



PRÉFÈTE DES HAUTES-ALPES

COMMUNE DE
AGNIERES-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	13
III.3.1. Géomorphologie	13
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 affectent la commune de Agnières-en-Dévoluy	36
V. Les phénomènes d'avalanches et de mouvements de terrain	40
V.1. Les avalanches	40
V.1.1.1. Historique des phénomènes d'avalanche	42
V.1.1.2. Description des phénomènes d'avalanche	43
a) Versant Ouest du Plateau d'Aurouze	43
b) Bois Chargier	44
c) Vallon d'Agnières	44
d) L'Aiglière	44
e) Des Aiguilles à la Roche Courbe en passant par l'Aiglière et le Rocher Rond	44
V.2. Les mouvements de terrain	45
V.2.1. Les différents types de mouvements de terrain	45
V.2.2. Glissements de terrain et coulées de boue	46



a)	Généralités	46
b)	Description des glissements de terrain sur la zone d'étude	48
V.2.3.	Eboulements / Chutes de blocs et de pierres	56
a)	Généralités	56
b)	Description des éboulements / chutes de blocs et de pierres sur la zone d'étude	57
V.2.4.	Ravinement	60
V.2.5.	Affaissements / Effondrements :	61
a)	Généralités	61
b)	Description des affaissements / effondrements sur la zone d'étude	61
V.2.6.	Fiches descriptives des phénomènes avalanches et mouvements de terrain	63
V.3.	Qualification et cartographie des aléas Avalanche et Mouvements de terrain	65
V.3.1.	Définition de l'aléa	65
V.3.2.	Démarche	66
V.3.3.	Définition des degrés d'aléa et zonage	66
V.3.4.	Définition des aléas par phénomène naturel	68
V.3.4.1.	L'aléa Eboulements / Chutes de blocs et de pierres	69
V.3.4.2.	L'aléa Glissements de terrain / Coulées boueuses	70
V.3.4.3.	L'aléa Ravinement	71
V.3.4.4.	L'aléa Affaissement / Effondrement	72
V.3.4.5.	L'aléa Avalanches	73
VI.	Le phénomène de crues torrentielles	74
VI.1.	Connaissance et cartographie hydrogéomorphologique des phénomènes de crues torrentielles	74
VI.1.1.	Démarche – principes méthodologiques	74
VI.1.2.	Description du réseau hydrographique de la commune	75
VI.1.2.1.	La Ribière :	75
VI.1.2.2.	Torrent de la Pisse :	80
VI.1.2.3.	Torrent de la Couine :	80
VI.1.2.4.	Torrent des Adroits :	81
VI.1.3.	Historique des inondations et cartographie hydrogéomorphologique	81
VI.1.3.1.	Les crues historiques	81
a)	Objectifs	81
b)	Sources utilisées	82
c)	Premières observations	83
d)	Répartition et localisation des événements	83
e)	Expérience acquise de l'analyse historique	85
VI.1.3.2.	La cartographie hydrogéomorphologique des zones inondables	85
VI.2.	Qualification et cartographie des aléas Crues torrentielles	87
VI.2.1.	Principes de qualification des aléas	87
VI.2.1.1.	Incidence des aménagements anthropiques	89
VI.2.1.2.	Prise en compte des zones remblayées	90
VI.2.2.	Synthèse sur la qualification de l'aléa sur la commune de Agnières-en-Dévoluy	91
VII.	Résultats : délimitation et cartographie de l'aléa	92
VII.1.	L'aléa Avalanches	92
VII.2.	L'aléa Glissements de terrain / Coulées boueuses	92
VII.3.	L'aléa Eboulements / Chutes de blocs et de pierres	92
VII.4.	L'aléa Affaissement / Effondrement	92
VII.5.	L'aléa Ravinement	93
VII.6.	Les crues torrentielles	93
VIII.	PRINCIPAUX ENJEUX ET VULNÉRABILITE	94



VIII.1. Identification des enjeux	94
• Synthèse de l'occupation du sol :	94
• La vulnérabilité	94
IX. LE ZONAGE DU PPR	96
IX.1. Traduction des aléas en zonage réglementaire	96
IX.2. Nature des mesures réglementaires	100
IX.2.1. Base légales	100
IX.2.2. Mesures individuelles	100
IX.2.3. Mesures d'ensemble	100
BIBLIOGRAPHIE	101
ANNEXES	<i>Erreur ! Signet non défini.</i>



I. Préambule

La commune d'Agnières-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 DDEA 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 d'Agnières-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, Plan Local d'Urbanisme) 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** ou au **PLU** (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 commune d'Agnières-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.

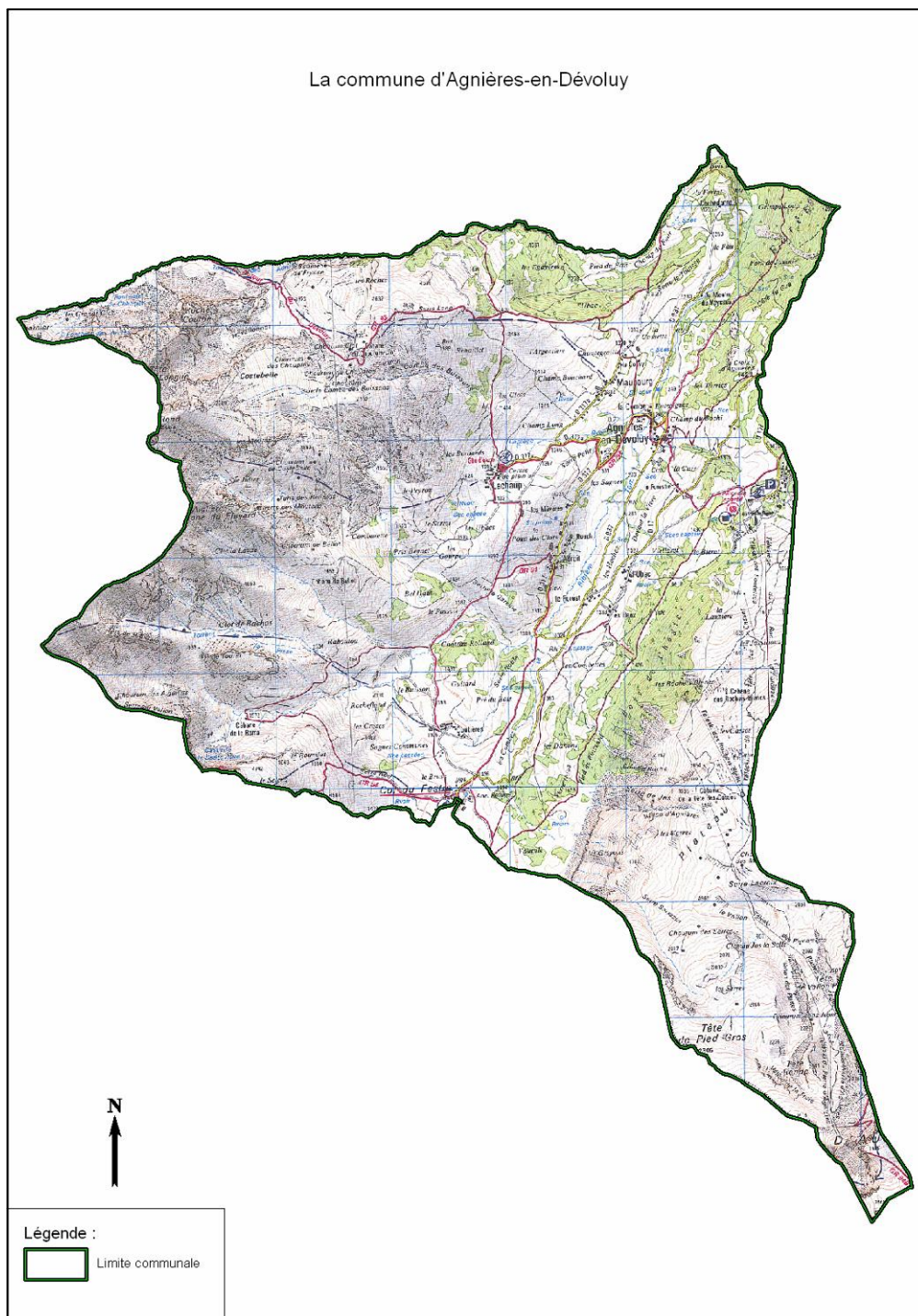


Figure 1 : Etendue de la zone d'étude [Source : IMS_{RN}]



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 **PPR**, 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 **PPR** 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, 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
- Tableaux des Enquêtes Permanentes des Avalanches (EPA)
- Données de la Banque HYDRO
- 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 d'Agnières-en-Dévoluy est localisée à l'Ouest du département des Hautes-Alpes, à 40 km au Nord-Ouest de Gap [Fig. 2].

C'est un village de montagne (altitude 1100 m à 2600 m environ) traversé par un torrent : la Ribière. Il est situé 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 d'Agnières-en-Dévoluy s'étend sur une trentaine de km² et compte un peu plus de 250 habitants en 2007 [Fig. 3].

Le village d'Agnières est implanté au centre de la vallée de la Ribière. Plusieurs hameaux se sont développés au cœur de la vallée : Maubourg, Lachaup, l'Adroit, l'Ubac et Coutières. A l'Est de la commune, le versant Sud du plateau d'Aurouze accueille la station de ski « La Joue du Loup ». Le domaine skiable débute à 1450 m d'altitude et s'étend sur les reliefs de la montagne d'Aurouze. La moitié Ouest d'Agnières-en-Dévoluy est dépourvue de toute urbanisation du fait de l'importance des reliefs : Roche courbe (2259 m), Tête de Plate Longue (2383 m), Rocher Rond (2453 m), Aiglière (2258 m). Seules quelques bergeries sont installées pour les élevages d'agneaux.



Figure 3 : Occupation du territoire : le village (A), les pâturages (B), la station de ski La Joue du Loup (C).



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

III.3.1. Géomorphologie

La commune se situe dans le massif du Dévoluy. C'est un massif calcaire, fortement modelé par l'érosion glaciaire [Fig. 4]. On y trouve de nombreux vallons et d'importants d'éboulis. La vallée est à une altitude moyenne de 1100 m et les sommets atteignent jusqu'à 2453 m (Rocher Rond). Un cours d'eau traverse la commune : la Ribière.

Géomorphologiquement, la commune d'Agnières-en-Dévoluy est assez homogène. Elle est traversée par le torrent de la Ribière. On peut cependant distinguer trois unités :

- Au Sud, la vallée de la Ribière est limitée à l'Ouest par l'Aiglière et à l'Est par le plateau d'Aurouze.
- Au centre de la commune, là où le village et ses principaux hameaux se sont implantés, la vallée est plus ouverte et étendue, le torrent de la Ribière traverse alors des formations morainiques.
- Puis au Nord, la vallée se rétrécit à nouveau en rentrant dans les formations des grès de Saint-Disdier.

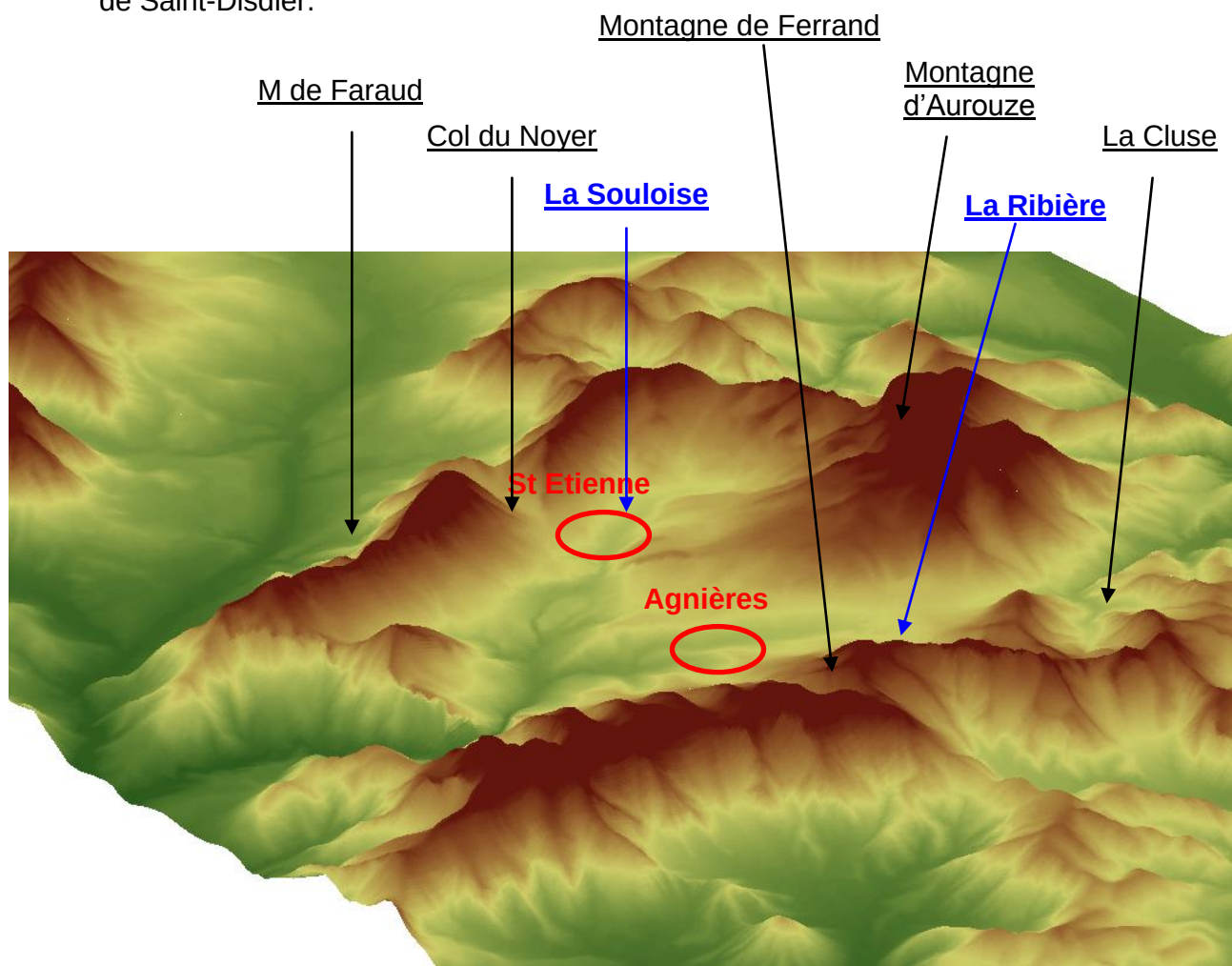


Figure 4 : Modèle Numérique de Terrain (MNT) de la zone d'étude [Source : IMS_{RN}]



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 [Fig. 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 sénonienne en discordance sur les terrains plissés de l'Eocène 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 sénonienne dénudée par l'érosion s'ennoie 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 sénoniennes 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]

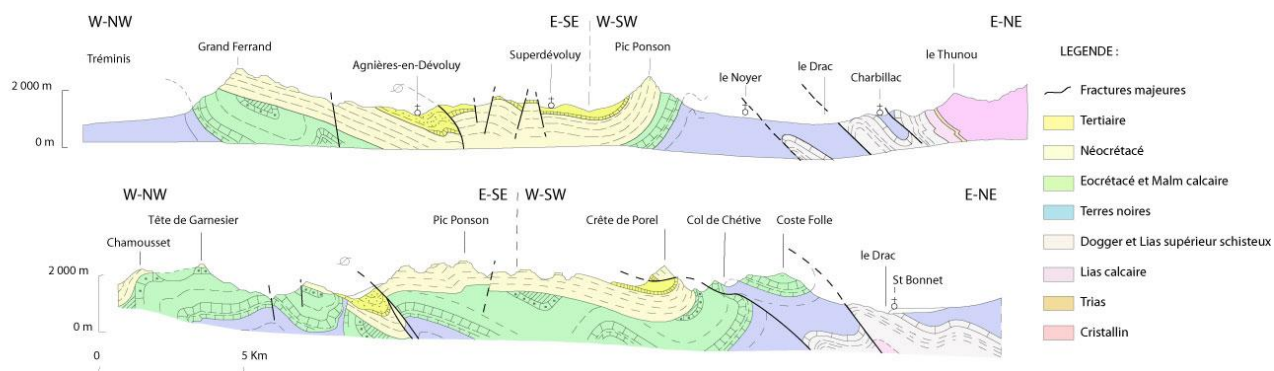


Figure 6 : Coupes géologiques de la zone étudiée [reprise d'après carte géologique Saint-Bonnet n°845, BRGM]



La lithologie sur Agnières-en-Dévoluy

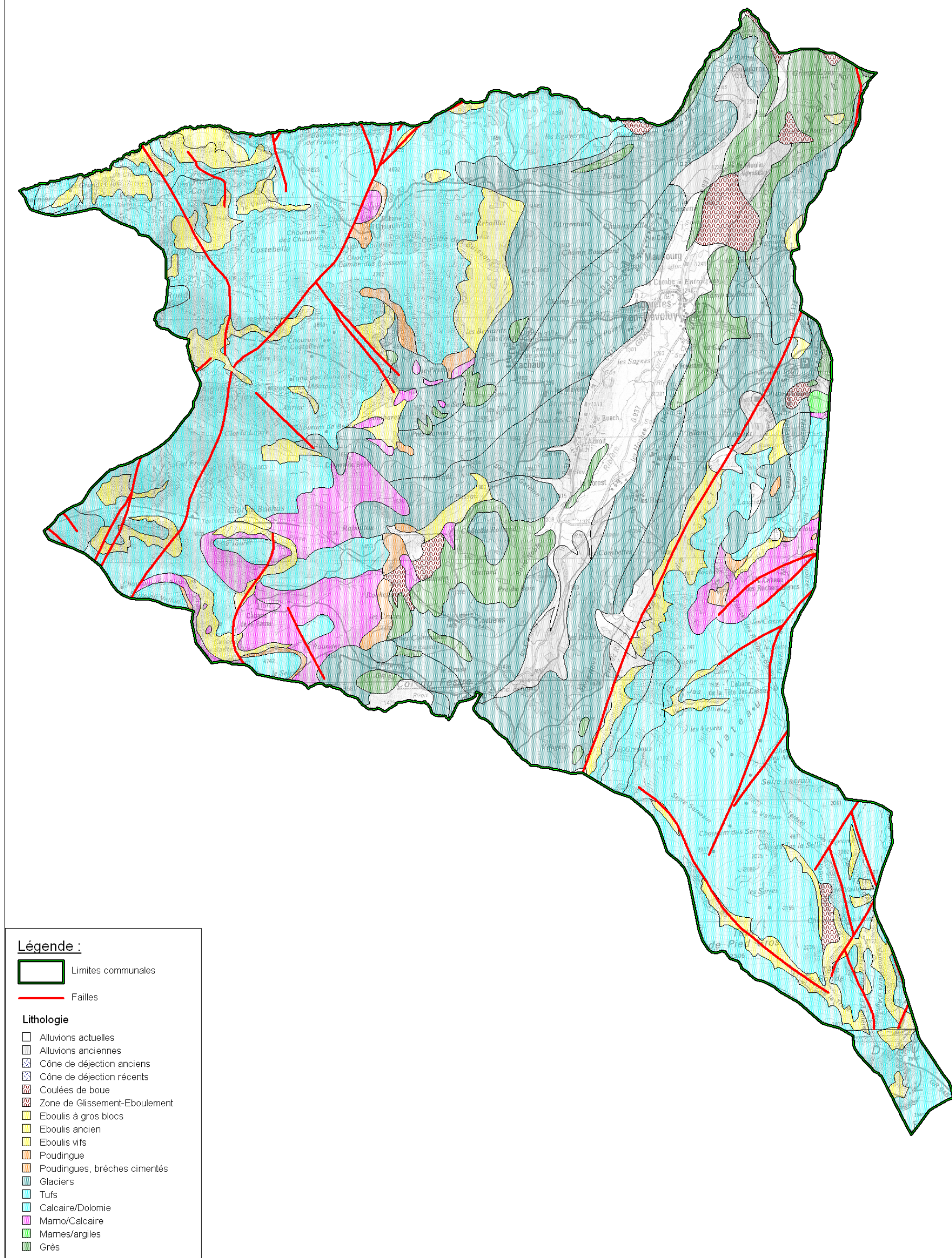


Figure 7 : Cadre géologique local : Lithologie et failles sur la zone d'étude [Source : IMS_{RN}]



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 vallums 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 vives. 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)

Néocrétacé 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 priaboniens 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**

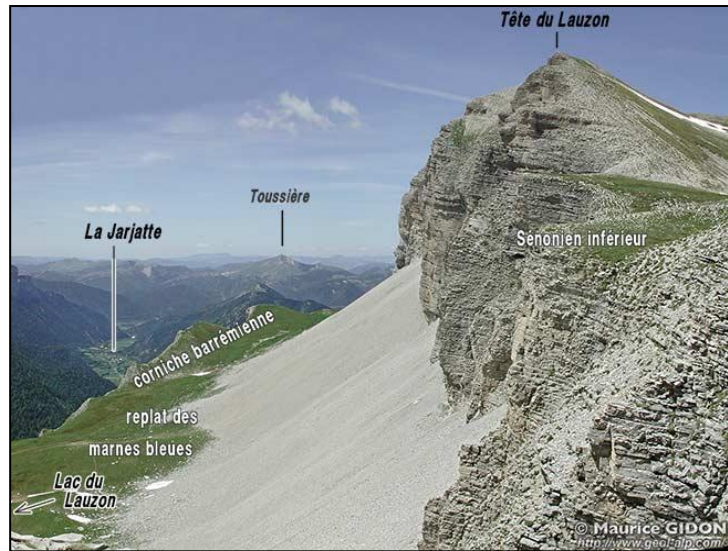
Eboulis d'ancienneté modeste mais ne recevant plus d'alimentation permanente actuelle et de ce fait, colonisés par la végétation. Ils sont à peine réentaillés par les érosions actuelles et leur surface se raccorde souvent à des surfaces d'alluvionnement datant du Würm.

- **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 : Géol-alp.com]



- **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 pseudomorainiques 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 : Stage 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 fluviatiles et torrentiels

- **Fv : Terrasse rissienne du Drac**

Terrasse fluvatile 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 fluviatiles 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

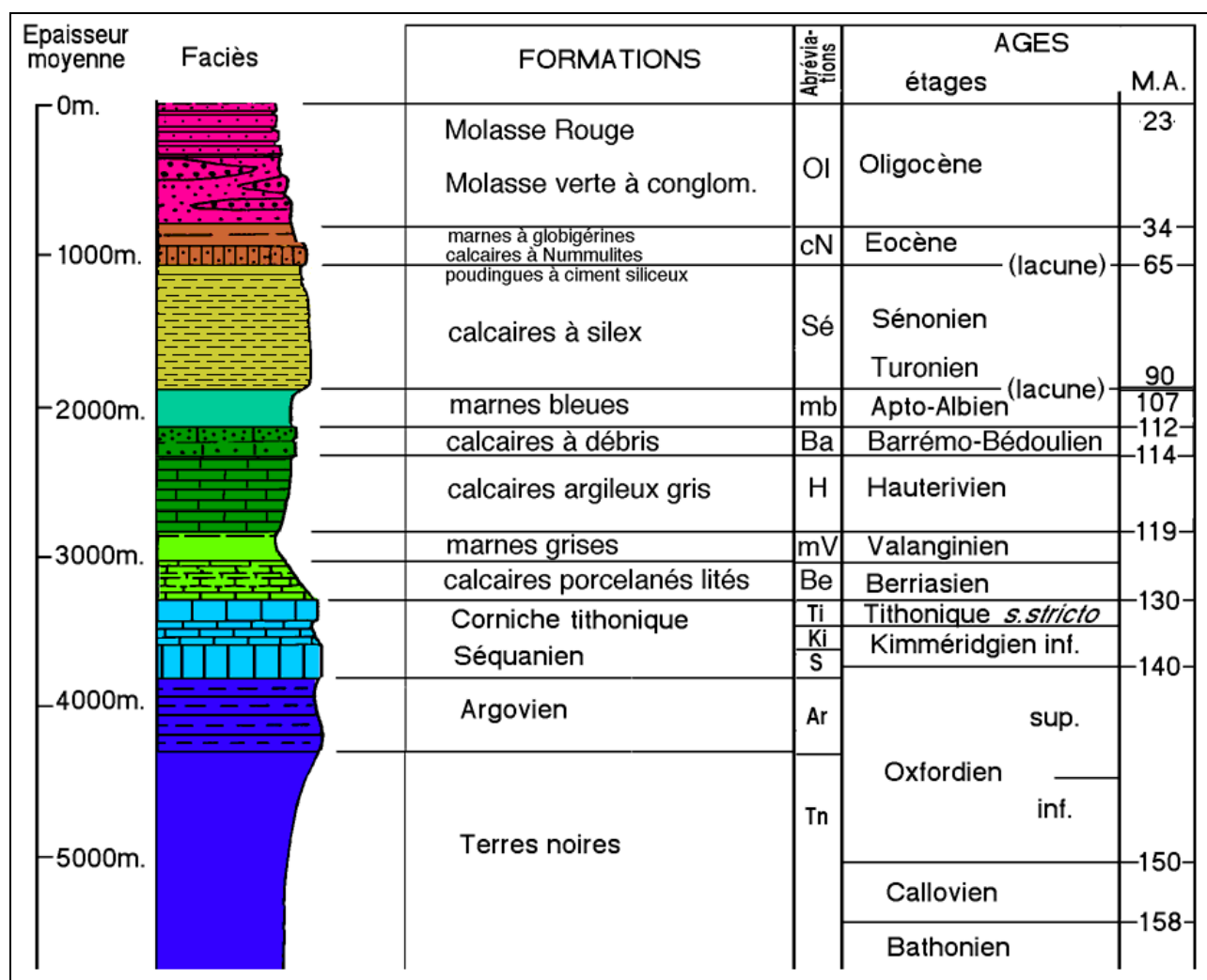


Figure 14 : Log lithostratigraphique [Source : geol-alp.com]



III.3.4. Hydrogéologie

Les conditions géologiques sont telles en Dévoluy que l'alternance de marnes, de calcaires et de marno-calcaires sur plus de 1 500 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 pour 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 N.NW-S.SE 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, t 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.

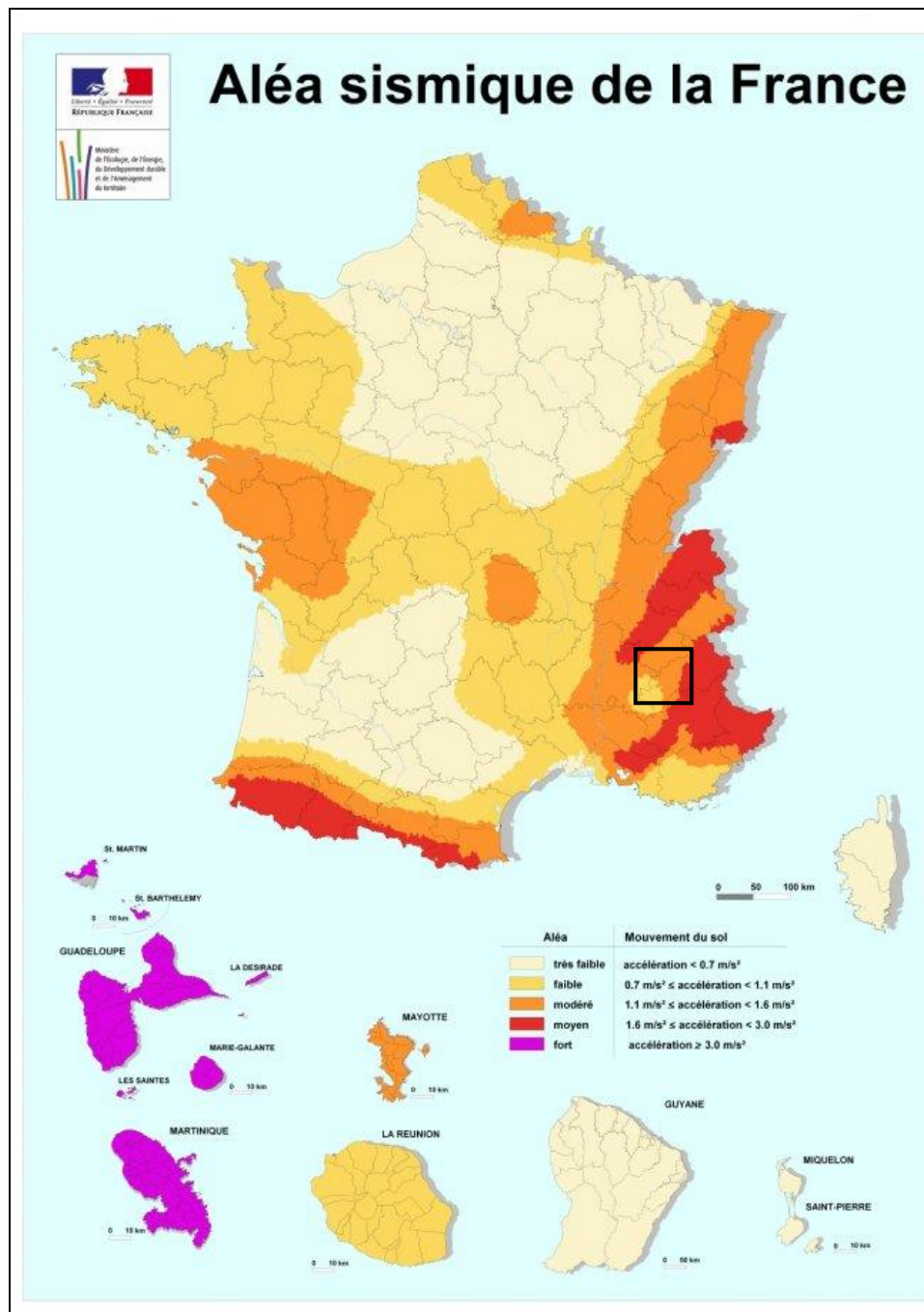


Figure 15 : Carte nationale d'aléa sismique [Source : BRGM]

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.

	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

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

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 : $- 25^\circ\text{C}$;
- Record de chaleur : $+ 34,3^\circ\text{C}$.

Le cumul moyen des précipitations sur un mois est de 92mm, soit 1104 mm/an en moyenne (moyenne sur 48 années). Il existe : **[Diagrammes 1 et 2]**

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

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

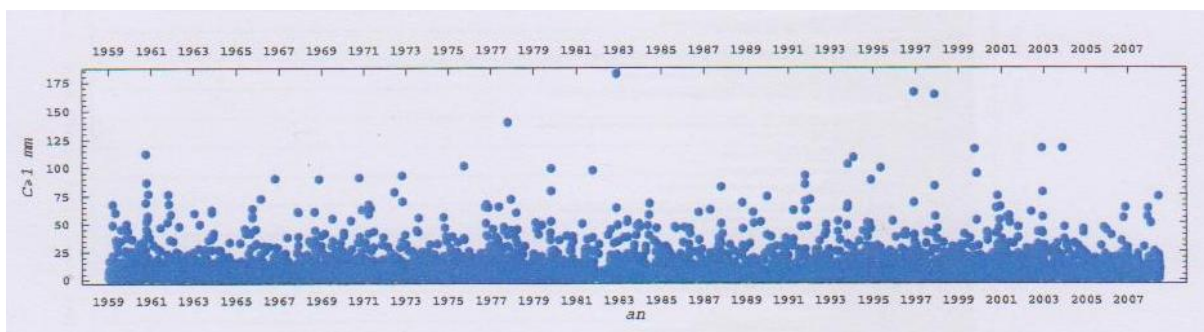


Diagramme 1 : Répartition dans le temps des précipitations journalières sur Saint-Etienne-en-Dévoluy (1959-2008) [Source : Toraval Ingénieurs-conseils]

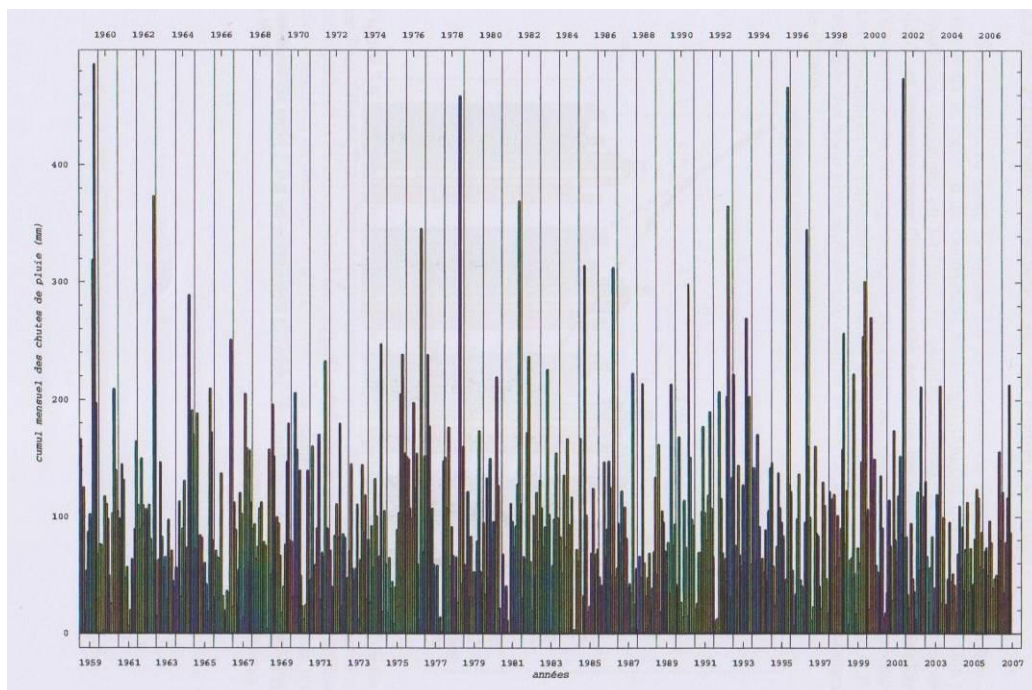


Diagramme 2 : Variation dans le temps des cumuls mensuels de pluie sur Saint-Etienne-en-Dévoluy (1959-2007) [Source : Toraval Ingénieurs-conseils]



Pour ce qui est du cumul de neige [**Diagramme 3 et 4**] sur une saison entière (de décembre à avril), le maximum a été observé en 1999 avec 338 cm, tandis que le minimum a été mesuré en 2000 avec 92 cm. Le cumul moyen des chutes de neige sur une saison est de 144 cm (moyenne sur 31 années).

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

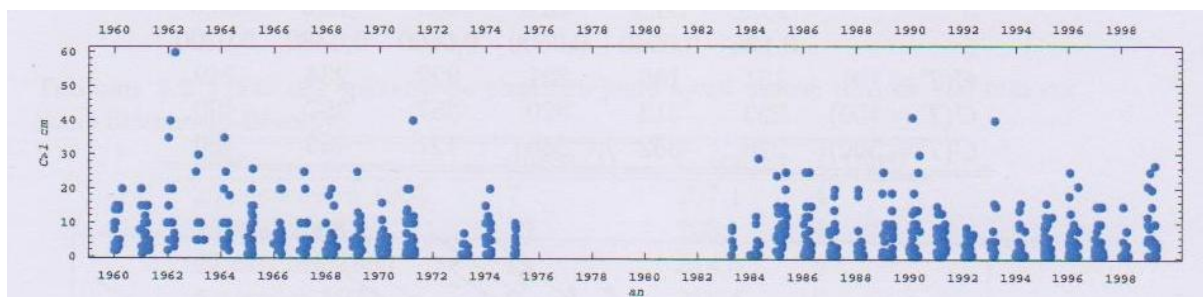


Diagramme 3 : Répartition dans le temps des chutes de neige journalières sur Saint-Etienne-en-Dévoluy (période de mesure discontinue de 1968 à 2008) [Source : Toraval Ingénieurs-conseils]

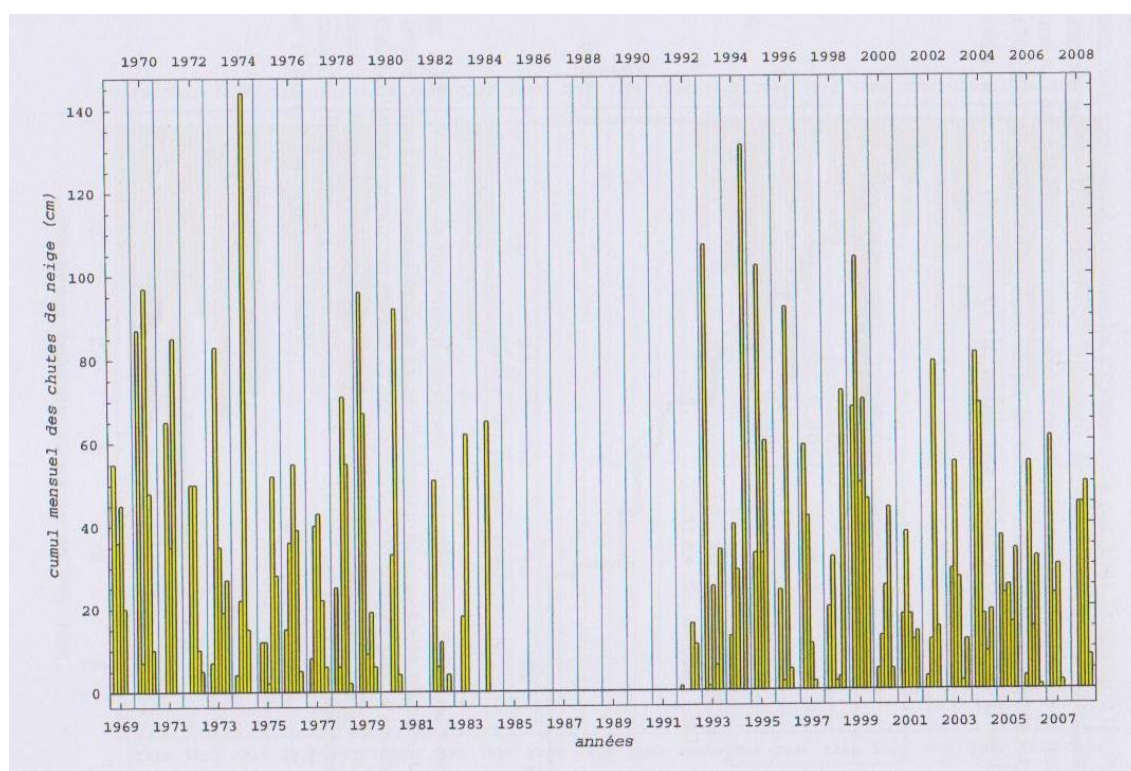


Diagramme 4 : Variations dans le temps des cumuls mensuels de neige sur Saint-Etienne-en-Dévoluy (1968-2008) [Source : Toraval Ingénieurs-conseils]



III.5. Hydrographie

Le réseau hydrographique de la zone d'étude se développe autour du torrent de la Ribière, la superficie de son bassin versant est de l'ordre d'une vingtaine de km². La Ribière est alimentée par de nombreux tributaires pérennes ou secs comme par exemple le torrent de la Pisse, le torrent de Couine et le torrent des Adroits.

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. 16] ; et des exurgences.

Sur la commune d'Agnières se trouve environ 200 cavités naturelles. Le réseau de la Baume de France, le chourun des Aiguilles, le chourun de la Combe des Buissons, le chourun du Scarabée, la baume du Vallonet, les chouruns des Chaudron-Chaupins, le chourun Picard IV, le chourun du Duc sont des gouffres de plus de 1000 mètres de développement. Quelques exurgences sont présentes aux alentours des lieux-dits du Forestier, du Büech et du Moulin du Vaysseau et quelques marais aux alentours du lieu-dit les Gros et au niveau de la Joue du Loup.

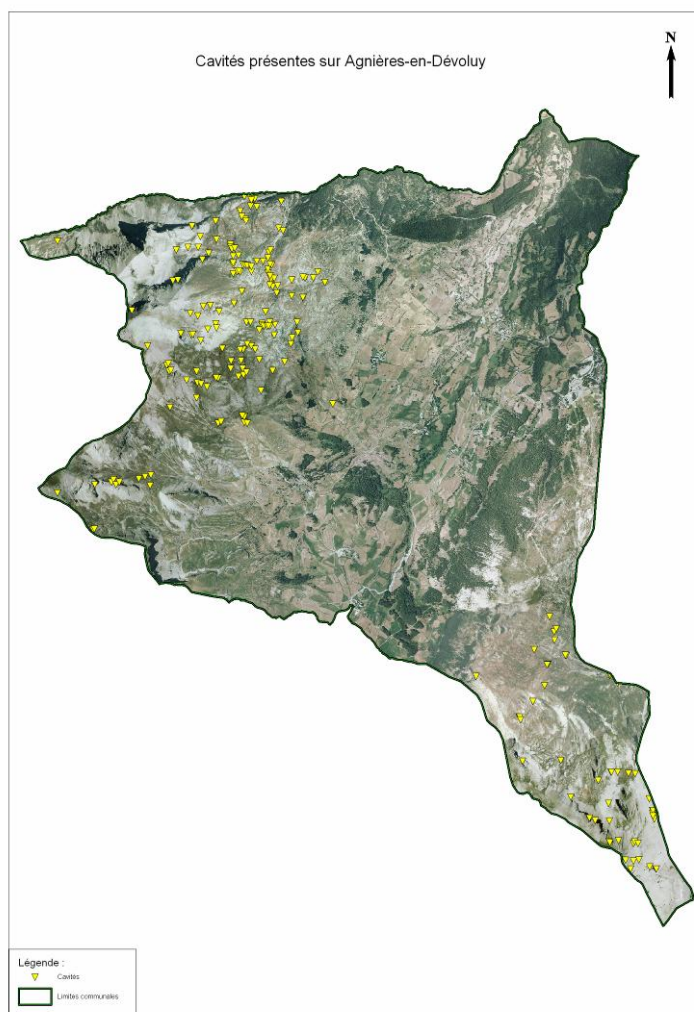


Figure 16 : Cavités naturelles répertoriées sur la zone d'étude par le BRGM [Sources : InfoTerre, IMS_{RN}]



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 POS ou au PLU et sur 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. 17].

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 ou encore la 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** de l'ensemble des événements recensées et validées 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

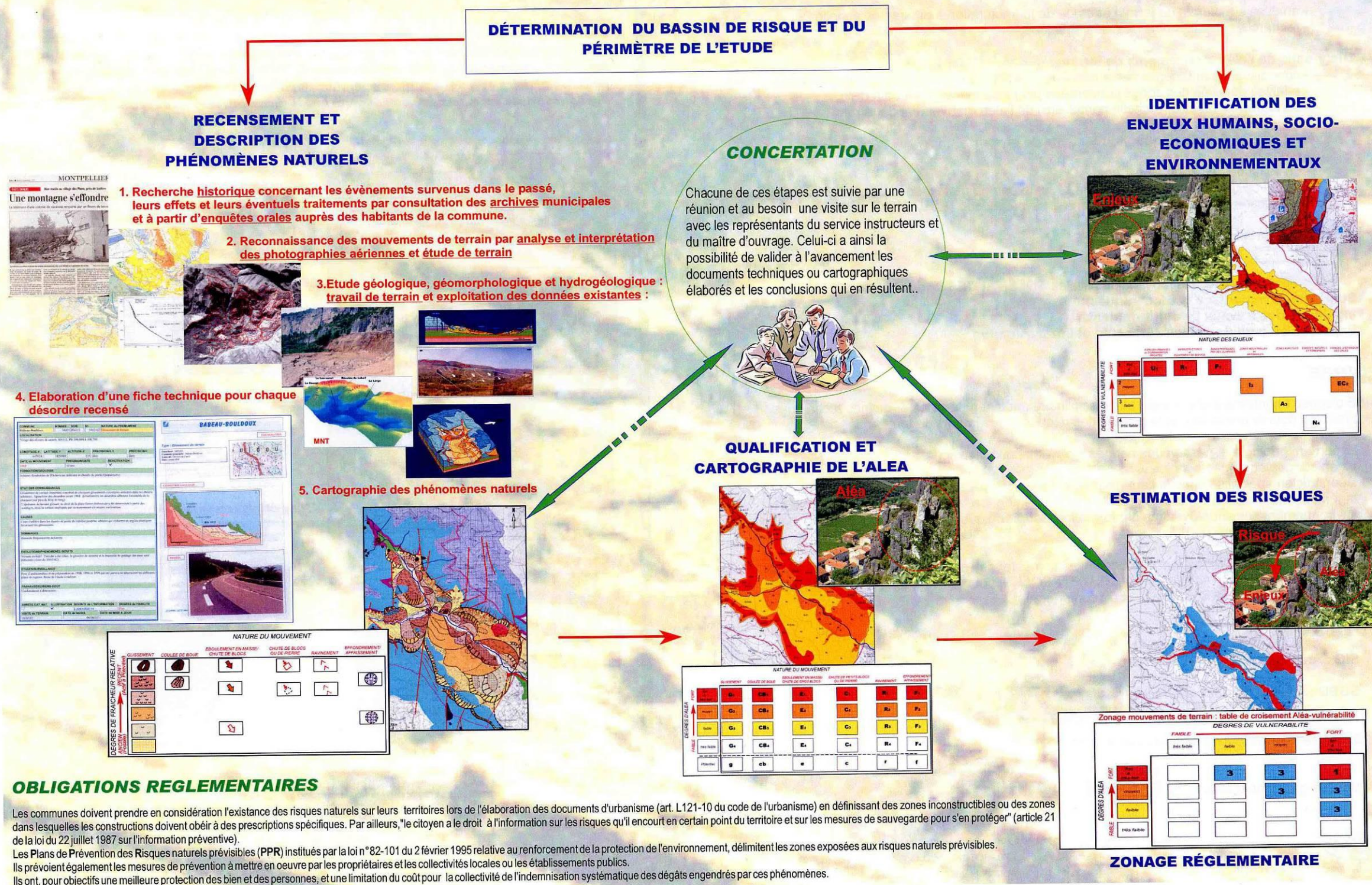


Figure 17 : Méthodologie préconisée pour l'étude du Risque Mouvements de terrain [Source : IMS_{RM}]



IV.2. Éléments historiques concernant les phénomènes naturels affectent la commune de Agnières-en-Dévoluy

Pour quantifier et cartographier les phénomènes naturels à risques sur tout le territoire communal d'Agnières-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 **31 événements historiques¹** connus sur la commune depuis **1842 jusqu'à nos jours [Tableau 2]**, ils ont pu être localisés, avec une précision plus ou moins importante [Fig. 18].

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'événements 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.

Aucun arrêté de catastrophe naturel n'a été pris sur la commune d'Agnières-en-Dévoluy.

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	DEGATS CONNUS	OBSERVATIONS	SOURCE
01	16/07/1842	Agnières-en-Dévoluy	Torrent non précisé	Crue torrentielle	Grosses destructions, habitations engravées		RTM 05
02	25/03/1979	Agnières-en-Dévoluy	Tête Ronde-Pic Ponson	Avalanche	5 pylônes de téléski arrachés		RTM 05
03	02/02/1981	Agnières-en-Dévoluy	CD937-Avalanche les Garcins	Avalanche		Vente de terrains au département	Registre des délibérations
04	04/1986	Agnières-en-Dévoluy	Forêt de Malmort	Glissement de terrain	Forêt	C'est l'extension d'un très ancien glissement existant mais dont la date n'a pas été retrouvée	RTM 05
05	03/09/1989	Agnières-en-Dévoluy	Entrée du village	Travaux		Construction d'un mur de soutènement en limite de la propriété Boisserenq-Commune	Registre des délibérations
06	06/09/1991	Agnières-en-Dévoluy	Torrent de Couine	Crue torrentielle	Le torrent a creusé la berge du côté de la propriété de M. Boisserenq	C'est un élément naturel et il appartient à chaque propriétaire de se protéger	Registre des délibérations
07	21/04/1992	Agnières-en-Dévoluy	Propriété de M. Serres	Travaux		Autorisation pour redresser le lit de la rivière au niveau de la propriété de M. Serres	Registre des délibérations
08	08/03/1993	Agnières-en-Dévoluy	Chemin des Flauds	Travaux		Projet de travaux sur le chemin des Flauds qui, du village, descend directement sur le CD317 et du chemin desservant le Forestier	Registre des délibérations
09	03/07/1994	Agnières-en-Dévoluy	Chemin Maubourg	Etude	Pour desservir la propriété de M. Barneaud, le tracé du chemin, qui s'est déplacé, gêne actuellement M. Serres	La solution serait le recours à un géomètre pour avoir une notion exacte sur le terrain	Registre des délibérations
10	28/10/1994	Agnières-en-Dévoluy	CD de l'Adroit	Travaux		Une source mal drainée s'écoule sur la route. Le Conseil Municipal demande à l'Equipement de faire procéder à l'évacuation de cette source	Registre des délibérations
11	01/06/1995	Agnières-en-Dévoluy	Combe de l'Eau – Camping	Crue torrentielle		Camping soumis au risque de crue torrentielle, par la rivière la Ribière et le ruisseau de Mantouret	Rapport RTM 05
12	29/02/1996	Agnières-en-Dévoluy	La rivière qui traverse la commune d'Agnières	Travaux		Projet de travaux de protection contre les crues de la rivière qui traverse la commune	Registre des délibérations
13	04/09/1996	Agnières-en-Dévoluy	Station d'épuration	Travaux		Les travaux en partie réalisés à la station d'épuration permettent de lancer les travaux d'enrochement.	Registre des délibérations
14	12/11/1996	Agnières-en-Dévoluy	Rivière la Ribière-le village	Crue torrentielle	Bergerie partiellement inondée	Lit partiellement encombré par la végétation. Berge plus basse que la rive gauche	RTM 05
15	25/01/2001	Agnières-en-Dévoluy	Torrent de Couine	Etude		Etude hydrogéologique et hydraulique visant à mesurer les effets des rejets d'eaux dans le torrent de Couine (augmentation des surfaces imperméabilisés)	Registre des délibérations
16	21/02/2001	Agnières-en-Dévoluy	Vallon Pierra d'Agnières	Chute de blocs	Aucune chute de pierre signalée	Fissure d'aspect inquiétante dans un massif calcaire. Se suit sur un dénivelé de 25 m, ouverte de 10 à 50 cm. Désagréation importante à sa bordure immédiate. Risque de départ de pierres et blocs (max:50 l)	Rapport RTM 05
17	11/03/2001	Agnières-en-Dévoluy	Pierre d'Agnières	Avalanche	La remontée mécanique fonctionnait, ce qui a obligé le service des pistes à rechercher d'éventuelles victimes	Coulée avalancheuse ayant pour origine le décrochement d'un petit paquet de neige	RTM 05
18	09/05/2001	Agnières-en-Dévoluy	Joue du Loup	Etude		Etude hydraulique et hydrogéologique sur la station de la Joue du Loup	Registre des délibérations
19	16/05/2001	Agnières-en-Dévoluy	Pont de la Garcine	Travaux		DDE : à voir, protection au niveau du mont de la Garcine et du talus au-dessus du garage de Patrice	Registre des délibérations
20	16/05/2001	Agnières-en-Dévoluy	Route de Coutières	Travaux		Remise en état route de Coutières	Registre des délibérations
21	27/11/2002	Agnières-en-Dévoluy	Torrent de Couine-la Sagne	Glissement de terrain	Rupture d'une canalisation d'eaux usées de la station de la Joue du Loup. Formations d'embâcles dans le torrent. Chemin communal n°3 coupé	Remise en mouvement d'un ancien glissement en RD du torrent de Couine	RTM 05



N°	DATE	COMMUNE	LOCALISATION	TYPE	DEGATS CONNUS	OBSERVATIONS	SOURCE
22	27/11/2002	Agnières-en-Dévoluy	Torrent de la Ribière-le Moulin du Vaysseau	Glissement de terrain	Chemins engravés et ravines. Apport de boue et d'arbres dans le torrent. Dégâts dans les champs	Glissement de la berge droite du torrent de la Ribière suite au ravinement issu de la forêt de Malmort	RTM 05
23	19/11/2003	Agnières-en-Dévoluy	RD17	Glissement de terrain		Pour infos, lecture courriers adressés au Conseil Général et à la Préfecture	Registre des délibérations
24	3ème trimestre 2003	Agnières-en-Dévoluy	Torrent de Couine-la Sagne	Glissement de terrain	Affaissement vertical de la chaussée de l'ordre de 2,5 m sur une longueur de 25 m	Réactivation du glissement de novembre 2002	RTM 05
25	03/03/2004	Agnières-en-Dévoluy	Bièras	Glissement de terrain		Glissement du Bièras. Reprise de la route par le Conseil Général avec construction d'un mur de soutènement. La conduite assainissement sera à déplacer par la commune. Demande d'assistance technique à la DDE	Registre des délibérations
26	20/02/2006	Agnières-en-Dévoluy	Ecole	Travaux		Travaux d'aménagement de la voirie de la voie périphérique de l'école, et de la voie montante de l'école	Registre des délibérations
27	20/02/2006	Agnières-en-Dévoluy	Joue du Loup	Travaux		Travaux d'aménagement des abords des WC publics à la Joue du Loup, et de la voirie de l'accès et parkings à l'entrée de la station de la Joue du Loup	Registre des délibérations
28	02/02/2006	Agnières-en-Dévoluy	Sous la résidence "les Flocons du Soleil"	Travaux		Remise en état du chemin situé sous la résidence "les flocons du soleil"	Registre des délibérations
29	31/03/2006	Agnières-en-Dévoluy	Montagne d'Aurouze-Vallon de la Truie	Avalanche		Avalanche due à la rupture d'une plaque à vent. Départ naturel suite à un fort redoux. Dans la zone de départ, la cassure de la plaque à vent mesurait environ 1,5m pour une largeur d'environ 100m. L'avalanche mesure environ 300m de long. D'après témoin, l'avalanche ferait 300m de large, 150m de long et 3,5m d'épaisseur dans la zone de départ	RTM 05
30	28/08/2006	Agnières-en-Dévoluy	Chemin des Trois Soleil à Plein Soleil	Travaux		Remblais seraient à mettre en place pour ce chemin piétonnier	Registre des délibérations
31	02/10/2007	Agnières-en-Dévoluy	Haut du Pierra	Travaux		Au niveau du passage de la fenêtre, d'après le rapport d'un bureau d'études, 3 amas de rochers risquent de partir. L'IRAM prend en charge une 1ère tranche de travaux. Placement de points de surveillance par satellite	Registre des délibérations

Tableau 2 : Récapitulatif des événements historiques connus sur la commune d'Agnières-en-Dévoluy [Source : IMS_{RN}]

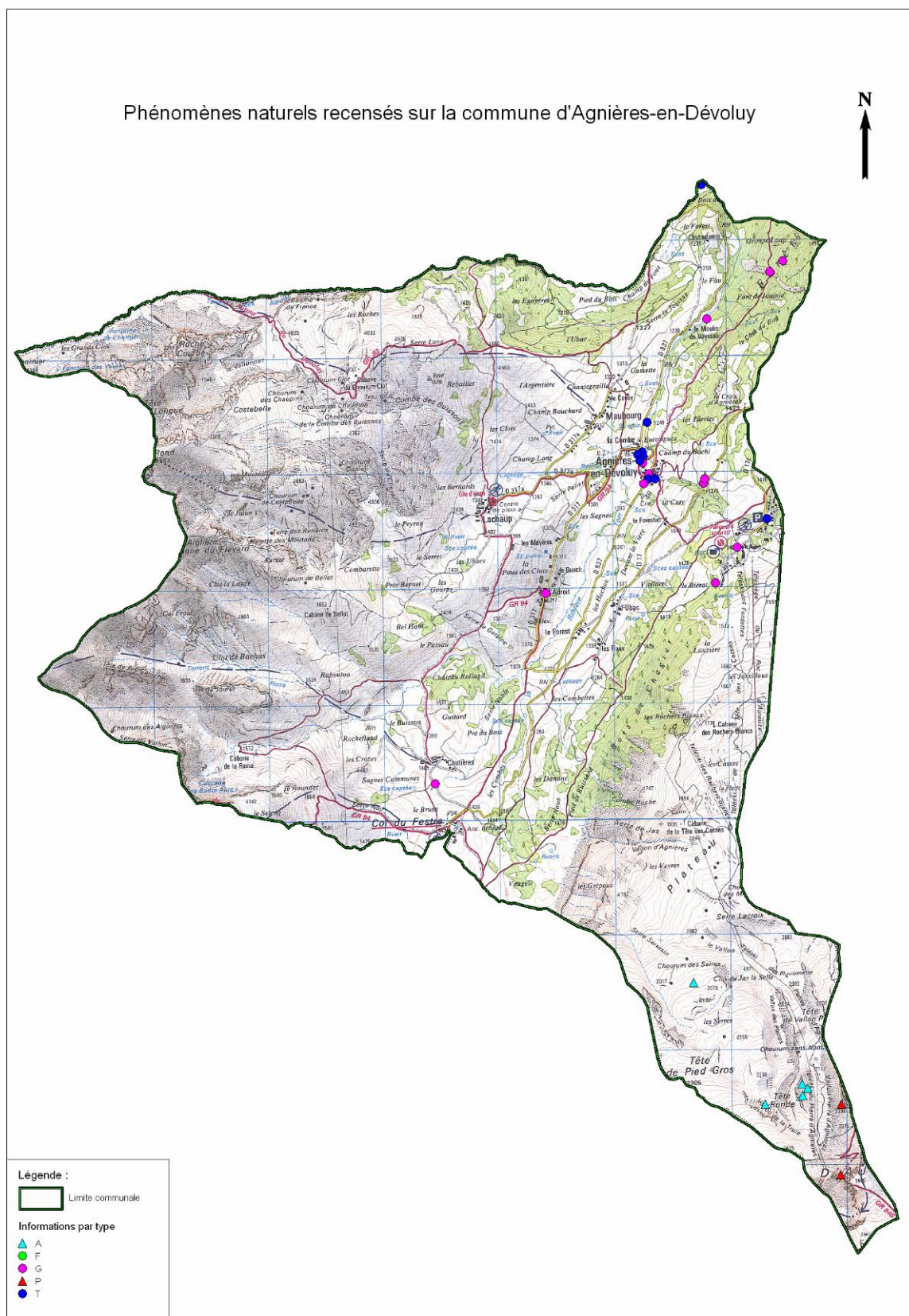


Figure 18 : Carte de répartition des évènements historiques recensés et localisés avec précision sur la zone d'étude [Source : IMS_{RM}]



V. Les phénomènes d'avalanches et de mouvements de terrain

V.1. Les 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. 20] :
 - 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.

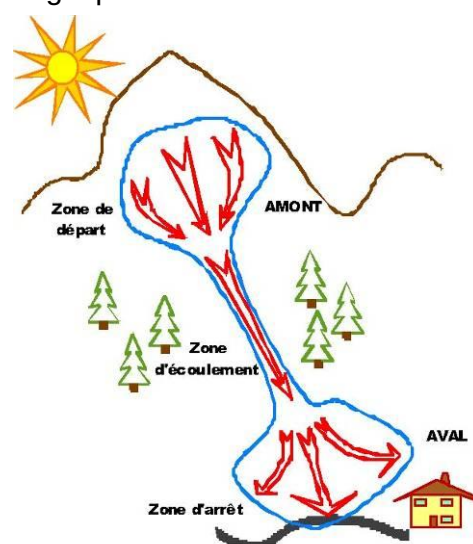


Figure 19: Schéma conceptuel d'une avalanche classique

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. 21].

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.

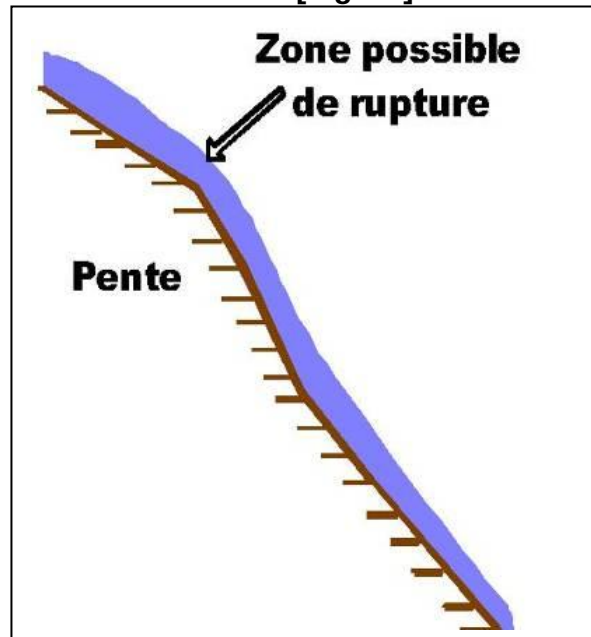


Figure 20 : Rupture de pente : zone de départ naturel d'avalanche.

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 consignaient à la main sur un carnet les caractéristiques des événements. Aujourd'hui, sous l'égide du MEEDDAT-ONF-CEMAGREF, 8 couloirs sont suivis sur le territoire de Saint-Etienne-en-Dévoluy, dont 1 fait 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 d'Agnières-en-Dévoluy, le suivi depuis 1931 a permis de dénombrer près de **34 événements de type avalancheux**. Ces événements sont recensés sur les 8 stations d'observation réparties sur l'ensemble du territoire communal, mais à l'heure actuelle seulement 1 fait 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.

Remarques : L'ensemble des fiches techniques relatives aux EPA est disponible en annexe de ce rapport.

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.



■ Carte de localisation des phénomènes naturels :

En 1995, le SDRTM 05 a réalisé une cartographie de localisation des phénomènes naturels sur la commune de Agnières-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

D'après le relevé des informations historiques sur la commune, on a environ 14% d'évènements relatifs à des phénomènes avalancheux.

De plus, pour ce phénomène naturel, on bénéficie de données complémentaires : les EPA. La liste des évènements fournit de plusieurs sites répertoriés sur la commune d'Agnières-en-Dévoluy. Nombre d'entre eux sont connus pour leur activité régulière. Nous allons décrire ci-après les sites les plus représentatifs de ce phénomène.

a) Versant Ouest du Plateau d'Aurouze

Ce versant est soumis aux avalanches, ils existent plusieurs couloirs dont un répertorié. Une EPA identifie clairement la coulée du Bois Charnier [Fig. 22].

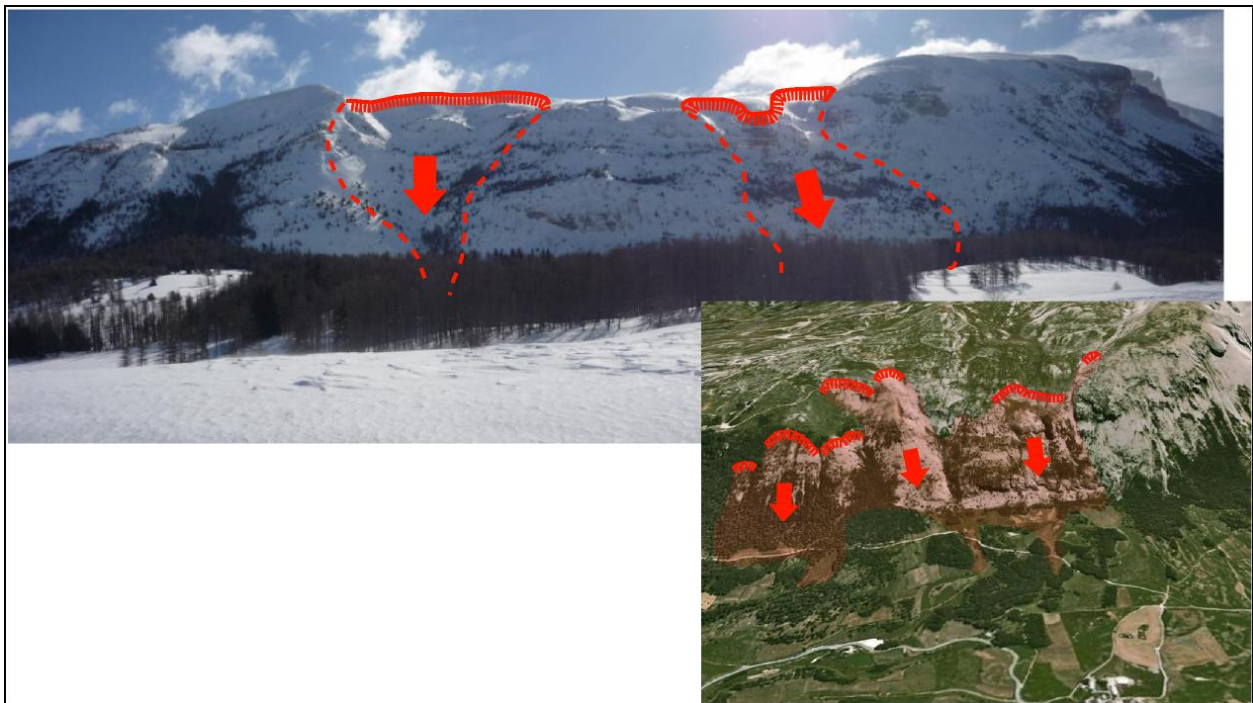


Figure 21 : Coulées d'avalanches sur le versant Ouest du Plateau d'Aurouze [Source : IMS_{RN}]



b) Bois Chargier

La coulée est située au niveau du ravin des Rochers Blancs. Ce couloir est identifié en site EPA n°001.

Sur ce site, l'analyse a été mise en place à partir de 1931. On totalise depuis cette date 2 événements avalancheux survenus le 07/03/1931 et le 06/04/1975. Les informations relevées sur l'EPA font mention de coulées de neige prenant leurs points de départs respectivement à 1860 et 1700 m pour s'étendre jusqu'à 1300 et 1350 m.

Ce couloir d'avalanche traverse le Bois Chargier, il ne croise aucune habitation et s'arrête en amont du hameau des Flaux.

c) Vallon d'Agnières

La coulée est située au niveau du vallon d'Agnières. Ce couloir ne croise aucune habitation et s'arrête en amont de la D937.

d) L'Aiglière

La coulée part au sommet de l'Aiglière et s'étend jusqu'au Raboutou. Ce couloir est identifié en site EPA n°002.

Sur ce site l'analyse a été mise en place à partir de 1948. On totalise depuis cette date 7 événements avalancheux survenus les 23/04/48 ; 18/03/1951 ; 27/03/1973 ; 18/02/1974 ; 14/01/1978 ; 15/01/1978 et 09/02/84. Les coulées de neige ont pour point de départ des altitudes entre 1950 et 2300 m pour d'étendre entre 1400 et 1800 m.

e) Des Aiguilles à la Roche Courbe en passant par l'Aiglière et le Rocher Rond

Ce versant est particulièrement soumis aux avalanches. De nombreux couloirs sont présents et nettement visibles par photo-interprétation du fait de l'absence de végétation dans les talwegs. Ils existent des couloirs aux alentours de la cascade de Saute d'Aure ; du Tête du Pré Galoché ; du Touret ; du Cul Froid ; du Clot de Bachas ; du Clot la Lauze ; du Jidier ; des Moures ; de Costebelle ; du Vallonnet ; des Grands Clos ; etc.

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, l'Aiglière jusqu'à la Roche Courbe 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 s'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.2. Les mouvements de terrain

V.2.1. Les différents types de mouvements de terrain

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.2.2. Glissements de terrain et coulées de boue

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. 23]. Les volumes mis en jeu sont très variables.

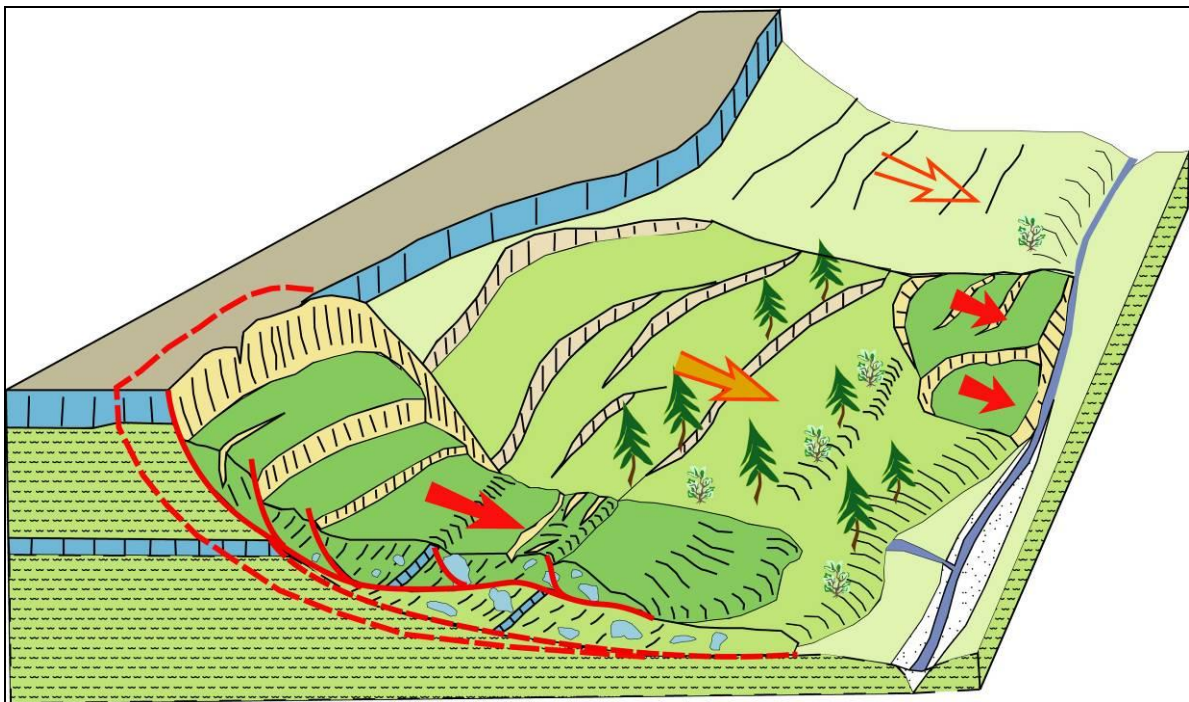


Figure 22 : Schéma type de glissement de terrain [Source : IMS_{RN}]

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. 24], 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 4 m, 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.

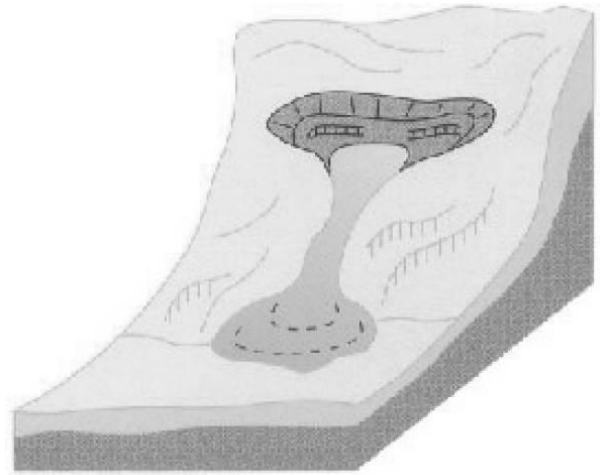


Figure 23 : Bloc diagramme illustrant le phénomène de coulée de boue

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 environ **46% des événements sont relatifs à des phénomènes de glissements de terrain et/ou de coulées de boues.**

Sur le territoire communal d'Agnières-en-Dévoluy, le phénomène de glissement de terrain est moyennement représenté (voir carte informative des mouvements de terrain). Ils sont particulièrement observables dans la vallée de la Ribière depuis le col du Festre en passant par le village d'Agnières-en-Dévoluy et jusqu'au nord du moulin de Vaysseau.

En effet, l'observation des photographies aériennes ainsi que l'étude de terrain, permettent de délimiter un ensemble de glissements plus ou moins 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 aux abords du torrent de la Ribière. 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 des grès de Saint-Disdier (Eocène terminal, Oligocène) qui sont des formations de grès glauconieux séparés par des lits argileux. Ces formations sont recouvertes par des alluvions glaciaires (moraines du Würm), des alluvions anciennes et actuelles aux abords du torrent, soit des formations à faible cohésion.



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

Le territoire communal d'Agnières-en-Dévoluy est marqué par de nombreux glissements de terrain d'ampleurs variables. Par ailleurs un des glissements est connu sur le plan géologique. Aussi, il est à ce titre relevé sur la carte géologique de Saint-Bonnet du BRGM.

Les glissements les plus importants se situent au nord-est du territoire communal le long du torrent de la Ribière. Les surfaces affectées peuvent atteindre plus de 200ha **[Fig. 24]**.

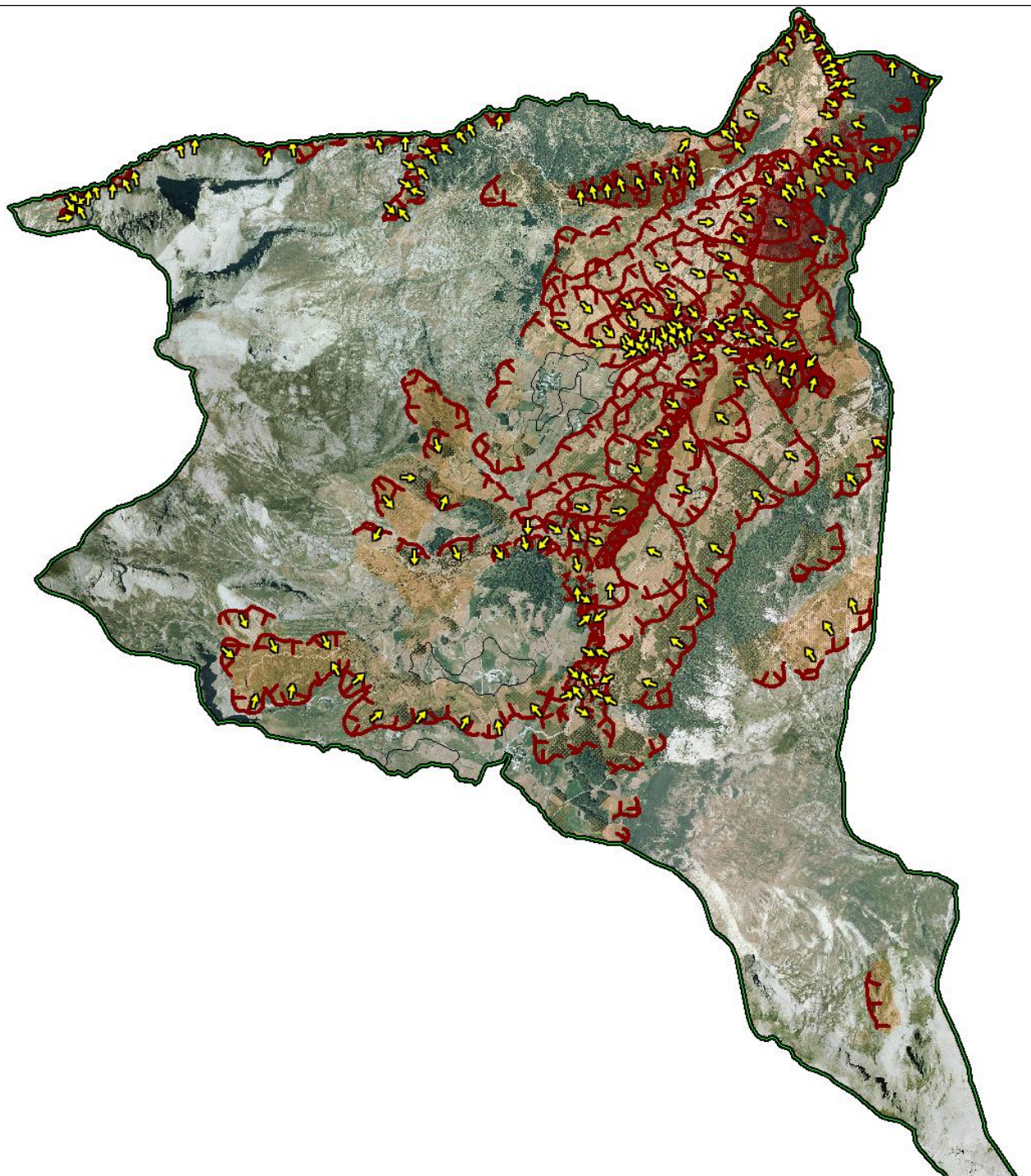


Figure 24 : Les glissements de terrain sur Agnières-en-Dévoluy [Source : IMS_{RN}]



(i) Glissements de versant :

- Secteur Moulin du Vaysseau :

Ces glissements de versant affectent les formations des Grès de Saint-Disdier (Eocène terminal, Oligocène) recouvertes par le placage morainique du Würm. Ce glissement de versant est net en photo aérienne. Il est d'ailleurs connu sur le plan géologique puisqu'il est mentionné sur la carte géologique de Saint-Bonnet **[Fig. 25]**.

La zone d'arrachement la plus externe, se situe au niveau de la Croix d'Agnières, en amont du moulin de Vaysseau en rive droite de la Ribière. Il s'agit de glissement à mouvements relativement lents, mais dont la réactivation peut être brutale à la suite d'un épisode de forte pluviosité.

Plusieurs réactivations de ce glissement ont eu lieu au cours de ces dernières années. En avril 1986, la RTM05 a relevé l'extension d'un ancien glissement au niveau de la forêt de Malmort. Le 27 novembre 2002, suite au ravinement issu de la forêt de Malmort, un glissement au niveau de la berge droite de la Ribière a engravé des chemins et fait des dégâts dans les champs. Un important apport de boue et d'arbres a été observé dans le torrent.

Ces événements sont caractéristiques de ce genre de glissement de versant. Le mouvement est globalement lent, mais en fonction des conditions météorologiques particulières la réactivation est brutale et engendre des déformations majeures sur le versant.



Figure 25 : Glissement de versant à la Croix d'Agnières [Source : IMS_{RN}]

-



- Secteur La Sagne :

En prolongement du glissement de la Croix d'Agnières, s'organise un autre glissement de versant au lieu-dit La Sagne. La tête d'arrachement de ce glissement est visible en amont de la route départementale n°17 [Fig. 26].

Ce glissement affecte comme l'exemple précédent les formations des Grès de Saint-Disdier recouvertes par les moraines du Würm. D'après une étude géotechnique réalisée à la suite d'une réactivation du glissement on sait qu'à cet endroit se trouve des alluvions avec une matrice terreuse à sableuse de 0 à 1,70m, puis des formations de marnes (Eocène terminal, Oligocène) plus ou moins compactes et argileuses de 1,70 à 10,80m et enfin des grès compacts (Eocène terminal, Oligocène).

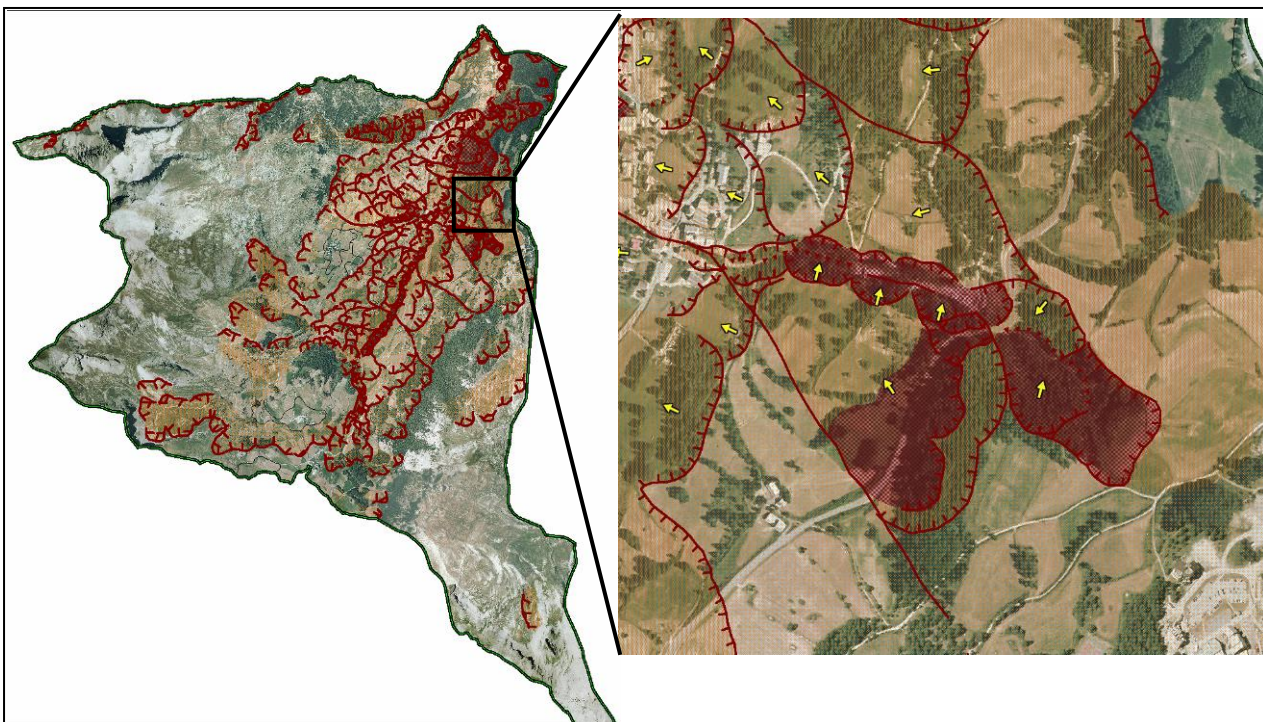


Figure 26 : Glissement de versant au lieu-dit de La Sagne [Source : IMS_{RN}]

Plusieurs réactivations de ce glissement ont eu lieu au cours des dernières années. Tout d'abord le 27 novembre 2002 la remise en mouvement de ce glissement a engendré la rupture d'une canalisation d'eaux usées de la station de la Joue du Loup, et a créé un embâcle dans le torrent de Couine. Puis le 1 novembre 2003, un large glissement a affecté la zone. La niche d'arrachement du glissement a emporté la demi-chaussée aval sur environ 25m et longe l'accotement sur 30 m supplémentaires vers le Nord.

Suite à ces événements des travaux ont été réalisés pour, en premier lieu, rétablir la circulation et la liaison avec les stations de ski. Un mur de soutènement équipé de drains a été mis en place en contrebas de la route, des murs en gabions ont été placés le long de la chaussée. Le torrent de la Couine a quant à lui été endigué afin d'éviter d'éventuelle formation d'embâcle lors d'un remaniement de versant.

Ces événements sont caractéristiques de ce genre de glissement de versant. Le mouvement est globalement lent, mais en fonction des conditions météorologiques particulières la réactivation est brutale et engendre des déformations majeures sur le versant.



Ces formations marneuses reposant sur des grès sont des formations particulièrement instables sur les versants pentus et sujets à des grands glissements versants. Même si la dimension est plus réduite que les grands glissements de versant que l'on retrouve plus au nord, la configuration géologique de ce glissement est identique.

Des réactivations récentes sont observables au niveau de la route départementale. On remarque sur le terrain de nombreux indices de désordres (désordres sur la végétation, la route, le mur de soutènement...) **[Fig. 27]**.

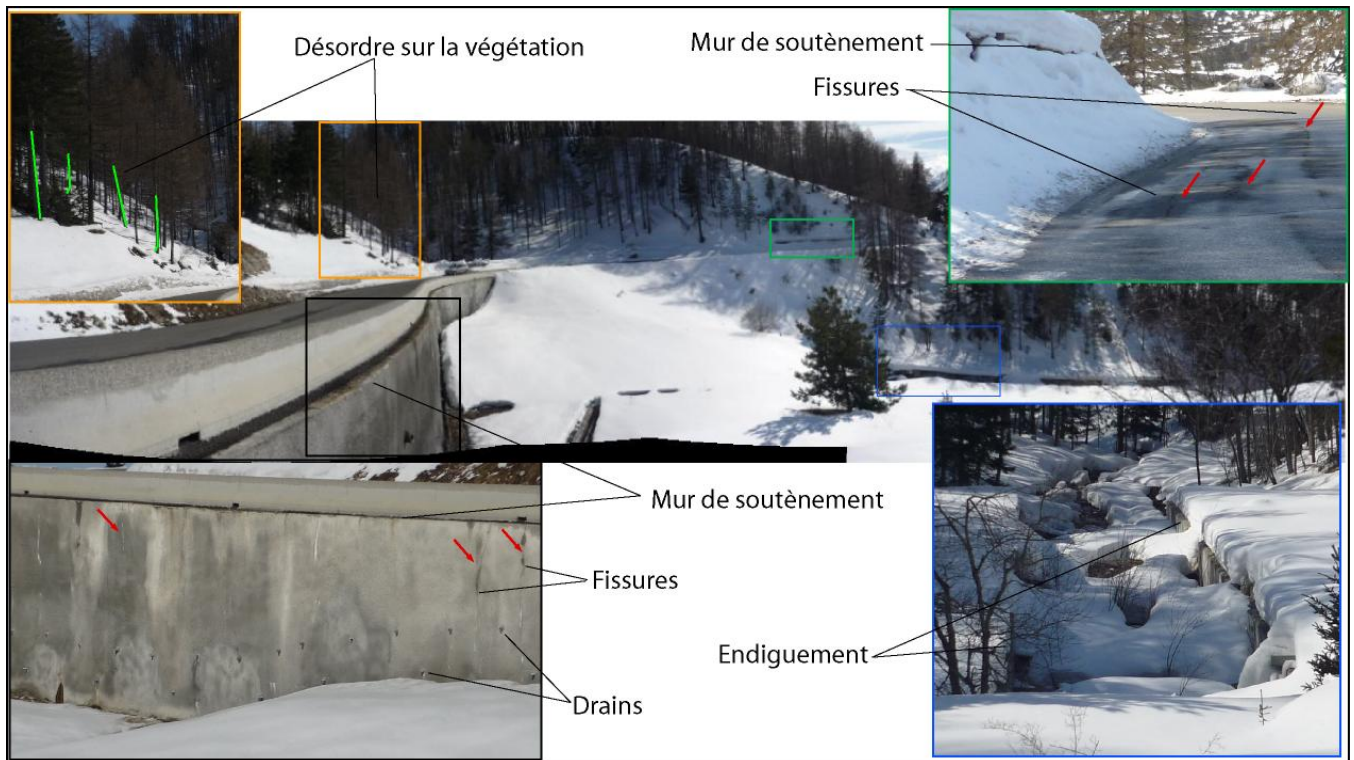


Figure 27 : Glissement de versant La Sagne exemples de désordres répertoriés [Source IMS_{RN}]



(ii) Glissement de faible ampleur :

Sur un plan général tous les cônes torrentiels situés en pied de versants escarpés sont relativement instables. Ils 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.

On retrouve également de nombreux glissements de faible ampleur et à mouvement lent répertoriés. Ils se calquent grossièrement aux anciennes terrasses alluviales, à la couverture morainique et aux talus routiers. La déformation est généralement lente et continue sur la chaussée et les habitations.

- *Secteur Moulin de Vaysseau*

En rive gauche du torrent de la Ribière se trouve un glissement de terrain de faible ampleur **[Fig. 28]**. Il s'agit d'un glissement à mouvements relativement lents.

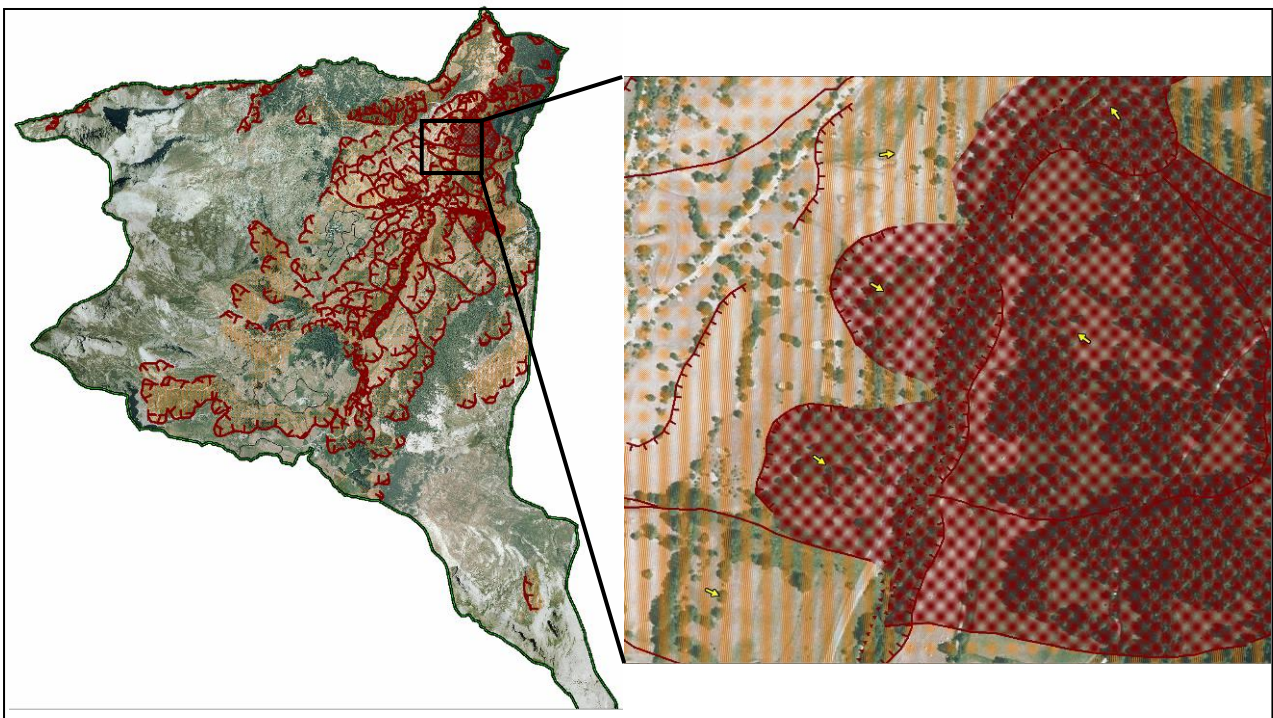


Figure 28 : Glissement de surface au Moulin de Vaysseau [Source : IMS_{RN}]

Sur le terrain on a constaté quelques désordres sur la chaussée et les infrastructures. Un mur en gabions a été installé en pied de glissement afin de protéger la chaussée **[Fig. 29]**.

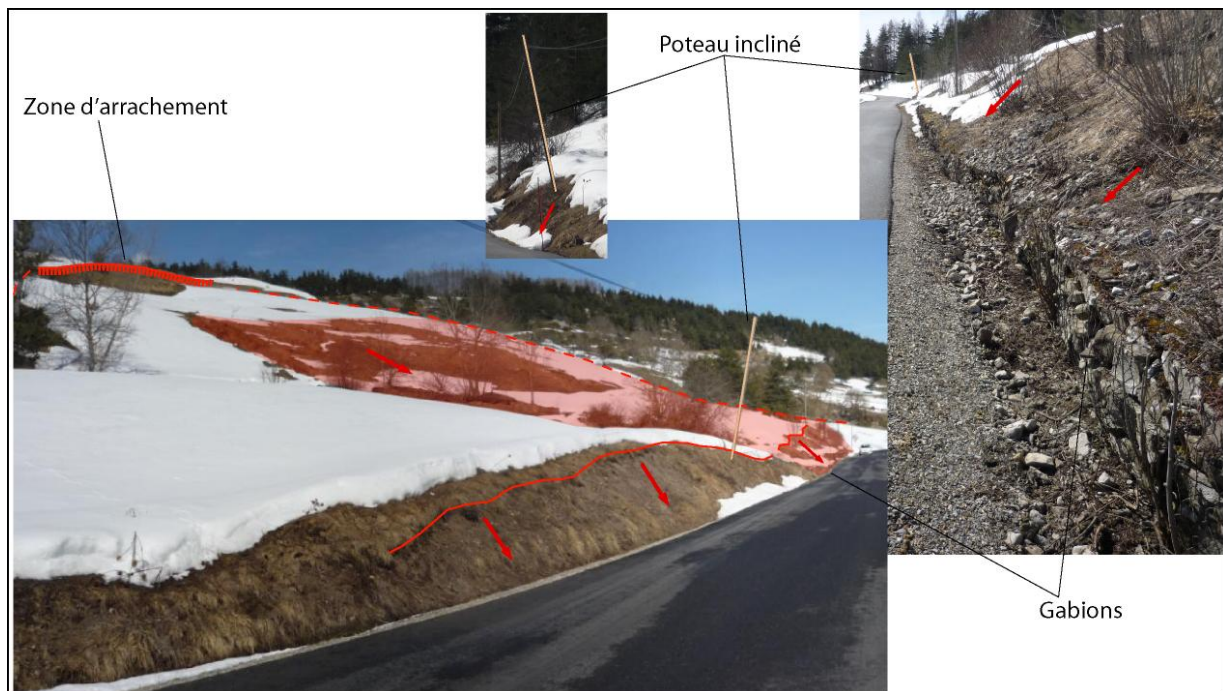


Figure 29 : Glissement de surface au Moulin de Vaysseau exemples de désordres répertoriés
[Source : IMS_{RN}]

Les sites les plus représentatifs de ce phénomène se situent tout le long du torrent de la Ribière, dans les formations alluvionnaires et morainiques.

- *Secteur de la forêt de l'Ubac en rive droite du torrent des Adroits*

Une lentille de Grés de Saint-Disdier apparaît dans les formations morainiques au niveau de la forêt de l'Ubac. La superposition de ces formations est particulièrement sensible au phénomène de glissement de terrain, c'est pourquoi on retrouve des glissements dans cette zone [Fig. 30].

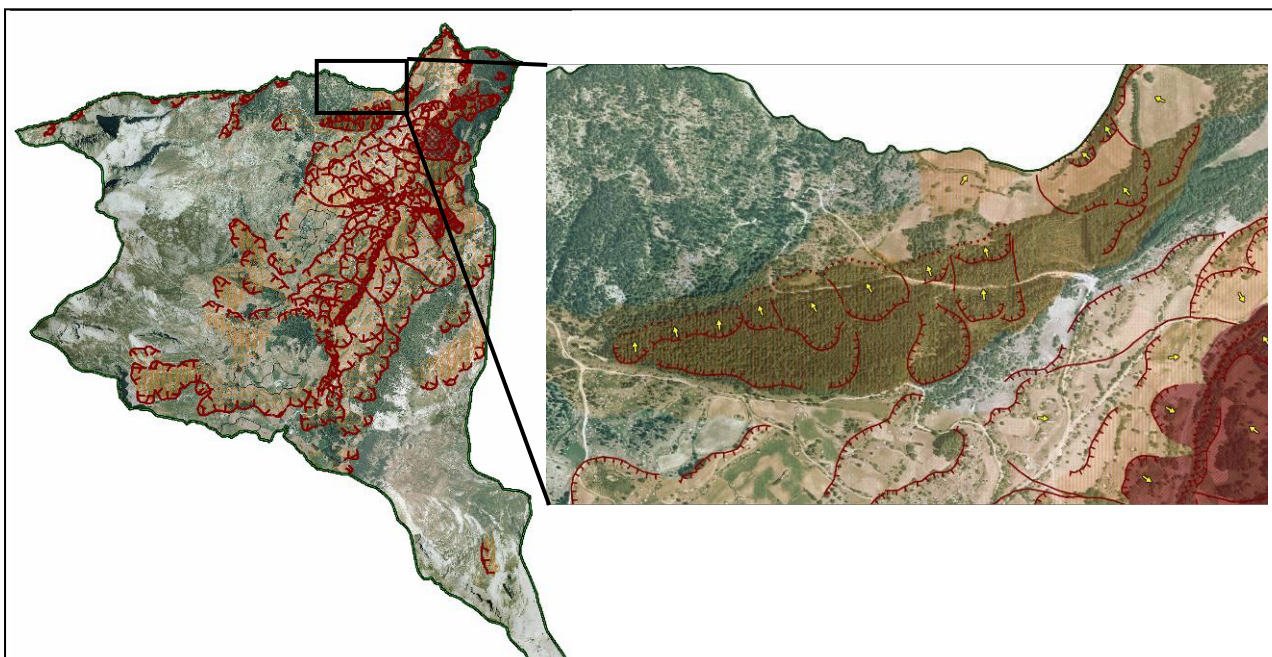


Figure 30 : Glissement de terrain dans la forêt de l'Ubac [Source : IMS_{RN}]



(iii) Erosion de berges :

Immédiatement le long du torrent de la Ribière et de ses principaux affluents, des phénomènes d'érosion de berges affectent les formations alluviales couvrant la plaine d'Agnières-en-Dévoluy. Ces phénomènes affectent des superficies plus ou moins étendues. La Ribière qui entaille les formations gréseuses 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 Ribière, comme par exemple au niveau du Forest, dans le village d'Agnières où les érosions de berges du torrent de la Couine affectent certaines infrastructures (des habitations, l'église,...), aux abords du moulin du Vaysseau. [Fig. 31]

Des érosions de berges sont également répertoriées le long du torrent des Adroits, en limite nord de la commune.

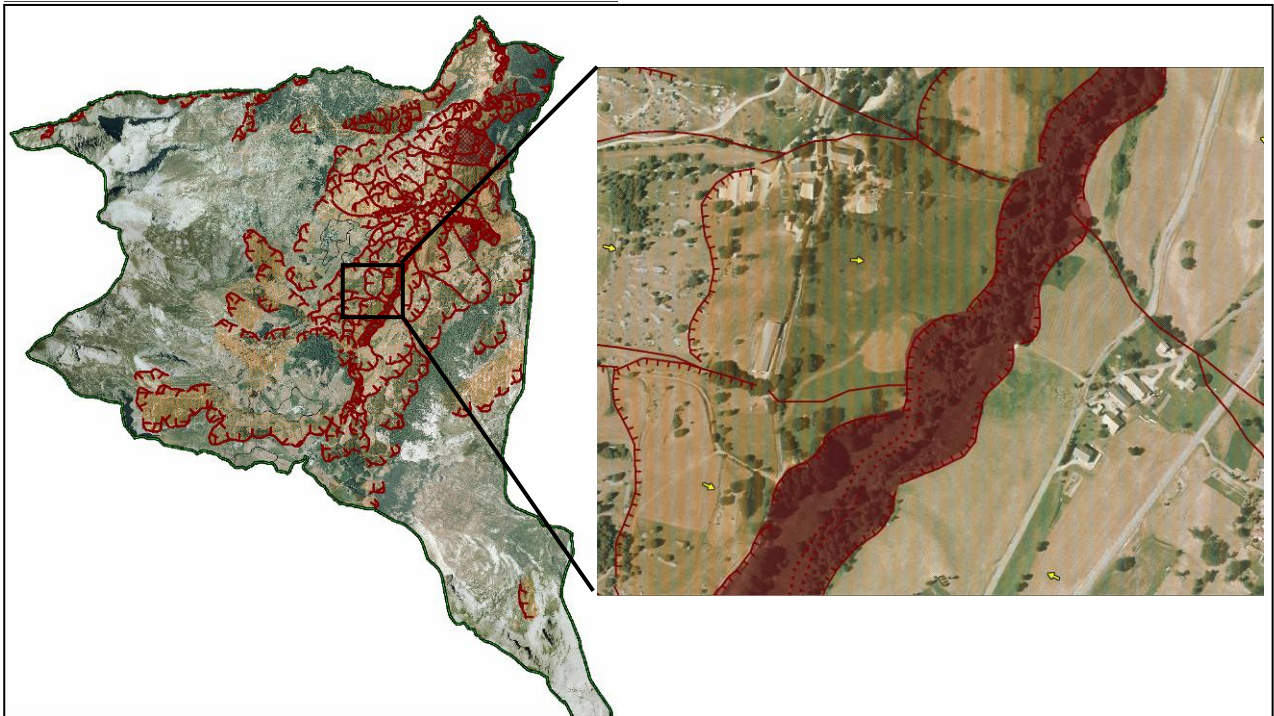


Figure 31 : Erosion de berges au Forest [Source : IMS_{RN}]

(iv) Coulées de boue

Sur la commune d'Agnières-en-Dévoluy, 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 grès de Saint-Disdier, 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.

Sur la commune ce phénomène est présent au Nord, dans la forêt de Malmort et la forêt de l'Ubac. La coulée la plus significative se situe au niveau du font de Jouinie [Fig. 32].



Figure 32 : Coulées de boue sur Agnières-en-Dévoluy, le ravin du Font de Jouinie [Source : IMS_{RN}]

La coulée de boue du Font de Jouine est très nettement visible en photographies aériennes. L'arrachement de cette coulée s'initie dans les formations de grès de Saint-Disdier séparés par des lits argileux. Cette molasse est particulièrement sensible au mouvement de terrain.

Sur le terrain les coulées sont également nettement visibles, des désordres sur la végétation ont été observés. Cette coulée alimente un impressionnant cône de déjection qui entrave le tracé de la Ribière. Lors d'important épisode pluvieux, le ravin peut rapidement se transformer en coulée boueuse [Fig. 33].

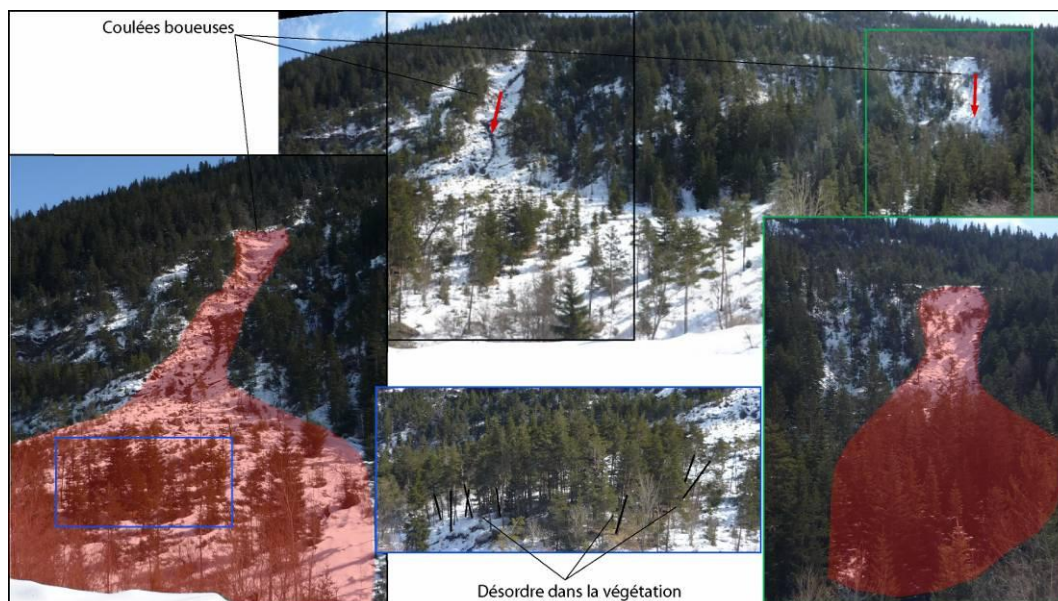


Figure 33 : Coulée de boue au Font de la Jouinie [Source : IMS_{RN}]



V.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. 34]. La cinématique est très rapide.

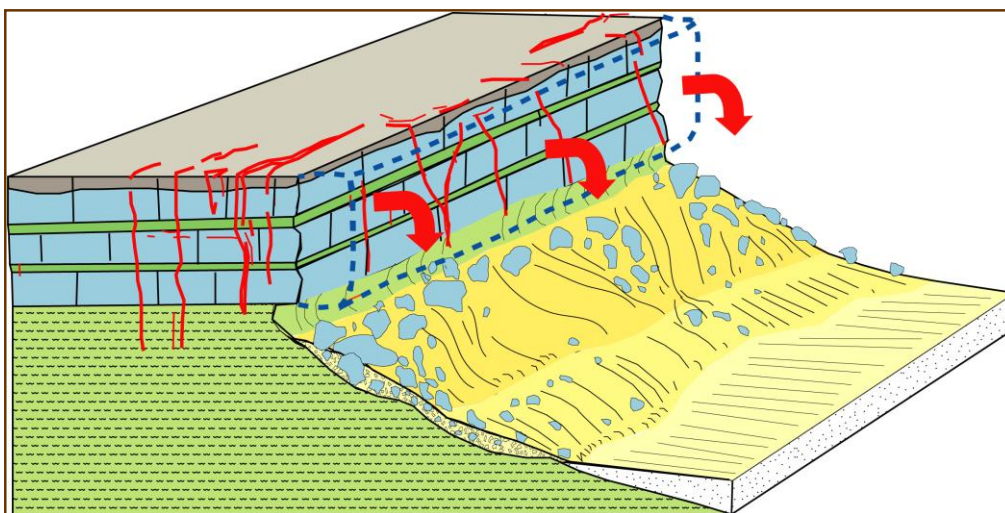


Figure 34 : Schéma conceptuel du phénomène chutes de blocs [Source : IMS_{RN}]

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 d'Agnières-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 est 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) Description des éboulements / 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. 35].

D'après le relevé des informations historiques recueillies sur la commune ***moins de 7% d'évènements sont relatifs à des phénomènes d'éboulements ou de chutes de blocs***. Il est à noter que ce pourcentage est relativement bas car la totalité de ces évènements se localise en zone naturelle et ne sont que très rarement identifiés.

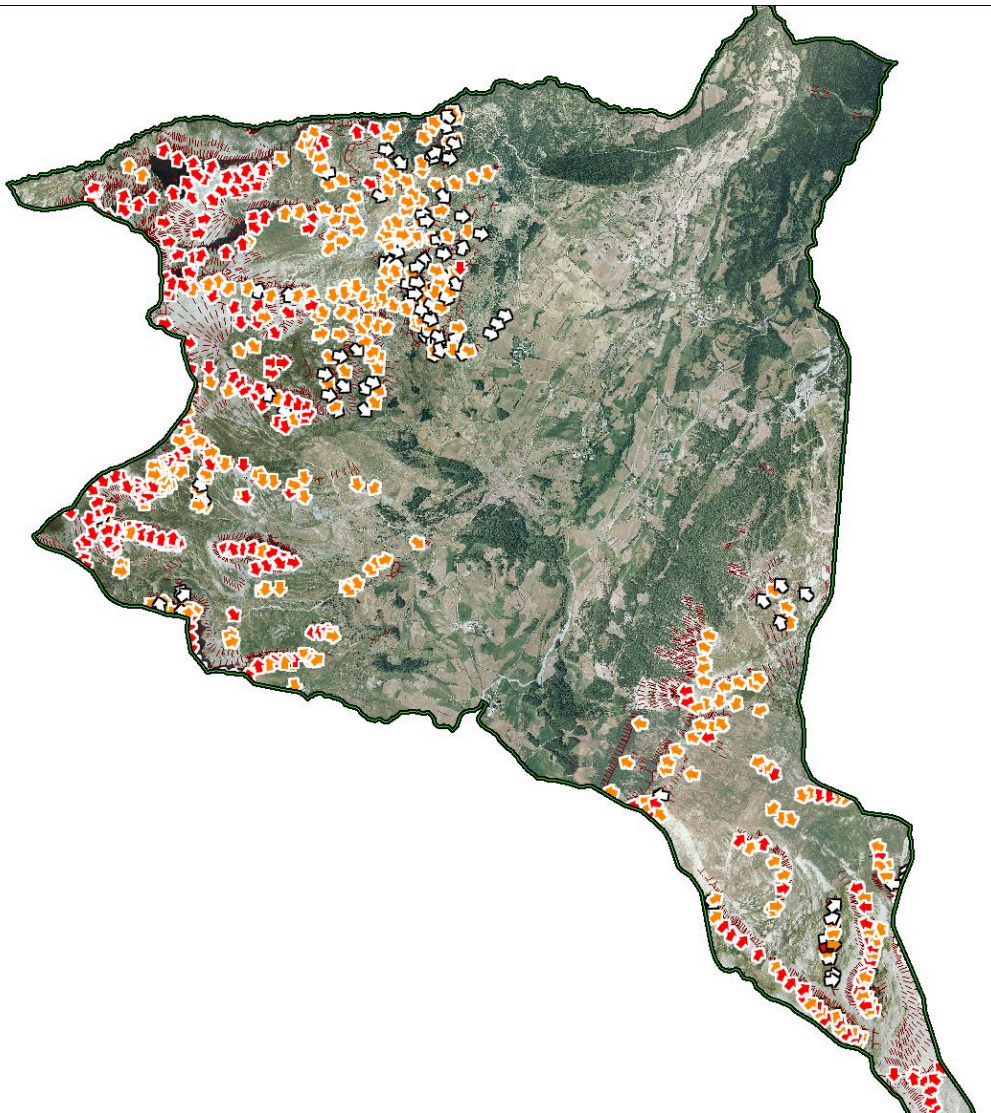


Figure 35 : Les chutes de blocs sur la commune d'Agnières-en-Dévoluy [Source IMS_{RN}]

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 sur une grande partie de la commune d'Agnières-en-Dévoluy, du col



du Festre jusqu'à la Roche Courbe en passant par l'Aiglière et également sur le versant ouest du Plateau d'Aurouze dans le secteur de la Tête de Pied Gros.

Sur la commune, aucun secteur à enjeux n'est directement touché par des chutes de blocs.

- Secteur de la Roche Courbe :

La Roche Courbe s'initie dans les formations des Lauzes à silex qui atteignent plus de 400 m d'épaisseur dans le massif du Dévoluy. Les escarpements massifs que forme la Roche Courbe alimentent d'importants tablier d'éboulis vifs. Ces éboulis sont récents, encore alimentés par les falaises actuelles et très peu colonisés par la végétation [Fig. 36].

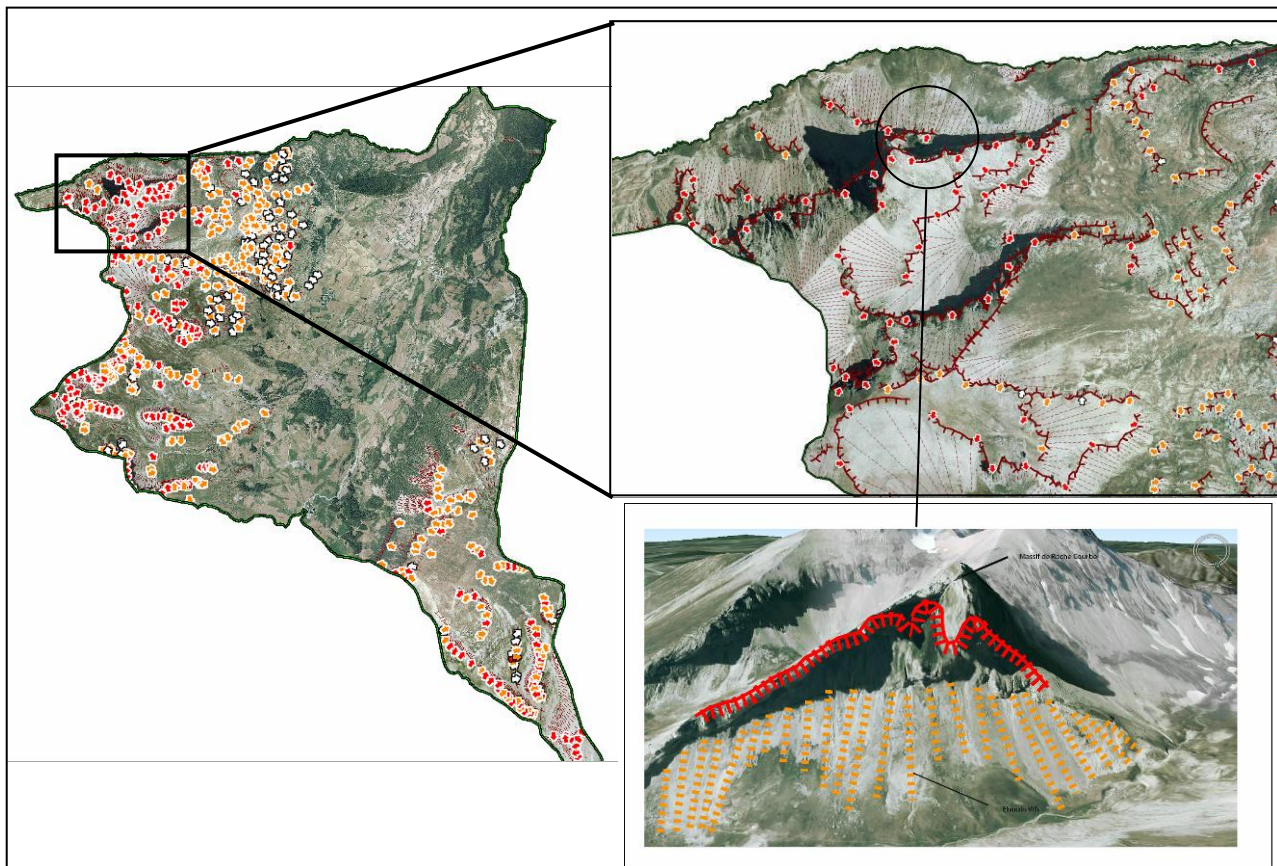


Figure 36 : Chutes de blocs et éboulement à la Roche Courbe [Source : IMS_{RN}]

- Secteur de la cascade de Saute Aure :

Plus au sud au niveau de la cascade de Saute Aure, des escarpements s'initient dans les formations de calcaires bioclastiques (Lauzes à joints siliceux du Maestrichtien supérieur). Ces escarpements massifs alimentent également d'imposant tablier d'éboulis vifs. Ces éboulis sont récents, encore alimentés par les falaises actuelles et très incomplètement colonisés par la végétation [Fig. 37].

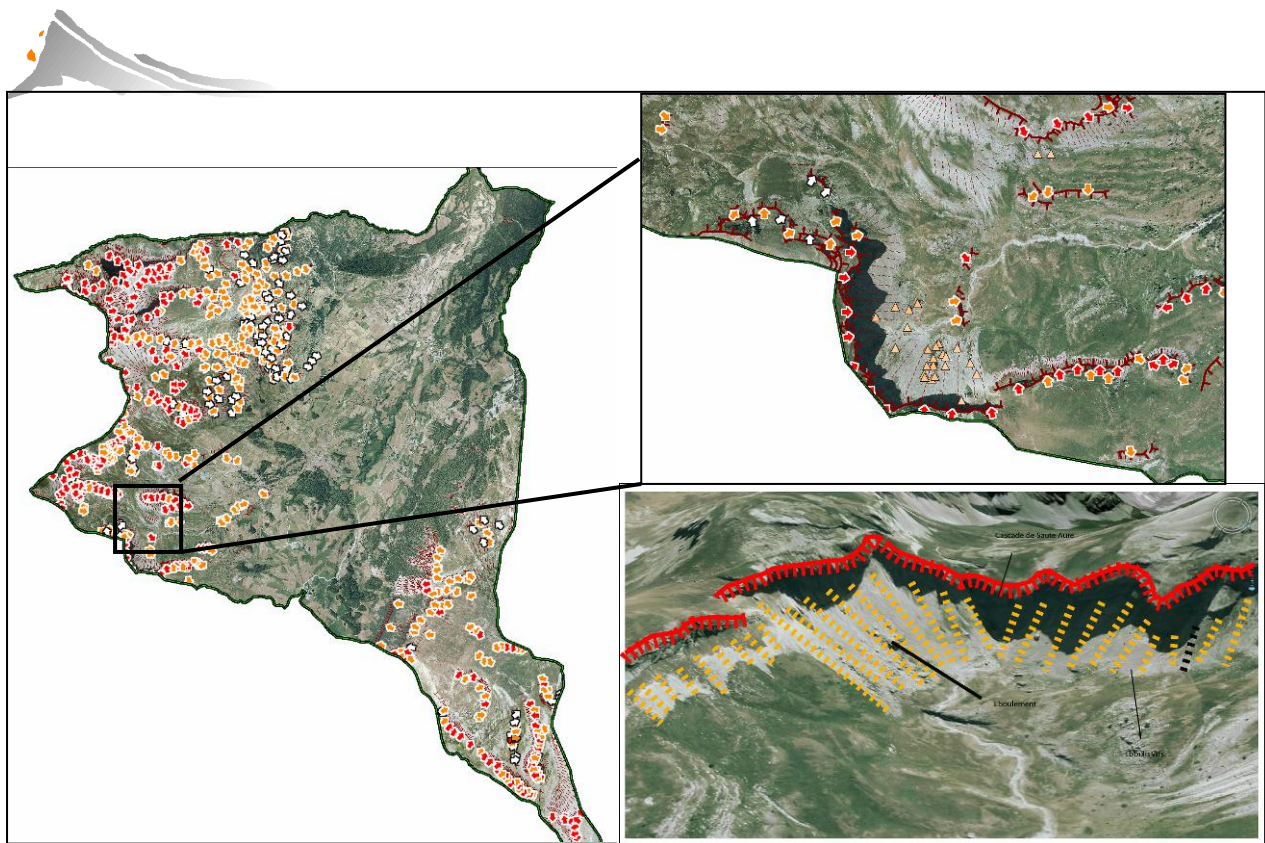


Figure 37 : Chutes de blocs et éboulement à la cascade de Saute Aure [Source : IMS_{RN}]

A l'échelle régionale, il y a un important réseau de fracturation. Les formations calcaires du Néocrétacé sont touchées. Des surplombs, des écaillés, des blocs, des dièdres menacent de tomber, chaque escarpement alimente un tablier d'éboulis.

Aucun secteur à enjeux n'est touché par ce phénomène, néanmoins, à la faveur de réactivation de glissement, certains blocs peuvent être remaniés et se propager plus en aval.



V.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 [Fig. 38] entaillent parfois profondément les formations marneuses et gréseuses ainsi que les formations morainiques sous-jacentes.

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.

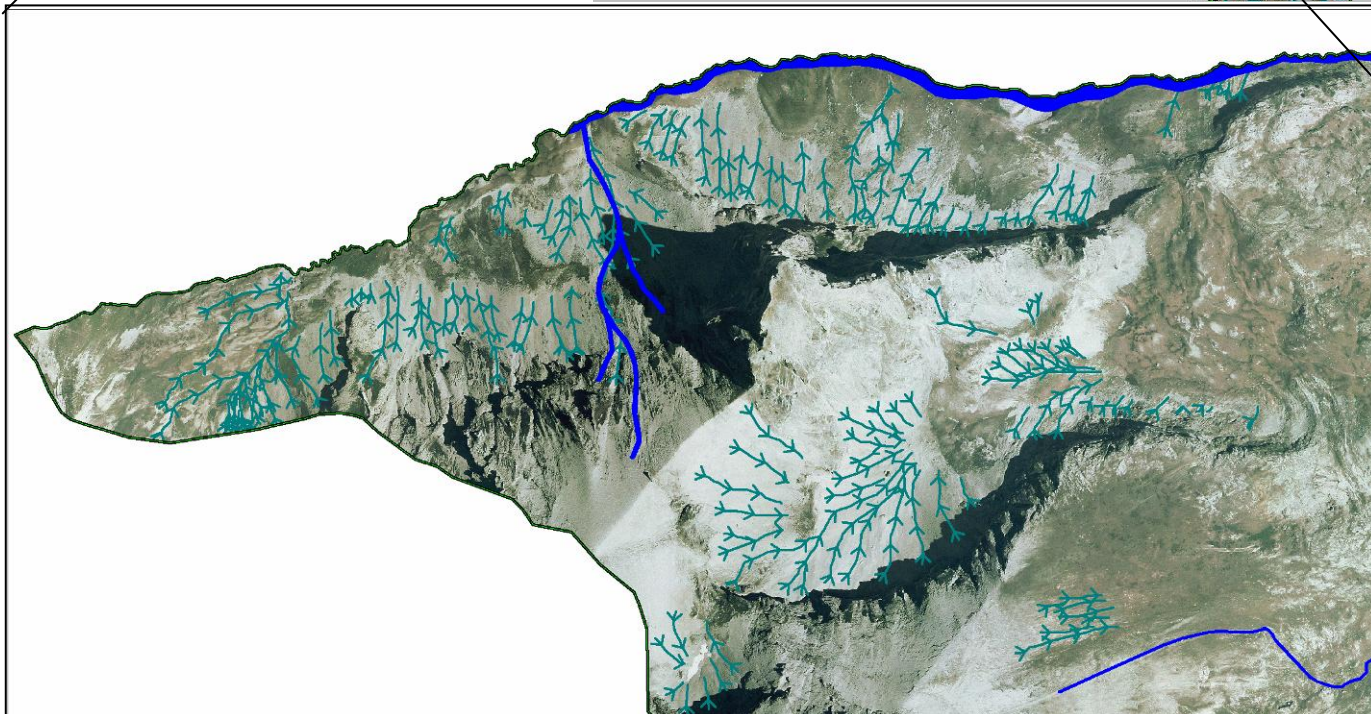
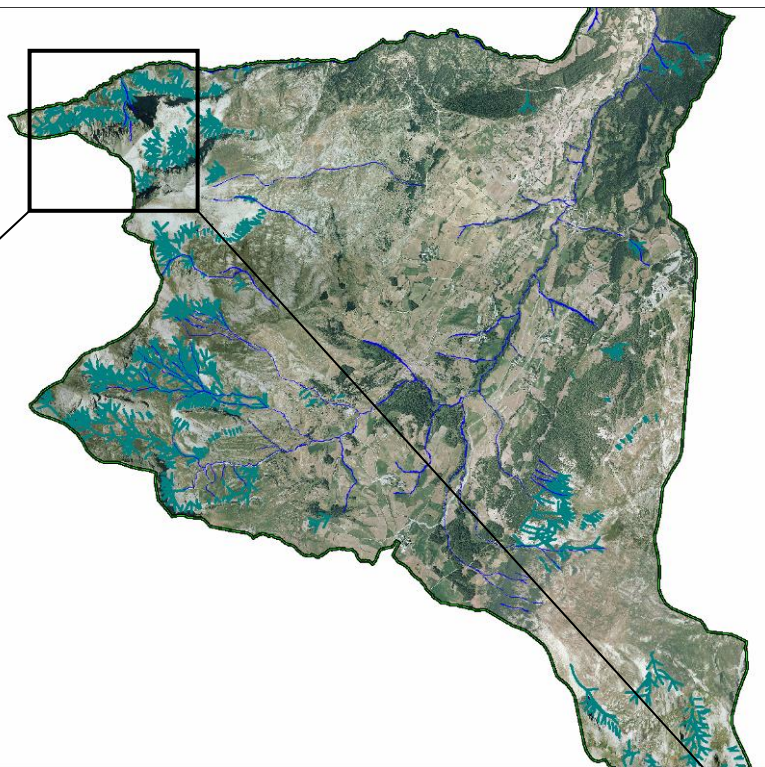


Figure 38 : Le ravinement au nord-ouest de la commune. [Source : IMS_{RN}]



V.2.5. 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. 39 (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. 99 (B)].

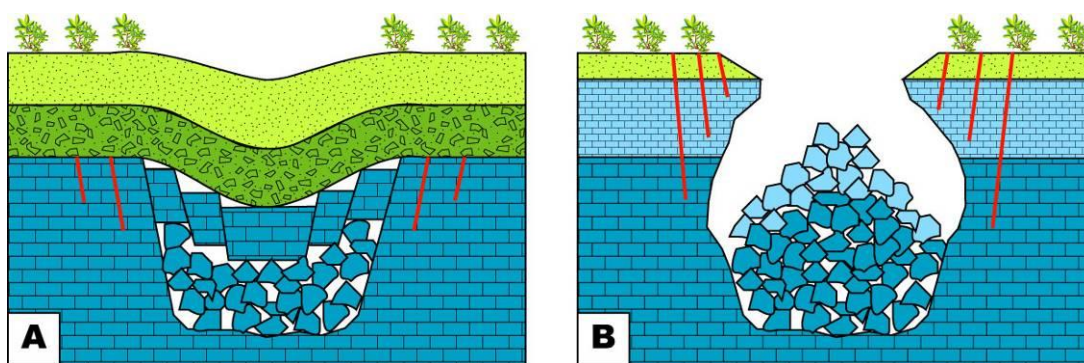


Figure 39 : Coupes schématiques [(A) Affaissement – (B) Effondrement] [Source : IMS_{RN}]

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, la partie ouest de la commune ainsi que la zone au sud-est présentent des potentialités moyennes à fortes à ces phénomènes.

En effet, sur ces zones affleurent principalement les Lauze à silex, mais également les calcaires bioclastiques, les Lauzes rubanées (Maestrichtien). Ces formations sont intensément fracturées et karstifiées. Ce qui se traduit par la présence de grottes, d'avernes et de gouffres appelés dans cette région des « Chouruns », on trouve le réseau de la Baume de France, le chourun des Aiguilles, le chourun de la Combe des Buissons, le chourun du Scarabée, la baume du Vallonet, les chouruns des Chaudron-Chaupins, le chourun Picard IV, le chourun du Duc sont des gouffres de plus de 1000 mètres de développement [Fig. 40].



Figure 40 : Chourun 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 d'Agnières-en-Dévoluy **[Fig. 41]**.

Le niveau d'information de ces cavités est inégal. Il dépend bien évidemment des visites spéléologiques et ne font pas l'objet de relevé précis. On sait par exemple que le chourum des Aiguilles s'étend sur 6100 m, le chourum de la Combe des Buissons sur 4375 m et le réseau de la Baume de France sur près de 6500 m.

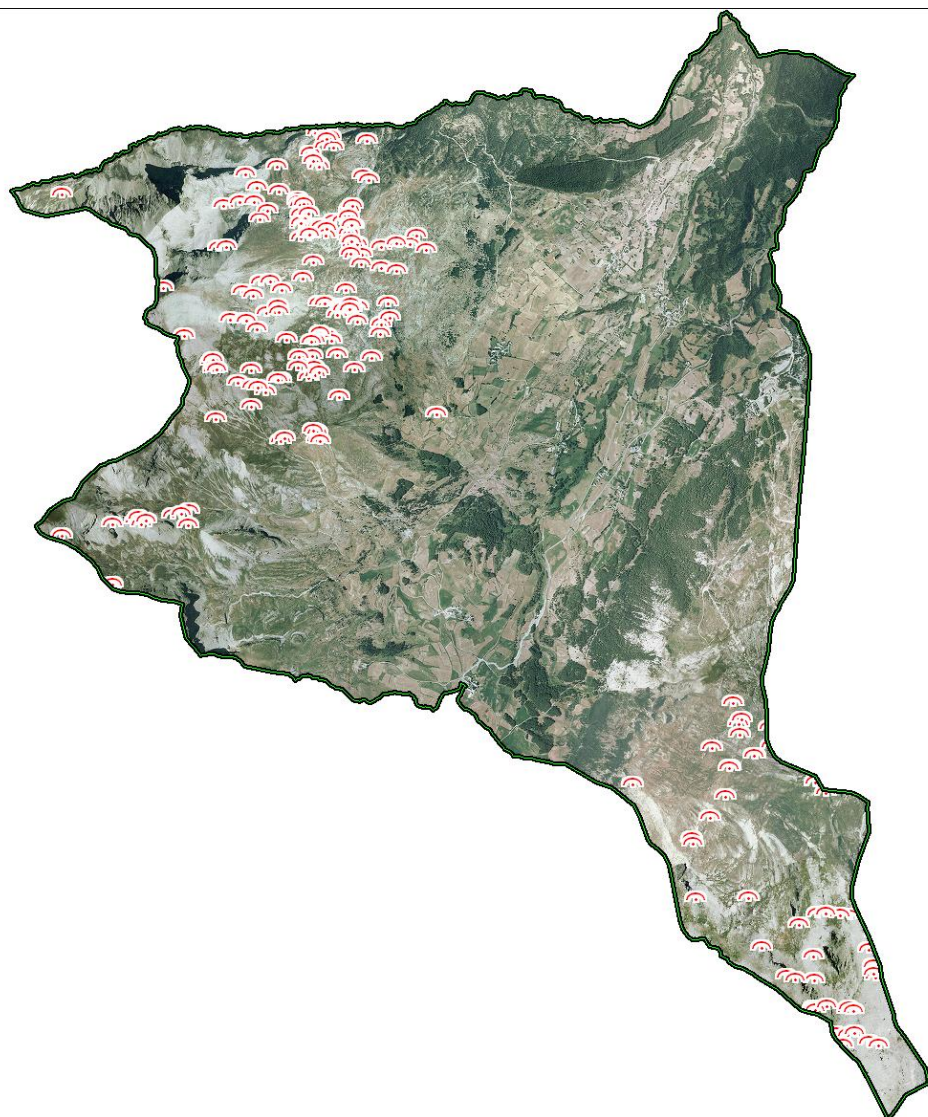


Figure 41 : Localisations des cavités naturelles sur Agnières-en-Dévoluy

Ce phénomène est exclusivement présent en zone naturelle et ne touche aucun secteur d'enjeu.



V.2.6. Fiches descriptives des phénomènes avalanches et mouvements de terrain

Au total 7 sites pouvant être considérés comme représentatifs de l'ensemble des phénomènes mouvements de terrain affectant ou pouvant affecter la zone d'étude ont été étudiés en détail [Fig. 42]. 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 annexe : *fiches descriptives des mouvements de terrain*].

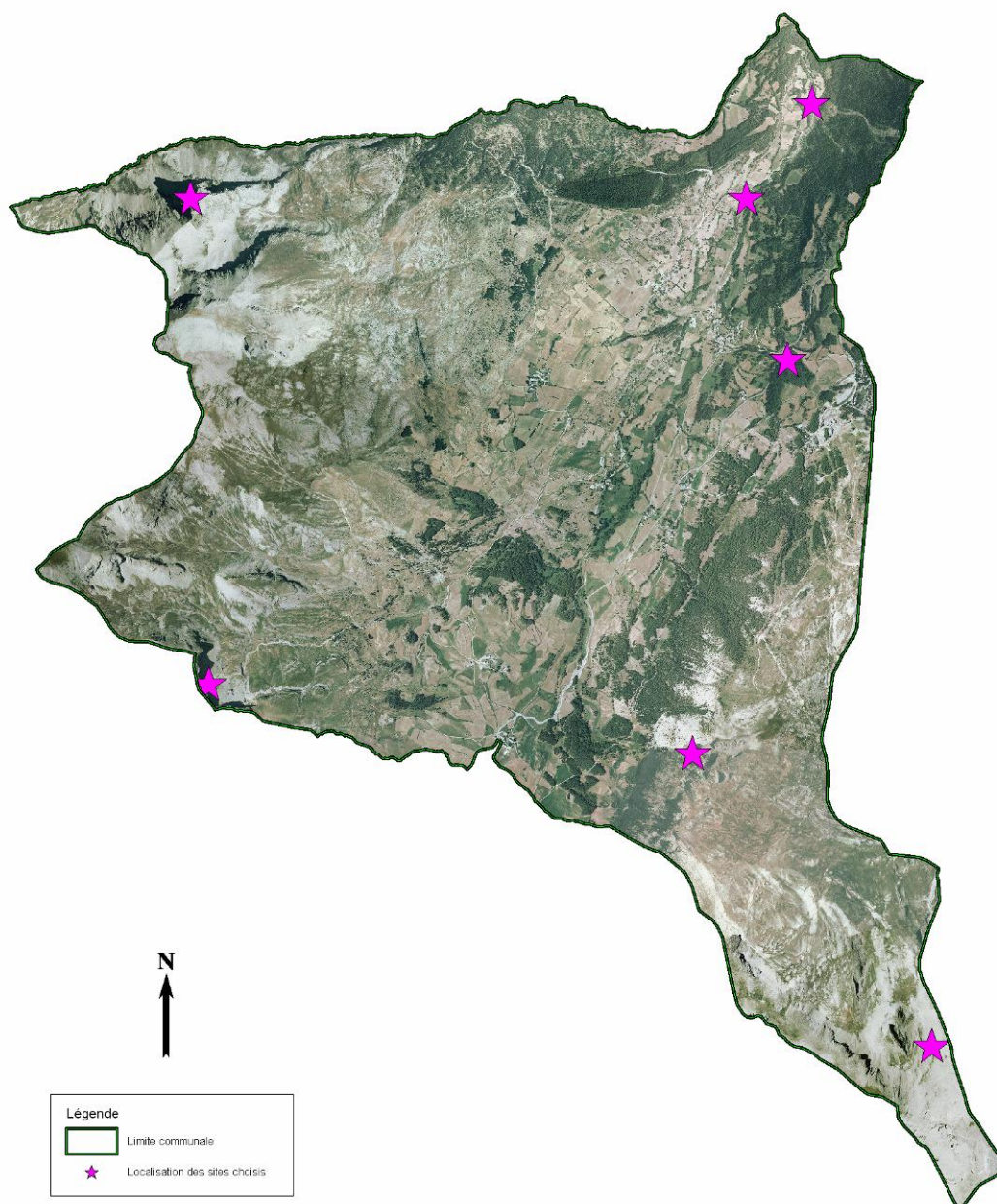


Figure 42 : Répartition géographique des sites représentatifs des phénomènes avalanches et mouvements de terrain affectant la zone d'étude [Source : IMS_{RN}]



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.

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.3. Qualification et cartographie des aléas Avalanche et Mouvements de terrain

V.3.1. 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.3.2. 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.3.3. 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 **PPR** 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 :



- Eboulements/chutes 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;
- Coulées de boue importantes,
- Avalanches, ...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.3.4. 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 [Tab. 3].

DEGRES D'ALEA	Nature du Mouvement						
		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

Tableau 3 : Echelle de gradation de l'aléa Mouvements 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.3.4.1. ***L'aléa Eboulements / Chutes de blocs et de pierres***

Il existe, sur la zone d'étude un relevé trajectographique 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 **[Tab. 4]**.

Aléa	Indice	Critères
Fort	P3	- Zones exposées à des <u>éboulements en masse</u> et à des <u>chutes fréquentes de blocs ou 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

(**E** : Eboulement / chutes de blocs, **C** : Chutes de petits blocs et de pierres)

Tableau 4 : Echelle de gradation de l'aléa Eboulements / Chutes de blocs



V.3.4.2. L'aléa Glissements de terrain / Coulées boueuses

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>es 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>es 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. <i>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.</i>
Faible	G1- CB1	- Glissements <u>fossiles</u> dans les <u>pent</u><u>es 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)

Tableau 5 : Echelle de gradation de l'aléa Glissements de terrain / Coulées boueuses



V.3.4.3. **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, ...),

Tableau 6 : Echelle de gradation de l'aléa Ravinement



V.3.4.4. L'aléa Affaissement / Effondrement

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 **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, ...) ; importance de la couverture.

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 [Tab. 7].

		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

Tableau 7 : Echelle de gradation de l'aléa Affaissement / Effondrement



V.3.4.5. L'aléa Avalanches

Les événements historiques constituent la principale source d'information exploitée (CLPA³, EPA, Archives RTM et communales, témoignages 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 [Tabl. 8].

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.

Tableau 8 : Echelle de gradation de l'aléa Avalanches

³ Il est important de noter que la carte CLPA n'est ni une carte d'aléa ni une carte de risque et ne peut en aucun cas être utilisée comme tel pour un PPR. En effet, la CLPA ne comporte aucune information sur la fréquence, l'intensité et/ou la probabilité qu'une avalanche occasionne des dégâts matériels et humains. Il s'agit simplement d'un document informatif qui n'a aucune valeur réglementaire, et n'est pas opposable aux tiers.



VI. Le phénomène de crues torrentielles

VI.1. Connaissance et cartographie hydrogéomorphologique des phénomènes de crues torrentielles

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 d'Agnières-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...
- L'analyse hydrogéomorphologique des zones inondables sur la Ribière 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 données fournies par la Banque hydro sur la Ribière (une station de mesure dont les données sont synthétisées depuis 1977).
- 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.

D'après le relevé des informations historiques sur la commune près de 33% des événements recensés sont relatifs à des phénomènes de crues torrentielles.

VI.1.2. Description du réseau hydrographique de la commune

VI.1.2.1. La Ribière :

Le torrent de la Ribière prend sa source au niveau du Col du Festre. C'est un affluent de la Souloise, ils se rejoignent à Saint-Disdier. Le bassin versant de la Ribière est de 24,5 km².

D'après la banque HYDRO on sait que le régime hydrologique de la station d'Agnières (W2216410) est de type pluvio-nival, caractéristique du Dévoluy. La section de mesure est naturelle. Les atterrissements au droit de l'échelle perturbent les enregistrements.

33 années de données sont disponibles, bien qu'entre 1977 et 1989 les données sont soit invalidées, soit d'un validé douteux. Les débits moyens mensuels ont été calculés d'après les 33 années de données

D'après les études historiques, la Ribière a connu plusieurs crues. Les trois principales sont les suivantes :

- Le **8 octobre 1993**, le débit journalier maximal a été mesuré, il était de l'ordre de 4.020 m³/s ; ce qui correspond d'après la loi de Gumbel a une crue cinquantennale [**Diagramme 5**].

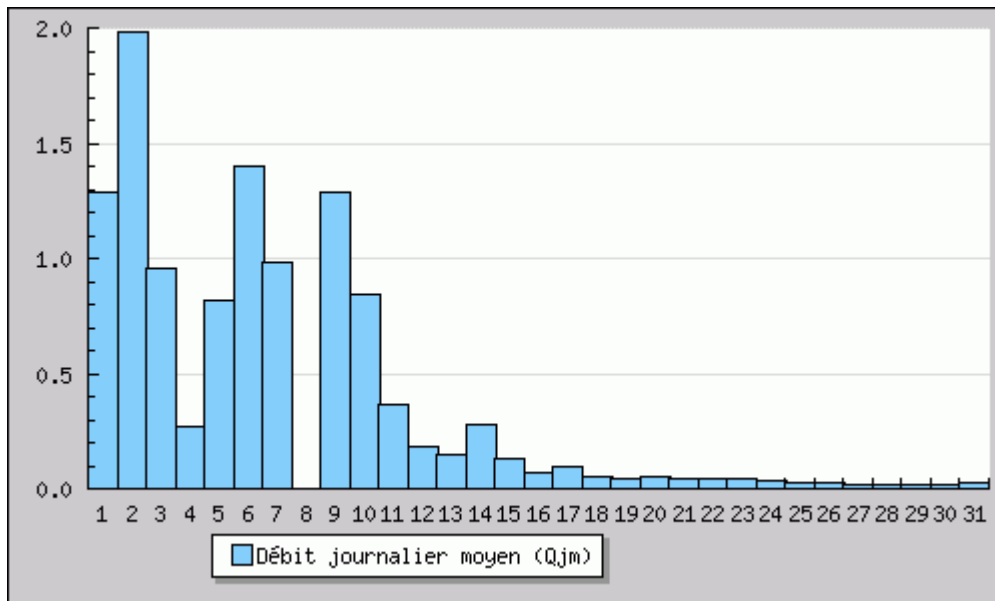


Diagramme 5 : Débit journalier, Octobre 1993 [Source : BanqueHYDRO]

- Le **12 novembre 1996**, la bergerie se trouvant en rive droite de la Ribière, en amont du pont a été inondée. Le débit maximum instantané était alors de 4.870 m³/s, et la hauteur maximale instantanée de 1 m [Diagramme 6].

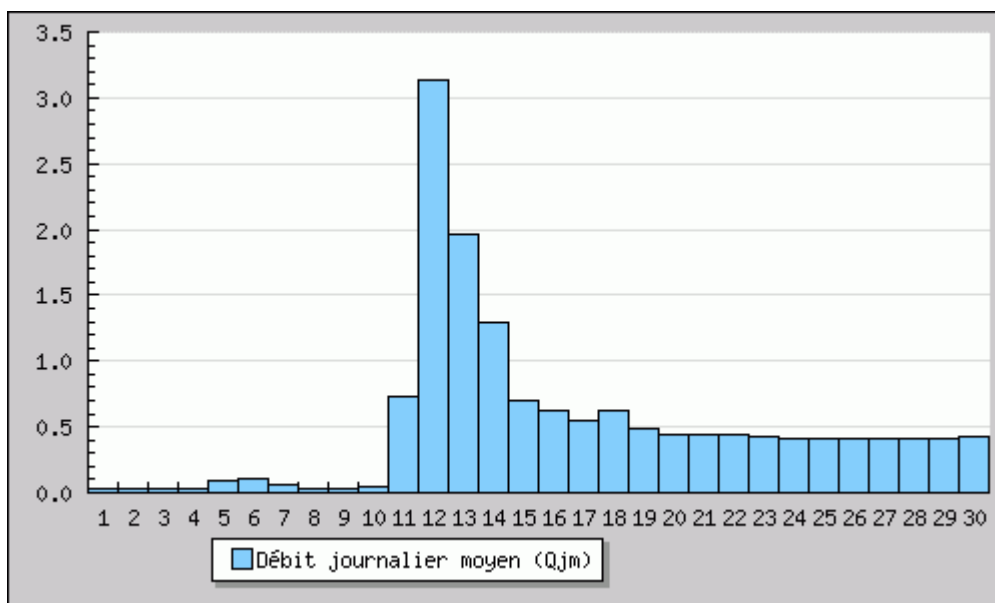


Diagramme 6 : Débit journalier, Novembre 1996 [Source : BanqueHYDRO]

- La dernière crue connue date du **15 novembre 2002**. Le débit instantané maximal était alors de 7.300 m³/s, et la hauteur maximale instantanée de 126 cm [Diagramme 7].

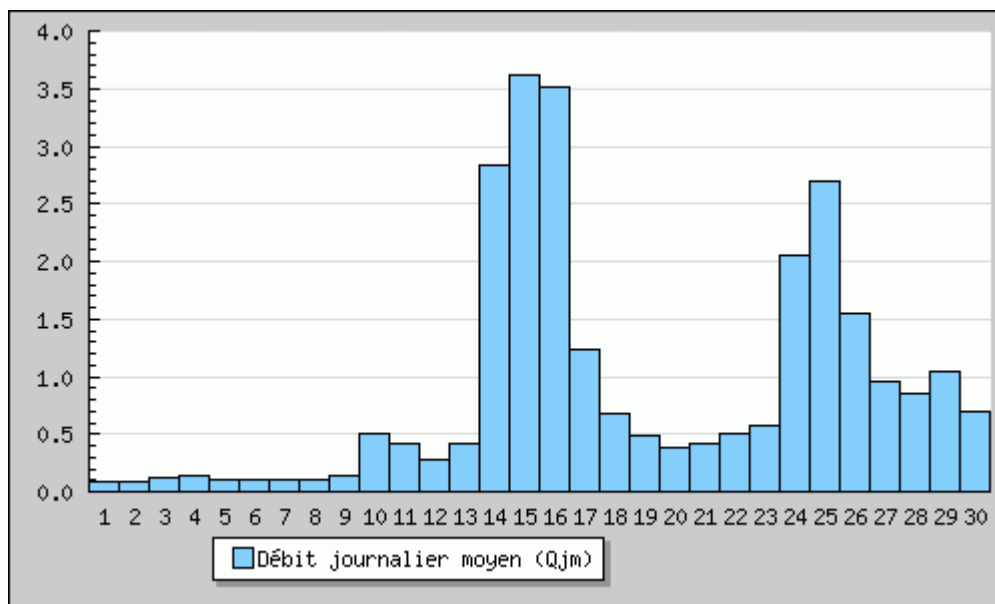


Diagramme 7 : Débit journalier, Novembre 2002 [Source : BanqueHYDRO]

Le torrent de la Ribière traverse la partie Est de la commune du Sud vers le Nord. D'un point de vue géomorphologique, la vallée est plutôt homogène. Elle est assez encaissée, ces berges sont bien marquées ce qui lui confère un espace de mobilité assez réduit. Elle traverse des formations alluvionnaires qui reposent sur les formations morainiques du Würm. Au Nord de la commune, la vallée de la Ribière se rétrécit légèrement, le torrent rencontre des formations plus dures, il s'agit des Grès de Saint-Disdier.

Pour le phénomène de crue torrentielle il existe sur la commune, principalement un point critique : le village d'Agnières. Il est implanté dans le lit majeur de la Ribière et sur le cône de déjection du torrent de la Couine [Fig. 43].

D'après l'analyse de la photo-aérienne, on peut voir que le torrent de la Couine possède 3 axes d'écoulement secondaires. Le premier est situé en haut du village, en amont des berges aménagées et s'écoule en rive droite en direction du pont. Le deuxième axe démarre un peu plus en aval du premier, il s'écoule en rive gauche et s'étend sur toute la partie sud du village. Enfin le dernier axe s'écoule en rive droite du torrent de la Couine, il démarre au niveau du restaurant « l'Étincelle », et passe à droite du terrain de sport.

Le torrent de la Couine a été aménagé en amont du village, les berges ont été endiguées par d'importants enrochements [Fig. 45].

Le tributaire arrivant en rive gauche de la Ribière possède un axe d'écoulement traversant le champs au dessus des habitons au nord-ouest du village qui s'oriente en direction de la STEP [Fig. 44].

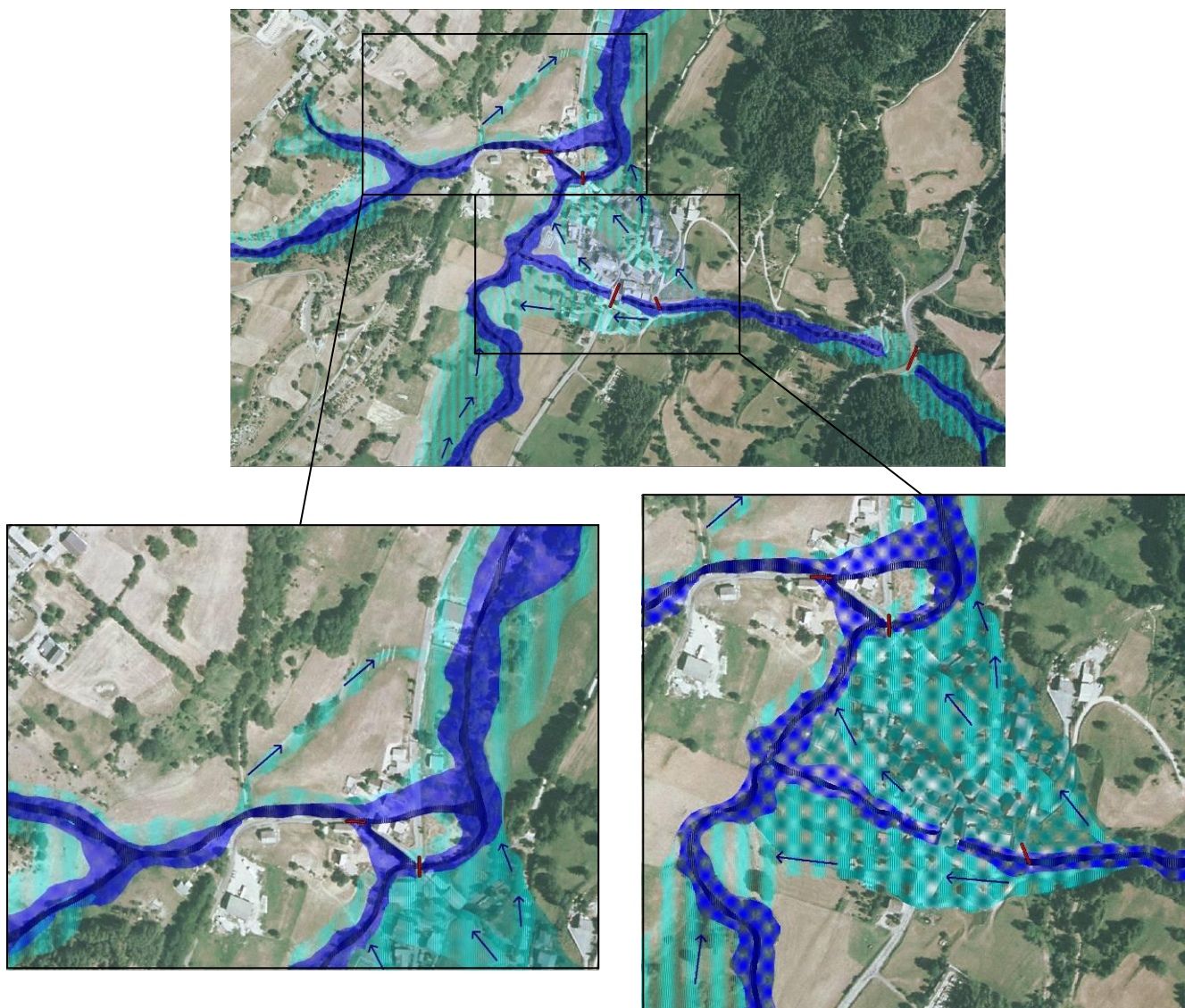


Figure 43 : La Ribière et ses affluents au niveau du village d'Agnières [Source : IMS_{RN}]

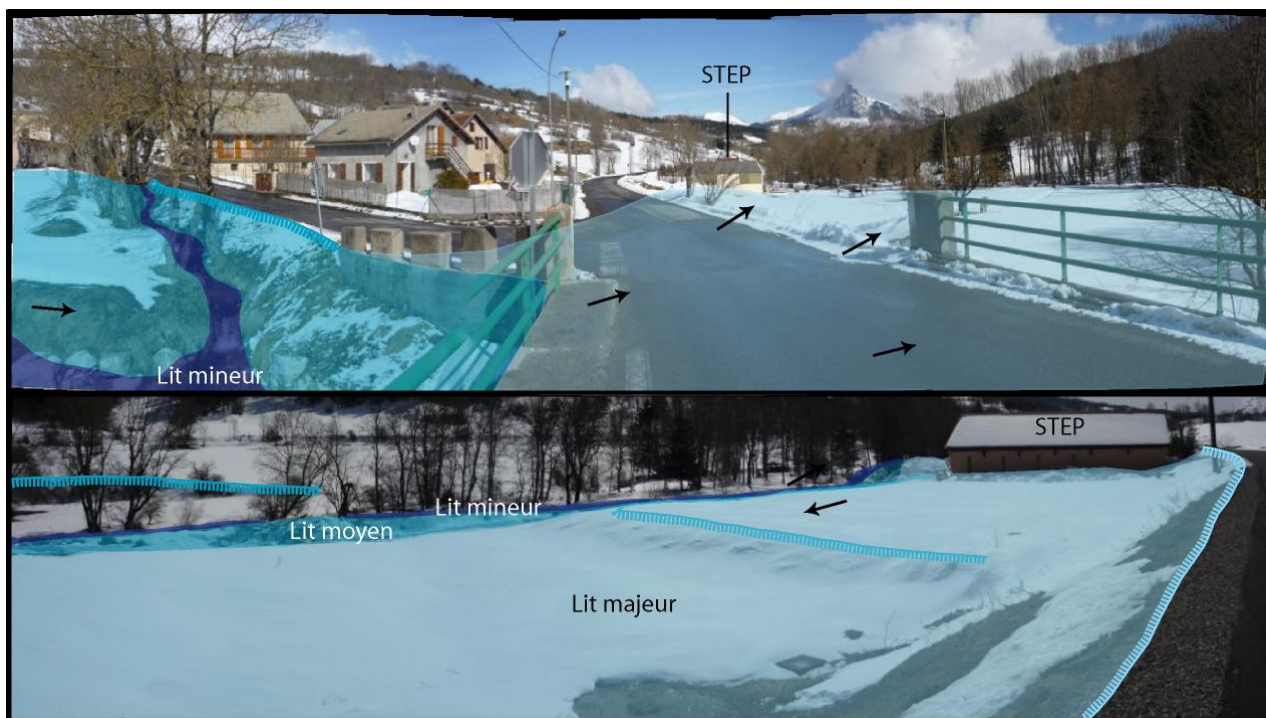


Figure 44 : Affluent arrivant en rive gauche de la Ribière [Source : IMS_{RN}]



Figure 45 : Le torrent de la Couine en amont du village d'Agnières [Source : IMS_{RN}]

De nombreux torrents alimentent la Ribière : le torrent de la Pisse, la Couine, le torrent des Adroits, et d'autres tributaires.



VI.1.2.2. **Torrent de la Pisse :**

Le torrent de la Pisse prend sa source dans les Aiguilles au sud-ouest de la commune et se jette dans la Ribière en amont du Forest. Il draine la majorité des eaux de ruissellements des monts du sud-ouest de la commune (Clot de Bachas) marqués par de nombreuses griffes de ravinements. Cet affluent est suffisamment important pour influencer le débit de la Ribière, en période de crue il peut augmenter sensiblement son débit [Fig. 46].

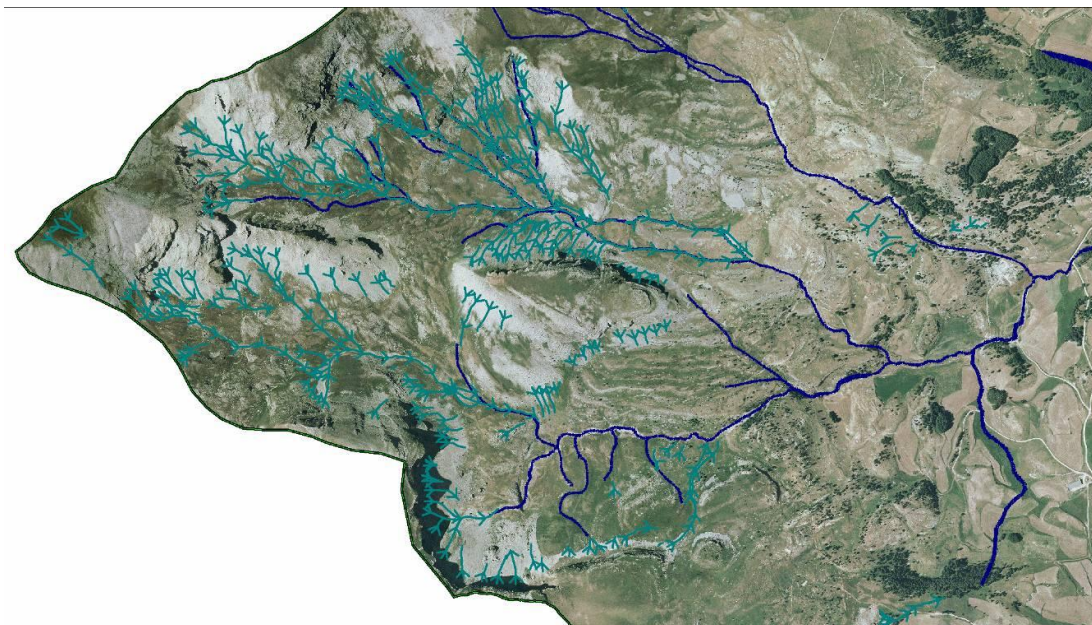


Figure 46 : Ravinement et réseau hydrographique du torrent de la Pisse [Source : IMS_{RN}]

VI.1.2.3. **Torrent de la Couine :**

Le torrent de la Couine prend sa source au niveau de La Joue du Loup, il descend sur le village d'Agnières où il se jette dans la Ribière [Fig. 47].

Ce torrent draine un petit versant mais on sait qu'en cas de fortes précipitations la Couine peut engendrer des dégâts puisque le 6 septembre 1997 elle a creusé les berges au niveau d'une propriété privée.

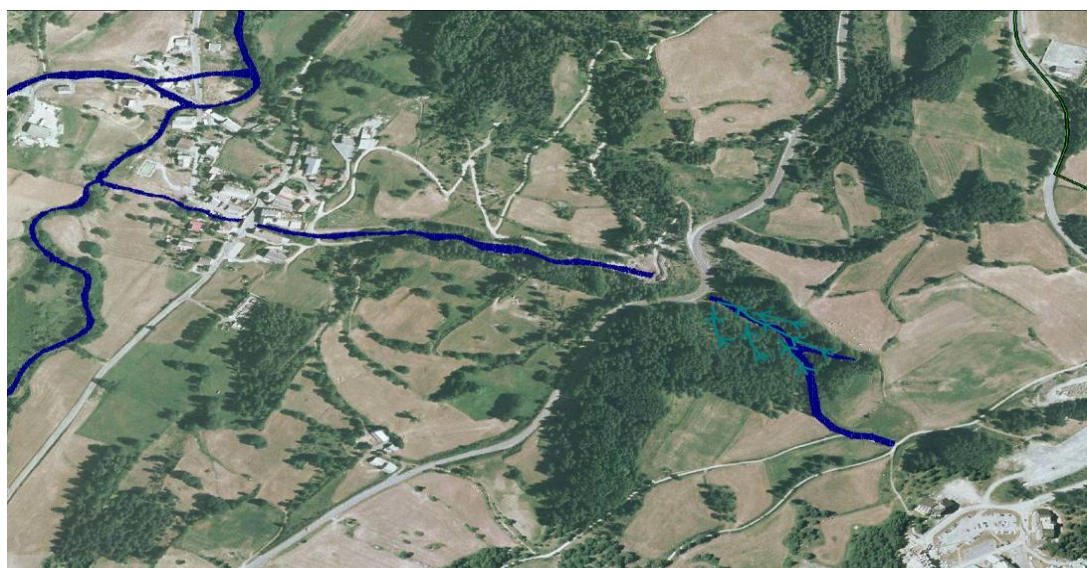


Figure 47 : Le
torrent de la
Couine [Source :
IMS_{RN}]



VI.1.2.4. *Torrent des Adroits :*

Au nord de la commune se trouve le torrent des Adroits qui prend sa source aux environs de la Roche Courbe et rejoint la Ribière à l'extrémité nord-est de la commune au bois Rauchon. Ce torrent draine les massifs du nord-ouest de la commune **[Fig. 48]**.



Figure 48 : Le torrent des Adroits [Source : IMS_{RN}]

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 **8 Octobre 1993**. Lors de cet événement, la station de mesure a atteint un débit journalier maximal de 4,020 m³/s. Cette crue fait office de référence (dans les limites des données de la Banque HYDRO) en terme de débit journalier maximal.

Le second événement est survenu le **15 Novembre 2002**. Lors de cette crue, la station de mesure a atteint un débit maximal instantané de 7,300 m³/s avec une hauteur d'eau de 126 cm. Cette crue fait office de référence (dans les limites des données de la Banque HYDRO) en terme de débit maximal instantané.

L'analyse faite par la Banque HYDRO de ces deux événements a permis de qualifier ces 2 crues de fréquence cinquantennale. Il est à noter que lors de ces deux incidents, qu'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 Ribière. 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 1842** qui aurait engendré d'importantes destructions, des habitations engravées. Tout semble donc indiquer que cette crue de 1842 semble d'une fréquence supérieure à la fréquence cinquantennale.

Une autre crue a engendré des dégâts, le **12 Novembre 1996**, une bergerie a été inondée. D'après la Banque HYDRO, le débit journalier maximal était de 3,130 m³/s et le débit maximal instantané de 4,870 m³/s, ce qui représente une crue de fréquence décennale.

b) Sources utilisées

La connaissance des crues historiques constitue l'un des volets fondamentaux du diagnostic de l'aléa Crues torrentielles. 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.

- Des 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 des Hautes-Alpes (RTM05) ;
- Diverses études ;
- Des revues scientifiques
- La presse locale pour des événements plus récents ;
- Les témoignages de témoin des crues récentes (riverains, communes, ...).

c) Premières observations

- 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 et les nombreuses rencontres établies (la presse locale étant peu instructive) nous ont permis de confronter les diverses manifestations de la Ribière 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, berges creusées, ...).

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.

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. 49].

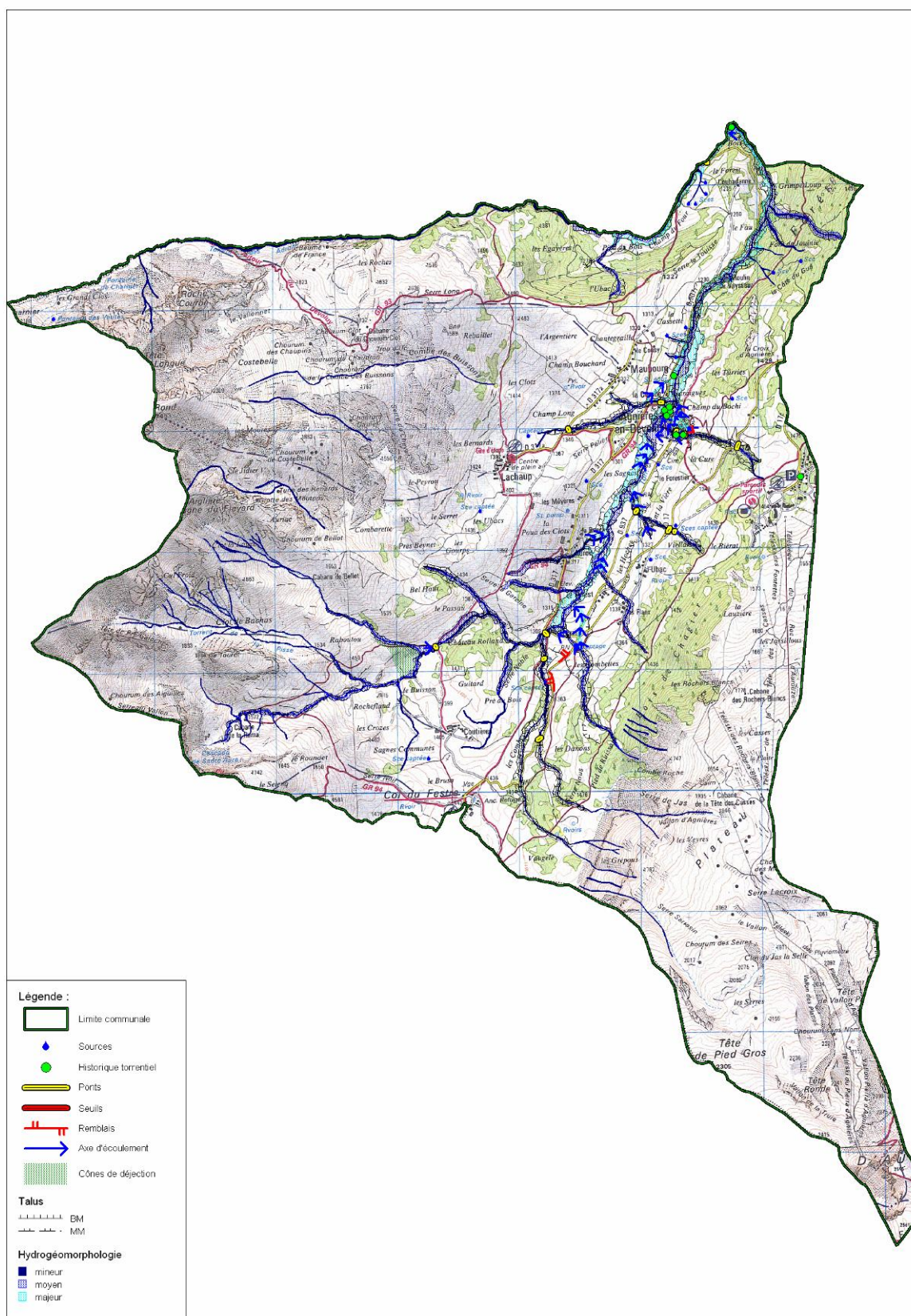


Figure 49 : Carte de localisation des désordres liés aux crues historiques [Source : IMS_{RN}]



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 (creusement des berges, 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 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'eau. Cette approche naturaliste développée depuis une quinzaine d'années entre différents partenaires (CETE Méditerranée, laboratoires universitaires, bureaux d'études), est aujourd'hui validée et préconisée dans les études visant à qualifier l'aléa Crues torrentiels, 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 [lit 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. 50]**.

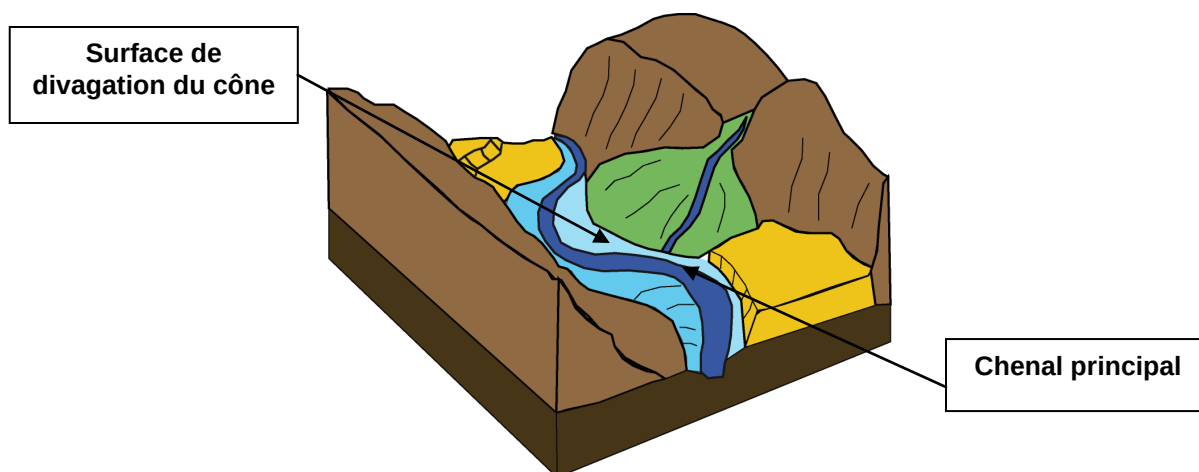


Figure 50 : Structures morphologiques d'un cours d'eau [Source : IMS_{RN}]

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 des aléas Crues torrentielles

VI.2.1. Principes de qualification des aléas

L'objectif du travail réalisé est de parvenir, à terme, à l'établissement du zonage et du règlement destiné à statuer sur le droit à la construction sur la commune de Agnières-en-Dévoluy.

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 Ribière 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 Agnières-en-Dévoluy.

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 Ribière (et plus particulièrement du torrent de Couine), 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 Glissements de terrain et coulées boueuses p51), **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 [Tabl. 9].

■ 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

Tableau 9 : Echelle de gradation de l'aléa Crues torrentielles



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.2.1.1. 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 Aramon 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 Ribière, nous avons identifié que **les différents aménagement latéraux** (enrochement, gabions, merlons, digues) sont potentiellement exposés à des dégâts plus ou moins importants par érosion et afouillement 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.2.1.2. *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 Agnières-en-Dévoluy

Le tableau ci-dessous synthétise les aléas retenus, ainsi que les critères les qualifiant sur la commune [Tab. 10] :

Aléa	Critères
Fort	- Tous thalwegs et lit des cours d'eau du territoire communal - Sur le Torrent de la Ribière, 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 gauche, ainsi que l'espace de grand écoulement parcouru d'axes de crues qui se développe en rive gauche en amont du village d'Agnières-en-Dévoluy, - 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 Ribière qui sont actifs (transport solide, charriage et risque de laves torrentielles), - 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 Ribière, - Zone de ruissellement diffus par débordement, éloignée du lit mineur sur cône de déjection.
Nul	- Zone non concernée par des inondations liées au des cours d'eau*

Tableau 10 : Echelle de gradation de l'aléa Crues torrentielles



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

VII.1. L'aléa Avalanches

L'aléa Avalanches est très localisé, il se situe dans les zones montagneuses à l'Est et au Sud-Ouest de la commune. Il est ici de faible à forte intensité et présente, à court et moyen terme, une probabilité d'apparition moyenne à forte

VII.2. L'aléa Glissements de terrain / Coulées boueuses

L'aléa Glissements de terrain / Coulées boueuses est ici assez répandu. Il est de faible à forte intensité et répartie sur plus de la moitié de la commune. L'intensité est moyenne à forte au niveau des berges des torrents et au Nord de la commune dans la forêt de Malmort. L'aléa Glissements de terrain / Coulées boueuses présente une probabilité d'apparition faible à fort dans les alluvions, les formations morainiques et dans les Grès de Saint-Disdier.

Les coulées de boues sont également répandues, mais elles se limitent sur le plan spatial essentiellement aux ravins dans le nord du territoire communal.

VII.3. L'aléa Eboulements / Chutes de blocs et de pierres

L'aléa Eboulements / Chutes de blocs et de pierres est ici de très forte à moyenne 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, en bordure des falaises de calcaires du Néocrétacé (Lauzes rubanées, Lauzes à silex, Lauzes à joints jaunes, Calcaires bioclastiques) et de calcaires du Tertiaire (Calcaires à Nummulites) dominant toute la partie Est de la commune ainsi que la partie au Sud-Ouest.

VII.4. L'aléa Affaissement / Effondrement

L'aléa Affaissement / Effondrement est également très représenté sur la commune. Il concerne également les zones naturelles dans la partie Est de la commune, ainsi que la partie Sud-Ouest. Il est ici de faible à moyenne intensité et présente, à moyen et long terme, une probabilité d'apparition moyenne à faible dans les formations karstiques (Calcaires du Néocrétacé et du Tertiaire).



VII.5. L'aléa Ravinement

L'aléa Ravinement est moyennement représenté sur la commune. Il concerne essentiellement les zones naturelles. Il est ici de faible à moyenne intensité et présente une probabilité d'apparition moyenne à forte dans les éboulis du Quaternaire.

VII.6. Les crues torrentielles

L'aléa torrentielle est également très localisé. Il concerne principalement le Torrent de la Ribière, cours d'eau à forte activité hydrodynamique (transport solide, charriage et risque de laves torrentielles). Il est ici de moyenne à forte intensité et présente, à moyen et long terme, une probabilité d'apparition moyenne à forte.



VIII. PRINCIPAUX ENJEUX ET VULNÉRABILITÉ

VIII.1. 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 (avec des zooms au 1/5000^e sur les secteurs à enjeux). 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 (PLU) 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.

En première analyse, on constate que la majorité des établissements publics regroupés autour du village d'Agnières-en-Dévoluy est peu concernée par l'un ou l'autre des aléas 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 bergeries et chalets d'alpages.

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



Le village d'Agnières-en-Dévoluy et le hameau de l'Adroit sont soumis à des phénomènes de **glissements de terrain** plus ou moins étendus (mais qui reste d'un niveau d'aléa faible à moyen). En novembre 2002, au niveau du torrent de la Couine, un ancien glissement s'est réactivé, créant un embâcle dans le torrent et bloquant la RD17 montant à la joue du Loup. Les autres hameaux – les Coutières, les Flaux, le Forest, l'Ubac, Maubourg, Lachaup et la joue du Loup – sont quant à eux soumis à un aléa faible. Les bâtis situés dans des tels secteurs peuvent présenter à moyen et long terme une vulnérabilité faible à moyenne.

Les berges du torrent de la Ribière 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.

Les aléas avalanches, ravinement, affaissement/effondrement et chutes de blocs ne touchent que des zones naturelles, aucun enjeu n'est soumis à ces aléas.

L'aléa crues torrentielles concerne essentiellement des zones agricoles, et quelques zones urbanisées. Les hameaux des Flaux, de l'Adroit et le village d'Agnières-en-Dévoluy sont traversés par des torrents et sont donc concernés par cet aléa (niveau d'aléa faible à moyen). Au niveau du village d'Agnières-en-Dévoluy, les habitations situées immédiatement en bordure des torrents de la Ribière et de la Couine présentent une vulnérabilité faible à moyenne vis-à-vis des phénomènes érosions de berge et crues torrentielles associés.

Les principaux enjeux vulnérables exposés au risque d'inondation se situent autour **dans l'emprise du lit majeur du torrent de la Ribière** dans la traversée du village. Il s'agit **essentiellement d'habitat individuel** (habitations pavillonnaires, maisons de village) **et d'ouvrages d'art** (ponts et remblais routiers). Le terrain de sport au centre du village 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 (1993, 1996, 2002).



IX. LE ZONAGE DU PPR

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

C'est le croisement entre les aléas (avalanche, 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.

IX.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 (DDEA05, 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/effondre ment (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.



IX.2. Nature des mesures réglementaires

IX.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).

IX.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).

IX.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 Agnières-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)
- 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