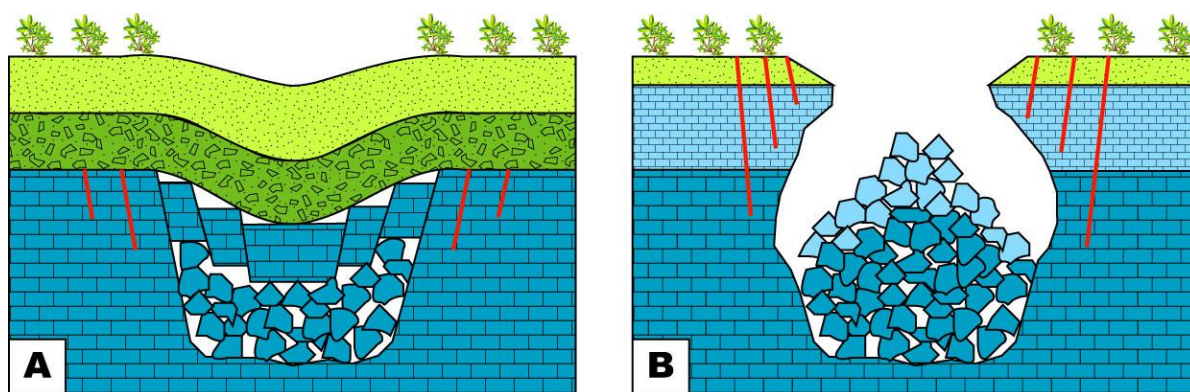


Figure 53: Coupes schématiques [(A) Affaissement – (B) Effondrement] [Source : IMS_{RN}]

b) Description des Affaissements / Effondrements sur la zone d'étude

Ce phénomène est difficile à approcher et qualifier à partir d'une simple analyse classique de surface. Néanmoins, en se basant sur les simples critères de prédisposition naturels de la zone d'étude à ces phénomènes (nature de la roche, fracturation, réseau hydrographique, cavités, gouffres et avènes existantes, ... etc), la région sud de la commune présente des potentialités moyennes à fortes à ces phénomènes.

En effet, au sud de la commune affleurent les calcaires Sénonien. Ces formations sont intensément fracturées et karstifiées. Ce qui se traduit par la présence de grottes, d'avens, de Chorums et de gouffres notamment au niveau du Plateau d'Aurouze (exemple Chorums Jumeaux, Chorum la Fille, Chorum Rond) [Fig. 54].



Figure 54: Chorum de Vallon Pierra.



Sur la base de donnée de la BSS (banque du Sous-sol - INFOTERRE du BRGM), on dénombre près de 200 cavités naturelles sur la seule commune de Saint-Etienne-en-Dévoluy [Fig. 55].

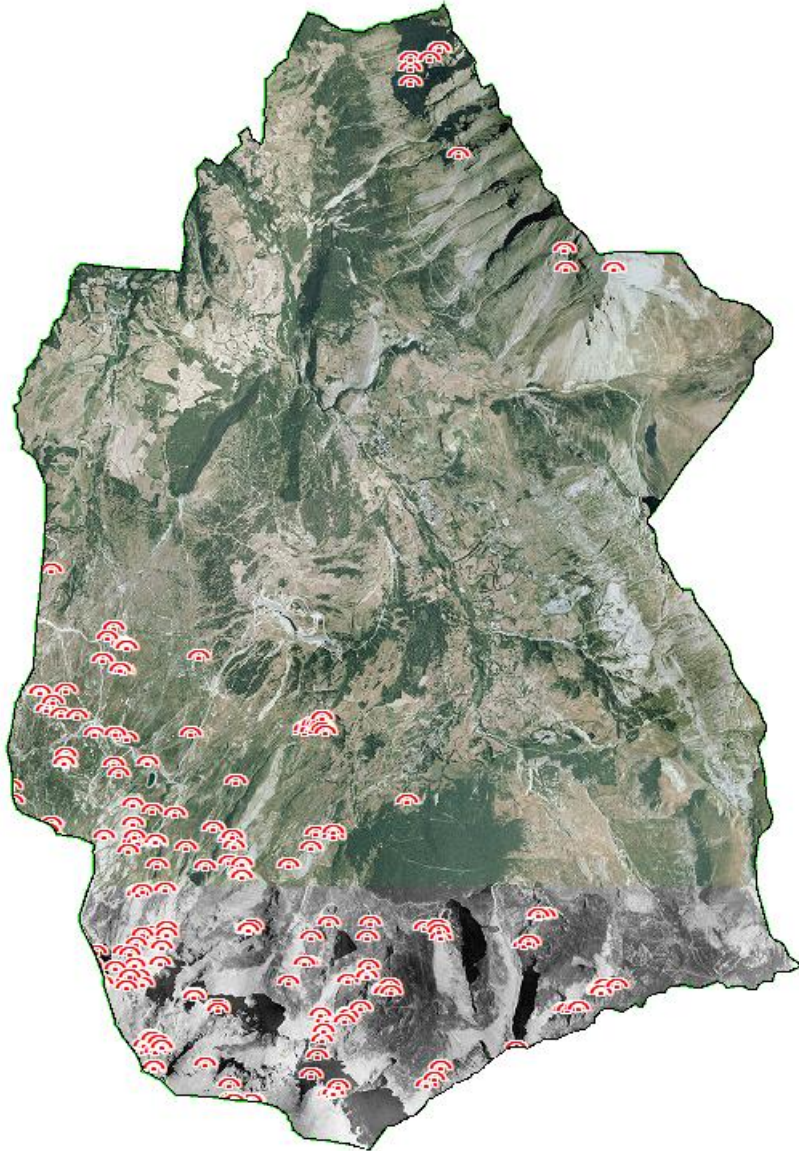


Figure 55: Localisation des cavités naturelles sur Saint-Etienne-en-Dévoluy

Ce phénomène est exclusivement présent en zone naturelle et ne touche aucun secteur à enjeux. On note cependant la découverte de zone sensible aux effondrements karstiques sur le domaine skiable de Superdévoluy.



V.1.3. Fiches descriptives des phénomènes avalanches et mouvements de terrain

Au total 15 sites pouvant être considérés comme représentatifs de l'ensemble des phénomènes affectant ou pouvant affecter la zone d'étude ont été étudiés en détail [Fig. 56]. Les caractéristiques de ces sites et des phénomènes qui y ont été observés sont récapitulées sous forme de fiches descriptives et illustrées par des photos et des coupes géologiques [Voir *fiches descriptives des mouvements de terrain*]

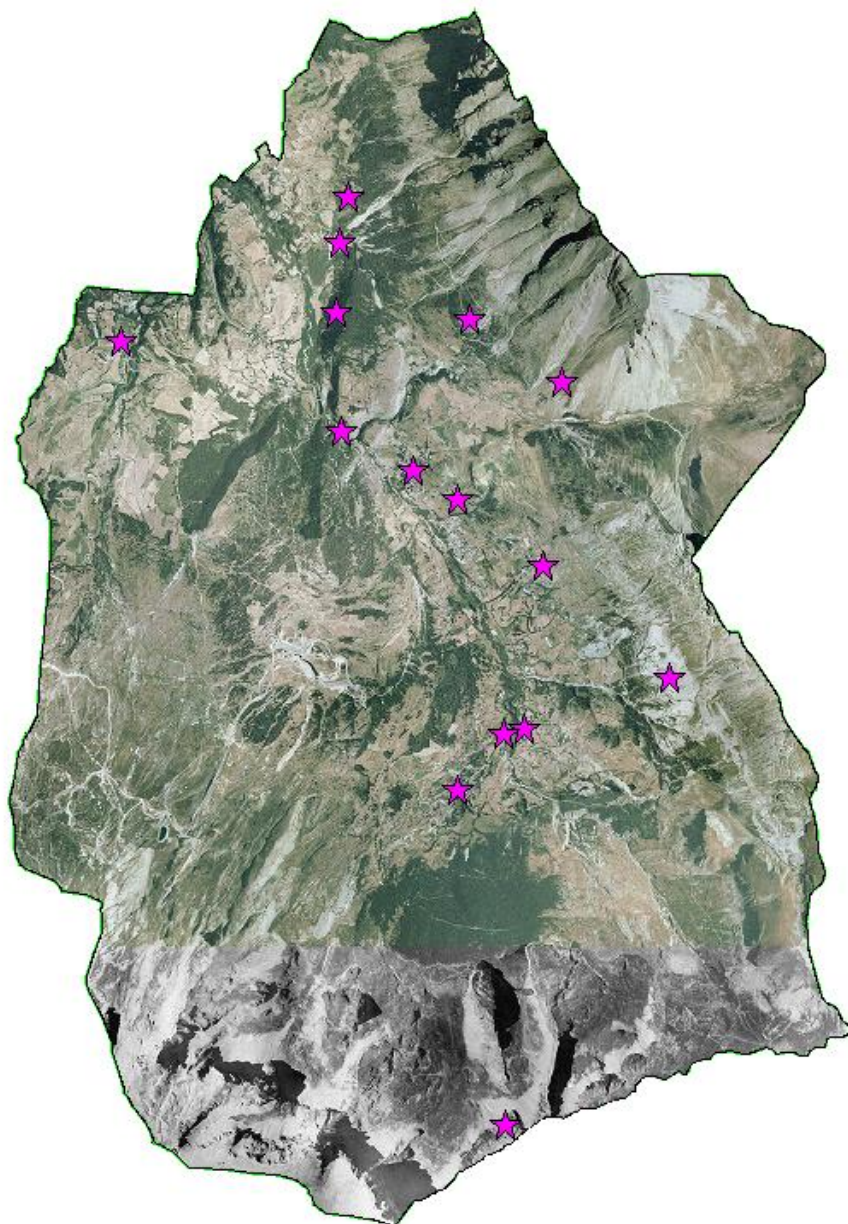


Figure 56: Répartition géographique des sites représentatifs des phénomènes avalanches et mouvements de terrain affectant la zone d'étude [Source : IMS_{RN}].



Ces données ont été stockées sous la forme d'une base de données informatique sous SIG (Système d'Information Géographique). Elle se présente sous la forme :

- d'une table (fichier « BDMVT_Devoluy.mbd » (*Microsoft Access Database*) ou « BDMVT_Devoluy.TAB » (MapInfo) où chaque mouvement de terrain est représenté par une ligne ; chaque colonne est une rubrique tel que numéro d'identification, le type de mouvement, la date d'occurrence, la localisation, etc,
- d'une fiche descriptive par désordre recensé illustrant de façon commode et décrivant de façon très précise et logique chaque site sujet à des mouvements de terrain évidents et/ou historique (**voir annexe : Fiches descriptives des phénomènes**).

L'ensemble de ces données peut être considéré comme représentatif à l'échelle de la zone d'étude. L'analyse de ces données nous a permis d'établir la typologie des phénomènes susceptibles de se produire, et surtout d'identifier les configurations (lithologie, géométrie, fracturation, pente, etc.) qui sont favorables au déclenchement de tels phénomènes.



V.2. Qualification et cartographie des aléas Avalanche et Mouvement de terrain

V.2.1. Définition de l'aléa

De façon générale, la carte d'aléa peut être définie comme la probabilité d'apparition d'un phénomène donné sur un territoire donné, dans une période de référence donnée.

Cette définition comporte donc les éléments suivants :

- La référence à un ou plusieurs phénomènes bien définis et d'une intensité donnée. Il se trouve que dans notre cas et comme nous venons de le voir précédemment, la région d'étude est sujette à plusieurs types de phénomènes très différents (avalanche, affaissement/effondrement, éboulement, chute de blocs, ravinement, glissement/coulée boueuse, ...). Nous avons introduit une notion d'intensité qui permet de traiter simultanément les aléas correspondant à tous ces phénomènes. Elle sera estimée la plupart du temps en fonction de la possibilité de mettre en œuvre une parade technique pour s'en prémunir et du coût de sa réalisation. Ces paramètres seront évalués à l'aide des caractéristiques des mouvements de terrain répertoriés (volume mobilisé, vitesse de déplacement...).
- Une composante spatiale : un aléa donné s'exerce sur une zone donnée, qu'il faut délimiter. Des difficultés ont surgi lors de la délimitation des zones sujettes à des éboulements/chutes de blocs ou encore à des glissements de terrain. L'extension de ces derniers est toujours délicate à évaluer. Pour les éboulements/chutes de blocs, nous avons utilisé la carte de pente et le MNT de la commune pour délimiter ces zones [(pour des déterminations plus précises il faut avoir recours à la modélisation numérique (trajectographie des blocs)]. Pour les glissements de terrain nous avons utilisé les lignes morphologiques issues aussi bien de la photo-interprétation et de l'étude de terrain pour délimiter ces zones (pour des déterminations plus précises il faut avoir recours aux sondages. Nous avons également eu des difficultés pour délimiter en surface les zones sujettes aux phénomènes affaissement/effondrement par simple étude de surface. Nous avons ajusté au mieux ces limites en zone de transition plein versant en utilisant les courbes de niveaux et le MNT. Pour des délimitations plus précises il faut avoir recours à la géophysique (prospection Radar et/ou sismique) ou à des sondages.
- Une composante temporelle : c'est la possibilité plus ou moins grande d'occurrence temporelle du phénomène. En règle générale, la complexité du milieu naturel géologique et son évolution ne permettent pas de qualifier la probabilité d'occurrence d'un mouvement de terrain, comme cela se pratique couramment dans le domaine des risques sismiques ou hydrologiques (quasi-impossibilité d'effectuer une prédiction de la date de déclenchement d'un mouvement de terrain, sauf parfois dans les quelques jours qui les précèdent). La seule voie actuellement opérationnelle consiste en une approche plus qualitative, dite de prédisposition du site à un type de phénomène donné. La plupart du temps, il faut se contenter d'estimer qualitativement un niveau de probabilité, pour une durée conventionnelle d'une centaine d'années (de l'ordre de la durée de vie des constructions et ouvrages).



V.2.2. Démarche

La démarche qui conduit à l'estimation et au zonage de l'aléa peut-être résumée de la façon suivante :

- Recensement des phénomènes actifs ou passés et identification des facteurs d'instabilité les plus défavorables régionalement. Cette étape constituant l'étape fondamentale de la démarche a été présentée dans le chapitre précédent. Elle conduit à l'élaboration d'une base de données des phénomènes naturels (Fiches descriptives des mouvements de terrain en format Access et MapInfo) et d'une carte informative des mouvements de terrains. Une classification des différents phénomènes intégrant une estimation de l'occurrence potentielle a été prise en compte lors de l'élaboration de ce document qui constitue la pièce maîtresse du PPR. En effet, il s'agit d'un document de synthèse et d'interprétation de l'ensemble des informations recueillies sur la région.
- Délimitation et étude des secteurs géologiquement homogènes,
- Estimation de l'aléa dans chaque zone définie comme homogène vis-à-vis des facteurs identifiés précédemment. Les zones soumises à plusieurs types d'instabilités, ont été qualifiées vis-à-vis des différents phénomènes.
- Qualification de l'aléa : définition d'une échelle de gradation d'aléas.

V.2.3. Définition des degrés d'aléa et zonage

La difficulté à définir l'aléa interdit de rechercher une trop grande précision dans sa quantification. On se bornera donc à hiérarchiser l'aléa en quatre niveaux (ou degrés), traduisant la combinaison de l'intensité et de la probabilité d'occurrence du phénomène. Par cette combinaison, l'aléa est qualifié de nul (niveau 0), de faible (niveau 1), de moyen (niveau 2) et de fort (niveau 3). Cette démarche est le plus souvent subjective et se heurte au dilemme suivant : une zone atteinte de manière exceptionnelle par un phénomène intense doit-elle être décrite comme concernée par un aléa faible (on privilégie la faible probabilité d'occurrence du phénomène), ou par un aléa fort (on privilégie l'intensité du phénomène) ?

La vocation des **P.P.R.** conduit à s'écarter quelque peu de la stricte approche probabiliste pour intégrer la notion **d'effet sur les personnes et les biens** pouvant être affectés. Il convient donc de privilégier l'intensité des phénomènes plutôt que leur probabilité d'occurrence.

Les différents niveaux d'intensité des phénomènes seront évalués en fonction de la possibilité de mettre en œuvre une parade technique pour s'en prémunir et du coût de sa réalisation. Ces paramètres seront évalués à l'aide des caractéristiques des mouvements de terrain répertoriés (volume mobilisé, vitesse de déplacement...).

Cette hiérarchisation a pour but de différencier les phénomènes majeurs des phénomènes plus secondaires.

Aléa fort (niveau 3)

Phénomènes de grande ampleur ou intéressant une aire géographique débordant largement du cadre parcellaire. Dans ces zones les caractéristiques sont telles qu'aucune parade technique permettant de s'en prémunir ne pourra être mise en place ou sera techniquement difficile à réaliser et/ou aura un coût très important :



- Eboulement/chute de blocs (quel que soit le volume mobilisé en raison de leur **intensité**, de la **soudaineté** et du caractère **dynamique** de leur déclenchement);
- glissements actifs mettant en mouvement un volume de terrain très important (de l'ordre de plusieurs centaines de milliers de m³...);
- glissements anciens ayant provoqué de fortes perturbations;
- coulée de boue importante,
- Avalanche, ...etc.

On pourra faire correspondre ce niveau d'aléa au phénomène le plus important connu sur le périmètre d'étude.

Aléa moyen (niveau 2)

Phénomènes d'ampleur réduite dont le coût des parades techniques pouvant être mis en place pourra être supportable financièrement par un groupe restreint de propriétaires (immeubles collectifs, petit lotissement...).

Aléa faible (niveau 1)

Phénomènes actifs ou anciens dont le coût des parades techniques pour s'en prémunir serait supportable financièrement par un propriétaire individuel.

Aléa présumé nul (niveau 0)

Aucun type de mouvement de terrain (actif ou ancien) n'a été répertorié.



V.2.4. Définition des aléas par phénomène naturel

Afin de faciliter la lisibilité de la carte, la représentation des aléas a été dissociée dans un premiers temps en fonction du type d'aléas, puis sera regroupé sur une seule et même carte d'aléa. Sur la zone d'étude, il existe des superpositions importantes d'aléas (3 à 4 aléas par endroit) et notamment en zone montagneuse. Les phénomènes superposés sont gérés en respectant, sauf exception, le principe suivant :

- l'aléa le plus fort masque l'aléa le plus faible ;
- pour des aléas de même niveau, l'aléa le moins étendu géographiquement couvre l'aléa le plus étendu géographiquement ;
- les limites d'aléa apparaissent toujours au-dessus du zonage avec des teintes allant du jaune au marron conformément au cahier des charges.

Chaque zone distinguée sur la carte des aléas est matérialisée par une limite, une couleur traduisant le degré d'aléa et une lettre indiquant la nature des phénomènes naturels intéressant la zone indexée d'un chiffre (1, 2, 3) correspondant au degré de l'aléa [fig. 57].

Nature du Mouvement							
DEGRES D'ALEA		Eboulements/ Chutes de blocs et de pierres	Glissement	Coulée boueuse	Ravinement	Affaissement/ effondrement	Avalanche
	Fort	P3	G3	CB3	E3	F3	A3
	Moyen	P2	G2	CB2	E2	F2	A2
	Faible	P1	G1	CB1	E1	F1	A1
	Nul	P0	G0	CB0	E0	F0	A0

Figure 57: Echelle de gradation de l'aléa mouvement de terrain.

Certaines zones, dans lesquelles aucun phénomène actif n'a été décelé, sont décrites comme étant exposées à un aléa faible - voire moyen - de mouvement de terrain ou d'avalanche. Le zonage traduit un contexte topographique ou géologique dans lequel une modification des conditions actuelles peut se traduire par l'apparition de nombreux phénomènes. Les modifications peuvent être très variables, tant par leur nature que par leur importance. Les causes les plus fréquemment observées sont : les terrassements, les rejets d'eau et les épisodes météorologiques exceptionnels.

Dans la majorité des cas, l'évolution des phénomènes naturels est continue, la transition entre les divers degrés d'aléa est donc théoriquement linéaire. Lorsque les conditions naturelles – notamment la topographie – n'imposent pas de variations particulières, les zones d'aléas fort, moyen et faible sont "emboîtées". Il existe donc, dans ce cas, pour une zone d'aléa fort donnée, une zone d'aléa moyen et une zone d'aléa faible qui traduit la décroissance de l'activité et/ou de la probabilité du phénomène avec l'éloignement. Cette gradation est théorique, et elle n'est pas toujours représentée, notamment du fait des contraintes d'échelle et de dessin.



Par ailleurs, la carte des aléas est établie, sauf exceptions dûment justifiées, **en ne tenant pas compte d'éventuels dispositifs de protection existants**. Par contre, au vu de l'efficacité réelle actuelle de certains de ces derniers, **il pourra être proposé** dans le rapport de présentation **un reclassement** des secteurs protégés afin de permettre la prise en considération du rôle des protections au niveau du zonage.

Une synthèse de la qualification des aléas par type d'aléas pour les plus fréquents et représentatifs de la zone d'étude est exposée à titre indicatif ci-après.

V.2.4.1. *L'aléa éboulements/chutes de blocs et de pierres*

Il existe, sur la zone d'étude quelques profils trajectographiques permettant de définir l'aléa en fonction des probabilités d'atteinte d'une zone donnée par un bloc caractéristique. Cette étude a été prise en compte sur cette cartographie. Le zonage est également fondé sur l'enquête et les observations du terrain. Nous avons utilisé également la carte de pente et le MNT de cette région d'étude pour délimiter ces zones **[Fig. 58]**.

Aléa	Indice	Critères
Fort	P3	- Zones exposées à des <u>éboulements en masse</u> et à <u>des chutes fréquentes de blocs</u> ou <u>de pierres</u> avec indices d'activité (éboulis vifs, zone de départ fracturée avec de nombreux blocs instables, falaise, affleurement rocheux). - Zone d'impact des blocs. - Auréole de sécurité autour de ces zones (amont et aval). - Bande de terrain en plaine au pied des falaises, des versants rocheux et des éboulis (largeur à déterminer, en général plusieurs dizaines de mètres).
Moyen	P2	- Zones exposées à ces chutes de blocs et de pierres isolées, <u>peu fréquentes</u> (quelques blocs instables dans la zone de départ). - Zones exposées à des chutes de blocs et de pierres isolées, peu fréquentes, issues d'affleurements de hauteur limitée (10 – 20 m). - Zones situées à l'aval des zones d'aléa fort. - Pente raide dans le versant boisé avec rocher sub-affleurant sur pente supérieure à 35°. - Remise en mouvement possible des blocs éboulés et provisoirement stabilisés dans le versant sur pente supérieure à 35°.
Faible	P1	- Zone d'extension maximale supposée des chutes de blocs ou de pierres (partie terminale des trajectoires). - Pente moyenne boisée, parsemée de blocs isolés, apparemment stabilisés (ex. : blocs erratiques). - Zone de chute de petites pierres.
Nul		- Aucun éboulement/chute de blocs ou chute de petits blocs et de pierres (ancien, actif, ou potentiel) n'a été répertorié

Figure 58: Echelle de gradation de l'aléa Eboulement/Chute de blocs



V.2.4.2. L'aléa glissement de terrain/coulée boueuse

Aléa	Indice	Critères
Fort	G3- CB3	- Glissements et/ou coulées boueuses actifs dans <u>toutes pentes</u> avec <u>nombreux indices de mouvements</u> (niches d'arrachement, fissures, bourrelets, arbres basculés, rétention d'eau dans les contre-pentes, traces d'humidité) et dégâts au bâti et/ou aux axes de communications. - Zones de terrain meuble, peu cohérent et de fortes pentes présentant des traces d'instabilités nombreuses - Auréole de sécurité autour de ces glissements et/ou coulées boueuses. - Zone d'épandage des coulées boueuses. - Glissements anciens ayant entraîné de fortes perturbations du terrain. - Berges des torrents encaissés qui peuvent être le lieu d'instabilités de terrain lors des crues.
Moyen	G2- CB2	- Situation géologique identique à celle d'un glissement actif et dans les <u>pent</u> <u>fortes à moyennes</u> (35° à 15°) avec <u>peu d'indices de mouvement</u> (indices estompés). - Topographie <u>légèrement déformée</u> (mamelonnée liée à du fluage). - Glissements et/ou coulées boueuses <u>fossiles</u> dans les <u>pent</u> <u>fortes à moyennes</u> (35° à 15°). - Glissement actif dans les pentes faibles (< 15° ou inférieure à l'angle de frottement interne des matériaux ϕ du terrain instable) avec pressions artésiennes. Ces zones présentent une probabilité d'apparition de glissement de faible ampleur moyenne, mais qui peut devenir forte sous l'action anthropique (surcharge, route, terrassement). La probabilité d'apparition de mouvement de grande ampleur reste faible.
Faible	G1- CB1	- Glissements <u>fossiles</u> dans les <u>pent</u> <u>faibles</u> (< 15° ou inférieure à l'angle de frottement interne des matériaux ϕ du terrain instable). - Glissements <u>potentiels</u> (pas d'indice de mouvement) dans les pentes moyennes à faibles (à titre indicatif : 20 à 5°) dont l'aménagement (terrassement, surcharge...) risque d'entraîner des désordres compte tenu de la nature géologique du site.
nul		- Aucun glissement fossile, ancien, actif, ou potentiel n'a été répertorié

(**G** : glissement de terrain, **CB** : Coulée boueuse)

Figure 59: Echelle de gradation de l'aléa Glissement de terrain/Coulée de boue



V.2.4.3. L'aléa ravinement

Aléa	Indice	Critères
Fort	E3	- Versant en proie à l'érosion généralisée (bad lands). Exemples : • présence de ravines dans un versant déboisé ; • griffe d'érosion avec absence de végétation ; • effritement d'une roche schisteuse dans une pente faible ; • affleurement sableux ou marneux formant des combes. - Écoulement concentré et individualisé des eaux météoriques sur un chemin ou dans un fossé.
Moyen	E2	Zone d'érosion localisée. Exemples : • griffe d'érosion avec présence de végétation clairsemée ; • écoulement important d'eau boueuse suite à une résurgence temporaire.
Faible	E1	- Versant à formation potentielle de ravines sans couvert végétal ou à végétation clairsemée et à forte pente. - Écoulements d'eau non concentrée, plus ou moins boueuse, sans transport solide sur les versants, et particulièrement en pied de versant.
Nul		- Versant à formation potentielle de ravines avec couvert végétal important - Versant à formation ne présentant aucun potentiel de ravine (calcaires massifs, grès, ...),

Figure 60: Echelle de gradation de l'aléa Ravinement



V.2.4.4. L'aléa effondrement/affaissement

Pour le phénomène d’Affaissement / Effondrement de cavités souterraines deux notions primordiales ont été prises en compte pour l’identification des classes de prédisposition de la zone d’étude vis-à-vis de ces phénomènes :

- la présence de cavités souterraines et la prédisposition à la rupture
- la présomption de présence de vide

La prédisposition d’un site à l’apparition de désordres est évaluée qualitativement en fonction de paramètres caractérisant l’environnement du secteur considéré et le type de cavités : Observations géologiques (lithologie, karstification, fracturation et fissuration géologiques, désordres divers tels que effondrements, fontis, clape, ...) ;

La notion de prédisposition d’un site à la rupture suffit dans le cas d’ouvrages et/ou de cavité connus et convenablement repérés.

En présence de formations potentiellement « karstifiable », mais dont on ne connaît pas avec certitude l’existence et/ou la localisation, on peut introduire un autre concept : celui de la « présomption de présence de vide ».

Le croisement de la présomption de présence de vides avec la prédisposition du site à la rupture permet de définir la classe de probabilité d’occurrence caractérisant le site étudié selon les termes classiques de **négligeable**, **faible**, **moyenne**, **forte**. Le principe de définition de ces classes est explicité dans le tableau ci-dessous [Fig. 61].

		PREDISPOSITION A LA RUPTURE			
		Négligeable	Peu sensible	Sensible	Très sensible
PRESOMPTION DE VIDE	Très improbable	Négligeable	Négligeable	Négligeable	Négligeable
	Possible	Négligeable	Négligeable	Moyenne	Moyenne
	Probable	Négligeable	Faible	Moyenne	Forte
	Probable à certain	Faible	Moyenne	Moyenne	Forte

Figure 61: Echelle de gradation de l'aléa Affaissement / Effondrement



V.2.4.5. *L'aléa Avalanche*

Les événements historiques constituent la principale source d'information exploitée (EPA, Archives RTM et communale, témoignage élus et habitants). L'aléa peut être défini en fonction de l'intensité des avalanches passées (estimée à partir des témoignages des archives et des destructions occasionnées), de la topographie et des éventuelles modifications du milieu dans la zone de départ (déboisement ou reboisement, ouvrage paravalanche...), ou également, à partir de modélisations mathématiques du phénomène **[Fig. 62]**.

Aléa	Indice	Critères
Fort	A3	- Zone d'extension des avalanches fréquentes). - Zone d'extension des avalanches ayant entraîné une destruction du bâti.
Moyen	A2	- Zones pour lesquelles des informations suffisamment précises n'ont pu être obtenues ou ont donné lieu à des renseignements non recoupés ou contradictoires, Coulée de versant.
Faible	A1	- Zone d'extension maximale supposée des avalanches (en particulier : partie terminale des trajectoires, zone de souffle). - Emprise présumée des avalanches exceptionnelles.

Figure 62: Echelle de gradation de l'aléa Avalanche



VI. Le phénomène crue torrentielle

VI.1. Connaissance et cartographie hydrogéomorphologique des phénomènes de crue torrentielle

VI.1.1. Démarche – principes méthodologiques

▪ Les principes de base pris en compte pour la définition des aléas sont conformes à ceux définis par le guide méthodologique pour l'établissement des Plans de Prévention des Risques d'Inondation.

Il y est indiqué que la qualification de l'aléa s'effectue à la suite des analyses historiques et hydrogéomorphologiques (voir principes méthodologiques ci-dessous) sur la base des informations recueillies au cours de ces 2 étapes préalables.

En l'absence d'informations historiques suffisantes pour qualifier les aléas, la seule information exploitable est la cartographie hydrogéomorphologique, croisée avec les autres informations disponibles à laquelle il convient d'ajouter l'expertise des ingénieurs chargés de la qualification des aléas.

Enfin, si des études qualifient les aléas pour la crue centennale sur la base d'une modélisation hydraulique sont disponibles, ce sont ces aléas qui seront pris en compte.

▪ Selon ces principes, il s'agit de retenir que **l'aléa sur lequel se basera la cartographie de zonage est celui retenu** :

- pour une crue centennale si celle-ci est connue ou a été modélisée ;
- pour la plus forte crue historique connue (circulaire du 24 janvier 1994).

A défaut, les aléas seront qualifiés sur la base de l'expertise des ingénieurs et de leur propre expérience en matière de connaissance du fonctionnement des cours d'eau et d'exploitation de la cartographie hydrogéomorphologique.

Ces principes privilégient la prise en compte :

- des événements qui se sont déjà produits, donc susceptibles de se reproduire, par ailleurs inscrits dans les mémoires ;
- des événements rares à exceptionnels pour la mise en sécurité des populations ;
- de la connaissance du fonctionnement naturel des cours d'eau et de leur évolution expliquant leur dynamique actuelle (et en particulier des inondations), de l'influence des aménagements réalisés..., soit du contexte hydrogéomorphologique.

▪ Ainsi, sur la commune de Saint-Etienne-en-Dévoluy, la qualification puis la cartographie des aléas inondation a été réalisée par croisement des données acquises à ce jour et des diagnostics réalisés, à savoir :



- les connaissances sur les crues historiques acquises aux archives et par le recueil de témoignages : manifestation des crues, niveaux atteints...
- Les données fournies par la Banque hydro sur la Souloise (une station de mesure dont les données sont synthétisées depuis 1977).
- L'analyse hydrogéomorphologique des zones inondables sur la Souloise et de l'ensemble des cours d'eau de la commune. (voir principes et méthodologie dans le chapitre suivant). Cette approche permet d'étayer la connaissance sur le fonctionnement en crue des cours d'eau, et sa transcription en terme d'aléa complète l'analyse ;
- Les études antérieures : La cartographie des zones inondables dans le département des hautes-alpes-SIEE (GINGER) [2007] ;
- Les visites de sites et la propre expertise des intervenants ;

La définition des aléas intégrera en outre l'ensemble des observations ayant pu être effectuées sur le terrain : singularités des vallées et des ravins, présence de remblais, risques d'embâcle et autres cas particuliers ayant attiré aux installations humaines (vulnérabilités, possibilités d'évacuation, type et capacité des ouvrages,...) pouvant induire des modifications de l'intensité des aléas.

- **Résumé des études antérieures**

La cartographie des zones inondables a été réalisée en 2007 par la société SIEE-GINGER. Cette étude partielle, décrit la physiographie de la Souloise. Elle a été effectuée en utilisant une approche hydrogéomorphologique à une échelle du 1/25000^{ème}. Les crues passées ont permis de délimiter les limites majeures du cours d'eau.

VI.1.2. Description du réseau hydrographique de la commune

VI.1.2.1. La Souloise :

Le régime de ce cours d'eau est de type pluvio-nival, caractéristique du Dévoluy. Il se qualifie par une période de hautes eaux en automne hiver, liée aux précipitations, puis un débit qui se renforce au printemps lors de la fonte des neiges. Le pic principal sur la Souloise est clairement centré sur les mois de novembre et décembre. Ce cours d'eau est typique d'un fonctionnement torrentiel c'est-à-dire avec une faible hauteur d'eau et une forte vitesse. Les crues sont généralement très rapide (dépasse rarement plus 24h) et peuvent par leur soudaineté engendrer des désordres importants sur les infrastructures et mettre en danger des vies humaines.

La Souloise prend sa source au niveau du Col de Rabou et s'étend sur 25.6km de long jusqu'au Lac de Sautet. Le bassin versant de ce torrent est de l'ordre de 39.8 km².

Le débit instantané maximum connu sur ce cours d'eau par la banque Hydro est celui de la crue du 9 novembre 1982 (19.30m³/s) pour un débit journalier de l'ordre de 9.30m³/s. Le maximum de hauteur d'eau relevé ce même jour est de 165 cm au niveau de la Station W2215030. Il est à noter que la banque hydro ne dispose que de données sur 32 ans. **[fig. 63].**

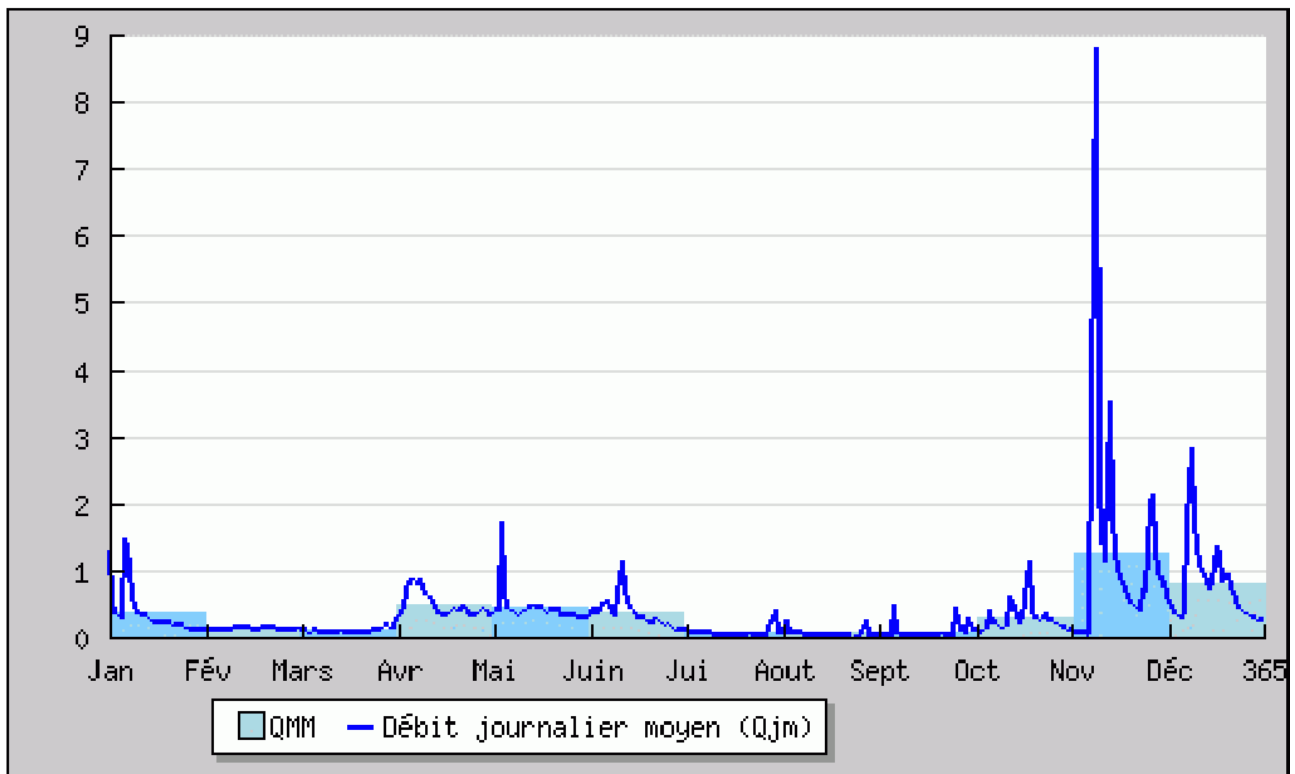


Figure 63: Débit journalier moyen de la Souloise en 1982 (source banque hydro)

D'amont en aval, on constate que la morphologie du torrent de la Souloise est relativement encaissée. L'espace de mobilité du lit mineur est assez réduit car les berges de ce cours d'eau sont encaissées, notamment en aval du pont du Villard jusqu'à la confluence avec le torrent de Merdarel. Le lit majeur en amont du pont du Villard montre un axe d'écoulement en rive droite.

En aval de la confluence avec le torrent de Merdarel le lit du torrent s'élargit sensiblement (en raison des apports des torrents en rive droite). Néanmoins le lit majeur du cours d'eau reste confiné dans les berges bien marquées. Les divagations du cours d'eau en rive droite n'apparaissent qu'à partir de la confluence avec le torrent de Cognible.

La divagation en rive droite est confinée en aval de la RD 417 jusqu'à l'entrée des gorges de l'Etroits. A ce niveau la morphologie du cours d'eau change brutalement en traversant le massif calcaire jusqu'au pont de Giers. La profondeur des gorges des Etroits atteints ponctuellement près de 100 m. **[Fig. 64].**



Figure 64: Pont des Etroits



En amont du pont le lit du torrent s'élargit brusquement (au niveau du Courtil). La largeur du lit passe de quelques mètres dans les gorges à près d'une centaine de mètre. On retrouve dès lors en rive droite un axe d'écoulement préférentiel en période de crue à proximité du ravin de Chabournasse.

En terme d'infrastructure, les principales constructions ont été réalisées à proximité du camping des Auches. On constate en effet sur le terrain la construction d'une digue de protection en rive droite (Mention en 1983 d'un enrochement de plus de 300T) (Source RTM 05).

VI.1.2.2. ***Torrent de Merdarel :***

Le torrent de Merdarel est le premier des affluents majeurs de la Souloise en amont du village de Saint Etienne.

Sur le plan hydrogéomorphologique, il ne présente pas de divagation majeure, car ses berges sont particulièrement encaissées notamment en amont du centre militaire [fig. 65]. Néanmoins, il draine le massif de la Madeleine qui est intensément marqué par des griffes de ravinement.

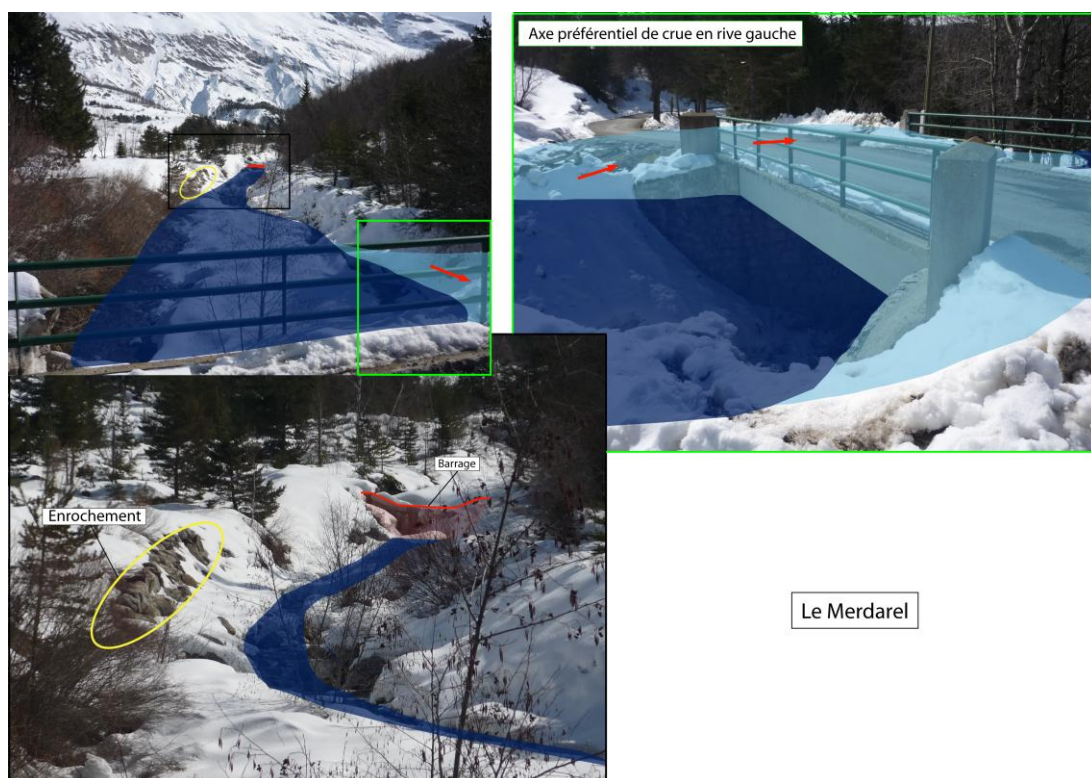


Figure 65: Torrent de Merdarel au niveau du centre militaire

Cet affluent est donc important pour le régime de la Souloise car en période de crue il alimente cette dernière en particules solides.

Au passage de ce pont, on remarque en rive gauche un axe préférentiel de débordement à la confluence avec la Souloise. Cette zone de débordement se situe en zone naturelle et présente un important cône de déjection (indiqué sur la carte géologique BRGM de Saint-Bonnet).



VI.1.2.3. *Torrent du Rif :*

Le torrent du Rif est l'affluent majeur de la Souloise en aval du village de Saint-Etienne-en-Dévoluy. Ce cours d'eau prend sa source au niveau du Col du Noyer et draine le massif de Faraud depuis la tête de Claudel jusqu'au Col de la Saume pour se jeter dans la Souloise au niveau des gorges des Etroits.

Sur le plan morphologique, il est canalisé par des berges importantes limitant sensiblement la mobilité du lit mineur. Sa principale caractéristique se situe dans la partie amont. En effet, au niveau du col du Noyer ce torrent est alimenté en rive gauche par un impressionnant cône de déjection actif sur lequel on remarque plusieurs axes d'écoulement en période de crue.

Cet affluent est important pour le régime de la Souloise car il va lui aussi augmenter sensiblement le débit solide du cours d'eau. Sur le plan hydromorphologique, il explique le changement morphologique majeure du lit de la Souloise pré et post gorges des Etroits.

VI.1.2.4. *Torrent de la Gearette :*

En rive droite de la Souloise, on remarque de nombreux petits tributaires qui alimentent ponctuellement la Souloise. Parmi ces tributaires le torrent de la Gearette présente la particularité de se jeter dans la Souloise au niveau du camping des Auches.

Sur le plan hydrogéomorphologique ce cours d'eau ne présente aucune zone de divagation à l'exception de sa connexion avec la Souloise.

En effet, lors de la réalisation de l'enrochement de protection du camping, une importante digue a été construite perpendiculairement à la Souloise. Cette digue a rehaussé sensiblement la berge du torrent en aval de la RD 417. Aujourd'hui le torrent de la Gearette en période de crue présente un axe préférentiel d'écoulement qui, contraint par ce rehaussement de berge se dirige directement vers le camping [Fig. 66].

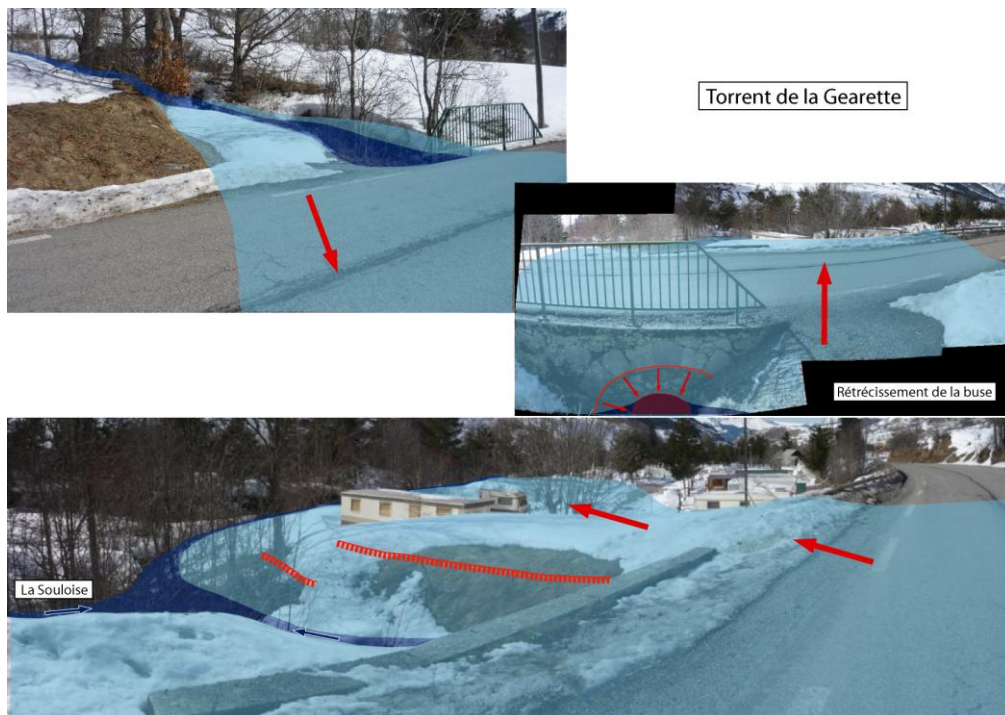


Figure 66: Point de débordement du torrent de la Gearette



Il est d'ailleurs à noter que le busage de ce cours d'eau est totalement sous dimensionné, et qu'il a d'ailleurs été étrangement réduit lors de la construction d'une voie d'accès à une parcelle en amont de la RD 417.

VI.1.2.5. *Cône de déjection du hameau du Pré*

Légèrement plus en aval le long de la Souloise, on retrouve un autre petit affluent particulier. Il forme un petit cône de déjection particulièrement net en photographies aériennes et sur le terrain. Comme le montre la **Fig. 67**, on remarque que le cours actuel passe à droite du hameau, alors que le cours naturel devrait passer plus sur la gauche du hameau.

Aussi, en période de crue, l'ancien cours de ce torrent constituerait un axe d'écoulement préférentiel en rive gauche.

Le cours d'eau actuel est en partie busé avant le passage de la RD 417, et le busage semble être sous dimensionné par rapport au bassin versant de ce torrent. Par conséquence des possibilités de débordement sont envisageable dans le hameau des Prés en aval du gîte.

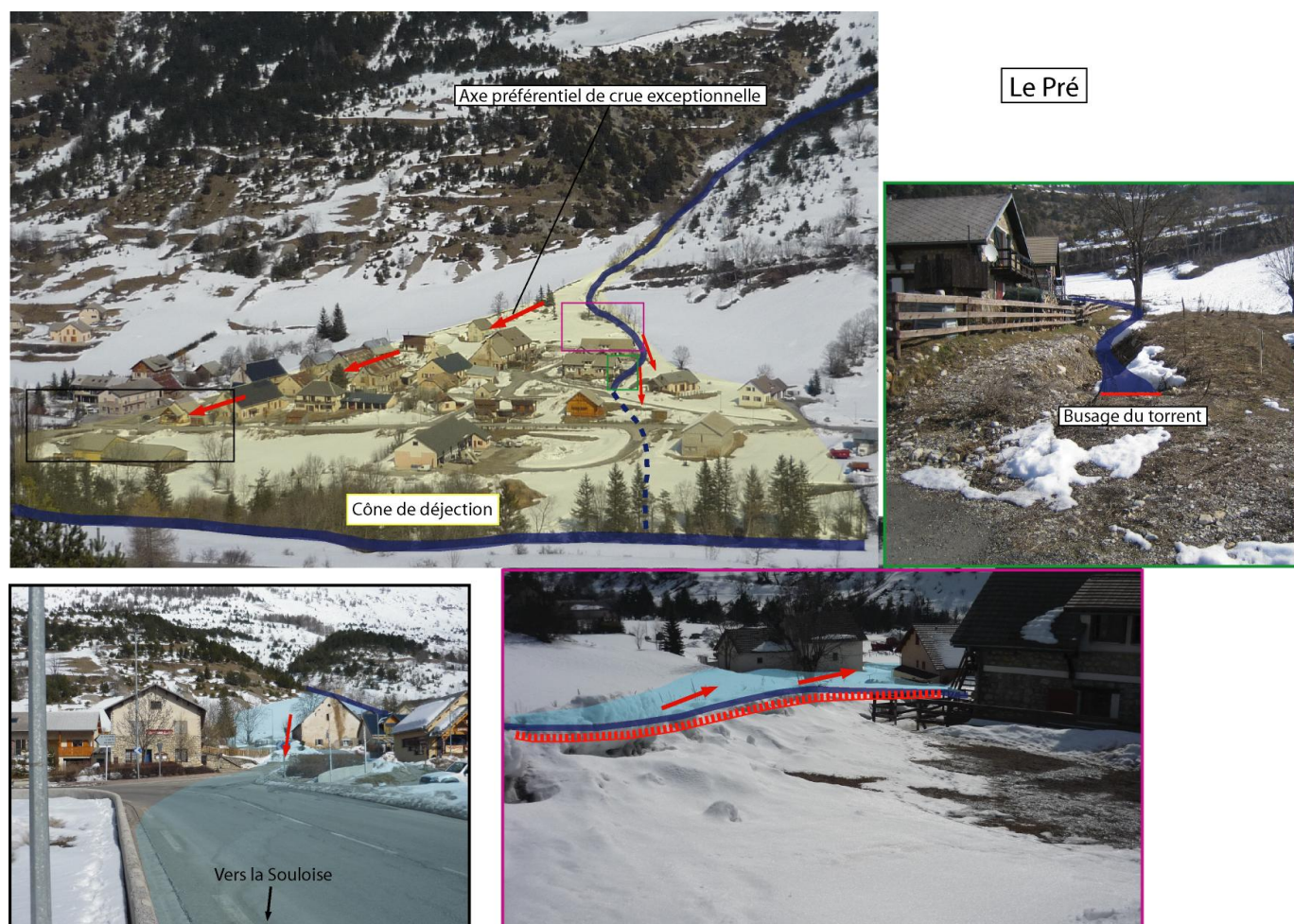


Figure 67: cône de déjection du hameau du Pré



VI.1.3. Historique des inondations et cartographie hydrogéomorphologique

La prise en compte des **événements historiques et l'analyse hydrogéomorphologique** des zones inondables (la compréhension du fonctionnement naturel des cours d'eau) sont les deux étapes préalables à l'établissement des aléas inondations préconisées par le guide des PPR inondation. **La cartographie informative** qui résulte de ces deux approches constitue la base objective de compréhension de la manifestation des inondations sur le territoire communal.

VI.1.3.1. Les crues historiques

a) Objectifs

La recherche des manifestations des crues historiques est une étape fondamentale de la méthode mise en oeuvre.

Elle permet, lorsqu'ils sont relatés, de prendre en considération les événements passés afin d'alimenter les analyses sur la fréquence et les manifestations particulières des crues, les dégâts observés, les niveaux atteints, ...

Le recoupement de ces informations avec les observations de terrain et l'interprétation géomorphologique permet de mieux qualifier les événements récents, d'en apprécier l'ampleur avec plus de justesse au regard des crues passées, et de mieux décrire les événements probables à venir.

La prise en compte des données historiques revêt un intérêt à la fois :

- **technique**, intrinsèque, sur la connaissance même des événements, leur localisation, leurs manifestations qu'il s'agira d'exploiter ultérieurement pour la qualification de l'aléa (niveaux atteints, ...)
- et **sociologique**, les événements relatés ayant marqués les mémoires ou attestant de la probabilité d'occurrence d'un événement. Il s'agit alors d'une information incontestable, propre à favoriser l'acceptation de l'événement (puis de l'aléa) par les riverains.

Sur le plan **technique**, notre analyse s'appuie sur les données de la Banque hydro qui remonte jusqu'à 1977. Sur cette période de 32 ans, la station de mesure a permis d'identifier deux événements de crues significatives [cf. annexe].

Le premier est survenu le **9 novembre 1982**. Lors de cet événement, la station de mesure a atteint un débit maximum instantané de 19.30m³/s et un débit moyen journalier de 9.3 m³/s. Cette crue fait office de référence (dans les limites des données de la Banque hydro) en terme de débit maximum instantané.

Le second événement est survenu le **8 octobre 1993**. Lors de cette crue, la station de mesure a atteint un débit moyen journalier supérieur à celui de 1982 (9.57 m³/s), mais sans dépasser le débit maximum instantané de 1982.



L'analyse faite par la banque hydro de ces deux événements a permis de qualifier ces 2 crues de fréquences cinquantennale. Il est à noter que lors de ces deux incidents, aucun désordre n'a été relevé dans les archives communales, départementales ou du RTM 05.

Sur le plan **sociologique**, notre analyse des archives municipales nous a permis de mettre en évidence une crue qui semble être la crue de référence sur la Souloise. Cet événement ne se base pas sur des données chiffrées mais sur les dégâts rencontrés sur la commune. Il s'agit de la **crue de 1914** qui aurait emporté tous les ponts du village (Villard, Ferrières) rendant impossible l'accès au hameau des Enclus, et de Cypières. Tout semble donc indiquer que cette crue de 1914 semble d'une fréquence supérieure à la fréquence cinquantennale.

b) Sources utilisées

La connaissance des crues historiques constitue l'un des volets fondamentaux du diagnostic de l'aléa inondation. La fiabilité des données historiques étant très variable, l'exhaustivité de l'information a été recherchée. Dans le cadre de cette étude, diverses sources ont été utilisées.

- les chroniques et divers recueils, relatant des faits anciens ;
- des documents originaux décrivant les crues passées : rapports des Ponts et Chaussées, demandes de subventions des communes après inondations, ... ;
- les archives du service de Restauration des Terrains en Montagne (RTM) ;
- diverses études ;
- les revues scientifiques
- la presse locale pour des événements plus récents ;
- les témoignages de témoin des crues récentes (riverains, communes, ...).

c) Premières observations

▪ Une des sources exploitées nous renseigne sur le régime de précipitation dans la zone d'étude. [M. Pardé - **Revue de géographie alpine, année 1938, Volume 26, Numéro 3 p.571-590**]. Cette source nous a permis d'établir le lien entre le régime des précipitations et le caractère rapide des crues sur la Souloise. L'observateur de l'époque (prêtre de Saint-Etienne) a relevé des orages locaux qui nous renseignent sur leur intensité.

Le 31 mars 1928 : 112 mm en 24 heures (station de Saint-Etienne)

Le 4 octobre 1935 : 118 mm en 24 heures (station de Saint-Etienne)

Le 17 septembre 1937 : 140 mm en 24 heures (station de Saint-Etienne)

Le 11 novembre 1993 : 166 mm en 24 heures (poste de climatologie de Saint-Etienne) et 280 mm en 4 jours.

Ces 4 événements de pluies abondantes coïncident avec une activité de crue de la Souloise. C'est particulièrement le cas pour les pluies de 1993 qui représente une crue cinquantennale.



Cela permet de mettre en évidence le ruissellement important sur la zone d'étude, et la mise en charge rapide (régime torrentiel) de la Souloise.

Une majeure partie des sources exploitées nous renseigne sur des événements historiques relatés à l'échelle du bassin versant, sans description précise des manifestations des crues à une échelle très locale (les niveaux atteints ont par exemple été peu relevés).

- L'enquête de terrain nous a permis de confronter les diverses manifestations de la Souloise et de ses affluents en crue à une échelle plus locale. Toutefois, la mémoire collective reste évasive et les informations obtenues sont le plus souvent qualitatives et partiellement subjectives.

- La consultation des archives met en évidence les points suivants :

- les descriptions répertorient principalement les **dégâts du torrent ou de ses affluents** (digues rompues, hameaux touchés sur affluents, ...).

Par conséquent, certaines crues ont pu ne pas être mentionnées en raison de l'absence de dégâts significatifs.

- les archives relatent des faits qui ont préoccupés les riverains ou les autorités. Il existe ainsi des « **zones d'ombre** » ; zones agricoles, secteurs intermédiaires, où aucun renseignement n'a été trouvé en raison, peut être, de l'absence d'enjeux forts. (notamment en aval des Gorges des Etroits)

L'absence de témoignages indique donc :

- soit l'absence de dégâts remarquables dans les secteurs à enjeux. Des débordements ont pu alors se produire dans des secteurs à faibles enjeux ou dans des secteurs où ils sont réputés, sans dégâts suffisants pour engendrer une description (au travers des demandes de subvention du conseil municipal, de rapports de l'ingénieur des Ponts et Chaussées) ;
- soit l'absence de crues remarquables.

d) Répartition et localisation des événements

Les diverses informations récoltées ne comportent pas toujours de descriptions précises des zones inondées. Les faits relatés concernent essentiellement les dégâts aux habitations, aux ouvrages d'art, aux routes et aux digues. Les indications sur les débordements éventuels ne précisent que la source ou le secteur touché par le débordement [**Fig. 68**].

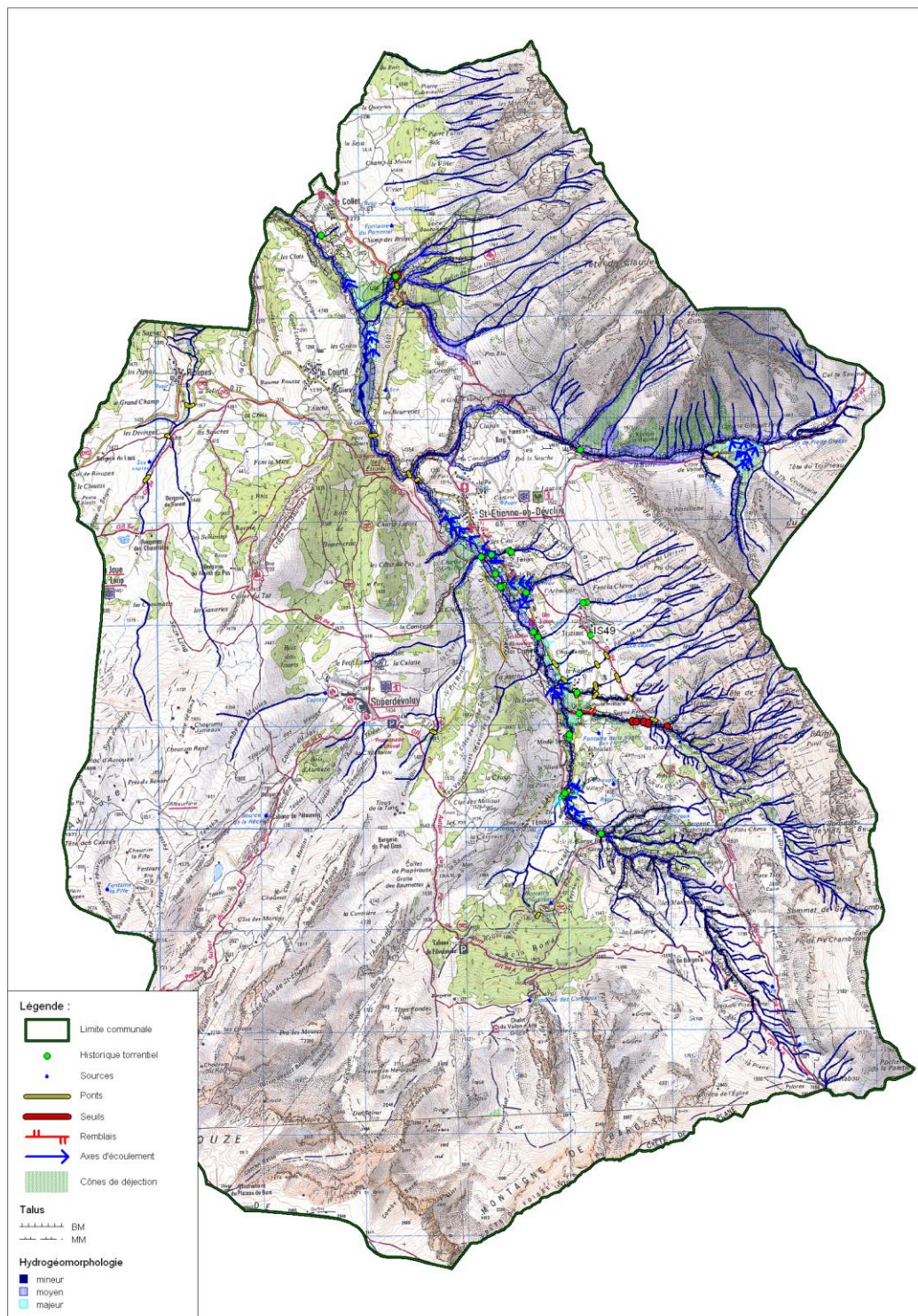


Figure 68: Carte de localisation des désordres liés aux crues historiques



e) Expérience acquise de l'analyse historique

A la suite de l'exploitation des archives, il ressort les éléments suivants :

- Les crues les plus récentes se sont manifestées localement et ont peu marqué les esprits.
- Les dégâts observés concernent essentiellement des ouvrages (rupture de pont, digues dégradées), des terres agricoles dégradées par les submersions.

A la lumière de l'analyse des crues historiques, quelques questions se posent :

- Est-il possible qu'une crue de grande ampleur survienne ? Comment se manifesterait-elle en l'état actuel de l'occupation des terres riveraines ?
- Les quelques digues sont-elles un rempart inébranlable en leur état actuel de dégradation et d'abandon ? La nécessité de leur entretien s'impose ?

VI.1.3.2. La cartographie hydrogéomorphologique des zones inondables

L'approche hydrogéomorphologique des zones inondables permet d'identifier les conditions d'environnement qui expliquent les manifestations des inondations aujourd'hui.

Elle permet de comprendre le fonctionnement actuel des cours d'eau et de leurs lits d'inondations, principalement façonnés au fur et à mesure des crues successives, à la lumière des facteurs expliquant leur évolution dans le temps.

Principalement basée sur des visites de terrain, les témoignages historiques, la prise en compte du relief et des formes fluviales, ... elle considère l'ensemble des facteurs.

Ainsi, à l'instar des mouvements de terrain, **cette approche, croisée avec l'étude des événements historiques, permet de justifier de manière objective les caractéristiques des aléas pris en compte** et constitue souvent la meilleure démonstration de la pertinence et de la crédibilité du zonage et des contraintes réglementaires du **PPR**.

La méthode hydrogéomorphologique mise en œuvre par le bureau IMS-RN est une analyse géomorphologique adaptée aux formes alluviales et à la morphodynamique des cours d'eaux. Cette approche naturaliste développée depuis une quinzaine d'années entre différents partenaires (C.E.T.E Méditerranée, laboratoires universitaires, bureaux d'études), est aujourd'hui validée et préconisée dans les études visant à qualifier l'aléa inondation, dans le guide PPR en particulier.

L'analyse géomorphologique a pour but de déterminer les zones inondables des cours d'eau. Elle se traduit par une cartographie fine de la morphologie de la plaine alluviale, permettant de positionner spatialement les structures morphologiques (talus et micro-talus) et les unités spatiales délimitées par ces structures (lits mineur, espace de mobilité du lit mineur (lit moyen) et majeur) correspondant chacune à un niveau de débit, donc de fréquence, donné (crues fréquentes, rares et exceptionnelles) **[Fig. 69]**.

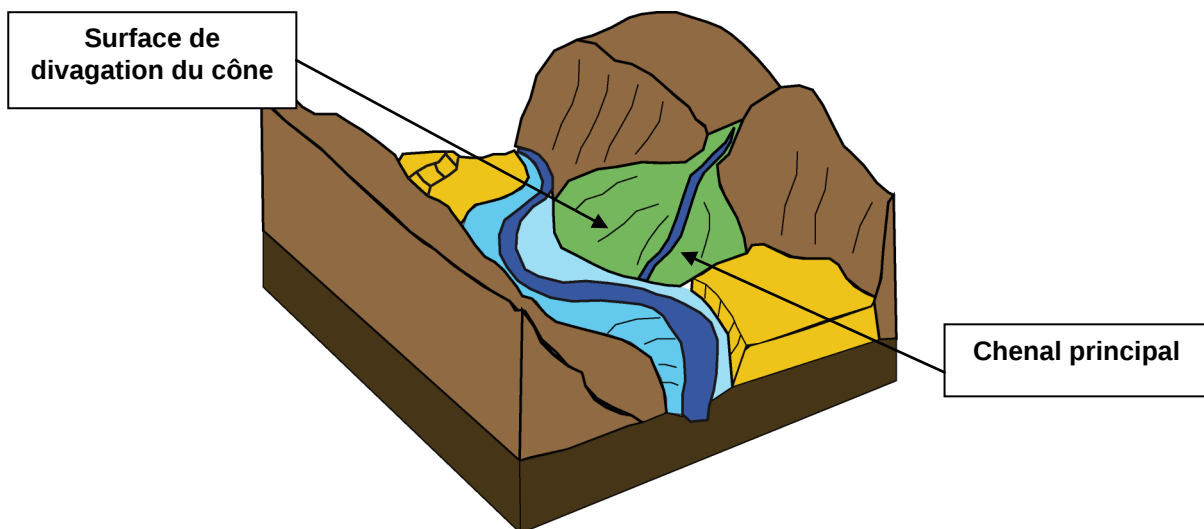


Figure 69: Structures morphologiques d'un cours d'eau [Source : IMS_{RN}]

Cette cartographie est réalisée en deux temps :

- par **photo-interprétation stéréoscopique** (restituant le relief) des photographies aériennes provenant de missions récentes et anciennes, prises en règle générale hors période de crue ;
- par un **diagnostic de terrain** basé sur l'utilisation d'indices complémentaires, relevant de la sédimentologie (granulométrie des sédiments), de l'occupation des sols (végétation – structure du parcellaire et du réseau de drainage – urbanisation ancienne, type de végétation) et de la dynamique fluviale (traces anciennes et récentes d'érosion et de sédimentation).

L'intérêt de cette cartographie est de proposer une vision globale et homogène des champs d'inondation d'un cours d'eau au niveau local où à l'échelle d'une vallée, en pointant en premier lieu les zones les plus vulnérables constituées par le bâti et les équipements existants.

Dans les zones urbaines où les structures morphologiques sont plus difficiles à apprécier, la photo-interprétation est complétée par une analyse diachronique (comparaison avec des missions plus anciennes) et le diagnostic de terrain est plus poussé pour prendre en compte les phénomènes de ruissellement et évaluer l'influence de l'ensemble des ouvrages et aménagements pouvant perturber les écoulements.

L'information fournie au niveau de la seule cartographie hydrogéomorphologique essentiellement qualitative, devient semi-quantitative par intégration des données des crues historiques (niveaux atteints). Cette approche intermédiaire permet de faire le lien entre l'hydrogéomorphologie et la modélisation hydraulique lorsqu'elle existe, laquelle fournit des données quantitatives relatives aux débits, fréquences, vitesse et hauteur d'eau des crues de références.

Loin d'être antinomiques, les approches hydrologiques, hydrauliques et hydrogéomorphologiques, sont complémentaires.



VI.2. Qualification et cartographie de l'Aléa torrentielle

VI.2.1. Principes de qualification des aléas

Les principes de base pris en compte pour la définition des aléas sont conformes à ceux définis par le guide méthodologique pour l'établissement des Plans de Prévention des Risques d'Inondation, à savoir en particulier la qualification :

- d'aléa faible = intensité faible et occurrence faible à moyenne
- d'aléa moyen = intensité moyenne et occurrence faible à moyenne
- d'aléa fort = intensité forte (ou occurrence forte)

Ces aléas ont été déterminés sur la base des données acquises à ce jour et des diagnostics réalisés, à savoir :

- l'analyse hydrogéomorphologique du fonctionnement "*naturel*" des lits d'inondation du torrent de la Souloise et de ses affluents
- étude historique : manifestations, niveaux atteints... ;
- effets des aménagements (remblais notamment,...) ;
- le suivi de mesure de la banque hydro

C'est le croisement de ces différentes approches qui permet de définir les aléas de crue torrentielle tels que présentés sur la cartographie des aléas.

Leur définition intègre en outre l'ensemble des observations ayant pu être effectuées sur le terrain ayant trait notamment aux aménagements anthropiques ayant une incidence sur les conditions d'écoulement (ouvrages hydrauliques, protections de berges, remblais divers...) et la **propre expérience de l'intervenant**.

Ci-après sont présentés successivement les éléments et les réflexions qui ont permis de qualifier puis d'établir la cartographie des aléas sur la commune de Saint-Etienne-en-Dévoluy

VI.2.1.1. Le fonctionnement "*naturel*" des cours d'eau

Un premier niveau d'aléa a été défini **sur la base du fonctionnement naturel des cours d'eau tel que décrit par le diagnostic hydrogéomorphologique** et renseigné par l'analyse des crues historiques.

Ces principes en sont les suivants:

- **les aléas s'inscrivent sur la totalité de l'emprise de la zone inondable déterminée par l'approche hydrogéomorphologique**. Ils concernent par conséquent toutes les formes de crues, des plus fréquentes aux crues exceptionnelles.;
- **le lit mineur, ainsi que les zones qualifiées "*d'écoulement dynamique*" recoupées par des axes et chenaux de crue** identifiés par l'analyse hydrogéomorphologique **au sein du lit moyen**, seront affectés d'un **aléa fort** ;
- **le lit moyen, ainsi que les zones qualifiées "*d'écoulement dynamique*" recoupées par des axes et chenaux de crue** identifiés par l'analyse hydrogéomorphologique **au sein du lit majeur**, seront affectés d'un **aléa moyen** ;



- **le reste du lit majeur, en dehors de ces zones**, est généralement affecté d'un **aléa moyen** qui intègre le fait que l'on est dans un secteur de montagne avec des cours d'eau torrentiels généralement pentus à forte hydraulité.
- localement, **en périphérie de la plaine alluviale, les bordures externes du lit majeur** les plus éloignées des points de débordement, **ainsi que certaines zones de raccordement** avec le pied de versant qualifiées de lit majeur exceptionnel, sont affectées d'un **aléa faible**. On considère ici le principe d'étalement des écoulements débordant, de la réduction des vitesses et des hauteurs d'eau qui en découle.

■ Cas des confluences

Ces problématiques concernent essentiellement les cours d'eau affluents de la Souloise qui sont couronnés à leurs exutoires à l'interface avec la vallée principale **par des cônes de déjection issus de ravins latéraux**.

Compte tenu du caractère torrentiel affirmé de ces cours d'eau, des pentes et des problématiques d'instabilité mises en évidence dans l'étude du contexte lithologique local (cf. IV.4.2.2 de la partie mouvements de terrains p60), **ces cônes torrentiels sont potentiellement actifs**. Associés parfois à des couloirs d'avalanches, ils sont soumis à des phénomènes allant du simple ravinement avec transport solide en suspension à du charriage de matériaux grossiers, voire dans certains cas développement de laves torrentielles. En ce sens, l'ensemble de ces organismes est qualifié **en aléa fort**.

Par ailleurs, **sur les cours d'eau secondaires** (les rifs) qui possèdent généralement un lit bien encaissé, **l'axe du chenal d'écoulement** est également représenté **en aléa fort**.

Le tableau ci-dessous synthétise la qualification du premier niveau d'aléa basé uniquement sur l'interprétation de la cartographie hydrogéomorphologique.

■ ALEA ISSUS DE L'HYDROGEOMORPHOLOGIE

Nature géomorphologique (d'après carte hydrogéomorphologique)	Lit mineur / lit moyen / Lit majeur (zone d'écoulement dynamique, chenaux de crue, anciens bras)	Lit majeur (hors zone d'écoulement dynamique – lit majeur étroit, inondations fréquentes, ancien lit moyen endigué)	Lit majeur exceptionnel (rarement ou jamais inondé historiquement, secteur éloigné protégé)
Hauteur d'eau	Hauteurs importantes (>1 mètres)	Hauteurs importantes	Hauteurs faibles
Vitesses d'écoulement	Vitesses élevées	Vitesses moyennes à faibles	Vitesses faibles
ALEA	FORT	MOYEN	FAIBLE

Ce premier niveau ne prend pas en compte la présence des remblais d'infrastructure et autres remblais ou digues, ni l'ensemble des autres facteurs pouvant aggraver (ou amoindrir) un aléa.



Les enquêtes réalisées auprès de la commune et aux archives, ainsi que les informations récoltées sur site, **ont permis de définir** localement :

- les secteurs où les écoulements seront rapides et dangereux (analyse de terrain, témoignages, éloignement par rapport à la zone d'écoulement dynamique, présence d'un obstacle à l'écoulement...) ;
- les secteurs d'étalement des débordements des petits talwegs,...

Ainsi, dans un second temps, **la prise en compte de ces informations vient conforter (et dans certains cas spécifiques aggraver) le premier niveau d'aléa défini.**

VI.2.1.2. Incidence des aménagements anthropiques

Il s'agit pour la plupart de confortements de berges, digues, remblais linéaires ou surfaciques dont la hauteur est supérieures à un mètre (en deçà les simples levées de terre ou chemins submersibles) **L'appréciation est qualitative et concerne uniquement l'incidence des ouvrages sur les écoulements de crue.** Elle ne préfigure pas de leur état (solidité, présence de points de faiblesse, résistance et nature des matériaux,...).

■ Les protections et remblais longitudinaux

Ce type d'ouvrage peut influencer les écoulements en limitant l'extension latérale des crues lors de certains événements. Toutefois pour les crues exceptionnelles, en fonction de l'intensité du courant et l'activité morphodynamique des cours d'eau, ils peuvent être largement dégradés, voire détruits (coupure de la RN 202 longeant le Var en 1994, destruction du remblai de la voie ferrée de Sallèle d'Aude en 1999, rupture des digues du Rhône à Aramont en 2002)...

*Dans le cas de la présente étude, sachant **que l'on se trouve dans la configuration spécifique de cours d'eau torrentiel de montagne à forte hydraulité** comme le Torrent de la Souloise, nous avons identifié que **les différents aménagement latéraux (enrochement, gabions, merlons, digues) sont potentiellement exposés à des dégâts plus ou moins importants par érosion lors des crues. De fait ils sont considérés "comme transparents" pour les crues exceptionnelles ils n'ont donc aucune incidence sur une éventuelle modification de l'intensité de l'aléa.***

■ Les remblais transversaux

Ils s'agit ici d'ouvrages linéaires correspondant à des infrastructures de communication (réseau viaire, voies ferrée) recoupant la plaine alluviale. La transparence hydraulique est généralement assurée par un pont et elle peut être complétée par des ouvrages de décharge si la plaine alluviale est assez large ou que le lit du cours d'eau est séparé en plusieurs bras.

La définition de la zone d'influence éventuelle de l'ouvrage est délicate à définir qualitativement sans calcul, toutefois ce que l'on sait du fonctionnement de ces aménagements pour les plus fortes crues lorsque les ouvrages hydrauliques sont "en charge" ils constituent un obstacle aux écoulements, ce qui peut favoriser une augmentation de la ligne d'eau à l'amont (effet de barrage) et des débordements latéraux avant submersion de l'ensemble.

Localement, au cas par cas, lors du diagnostic de terrain, en fonction de l'expertise du chargé d'étude (qui analyse notamment, la topographie des aménagements, la structure et la capacité des ouvrages hydrauliques, les risques d'embâcles et intègre les informations historiques ponctuelles), **l'aléa peut être accentué en amont des remblais** par augmentation



des hauteurs d'eau (faible à moyen, moyen à fort), pour prendre en compte les phénomènes précédemment décrits.

VI.2.1.3. *Prise en compte des zones remblayées*

Les zones étudiées correspondent aux surfaces remblayées en zone inondable supportant des habitations ou des infrastructures (parkings). Ce sont des surfaces variables dans la continuité des zones urbaines, ou ponctuellement plus éloignées (zones d'activité).

- **en zone d'aléa fort, la présence d'un remblai ne modifie pas l'intensité de l'aléa ;**
- **en zone d'aléa moyen** (lit majeur hors zone d'écoulement dynamique), deux cas sont à considérer :
 - **si la distance de la zone remblayée à l'encaissant** (versant, terrasse ancienne...) **est supérieure à la distance la séparant du lit mineur ou de la zone d'écoulement dynamique, l'aléa sur la zone remblayée est maintenu (moyen) ;**
 - **si la distance de la zone remblayée à l'encaissant** (versant, terrasse ancienne...) **est inférieure à la distance la séparant du lit mineur ou de la zone d'écoulement dynamique, l'aléa sur le remblai remblais sera amoindri** (passant de moyen à **faible**). Il est en effet envisagé dans ce cas la possibilité de continuité de la zone remblayée vers les zones hors d'eau (versant...), offrant une réelle possibilité d'évacuation des installations.
 - **en zone d'aléa faible (lit majeur étendu), l'aléa de la zone remblayée reste faible.**



VI.2.2. Synthèse sur la qualification de l'aléa sur la commune de Saint-Etienne-en-Dévoluy

Le tableau ci-dessous synthétise les aléas retenus, ainsi que les critères les qualifiant sur la commune

Aléa	Critères
Fort	- Tous thalwegs et lit des cours d'eau du territoire communal - Sur le Torrent de la Souloise, cours d'eau à forte activité hydrodynamique (transport solide, charriage et risque de laves torrentielles), le couloir de la bande active (lit mineur et moyen) déporté en rive droite, ainsi que l'espace de grand écoulement parcouru d'axes de crues qui se développe en rive gauche à l'aval du pont du Villard - Certaines zones situées à l'arrière d'ouvrages (ponts et remblais transversaux) dont la section hydraulique est jugée insuffisante, ce qui peut occasionner une surcôte amont des hauteurs d'eau avec débordement (sans qu'il soit toutefois possible de la quantifier), - L'ensemble des cônes de déjection des affluents du Torrent de la Souloise qui sont actifs (transport solide, charriage et risque de laves torrentielles) ainsi que le cône torrentiel du Rif - Tous secteurs où une information issue de l'analyse historique ou modélisation permet de définir des hauteurs d'eau supérieures à 0,5 mètres et /ou des vitesses supérieures à 1 m/s.
Moyen	- Espace du lit majeur où les dynamiques sont moins importantes (vitesse d'écoulement, transport solide) mais où les hauteurs d'eau peuvent cependant rester significatives.
Faible	- Zone d'étalement des eaux en périphérie du lit majeur du torrent au niveau de secteurs d'interfaces de raccordement avec les terrains encaissant du torrent de la Souloise - Zone de ruissellement diffus par débordement, éloignée du lit mineur sur cône de déjection
Nul	- Zone non concernée par des inondations liées à des cours d'eau



VII. Résultats : délimitation et cartographie de l'aléa

La définition des aléas a conduit à l'élaboration d'une carte indiquant les limites et les niveaux d'aléas (fond de plan utilisé : fond IGN agrandi au 1/10 000^e)

On en résume ci-après les principaux éléments :

Globalement, près du 3/4 de la zone d'étude est exposé à au moins un aléa d'intensité moyenne à forte.

VII.1. L'aléa Avalanche

L'Aléa avalanche est très localisé et ne concerne que des zones naturelles (l'ensemble des massifs encerclant la commune du Nord au Sud). Il est ici de moyenne à forte intensité et présente, à court et moyen terme, une probabilité d'apparition moyenne à forte.

VII.2. L'aléa glissement de terrain /coulée de boue

L'aléa glissement est très répandu. Il est de moyenne à forte intensité le long de la vallée de la Souloise (glissements en masse du Villard, des Enclus, de Piboulas, des Cypières, des Clots, et du hameau le Pin). L'aléa glissement présente une probabilité d'apparition faible à moyenne dans les marnes Eocènes et les moraines, éboulis de versants et alluvions quaternaires.

VII.3. L'aléa éboulement/ chutes de blocs.

L'aléa éboulement/chutes de blocs est ici de forte à faible intensité et présente une probabilité d'apparition élevée à très élevée à court et moyen terme.

Cet aléa est largement représenté sur l'ensemble de la zone d'étude. Il se localise principalement en zones naturelles, au pied des falaises calcaires encerclant le territoire communal.

VII.4. L'aléa ravinement

L'aléa ravinement est peu représenté sur la commune. Il concerne essentiellement des zones naturelles. Il est ici de moyenne à faible intensité et présente une probabilité d'apparition moyenne à forte dans les séries marneuses et/ou les éboulis vifs.

VII.5. Les affaissements effondrements

Les affaissements/Effondrements sont localisés essentiellement en zone naturelles et notamment dans le secteur sud de la commune. Il est ici de faible à moyenne intensité et présente, à moyen et long terme, une probabilité d'apparition moyenne à faible.

VII.6. Les crues torrentielles

L'aléa torrentielle est également très localisé. Il concerne principalement le Torrent de la Souloise, cours d'eau à forte activité hydrodynamique (transport solide, charriage et risque de laves torrentielles), le couloir de la bande active (lit mineur et moyen) déporté en rive droite, ainsi que l'espace de grand écoulement parcouru d'axes de crues qui se développe en rive



gauche à l'aval du pont du Villard. Il est ici de moyenne à forte intensité et présente, à moyen et long terme, une probabilité d'apparition moyenne à forte.



PRINCIPAUX ENJEUX ET VULNERABILITE

VII.7. Identification des enjeux

Dans la continuité des autres documents graphiques du PPR (carte informative, aléas) la cartographie des enjeux a été réalisée à l'échelle du 1/10.000^e sur l'ensemble du territoire communal. Conformément aux principes des guides méthodologiques nationaux elle présente successivement :

- **Synthèse de l'occupation du sol :**

Celle-ci a été élaborée à partir des documents d'urbanisme actuels et fait apparaître les grandes unités naturelles (à dominante forestière ou agricole), ainsi que les principales zones d'extensions urbaines actuelles et futures à l'échelle de la commune. Au sein des zones urbanisées, on a distingué les zones urbanisées et d'urbanisation future des zones agricoles et naturelles.

Ont également été repérés sur la carte, des enjeux linéaires et ponctuels superposés aux enjeux de zonage précédents, qui représentent à la fois les principaux lieux d'activité et de vie sur la commune mais aussi les grands axes de communication. Ces enjeux ponctuels comprennent les principaux établissements accueillant du public assurant des fonctions administratives (mairie, poste...), ainsi que les établissements scolaires et de loisirs (écoles, terrain de sport) et les équipements publics collectifs sensibles (station d'épuration, sites EDF...).

- **La vulnérabilité**

La notion de vulnérabilité recouvre l'ensemble des dommages prévisibles aux personnes et aux biens en fonction de l'occupation des sols et des phénomènes naturels. Cette carte croise les deux thématiques en superposant les zonages des aléas inondation et mouvements de terrain au recensement des enjeux communaux, permettant ainsi de dégager leur vulnérabilité vis-à-vis des phénomènes étudiés.

Plus de la moitié de la commune est soumise à un aléa moyen à fort, mais cela concerne essentiellement les zones naturelles.

Des trois aléas étudiés, les enjeux recensés concernent essentiellement la problématique mouvements de terrain et inondation par débordement torrentiel, car l'emprise de ces phénomènes recoupe pour partie la zone urbaine du village (cf. carte des enjeux). Les zones exposées au risque d'avalanches étant situées dans des secteurs naturels, les enjeux y sont plus ponctuels concernant quelques granges et chalets d'alpages.

Les aléas avalanches et mouvements de terrain concernent essentiellement des zones naturelles, en majorité dans les zones montagneuses. Toutefois, certains secteurs à enjeux sont directement concernés par l'un ou l'autre de ces aléas.

Ainsi le hameau de Truziaud est concerné par une problématique d'**avalanches (niveau d'aléa faible à fort)**. Les habitations se situant au nord du hameau pourraient être touchées si une avalanche se déclenchait dans le Pra de Chavrieu.



La RD 571 allant au hameau du Collet se trouve en travers de deux couloirs avalancheux, et présentent des niveaux d'aléa forts.

Les aléas **coulées de boue et ravinement** ne concernent que les zones naturelles. Aucune zone à enjeux n'est soumise à ces aléas. Cependant trois coulées de boue traversent la RD 571 montant au Collet, ces portions de routes sont soumises à des aléas de niveaux forts.

Il en ai quasiment de même pour l'aléa **affaissement/effondrement**. Cette problématique concerne principalement les zones naturelles, cependant une petite partie de la station de SuperDévoluy est soumis à ce phénomène (niveau d'aléa faible).

Le village de Saint-Etienne-en-Dévoluy, les hameaux du Pré et de Truziaud sont soumis au phénomène de **chutes de blocs**. Le niveau d'aléa est faible pour le village et pour le hameau du Pré. En revanche le hameau de Truziaud est plus fortement touché, les niveaux d'aléa vont de faible à fort.

Le village de Saint-Etienne-en-Dévoluy et de nombreux hameaux sont soumis à des phénomènes de **glissements de terrain** plus ou moins étendus. SuperDévoluy, le hameau de Truziaud, le hameau du Courtil, et celui du Collet ont des niveaux d'aléa allant de faible à moyen.

Les autres hameaux sont plus fortement touchés, les aléas allant jusqu'au niveau fort. Les hameaux de Rioupes, le Pin, le Pré, la Rajasse, et le village présentent des aléas de niveau faible à fort. En novembre 1996, au coté des Pré, au Clos, s'est produit un glissement de terrain entraînant la rupture d'une canalisation AEP, l'évacuation de 25 habitants, et coupant la RD.

Les hameaux des Enclus, du Villard, des Piboulas et des Cypières présentent des aléas de niveaux moyens à forts. Le glissement de versant des Enclus a été réactivé par les travaux de terrassement de la route montant au téléphérique du Pic de Bure. Les bâtis situés dans des tels secteurs peuvent présenter à moyen et long terme une vulnérabilité faible à moyenne.

Les berges des torrents de la Souloise, le Rif, de Merdarel, de Rioupes, et d'autres tributaires sont soumises au phénomène de glissement de terrain, et présentent un niveau d'aléa fort, du fait de la réactivation des glissements par les érosions de berge.

L'aléa crues torrentielles concerne essentiellement des zones agricoles, et quelques zones urbanisées. Au hameau des Enclus, deux torrents se rejoignent au niveau du pont du Villard. Le Riou déborde en rive droite et gauche en amont du pont, et le Rif Froid s'écoule également de part et d'autre de son lit mineur. L'habitation se trouvant en amont du pont, se trouve dans une zone d'aléa de niveau moyen.

Le torrent de Merdarel s'écoule en rive gauche au niveau de la RD 17.

Le camping des Auches se trouve dans le lit moyen du torrent de la Ribière, juste en aval du torrent de la Gearette. Cette zone présente un niveau d'aléa moyen à fort.

Le torrent de la Combe de Liéraver rejoint le torrent de la Souloise au niveau du hameau du Pré, où plusieurs habitations se trouvent dans des zones d'aléa de niveau faible à moyen et pourraient être touchées en cas de fortes crues. La maison de Pays en aval du pont du Pré se trouve dans une zone d'aléa de niveau moyen.

Au nord de la commune, la vallée étant plus encaissée, aucune zone à enjeux n'est touchée.



Les principaux enjeux vulnérables exposés au risque d'inondation se situent autour **dans l'emprise du lit majeur du torrent de la Souloise** tout au long de la vallée. Il s'agit **essentiellement d'habitat individuel** (habitations pavillonnaires, maisons de village) **et d'ouvrages d'art** (ponts et remblais routiers). Le camping constitue le seul enjeu d'équipements collectifs situés en zone inondable.

Ce cours d'eau au caractère torrentiel affirmé connaît des crues soudaines et violentes dont la vigueur est attestée par les mentions historiques (1914, 1982, 1993).



VIII. LE ZONAGE DU PPR

Il s'agit à ce stade de qualifier la potentialité du risque sur le territoire de la commune de Saint-Etienne-en-Dévoluy en fonction des enjeux et de l'aléa.

C'est le croisement entre les aléas (avalanches, mouvements de terrain et inondations) et les enjeux qui détermine les risques pour les personnes et les biens. La superposition de la carte d'aléas et de la carte des enjeux permet d'identifier sans les qualifier les principaux risques en présence. Ceci permet de justifier la cartographie réglementaire en définissant des sous zones faisant l'objet de règlements particuliers ou de reconsidération générales, pouvant amener à modifier le zonage.

Le zonage réglementaire, établi sur fond cadastral au 1/5000 dans les secteurs urbanisés de la commune, définit des zones constructibles, inconstructibles et constructibles mais soumises à prescriptions. Les mesures réglementaires applicables dans ces dernières zones sont détaillées dans le règlement du PPR.

VIII.1. Traduction des aléas en zonage réglementaire

Il n'existe pas de règle générale applicable en la matière, il faut traiter au cas par cas en concertation avec les collectivités et les services instructeurs.

C'est pour cette raison que nous avons défini dans ce cas précis et en concertation avec le service instructeur (DDT05, Service Urbanisme) et la mairie, une règle de croisement entre les aléas et les enjeux socio-économiques de la commune. Deux grilles de zonage ont été définies : une première pour les zones urbanisées ou d'urbanisation future et une deuxième pour les zones naturelles. Dans cette classification nous avons appliqué (**voir tables ci-après**):

1. **En zone naturelle** : le principe de précaution, pour éviter le développement urbain dans les zones à aléas. Ainsi toutes les zones situées en aléa moyen à fort ont été traduites en zones rouges.
2. **En zone urbaine** ou **à urbanisation future**, nous avons été plus souples afin de tenir compte de l'habitat existant et des projets d'extension future de la commune. Ainsi, seulement les zones d'aléas moyens éboulements/chute de blocs ont été traduites en zones rouges.



Niveau d'aléa	Contrainte correspondante						
	Types d'aléas	Mouvements de terrain / Avalanche					Inondation
		Avalanche (a)	Eboulements/ chute de Blocs et de pierres (p)	Glissement et/ou coulée boueuse (g) (cb)	Ravinement (e)	Affaissement/effondrement (f)	Crue torrentielle (t)
Aléa fort (3)		Zone inconstructible	Zone inconstructible	Zone inconstructible	Zone inconstructible	Zone inconstructible	Zone inconstructible
Aléa moyen (2)		Zone inconstructible	Zone inconstructible	Zone inconstructible	Zone inconstructible	Zone inconstructible	Zone inconstructible
Aléa faible (1)		Zone constructible	Zone constructible sous condition	Zone constructible sous condition	Zone constructible sous condition	Zone constructible sous condition	Zone constructible sous condition
Aléa nul à inexistant à l'état actuel de connaissance		Zone sans contrainte spécifique	Zone sans contrainte spécifique	Zone sans contrainte spécifique	Zone sans contrainte spécifique	Zone sans contrainte spécifique	Zone sans contrainte spécifique

Principe du zonage en zone Naturelle : croisement entre les enjeux et les aléas



Niveau d'aléa	Contrainte correspondante						
	Types d'aléas	Mouvements de terrain / Avalanche					Inondation
		Avalanche (a)	Eboulements/ chute de Blocs et de pierres (p)	Glissement et/ou coulée boueuse (g) (cb)	Ravinement (e)	Affaissement/effondrement (f)	Crue torrentielle (t)
Aléa fort (3)		Zone inconstructible	Zone inconstructible	Zone inconstructible	Zone inconstructible	Zone inconstructible	Zone inconstructible
Aléa moyen (2)		Zone constructible sous condition	Zone inconstructible	Zone constructible sous condition	Zone constructible sous condition	Zone constructible sous condition	Zone constructible sous condition
Aléa faible (1)		Zone constructible	Zone constructible sous condition	Zone constructible sous condition	Zone constructible sous condition	Zone constructible sous condition	Zone constructible sous condition
Aléa nul à inexistant à l'état actuel de connaissance		Zone sans contrainte spécifique	Zone sans contrainte spécifique	Zone sans contrainte spécifique	Zone sans contrainte spécifique	Zone sans contrainte spécifique	Zone sans contrainte spécifique

Principe du zonage en zone Urbanisées ou d'Urbanisation futur : croisement entre les enjeux et les aléas



Le zonage réglementaire définit :

- Une **zone inconstructible**⁴, appelée zone "**rouge**" (**R**) qui regroupe les zones d'aléa fort et certaines zones d'aléa moyen (voir tables ci avant). Dans ces zones, certains aménagements tels que les ouvrages de protection ou les infrastructures publiques qui n'aggravent pas l'aléa, peuvent être autorisés (voir règlements).
- Une **zone constructible**⁴ **sous conditions** de conception, de réalisation, d'utilisation et d'entretien de façon à ne pas aggraver l'aléa, appelé zone "**bleue**" (**B**) qui correspond dans la majorité des cas aux zones d'aléas faibles. Les conditions énoncées dans le règlement PPR sont applicables à l'échelle de la parcelle (voir tables ci avant).
- Une zone sans contrainte spécifique, appelée zone "blanche", qui correspond à des zones d'aléas négligeables à nuls à l'état de connaissance actuel. Dans ces zones, les projets doivent être réalisés dans le respect des règles de l'art des autres réglementations éventuelles.

N.B.: Les enveloppes limites des zones réglementaires s'appuient sur les limites des zones des aléas (ajustées à l'échelle parcellaire par endroits), aux incertitudes liées au report d'échelle près, et au fait que la continuité des phénomènes impose des approximations et des choix.

⁴ Remarque : les termes constructibles" et "inconstructibles" sont réducteurs au regard du contenu de l'article 40.1 de la loi n°87-565 du 22 juillet 1987. Il paraît néanmoins judicieux de porter l'accent sur l'aspect essentiel de l'urbanisation : la construction. Il n'empêche que les autres types d'occupation du sol soient prises en compte. Ainsi, dans une zone rouge (inconstructible) certains aménagements, exploitation... pourront être autorisés. Inversement, dans une zone bleue (constructible sous condition) certains aménagements, exploitations ... pourront être interdits.



VIII.2. Nature des mesures réglementaires

VIII.2.1. Base légales

La nature des mesures réglementaires applicables est, rappelons-le, définie par la loi N°2004-811 du 13 août 2004 relative aux Plans de Prévention des Risques naturels prévisibles (voir annexe législation).

VIII.2.2. Mesures individuelles

Ces mesures sont, pour l'essentiel, des dispositions constructives applicables aux constructions futures dont la mise en œuvre relève de la seule responsabilité des maîtres d'ouvrages. Des études complémentaires préalables leur sont donc proposées ou imposées afin d'adapter au mieux les dispositifs préconisés au site et au projet. Certaines de ces mesures peuvent être applicables aux bâtiments ou ouvrages existants (renforcement, drainage par exemple).

VIII.2.3. Mesures d'ensemble

Lorsque des ouvrages importants sont indispensables ou lorsque les mesures individuelles sont inadéquates ou trop onéreuses, des dispositifs de protection collectifs peuvent être préconisés. De nature très variée (correction torrentielle, drainage, auscultation de glissement de terrain, ouvrage de pare blocs, etc....), leur entretien peut être à la charge de la commune, ou de groupement de propriétaires, d'usagers ou d'exploitants.



BIBLIOGRAPHIE

- CARTE BRGM – N°845 – ST- BONNET – 1/50 000ème
- Photo aérienne noir et blanc :
 - Campagne de 1969, 1981
- Extraits du registre des délibérations du conseil municipal de la ville de Saint-Etienne-en-Dévoluy
- PPR- Risque de mouvements de terrain- Guide méthodologique – Ministère de l'aménagement du territoire – Ministère de l'équipement, des transports et du logement-1999
- PPR- Risque d'inondation - Guide méthodologique – Ministère de l'aménagement du territoire – Ministère de l'équipement, des transports et du logement-1999
- Cartographie des zones inondables- Département des Hautes-Alpes SIEE-GINGER (2007)
- Rapport sur la cartographie de l'aléa mouvement de terrain du Dévoluy –Cabinet Risser (2007)
- Examen du risque d'avalanche et du risque torrentiel – Bureau d'étude TORAVAL Ingénieurs-Conseils – septembre 2008
- Rapport d'étude géotechnique- Zonation des risques naturels de type mouvements de terrain Révision du POS Commune de Saint-Etienne-en-Dévoluy – BEG ROSTAN – JUIN 1997
- Base de données mouvements de terrain –Service RTM 05
- Comptes rendus de visites de terrain et d'avis du RTM 05
- Carte de localisation des phénomènes naturels –RTM 05- octobre 1995
- Atlas des risques naturels sur le département des Hautes
- Revue de géographie alpine - Maurice Pardé, 1938, Volume 26, Numéro 3 p 571à 590
- Site internet : www.hydro.eaufrance.fr
www.geol-alp.com
www.prim.net
www.avalanches.fr



ANNEXES



ANNEXE 1 : FICHES DESCRIPTIVES DES MOUVEMENTS DE TERRAIN



ANNEXE 2 : ENQUETE PERMANENTE SUR LES AVALANCHES



ANNEXE 3 : DONNEES DE LA BANQUE HYDRO