



PRÉFET DES ALPES-DE-HAUTE-PROVENCE

COMMUNE DE
ESPARRON-DE-VERDON

PLAN DE PREVENTION DES RISQUES NATURELS PREVISIBLES

APPROBATION

RAPPORT DE PRESENTATION

Vu pour être annexé à l'arrêté préfectoral

n° 2013-1988

du 26 septembre 2013

SERVICE INSTRUCTEUR
DIRECTION DEPARTEMENTALE DES TERRITOIRES

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



Sommaire

I. Préambule	7
II. Aspects réglementaires et délimitation du Plan de Prévention des Risques naturels prévisibles	9
II.1. Réglementation	9
II.2. Objet du PPR	9
II.3. Procédure d'élaboration du PPR	10
II.4. Aire d'étude et contenu du PPR	11
II.5. Opposabilité	13
III. Présentation de la zone d'étude et de son environnement	15
III.1. Cadre géographique	15
III.2. Occupation du territoire	15
III.3. Contextes géomorphologique, géologique, hydrogéologique, tectonique et sismotectonique	16
III.3.1. Géomorphologie	16
III.3.2. Situation de la zone d'étude dans le contexte géologique régional	17
III.3.3. Lithostratigraphie	21
III.3.3.1. Jurassique	21
a) jD – Jurassique dolomitique	21
b) j ₂₋₆ – Bathonien-Argovien.	21
c) j ₆₋₅ – Argovien	21
d) j ₇₋₈ – Séquano-Kimméridgien	22
e) j ₇₋₉ – Séquanien-Portlandien	22
f) j _{9-n₁} – Portlandien-Berriasien (Valanginien supérieur)	22
III.3.3.2. Crétacé	23
a) n ₃ – Hauterivien	23
III.3.3.3. Eocène	25
a) e ₁₋₃ – Sparnacien à Montien	25
III.3.3.4. Miocène	25
a) m ₃ – Marnes et calcaires pontiens	25
b) m ₄ – Tortonien supérieur	25
III.3.3.5. Mio-Pliocène	26
a) H, H ₁ et RH – Formation de Valensole	26
(a) H – La formation affleurante	26
(b) H ₁ – Niveau sommital	26
(c) R _H – Couverture de galets éluviaux	27
b) p ₁ – Formation de Valensole	28
III.3.3.6. Quaternaire	28
a) Fx – Haute terrasse du Verdon	28
b) Fy-z – Alluvions de fond de vallons	29
c) Fz – Alluvions récentes	29
d) E – Éboulis, éboulis discontinus, blocs glissés	29
III.3.4. Hydrogéologie	29
III.3.5. Tectonique	29
III.3.6. Sismotectonique	29
III.4. Contexte climatique	31



III.5. Hydrographie	32
IV. Cartographie informative des phénomènes naturels à risques : connaissance et description des phénomènes présents dans la zone d'étude	33
IV.1. Méthodologie	33
IV.2. Eléments historiques concernant les phénomènes naturels affectant la commune d'Esparron-de-Verdon	37
IV.3. Connaissance des phénomènes mouvements de terrain fossiles, historiques et actifs affectant la zone d'étude	43
IV.3.1. Les différents types de mouvements de terrains	43
IV.3.2. Description des phénomènes mouvements de terrain affectant la zone d'étude	44
IV.3.2.1. Eboulements / Chutes de blocs et de pierres	44
a) Généralités	44
b) Eboulements / Chutes de blocs et de pierres sur la zone d'étude	45
IV.3.2.2. Affaissements / Effondrements	49
a) Généralités	49
b) Affaissements / Effondrements sur la zone d'étude	49
IV.3.2.3. Ravinement / Coulées boueuses	51
a) Généralités	51
b) Ravinement sur la zone d'étude	51
c) Coulées boueuses sur la zone d'étude	53
IV.3.2.4. Glissements de terrain	54
a) Généralités	54
b) Glissements de terrain sur la zone d'étude	54
IV.3.2.5. Retrait-gonflement des argiles	58
a) Généralités	58
b) Approche méthodologique	59
c) Retrait-gonflement sur la zone d'étude	59
IV.3.3. Fiches descriptives des mouvements de terrain	61
IV.4. Connaissance et cartographie hydrogéomorphologique des phénomènes inondation et crues torrentielles	63
IV.4.1. Démarche – principes méthodologiques	63
IV.4.2. Description du réseau hydrographique de la commune	64
IV.4.2.1. Le Verdon	64
IV.4.2.2. Torrent d'Albosc	66
IV.4.2.3. Torrent de Bellieux	71
IV.4.2.4. Torrent de Trente	76
IV.4.3. Historique des inondations et cartographie hydrogéomorphologique	78
IV.4.3.1. Les crues historiques	78
a) Objectifs	78
b) Sources utilisées	78
c) Premières observations	79
d) Observations générales	80
e) Répartition et localisation des événements	80
f) Expérience acquise de l'analyse historique	81
IV.4.4. La cartographie hydrogéomorphologique des zones inondables	82
V. Qualification et cartographie des aléas	85
V.1. Qualification et cartographie des aléas Mouvements de terrain	85
V.1.1. Définition de l'aléa	85
V.1.2. Démarche	86
V.1.3. Définition des degrés d'aléa et zonage	86
V.1.4. Définition des aléas par phénomène naturel	88
V.1.4.1. L'aléa Affaissement / Effondrement	90
V.1.4.2. L'aléa Eboulements / Chutes de blocs et de pierres	91



V.1.4.3.	L'aléa Glissements de terrain	92
V.1.4.4.	L'aléa Ravinement	93
V.1.4.5.	L'aléa Retrait-gonflement des argiles	94
V.2.	Qualification et cartographie de l'aléa Crues torrentielles	95
V.2.1.	Principes de qualification de l'aléa	95
V.2.1.1.	Le fonctionnement « naturel » des cours d'eau (niveau 1)	95
V.2.1.2.	Incidence des aménagements anthropiques	97
V.2.1.3.	Prise en compte des zones remblayées	98
V.2.2.	Synthèse sur la qualification de l'aléa torrentiel sur la commune d'Esparron-de-Verdon	99
V.3.	Remarques sur la précision de la cartographie de l'aléa Crues torrentielles	100
V.4.	Résultats : délimitation et cartographie de l'aléa	101
V.4.1.	L'aléa Eboulements / Chutes de blocs et de pierres	101
V.4.2.	L'aléa Affaissement / Effondrement	101
V.4.3.	L'aléa Ravinement	101
V.4.4.	L'aléa Glissements de terrain	101
V.4.5.	L'aléa Crues torrentielles	102
VI.	PRINCIPAUX ENJEUX ET VULNERABILITE	103
VI.1.	Synthèse de l'occupation du sol :	103
VI.2.	La vulnérabilité	103
VII.	LE ZONAGE DU PPR	105
VII.1.	Traduction des aléas en zonage réglementaire	105
VII.2.	Nature des mesures réglementaires	109
VII.2.1.	Bases légales	109
VII.2.2.	Mesures individuelles	109
VII.2.3.	Mesures d'ensemble	109
BIBLIOGRAPHIE		111
ANNEXES		113



I. Préambule

La commune d’Esparron-de-Verdon se situe dans le Sud du département des Alpes-de-Haute-Provence, au bord du lac d’Esparron.

De par cette situation, la commune est exposée à de nombreux risques naturels : crue torrentielle, mouvements de terrains (affaissements / effondrements, chutes de blocs et de pierres, retrait-gonflement des argiles, glissements de terrain et ravinement), feux de forêt et activité sismique.

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).

C’est dans une optique de protection des personnes et des biens que la DDT des Alpes-de-Haute-Provence a chargé la société **IMS_{RN}** d’élaborer le Plan de Prévention des Risques (Multirisque) de la commune d’Esparron-de-Verdon.



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

II.1. Réglementation

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

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

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

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

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

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

II.2. Objet du PPR

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

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



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

II.3. Procédure d'élaboration du PPR

Elle résulte du décret N° 95-1089 du 5 octobre 1995 modifié par le décret N° 2005-3 du 4 janvier 2005. L'Etat est compétent pour l'élaboration et la mise en œuvre 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 L. 126.1 du code de l'urbanisme).
- Un plan de prévention des risques naturels prévisibles peut être modifié, au vu de l'évolution du risque ou de sa connaissance, totalement ou partiellement selon la même procédure et dans les mêmes conditions que son élaboration initiale (articles 1 à 7 du décret N° 95-1089 du 5 octobre 1995 modifié par le décret N° 2005-3 du 4 janvier 2005).



II.4. Aire d'étude et contenu du PPR

Le périmètre du présent PPR correspond au périmètre défini par l'arrêté préfectoral de prescription. La qualification et la cartographie des aléas seront réalisées sur la totalité de la commune d'Esparron-de-Verdon **[Fig. 1]**.

Le zonage, quant à lui, ne concernera que les parties du territoire représentant des enjeux socio-économique importants. Ces zones seront définies en concertation avec le service instructeur et les élus.

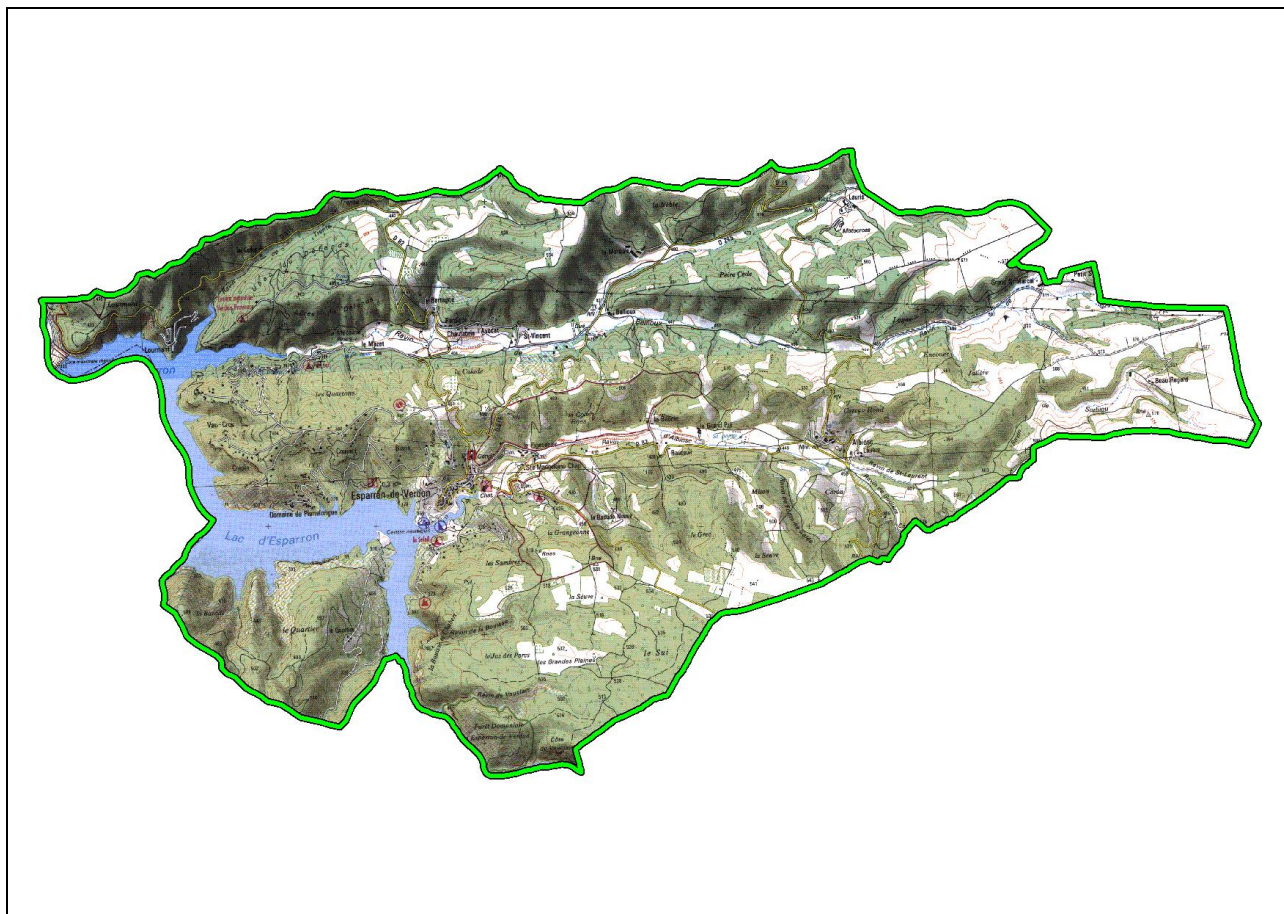


Figure 1 : Etendue de la zone d'étude [Source : IMS_{RN}]

Le dossier comprend :

1. Le présent rapport de présentation qui indique le secteur géographique concerné par l'étude, la nature des phénomènes naturels pris en compte et leurs conséquences possibles sur l'activité et les biens dans la commune compte tenu de l'état de connaissance.
2. Le plan de zonage, document graphique délimitant :
 - Les zones exposées aux risques en tenant compte de la nature et de l'intensité du risque encouru.



- Les zones non directement exposées aux risques mais où les aménagements pourraient aggraver les risques ou en provoquer de nouveaux. Ces zones sont communément classées en :
 - zones très exposées : zones rouges,
 - zones moyennement exposées : zones bleues,
 - zones faiblement exposées : zones blanches.
- 3. Le règlement : il détermine, en considérant les risques, les conditions d'occupation ou d'utilisation du sol dans les zones rouges ou bleues.
 - En zone rouge : toute construction ou implantation est en principe interdite, à l'exception de celles figurant sur la liste dérogatoire du règlement particulier en zone rouge.
 - En zone bleue : Le règlement de zone bleue énumère les mesures destinées à prévenir ou à atténuer les risques ; elles sont applicables aux biens et activités existants à la date de publication du P.P.R., ainsi qu'aux biens et activités futures. Ces mesures peuvent être rendues obligatoires dans un délai de 5 ans, pouvant être réduit en cas d'urgence. En outre, les travaux de mise en conformité avec les prescriptions de zone bleue du P.P.R. ne peuvent avoir un coût supérieur à 10% de la valeur vénale du bien concerné, à la date d'approbation du Plan.
- 4. Une annexe constituée par :
 - Les documents cartographiques Annexes
 - La carte informative des mouvements de terrains
 - Les cartes des aléas mouvements de terrain et de leurs qualifications
 - La carte des enjeux et de vulnérabilité

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

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



II.5. Opposabilité

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

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

Dans les communes dotées d'un POS, 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'Esparron-de-Verdon se situe dans le Sud du département des Alpes-de-Haute-Provence, dans la région PACA, à 60 km au Sud-Ouest de Digne-les-Bains [Fig. 2].

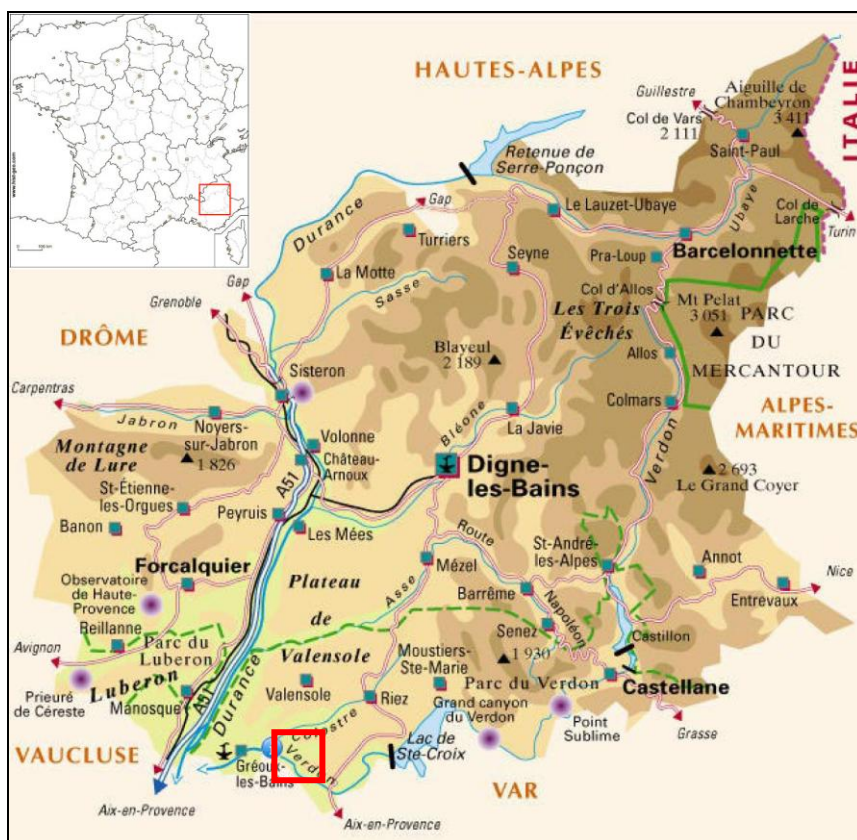


Figure 2 : Localisation de la zone d'étude [Source : IMS_{RN}]

III.2. Occupation du territoire

La commune d'Esparron-de-Verdon s'étend sur 34,20 km² et comptait 413 habitants en 2006 (densité moyenne : 12 hab/km²).

Sa population est majoritairement concentrée dans le bourg [Fig. 3], au centre du territoire communal, surplombant le lac de barrage, ainsi qu'à Albiosc. Cependant, de nombreuses habitations plus récentes se sont aussi installées sur les versants tout autour du lac (le domaine de Pierrelongue, Vau Cros, Lourmant). Enfin, plusieurs hameaux se sont disséminés dans la moitié Nord de la commune, principalement de part et d'autres des « ravins », tels que Albiosc, Bellieux ou encore Trente.



Figure 3 : Occupation du territoire : le centre d'Esparron-de-Verdon [Source : IMS_{RN}]

Les secteurs non urbanisés sont quant à eux recouverts par des forêts de chênes et pins (dont une grande partie a brûlé lors des grands incendies de 2003 et 2005), et des champs, notamment de lavande **[Fig. 4]**.



Figure 4 : Forêts et champs entre Esparron-de-Verdon et Albiosc [Source : IMS_{RN}]

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

III.3.1. Géomorphologie

La commune d'Esparron-de-Verdon est constituée de trois ensembles géomorphologiques.

Les deux tiers Nord du territoire communal sont occupés par la Formation de Valensole, et ses colluvions, datant du Miocène supérieur. Ces terrains sont incisés par des ravins, tapissés



d'alluvions, qui viennent se raccorder à trois vallées plus ou moins larges, orientées Est-Ouest : Ravin de Trente, Ravin de Bellioux et Ravin d'Albosc. Les reliefs culminent entre 500 et 580 m.

La partie Sud est constituée de calcaires jurassiques chevauchant des terrains Crétacé (Hauterivien) par endroits couverts d'éboulis. Ces terrains présentent des versants plus ou moins abrupts et culminent à 530 m environ. Quelques ravins entaillent ces formations.

Enfin, le dernier ensemble correspond au Verdon et à son lac artificiel. Etroit au niveau des Basses Gorges au Sud, il s'élargit à partir d'Esparron-de-Verdon pour occuper la plaine avant de se rétrécir au niveau du barrage de Gréoux-les-Bains [Fig. 5].

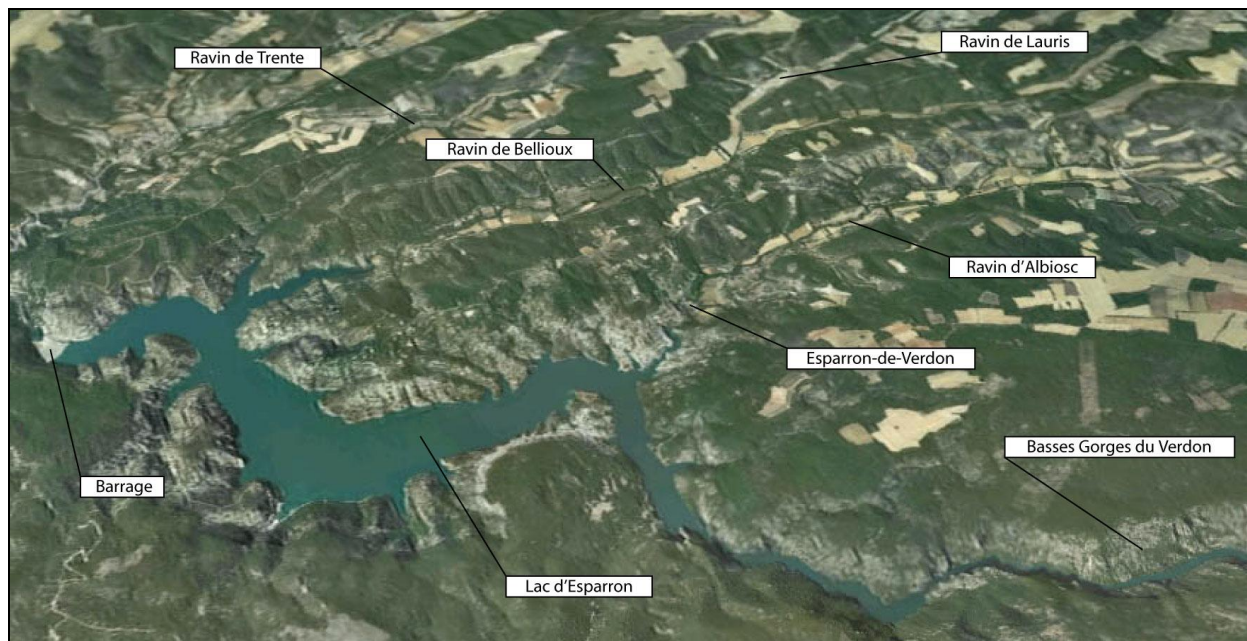


Figure 5 : Vue aérienne de la zone d'étude [Source : IMS_{RN}]

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

La région étudiée appartient au plateau de Valensole, vaste bassin molassique créé par la surrection alpine, limité à sa bordure Ouest par la faille de la Durance et chevauché à l'Est par la nappe de Digne [Fig. 6]. Géologiquement, le secteur peut être divisé en deux grandes unités :

- Le relief de la zone au Nord d'Esparron-de-Verdon est constitué en majeure partie par la Formation de Valensole, composée des différents matériaux hérités de l'érosion des chaînes subalpines au Nord-Est. Au quaternaire, les trois principaux cours d'eau ont alors incisé le plateau d'Est en Ouest, formant des vallées peu profondes dont le fond est aujourd'hui recouvert d'alluvions.
- La partie Sud forme un plateau laissant affleurer les formations calcaires de la fin du Jurassique au niveau d'une faille Est-ouest (puis NW-SE), prémisse des plissements



transversaux plus au sud liés à une activité tectonique intense pendant la phase provençale.

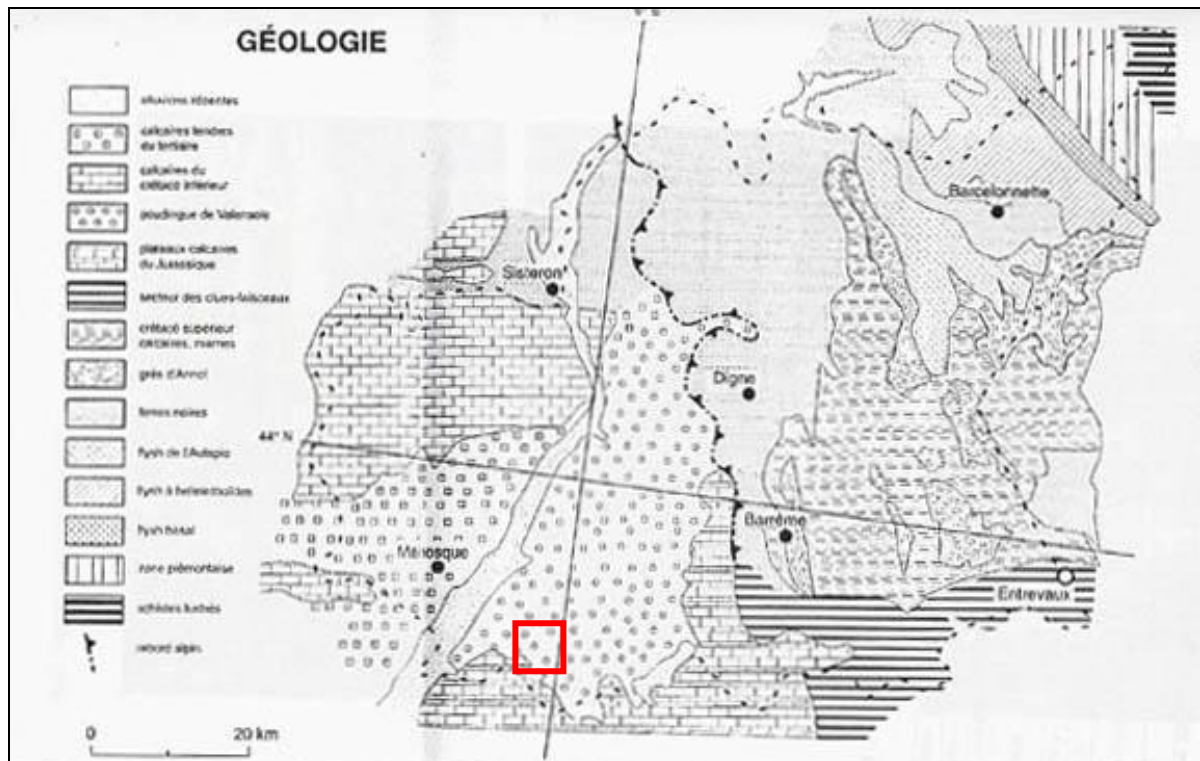


Figure 6 : Cadre géologique général de la zone d'étude

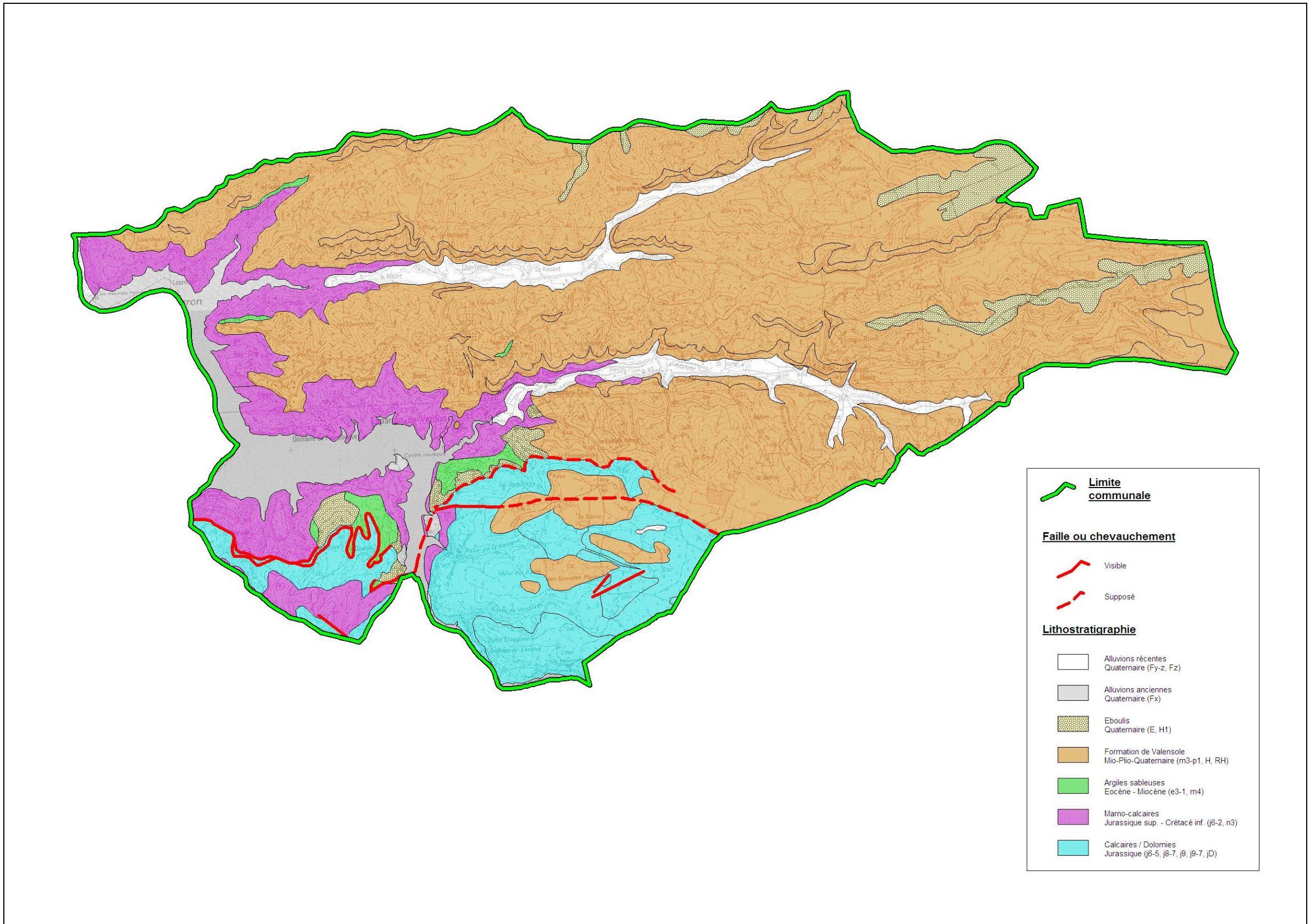


Figure 7 : Cadre géologique local : Lithologie et failles sur la zone d'étude [Source : IMS_{RN}]



III.3.3. Lithostratigraphie

D'après les cartes géologiques au 1/50 000 de Manosque (n° 969, BRGM) et Tavernes (n° 996, BRGM), on observe sur la zone d'étude – du plus ancien au plus récent – les formations suivantes [Fig. 7].

III.3.3.1. Jurassique

a) jD – Jurassique dolomitique

Des dolomies calcarifères ruiniformes poivre et sel peuvent envahir tout ou partie de la série du Jurassique supérieur, notamment entre Tavernes et Varages. L'Argovien, moins facilement dolomitisable, est souvent identifiable au sein de la série dolomitique, montrant bien la nature compréhensive de celle-ci

b) j₂₋₆ – Bathonien-Argovien.

On a là un ensemble à dominante marno-calcaire où l'on reconnaît de bas en haut :

- le Bathonien représenté par des marno-calcaires et des marnes grises à empreintes de *Cancellophycus* et de *Lytoceras*, épais de 160 mètres ;
- le Callovien moyen comprenant un hard-ground ferrugineux et quelques décimètres de calcaires à pâte fine (*Calliphylloceras disputabile*, *Brightia lugeoni*, *B. suevum*, *Perisphinctes cheyensis*, *P. recuperoi*, *Reineckeia anceps*, *Reineckeites douvillei*, *Kellawaysites multicostata*) ;
- l'Oxfordien supérieur, épais de 1 à 2 m, constitué par des marnes jaunes reposant sur le hard-ground précédent, à fossiles pyriteux ou calcaires de petite taille (*Cardioceras cordatum*, *Cawtoniceras cawtonense*, *Peltoceras arduennense*, *Perisphinctes athletoides*, *Sowerbyceras tortisulcatum*) ;
- l'Argovien, avec des calcaires sublithographiques gris et des marno-calcaires noduleux gris verdâtre, riches en fossiles (*Alligaticeras regalmicense*, *Aspidoceras aegir*, *Epipeltoceras bimammatum*, *Ochetoceras canaliculatum*, *Perisphinctes birmensdorfensis*, *P. helenae*, *P. lucingensis*, *Sowerbyceras protortisulcatum*, *S. tortisulcatum*, *Taramelliceras callicerum* ; *Trimarginites arolicus*) ; l'épaisseur est de 80 mètres.

c) j₆₋₅ – Argovien

Cet étage vient en continuité avec les termes supérieurs. Il se caractérise par des calcaires sublithographiques gris et des marno-calcaires noduleux gris verdâtre riches en fossiles (*Alligaticeras regalmicense*, *Aspidoceras aegir*, *Epipeltoceras bimammatum*, *Ochetoceras canaliculatum*, *Perisphinctes birmensdorfensis*, *P. helenae*, *P. lucingensis*, *P. orbigny*, *P. wartae*, *Sowerbyceras protortisulcatum*, *S. tortisulcatum*, *Taramelliceras callicerum*, *Trimarginites arolicus*). Certaines formes indiquent la présence d'une partie du Rauracien au sommet de la formation, épaisse de 40 à 60 m en moyenne.



d) j7-8 – Séquano-Kimméridgien

Ces deux étages forment un tout indissociable constitué par 200 à 300 m de calcaires sublithographiques en bancs minces riches en Céphalopodes (Séquanien : *Perisphinctes effrenatus*, *P. hypselocyclus*, *P. janus*, *P. stenocyclus*, *Ochetoceras maranti* ; Kimméridgien : *Lissoceras* cf. *subelimum*, *Perisphinctes balderus*, *P. roubyi*). Dans le quart nord-ouest de la feuille, ces calcaires prennent une teinte gris foncé caractéristique tandis que le Portlandien est affecté par la teinte habituelle café au lait du Séquano-Kimméridgien.

La base des calcaires paraît correspondre au Rauracien (on a suivi sur la feuille la stratigraphie d'A. Lanquine qui ne reconnaît pas valeur d'étage au Rauracien).



Figure 8 : Calcaires Séquano-Kimméridgien (déboché des Basses Gorges du Verdon, rive gauche) [Source : IMS_{RN}]

e) j7-9 – Séquanien-Portlandien

Ensemble lithologique indifférencié, constitué par des calcaires sublithographiques en bancs minces riches en Ammonites (Séquanien : *Perisphinctes effrenatus*, *P. stenocyclus*, *Ochetoceras maranti* ; Kimméridgien : *Lissoceras* cf. *subelimum*, *Perisphinctes balderus*, *P. roubyi*) et de couleur gris foncé. L'épaisseur totale est de 300 mètres.

f) j9-n1 – Portlandien-Berriasien (Valanginien supérieur)

Il s'agit d'une puissante masse calcaire pouvant atteindre 600 mètres. A son sommet, des calcaires marquant une nette tendance à la division en plaquettes grossières appartiennent déjà au Berriasien et même au Valanginien supérieur à l'est de Quinson. Plus bas se



développent des calcaires à grain fin, sublithographiques ou encore marmoréens, nettement récifaux, en bancs assez grossiers.

III.3.3.2. Crétacé

a) n₃ – Hauterivien

A la bordure méridionale de la feuille, on a groupé sous la notation n₃, quatre formations, lithologiquement semblables et difficiles à distinguer cartographiquement.

De bas en haut :

- marno-calcaires et marnes à rares Calpionelles, Arénacés, débris d'Échinodermes et de Mollusques, épais de 200 mètres ;
- marno-calcaires à *Toxaster lorioli*, épais de 100 mètres.

Ces deux formations paraissent représenter en réalité le Valanginien. La limite supérieure de l'étage est marquée par une surface mamelonnée et ferrugineuse superposée à quelques mètres de marno-calcaires à *Exogyra couloui* et *Toxaster retusus*.

Au-dessus, l'Hauterivien comporte :

- un niveau inférieur marneux et marno-calcaire, puissant de 175 m, avec *Exogyra couloui*, *Kilianella campylotoxa*, *Toxaster lorioli*, *T. retusus* et *T. neocomiensis* ; la microfaune comprend *Citharina seitzii*, *Trocholina infragranulata*, *Lenticulina guttata*, *Marssonellaoxycona* et des Ostracodes (*Protocythere triplicata*, *Macrocypris* sp., *Schuleridea* sp.).
- un niveau supérieur calcaire épais d'environ 100 m, parfois glauconieux, qui a livré *Toxaster retusus* et *T. lorioli*, vers le bas, et *Leopoldia leopoldi*, *Holcostephanus filiosus*, *Acanthodiscus radiatus*, *T. retusus*, vers le haut.



Figure 9 : Marno-calcaires Hauterivien [Source : IMS_{RN}]



Figure 10 : Calcaires Hauterivien [Source : IMS_{RN}]



III.3.3.3. Eocène

a) e₁₋₃ – Sparnacien à Montien

Il s'agit d'un ensemble argilo-sableux pouvant descendre dans le Danien transgressif vers le Nord par rapport à ce dernier. Au sommet viennent des sables bleutés à dragées de quartz, tourmaline, staurotide et disthène, pouvant atteindre plusieurs centaines de mètres d'épaisseur dans le synclinal de Rians. Ces sables renferment des lentilles d'argiles rouges micacées à ossements, de Vertébrés, de Tortues et dents de Crocodiles. Au-dessous se montrent des argiles rouges micacées, dont l'épaisseur est variable selon les points en relation avec des failles. Près de Rians, elles renferment deux intercalations de calcaires lacustres, une supérieure sparnacienne avec *Bithynia bauduensis* (trouvée à Bauduen sur la feuille Salernes en compagnie de *Paramys* cf. *lemoinei*), une inférieure constituée par un calcaire lacustre gris siliceux à grains de quartz attribué au Thanétien. Le calcaire à *Bithynia bauduensis* et *Melania cardinalis* se retrouve à la même place à la Mourotte et dans le synclinal de Montmeyan. Les argiles rouges intercalées entre les calcaires lacustres des environs de Rians ont fourni des débris d'oeufs d'Oiseaux : *Ornitholitus biroï* et *O. arcuatus*. Cette dernière espèce se trouve à un niveau supérieur à celui de la précédente et monte dans le calcaire à *B. bauduensis*. Des *Ornitholitus* se retrouvent à la Mourotte et à Saint-Julien-le-Montagné. En cette dernière localité ils montrent que l'Éocène débute par le Thanétien.

Associés aux argiles rouges et pouvant descendre dans le Danien, il faut signaler des bancs de poudingues quartzeux, des marno-calcaires à pisolithes, des lits sableux et des brèches à *Microcodium* et éléments jurassiques supérieurs. Dans le synclinal de Rians, les brèches sont minces sur le flanc nord, mais se développent beaucoup sur le flanc sud (écaillés sous la montagne de l'Ouvière et entre Esparron et Saint-Martin-des Pallières). A Gigéri, les brèches éocènes renferment exceptionnellement des éléments plus anciens, notamment une grande quantité de Rhétien.

III.3.3.4. Miocène

a) m₃ – Marnes et calcaires pontiens

Aux environs de Vinon, le Pontien est représenté par des calcaires et des marnes blanches fossilifères (*Ancylus neumayri*, *Bithynia leberonensis*, *Helix christoli*, *Planorbis filocinctus*, *P. praecorneus*, *Valvata vallestis*). Son épaisseur maximale est de l'ordre d'une dizaine de mètres. Vers Artignosc, des calcaires gris, caverneux et durs, alternant avec des argiles ligniteuses et des marnes blanches, sont associés aux poudingues de la base de la Formation de Valensole.

A Fontaine, près d'Artignosc, les calcaires ont fourni : *Bithynia leberonensis*, *Bithynella deyrieri*, *Planorbis matheroni*

b) m₄ – Tortonien supérieur

Formation continentale correspondant au « Sarmato-Pontique » ou « calcaires lacustres pontiens » des anciens auteurs (cartes à 1/80 000). Ce sont des marnes blanches pulvérulentes et des marnes sableuses grises avec une importante intercalation de calcaire lacustre gris, caverneux et très induré (m_{4I}).



La faune est typiquement dulçaquicole : *Helix christoli*, *Bithynia leberonensis*, *Ancylus neumaryi* et Planorbes.

Le Tortonien continental affleure sur toute la bordure sud ; son épaisseur, qui est de 15 m à Gréoux augmente vers l'Est ; elle est de 50 m à Montpezat. En rive droite de la Durance, les affleurements sont plus discontinus et les calcaires lacustres apparaissent dès la base.

On observe souvent à la bordure méridionale un horizon de marnes graveleuses à pisolithes, formé de concrétions creuses, sphériques ou allongées. Cet horizon a été distingué à Gréoux et au NE de Montpezat sous la notation m_{4P}.

III.3.3.5. Mio-Pliocène

a) H, H₁ et RH – Formation de Valensole

C'est une vaste accumulation de matériaux détritiques, marnes, graviers et galets, mise en place par d'anciennes circulations fluviales. L'âge de ces dépôts est mio-plio-quatenaire : ils surmontent le Tortonien supérieur lacustre et sont datés à leur partie supérieure, sur la feuille Moustiers-Sainte-Marie par une faune de Mammifères et de Micromammifères du Pliocène supérieur (Puimoisson) et du Villafranchien (Ségriès).

Aucun gisement fossilifère n'a pu être mis en évidence dans ces séries sur la feuille Manosque.

On a distingué cartographiquement :

- la formation affleurante (H),
- le niveau sommital (H₁),
- les lentilles de limons et de marnes rouges (H₂) [*formation absente de la zone d'étude*],
- la formation couverte de galets éluviaux (R_H).

(a) H – La formation affleurante

On ne voit pratiquement affleurer que des lentilles de matériaux graveleux grossiers, de un à plusieurs mètres d'épaisseur, représentant les produits d'épandage d'anciennes rivières à forte compétence. Ces matériaux sont visibles essentiellement sur les flancs abrupts des talus ou en bordure des routes, chaque fois que des actions érosives ou des travaux fournissent une coupe nette. Partout ailleurs, ils sont masqués par la couverture éluviale ou colluviale. L'abondance de cette couverture n'a pas permis de faire des corrélations entre deux thalwegs voisins, ce qui aurait pu faciliter la reconstitution du tracé des anciens chenaux sur des distances appréciables.

(b) H₁ – Niveau sommital

C'est une surface plane et régulière, légèrement inclinée (1°) vers le SW : elle correspond au dernier stade du remplissage et peut servir, en l'absence de faune, de niveau repère à partir duquel sont situées les observations concernant les formations subordonnées.



Elle est constituée d'éluvions peu épaisses, marno-graveleuses, provenant d'un remaniement in situ des poudingues sous-jacents. On y rencontre des galets épars, souvent gélifs, des fragments de croûte calcaire, des poupées de CO_3Ca dans un ciment argileux souvent rubéfié, des « fantômes de galets » très blancs à 99 % de CO_3Ca , de la terre végétale et de l'humus.

Cette formation de surface est bien observable sur le plateau, entre le Verdon et l'Asse et tout particulièrement dans la moitié orientale de la feuille. On ne la retrouve pas au Nord de la vallée de l'Asse, ni en rive droite de la Durance.

(c) R_H – Couverture de galets éluviaux

Elle intéresse la plus grande partie du plateau. Hormis les entailles profondes pratiquées par l'Asse, le Verdon et la Durance, la topographie très adoucie ne permet pas de rencontrer le poudingue en place.

L'épaisseur de cette couverture est en général assez faible, mais toutefois suffisante pour masquer les conglomérats ou les lentilles marneuses sous-jacentes.

En résumé, dans cet ensemble de lentilles conglomératiques superposées, intriquées avec des formations marneuses, et que l'on peut observer sur 260 m d'épaisseur au NE de la feuille, l'absence générale de faune et de microfaune n'a pas permis d'établir une échelle chronostratigraphique.

Toutefois, son étude détaillée a permis de mettre en évidence deux unités qui ont été définies sur la rive droite de la Durance.

1. Une « unité inférieure » comprenant des conglomérats concordants sur le Tortonien supérieur marin fossilifère. Elle est visible au NE de Manosque, dans le ravin de Valveranne, dans le ravin de la Tuilerie et en rive droite du Lauzon.
2. Une « unité supérieure » discordante dont le pendage n'excède pas 15° SE. A la base de cette unité supérieure, une coupe relevée à Font-Royer, 1 km 500 au NW de Villeneuve, montre des formations meubles, fines, marno-sableuses variées. C'est à cette unité qu'appartiennent tous les affleurements de la région située à l'Est de la Durance.

A l'échelle de la carte, il n'a pas été possible de différencier ces deux unités qui correspondent sans doute à la « double nappe fluviatile de conglomérats impressionnés », reconnue dans la basse Durance (G. Demarcq, 1960).



Figure 11 : Formation de Valensole Mio-Pliocène [Source : IMS_{RN}]

b) p₁ – Formation de Valensole

Elle est formée par les classiques bancs de poudingues à ciment gréseux alternant avec des marnes jaunes ou brun rouge, résultant de la confluence de cônes de déjection descendus principalement des chaînes subalpines situées au Nord-Est. La Formation de Valensole déborde largement le Verdon. Un témoin résiduel à gros grains de quartz et cailloux jaunes crétacés microdiacласés typiques s'observe sur le plateau de Mont-Major le long de la route d'Artigues à Ginasservis, détaché à plus de 8 km vers le Sud-Est. Les grains de quartz de la Formation de Valensole se rencontrent en abondance dans les alluvions récentes entre Ginasservis et Rians. Au nord de Vinon, les poudingues sont légèrement discordants sur des marnes blanches et poudingues pontiens. Il en est de même à l'est du village, aux Ongles et à Vallongue. Dans l'angle nord-est de la feuille, la Formation de Valensole alterne avec des calcaires à faune pontienne autour d'Artignosc.

III.3.3.6. Quaternaire

a) Fx – Haute terrasse du Verdon

Elle est constituée par des cailloutis en majeure partie issus des poudingues de Valensole et ressemblant ainsi beaucoup à ces derniers, dont ils se séparent par leur bien moindre cohérence. Le sommet de la haute terrasse est environ à une trentaine de mètres au-dessus du lit du Verdon. Dans l'angle nord-ouest de la feuille, au sud du confluent du Verdon et de la Durance, en rive gauche, la terrasse s'étale notablement en remontant en pente douce vers le Sud-Est.



b) Fy-z – Alluvions de fond de vallons

Elles colmatent les fonds de thalwegs, généralement à circulations temporaires, qui entaillent le plateau de Valensole ou les flancs de l'anticlinal oligocène. Selon leur situation, elles sont alors constituées par des cailloutis et des limons (reliefs de la rive droite de la Durance) ou par des galets (Valensole). Elles se raccordent avec les alluvions Fz, soit directement, soit par l'intermédiaire d'un cône de déjection. La plus grande partie de ces matériaux a dû être mis en place au Würm, mais ils ont été remaniés plus récemment et le sont encore lors des orages.

c) Fz – Alluvions récentes

Limons, sables, cailloutis et galets à éléments cristallins ou sédimentaires remplissant le fond des grandes vallées à écoulement permanent : Durance, Verdon et Asse.

d) E – Éboulis, éboulis discontinus, blocs glissés

Les éboulis sont en général peu développés et se rencontrent surtout au pied des barres chevauchantes. Le long de la crête d'Artigues-les-Pallières, leur peu d'épaisseur et leur discontinuité les a fait représenter par une surcharge. Des blocs ou des lames éboulées de Jurassique supérieur s'observent près d'Artigues.

III.3.4. Hydrogéologie

La Bléone, affluent de la Durance, n'intéresse que le quart nord-ouest de la feuille. Tout le reste appartient au bassin de l'Asse, autre affluent, mais moins important. Les crêtes du bassin versant de la bléone approchant 3 000m, cette rivière ne se tarie pas l'été.

Au point de vue hydrogéologique, deux domaines s'opposent :

- le plateau de Valensole à l'Ouest,
- le domaine sub-alpin à l'Est.

Les ressources de la série de Valensole sont très réduites : les niveaux conglomératiques alimentent des sources de faible débit et les agglomérations en bordure de la Bléone ou de l'Asse doivent

III.3.5. Tectonique

La région d'Esparron-de-Verdon n'a subi que très peu de déformation liée à la surrection alpine ou pyrénéenne. En effet, aucune déformation tectonique n'a affecté le plateau de Valensole. Seul un pendage vers le Sud-Ouest au niveau de la partie sommitale de la formation est observé, correspondant à la dernière phase de comblement. Les seules traces d'une activité tectonique passée se situent dans la partie Sud. La plus importante se trouve au niveau de La Séuve, avec la présence d'une faille Est-Ouest (puis NW-SE) liée à la dernière phase pyrénéenne.

III.3.6. Sismotectonique

La Provence est une des régions de France les plus vulnérables en termes d'activité sismique.



De part le contexte tectonique, la commune d'Esparron-de-Verdon peut être soumise à une activité sismique [Tab. 1].

Date	Heure	Choc	Localisation épicentrale	Région ou pays de l'épicentre	Intensité épicentrale	Intensité dans la commune
25 Février 2001	18 h 34 min 44 sec		MEDITERRANEE (S-E NICE)	ALPES MARITIMES	5,5	2,5
11 Juin 1909	21 h 14 min	Z	TREVAIRESSE (LAMBESC)	PROVENCE	8,5	

Tableau 1 : Liste exhaustive des séismes ressentis sur la commune d'Esparron-de-Verdon
[Source : BRGM]

La commune est classée en zone d'aléa sismique modéré [Fig. 12 et 13]. Le nouveau zonage réglementaire n'est pas encore paru. Il est toujours en cours de discussion au Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement durable et de l'Aménagement du territoire.

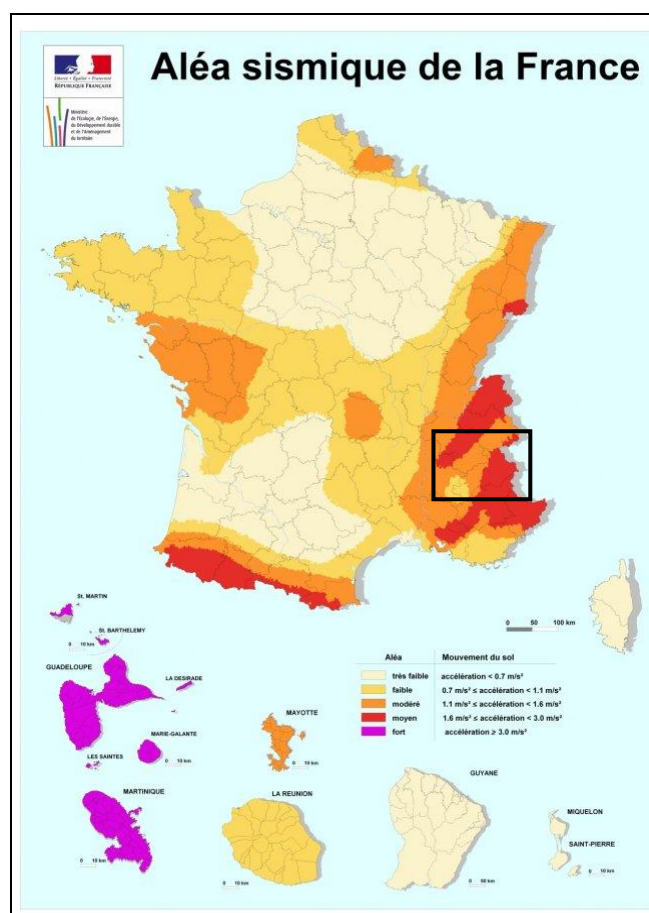


Figure 12 : Carte nationale d'aléa sismique [Source : Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement durable et de l'Aménagement du territoire]

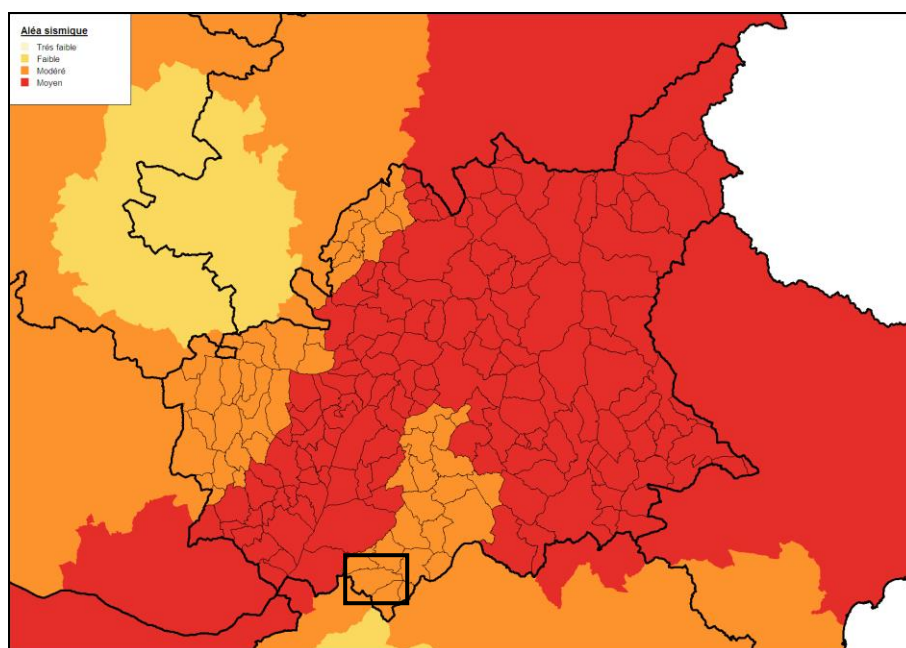


Figure 13 : Zoom de la carte nationale d'aléa sismique [Source : Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement durable et de l'Aménagement du territoire]

Remarque : Bien que d'intensité modérée, 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 un changement possible de la qualification de ces aléas.

III.4. Contexte climatique

La commune d'Esparron-de-Verdon est soumise à un climat méditerranéen, proche de celui de Valensole à 10 km au Nord **[Fig. 14]**. L'été est caniculaire : le temps est très sec, la température dépasse souvent les 30 °C, voire des pics à plus de 37 °C, adoucie par les nombreux orages, en fin de journée à partir du 15 août. En hiver, la température est douce la journée, cependant, la neige est bien visible sur les monts alentours et les températures peuvent descendre jusqu'à -5 °C la nuit.

Les précipitations méditerranéennes sont caractérisées par leur violence et leur soudaineté (deux pics de pluie à l'automne et au printemps). De très nombreux sites sont alors susceptibles de subir des effets d'une crue torrentielle ou d'inondation urbaine par ruissellement. Ces précipitations, brutales et intenses, peuvent provoquer de graves inondations, emportant des ponts et des tronçons de route. La variabilité des cours d'eau doit conduire à beaucoup de prudence. Un cours d'eau comme le Verdon peut, en quelques heures, voir son débit amplifié dans des proportions considérables.

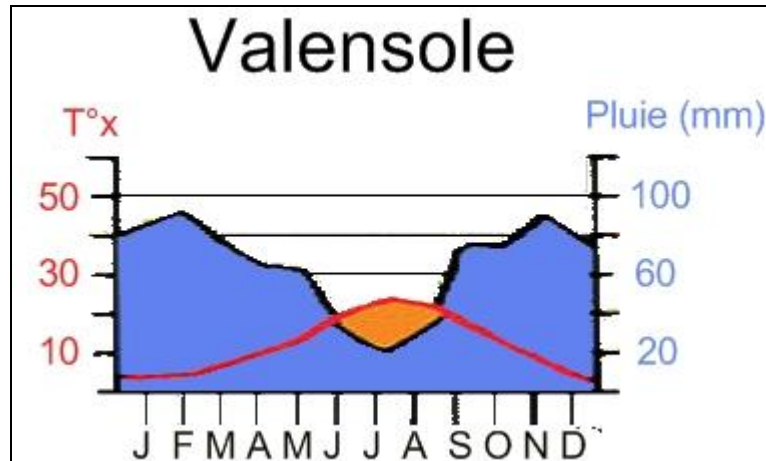


Figure 14 : Données climatiques à Valensole [Source : www.valensole.fr]

III.5. Hydrographie

Le réseau hydrographique de la zone d'étude se développe autour du Verdon, à la limite ouest de la commune. Le profil initial de cette rivière a été modifié suite à la création du barrage de Gréoux-les-Bains, qui a permis la formation du lac d'Esparron. Ce barrage admet une retenue d'eau d'un volume de 80 millions de m³, pour une cote maximale atteignant 359 m.

Trois principaux cours d'eau traversent d'Est en Ouest le territoire communal pour alimenter le lac d'Esparron : le ravin de Saint-Laurent, devenant ravin d'Albosc ; les ravins de Lauris et de Saint-Marcel se rejoignant pour devenir le ravin de Bellioux ; et enfin le ravin de Trente.

D'autre part, de nombreux petits ravins secondaires incisent de manière très marquée les reliefs locaux. Ces tributaires, dont l'écoulement n'est qu'intermittent, se gonflent très rapidement lors de forts épisodes pluvieux ou orageux.



IV. Cartographie informative des phénomènes naturels à risques : connaissance et description des phénomènes présents dans la zone d'étude

IV.1. Méthodologie

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

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

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

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

La démarche aboutissant à la qualification et la cartographie des aléas se décompose en **6 étapes principales [Fig. 15]**.

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 DDT, le CETE 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 1/10 000.
6. **Qualification et cartographie des aléas** (nature, niveau et qualification) à l'échelle de la zone d'étude au 1/10 000. Les phénomènes de petite ampleur n'apparaissent pas à cette échelle.



METHODOLOGIE PRECONISEE POUR L'ELABORATION DU PPR

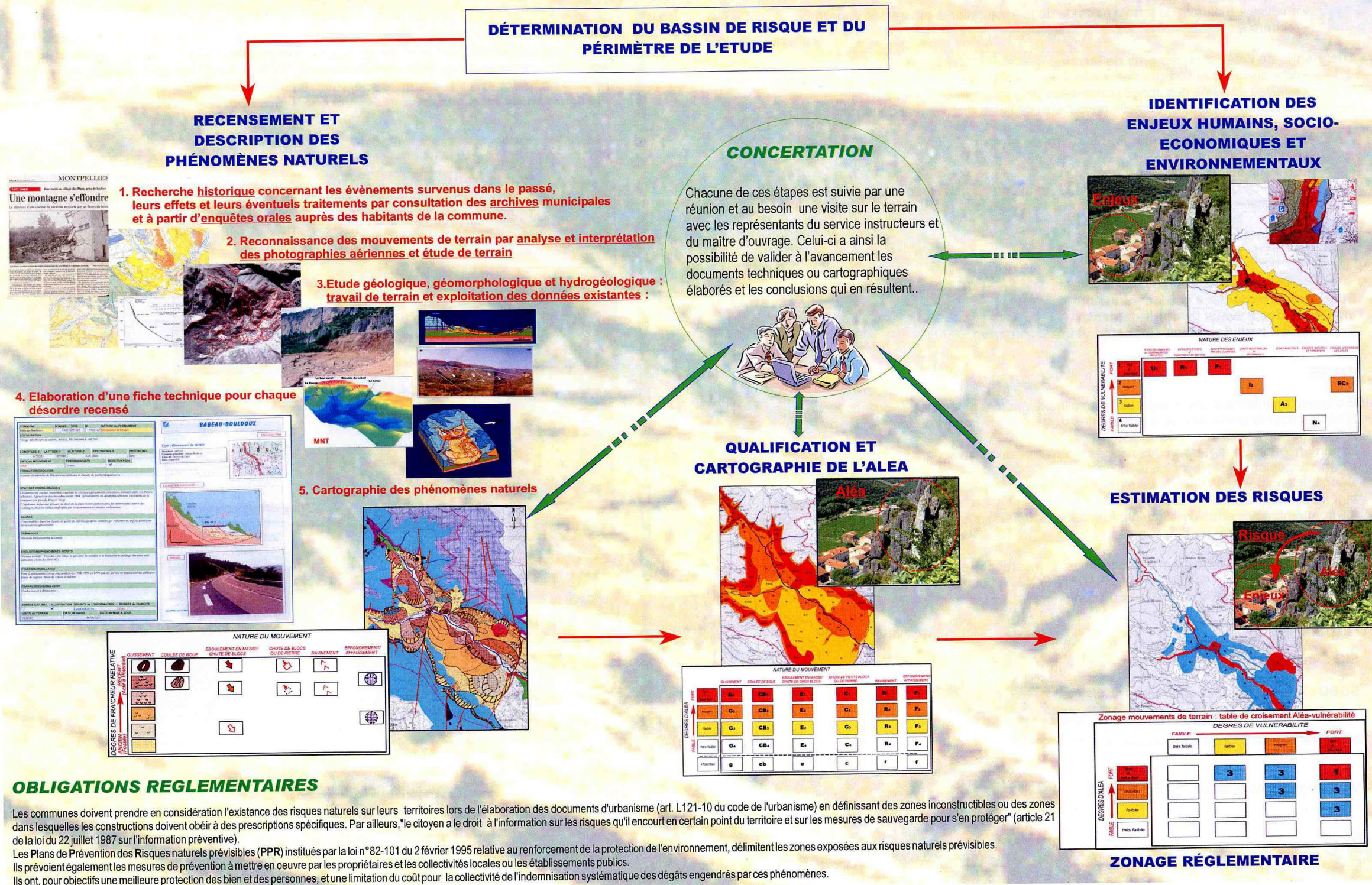


Figure 15 : Méthodologie préconisée pour l'étude du Risque Mouvements de terrain [Source : IMS_{RN}]



IV.2. Éléments historiques concernant les phénomènes naturels affectant la commune d'Esparron-de-Verdon

Pour quantifier et cartographier les phénomènes naturels à risques sur tout le territoire communal de Manosque, 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 **55 événements historiques¹** connus sur la commune depuis **1551** jusqu'à nos jours [**Tab. 2**], **6** ont pu être localisés, avec une précision acceptable [**Fig. 16**].

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.

La quasi-totalité des événements recensés sur la commune sont associés à des phénomènes d'inondation et de crues torrentielles. Les autres événements concernent le ravinement et le retrait-gonflement des argiles.

De plus, suite à de forts orages les 23 et 24 août 1987, un arrêté de catastrophe naturelle a été déclaré le 2 décembre 1987 pour « inondations et coulées de boue ».

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



N°	DATE	COMMUNE	LOCALISATION	TYPE DE PHENOMENE	DOMMAGES	DIVERS	SOURCE
1	1551	Esparron-de-Verdon	Verdon	Crue	?		RTM
2	08/11/1651	Esparron-de-Verdon	Verdon	Crue	?		RTM
3	06/1685	Esparron-de-Verdon	Verdon	Crue	?		RTM
4	15/10/1702	Esparron-de-Verdon	Verdon	Crue	?		RTM
5	06/1704	Esparron-de-Verdon	Verdon	Crue	?		RTM
6	11/1705	Esparron-de-Verdon	Verdon	Crue	?		RTM
7	01/1706	Esparron-de-Verdon	Verdon	Crue	?		RTM
8	10/1729	Esparron-de-Verdon	Verdon	Crue	Terrains agricoles emportés (sur environ 8 ha)		RTM
9	10/1765	Esparron-de-Verdon	Verdon	Crue	?		RTM
10	1787	Esparron-de-Verdon	Verdon	Crue	Pont sur le Verdon endommagé (pile affouillée) et en amont du pont une partie de digue emportée		RTM
11	1 ^{er} semestre 1789	Esparron-de-Verdon	Verdon	Crue	?		RTM
12	11/1790	Esparron-de-Verdon	Verdon	Crue	?		RTM
13	17/03/1833	Esparron-de-Verdon	Verdon	Crue	?		RTM
14	01/11/1843	Esparron-de-Verdon	Verdon	Crue	?	Débit à Quinson : 1450 m ³ /s	RTM / Parc naturel régional du Verdon
15	1848	Esparron-de-Verdon	Verdon	Crue	?		RTM
16	26/10/1855	Esparron-de-Verdon	Verdon	Crue	?	Pluies du 26 au 28 octobre	RTM
17	1856	Esparron-de-Verdon	Verdon	Crue	?	Débit estimé à Castellane : 575 m ³ /s	RTM
18	26/09/1860	Esparron-de-Verdon	Verdon	Crue	?		RTM
19	01/1863	Esparron-de-Verdon	Verdon	Crue	?	Débit estimé à Quinson : 820 m ³ /s	RTM
20	10/1864	Esparron-de-Verdon	Verdon	Crue	?		RTM
21	09/06/1865	Esparron-de-Verdon	Verdon	Crue	?	Violent orage	RTM
22	06/1866	Esparron-de-Verdon	Verdon	Crue	?	Violents orages du 10 au 21 juin	RTM
23	03/10/1868	Esparron-de-Verdon	Verdon	Crue	?		RTM



N°	DATE	COMMUNE	LOCALISATION	TYPE DE PHENOMENE	DOMMAGES	DIVERS	SOURCE
24	1871	Esparron-de-Verdon	Verdon	Crue	?		RTM
25	08/11/1871	Esparron-de-Verdon	Verdon	Crue	?		RTM
26	10/1872	Esparron-de-Verdon	Verdon	Crue	?	Débit à Quinson : 392 m ³ /s	RTM / Parc naturel régional du Verdon
27	05/1881	Esparron-de-Verdon	Verdon	Crue	?		RTM
28	10/1882	Esparron-de-Verdon	Verdon	Crue	?	Orages le 6, 7, 9 et 12 octobre	RTM
29	28/10/1882	Esparron-de-Verdon	Verdon	Crue	?	Début de mois pluvieux Fortes pluies du 26 au 28 octobre Débit estimé à Quinson : 930 m ³ /s	RTM
30	08/1885	Esparron-de-Verdon	Verdon	Crue	?	Orages	RTM
31	26/10/1886	Esparron-de-Verdon	Verdon	Crue	?	Hauteur atteinte à l'échele de Castellane : 2,48 m Débit estimé à Quinson : 1020 m ³ /s	RTM
32	01/01/1889	Esparron-de-Verdon	Verdon	Crue	?	Précipitations Débit estimé à Quinson : 730 m ³ /s	RTM
33	10/06/1903	Esparron-de-Verdon	Verdon	Crue	?	Débit estimé à Quinson : 705 m ³ /s	RTM
34	08/11/1906	Esparron-de-Verdon	Verdon	Crue	?	Débit estimé à Quinson : 850 m ³ /s	RTM
35	11/1907	Esparron-de-Verdon	Verdon	Crue	?		RTM
36	11/1910	Esparron-de-Verdon	Verdon	Crue	?	Hauteur au barrage de Quinson le 09/12/1910 : 3,30 m	RTM
37	29/10/1913	Esparron-de-Verdon	Verdon	Crue	?	Débit estimé à Quinson : 640 m ³ /s	RTM
38	26/05/1914	Esparron-de-Verdon	Verdon	Crue	?	Hauteur au pont suspendu de Gréoux le 27/05/1914 à 7h : 2,00 m	RTM
39	05/10/1914	Esparron-de-Verdon	Verdon	Crue	?	Débit estimé à Quinson : 760 m ³ /s	RTM
40	26/05/1917	Esparron-de-Verdon	Verdon	Crue	?	Débit estimé à Quinson : 700 m ³ /s	RTM
41	05/10/1924	Esparron-de-Verdon	Verdon	Crue	?	Débit estimé à Quinson : 670 m ³ /s	RTM
42	29/10/1926	Esparron-de-Verdon	Verdon	Crue	?		RTM
43	19/11/1926	Esparron-de-Verdon	Verdon	Crue	?	Précipitations Débit estimé à Quinson : 780 m ³ /s	RTM
44	17/11/1933	Esparron-de-Verdon	Verdon	Crue	?	Précipitations Débit estimé à Quinson : 620 m ³ /s	RTM
45	11/11/1951	Esparron-de-Verdon	Verdon	Crue	?	Pluies torrentielles en novembre Débit estimé à Castillon : 415 m ³ /s Débit estimé à Quinson : 650 m ³ /s	RTM



N°	DATE	COMMUNE	LOCALISATION	TYPE DE PHENOMENE	DOMMAGES	DIVERS	SOURCE
46	1957	Esparron-de-Verdon	RD 82 (entre Esparron et Saint-Martin-de-Brômes)	Ravinement	Route ravinée		Archives municipales
47	4 ^{ème} trimestre 1959	Esparron-de-Verdon	Ravin d'Albosc	Crue	Pont de la RD 82 emporté		RTM
48	31/07/1960	Esparron-de-Verdon	Verdon	Crue	Terres endommagées	Violent orage	RTM
49	31/07/1960	Esparron-de-Verdon	Ravin d'Albosc	Crue	Terres endommagées	Violent orage : 152 mm en 3h à Riez	RTM
50	31/07/1960	Esparron-de-Verdon	Ravin de Saint-Marcel	Crue	Terres endommagées	Violent orage : 152 mm en 3h à Riez	RTM
51	06/11/1963	Esparron-de-Verdon	Verdon	Crue	?	Débit à Quinson : 405 m ³ /s	Parc naturel régional du Verdon
52	17/10/1979	Esparron-de-Verdon	Verdon	Crue	?	Pluies importantes du 10 au 17 octobre Estimation du volume d'eau passé sous le pont du Verdon : 290 à 320 m ³ /s Débit au pont de Méouilles (Saint-André-les-Alpes) : 100 m ³ /s Cote au pont de Méouilles : 2,60 m	RTM
53	24/08/1987	Esparron-de-Verdon	Bellioux	Crue	RD 215 endommagée	Orages les 23 et 24/08/1987	RTM / Archives communales
54	07/01/1994	Esparron-de-Verdon	Verdon	Crue	?		RTM
55	05/11/1994	Esparron-de-Verdon	Verdon	Crue	Route (RD 315) en partie détruite	Débit estimé au barrage de Sainte-Croix : 1250 m ³ /s Niveau NGF atteint au camping municipal de Quinson : 363,83 m	RTM / Archives communales
56	2003	Esparron-de-Verdon	Rues des Fontaines et de Sainte-Anne	Retrait-gonflement des argiles	Maisons fissurées	Demande d'expertise (intérieur et extérieur)	Archives communales

Tableau 2 : Récapitulatif des événements historiques connus sur la commune d'Esparron-de-Verdon (en grisé : événements localisés) [Source : IMS_{RN}]

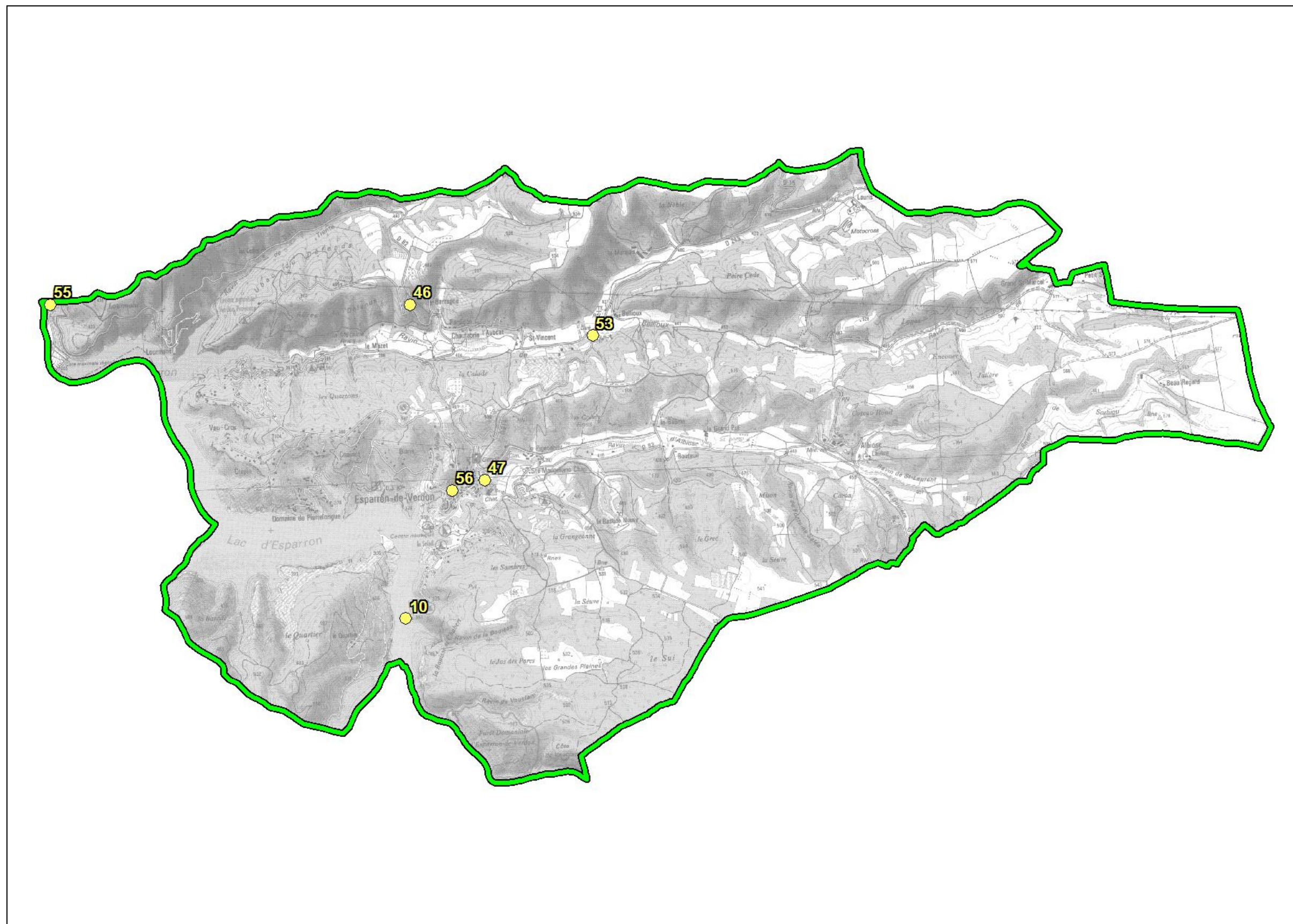


Figure 16 : Carte de localisation des archives historiques [Source : IMS_{RN}]



IV.3. Connaissance des phénomènes mouvements de terrain fossiles, historiques et actifs affectant la zone d'étude

IV.3.1. Les différents types de mouvements de terrains

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

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

Et une famille de mouvements de terrain d'intensité faible à moyenne :

- Retrait-gonflement des argiles.

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.

IV.3.2. Description des phénomènes mouvements de terrain affectant la zone d'étude

IV.3.2.1. 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. 17]. La cinématique est très rapide.

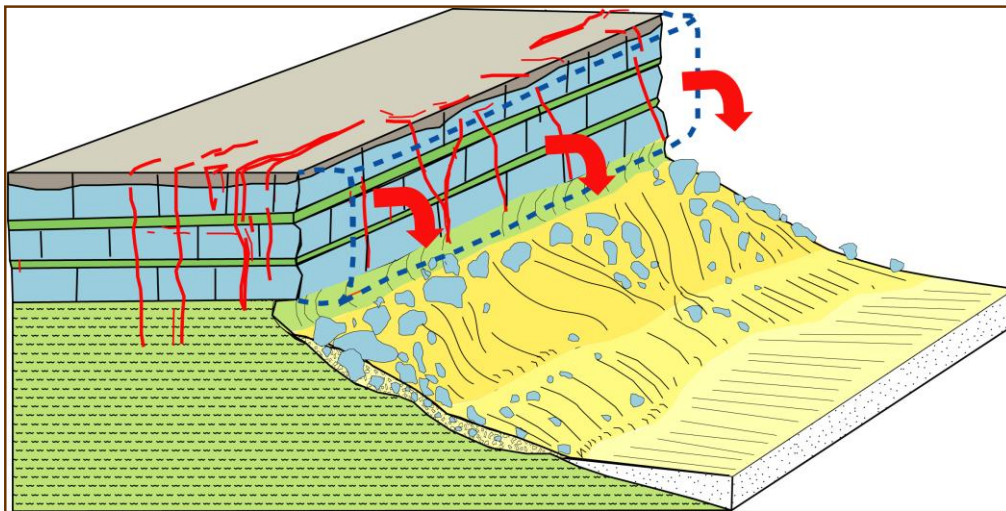


Figure 17 : Schéma conceptuel du phénomène chutes de blocs [Source : IMS_{RN}]

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 de Manosque, on ne trouve aucun éboulement en masse, seulement 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 sont des phénomènes à occurrence unique. Les blocs peuvent être soit isolés (s'ils sont issus de détachements très localisés) soit rassemblés dans un enchevêtrement formant un chaos.



Le facteur déclenchant principal de ce type de mouvement est la gravité, mais les phénomènes climatiques (pluies, cycles gel-dégel) jouent également un rôle important. La présence de végétation au niveau des fractures est un phénomène aggravant.

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

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

L'étude historique ne nous a pas permis d'identifier d'événements directement liés aux éboulement / chutes de blocs ou de pierres. Cependant lors de nos investigations de terrain, nous avons pu identifier des secteurs où le phénomène est évident.

Les éboulements / chutes de blocs et de pierre intéressent principalement les abords du Lac d'Esparron. En effet c'est là que se trouvent les escarpements les plus importants, ils sont plus ou moins fracturés. A leur pied, on note la présence de tabliers d'éboulis, plus ou moins recouverts de végétation en fonction de leur activité [Fig. 18].



Figure 18 : Escarpements calcaire Hauterivien (à gauche) et Jurassique (à droite) [Source : IMS_{RN}]

Pour les escarpements situés immédiatement en bordure, il nous est impossible de voir les tabliers d'éboulis (qui se trouvent sous le niveau de l'eau), cependant ils montrent des signes évidents de chutes de blocs (zones de patine fraîche) [Fig. 19].



Figure 19 : Escarpements marno-calcaires Hauterivien (à gauche) et calcaires Jurassique (à droite) [Source : IMS_{RN}]

Au niveau du barrage, la RD 315 entaille les formations calcaires de l'Hauterivien, ce qui permet de voir nettement le découpage de la roche suivant les plans de stratification et deux réseaux de fracturation. Cela engendre des dièdres, des écailles et des blocs instables [Fig. 20]. Des blocs éboulés sont visibles sur le bord de la route et dans le vaste tablier d'éboulis en contrebas ; ils ont sans doute été mis là à chaque « nettoyage » de la chaussée [Fig. 21].

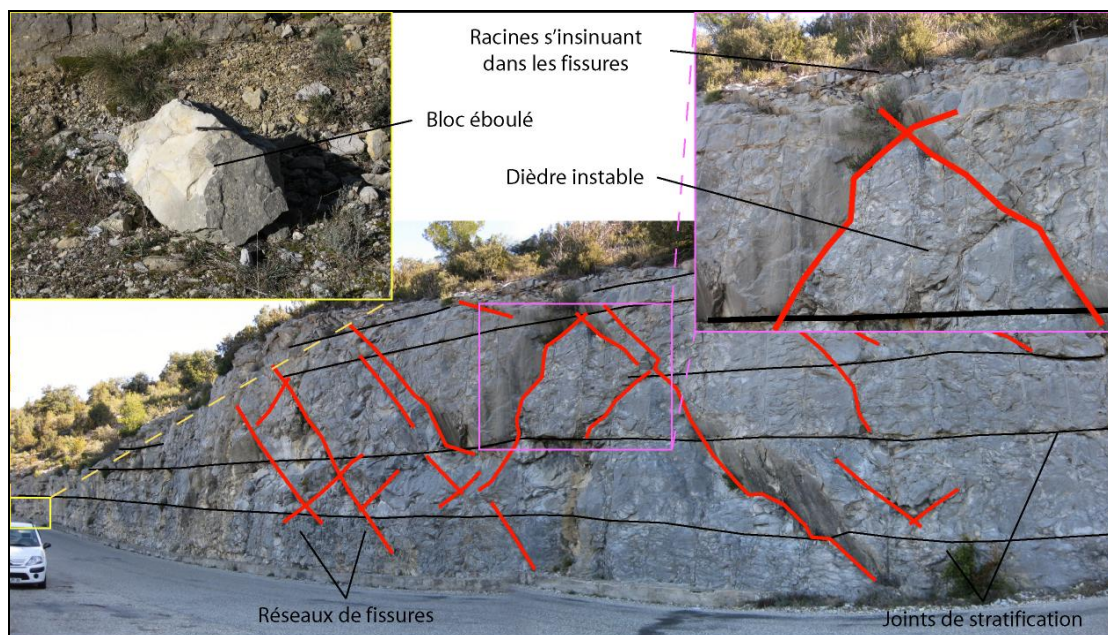


Figure 20 : Escarpement en bordure de la RD 315, au niveau du barrage (Site STEV01) [Source : IMS_{RN}]



Figure 21 : Tablier d'éboulis en bordure de la RD 315, au niveau du barrage (Site STEV01)
[Source : IMS_{RN}]

En dehors de ces secteurs, on retrouve des chutes de pierres au niveau des talus routiers lorsque la route entaille franchement la Formation de Valensole. Ces affleurements génèrent de manière régulière des pierres sous l'effet de la dégradation des terrains par l'eau et la végétation (racines s'insinuant dans le sol) [Fig. 22].

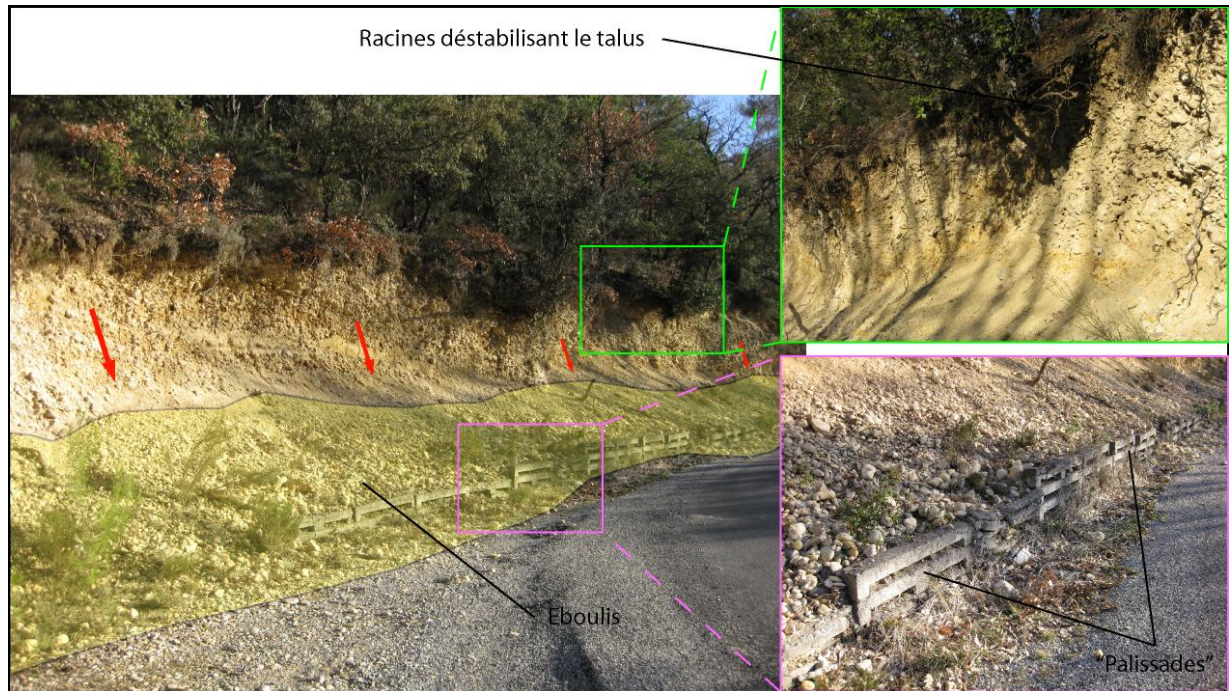


Figure 22 : Talus en bordure de la RD 215, entre le Marquis et Lauris (Site STEV03) [Source : IMS_{RN}]

Les feux de forêt susceptibles de se produire sur le territoire communal peuvent aggraver ce phénomène du fait de la destruction de la végétation (qui joue à la fois un rôle de stabilisation des terrains et un rôle d'écran en cas de chute de blocs).



IV.3.2.2. 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. 23 (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. 23 (B)].

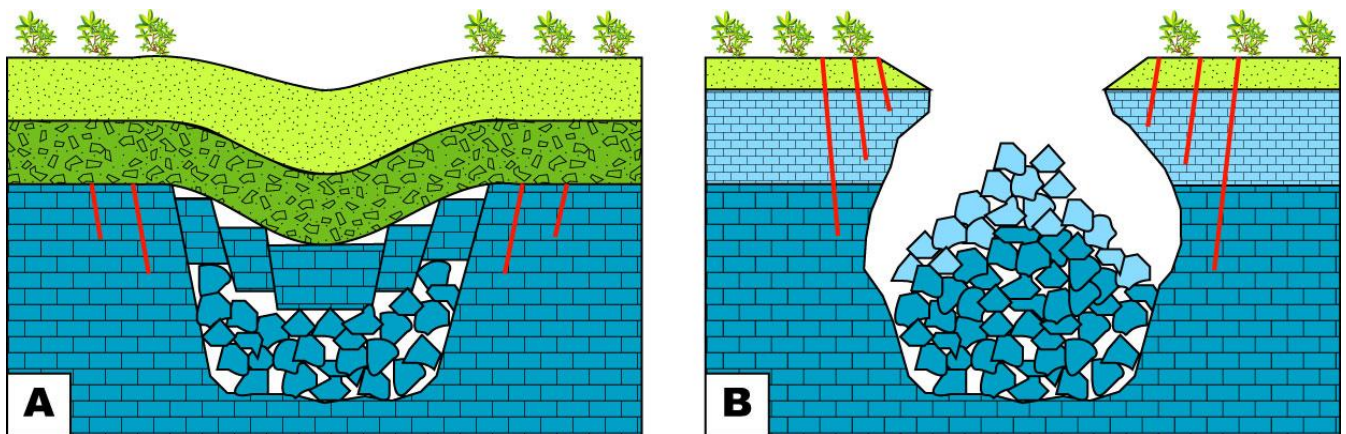


Figure 23 : Coupes schématiques [(A) Affaissement – (B) Effondrement] [Source : IMS_{RN}]

b) 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 région sud de la commune présente des potentialités moyennes à fortes à ces phénomènes. En effet, au sud de la commune affleurent les calcaires et dolomies jurassiques. Ces formations sont intensément fracturées et karstifiées. Ce qui se traduit par la présence de grottes, d'avens et de gouffres notamment au niveau des Basses Gorges du Verdon. La plus importante étant la Grotte aux chauves-souris [Fig. 24].

Cette grotte, située en rive droite du Verdon, se développe selon la direction Nord-Est, elle s'étend sur 80 m [Fig. 25]. Son entrée est noyée sur la moitié de sa hauteur et elle présente de nombreuses cloches.

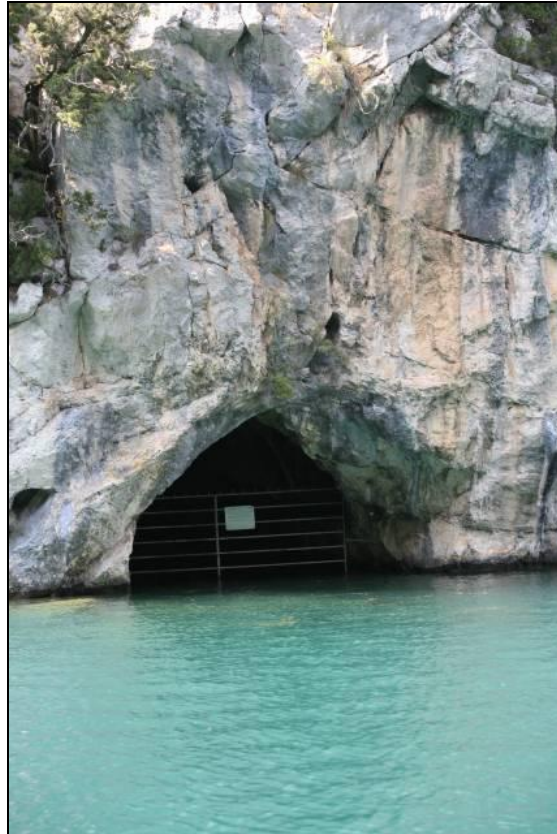


Figure 24 : Entrée de la Grotte aux chauves-souris [Source : www.laperleduverdon.fr]

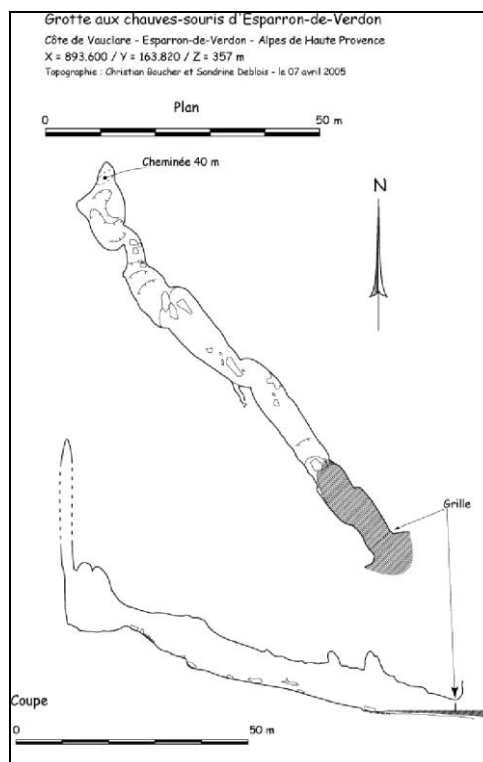


Figure 25 : Cartographie de la Grotte aux chauves-souris [Source : Rapport LIFE04NAT/FR/000080]



IV.3.2.3. Ravinement / Coulées boueuses

a) Généralités

Le ravinement est un phénomène d'érosion régressive, provoquant des entailles peu profondes dans le versant.

Le ravinement est engendré par un écoulement hydraulique superficiel. Il est directement lié à la lithologie, l'écoulement et la pente. Il faut savoir que l'action anthropique et la dévégétalisation peuvent jouer un rôle important dans l'apparition du ravinement.

b) Ravinement sur la zone d'étude

L'étude historique nous a permis d'identifier un événement directement lié au ravinement. Cependant, bien que n'étant pas mentionné, ce phénomène accompagne souvent les crues.

Certains travaux de réparation des routes, recensés dans les archives communales, sont sans doute liés à ce phénomène. Cependant, en l'absence d'informations plus précises nous avons choisi de ne pas les faire apparaître dans le tableau récapitulatif des archives.

Les principaux terrains touchés par le ravinement sont la Formation de Valensole [Fig. 26 et 27] et les marnes et marno-calcaires de l'Hauterivien [Fig. 28].

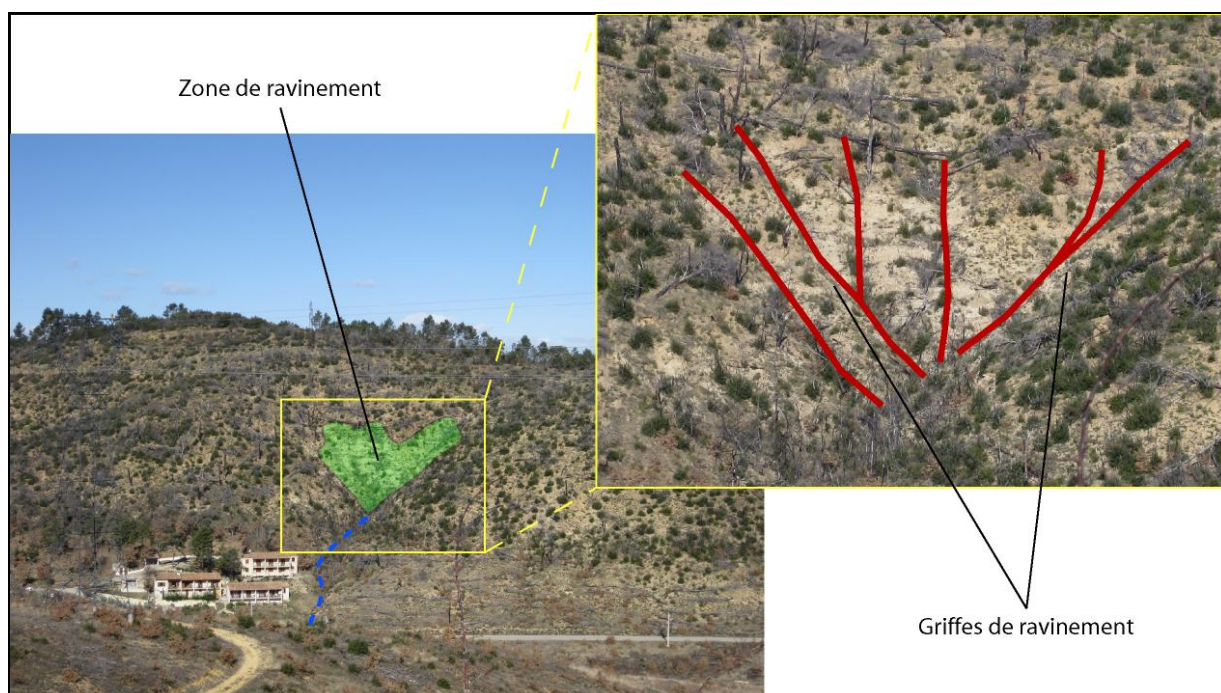


Figure 26 : Ravinement en amont des Cades (Site STEV02) [Source : IMS_{RN}]



Figure 27 : Ravinement dans le secteur des Quartons [Source : IMS_{RN}]



Figure 28 : Ravinement dans le secteur du barrage [Source : IMS_{RN}]



Les feux de forêt susceptibles de se produire sur le territoire communal peuvent aggraver le phénomène de ravinement du fait de la destruction de la végétation (qui participe à la stabilisation des terrains).

c) Coulées boueuses sur la zone d'étude

« La **coulée de boue** est un mouvement rapide d'une masse de matériaux remaniés, à forte teneur en eau et de consistance plus ou moins visqueuse. Elle prend fréquemment naissance dans la partie aval d'un glissement de terrain. » [Source : PPR – Risques de mouvements de terrain – Guide méthodologique – La Documentation française – 1999]

Lors d'épisode pluvieux importants, le ravinement s'accompagne souvent de coulées boueuses ; en effet la morphologie des zones ravinées a tendance à concentrer les écoulements.

Un arrêté de catastrophe naturelle a été déclaré le 2 décembre 1987 pour « inondations et coulées de boue », suite à de forts orages les 23 et 24 août 1987.

Les coulées de boue se produisent également en bordure des glissements de terrain ou dans leur partie aval, là où les terrains remaniés présentent une faible cohésion.

Les feux de forêt susceptibles de se produire sur le territoire communal peuvent aggraver ce phénomène du fait de la destruction de la végétation (qui participe à la stabilisation des terrains).



IV.3.2.4. Glissements de terrain

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

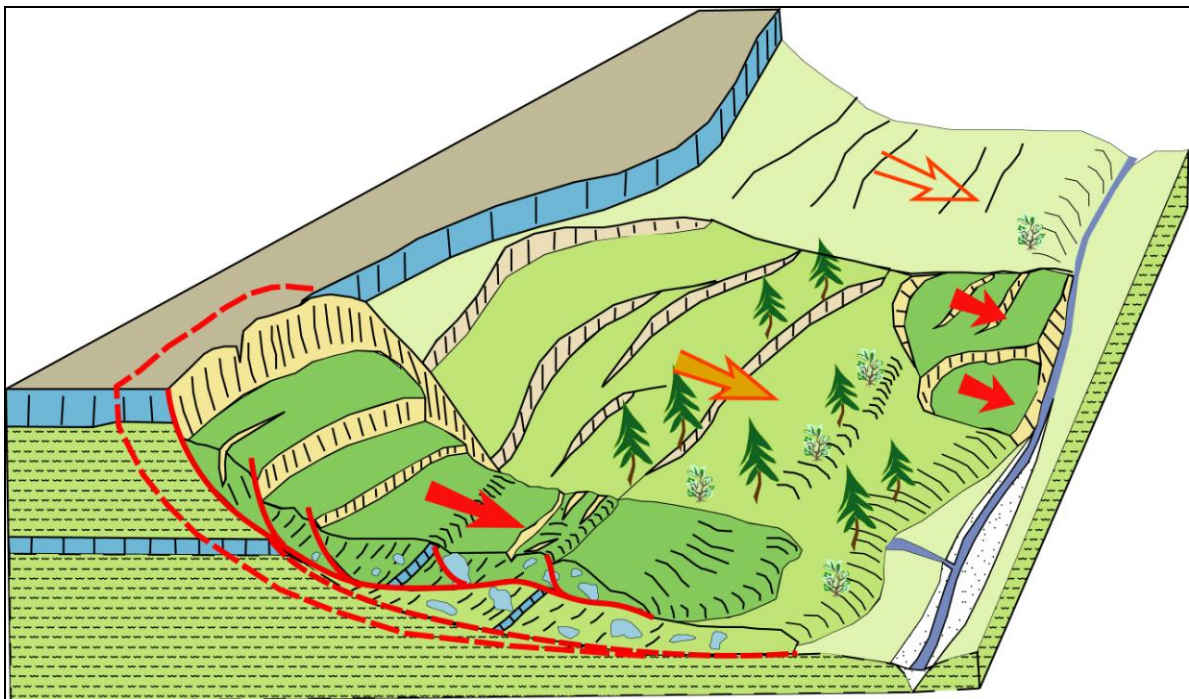


Figure 29 : Schéma type de glissement de terrain [Source : IMS_{RN}]

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).

b) Glissements de terrain sur la zone d'étude

L'étude historique ne nous a pas permis d'identifier d'événements directement liés aux glissements de terrain. Cependant lors de nos investigations de terrain, nous avons pu identifier des secteurs où le phénomène est présent.



En l'absence de formations véritablement propices à ce phénomène, les glissements clairement définis ne se rencontrent qu'en bordure des cours d'eau : il s'agit principalement d'érosions de berges.

Ainsi, dans le ravin d'Albosc, sous l'ancien cimetière, le cours d'eau (qui fait une courbe à cet endroit) entaille la rive droite de la terrasse alluviale, supprimant ainsi la butée de pied **[Fig. 30]**.

Nos visites sur le terrain nous ont permis de constater un grand nombre de désordres associés à ce mouvement. L'ancienne chapelle située en bordure du ravin présente une série de fissures verticales dont la largeur varie de 3 à 12 cm. On note également que la clé de voûte de la porte s'est affaissée. Tout ces indices sont le signe d'un mouvement d'extension du au glissement.

Une partie du mur de la chapelle est d'ailleurs tombé dans le ravin.

La végétation présente également des désordres (arbres penchés).

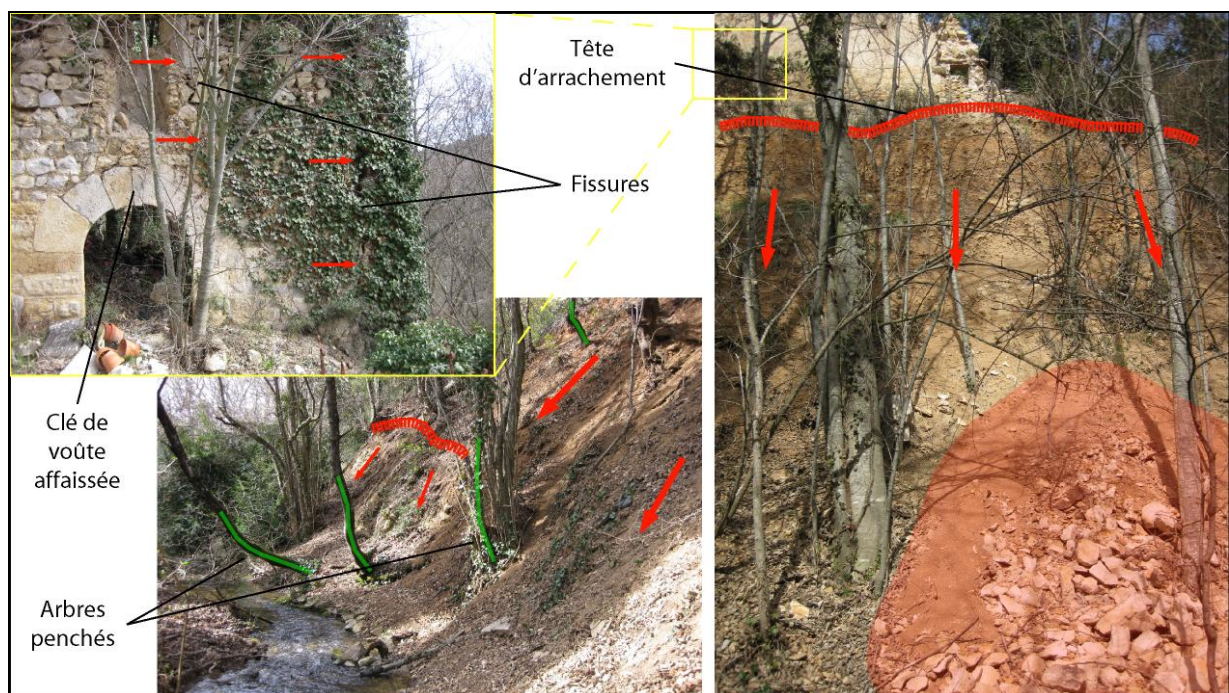


Figure 30 : Glissement en bordure du ravin d'Albosc, sous l'ancien cimetière (Site STEV04)
[Source : IMS_{RN}]

Nous avons également pu mettre en évidence un glissement dans les marnes de l'Hauterivien, en rive droite du ravin d'Albosc, au débouché sur le lac d'Esparron **[Fig. 31]**.

Le terrain présente une morphologie en marches d'escalier : zones d'arrachement plus ou moins bien définies. Le cours d'eau passant en pied érode le terrain et supprime progressivement la butée de pied.

De nombreux désordres sont associés à ce mouvement : une maison en tête de glissement est couverte de fissures et les arbres en contrebas sont tordus.

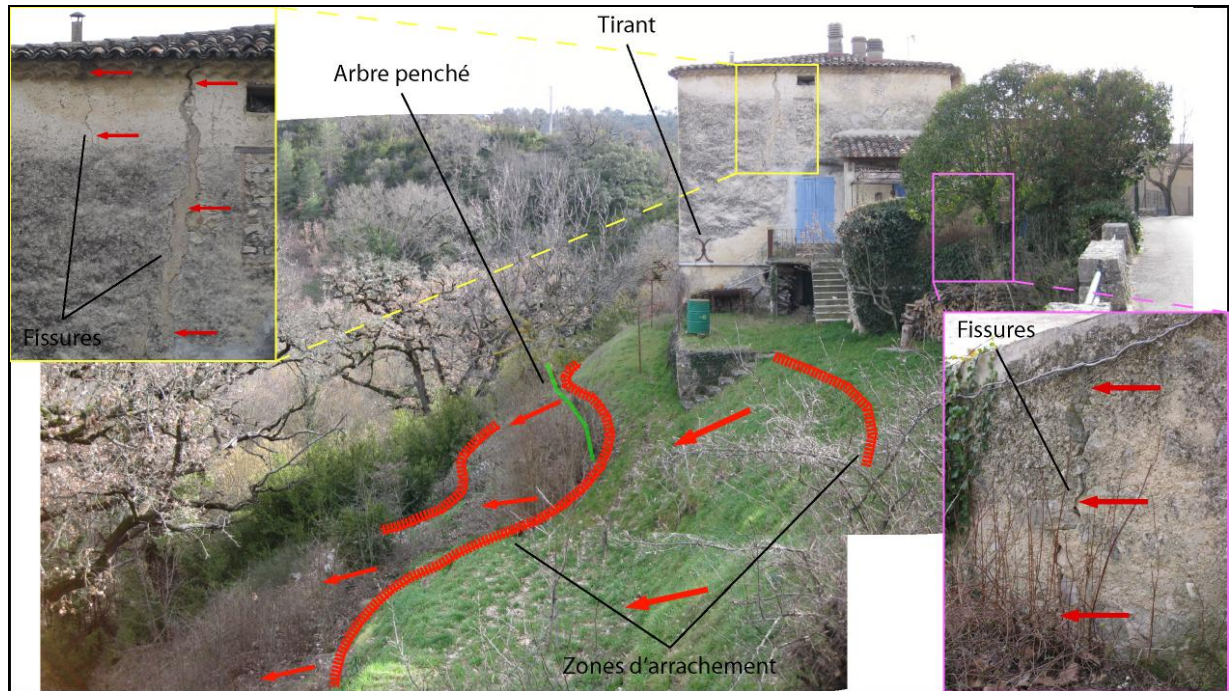


Figure 31 : Glissement en bordure du ravin d'Albiosc, au débouché sur le lac d'Esparron (Site STEV06) [Source : IMS_{RN}]

En dehors des bords de cours d'eau, des glissements se rencontrent dans les terrains marno-sableux (ensemble argilo-sableux Eocène et Formation de Valensole) là où les pentes sont assez importantes. En effet la présence de sable dans ces formations augmente le coefficient de friction, rendant ces terrains plus stables. Ces glissements sont superficiels.

Ainsi nous avons pu noter quelques désordres au niveau des talus routiers constitués de Formation de Valensole à dominante marno-sableuse **[Fig. 32]**.

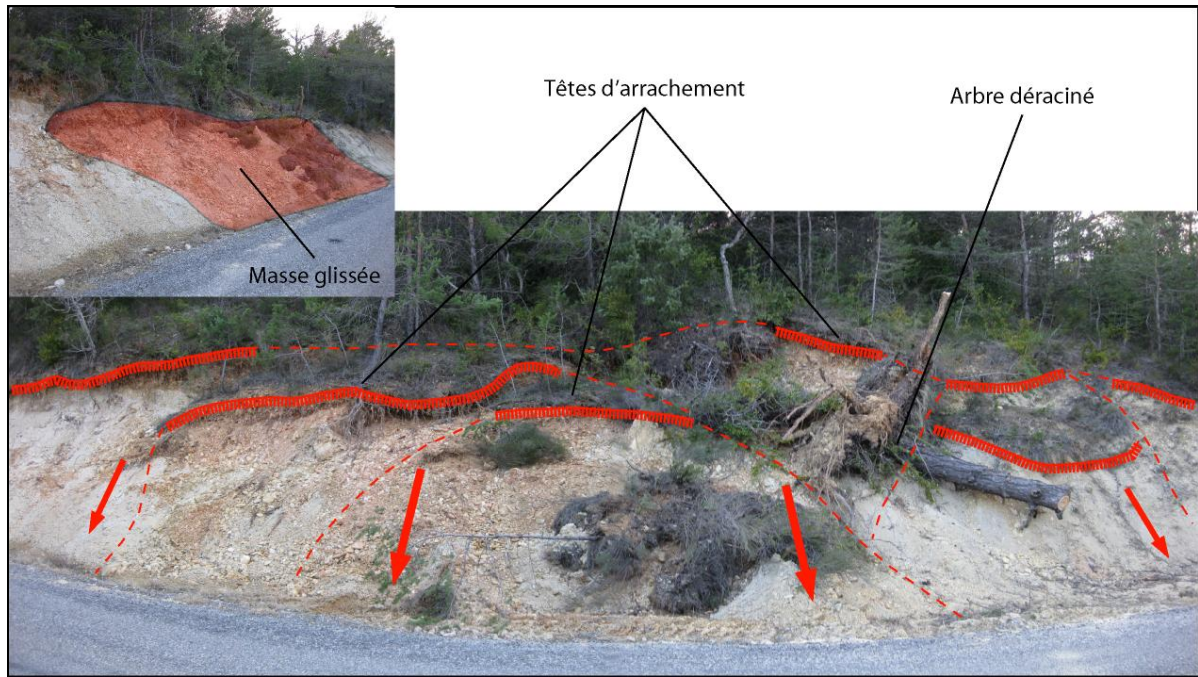


Figure 32 : Glissement en bordure de la route départementale, dans le secteur de la Grangeonne (Site STEV07) [Source : IMS_{RN}]

Dans le secteur du Chemin de la Tuilière, constitué par l'ensemble argilo-sableux de l'Eocène, on note la présence de désordres : murets bombés et arbres tordus **[Fig. 33]**. En revanche aucune fissure n'a été repérée sur les constructions.



Figure 33 : Mur bombé et arbres tordus dans le secteur du Chemin de la Tuilière [Source : IMS_{RN}]

Les feux de forêt susceptibles de se produire sur le territoire communal peuvent aggraver ce phénomène du fait de la destruction de la végétation (qui participe à la stabilisation des terrains).



IV.3.2.5. Retrait-gonflement des argiles

a) Généralités

Le retrait par dessiccation des sols argileux lors d'une sécheresse prononcée et/ou durable produit des déformations de la surface du sol (tassements différentiels).

Il peut être suivi de phénomènes de gonflement au fur et à mesure du rétablissement des conditions hydrogéologiques initiales ou plus rarement de phénomènes de fluage avec ramollissement [Fig. 34].

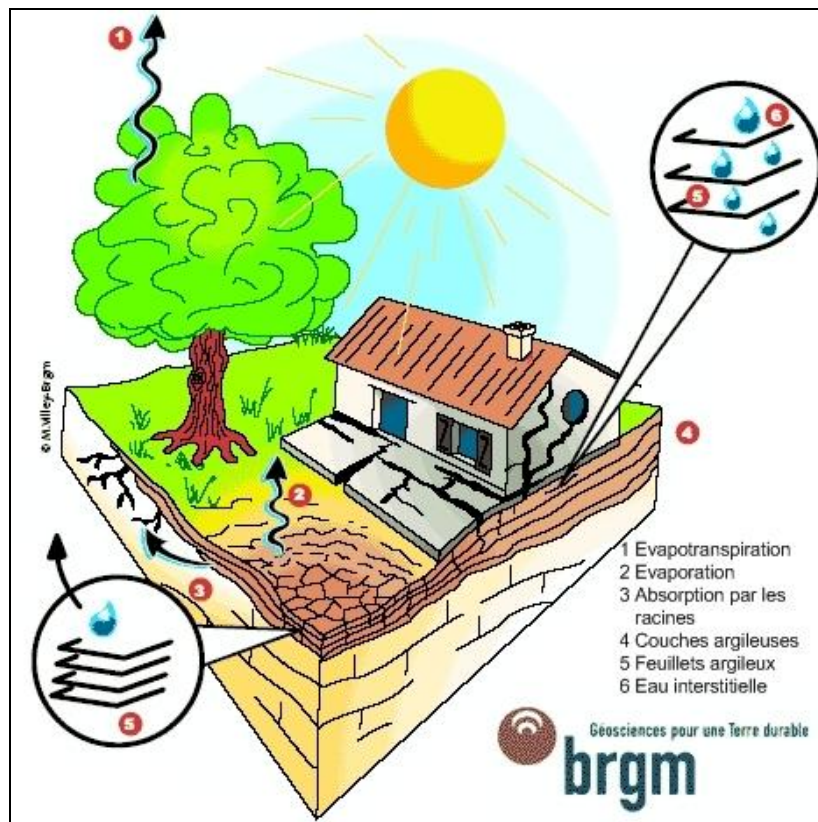


Figure 34 : Schématisation de la dessiccation des sols argileux en période sèche (source : BGRM)

La nature du sol est un élément prépondérant : les sols argileux sont *a priori* sensibles, mais en fait seuls certains types d'argiles donnent lieu à des variations de volume non négligeables. La présence d'arbres ou d'arbustes au voisinage des constructions constitue un facteur aggravant.

Une sécheresse durable ou simplement la succession de plusieurs années déficitaires en eau sont nécessaires pour voir apparaître ces phénomènes.

La lenteur et la faible amplitude des déformations rendent ces phénomènes sans danger pour l'homme, mais les dégâts aux constructions individuelles et ouvrages fondés superficiellement peuvent être très importants en cas de tassements différentiels.



b) Approche méthodologique

En 2006, le BRGM (Bureau de Recherche Géologique et Minière) a établi une cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles dans le département des Alpes-de-Haute-Provence. Aussi, la qualification et la cartographie des aléas en découlent directement de cette étude moyennant quelques vérifications et/ou adaptation d'échelle locale.

c) Retrait-gonflement sur la zone d'étude

Le phénomène de retrait-gonflement n'étant pas directement perceptible, on ne peut l'estimer qu'en fonction de la lithologie et des dégâts qu'il engendre.

Sur la commune d'Esparron-de-Verdon, bien qu'il n'y ait pas eu d'arrêt de catastrophe naturelle, consécutif à ce phénomène, on note la présence de désordres sur les constructions ; notamment dans les marno-calcaires de l'Hauterivien [Fig. 35 et 36] et dans les alluvions [Fig. 37].



Figure 35 : Fissures sur des maisons, secteur de la rue Sainte-Anne [Source : IMS_{RN}]

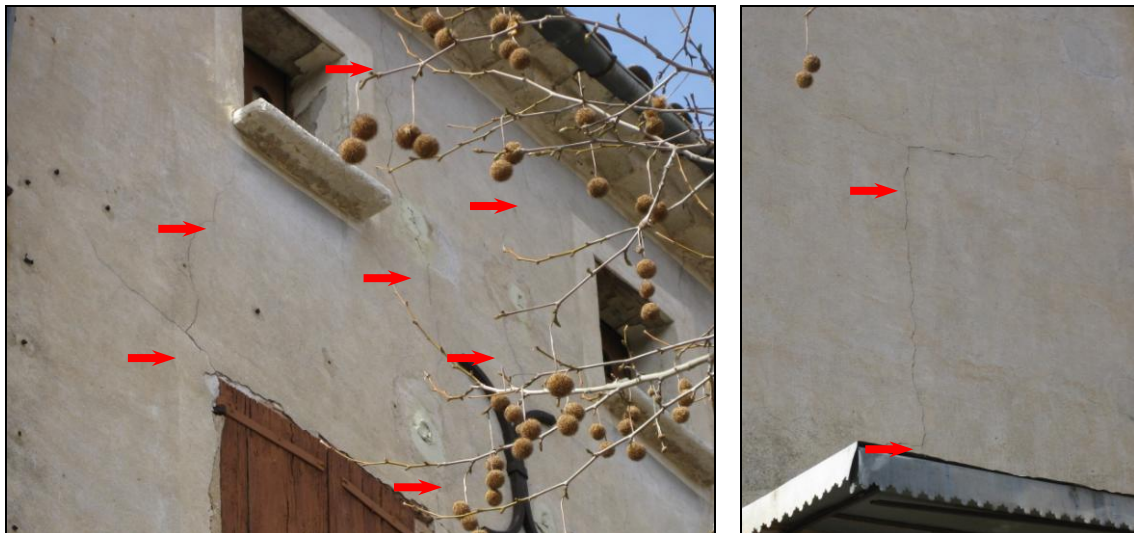


Figure 36 : Fissures sur des maisons, secteur de la rue Sainte-Anne [Source : IMS_{RN}]

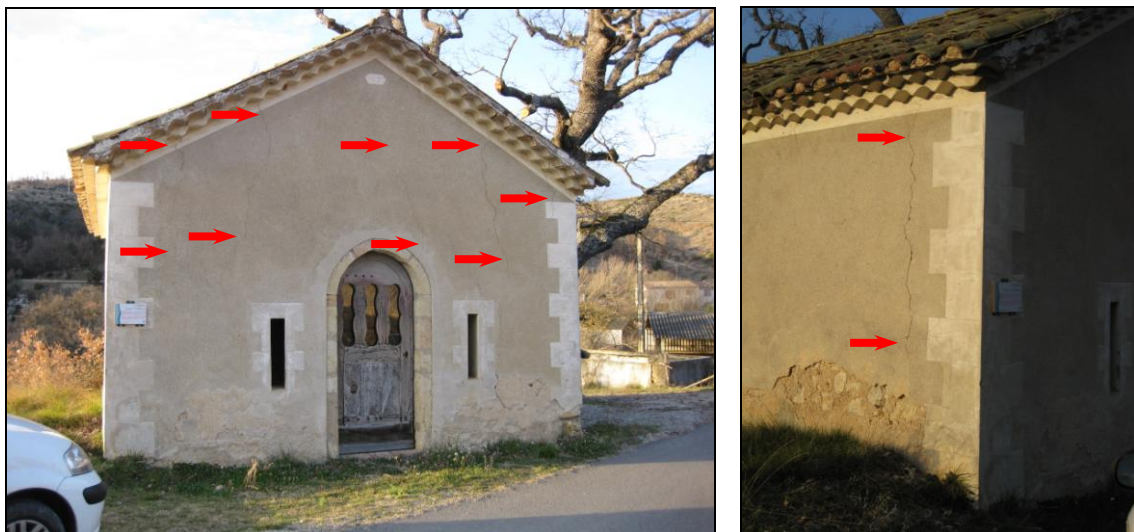


Figure 37 : Fissures sur la Chapelle Sainte-Madgeleine [Source : IMS_{RN}]

En dehors de ces terrains, c'est surtout la Formation de Valensole qui est sensible à ce phénomène.



IV.3.3. Fiches descriptives des mouvements de terrain

8 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. 38]. 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 Annexes : Fiches descriptives des mouvements de terrain].

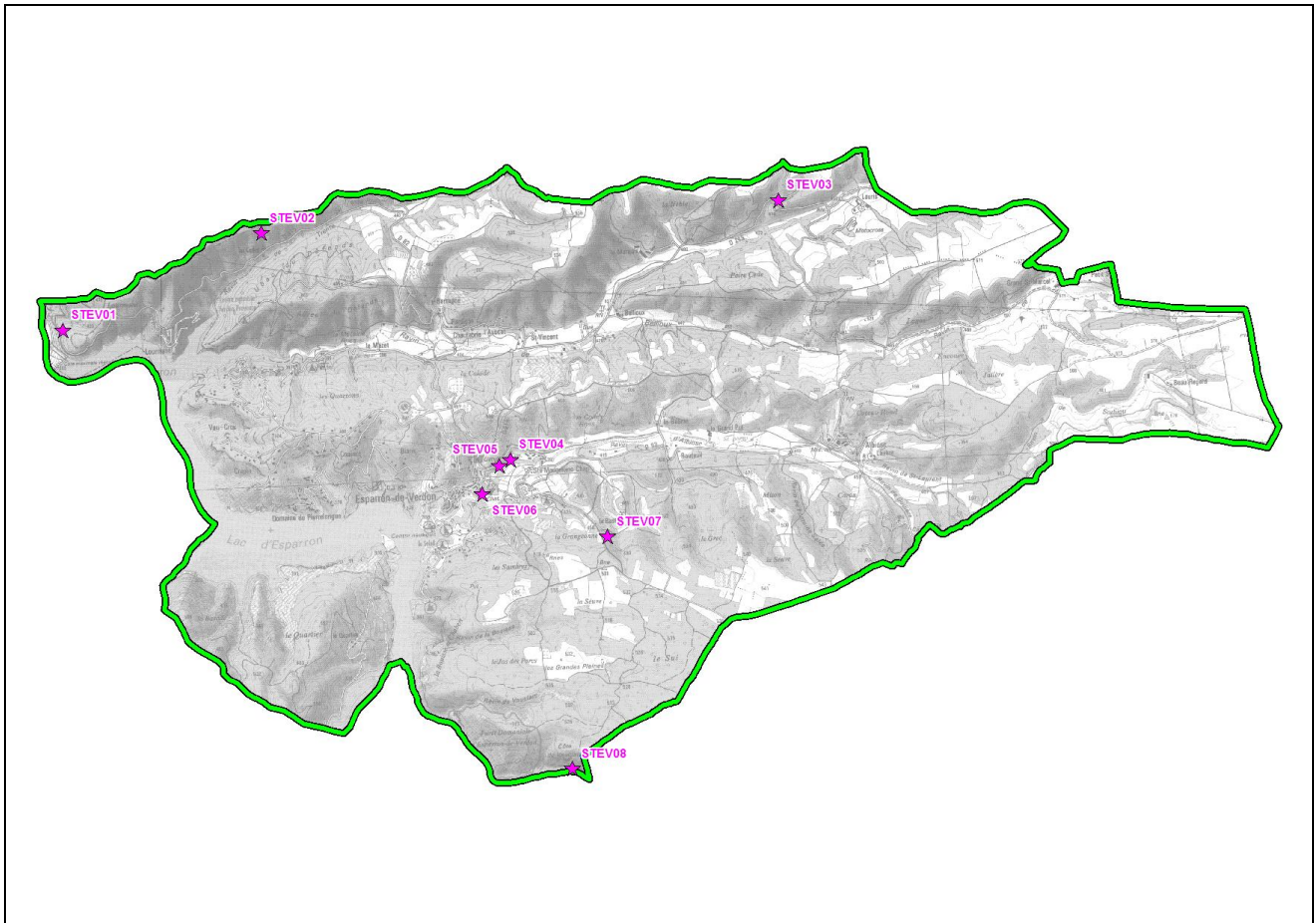


Figure 38 : Répartition géographique des sites représentatifs des phénomènes mouvements de terrain affectant la zone d'étude [Source : IMS_{RN}]

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_Esparron_de_Verdon.mdb » (*Microsoft Access Database*) ou « BDMVT_Esparron_de_Verdon.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.



IV.4. Connaissance et cartographie hydrogéomorphologique des phénomènes inondation et crues torrentielles

IV.4.1. 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 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, 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'Esparron-de-Verdon, 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 recueil de témoignages : manifestations des crues, niveaux atteints...



- l'analyse hydrogéomorphologique des zones inondables sur le Verdon, le ravin d'Albosc, le ravin de Bellioux, le ravin de Trente et 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 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 trait aux installations humaines (vulnérabilités, possibilités d'évacuation, type et capacité des ouvrages, ...) pouvant induire des modifications de l'intensité des aléas.

IV.4.2. Description du réseau hydrographique de la commune

IV.4.2.1. Le Verdon

Le Verdon prend naissance aux portes du parc national du Mercantour (massif des Trois Evêchés, 2572 m d'altitude) et se jette, après 175 Km, dans la Durance au niveau de Vinon-sur-Verdon, en aval d'Esparron-de-Verdon.

Il se divise en trois parties :

Haut Verdon : qui s'étend des sources à la retenue de Castillon ;

Moyen Verdon : qui s'étend de la retenue de Castillon à la sortie du Grand Canyon (pont de Galetas) ;

Bas Verdon : qui s'étend de la retenue de Sainte-Croix à sa confluence avec la Durance.

Les variations de débit observées à Vinon-sur-Verdon sont marquées par deux phases de crue : 30,9 m³/s pour le mois de novembre, et 47,5 m³/s au mois de mai, résultant du redoux printanier entraînant la fonte des neiges en altitude. La période estivale (de juillet à août) laisse place à la phase de décrue, avec des débits avoisinant les 10,2 m³/s [Fig. 39].

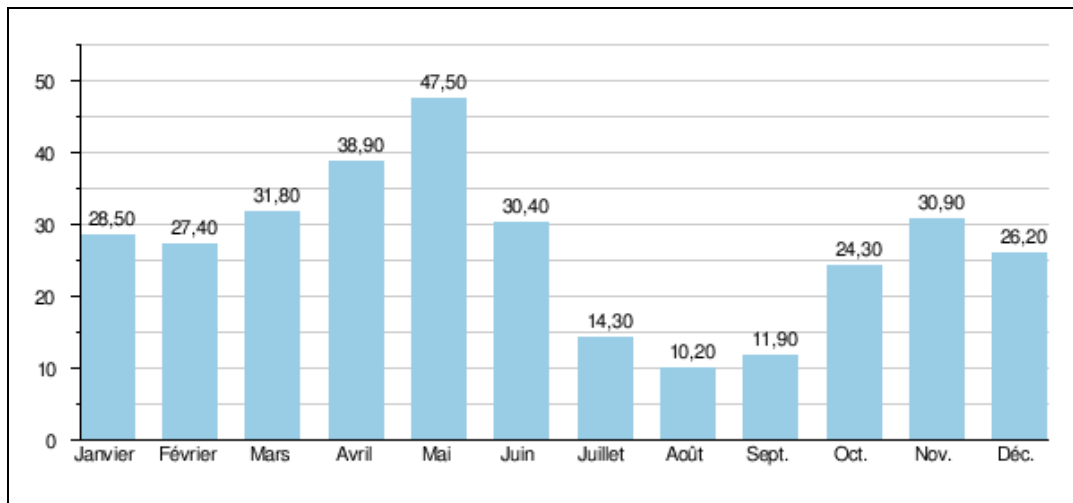


Figure 39 : Débit moyen mensuel (en m³/s) mesuré à la station hydrologique de Vinon-sur-Verdon - Données calculées sur 38 ans (1969-2006)

Le secteur d'Esparron-de-Verdon est représentatif des nombreuses installations hydrauliques mises en place sur le moyen et bas Verdon puisque le cours d'eau est stoppé par le barrage de Gréoux-les-Bains, pour former le lac d'Esparron **[Fig. 40 et 41]**. Ce barrage de type poids, construit à partir de 1963 et dont la mise en eau s'est achevée en 1967, permet la production d'électricité mais aussi l'alimentation en eau du canal de Provence.



Figure 40 : Lac d'Esparron, partie Nord [Source : IMS_{RN}]



Figure 41 : Barrage de Gréoux-les-Bains [Source : IMS_{RN}]

Dans ce lac confluent les trois principaux cours d'eau de la zone : les torrents d'Albosc, de Bellieux et de Trente.

IV.4.2.2. *Torrent d'Albosc*

Il prend naissance à l'extrémité Ouest du territoire communal et résulte de la confluence au niveau d'Albosc du ravin de Saint-Laurent (alimenté par les ravins de Sorbiou, de la Plaine, de Constansonne et de Mistral) et du ravin de Gudière. Tout au long de son parcours, il est alimenté par de petits ravins. Son lit est souvent encombré par la végétation.

Dans sa partie amont, il longe des champs en étant bien délimité par des talus plus ou moins importants [**Fig. 42 et 43**]. Juste avant Grand Pré, une station de pompage déverse de l'eau dans le torrent.



Figure 42 : Torrent d'Albosc, au niveau d'Albsioc [Source : IMS_{RN}]



Figure 43 : Torrent d'Albosc, au niveau de Grand Pré [Source : IMS_{RN}]

A partir de Grand Pré, il s'encaisse dans un ravin, plus ou moins large, de plusieurs mètres de profondeur [Fig. 44, 45 et 46].



Figure 44 : Torrent d'Albosc, au niveau de Grand Pré [Source : IMS_{RN}]



Figure 45 : Torrent d'Albosc, au niveau de Pigeonnier [Source : IMS_{RN}]



Figure 46 : Torrent d'Albosc, au niveau de l'ancien cimetière [Source : IMS_{RN}]

Au niveau d'Esparron-de-Verdon, le passage sous la RD 82 se fait par une buse de plusieurs mètres de diamètre **[Fig. 46 et 48]**. Elle remplace l'ancien pont, emporté par la crue de 1959. La structure initiale de celui-ci (formée de plusieurs arches) est encore visible **[Fig. 49]**.



Figure 47 : Torrent d'Albiosc, passage sous la RD 82 [Source : IMS_{RN}]



Figure 48 : Torrent d'Albiosc, passage sous la RD 82 [Source : IMS_{RN}]



Figure 49 : Torrent d'Albiosc, passage sous la RD 82 (détail d'une arche, désormais murée, de l'ancien pont) [Source : IMS_{RN}]

Le torrent d'Albiosc se jette ensuite dans le lac d'Esparron.

IV.4.2.3. *Torrent de Bellioux*

Il résulte de la confluence, à proximité du hameau du Bellioux, de deux torrents qui prennent naissance au Nord-Ouest du secteur étudié : ravins de Saint-Marcel et de Lauris **[Fig. 50]**. Dans leur partie amont, les torrents passent à travers champs, bordés par des talus plus ou moins nets. Les lits de ces torrents et de celui de Bellioux sont souvent encombrés par la végétation.



Figure 50 : Torrent de Lauris, au niveau de Marquis [Source : IMS_{RN}]

A partir de Bellioux, la vallée s'élargit [Fig. 51]. Le cours du torrent est alors moins bien défini et se perd par endroits [Fig. 52]. On le retrouve au niveau de Saint-Vincent [Fig. 53].



Figure 51 : Torrent de Bellioux, au niveau de Bellioux [Source : IMS_{RN}]



Figure 52 : Torrent de Bellioux, entre Bellioux et Saint-Vincent [Source : IMS_{RN}]



Figure 53 : Torrent de Bellioux, au niveau de Saint-Vincent [Source : IMS_{RN}]



A partir de Saint-Vincent, le cours d'eau est bien défini [Fig. 54, 55, 56 et 57].



Figure 54 : Torrent de Bellieux, passage sous la RD 82, au niveau de Chautabri [Source : IMS_{RN}]



Figure 55 : Torrent de Bellieux, après Chautabri [Source : IMS_{RN}]



Figure 56 : Torrent de Bellioux, après Chautabri [Source : IMS_{RN}]



Figure 57 : Torrent de Bellioux, après Chautabri [Source : IMS_{RN}]



Au niveau de Mazet, la vallée va s'encaisser jusqu'à rejoindre le lac d'Esparron.

IV.4.2.4. *Torrent de Trente*

Il prend naissance au Nord du territoire communal, dans le ravin de Paravis. Il passe entre les champs, bordé par des talus plus ou moins nets [**Fig. 58 et 59**].



Figure 58 : Torrent de Trente, au niveau des ruines de Trente [Source : IMS_{RN}]



Figure 59 : Torrent de Trente, au niveau des ruines de Trente [Source : IMS_{RN}]

A partir des Cades, il s'encaisse en passant dans les formations marno-calcaires de l'Hauterivien [Fig. 60]. Le torrent de Trente se jette ensuite dans le lac d'Esparron.



Figure 60 : Torrent de Trente, au niveau des Cades [Source : IMS_{RN}]



IV.4.3. 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

IV.4.3.1. 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.

b) Sources utilisées

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

- les chroniques et divers recueils, relatant des faits anciens ;
- des documents originaux décrivant les crues passées : rapports des Ponts et Chaussées, demandes de subventions des communes après inondations, ... ;



- les archives du service de Restauration des Terrains en Montagne (RTM) ;
- diverses études ;
- la presse locale pour des événements plus récents ;
- les témoignages de témoin des crues récentes (riverains, communes, ...).

Divers documents, telles que des anciennes cartes de relevé d'inondation (réalisés par les Ponts et Chaussées), nous ont été fournis par le Service du Développement et de l'Aménagement Durables – Pôle Prévention des Risques Naturels de la DDT des Alpes-de-Hautes-Provence.

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 du Verdon et de ses affluents (en particulier le Torrent d'Albiosc) 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** (terrains endommagés, ponts et routes emportées, ...).

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.

En conséquence de quoi, il n'a pas été possible de recueillir des témoignages mentionnant les débordements et les dégâts des crues du Verdon et de ses affluents en tous points de la commune.



d) Observations générales

- Les diverses informations récoltées ne comportent pas de descriptions précises de zone inondée. 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.
- D'après les archives **quatre grandes crues majeures** ressortent:
 - 2 novembre 1843 (1450 m³/s à Quinson)
 - 28 octobre 1882 (930 m³/s à Quinson)
 - 26 octobre 1886 (1020 m³/s à Quinson)
 - 5 novembre 1994 (1250 m³/s au barrage de Sainte-Croix)
- L'analyse globale des données répertoriées nous amène vers un premier découpage sectoriel. On distingue ainsi deux grands secteurs plus ou moins homogènes :
 - le Verdon
 - les torrents affluents du Verdon : Albiosc, Bellioux et Trente

Les crues sur la commune d'Esparron-de-Verdon affectent principalement :

- les ouvrages en bordure des torrents (routes départementales, ponts) ;
- les terres agricoles.

Cette typologie donne juste une vision générale de la manière dont les manifestations des crues du Verdon et de ses affluents au niveau d'Esparron-de-Verdon se répartissent.

e) Répartition et localisation des événements

Le tableau situé plus haut reprend les manifestations du Verdon et de ses affluents répertoriées depuis le XVI^{ième} siècle. Il est à la base de la cartographie des crues historiques. Il nous permet en outre d'analyser la fréquence des crues et de mieux connaître leur fonctionnement et leur intensité par secteur où elles se sont manifestées.

D'une part, on constate que

- peu d'éléments précis apparaissent dans les archives sur les événements de crues avant le XIX^{ième} siècle ;
- au XIX^{ième} siècle, on note une fréquence assez importante des crues du Verdon et qui se manifestent généralement en fin d'année ;
- la fréquence des crues du Verdon semble diminuer au début du XX^{ième} siècle ;
- depuis les années 30, date à partir de laquelle sont construits les aménagements hydrauliques, les crues du Verdon s'espacent très nettement mais on remarque quelques crues sur ses affluents.



▪ **Cas particulier de la crue de novembre 1994**

Les renseignements récoltés concernant la crue du 5 novembre 1994 mettent en évidence les éléments suivants :

- c'est la plus forte crue du Verdon depuis la mise en service des aménagements hydrauliques ;
- les études ont permis de mettre en évidence une période de retour centennal pour cette crue
- la RD 315 a été en partie détruite

Le débit du Verdon, relevé par EDF, en aval du barrage de Gréoux-les-Bains était de 1000 m³/s.

f) Expérience acquise de l'analyse historique

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

- Les torrents affluents du Verdon sont source de problème en terme d'inondation et engendre des dégâts sur les terrains environnants.
- Les crues les plus récentes se sont manifestées localement et ont peu marqué les esprits.
- Les dégâts observés concernent essentiellement des ouvrages (rupture de pont, routes dégradées), et 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 ?



IV.4.4. La cartographie hydrogéomorphologique des zones inondables

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

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

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

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

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

L'analyse géomorphologique a pour but de déterminer les zones inondables des cours d'eau. Elle se traduit par une cartographie fine de la morphologie de la plaine alluviale, permettant de positionner spatialement les structures morphologiques (talus et micro-talus) et les unités spatiales délimitées par ces structures (lits mineur, espace de mobilité du lit mineur (lit moyen) et majeur) correspondant chacune à un niveau de débit, donc de fréquence, donné (crues fréquentes, rares et exceptionnelles) [Fig. 61].

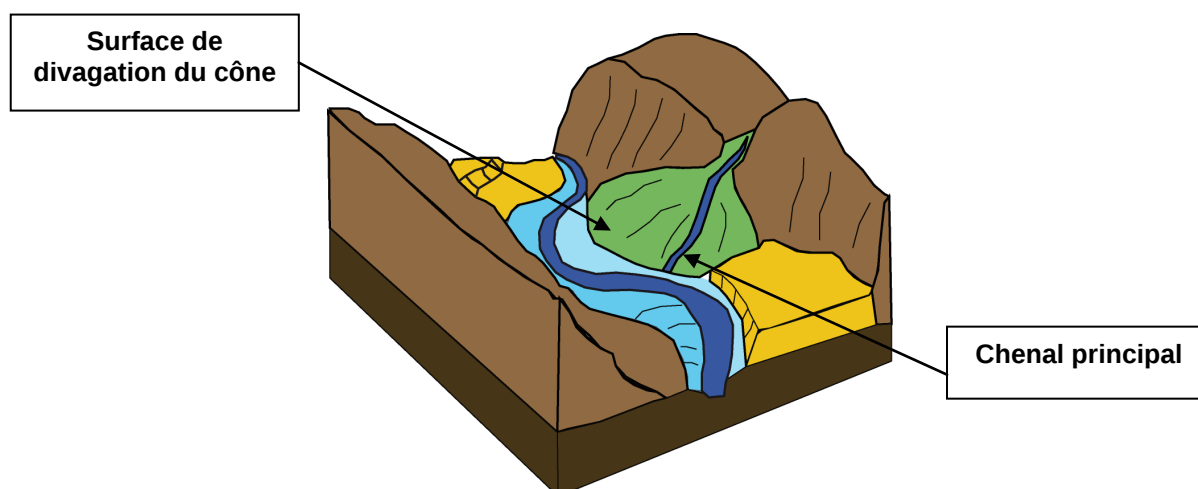


Figure 61 : Structures morphologiques d'un cours d'eau [Source : IMS_{RN}]



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.



V. Qualification et cartographie des aléas

V.1. Qualification et cartographie des aléas Mouvements de terrain

V.1.1. 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.1.2. 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.1.3. 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, ...

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.1.4. 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]**.

		NATURE DU MOUVEMENT				
		Affaissements / Effondrements	Eboulements / Chutes de blocs et de pierres	Glissements de terrain	Ravinement	Retrait-gonflement des argiles
DEGRES D'ALEA	Fort	F3	P3	G3	E3	R3
	Moyen	F2	P2	G2	E2	R2
	Faible	F1	P1	G1	E1	R1
	Nul	F0	P0	G0	E0	R0

Tableau 3 : Echelle de gradation de l'aléa Mouvements de terrain [Source : IMS_{RN}]

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.1.4.1. 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. 5].

		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 4 : Echelle de gradation de l'aléa Affaissement / Effondrement [Source : IMS_{RN}]



V.1.4.2. L'aléa Eboulements / Chutes de blocs et de pierres

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

Tableau 5 : Echelle de gradation de l'aléa Eboulements / Chutes de blocs [Source : IMS_{RN}]



V.1.4.3. L'aléa Glissements de terrain

Aléa	Indice	Critères
Fort	G3	- 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	- Situation géologique identique à celle d'un glissement actif et dans les <u>pent</u> <u>fortes à moyennes</u> (35° à 10°) avec <u>peu d'indices de mouvement</u> (indices estompés). - Topographie <u>légèrement déformée</u> (mamelonnée liée à du fluage). - Glissements et/ou coulées boueuses <u>fossiles</u> dans les <u>pent</u> <u>fortes à moyennes</u> (35° à 10°). - Glissement actif dans les pentes faibles (< 10° ou inférieure à l'angle de frottement interne des matériaux ϕ du terrain instable) avec pressions artésiennes. Ces zones présentent une probabilité d'apparition de glissement de faible ampleur moyenne, mais qui peut devenir forte sous l'action anthropique (surcharge, route, terrassement). La probabilité d'apparition de mouvement de grande ampleur reste faible.
Faible	G1	- Glissements fossiles dans les pentes faibles (< 10° ou inférieure à l'angle de frottement interne des matériaux ϕ du terrain instable). - Glissements potentiels (pas d'indice de mouvement) dans les pentes moyennes à faibles (à titre indicatif : 10 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

Tableau 6 : Echelle de gradation de l'aléa Glissements de terrain [Source : IMS_{RN}]



V.1.4.4. **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 7 : Echelle de gradation de l'aléa Ravinement [Source : IMS_{RN}]



V.1.4.5. **L'aléa Retrait-gonflement des argiles**

L'aléa retrait-gonflement a été délimité à partir des résultats cartographiques de l'étude BRGM « Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles dans le département des Alpes de Haute Provence » (Rapport RP-54213-FR).

L'aléa Retrait-gonflement des argiles est par définition, la probabilité d'occurrence du phénomène. Le niveau d'aléa ici évalué de manière purement qualitative, pour chaque formation argileuse ou marneuse, en combinant la susceptibilité (selon trois critères : lithologique, minéralogique et géotechnique) et la densité de sinistres ; en accordant, conformément à la méthodologie déclinée au plan national, deux fois plus de poids à l'indice de susceptibilité qu'à la note de densité de sinistres

Les formations sont ensuite hiérarchisées en trois niveaux d'aléas (faible, moyen et fort).

		Retrait-gonflement
DEGRES D'ALEA	Fort	R3
	Moyen	R2
	Faible	R1
	Nul	R0

Tableau 8 : Echelle de gradation de l'aléa Retrait-gonflement des argiles [Source : IMS_{RN}]



V.2. Qualification et cartographie de l'aléa Crues torrentielles

V.2.1. Principes de qualification de l'aléa

L'objectif du travail réalisé est de parvenir, à terme, à l'établissement du zonage et du règlement destinés à statuer sur le droit à la construction sur la commune d'Esparron-de-Verdon.

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 et analyse du fonctionnement « naturel » des lits d'inondation des torrents d'Albosc, de Bellieux et de Trente et de leurs 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 permet de définir les aléas inondation tels que présentés sur la cartographie des aléas.

Leur définition intègre en outre **l'ensemble des observations ayant pu être effectuées sur le terrain** : singularités de la vallée et autres cas particuliers ayant trait aux installations humaines (vulnérabilités, possibilités d'évacuation, ...) 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 Esparron-de-Verdon.

V.2.1.1. Le fonctionnement « naturel » des cours d'eau (niveau 1)

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.

Le tableau ci-dessous synthétise la qualification du premier niveau d'aléa basé sur l'interprétation en terme d'aléa de la cartographie hydrogéomorphologique [Tab. 9].

ALEAS 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 mètre)	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 [Source : IMS_{RN}]



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.**

V.2.1.2. Incidence des aménagements anthropiques

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

▪ Les remblais transversaux

Il 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.



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

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

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



V.2.2. Synthèse sur la qualification de l'aléa torrentiel sur la commune d'Esparron-de-Verdon

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 - 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), - 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 - Zone de ruissellement diffus par débordement, éloignée du lit mineur.
Nul	- Zone non concernée par des inondations liées au des cours d'eau¹

Tableau 10 : Echelle de gradation de l'aléa Crues torrentielles [Source : IMS_{RN}]

¹ Cette indication n'exclut pas que certains secteurs (urbains notamment) peuvent être affectés par des inondations liées au ruissellement urbain, dont les causes sont à rechercher par une organisation insuffisante des dispositifs d'évacuation des eaux pluviales (et non des cours d'eau et ruisseaux). Il s'agit alors d'une problématique strictement pluviale, non concernée par le PPR.



V.3. Remarques sur la précision de la cartographie de l'aléa Crues torrentielles

Il est à noter que la précision des reports et des tracés est celle de l'analyse stéréoscopique et celle du support de restitution, soit le 1/25 000 de l'IGN (échelle préconisée dans la méthodologie des PPR inondation).

Des zooms sont réalisés à l'échelle du cadastre sur les secteurs urbains, où la quantité d'information ne permet plus une bonne lisibilité sur fond IGN.

Toutefois, ce premier report a été fait sans modification des tracés d'origine réalisés au 1/25 000. Quelques imprécisions peuvent alors localement exister (tracé approximatif, à une ou deux dizaines de mètres près).

C'est lors de la transposition de la cartographie sur fond cadastral nécessaire à la réalisation du plan de zonage, base du règlement, que seront précisément, à l'échelle de la parcelle, tracées ces limites.



V.4. 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).

On en résume ci-après les principaux éléments.

Si l'on excepte le retrait-gonflement, seulement 20% du territoire communal est exposé à un aléa moyen à fort mouvement de terrain et crues torrentielles.

V.4.1. L'aléa Eboulements / Chutes de blocs et de pierres

L'aléa Eboulements / Chutes de blocs et de pierres est faiblement présent sur le territoire communal. On le trouve essentiellement sur les reliefs calcaires Jurassique et les marno-calcaires Hauterivien (Crétacé inf.), aux abords du Lac d'Esparron.

On retrouve également cet aléa, de manière extrêmement localisée, dans les parties plus consolidées de la formation de Valensole (Mio-Pliocène).

Son intensité varie de faible à forte.

V.4.2. L'aléa Affaissement / Effondrement

L'aléa Affaissement / Effondrement est faiblement présent sur le territoire communal. On le trouve essentiellement sur les reliefs calcaires Jurassique, au Sud du lac d'Esparron et dans les Basses Gorges du Verdon.

On le retrouve également dans les marno-calcaires au niveau du barrage de Gréoux-les-Bains.

V.4.3. L'aléa Ravinement

L'aléa Ravinement est moyennement présent sur le territoire communal. On le trouve essentiellement dans les talwegs entaillant la formation de Valensole (Mio-Pliocène). Son intensité varie de faible à moyenne.

V.4.4. L'aléa Glissements de terrain

L'aléa Glissements de terrain est faiblement présent sur le territoire communal. On le trouve sur les berges du Torrent d'Albosc, où l'intensité varie de moyenne à forte.

On le retrouve également dans les argiles sableuses Eocène, dans les secteurs du Chemin de la Tuilière et du Quartier. L'intensité est faible.



V.4.5. L'aléa Crues torrentielles

L'aléa Crues torrentielles est très localisé. Il concerne essentiellement les torrents d'Albosc, de Bellioux et de Trente.



VI. PRINCIPAUX ENJEUX ET VULNERABILITE

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 sur l'ensemble du territoire communal (avec des zooms au 1/5 000 et au 1/2 500). Conformément aux principes des guides méthodologiques nationaux elle présente successivement :

VI.1. Synthèse de l'occupation du sol :

Celle-ci a été élaborée à partir des documents d'urbanisme actuels (PLU en cours d'élaboration) 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 d'habitat ancien aggloméré des zones d'habitat plus diffus.

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, ...).

VI.2. 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 recevant du public, principalement regroupés dans le village d'Esparron-de-Verdon, est peu concernée par l'un ou l'autre des aléas étudiés.

En ce qui concerne les zones urbanisées, elles sont implantées majoritairement en dehors des secteurs d'aléa mouvement de terrain moyen ou fort.

Seuls exceptions à cela : les habitations en bordure du chemin de Tuilières qui se situent en aval d'un escarpement donc soumis à un aléa éboulements / chutes de blocs et de pierres.

Pour l'aléa crue torrentielle, on ne recense que quelques constructions exposées : au niveau des Cades (torrent de Trente), dans le secteur de Saint-Vincent (torrent de Bellieux), secteur du Pigeonnier (torrent d'Albiosc), ...

Certains cours d'eau peuvent engendrer des dégâts ponctuels sur les voies de communication qu'ils recoupent.

En ce qui concerne les zones futures d'urbanisation, elles ne sont pas situées dans des zones d'aléa moyen ni fort.



VII. LE ZONAGE DU PPR

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

C'est le croisement entre les aléas (mouvements de terrain et crue torrentielle) 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 1/5 000, 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.

VII.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 (DDT 04, 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 **[Tab. 11 et 12]** :

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'ALEA	CONTRAINTE CORRESPONDANTE						
	Types d'aléas	Mouvements de terrain					Inondation / Crues torrentielles
		Affaissements / Effondrements (F)	Eboulements / Chutes de blocs ou de pierres (P)	Glissements de terrain (G)	Ravinement (E)	Retrait-gonflement des argiles (R)	Crues torrentielles (T)
Aléa fort (3)		Zone inconstructible	Zone inconstructible	Zone inconstructible	Zone inconstructible	Zone constructible sous conditions	Zone inconstructible
Aléa moyen (2)		Zone inconstructible	Zone inconstructible	Zone inconstructible	Zone inconstructible	Zone constructible sous conditions	Zone inconstructible
Aléa faible (1)		Zone constructible sous conditions	Zone constructible sous conditions	Zone constructible sous conditions	Zone constructible sous conditions	Zone constructible sous conditions	Zone constructible sous conditions
Aléa nul à inexistant en l'état actuel des connaissances		Zone sans contrainte spécifique	Zone sans contrainte spécifique	Zone sans contrainte spécifique	Zone sans contrainte spécifique	Zone sans contrainte spécifique	Zone sans contrainte spécifique

Tableau 11 : Principe du zonage en zone naturelle – Croisement entre les enjeux et les aléas [Source : IMS_{RN}]



NIVEAU D'ALEA	CONTRAINTE CORRESPONDANTE						
	Types d'aléas	Mouvements de terrain					Inondation / Crues torrentielles
		Affaissements / Effondrements (F)	Eboulements / Chutes de blocs ou de pierres (P)	Glissements de terrain (G)	Ravinement (E)	Retrait-gonflement des argiles (R)	Crues torrentielles (T)
Aléa fort (3)		Zone inconstructible	Zone inconstructible	Zone inconstructible	Zone inconstructible	Zone constructible sous conditions	Zone inconstructible
Aléa moyen (2)		Zone constructible sous conditions	Zone inconstructible	Zone constructible sous conditions	Zone constructible sous conditions	Zone constructible sous conditions	Zone constructible sous conditions
Aléa faible (1)		Zone constructible sous conditions	Zone constructible sous conditions	Zone constructible sous conditions	Zone constructible sous conditions	Zone constructible sous conditions	Zone constructible sous conditions
Aléa nul à inexistant en l'état actuel des connaissances		Zone sans contrainte spécifique	Zone sans contrainte spécifique	Zone sans contrainte spécifique	Zone sans contrainte spécifique	Zone sans contrainte spécifique	Zone sans contrainte spécifique

Tableau 12 : Principe du zonage en zone urbanisée ou d'urbanisation future – Croisement entre les enjeux et les aléas [Source : IMS_{RN}]



Le zonage réglementaire définit :

- Une **zone inconstructible**¹, appelée zone "**rouge**" (**R**) qui regroupe les zones d'aléa fort, et certaines zones d'aléa moyen [**Voir tableaux 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**¹ **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 tableaux 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.

¹ 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.



VII.2. Nature des mesures réglementaires

VII.2.1. Bases légales

La nature des mesures réglementaires applicables est, rappelons-le, définie par loi N° 2004-811 du 13 août 2004 relatif aux Plans de Prévention des Risques naturels prévisibles.

VII.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 leurs 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).

VII.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, ...), leur entretien peuvent être à la charge de la commune, ou de groupement de propriétaires, d'usagers ou d'exploitants.



BIBLIOGRAPHIE

- Carte BRGM – N° 969 – MANOSQUE – 1/50 000
- Carte BRGM – N° 996 – TAVERNES – 1/50 000
- Photos aériennes, noir et blanc :
 - Campagne 1973 : n° 6 à 9
 - Campagne 1982 : n° 1675 à 1682
- Photos aériennes, couleur :
 - Campagne 2000 : n° 601 à 609 et n° 527 à 530
- PPR – Guide général – Guide méthodologique – La Documentation française – 1999
- PPR – Risques de mouvements de terrain – Guide méthodologique – La Documentation française – 1999
- PPR – Risques d'inondation – Guide méthodologique – La Documentation française – 1999
- Elaboration du PLU de la commune d'Esparron-de-Verdon – Projet d'Aménagement et de Développement Durable (PADD) – Cabinet Architecte-Urbanisme KUB – Juin 2008
- **MARCOT N., GONZALEZ G.** avec la collaboration de BELOTTI A. et G.-H. DUCREUX (2006) – Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles dans le département des Alpes de Haute Provence. Rapport BRGM/RP-54213-FR, 203 p., 45 illustrations, 6 annexes et 3 cartes hors-texte.
- **QUEKENBORN D., DEBLOIS S., BOUQUIER L.** (2006) – Rapport d'étude des territoires de chasse du Murin de Capaccini (*Myotis Capaccini*) en période de gestation dans le Verdon – Rapport : LIFE04NAT/FR/000080
- Parc naturel régional du Verdon – Vers un Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux sur le bassin versant du Verdon – Dossier préliminaire – Juin 1999
- www.geoportail.fr
- www.valensole.fr
- www.laperleduverdon.fr



ANNEXES



ANNEXE 1 : FICHES DESCRIPTIVES DES MOUVEMENTS DE TERRAIN



ANNEXE 2 : ARRETE PREFECTORAL DE PRESCRIPTION DU PPR



ANNEXE 3 : ARRETE PREFECTORAL D'APPROBATION DU PPR