

PLAN DE PREVENTION DES RISQUES NATURELS DE LA COMMUNE DE VOLX



Liberté • Égalité • Fraternité

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

direction
départementale
de l'Équipement
Alpes de Haute
Provence



Rapport de Présentation

Vu pour être annexé à l'arrêté préfectoral N°2008-2383 du 18 septembre 2008

Octobre 2008

**PLAN DE PREVENTION DES RISQUES NATURELS
DE LA COMMUNE DE VOLX**

Rapport de Présentation

Vu pour être annexé à l'arrêté préfectoral N°2008-2383 du 18 septembre 2008

Sommaire

I.	Préambule _____	5
II.	Aspects réglementaires et délimitation du Plan de Prévention des Risques naturels prévisibles _____	6
II.1.	Réglementation _____	6
II.2.	Objet du PPR _____	7
II.3.	Procédure d'élaboration du PPR _____	7
II.4.	Aire d'étude et contenu du PPR _____	8
II.5.	Opposabilité _____	10
III.	Présentation de la commune de Volx et de son environnement _____	11
III.1.	Cadre géographique _____	11
III.1.1.	Localisation de la commune _____	11
III.1.2.	Occupation du territoire _____	11
III.2.	Contexte morphologique, géologique et hydrogéologique _____	13
III.2.1.	Géomorphologie _____	13
III.2.2.	Géologie _____	15
III.2.3.	Climat _____	27
III.2.4.	Hydrogéologie _____	28
III.2.5.	Les cours d'eau _____	28
IV.	Les Aléas mouvement de terrain: connaissance des phénomènes fossiles, historiques et actifs _____	30
IV.1.	Méthodologie _____	30
IV.2.	Connaissance et cartographie informative des phénomènes naturels _____	32
IV.3.	Description des phénomènes mouvements de terrain affectant la commune _____	34
IV.3.1.	Eboulement / chute de blocs _____	36
IV.4.	Fiches descriptives des mouvements de terrain affectant la commune _____	48
V.	Qualification et cartographie des aléas Mouvement de terrain _____	64
V.1.	Définition de l'aléa mouvements de terrain _____	64
V.2.	Démarche _____	65
V.3.	Définition des degrés d'aléa et zonage _____	65
V.4.	Définition des aléas par phénomène naturel _____	67
V.4.1.	L'aléa éboulements/chutes de blocs et de pierres _____	69
V.4.2.	L'aléa glissement de terrain _____	70
V.4.3.	L'aléa ravinement _____	71
V.5.	Résultats : délimitation et cartographie de l'aléa _____	72
VI.	Qualification et cartographie des Aléas inondation _____	74
VI.1.	Démarche – principes méthodologiques _____	74
VI.2.	Cartographie informative : historique des inondations et cartographie hydrogéomorphologique _____	76
VI.2.1.	Les crues historiques _____	76
VI.2.2.	La cartographie hydrogéomorphologique des zones inondables _____	77
VI.3.	Principes de qualification des aléas _____	80
VI.3.1.	Définition _____	80
■	Le fonctionnement « naturel » des cours d'eau (niveau 1) _____	81
■	Prise en compte des digues et des remblais d'infrastructure linéaire _____	83
VI.3.2.	Prise en compte des zones remblayées _____	85
VI.3.3.	Cas particuliers _____	85
	LITS HYDROGÉOMORPHOLOGIQUES (NIVEAU 1) _____	86

DIGUES ET REMBLAIS D'INFRASTRUCTURES LINEAIRES LONGITUDINAUX (voie ferrée, route)	86
REMBLAIS D'INFRASTRUCTURES LINEAIRES TRANSVERSAUX (route, canal EDF)	86
ALEA FORT	86
VI.4. Synthèse sur la qualification de l'aléa sur la commune de Volx	87
VI.5. Remarques sur la précision de la cartographie des aléas inondation	88
VII. PRINCIPAUX ENJEUX ET VULNERABILITE	89
VII.1. Identification des enjeux	89
VII.2. Synthèse de l'occupation du sol :	89
VII.3. La vulnérabilité	89
VIII. LE ZONAGE DU PPR	93
VIII.1. Traduction des aléas en zonage réglementaire	93
VIII.2. Nature des mesures réglementaires	97
VIII.2.1. Base légales	97
VIII.2.2. Mesures individuelles	97
VIII.2.3. Mesures d'ensemble	97
GLOSSAIRE	98
BIBLIOGRAPHIE	101
ANNEXE 1 : Eléments historiques concernant les Désordres liés aux mouvements de terrain	103
ANNEXE 2 : LES CRUES HISTORIQUES	123
ANNEXE 3 : NOTE DE PRESCRIPTION ET ARRETE PREFECTORAL D'ELABORATION DU PPR	138
ANNEXE 4 : BILAN DE CONCERTATION	141

I. Préambule

La commune de Volx, dans le département des Alpes de Hautes Provence, est soumise au risque inondation et à différents types de mouvements de terrain.

En effet, la commune de Volx a fait l'objet de **2 arrêts de Catastrophe naturelle** entre **1994** et **1996** :

- Inondations et coulées de boue : Période du **05/01/94 au 08/01/94**, Arrêté du 26/01/94, figurant sur le Bulletin officiel du 10/ 02/ 94
- Glissement de terrain : Période du **05/01/94 au 08/01/94**, Arrêté du 26/01/94, figurant sur le Bulletin officiel du 20/11/94,

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°87-565 du 22 juillet 1987 relative à la prévention des risques majeurs, modifiée par la loi n°95-101 du 2 février 1995 relative au renforcement de la protection de l'environnement.

A la demande de la Direction Départementale de l'Équipement des Alpes de Hautes Provence, Service d'Urbanisme, et dans le but de limiter les conséquences humaines et économiques des catastrophes naturelles, la **Société d'Ingénieur pour l'Eau et l'Environnement (SIEE)** a été Chargé d'établir le **Plan de Prévention des Risques naturels prévisibles (PPR)** liés aux **Inondations** et aux **mouvements de terrain** de la commune de **Volx**.

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

II.1. Réglementation

Les Plans de Prévention des Risques naturels prévisibles (**P.P.R.**) 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, modifiée par la loi N°95-101 du 2 février 1995 (Annexe N°3) 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 (Annexe N°3).

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 **P.P.R.**, leur non respect pouvant entraîner une suspension de la garantie dommages ou une atténuation de ses effets (augmentation de la franchise).

Les P.P.R., 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 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 **P.P.R.** 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 **P.P.R.**, ont pour objet, en tant que besoin (article 40.1 de la loi N°87-565 susvisée) :

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 (Annexe N°3). L'Etat est compétent pour l'élaboration et la mise en oeuvre du **P.P.R.**

La procédure comprend plusieurs phases :

Le préfet prescrit par arrêté la mise à l'étude du **P.P.R.** 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. 11-4 à R. 11-14 du code de l'expropriation pour cause d'utilité publique.

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 **P.P.R.** est annexé au **P.O.S.** (article L126.1 du code de l'urbanisme).

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

II.4. Aire d'étude et contenu du PPR

La zone d'étude a été définie par le service Urbanisme de la Direction Départementale de l'Équipement des Alpes de Haute Provence. Les limites de cette zone correspondent au périmètre de l'ensemble de la commune de Volx. 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 : carte des désordres observés.
 - la carte des aléas mouvements de terrain et inondations et de leurs qualifications,
 - La carte 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 inondations et 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, etc.).

III. Présentation de la commune de Volx et de son environnement

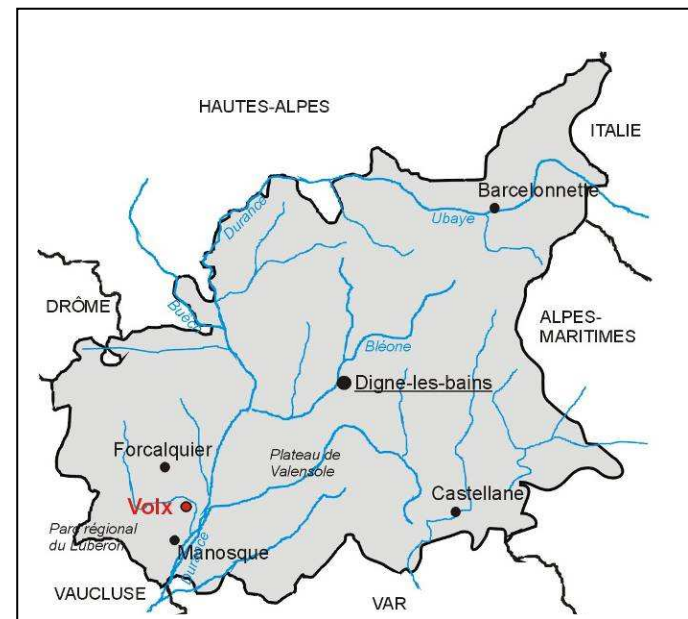
III.1. Cadre géographique

III.1.1. Localisation de la commune

Village provençal du Sud du département des Alpes-de-Haute-Provence, la commune de Volx se situe à 8 km au Nord de Manosque et à 15 km au Sud-Est de Forcalquier (Fig. 1).

Elle est limitée par le Largue à l'Est et par la Durance au Sud-Est.

Fig.1 : Localisation de la commune de Volx



III.1.2. Occupation du territoire

Dès l'âge de fer, l'homme occupe le site de la Grotte Capellane.

Par la suite, le "Rocher de Volx" (éperon dominant Le Largue) est le siège d'un habitat relativement important à l'époque gallo-romaine.

Au XIIème siècle, le village se construit autour de l'église Notre-Dame de la Roche et du château, dont il subsiste quelques vestiges, malgré un démantèlement en 1792. De vastes propriétés s'implantent également dans la plaine.

En 1390, la peste n'épargne pas Volx où l'on dénombre plusieurs victimes.

Récemment, la commune s'est principalement développée dans la plaine et sur les contreforts des reliefs dominant le village. Il abrite actuellement une population de **2748 habitants** répartie sur une superficie de **19,52 km²** (141 habitants / km²).

Les secteurs non urbanisés sont principalement plantés d'oliviers ou recouverts de prèrs, dans le Sud de la commune. Au Nord, les reliefs sont recouverts d'une chênaie. En bordure du Largue, des carrières d'exploitation des calcaires sont actuellement à l'abandon.



Fig.2: Volx et la plaine de la Durance vu depuis le GR



Fig.3: Les hauts de Volx et le Massif de la Garde

III.2. Contexte morphologique, géologique et hydrogéologique

III.2.1. Géomorphologie

Le territoire couvert par la commune comprend deux grands ensembles naturels délimités par un axe d'orientation Nord-Est / Sud-Ouest.

- Le secteur Nord-Ouest se caractérise par la présence de reliefs, qui appartiennent au Massif du Lubéron, et qui culminent à 727m à La Garde. Principalement calcaires, ces reliefs forment des barres et des falaises qui marquent le paysage (Fig.4). On remarque la barre de Saint-Martin qui surplombe le ravin des Plantiers et le hameau des Roques, au Nord de la commune. En vis à vis de cette barre le Massif de la Garde est délimité par une falaise d'une centaine de mètres de hauteur au Nord qui domine la combe de Sarzen. Ce massif, recouvert d'une végétation de garrigue ou de chênes, accuse une forte pente en direction du sud où il se termine par une falaise d'une quarantaine de mètres de hauteur qui domine le village de Volx.



Fig.4 : Vue du Massif forestier au nord de la commune: Combe de Sarzen

- Au Sud de ce secteur, la morphologie est relativement plane. Une zone en pente légère vers le Sud-Est marque la transition entre les reliefs calcaires précédemment cités et une vaste plaine constituée par les alluvions de La Lague et de la Durance, dont l'altitude moyenne est de 320m. Cette plaine alluvionnaire qui s'étend du lit de la Durance au Sud jusqu'au Canal de Provence est occupée par des près et quelques champs.

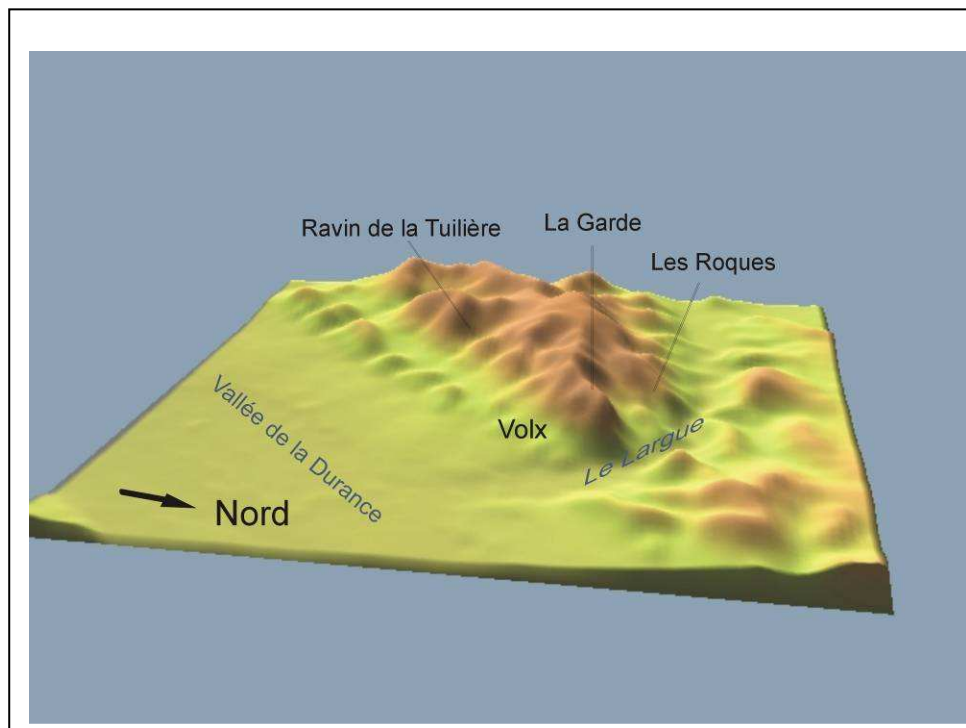


Fig.5 : Modèle Numérique de Terrain de la commune de Volx permettant une vue en reliefs du territoire

Les limites naturelles de la Commune correspondent au lit de la rivière la Largue, au Nord et à l'Est, au lit de la Durance au Sud, et aux Ravins de la Tuilière et des Ubacs à l'Ouest.

L'altitude moyenne de l'ensemble du territoire communal est de 400m.

Le village de Volx est implanté sur le secteur dit de "transition" à la jonction entre la plaine et les reliefs où se distinguent de petites collines (bien visibles sur le MNT Fig.5) alignées le long de l'axe de la Durance. Ces collines sont associées au fonctionnement de la faille sismique de la Durance (séisme de Volx, 1913).

Les constructions s'étendent depuis le Canal hydro-électrique (au Sud-Est) jusqu'aux contreforts de la falaise de la Garde (au Nord-Est). Ce secteur présente une légère pente vers l'Est.

III.2.2. Géologie

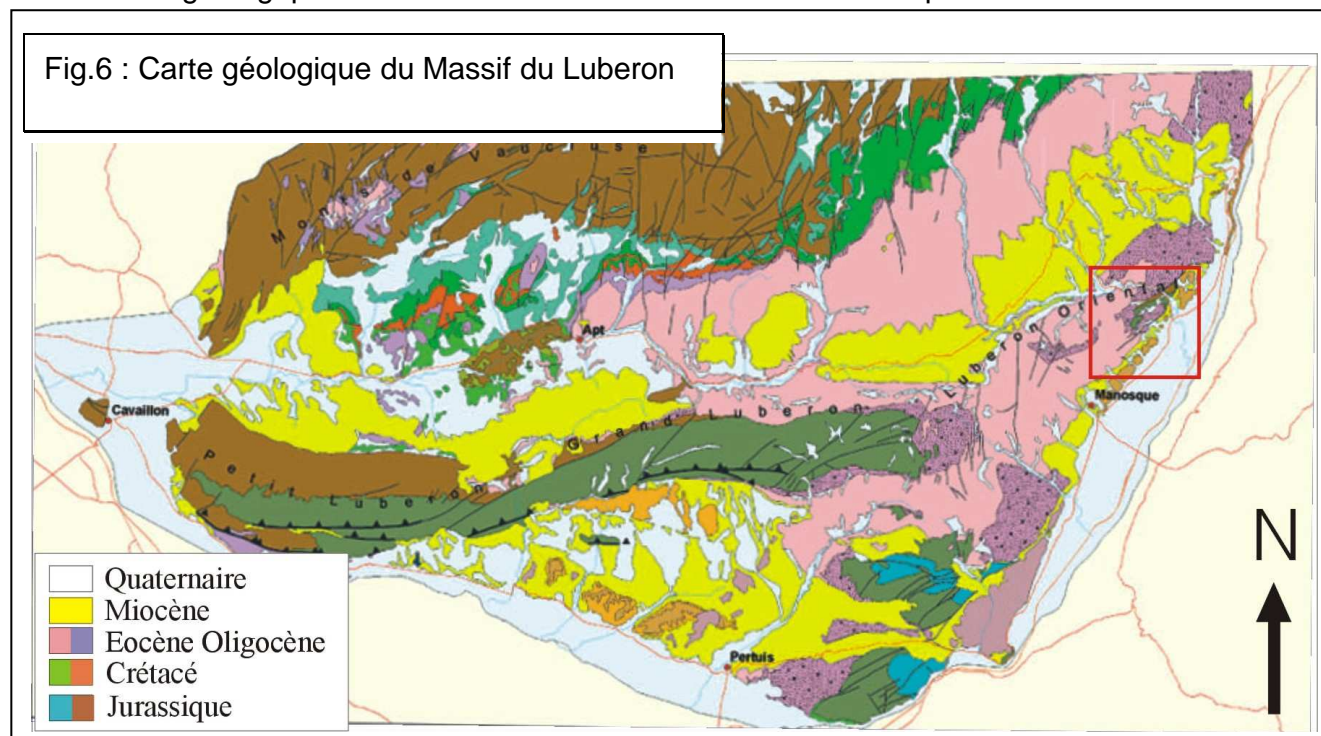
III.2.2.1. Géologie régionale

La région étudiée marque la transition entre deux domaines géologiques distincts: le Massif du Lubéron et la vaste plaine de la Durance

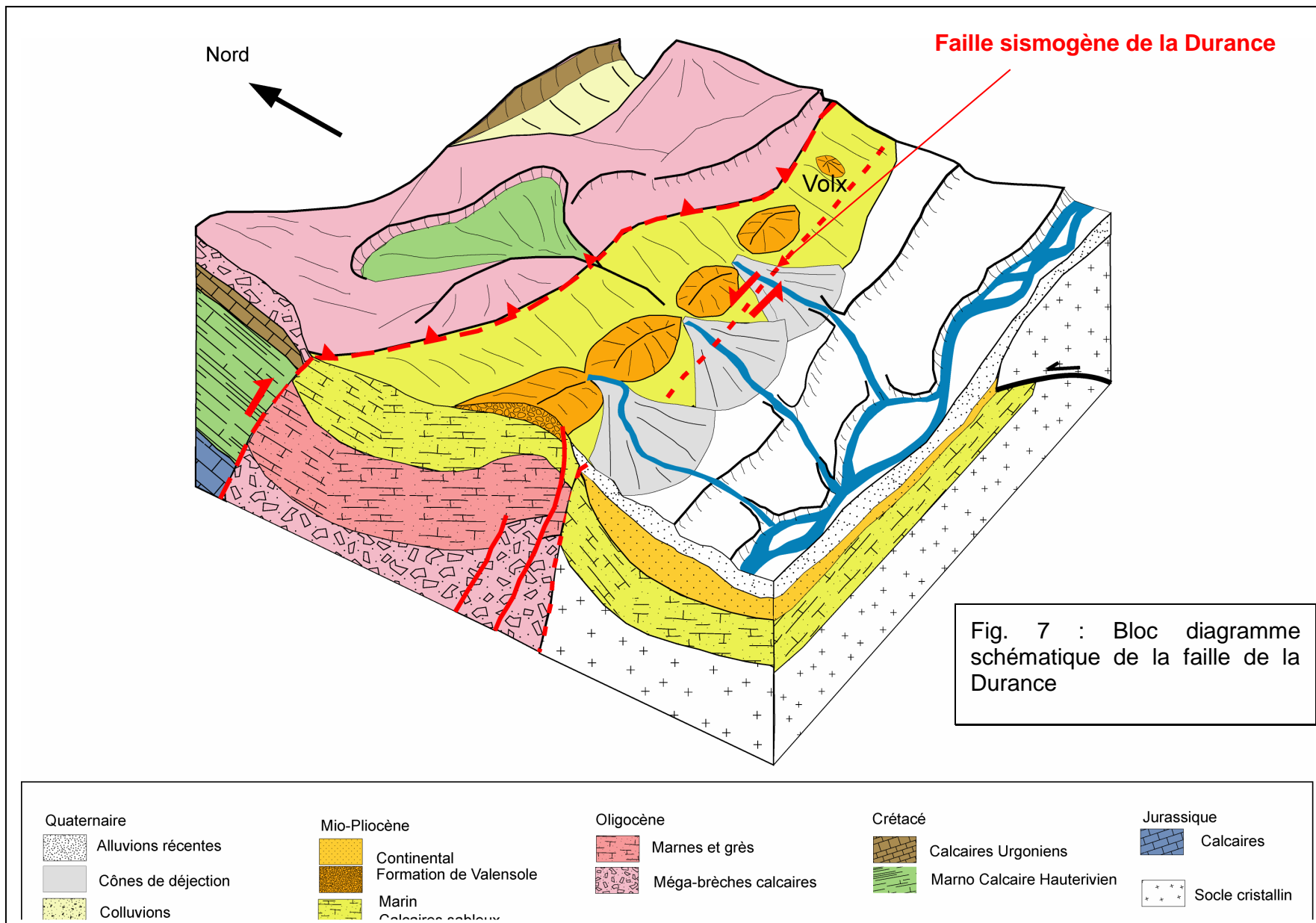
- Le **Massif du Lubéron** (fig.6). qui s'étend d'Est en Ouest sur une soixantaine de kilomètres, entre Cavailon et Manosque, est constitué d'un empilement de roches sédimentaires ayant subi deux phases tectoniques majeures à l'Eocène (compression pyrénéo-provençale) et au Miocène.

Ces épisodes tectoniques ont conduit à la mise en place de deux grands anticlinaux qui constituent le Petit Lubéron (à l'Ouest) et le Grand Lubéron (à l'Est).

En son extrémité orientale, le massif meurt en un anticlinal où les strates d'âge Oligocène localement érodées laissent apparaître le Crétacé.



- La **vallée de la Durance** est limitée en rive gauche par une faille (Faille de la Moyenne Durance) qui a rejoué à chaque phase tectonique depuis le Trias et qui sépare actuellement le plateau de Valensole de la plaine Durancienne (fig.7). En rive droite les alluvions de la Durance et de ses affluents viennent draper les dépôts Miocènes et les colluvions provenant du démantèlement des reliefs crétacés ou oligo-miocènes. De Manosque à Volx, plusieurs cônes de déjection largement développés recouvrent indifféremment les colluvions ou les alluvions.

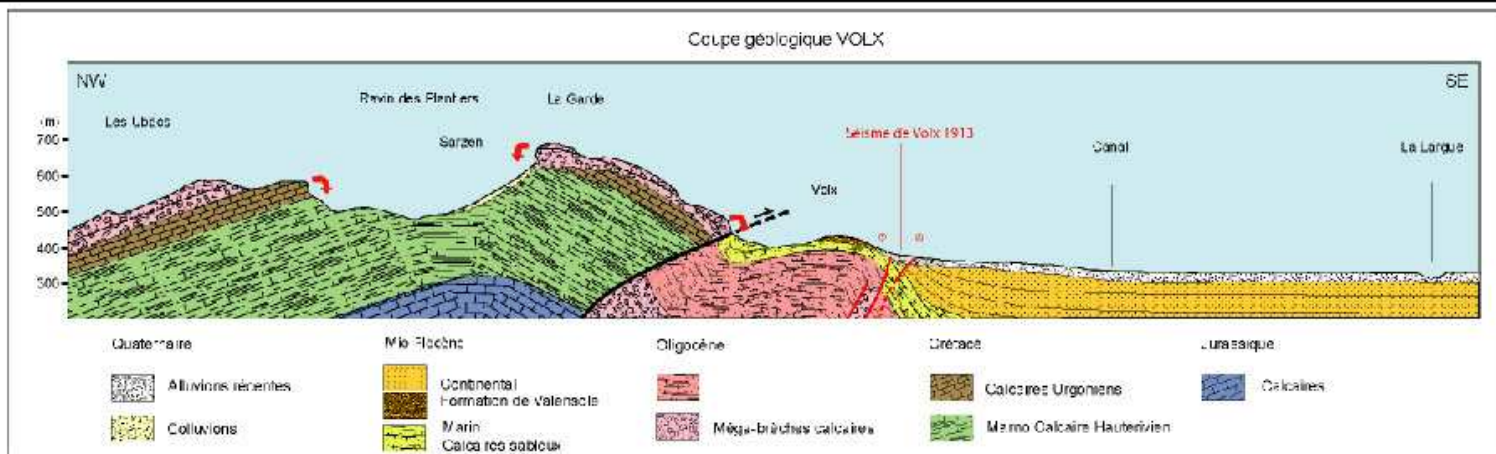
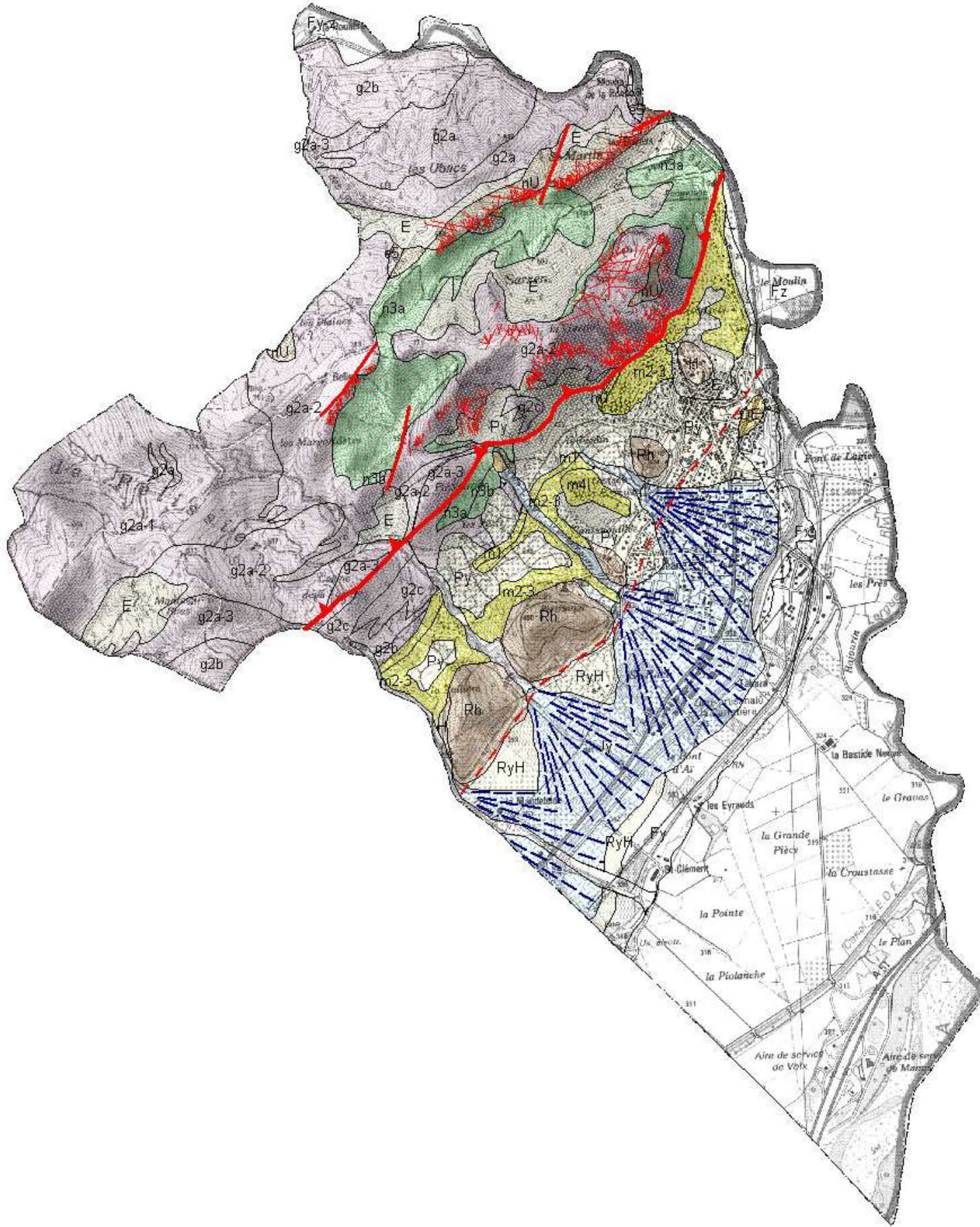




Dossier ME 04 08 23

Carte géologique - Volx

Echelle : 1 / 25 000



III.2.2.2. *Lithostratigraphie*

Sur la commune les formations suivantes ont été rencontrées. Elles sont présentées des plus anciennes aux plus récentes:

LE CRETACE

- L'**Hauterivien** (n3) comprend deux formations :

L'Hauterivien inférieur (n3a), puissant de 80 m environ, est un calcaire marneux grisâtre à débit en feuillets,

L'Hauterivien supérieur (n3b), visible sur une centaine de mètres, est un calcaire sublithographique beige clair en petits bancs qui présente de minces intercalations marneuses.

A la faveur d'une boutonnière d'érosion, ces formations affleurent dans la combe de Sarzen, la dépression de Bellevue (fig.8) et à proximité de l'Eco-musée.

- Le **Barrémien** (nU)

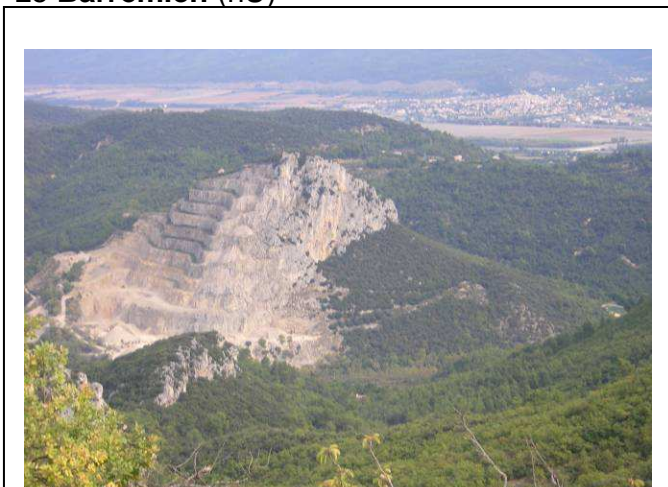


Fig. 9: La barre des "Roques" et la carrière de "Notre Dame de la Roche"

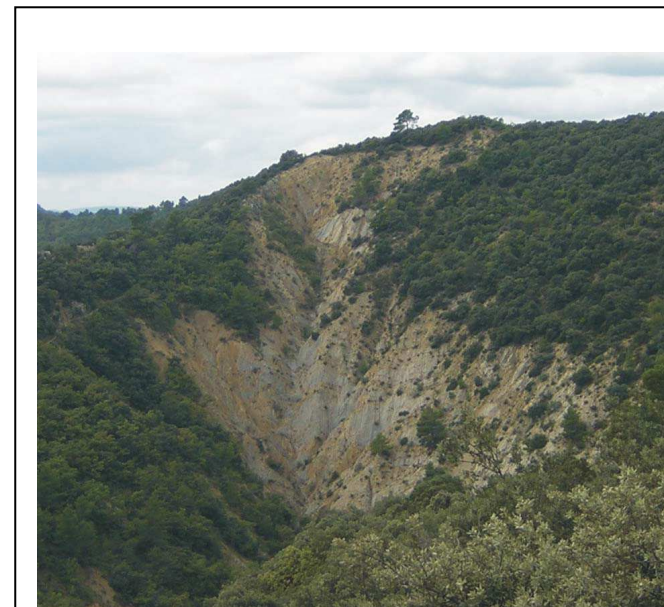


Fig.8: Ravinement dans le secteur de Bellevue

Cet étage comprend les faciès communément appelés "Faciès Urgoniens". Ce sont des calcaires blancs massifs très riches en débris de rudistes, et en foraminifères. Ils sont épais d'une centaine de mètres au Nord de Volx, à Notre-Dame de la Roche, où ils sont exploités par une carrière à ciel ouvert (fig.9). Sur la commune ils composent la barre calcaire mesurant une dizaine de mètres qui surplombe le domaine des Roques.

- Le **Cénomanién inférieur** (c2a)

Très peu présent sur le territoire couvert par la commune, il se traduit par un calcaire gréseux à orbitolines et débris de lamellibranches. Il est visible en bordure de la D13 au Nord des Roques.

EOCENE

- Le **Lutétien** (e5)

Quelques affleurements de Lutétien affleurent au Nord de l'anticlinal de Volx. C'est un calcaire pisolithique de couleur blanche.

OLIGOCENE

- L'**Oligocène moyen** (g2)

Il débute par des calcaires en plaquettes (g2a-1), dont l'épaisseur est 200 à 250 m, qui se débitent en petits cubes et qui présentent des intercalations gypseuses. Des marnes micacées brun-sépia (g2a-2) leur succèdent sur environ 200 m d'épaisseur.

Ces deux formations sont envahies à l'Est par de puissantes mégabrèches qui constituent les crêtes de Bellevue à Volx. Elles sont formées exclusivement de blocs de calcaires hauteriviens et barrémiens et leur mise en place est étroitement liée au fonctionnement de la Faille de la Moyenne Durance qui à l'Oligocène créait un bassin subsident à l'Ouest. En bordure de ce bassin, des faciès méga-détritiques issus du démantèlement du horst voisin, à l'Est, se mettent en place donnant naissance à ces coulées de mégabrèches.

Le terme le plus élevé de la série est composé de calcaires en petits cubes (g2a-3) dont l'épaisseur moyenne est de 200 à 300 m. Ces calcaires sont surmontés par les marnes et grès de Bois d'Asson (g2b) qui affleurent en limite Nord de la commune. Leur épaisseur varie de

Fig 10 : Les crêtes de Volx formées de brèches calcaires Oligocènes



300 à 500 m. L'ensemble de la série Oligocène compose les reliefs marquant le Nord du territoire de la commune (fig.10).

MIOCENE

- Le **Burdigalien** (m1)

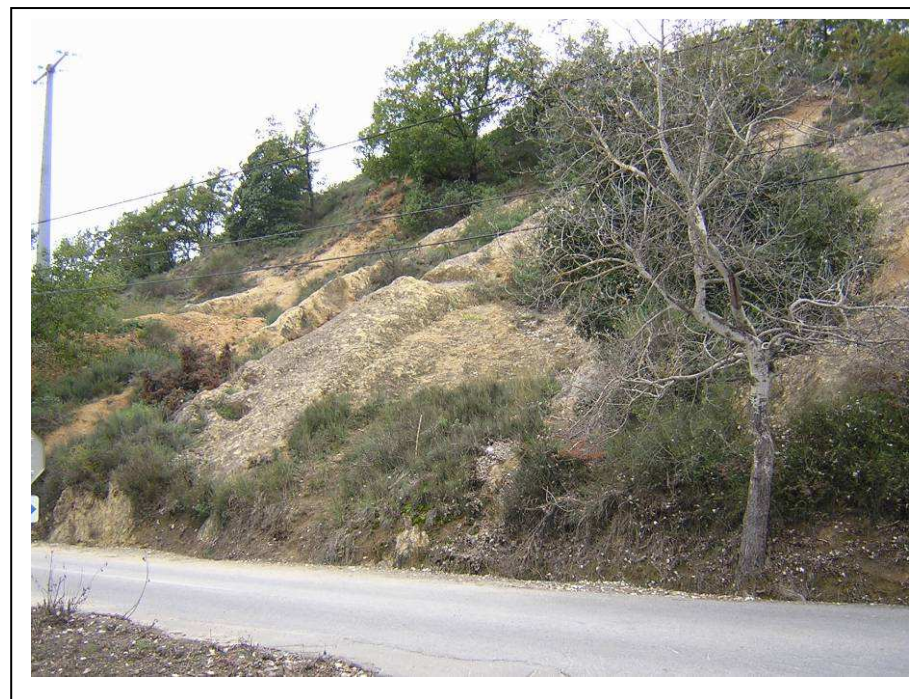
C'est une barre de molasse bioclastique d'épaisseur réduite (5m) qui constitue la base de la série Miocène. Elle affleure au Sud du village, entre l'alignement de collines et les reliefs Oligocènes.

- Le **Vindobonien** marin (m2-3)

C'est l'étage le plus représenté de la série Miocène. Son épaisseur est de l'ordre de 200 m, il se caractérise par la présence d'argiles calcaires bleues, de marnes sableuses grises et de sables gauconieux, qui à l'altération acquièrent une teinte jaunâtre.

On les observe principalement dans le secteur de Ratavous (fig.11).

Fig.11: Marnes sableuses du miocène



- Le **Tortonien** supérieur (m4)

C'est une formation dont l'origine est continentale et qui se présente sous forme de marnes blanches pulvérulentes et de marnes sableuses grises avec une intercalation de calcaires lacustres gris. Elle affleure sur une épaisseur de 15 m sur la butte de Genset et le Bosquet.

PLIO-QUATERNAIRE



Fig. 12 : Poudingues de la formation de Valensole

- **Formation de Valensole (H)**

Vaste empilement de matériaux détritiques, mise en place par d'anciennes circulations fluviales elle se caractérise par une accumulation de poudingues (galets) compris dans une matrice limoneuse (fig.12).

Sur la commune, ces galets composent la butte sur laquelle reposent les vestiges du château et une partie du vieux village (rue de Ratavoux).

- **Recouvrement** de la formation de Valensole (RH)

La formation RH, qui présente généralement une très faible épaisseur est formée de galets éluviaux. Elle drapait les buttes alignées de La Tuilière, de Pietramal et de Sainte Anne dont l'ossature est constituée par la formation de Valensole proprement dite.

QUATERNAIRE

- Les **épanchages locaux –colluvions** (Py et RyH)

Les limons sableux et cailloutis qui composent les colluvions (Py) datent du Würm, où le climat glaciaire a favorisé la gélifraction des reliefs créacés ou oligo-miocènes. Les épanchages notés RyH proviennent eux de la dégradation des conglomérats de la formation de Valensole. Ils sont composés d'un matériel essentiellement graveleux.

Ces épandages sont largement représentés entre la plaine durancienne et les reliefs.

- Les **cônes de déjection** (Jy)

Ils sont largement développés au confluent des thalwegs qui entaillent les reliefs. Ils sont composés de matériaux variés: cailloutis conglomératiques, débris calcaires et marnes. Ils recouvrent indifféremment les épandages locaux ou les alluvions.

- Les **formations alluviales** (Fy et Fz)

Ce sont les alluvions anciennes (Fy) d'âge Würmien qui constituent les basses terrasses de la Durance. Elles sont composées de cailloutis et graviers de nature essentiellement cristalline ou métamorphique qui proviennent essentiellement des massifs alpins centraux. La hauteur de la terrasse est de 15 m au dessus de la Durance.

Les alluvions récentes Fz remplissent le fond de vallées de la Durance et du Largue. Elles regroupent limons, sables, cailloutis et galets.

- Les **éboulis** (E)

Très présents au sein de l'anticlinal de Volx,, les éboulis forment des brèches de pente à éléments hétérométriques. Ils proviennent d'une reprise quaternaire des "brèches de Volx" et des reliefs voisins.

Au Sud de la Garde, la pente est entièrement drapée d'éboulis vifs (fig.13).

Fig .13: Eboulis vifs drapant les pentes au Sud de la Garde



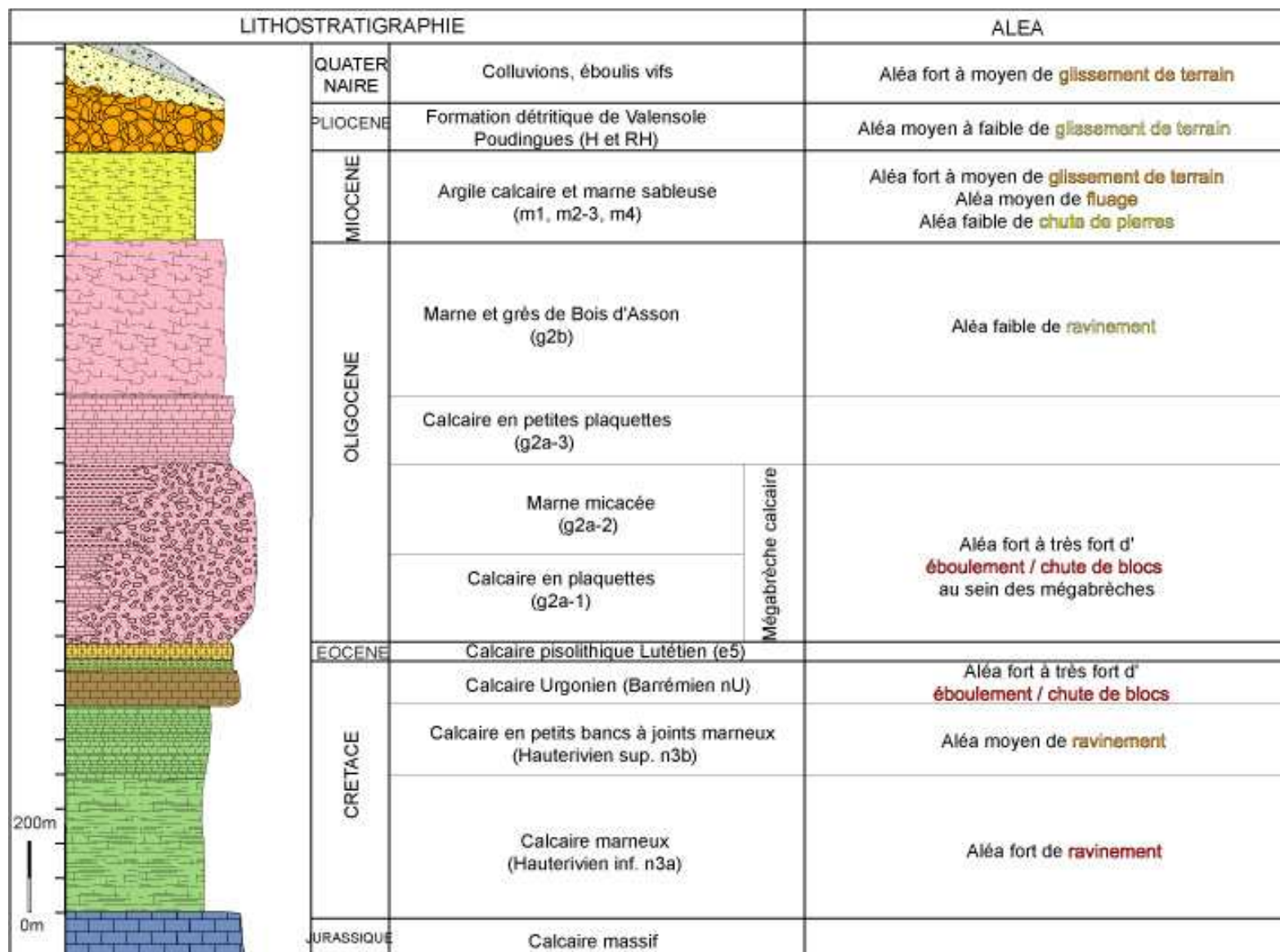


Fig .14: Log stratigraphique : Corrélation entre lithologie et type d'aléa mouvements de terrain

REMARQUES

La lithologie (fig. 14) montre depuis le Jurassique supérieur jusqu'au Pliocène, une alternance de niveaux résistants (calcaires massif gris du Jurassique, calcaires lités du Barrémien, calcaires pisolitique du Lutétien, mégabrèche calcaire de l'Oligocène) et des niveaux tendres (marno-calcaires de l'Hautérivien, argiles-calcaires et marne sableuse du Miocène, Poudingues du Pliocène, ... etc.). Cette alternance et la structuration NE-SW de l'extrémité orientale du massif du Lubéron explique la morphologie générale de la régions qui correspond à une succession de dépression NE-SW séparés par des barres calcaires de même orientation.

III.2.2.3. Tectonique

La région de Volx se situe sur l'extrémité orientale du massif du Lubéron. Cette partie des Alpes a subit deux phases de compression (plissements) majeurs à l'éocène (compression pyrénéo-provençale) et au Miocène (Voir carte et coupe géologique P. 17).

La commune est traversée par deux systèmes de failles d'échelles régionales :

1. Le chevauchement Sud du massif du Lubéron à vergence SSE, charrie les formations d'âge Crétacé à Oligocène sur le bassin Néogène de la Durance.
2. La faille sismique de la moyenne Durance (Voir § suivant) responsable du séisme de Volx de 1913.

Ces deux structures ont un rôle déterminant dans la prédisposition de la commune à certains phénomènes mouvements de terrain d'une part et à leur amplification (aggravation) d'autre part. En effet, la première structure est responsable de la mise en place d'un réseau de fracturation intense qui affecte tout le massif de la garde et découpe la masse rocheuse en dièdres de tailles variables. La deuxième structure (faille sismique de la Durance) constitue un facteur aggravant majeur des risques mouvements de terrains (éboulements-chutes de blocs et glissements). En effet, même de faible magnitude ($4 < M_g < 5$), les séismes amplifient de façon importante les phénomènes mouvements de terrain.

III.2.2.4. Sismotectonique

La Provence est une des régions de France les plus vulnérables en terme d'**activité sismique**. Le secteur de Manosque, classé en zone II, présente une sismicité dite moyenne (fig.15-a).

Plusieurs séismes historiques ont été enregistrés en Provence dont quatre destructeurs dans le secteur de Manosque. Ils sont localisés le long de la Faille de la Moyenne Durance (fig.15-b).

- le 13 décembre 1509 : intensité VIII (Dégâts à Manosque)
- le 14 août 1708 : intensité VIII (Gros dégâts à Manosque Glissements de terrain)
- le 20 mars 1812 : intensité VIII
- le 14 mai 1913 : intensité VII-VIII (Epicentre Manosque/Volx - Dégâts à Volx et Villeneuve)

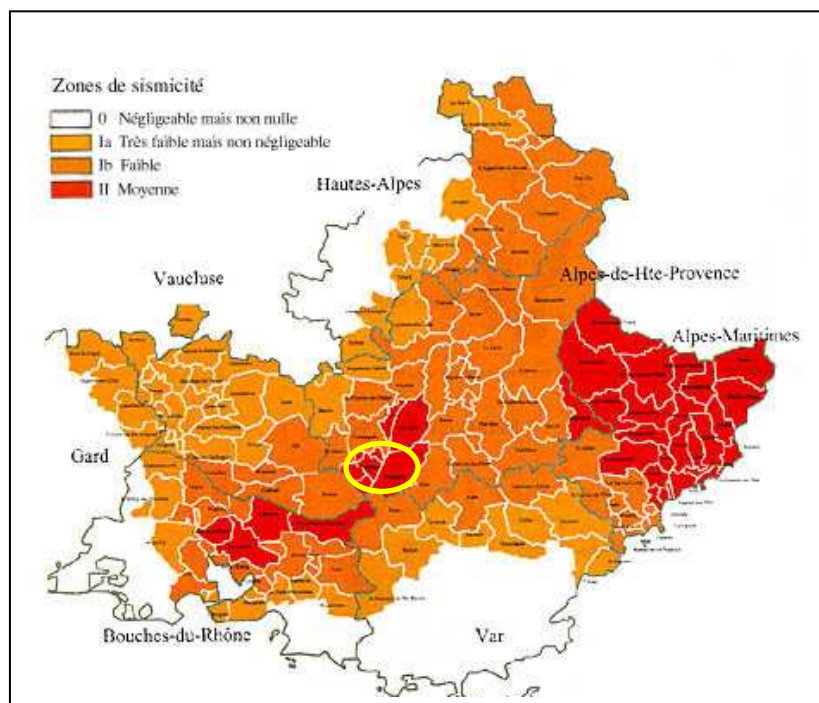


Fig. 15-a : Répartition de la sismicité dans la région PACA

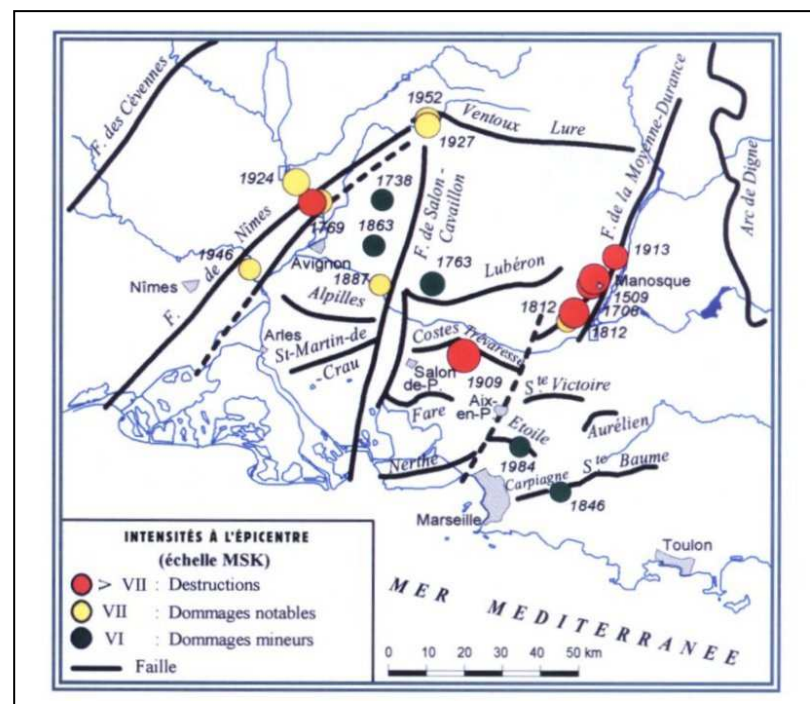


Fig. 15-b : Localisation des séismes historiques

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

III.2.3. Climat

La commune de Volx est soumise à un climat méditerranéen (fig.16, 17) marqué par des étés chauds et secs et des épisodes pluvieux concentrés au printemps et à l'automne. Sur les trois dernières années, la pluviométrie moyenne annuelle est de l'ordre de **600 mm/an**.

Fig. 16: Données climatiques des Alpes de Haute-Provence

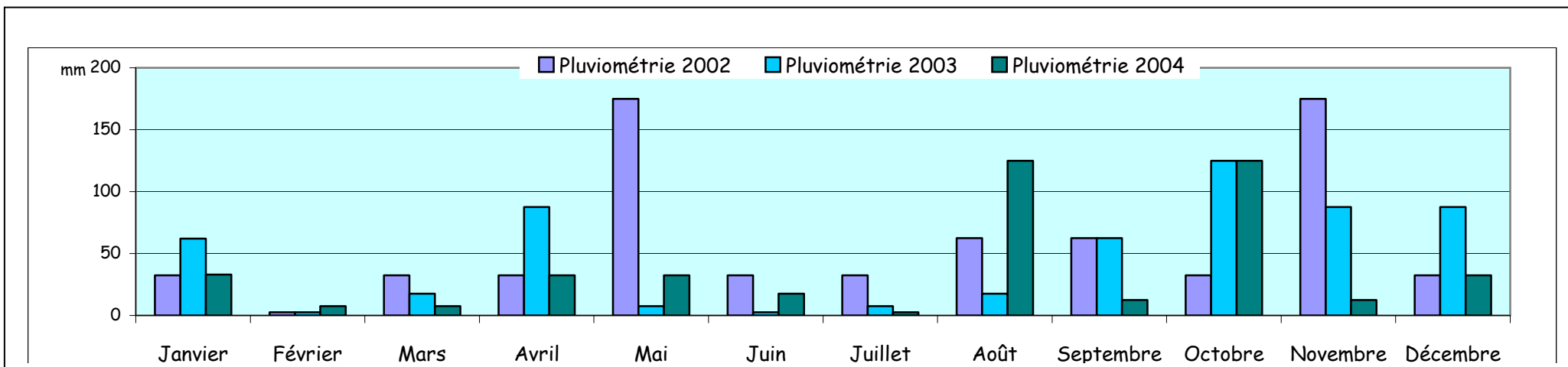
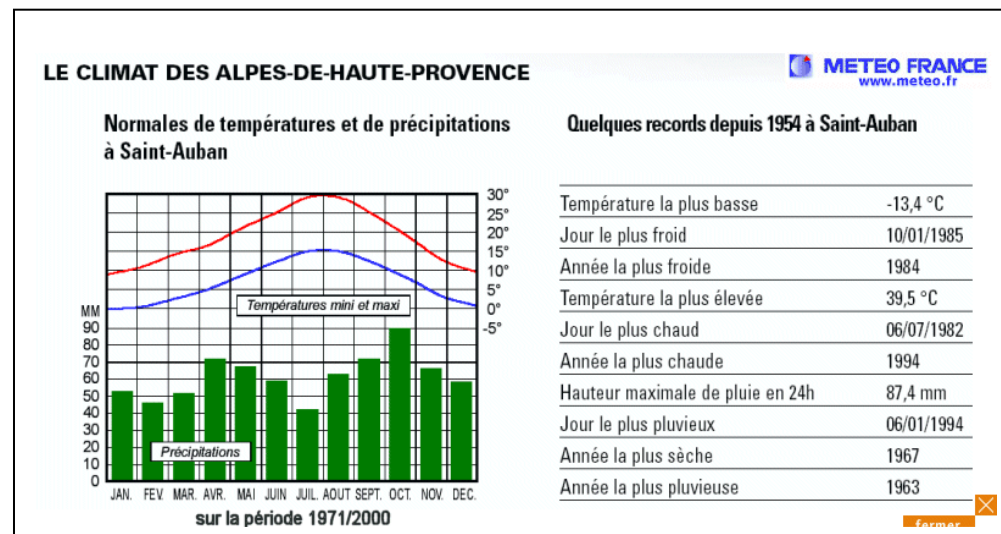


Fig. 17: Pluviométrie du secteur de Volx de 2002 à 2004 (Données Météo France)

III.2.4. Hydrogéologie

Les nappes alluviales de la Durance constituent l'unique ressource importante en eau sur l'ensemble du secteur étudié.

Sur un substratum d'argile et de marnes bleues s'est développé un aquifère puissant dont le remplissage alluvial peut atteindre quelques dizaines de mètres. La nappe alluviale, d'écoulement globalement parallèle à l'axe principal du cours d'eau est très sensible aux échanges avec les eaux de surface, du fait de la forte perméabilité des formations superficielles. Le niveau de la nappe est lié aux irrigations, aux recharges artificielles d'EDF et aux crues non écrêtées en amont.

Elle est exploitée pour les besoins en eau potable, l'irrigation et les besoins industriels.

Les calcaires Oligocènes constituant les reliefs n'alimentent pas de réservoirs karstiques ou de sources conséquentes.

III.2.5. Les cours d'eau

Le réseau hydrographique de la commune se développe autour des axes majeurs constitués par le sillon de la vallée de la Durance et de son affluent principal en rive droite, le Largue (en limite communale).

La Durance dont le régime est fortement influencé par les aménagements hydroélectrique se succédant depuis Serre-Ponçon a vu progressivement sa large bande d'activité se rétrécir. Les extractions de matériaux, les reboisement effectués dans son bassin versant ont contribué à accentuer cet effet de fermeture au profit de la conquête des iscles par des boisements rarement remaniés.

L'aire de repos autoroutière de Volx est installée sur emblais à l'intérieur de ces espaces autrefois fortement dynamiques de la Durance.

La vallée du Largue est d'abord nettement circonscrite entre les versants limitant alors l'étendue des débordements aux abords immédiats du lit et aux intérieurs de méandre. Elle s'évase progressivement vers la confluence de la Durance ; sa large plaine aval, inondable, se confond alors avec le lit majeur de la Durance au sud-est de la commune. La présence du canal EDF modifie notablement les conditions d'écoulement entre la partie amont du Largue et sa plaine aval, retenant les écoulements pour les crues exceptionnelles, en amont du remblai (rive droite notamment) et diminuant sans doute l'ampleur des débordements à l'aval.

Ailleurs, le Largue n'a été que localement aménagé (digue au Moulin).

A l'ouest de la commune, *de petits organismes (comme le Fontamaur, la Tuilière)* se caractérisent par des écoulements à caractère torrentiel s'écoulant selon une pente marquée entre des versants proches. On retrouve, au débouché de ces versants puis au contact de la plaine aval du Largue différents niveaux de cônes de déjection :

-
- les plus amont (quartiers Saint Jean et Saint Roch), coalescents, témoignant de l'activité autrefois dynamique de ces cours d'eau. Ils sont hérités et ne fonctionnent plus que comme de larges surfaces d'épandage (ruissellement diffus) en dehors des axes d'écoulement principaux. Ces espaces sont aujourd'hui urbanisés ;
 - les plus aval (en aval de la voie ferrée et au contact de la plaine du Largue) sont nettement influencés par la présence du canal EDF. Leur forme est alors également « relique », non liée au fonctionnement actuel des ruisseaux. Ils fonctionnent également comme de surfaces de ruissellement diffus. Localement, les quelques points de débordement peuvent se caractériser par une dynamique plus forte.

IV. Les Aléas mouvement de terrain: connaissance des phénomènes fossiles, historiques et actifs

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'Ecologie et du Développement Durable et du Ministère de l'Equipement, des Transports, du Logement, du Tourisme et de la Mer (**fig. 18**).

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**.

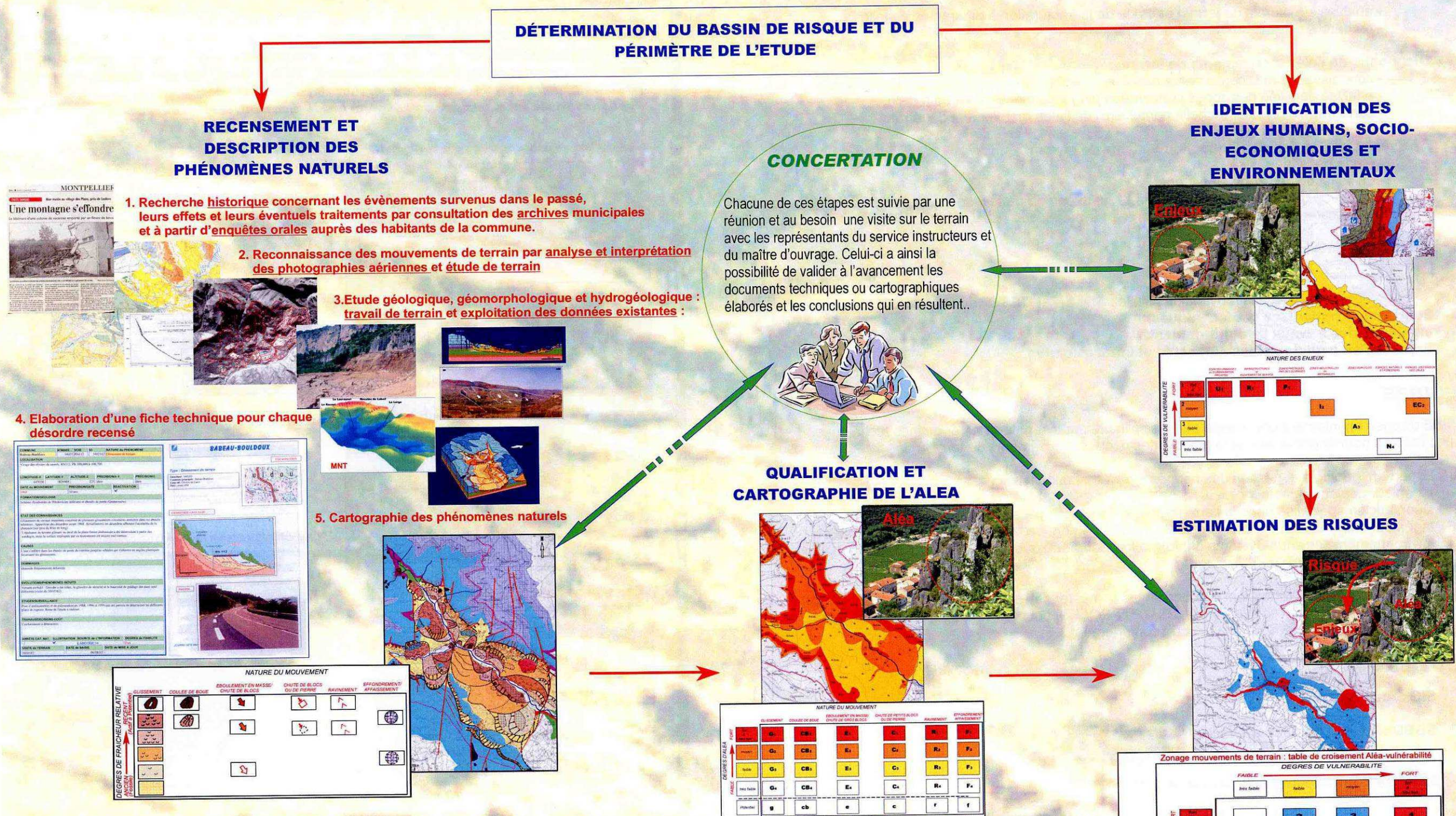
Chacune de ces étapes a donné lieu à l'établissement de documents techniques et/ou cartographiques qui, bien que non réglementaires, sont essentiels à l'élaboration et à la compréhension du **PPR** et doivent nécessairement y être annexés (**fig18**).

La démarche aboutissant à la qualification et la cartographie des aléa se décompose en **6 étapes** principales.

1. **Recherche historique** concernant les événements survenus dans le passé, leurs effets et leurs éventuels traitements. Recherche bibliographique par consultation des archives communales, municipales ainsi que des archives de services instructeurs tels la DDE ou 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 (Cf. Annexe N°1 et carte informative des mouvements des terrains).
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 commune au 1/10000^e.
6. **Qualification et cartographie des aléas** (nature, niveau et qualification) à l'échelle de la commune (1/5000^e) ; les phénomènes de petite ampleur n'apparaissent pas à cette échelle (voir carte des aléas mouvements de terrain).

Fig. 18: Méthodologie de SIEE pour l'étude du Risque Mouvements de terrain

MÉTHODOLOGIE DE SIEE POUR L'ETUDE DES RISQUES MOUVEMENTS DE TERRAIN



OBLIGATIONS REGLEMENTAIRES

Les communes doivent prendre en considération l'existence des risques naturels sur leurs territoires lors de l'élaboration des documents d'urbanisme (art. L121-10 du code de l'urbanisme) en définissant des zones inconstructibles ou des zones dans lesquelles les constructions doivent obéir à des prescriptions spécifiques. Par ailleurs, "le citoyen a le droit à l'information sur les risques qu'il encourt en certain point du territoire et sur les mesures de sauvegarde pour s'en protéger" (article 21 de la loi du 22 juillet 1987 sur l'information préventive).

Les Plans de Prévention des Risques naturels prévisibles (PPR) institués par la loi n°82-101 du 2 février 1995 relative au renforcement de la protection de l'environnement, délimitent les zones exposées aux risques naturels prévisibles. Ils prévoient également les mesures de prévention à mettre en oeuvre par les propriétaires et les collectivités locales ou les établissements publics.

Ils 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 ces phénomènes.

IV.2. Connaissance et cartographie informative des phénomènes naturels

Cette étape est essentielle et incontournable dans notre démarche. Au plan technique, elle présente un double intérêt :

- D'une part, celui de dresser un historique des évènements, ce qui permet d'avoir une idée de la sensibilité du site concerné vis-à-vis de tel ou tel phénomène ;
- D'autre part, celui d'identifier les conditions d'environnement ayant favorisé l'apparition des phénomènes et, le cas échéant, de bénéficier des analyses géotechniques effectuées dans le cadre de l'expertise ou du diagnostic.

Cette étape permet en outre 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.

Cette carte localise les manifestations passées (fossiles ou actives) des divers phénomènes naturels étudiés, répertoriés :

- De l'analyse géomorphologique détaillée (étude stéréoscopique des photographies aérienne et étude directe de terrain) ;
- De l'exploitation des études disponibles (cartes, rapports géologiques ou géotechniques, publications scientifiques,) ;
- De la consultation des archives (voir **annexes-1 : Historique des événements**);
- Des témoignages recueillis sur place.

Les phénomènes naturels recensés et validés sont transcrits (décrits et localisés avec précision) sur un support cartographique au 1/10000^e (fond topographique IGN à l'échelle du 1/25000^e, agrandi au 1/10000^e).

Sur cette carte (**Voir annexes-2 : Cartes annexes**), nous avons présenter d'abord, la nature lithologique simplifiées des sols affleurant sur la commune avec un code de couleur (voir légende de la carte informative des mouvements de terrain). Par la suite, chaque phénomène mouvements de terrain a été représenté par un symbole ou un contour si son ampleur le permet (voir légende de la carte informative des mouvements de terrain). Cette représentation prend en compte une classification intégrant la nature et le type du phénomène, son âge et son degré de fraîcheur et d'occurrence potentielle (dans le cas des mouvements de terrain : ancien, récent, actuel ou actif ...), le degrés de précision,....

Les évènements historiques ou encore les plus actifs (mis en évidence lors de notre étude) et pouvant être représentatifs des phénomènes affectant la commune, sont signalés et identifiés par leur nature et indexé d'un numéro renvoyant à un tableau, et une fiche descriptive (**Voir chapitre fiches descriptives**).

Remarques relative à la précision de la carte : L'échelle retenue pour l'élaboration de la carte informative des phénomènes (1/1000^e) impose un certain nombre de simplification. Il est en effet impossible de représenter certains éléments à l'échelle. Les divers symboles et figurés ne traduisent donc pas strictement la réalité mais la schématisent.

IV.3. Description des phénomènes mouvements de terrain affectant la commune

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 commune de Volx, quatre familles de mouvements de terrains d'intensité moyenne à forte:

- Eboulement / chute de blocs
- Glissement de terrain
- Ravinement
- Retrait-gonflement

Pour chaque famille nous avons distingué des sous classes en fonction de la fraîcheur relative 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 liés à leurs 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).

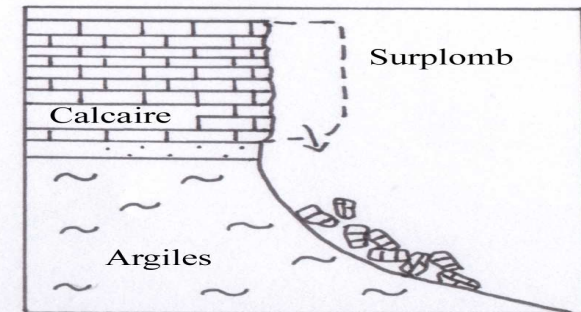
- **Le couvert végétal** (racines des arbres et arbustes poussant en parois rocheuse qui s'insinuent dans les fractures et favorisent la déstabilisation des blocs, ...).
- **L'activité sismique**, qui peut produire un effet de purge ou encore un allongement sensible des trajectoires des blocs libérés dans le cas des éboulements. La simultanéité des chutes et la prolongation des trajectoires changent la qualification de l'aléa, qui de limité peut devenir de grande ampleur. En matière de glissement de terrain meuble, la prise en compte de la sismicité se traduit par un ajout de phénomènes spécifiques, tels que les glissements sub-horizontaux le long des berges et une majoration de l'aléa.
- **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) ; 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.3.1. Eboulement / chute de blocs

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. La cinématique est très rapide (voir Schéma ci-contre). 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 à égal au litre.**

Schéma conceptuel du phénomène d'éboulement



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

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

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

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

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).

Les phénomènes Eboulement / chute de bloc sont les plus représentés sur la commune. Ils sont localisés le long des Escarpements calcaires; qu'ils soient d'âge Oligocène ou Barrémien.

On peut les observer de part et d'autre du massif de la Garde, en bordure du plateau de Bellevue ainsi que le long de la barre des Roques.

IV.3.1.1. *Barre des Roques*

La barre des Roques (Fig 19), de direction Sud Ouest – Nord Est, est une falaise de calcaires barrémiens accusant un pendage vers le Nord Ouest.

Très fracturés, ces calcaires sont ainsi sujets à l'éboulement (Fig.20). De nombreux blocs éboulés de taille métrique à pluri-métriques, sont observables en amont du hameau des Roques (voir fiche descriptive n°1) .

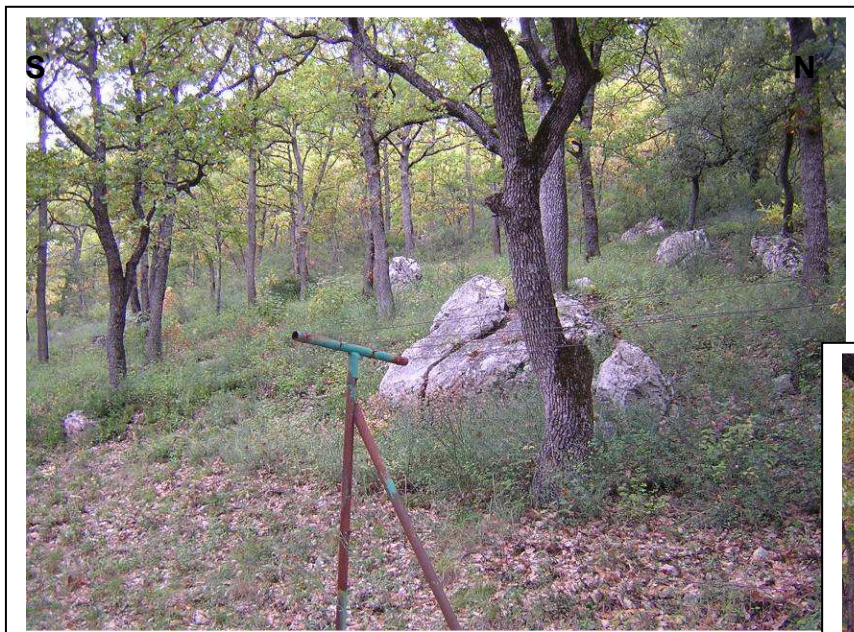
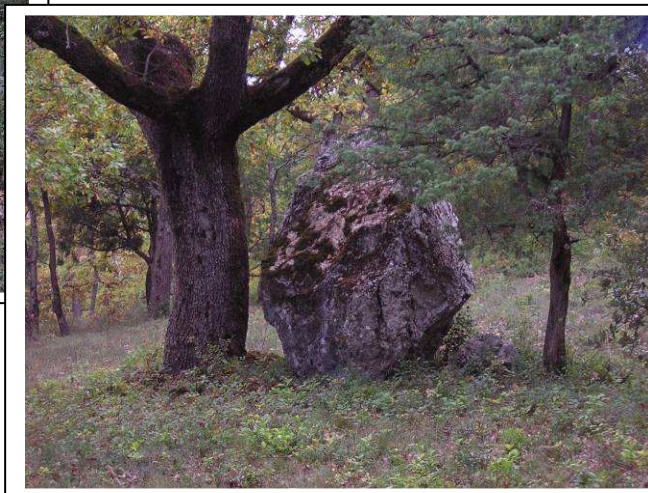


Fig.20: Blocs éboulés en amont du Hameau des Roques



Fig.19: Vue de la Barre des Roques depuis le plateau de Bellevue



IV.3.1.2. **Massif de la Garde**

- Le versant Nord du massif de la Garde (Fig 21) est une falaise d'allure massive qui longe la Combe de Sarzen et surplombe le ravin des Plantiers.

Elle est constituée de calcaires d'âge Oligocène qui présentent un léger pendage vers le Sud et qui atteint une hauteur maximale d'une centaine de mètres en son extrémité orientale.

Malgré un aspect massif plusieurs failles bien visibles en photo aérienne découpent la falaise. Sur la photo ci-dessous, elles sont soulignées par la végétation qui s'enracine au sein des fractures.

Ces accidents qui découpent le massif calcaire focalisent les phénomènes d'éboulement.

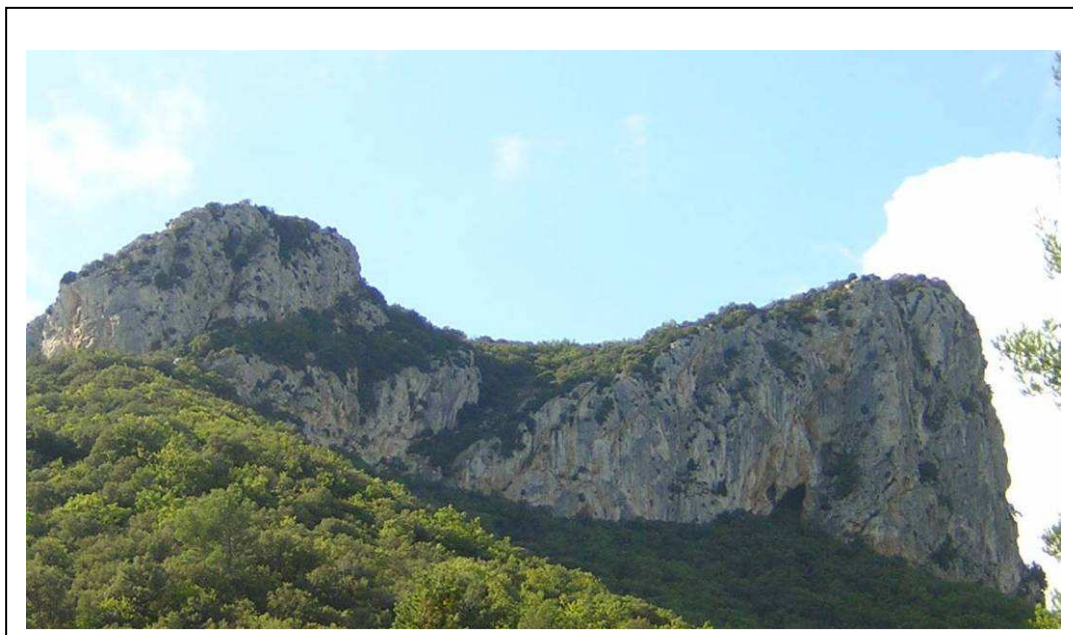


Fig.21: Vues du versant Nord de la falaise de la Garde



Fig.22: Anciens blocs éboulés

Les blocs éboulés présents au pied de la falaise sont camouflés par une végétation particulièrement dense. Cependant le long du sentier parcourant le ravin des Plantiers on peut observer de nombreux blocs de taille métrique à pluri-métrique compris au sein des éboulis (Fig.22).

Ces blocs correspondent à d'anciens éboulements détachés de la falaise alors que se mettaient en place les éboulis par gélifraction et chute de pierre.

La densité de végétation ne permet pas d'approcher la falaise et d'en effectuer une étude détaillée. Cependant, l'interprétation des photographies aériennes nous permet de mettre en évidence la présence de plusieurs blocs au pied de celle-ci.

- En son extrémité Est, le massif présente également des risques d'éboulement. Des pans de falaise sont entièrement désolidarisés (Fig 23) du reste du massif et de nombreux blocs éboulés jonchent les pentes. Cette portion de la falaise de la Garde surplombe les lotissements présents dans le secteur de Ratavous.

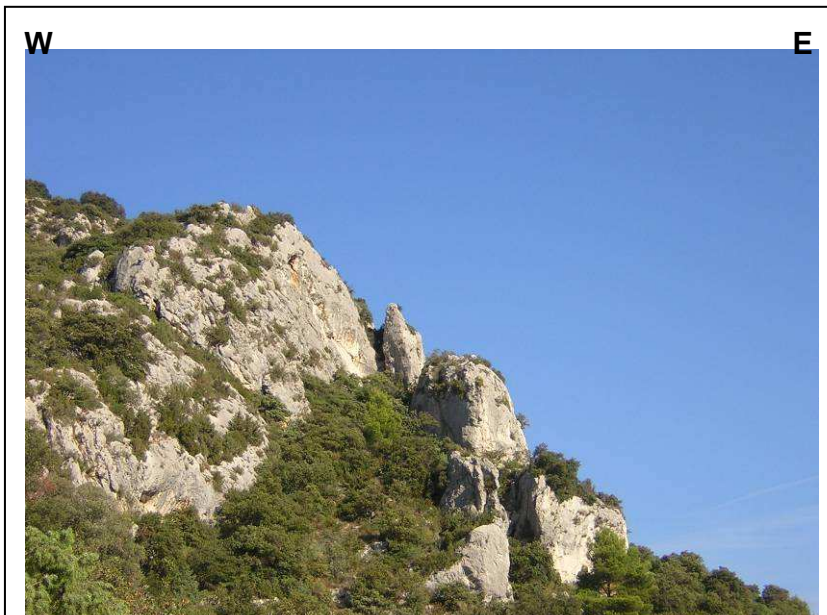


Fig. 23: Pans de falaise désolidarisés et blocs éboulés au pied du versant oriental du massif de la Garde.

La portion Sud du Massif de la Garde surplombe la commune. Elle présente un enjeu majeur. Dans ce secteur, le massif se termine en plusieurs gradins étagés dont l'ensemble présente une forte pente vers le Sud. Le gradin terminal est le plus marqué, la falaise atteint une cinquantaine de mètres à hauteur de la grotte Capellane. Sur l'ensemble des affleurements, les calcaires Oligocènes sont affectés par une intense fracturation qui favorise le détachement de blocs.

En raison du danger potentiel que représentaient plusieurs blocs fracturés, des **travaux de stabilisation** (fig.24) (pose de câbles et de filets de maintien) ont été réalisés en mai 1986 afin de sécuriser les abords de la falaise (très fréquentés en raison de la présence de voies d'escalade) et les habitations situées directement en contre-bas.

Tout au long de la falaise, de nombreux **blocs éboulés** (Fig.25) jonchent le sol. Leur taille varie entre quelques dizaines de centimètres et plusieurs mètres. Certains **éboulements très récents** (Fig.26) (1 à 2 ans) laissent encore leur empreinte sur les parois de la falaise avant que celle-ci ne soit patinée par le temps. Certains de ces blocs éboulés se retrouvent en équilibre instable sur des pentes formées d'éboulis. La nature fortement fragmentée du substratum peut contribuer à la remobilisation des blocs et présenter ainsi un danger supplémentaire.

C'est à la hauteur de la grotte Capellane que la fracturation est la plus marquée (Fig.27). On remarque la présence de nombreuses failles ainsi qu'une fracturation diffuse à l'origine de la formation d'**amas de blocs** de petites tailles. Par endroits, l'érosion préférentielle le long des fractures donne naissance à des **chandelles** (Fig.28), qui par leur forme en colonne peuvent facilement s'ébouler par un mouvement de bascule ou une rupture de pied.

Toutes ces observations sont rassemblées en une planche photo page suivante.

L'ensemble de la falaise est très propice à la chute de blocs ainsi qu'à l'éboulement. Au-dessus de la falaise dans le secteur des pistes d'escalades, des éboulis sont bloqués par un bloc éboulé. La remobilisation de ce bloc pourrait engendrer un éboulement total ou partiel du cône d'éboulis.

En parcourant la falaise vers l'Ouest, on découvre un **cône d'éboulis actif** particulièrement développé (Fig.29). Il couvre une superficie d'environ 6000 m² et se développe depuis les crêtes pour mourir à hauteur des premières plantations d'oliviers, lorsque la pente s'atténue.

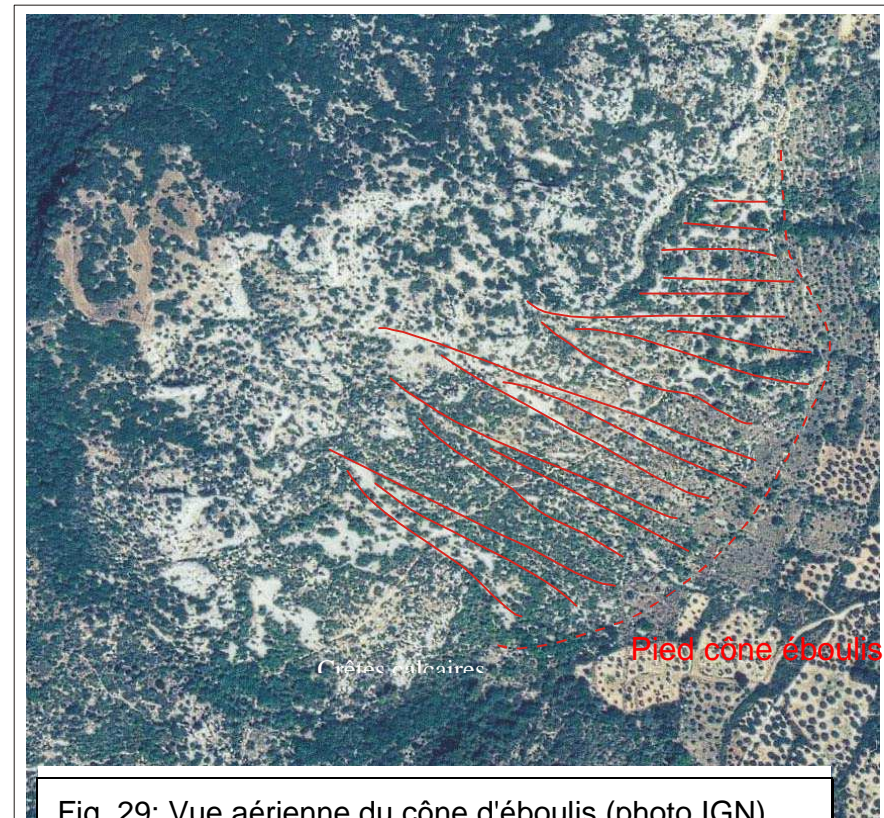
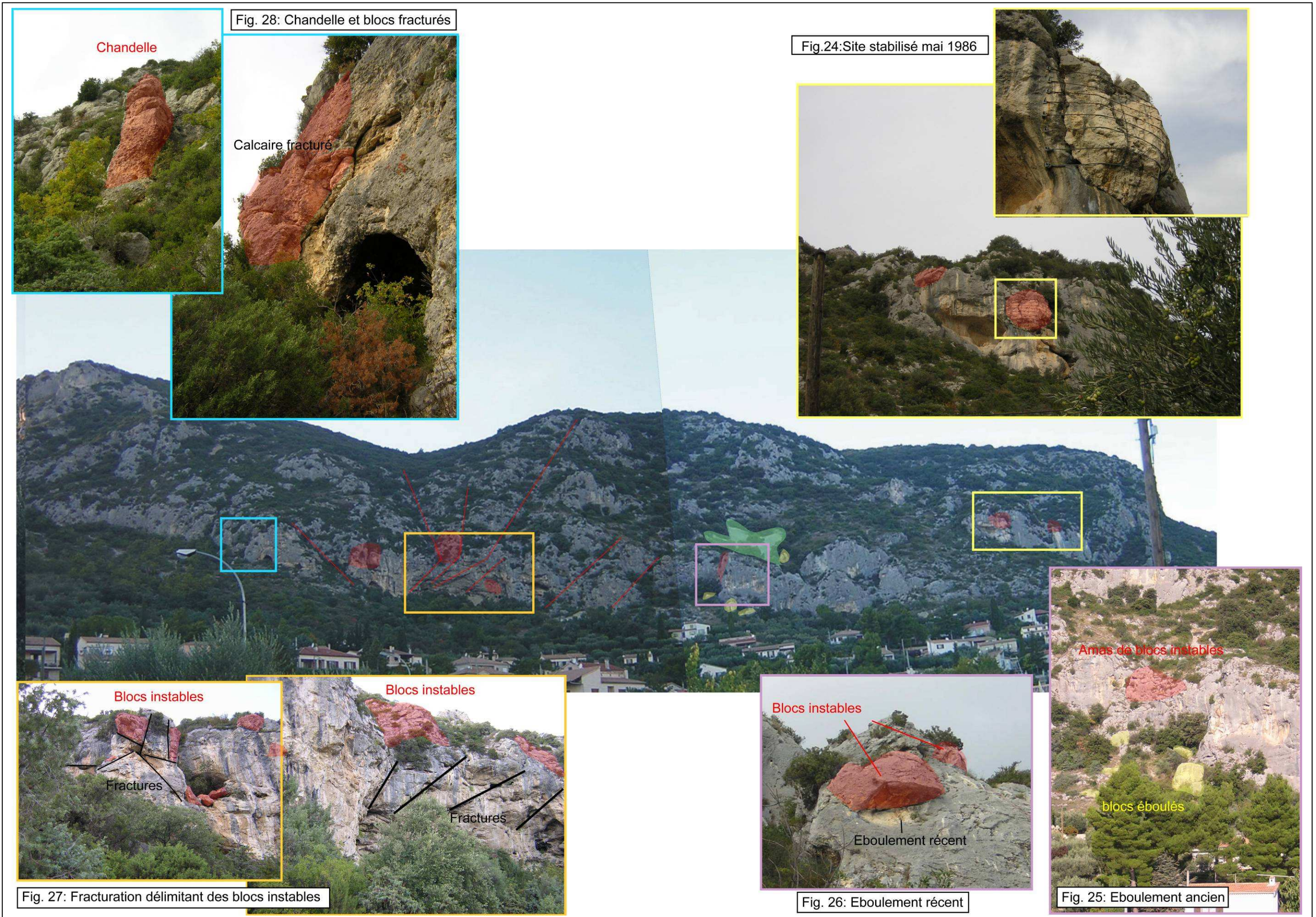


Fig. 29: Vue aérienne du cône d'éboulis (photo IGN)



III.2.1.3. Plateau de Bellevue

Le plateau de Bellevue est composé de méga-brèches calcaires d'âge Oligocène, matériaux très résistant mais fortement fracturé. Elles reposent sur des marno-calcaires et des calcaires en plaquettes très sensibles au ravinement. Le sous-cavage par érosion à l'interface marnes-calcaires conduit à la formation de surplomb de la corniche calcaire. Ces surplomb associés à une intense fracturation des méga-brèches calcaires délimitent des blocs voir des pans de falaise entiers en équilibre précaire (Fig. 30 et 31).

Fig. 30: Eboulement plateau de Bellevue

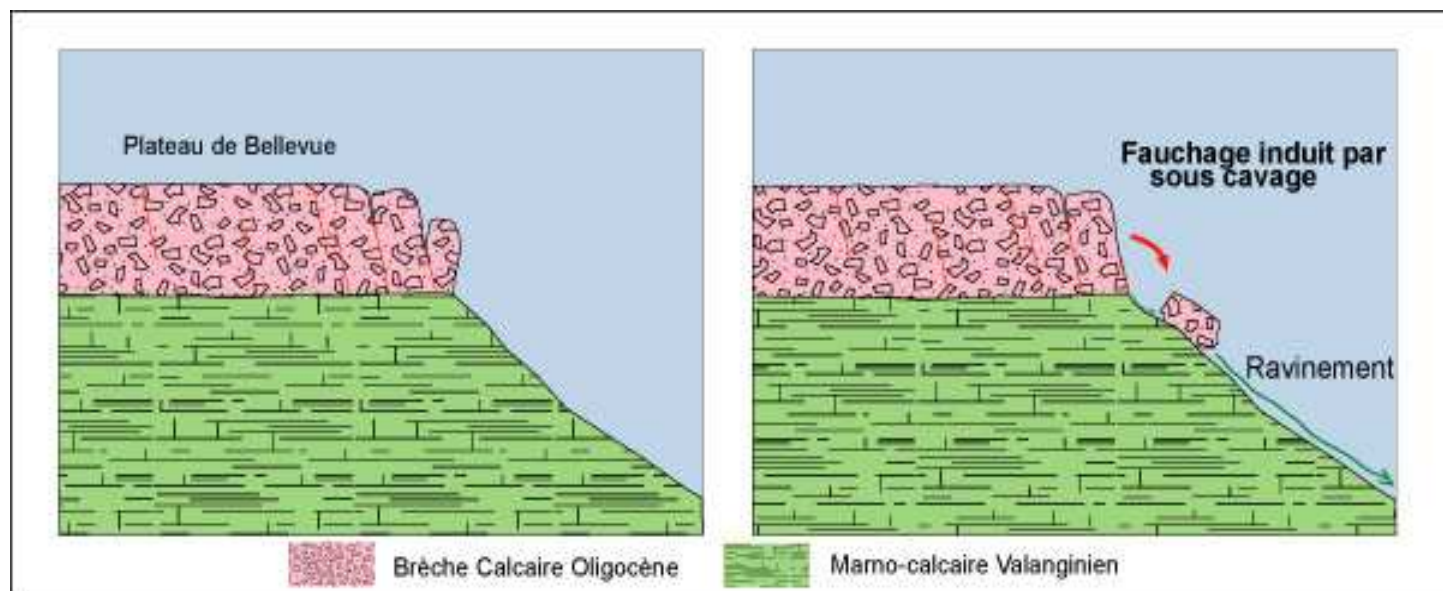
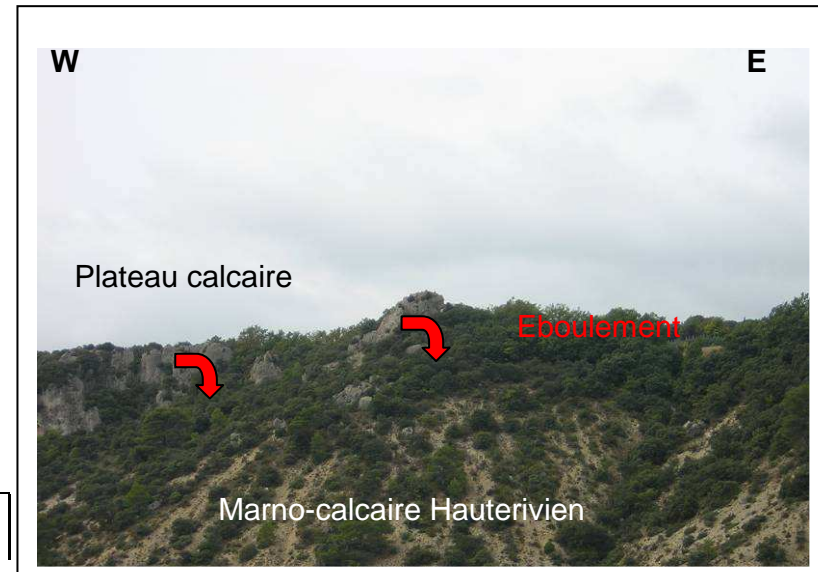


Fig. 31: Schéma de principe d'éboulement par sous-cavage

IV.3.1.3. *Ravinement*

Phénomène d'érosion régressive provoquant des entailles peu profondes dans le versant. Le ravinement est engendré par un écoulement hydraulique superficiel, il est lié à la lithologie, l'écoulement et la pente.

Ce phénomène apparaît au sein des marno-calcaires de l'Hauterivien.

Dans la combe de Bellevue, un ravinement actif a incisé les marno-calcaires sur plus de 200 m de hauteur (Fig.32). Ce phénomène provoque un sous-cavage de ces niveaux tendres, entraînant ainsi la déstabilisation du plateau calcaire Oligocène de Bellevue et la génération l'éboulement en masse et chutes de blocs tout autour de cette combe . Le ravinement est ici un facteur aggravant du phénomène éboulement/chute de blocs.



Fig.32: Ravinement des marno-calcaires dans la combe de Bellevue

IV.3.1.4. Glissements de terrain

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.33). Les volumes mis en jeu sont très variables.

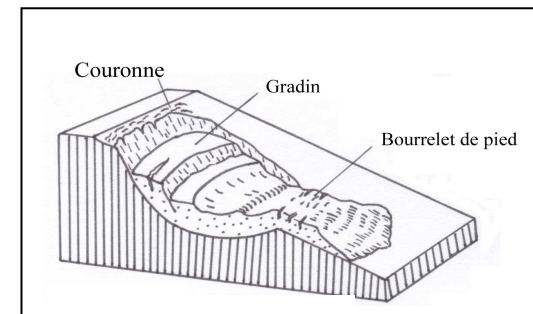


Fig.33: Schéma conceptuel d'un glissement de terrain

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 phénomènes anthropiques (terrassements) et aux vibrations naturelles (secousses sismiques) ou artificielles (tirs de mine par exemple).

Dans la commune de Volx, l'analyse des photos aériennes et une étude de terrain détaillée ont permis de localiser des glissements de terrain fossiles ou actifs. Les surfaces de rupture de ces glissements de terrain se situent essentiellement au sein des colluvions quaternaires (Fig 34) et des séries argilo-sableuses et marneuses du Miocène (Fig.35). Ces deux formations présentent localement des pentes à la limite de la stabilité, principalement au pied des reliefs. Ils sont également favorisés par l'effet de surcharge généré par les formations calcaires Oligocènes sus-jacentes on parle alors de fluage.

Fig.34: Petit arrachement au sein de colluvions



En règle générale, les glissements se réactivent après des périodes pluvieuses (sous l'effet de la sursaturation en eau des colluvions et des niveaux sableux) ou lors de terrassements, lorsque l'équilibre naturel d'une pente est rompu.

Sur la commune de Volx, les glissements sont caractérisés par des vitesses de déplacement lentes. Ils sont localisés au sein des séries Miocènes, au Nord de l'agglomération.



Fig.35: Glissements de terrain superficiels dans le secteur de Ratavous



IV.3.1.5. *.Fluage*

Le phénomène de fluage consiste en une déformation lente d'une masse de terrain argileux sous l'effet de pressions extérieures ou de son propre poids (fig. 36).

Les déplacements sont continus, mais la vitesse très faible, sans surface de rupture. Les phénomènes de fluage évoluent fréquemment en glissements courbes et en coulées. Ils peuvent également être la cause d'éboulements.

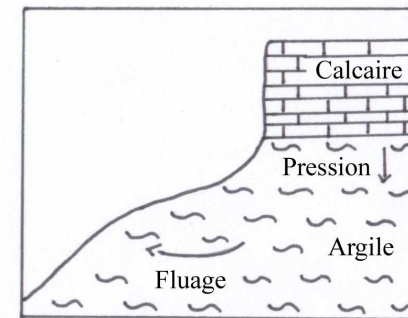


Fig.36: Schéma conceptuel de fluage

Ils sont causés par le vieillissement du matériau, l'hydrogéologie, les cycles gel-dégel et les surcharges.

Sur la commune ce phénomène concerne les marnes-argileuses du Miocène et les colluvions qui les recouvrent. On observe des indices forts de fluage, au pied du versant Sud de la falaise de la Garde, principalement le long des chemins séparant la falaise des premières habitations où l'on peut observer des talus bombés et instables. Par endroits, le fluage a déjà évolué en glissement et l'on observe alors de petites loupes d'arrachement. Celles-ci seraient la conséquence directe ou indirecte d'un fluage au sein des terrains Miocènes et de leur couverture de colluvions.

IV.3.1.6. *Retrait-gonflement des argiles*

Ce phénomène est lié à la variation de la teneur en eau dans les argiles. Certaines argiles présentent de grandes variations de volume.

Le retrait apparaît lors des périodes sèches alors que le gonflement est la réponse du sol après le retour à une période humide.

Dans ces deux cas, les variations de volume des argiles sont fonctions de leur composition et de leur structure minéralogique. Ce phénomène d'amplitude et de profondeur plus ou moins importantes apparaît directement lié à la durée de la période de sécheresse (changement saisonnier, période biennale, décennale).

D'un point de vue lithologique, il n'existe pas de formation argileuse pure ou à forte fraction argileuse, sur la commune de Volx. Cependant les formations Miocènes et les alluvions quaternaires, peuvent présenter localement une faible à moyenne fraction argileuses. Aucune analyse géotechniques des ces argiles n'a été faite à notre connaissance sur la commune. Cependant ce type de formation présente dans d'autres secteurs d'étude un potentiel moyen à faible de retrait-gonflement qui peut varier localement.

Les formations argilo-sableuses du Miocène et les alluvions limono-conglomératiques Quaternaire de la commune de Volx peuvent par conséquent présenter un potentiel faible à moyen de retrait-gonflement localement variable.

A notre connaissance, aucun sinistre liée au retrait-gonflement des argiles n'a été signalé sur la commune.

NB: Une étude d'échelle départementale, concernant spécifiquement ce phénomène est en cours d'élaboration par le BRGM. Nous intégrerons les résultats de cette étude dans ce présent PPR dès qu'ils seront disponibles.

IV.4. Fiches descriptives des mouvements de terrain affectant la commune

Voir fiches pages suivantes

V. Qualification et cartographie des aléas Mouvement de terrain

V.1. Définition de l'aléa mouvements de terrain

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 de mouvements de terrains très différents (éboulement, chute de blocs, ravinement, glissement, retrait-gonflement...). 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. L'extension de cette dernière est toujours délicate à évaluer. Nous avons utilisé la carte de pente et le MNT de la vallée pour délimiter ces zones [(pour des déterminations plus précises il faut avoir recours à la modélisation numérique (trajectographie des blocs)]. Nous avons également eu des difficultés pour délimiter en surface les zones sujettes aux retrait-gonflement des argiles.
- Une composante temporelle : c'est la possibilité plus ou moins grande d'occurrence temporelle du phénomène. En règle générale, la complexité du milieu naturel géologique et son évolution ne permettent pas de qualifier la probabilité d'occurrence d'un mouvement de terrain, comme cela se pratique couramment dans le domaine des risques sismiques ou hydrologiques (quasi-impossibilité d'effectuer une prédiction de la date de déclenchement d'un mouvement de terrain, sauf parfois dans les quelques jours qui les précèdent). La seule voie actuellement opérationnelle consiste en une approche plus qualitative, dite de prédisposition du site à un type de phénomène donné. La plupart du temps, il faut se contenter d'estimer qualitativement un niveau de probabilité, pour une durée conventionnelle d'une centaine d'années (de l'ordre de la durée de vie des constructions et ouvrages).

V.2. Démarche

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

- Recensement des mouvements 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 mouvements de terrain (Fiches descriptives des mouvements de terrain en format Access et MapInfo) et d'une carte informative des mouvements de terrains (Pièce n°2). Une classification des différents phénomènes intégrant une estimation de l'occurrence potentielle ont été prise en compte lors de l'élaboration de ce document qui constitue la pièce maîtresse du PPR. En effet, il s'agit d'un document de synthèse et d'interprétation de l'ensemble des informations recueillies sur la région.
- Délimitation et étude des secteurs géologiquement homogènes,
- Estimation de l'aléa dans chaque zone définie comme homogène vis-à-vis des facteurs identifiés précédemment. Les zones soumises à plusieurs types d'instabilités, ont été qualifiées vis-à-vis des différents phénomènes.
- Qualification de l'aléa : définition d'une échelle de gradation d'aléas.

V.3. Définition des degrés d'aléa et zonage

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

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

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

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

- ***Aléa fort (niveau 3)***

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

- glissements actifs mettant en mouvement un volume de terrain très important (de l'ordre du million de m³...)
- glissements anciens ayant provoqués de fortes perturbations
- coulée de boue importante...

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.4. Définition des aléas par phénomène naturel

Afin de faciliter la lisibilité de la carte, la représentation des aléas a été dissociée : thème "inondations et crues torrentielles " et thèmes "mouvements de terrain ". Malgré cela, Il existe des superpositions d'aléas. 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 : du rose au violet pour les mouvements de terrain (Jaune à orange pour les inondations et crues torrentielles).

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 indexé d'un chiffre (1. 2. 3) correspondant au degré de l'aléa (fig. 29).

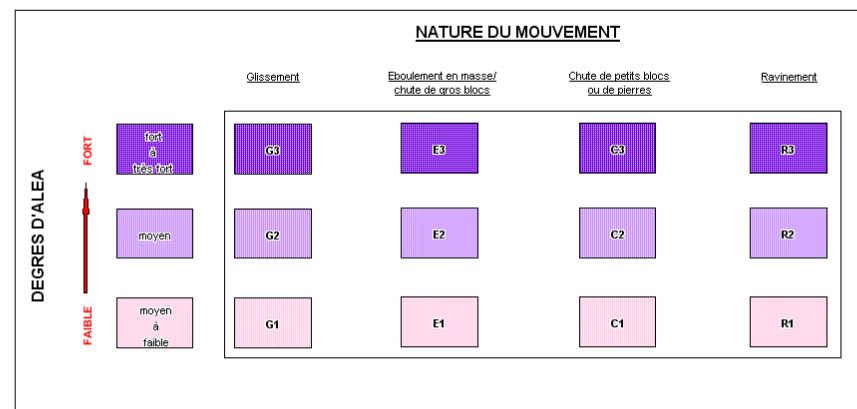


Fig.28: Echelle de gradation de l'aléa mouvement de terrain.

Certaines zones, dans lesquelles aucun phénomène actif n'a été décelé, sont décrites comme étant exposées à un aléa faible - voire moyen - de mouvement de terrain. 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 traduisent 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.

V.4.1. L'aléa éboulements/chutes de blocs et de pierres

Il n'existe pas, à notre connaissance, d'étude trajectographique 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.

Aléa	Indice	Critères
Fort	E3-C3	<ul style="list-style-type: none"> - Zones exposées à des <u>éboulements en masse</u> et à <u>des chutes fréquentes</u> de blocs ou de pierres 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	E2-C2	<ul style="list-style-type: none"> - 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 subaffleurant sur pente supérieure à 35°. - Remise en mouvement possible des blocs éboulés et provisoirement stabilisés dans le versant sur pente supérieure à 35°.
Faible	E1-C1	<ul style="list-style-type: none"> - 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		<ul style="list-style-type: none"> - Aucun éboulement/chute de blocs ou chute de petits blocs et de pierres (ancien, actif, ou potentiel) n'a été répertorié

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

V.4.2. L'aléa glissement de terrain

Aléa	Indice	Critères
Fort	G3	<ul style="list-style-type: none"> - Glissements 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. - 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	<ul style="list-style-type: none"> - Situation géologique identique à celle d'un glissement actif et dans les <u>pent</u>es fortes à moyennes (35° à 15°) avec <u>peu d'indices de mouvement</u> (indices estompés). - Topographie <u>légèrement déformée</u> (mamelonnée liée à du fluage). - Glissements <u>fossiles</u> dans les <u>pent</u>es fortes à moyennes (35° à 15°). - Glissement actif dans les pentes faibles (< 15° ou inférieure à l'angle de frottement interne des matériaux ϕ du terrain instable) avec pressions artésiennes. <p><i>Ces zones présentent une probabilité d'apparition de glissement de faible ampleur moyenne, mais qui peut devenir forte sous l'action anthropique (surcharge, route, terrassement). La probabilité d'apparition de mouvement de grande ampleur reste faible.</i></p>
Faible	G1	<ul style="list-style-type: none"> - Glissements <u>fossiles</u> dans les <u>pent</u>es faibles (< 15° ou inférieure à l'angle de frottement interne des matériaux ϕ du terrain instable). - Glissements <u>potentiels</u> (pas d'indice de mouvement) dans les pentes moyennes à faibles (à titre indicatif : 20 à 5°) dont l'aménagement (terrassement, surcharge...) risque d'entraîner des désordres compte tenu de la nature géologique du site.
Nul		<ul style="list-style-type: none"> - Aucun glissement fossile, ancien, actif, ou potentiel n'a été répertorié

V.4.3. L'aléa ravinement

Aléa	Indice	Critères
Fort	R3	<ul style="list-style-type: none"> - Versant en proie à l'érosion généralisée (bad lands). Exemples : <ul style="list-style-type: none"> • 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	R2	<p>Zone d'érosion localisée.</p> <p>Exemples :</p> <ul style="list-style-type: none"> • griffe d'érosion avec présence de végétation clairsemée ; • écoulement important d'eau boueuse suite à une résurgence temporaire.
Faible	R1	<ul style="list-style-type: none"> - 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		<ul style="list-style-type: none"> - Versant à formation potentielle de ravines avec couvert végétal important - Versant à formation ne présentant aucun potentiel de ravine (calcaires massifs, grès, ...),

V.5. Résultats : délimitation et cartographie de l'aléa

Globalement, seule une petite partie (moins de 1/5^e) de la commune est exposée à au moins un aléa mouvements de terrain d'intensité moyenne à forte. Il en résulte une carte qui définit les zones d'aléas mouvements de terrain de la commune (Annexe N°4).

La définition des aléas a conduit à l'élaboration d'une carte (voir Annexe N° 4) indiquant les limites et les niveaux d'aléa (fond de plan utilisé : plan cadastrale : 1/5000^e).

On en résume ci-après les principaux éléments :

V.5.1.1. L'aléa éboulement/ chutes de blocs.

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

Cet aléa est surtout localisé au niveau des falaises calcaires d'âge Oligocène et Barrémien : falaise de Volx (site d'escalade) et barre des Roques.

V.5.1.2. L'aléa glissement de terrain

L'aléa glissement est ici de moyenne à faible intensité mais présente une probabilité d'apparition moyenne à élevé dans les argiles-sableuses du Miocène, les marno-calcaires de l'Hauterivien ou encore les formations de pentes (éboulis et colluvions) Quaternaire.

V.5.1.3. L'aléa ravinement

L'aléa ravinement est de forte intensité.

Il apparaît dans les marno-calcaire de l'Hauterivien dans la combe de Bellevue et dans la portion occidentale de la combe de Sarzen.

V.5.1.4. L'aléa fluage

L'aléa fluage est de faible intensité et d'un niveau d'apparition moyen à élevé dans les argiles et marnes de l'Hauterivien.

V.5.1.5. ***L'aléa retrait-gonflement***

L'aléa retrait-gonflement est de faible intensité et d'un niveau d'apparition moyen à faible dans les argiles et marnes du Miocène et les alluvions quaternaires.

Remarque :

- ***La délimitation de l'aléa retrait-gonflement a été élaborer à partir des résultats cartographique de l'étude BRGM (cartographie de l'aléa retrait-gonflement à l'échelle du département des Alpes de Hautes Provence). D'après cette étude l'ensemble des formations marneuses et marno-silteuses et argiles sableuses oligo-miocènes, colluvions, éboulis de versant, alluvion du Quaternaires, etc....) sont concernées par au moins un aléa faible de retrait-gonflement***
- ***Sur la commune, l'aléa retrait gonflement est souvent associé à un autre type d'aléa mouvements de terrain et notamment aux glissements de terrain et/ou ravinement. Dans ce contexte les mesures de préventions qui seront prises pour réduire ou prévenir du risque glissements ou ravinements seront largement suffisantes pour prévenir du risque mineur de retrait gonflement.***
- ***La zone d'étude est également soumise au risque sismique, il est à noter que le respect de construction conformément aux normes parasismiques sont seront largement suffisantes pour prévenir du risque mineur de retrait gonflement.***

VI. Qualification et cartographie des Aléas inondation

VI.1. Démarche – principes méthodologiques

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

Il y est indiqué que la qualification de l'aléa s'effectue à la suite des analyses historique et hydrogéomorphologique (*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 de VOLX, 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..., en particulier la crue de janvier 1994 (voir annexe 2) ;
- **l'analyse hydrogéomorphologique** des zones inondables sur la Durance, le Largue et l'ensemble des cours d'eau de la commune, en particulier ceux traversant aujourd'hui les zones urbanisées à l'ouest du territoire communal (***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 ;**
- **les études antérieures, en particulier l'étude hydrogéomorphologique de GEOSPHERE sur la Durance.**

Aucune modélisation hydraulique ne concerne les cours d'eau de la commune. La cartographie des aléas sur Volx n'est donc pas basée sur un événement centennal.

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.

VI.2. Cartographie informative : historique des inondations et cartographie hydrogéomorphologique

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

VI.2.1. Les crues historiques

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.

Les informations relatives aux crues historiques de la Durance, du Lague et de leurs affluents sur la commune de VOLX, les organismes consultés,... sont présentés dans le détail en ANNEXE 2

VI.2.2. La cartographie hydrogéomorphologique des zones inondables

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

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

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

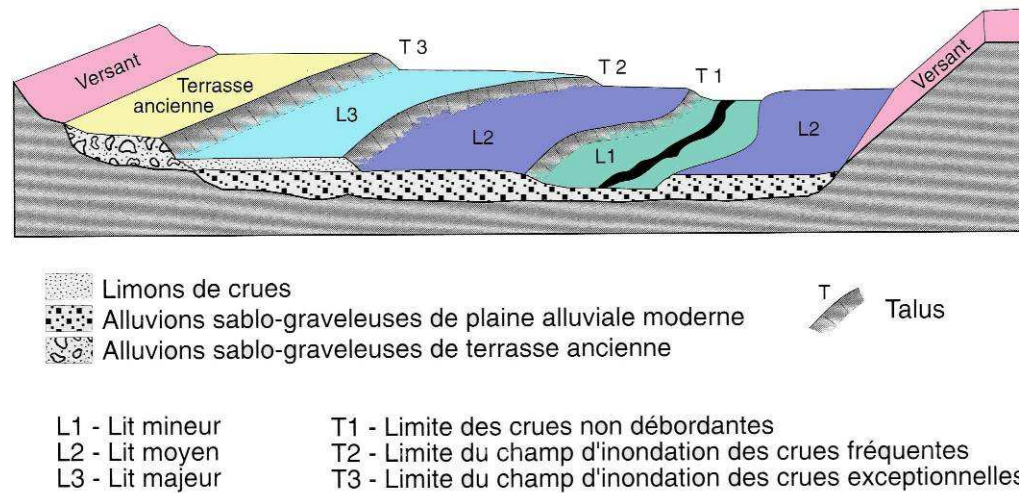
Ainsi, à l'instar des mouvements de terrain, cette approche, croisée avec l'étude des événements historiques, permet de justifier de manière objective les caractéristiques des aléas pris en compte et constitue souvent la meilleure démonstration de la pertinence et de la crédibilité du zonage et des contraintes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

Le paragraphe ci-dessous précise les éléments de méthodologie de l'approche hydrogéomorphologique.

■ Méthodologie

La méthode hydrogéomorphologique mise en œuvre par le bureau SIEE 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, moyen et majeur) correspondant chacune à un niveau de débit, donc de fréquence, donné (crues fréquentes, rares et exceptionnelles).



Cette cartographie est réalisée en deux temps :

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

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

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

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

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

VI.3. Principes de qualification des aléas

VI.3.1. Définition

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 de VOLX.

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 (*voir paragraphes V.1 ci-dessus*), à savoir :

- l'analyse hydrogéomorphologique et analyse du fonctionnement « naturel » des lits d'inondation (cours de la Durance et du Largon, de leurs affluents et confluences principales) ;
- étude historique : manifestations, niveaux atteints... ;
- effets des aménagements (remblais notamment,...) ;
- les études antérieures.

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 VOLX.

■ 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.

Ainsi, un premier niveau d'aléa est défini de la manière suivante :

- en l'absence de modélisation de la crue centennale, **les aléas sont définis sur la totalité de l'emprise de la zone inondable définie par l'approche hydrogéomorphologique**. Ils concernent par conséquent toutes les formes de crues, des plus fréquentes aux crues exceptionnelles;
- **le lit mineur et le lit moyen, ainsi que les zones qualifiées d'"écoulement dynamique", "axes d'écoulement" inscrits à l'intérieur du lit majeur** identifiées par l'analyse hydrogéomorphologique, seront affectés d'un **aléa fort** ;
- **le lit majeur, en dehors de ces zones**, et selon les singularités de la vallée (goulot d'étranglement par exemple), sera affecté d'un **aléa moyen** (bords immédiats du Largue en amont du canal EDF) ;
- **le lit majeur lorsqu'il est étendu ou les zones éloignées des points de débordement** sera affecté 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 (plaine du Largue en aval du canal EDF) ;
- **les zones de ruissellement diffus des cours d'eaux (Fontamauri...) sur les vastes plaines d'épandage à l'ouest de la commune, sont qualifiées d'aléa faible (quartier Saint Jean,...).**

Il est à noter que tous les thalwegs du territoire communal sont affectés d'un aléa fort.

■ Cas des confluences

Les cônes de déjection des cours d'eau affluents sont considérés comme des secteurs où les écoulements sont torrentiels. Ils seront affectés

- **d'un aléa fort (axe d'écoulement et proximité immédiate des ruisseaux)** ;
- **d'un aléa moyen sur les surfaces à l'aval de la voie ferrée**, sur les formes, anciens cônes dynamiques, au contact de la plaine du Largue ; on note que « l'effet torrentiel » est nettement atténué par la présence du canal EDF (le zonage en tiendra compte) ;
- **d'un aléa faible au-delà**. Ici, les aléas sont comparables et se confondent avec ceux qualifiant les zones de ruissellement diffus (il n'y a plus de dynamique torrentielle dans ce cas)

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

■ ALEA DE NIVEAU 1

Nature géomorphologique (d'après carte hydrogéomorphologique)	Lit mineur / lit moyen / Lit majeur zone d'écoulement dynamique, chenaux de crue, anciens bras et anciens lits actifs de la Durance remblayés, proximité des petits affluents	Lit majeur hors zone d'écoulement dynamique – lit majeur étroit (Largue), inondations fréquentes, ancien lit moyen endigué, cône des affluents des versants ouest en aval de la voie ferrée	Lit majeur étendu, rarement ou jamais inondé historiquement, secteur éloigné protégé) Zone de ruissellement diffus sur les anciens cônes de déjection transformés par l'urbanisation (quartiers ouest de la commune)
Hauteur d'eau	Hauteurs importantes (>1 mètres)	Hauteurs importantes	Hauteurs faibles
Vitesses d'écoulement	Vitesses élevées	Vitesses moyennes à faibles	Vitesses faibles
ALEA	FORT	MOYEN	FAIBLE

Le 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 hauteurs d'eau seront de l'ordre du mètre ou plus pour une crue historique ;
- 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 (secteurs de large plaine),...

Ainsi, la prise en compte de ces informations historiques viendra conforter (et dans certains cas aggraver ou amoindrir) le premier niveau d'aléa défini.

■ **Prise en compte des digues et des remblais d'infrastructure linéaire**

Il s'agit pour la plupart de digues et des remblais d'infrastructures routières ou de voie ferrée. Ne sont pris en compte que les ouvrages d'une hauteur supérieure à 1 mètre ; les remblais de hauteur inférieure sont considérés comme transparent pour les crues remarquables (simples levées de terre, chemins faiblement remblayés...). Le canal EDF constitue un cas particulier.

■ **Les digues et les remblais longitudinaux**

Ce type d'ouvrage peut influencer les écoulements en limitant leur extension latérale. Toutefois, selon l'intensité du courant ils sont menacés de destruction : phénomène connu impliquant les remblais routiers (crue du Var à Puget Thénier en 1994) ou de voie ferrée (crue du Calavon en 1907) ou de digues (digues du Rhône, digues des Gardons, Buëch à la Faurie en 2002)...

Une requalification du premier niveau de l'aléa est donc nécessaire, intégrant ces aménagements. Elle est basée sur le postulat suivant :

- **en zone d'aléa fort et/ou lorsque le remblai se situe à proximité de l'axe d'écoulement principal** (bande active de la Durance ou lit mineur des affluents, axe d'écoulement), la présence de ce type de remblais ne modifie pas l'intensité de l'aléa de la zone où il se trouve. **Ils sont considérés comme transparents, car fortement sensibles aux érosions du cours d'eau** (cas au Moulin de la Roche sur le Largue) ;
- **en zone d'aléa moyen** (lit majeur hors zone d'écoulement dynamique), deux cas sont à considérer :
 - **si le remblai ou la digue est éloigné du lit mineur ou de la zone d'écoulement dynamique, l'aléa à l'arrière du remblai sera amoindri** (passant de moyen à **faible**). On considère que ce remblai est suffisamment éloigné de l'axe dynamique des écoulements et donc à l'abri de destruction par érosion. ;
 - **si le remblai ou la digue est proche du lit mineur ou de la zone d'écoulement dynamique, l'aléa à l'arrière du remblai sera préservé (moyen) ;**
- **en zone d'aléa faible** (lit majeur exceptionnel), **la présence du remblai ne modifie pas l'intensité de l'aléa : elle reste faible. En aucun cas elle ne supprime l'aléa, même faible.**

■ Les remblais transversaux

Compte tenu que :

- la définition de la zone d'influence éventuelle de l'ouvrage est délicate à définir ;
- les remblais transversaux principaux peuvent être pourvu d'ouvrage de délestage ou sont submergés,

la présence des remblais transversaux est considérée, de manière générale, comme ne modifiant pas l'intensité de l'aléa de la zone qu'il recoupe : **l'aléa est identique en aval et en amont**. Par exemple, le remblai de la voie ferrée dans la plaine aval du Largue est ponctué de passages inférieurs, le rendant « transparent » pour les crues.

C'est pourquoi, l'effet de barrage et de protection éventuelle de la zone aval n'est jamais pris en compte (*sauf cas du canal EDF - voir ci-dessous*).

Inversement, ce type de remblai peut influencer les hauteurs d'eau de la zone amont. Ainsi, localement au cas par cas, et selon l'expérience du chargé d'étude (éventuellement si une information historique existe à ce sujet), l'aléa a été accentué en amont des remblais par augmentation des hauteurs d'eau (faible à moyen, moyen à fort).

■ Cas du canal EDF

Le canal EDF a été considéré comme une infrastructure jouant un rôle majeur dans la dynamique des écoulements de crue, à plusieurs titres :

- sa présence a totalement modifiée les conditions d'écoulement des sections aval des cours d'eau des versants ouest où il recoupe les grandes surfaces d'épandage : entre le canal et la voie ferrée plus aucun débordement notable n'est observé ; à l'aval de la voie ferrée, les débordements possibles sont circonscrits aux surfaces matérialisant les anciens cônes au contact de la basse plaine (les Eyrauds, Saint Clément). Les seuls écoulements dynamiques que l'on qualifiera d'aléa fort le sont dans l'axe du thalweg.
Le canal joue ici le rôle d'un écrêteur majeur des crues ;
- il constitue un obstacle pour certains petits organismes pour lesquels les exutoires sont limités : il rend difficile ici les conditions d'évacuation des eaux, voire il augmente localement les hauteurs d'eau, notamment au nord de la commune (quartier le Peyroun) ;
- il écrête les crues du Largue (rétention amont, notamment en rive gauche sur la commune de Châteauneuf), modifie en diminuant l'intensité, les conditions d'inondations de la plaine aval du Largue, où les aléas les plus forts sont notés à proximité immédiate du cours d'eau (lit mineur, lit moyen).

VI.3.2. Prise en compte des zones remblayées

Les zones étudiées ici sont les remblais, installés en lits moyen ou majeur supportant des habitations et des infrastructures notables (zone d'activités, installations sportives).

Ils sont de surfaces variables mais généralement étendus (souvent en zone urbaine, dans la continuité des centres anciens).

■ **La notion de distance de la zone remblayée aux lits dynamiques est le facteur déterminant la modification de l'intensité de l'aléa défini en niveau 1.**

Ainsi :

- **en zone d'aléa fort, la présence d'un remblai ne modifie pas l'intensité de l'aléa** (cas des remblais de la station autoroutières installés dans le lit actif de la Durance) ;
- **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 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 en ce sens une possibilité éventuelle d'évacuation des installations (cas du Largue en rive gauche, localement sur la zone aval du ruisseau de Fontamauri).;
 - **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 sera préservé** (moyen – remblais à proximité de la Durance) ;
- **en zone d'aléa faible** (lit majeur étendu), **l'aléa de la zone remblayée reste faible.**

VI.3.3. Cas particuliers

Certains facteurs aggravant sont localement été pris en compte dès lors qu'il est possible d'anticiper leur manifestation. C'est le cas en particulier de l'insuffisance des ouvrages de franchissement des considérée comme facteur pouvant localement aggraver l'aléa (surverse, embâcle). C'est principalement le cas des cours d'eau des versants ouest de la commune.

Ces points sont localisés et ne résultent que de témoignages et éventuellement, pour les cas les plus flagrants, de la propre analyse du chargé d'étude. Ces cas ont été appréciés au cas par cas.

Le tableau ci-dessous synthétise les modifications apportées à la qualification du premier niveau d'aléa.

■ ELEMENTS DE MOFIFICATION DE L'ALEA DE NIVEAU 1

LITS HYDROGEOMORPHOLOGIQUES (NIVEAU 1)	ALEA FAIBLE Lit majeur (étendu, rarement ou jamais inondé historiquement, secteur éloigné protégé) Zone de ruissellement diffus sur les anciens cônes de déjection transformés par l'urbanisation	ALEA MOYEN Lit majeur (hors zone d'écoulement dynamique – lit majeur étroit, inondations fréquentes, ancien lit moyen endigué)	ALEA FORT Lit mineur / lit moyen / Lit majeur (zone d'écoulement dynamique, chenaux de crue, anciens bras sur le Largue)
DIGUES ET REMBLAIS D'INFRASTRUCTURES LINEAIRES LONGITUDINAUX (voie ferrée, route)	ALEA FAIBLE	Si distance versant/remblai > distance remblai/zone d'écoulement dynamique ALEA MOYEN	ALEA FORT
		Si distance versant/remblais < distance remblai/zone d'écoulement dynamique ALEA FAIBLE	
REMBLAIS D'INFRASTRUCTURES LINEAIRES TRANSVERSAUX (route, canal EDF)	ALEA FAIBLE	ALEA MOYEN	ALEA FORT
ZONES REMBLAYEES	ALEA FAIBLE	Si distance versant/zone remblayée > distance zone remblayée/zone d'écoulement dynamique ALEA MOYEN	ALEA FORT
		Si distance versant/ zone remblayée < distance zone remblayée/zone d'écoulement dynamique ALEA FAIBLE	

VI.4. Synthèse sur la qualification de l'aléa sur la commune de Volx

Les principes ci-dessus ont été mis en œuvre pour qualifier les aléas inondation sur la commune de VOLX, en l'absence de modélisation de la crue centennale.

Le tableau ci-dessous synthétise les aléas retenus, ainsi que les critères les qualifiant.

Aléa	Représentation	Critères
FORT	I3	<ul style="list-style-type: none"> - Lit moyen, ancien lit de la Durance et du Largue, notamment, gagnés sur la rivière par remblaiement ou endiguement - Axes d'écoulement marqués dans le lit majeur et le lit moyen - Certaines zones situées à l'arrière de remblais transversaux massifs pouvant entraîner l'augmentation des hauteurs d'eau (sans qu'il soit toutefois possible de la quantifier)
	T3	<ul style="list-style-type: none"> - Lit mineur des cours d'eau affluents de la Durance et bande d'activité de la Durance (espace des galets et chenaux entre digues, y compris iscles boisées). Sur les petits affluents du Largue et les cours d'eau des versants ouest, la cartographie fait apparaître une bande de sécurité de largeur variable, qui va au-delà des simples talus de berge (quelques mètres) - Tous thalwegs sur l'ensemble du territoire communal - Cône de déjection avec signe d'activité notable, axes d'écoulement de ces mêmes cônes
MOYEN	I2	<ul style="list-style-type: none"> - Lit majeur de faible étendu, où les vitesses et/ou les hauteurs d'eau peuvent être élevées
	T2	<ul style="list-style-type: none"> - Cône peu actif, à proximité des points de débordement
FAIBLE	I1	<ul style="list-style-type: none"> - Lit majeur étendu avec étalement des eaux - Arrière de remblai routier important ou de digue en zone d'aléa moyen lorsque ceux-ci sont éloignés du lit mineur ou de la bande d'activité - Zone de ruissellement diffus des eaux de débordement, éloignée du lit mineur sur cône de déjection - Zone de ruissellement diffus des eaux sur de larges étendus sur les anciens cône de l'ouest de la commune
	T1	<ul style="list-style-type: none"> - Zone éloignée des cônes de déjection, grandes surfaces d'épandage des cônes anciens coalescents à l'ouest de la commune
NUL		<ul style="list-style-type: none"> - Zone non concernée par des inondations liées au des cours d'eau*

* 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.

VI.5. Remarques sur la précision de la cartographie des aléas inondation

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 1/25000^{ème}** de l'IGN (échelle préconisés dans la méthodologique 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 1/25000^{ème}. Quelques imprecisions 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.**

VII. PRINCIPAUX ENJEUX ET VULNERABILITE

VII.1. Identification des enjeux

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

VII.2. Synthèse de l'occupation du sol :

Celle-ci a été élaborée à partir des documents d'urbanisme actuels (PLU en cours de révision) 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. Par ailleurs, les zones d'activités à vocation industrielle ou commerciale, qui représentent des enjeux forts en termes économiques 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...), de secours ... (pompiers, hôpital, gendarmerie, centres de l'équipement), ainsi que les établissements scolaires et de loisirs (écoles, gymnase, terrain de sport) et les équipements publics collectifs sensibles (station d'épuration, sites EDF...).

VII.3. La vulnérabilité

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

En première analyse, on constate que la majorité des établissements publics regroupés dans le noyau ancien urbain est peu concernée par l'un ou l'autre des aléas étudiés (à rappeler que les problématiques du risque pluvial ne sont pas prises en compte dans cette étude).

Des deux aléas étudiés, la problématique inondation concerne plus d'enjeux, en nombre-t'en importance, que la problématique mouvements de terrain. Les principaux enjeux vulnérables sont exposés au risque inondation et se situent dans la zone d'activité de la **Carretière** et autour du **canal d'amenée d'EDF** et le ruisseau de **Fontamaury**.

- L'aléa mouvement de terrain concerne essentiellement la partie **Nord de la commune**, essentiellement des zones naturelles agricoles et non constructibles. Toutefois, les zones de la **Pissautier** à la **Tuilière** peuvent être concerné par une problématique de ravinement /glissement de terrain. Ainsi que, la zone de **la Sarzen** exposé à un risque de ravinement torrentiel/glissement de terrain.
- La problématique liée à l'aléa inondation concerne essentiellement l'est et le **Sud de la commune**. Ainsi que la zone urbanisée du **Saint Jean** et de la **Carretière**.
 - En effet, l'ensemble des secteurs suivants sont soumis à un aléa inondation fort : "Aire de Service de Manosque", "Le Plan", "Le Graves", "Le Bajourtin", "Les Près", "Le Clouveau" et "Le Moulin") et bordure immédiate du Canal "EDF" entre "Saint Roch" et "Le Village". L'Aire de Service de Manosque est de loin le secteur le plus vulnérable.
 - Au Cœur du village un ensemble d'habitation se situe en bordure d'un axe d'écoulement préférentiel qui traverse le village (Haut) jusqu'à la RN96. Il constitue le seul exutoire des eaux du ruissellement de "Volx le Haut". Actuellement une grande partie de cette zone d'écoulement n'est pas encore urbanisée. Il est fortement recommander de préserver cette zone non urbanisée en l'état.

Dans la zone inondable de la **Font de Lagier** on recense une station d'épuration, à proximité de la zone inondable du **Saint Jean** un gymnase et un terrain de sport qui est exposé aussi à un risque de ravinement et de glissement de terrain et une station de pompage dans la zone du **Moulin**.

Le tableau ci-après synthétise les principales vulnérabilités sur la commune :

La gradation de la vulnérabilité est appréciée en fonction de l'aléa et de l'importance de l'enjeu :

Enjeux humains et matériels				
<u>Type d'enjeu/localisation</u>	<u>Phénomène</u>	<u>Niveau d'aléa</u>	<u>Vulnérabilité</u>	<u>Commentaires/précisions</u>
Zone d'activité de la Carretière	Inondation et crues torrentielles	Faible	Moyenne	Cette zone d'activité est située en arrière de la digue que forme le canal EDF, au pied d'un cône de déjection ancien (cône du torrent de Saint Jean). Inondable par débordement de ce torrent et ruisselant sur l'ancien cône de déjection.
Zone urbaine entre La Saint Jean et La Carretière	Inondation et crue torrentielle	Faible moyen à	Forte	Ce quartier est constitué d'habitations individuelles et collectives. Situé en arrière de la digue (canal EDF). Sur le cône de déjection du torrent de Saint Jean. Inondable par débordement de ce torrent et ruisselant sur l'ancien cône de déjection.
Quartier des Eyrauds	Crue torrentielle	Moyenne	Forte	Possibilité de dégâts sur les habitations aux abords des zones inondables
Quartier de la Basse Fontaine à proximité de la N96	Glissement de terrain et ravinement	Faible moyen à	Moyenne faible à	Phénomènes pouvant engendrer quelques désordres sur les bâtiments et les infrastructures à long et moyen terme.
Camping de La Vandelle	Glissement et ravinement de terrain	Faible	Forte	Problématique d'évacuation
Aire de Service de Manosque	inondation	Fort	Forte	Secteur le plus sensible et le plus vulnérable de vis à vis des inondation de toute la zone d'étude.
Secteur Le Château	Glissement de terrain	Faible moyenne à	Moyenne faible à	Dans la continuité du centre urbain ce quartier est constitué d'habitations individuelles et collectives (Résidence Fontainebleau, La Digue). Situé en arrière de la digue rive

				gauche qui borde le lit du Buëch, il peut être inondé pour les débordements majeurs et exceptionnels du cours d'eau. Il recèle en outre, certains bâtiments sensibles accueillant du Public (Garderie pour enfant, Maison de retraite) susceptibles d'être évacués en priorité en fonction de l'intensité de l'évènement
Secteur le Moulin et le Ratavoux	Inondation	Moyenne faible à	Moyenne	Quartier résidentiel constitué d'habitations individuelles implantées en rive droite dans le lit majeur de la plaine alluviale de la Lague. Risques d'endommagement des bâtiments et des infrastructures pour une crue majeure de la Lague.
Le village	Inondation	faibt	Moyenne	Ensemble d'habitation se situe en bordure d'un axe d'écoulement préférentiel qui traverse le village (Haut) jusqu'à la RN96. Il constitue le seul exutoire des eaux du ruissellement de "Volx le Haut". Actuellement une grande partie de cette zone d'écoulement n'est pas encore urbanisée
Secteur le Ratavoux	Glissement et chutes de blocs	moyen	Moyenne à faible	Quartier résidentiel constitué d'habitations individuelles implantées au pied du versant de la Garde au niveau du "Ratavoux". Risques d'endommagement des bâtiments et des infrastructures à l'occasion de l'accélération des mouvement (à moyen terme et long terme).
Versant Est de la falaise de la Garde, Site de l'Escalade; Grotte de Capellanne, "Les COTES"	Eboulement-chutes de blocs et glissements de terrain	Fort	Moyenne à forte	Ce versant est concerné par 3 types différents de mouvements de terrain. Le phénomène prédominant de point de vue degrés d'aléa est le phénomène chute de blocs. Seulement la première rangée de maisons du haut du village est concernée par un aléa fort.

VIII. LE ZONAGE DU PPR

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

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

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

VIII.1. Traduction des aléas en zonage réglementaire

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

C'est pour cette raison que nous avons défini dans ce cas précis et en concertation avec le service instructeur (DDE04, Service Urbanisme) et la mairie, une règle de croisement entre les aléas et les enjeux socio-économiques de la commune. Deux grilles de zonage ont été définies : une première pour les zones urbanisées ou d'urbanisation future et une deuxième pour les zones naturelles. Dans cette classification nous avons appliqué (**voir tables ci-après**):

1. **En zone naturelle** : le principe de précaution, pour éviter le développement urbain dans les zones à aléas. Ainsi des zones situées en aléa moyen à faible ont été traduites en zones rouges (ex : zone d'écoulement préférentiel en aléa faible (au cœur du village), les secteurs situés en aléa moyen glissements et/ou ravinements ou encore chute de blocs et de pierre : secteur Nord de la commune (Les Cotes, La Garde, ..)).
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, des zones concernées par de l'aléa moyen ont été traduites en zone bleue (certaines zone d'aléa moyen ravinement et/ou glissements de terrain, certaines zone d'aléa moyen inondation, ...).

Contrainte correspondante

Niveau d'aléa	Types d'aléas	Contrainte correspondante							
		<i>Mouvements de terrain</i>					<i>Inondation</i>		
		Eboulements/chute de Blocs (e)	Chutes de petits blocs et de pierres (c)	Glissement (g)	Ravinement (r)	Retrait-Gonflement (a)	Inondation de plaine (i)	Crues Torrentielles (t)	Zone d'expansion de crue et/ou axe d'écoulement à préserver (i)
Aléa fort (3)		Zone inconstructible	Zone inconstructible	Zone inconstructible	Zone inconstructible	Zone inconstructible	Zone inconstructible	Zone inconstructible	Zone inconstructible
Aléa moyen (2)		Zone inconstructible	Zone inconstructible	Zone inconstructible	Zone inconstructible	Zone constructible sous condition	Zone constructible sous condition	Zone inconstructible	Zone inconstructible
Aléa faible (1)		Zone constructible sous condition	Zone constructible sous condition	Zone constructible sous condition	Zone constructible sous condition	Zone constructible sous condition	Zone constructible sous condition	Zone constructible sous condition	Zone inconstructible
Aléa nul à inexistant à l'état actuel de connaissance		Zone sans contrainte spécifique	Zone sans contrainte spécifique	Zone sans contrainte spécifique	Zone sans contrainte spécifique	Zone sans contrainte spécifique	Zone sans contrainte spécifique	Zone sans contrainte spécifique	Zone sans contrainte spécifique

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

Niveau d'aléa	Types d'aléas	Contrainte correspondante						
		<i>Mouvements de terrain</i>				<i>Inondation</i>		
		Eboulements- chute de Blocs (e)	Chutes de petits blocs et de pierres (c)	Glissement (g)	Ravinement (r)	Retrait- Gonflement (a)	Inondation de plaine (i)	Crues Torrentielles (t)
Aléa fort (3)	Zone inconstructible	Zone inconstructible	Zone inconstructible	Zone inconstructible	Zone constructible sous condition	Zone inconstructible	Zone inconstructible	Zone inconstructible
Aléa moyen (2)	Zone inconstructible	Zone constructible sous condition	Zone constructible sous condition	Zone constructible sous condition	Zone constructible sous condition	Zone constructible sous condition	Zone constructible sous condition	Zone inconstructible
Aléa faible (1)	Zone constructible sous condition	Zone constructible sous condition	Zone constructible sous condition	Zone constructible sous condition	Zone constructible sous condition	Zone constructible sous condition	Zone constructible sous condition	Zone inconstructible
Aléa nul à inexistant à l'état actuel de connaissance	Zone sans contrainte spécifique	Zone sans contrainte spécifique	Zone sans contrainte spécifique	Zone sans contrainte spécifique	Zone sans contrainte spécifique	Zone sans contrainte spécifique	Zone sans contrainte spécifique	Zone sans contrainte spécifique

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

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 tables ci-avant). Dans ces zones, certains aménagements tels que les ouvrages de protection ou les infrastructures publiques qui n'aggravent pas l'aléa, peuvent être autorisés (voir règlements).
- Une **zone constructible**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 tables ci-avant).
- Une zone sans contrainte spécifique, appelée zone "blanche", qui correspond à des zones d'aléas négligeables à nuls à l'état de connaissance actuel. Dans ces zones, les projets doivent être réalisés dans le respect des règles de l'art des autres réglementations éventuelles.

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

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.

Signalons que :

- Des zones situées en aléa moyen à faible ont été traduites en zones rouges (ex : les secteurs situés en aléas moyens glissements et/ou ravinements, ou encore chute de blocs et de pierre : Versant SE de la Garde. De même pour l'axe d'écoulement qui traverse le village Haut qui est en aléa faible inondation, ..).
- Certaines zones urbanisées ou à urbanisation future concernées par de l'aléa moyen ont été traduites en zone bleue, afin de tenir compte de l'habitat existant et des projets d'extension future de la commune :
 - Quelques secteurs urbanisés situés en zone d'aléa moyen glissement de terrain et/ou ravinement : secteurs des "Rataveau", et le "Château",..;
 - Quelques secteurs urbanisés situés en marge de zones classées en aléa moyen à fort d'inondation,

VIII.2. Nature des mesures réglementaires

VIII.2.1. Base légales

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

VIII.2.2. Mesures individuelles

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

VIII.2.3. Mesures d'ensemble

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

GLOSSAIRE

BIBLIOGRAPHIE

- Carte topographique IGN Manosque/ Forcalquier au 1/25000^e
- Carte géologique Manosque au 1/50000^e
- Carte géologique Forcalquier au 1/50000^e
- Photos aériennes couvrant la commune de Volx– IGN – mission 1994
- Photos aériennes couvrant la commune de Volx – mission aérienne, armée alliée – 1944 (centre Camille Julian, MMSH, Aix-en-Provence)
- Activité sismique de la faille de la Durance
- Guide général Plan de Prévention des Risques naturels prévisibles – Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement – Ministère de l'équipement, des transports et du logement – 1997
- Guide méthodologique Plan de Prévention des Risques Naturels Inondation – Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement – Ministère de l'équipement, des transports et du logement – 1999
- Guide technique « Parade contre les instabilités rocheuses » - Laboratoire Régional des Ponts et Chaussées

- Plan de prévention des risques : carte de qualification de l'aléa mouvements de terrain naturels, exemple de notice - Ministère de l'équipement, des transports et du logement – Centre d'Etudes techniques de l'équipement (CETE Méditerranée)
- Plan de prévention des risques inondations : commune de règlement, département de l'Hérault – Direction Départementale de l'Equipement - mai 2001
- Arrêtés interministériels de constat de l'état de catastrophe naturelle sur la commune Volx – Site internet : <http://www.prim.net>
- Stabilité des masses rocheuses – CETE méditerranée – Laboratoire Roquessels (34) – dossier n°16828 01 – mai 2001
- Cartographie hydrogéomorphologique des zones inondables de la Durnace - DIREN, GEOSPHER
- Plan des Surfaces Submersibles (PSS).
- Pré-diagnostic pour la prise en compte de la faille de la Moyenne Durance dans le PPR. GEOTER, 2003.

***ANNEXE 1 :
Éléments historiques concernant les Désordres liés aux mouvements de terrain***

**ANNEXE 2 :
LES CRUES HISTORIQUES**

ANNEXE 3 :
NOTE DE PRESCRIPTION ET ARRETE PREFECTORAL D'ELABORATION DU PPR

ANNEXE 4 :
BILAN DE CONCERTATION

