



Liberté • Égalité • Fraternité

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

PREFET DE LA LOZERE

Direction départementale
des territoires

le 20 JAN. 2015

Stratégie de prise en compte du risque mouvements de terrain dans le département de la Lozère

Les principes généraux sur la prévention des risques naturels reposent sur trois grands principes :

1. Diminuer les risques pour les personnes et assurer leur sécurité ;
2. Permettre une vie locale acceptable tout en limitant les risques pour les biens ;
3. Prévenir le risque juridique et financier pour la collectivité et le maire

Sur cette base, le risque mouvement de terrain doit :

- être pris en compte lors de l'instruction des demandes d'autorisation d'urbanisme (certificat d'urbanisme, permis de construire, ...) ;
- être intégré dans les documents d'urbanisme (SCOT, PLU, CC) au fur et à mesure de leur élaboration ou révision et à l'issue d'un processus de concertation Collectivité/Etat.

De manière générale, la réalisation d'ouvrages de protection ne peut conduire à une ouverture à une urbanisation nouvelle. La réalisation d'ouvrages de protection contre les risques mouvements de terrain n'est justifiée que pour la protection de lieux déjà urbanisés, en réduisant l'exposition des enjeux existants.

D'éventuelles mesures complémentaires de gestion, voire de traitement de l'aléa, peuvent s'avérer nécessaires et ne sont pas traitées dans le présent document.

La définition, la mise en œuvre et le respect de règles de construction adaptées à l'aléa mouvements de terrain, le coût des études et de la mise en œuvre des prescriptions sont de la responsabilité et à la charge du maître d'ouvrage.

1. Communes soumises aux risques mouvement de terrain pour lesquelles un PPR est approuvé

14 communes de la Lozère sont couvertes par un PPR mouvement de terrain.

- Le PPR est annexé au document d'urbanisme auquel il s'impose ;
- Si le document d'urbanisme a été approuvé avant le PPR : il est fortement recommandé à la collectivité d'examiner son document d'urbanisme au regard de cette nouvelle servitude et d'engager si nécessaire une procédure de modification ou de révision de son document ;
- Lors de l'élaboration d'un document d'urbanisme, le projet communal doit prendre en compte le PPR. Il est nécessaire de rappeler dans l'ensemble des documents composant le PLU (rapport de présentation, projet d'aménagement et de développement durable, règlement et zonage) ou la carte communale (rapport de présentation et zonage), les risques en présence et les zones du document d'urbanisme soumises aux risques.
- La collectivité, maître d'ouvrage, est responsable de la retranscription de la cartographie du PPR dans son document d'urbanisme.

2. Communes soumises aux risques mouvements de terrain pour lesquelles une étude de définition de l'aléa a été réalisée

8 communes disposent d'une étude finalisée et les études pour 4 communes sont en cours d'élaboration. Les cartographies produites par le CEREMA ont permis de qualifier et de cartographier trois types d'aléas mouvement de terrain :

- éboulement / chute de blocs / chute de pierres ;
- glissement ;
- effondrement / affaissement / tassement.

Le zonage final permet de hiérarchiser chaque type d'aléa en trois niveaux : faible à modérément faible, modéré et élevé à très élevé.

Ces cartographies ont été réalisées à une échelle 1/10 000, avec comme objectifs principaux :

- de guider l'aménagement du territoire ;
- d'identifier les secteurs d'aléa sur lesquels des études complémentaires peuvent être envisagées (cf § 2.4)
- **en aucun cas**, de définir un niveau d'aléa à l'échelle de la parcelle.

NB : les agrandissements de ces cartes ne peuvent être considérés comme des plans à échelle plus grande. Celles-ci correspondent en effet à un relevé à l'échelle de l'analyse du terrain, qui n'est pas affinée lorsque la carte est agrandie.

Des études plus détaillées que les études réalisées par l'État peuvent être menées pour permettre **de qualifier le niveau d'aléa à une échelle plus fine**. Elles devront concerner la globalité d'un **secteur de risque homogène** et seront réalisées par les collectivités territoriales, lors de l'élaboration de leur document d'urbanisme, à l'issue d'un processus de concertation collectivité / État. La DDT fournira des informations complémentaires concernant les caractéristiques et le type d'étude permettant de préciser les risques en présence sur le territoire. Ces études requalifieront l'aléa à une échelle plus fine et permettront, le cas échéant, de déterminer les règles selon lesquelles les constructions sont possibles.

2.1. La prise en compte des études dans l'urbanisme

Ces études, notifiées via le dossier TIM (transmission de l'information au maire), doivent être prises en compte dans la planification de l'urbanisme et la délivrance des autorisations d'urbanisme. La collectivité, maître d'ouvrage, est responsable de la retranscription de la cartographie dans son document d'urbanisme.

Conformément au code de l'urbanisme (article L121-1 du code), les plans locaux d'urbanisme et les cartes communales déterminent les conditions permettant d'assurer, dans le respect des objectifs du développement durable, la **prévention des risques naturels prévisibles**, des risques miniers, des risques technologiques, des pollutions et des nuisances de toute nature. Ainsi l'ensemble des connaissances disponibles sur les risques doit être pris en compte dans l'élaboration du document d'urbanisme. Ainsi, une révision ou une modification du document de planification approuvés avant la réalisation des études sera à envisager en cas d'incompatibilité de ce document avec les études d'aléas sur les risques mouvements de terrain. De manière générale, les documents d'urbanisme ne peuvent pas conditionner la constructibilité d'une zone à la réalisation par les pétitionnaires d'études complémentaires à la parcelle.

En l'absence de document d'urbanisme approuvé intégrant la prise en compte de cette cartographie des aléas mouvement de terrain, l'article R111-2 du code de l'urbanisme permet d'interdire le projet ou de prescrire au pétitionnaire des mesures d'urbanisme adaptées à la nature et à l'importance du risque.

2.2. Les principes d'urbanisation

Principes d'urbanisation en fonction des aléas en présence :

Chutes de blocs	Constructions nouvelles interdites	Constructions nouvelles autorisées avec prescriptions
Élevé – très élevé	X	
Modéré	X	
Faible – modérément faible		X

Glissement	Constructions nouvelles à proscrire sauf si réalisation d'une étude complémentaire plus précise permettant de requalifier une partie de l'aléa en aléa faible à modérément faible	Constructions nouvelles autorisées avec prescriptions
Élevé – très élevé	X	
Modéré	X	
Faible – modérément faible		X

Effondrement/ affaissement/tassement	Constructions nouvelles à proscrire sauf si réalisation d'une étude complémentaire plus précise permettant de requalifier une partie de l'aléa en aléa faible à modérément faible	Constructions nouvelles autorisées avec prescriptions
Élevé – très élevé	X	
Modéré	X	
Faible – modérément faible		X

2.2.1. Prescriptions communes à l'ensemble des zones d'aléas

Dans l'ensemble des zones d'aléas, peuvent être autorisés :

- les travaux de construction ou d'aménagement d'infrastructures publiques de transports, sous condition de ne pas aggraver le risque ou ses effets ;
- les ouvrages ou outillages nécessaires à l'exploitation des captages d'eau potable, au fonctionnement des services publics, station d'épuration, station de pompage, réseaux d'eau et d'assainissement, réseaux électrique et téléphonique, à la mise en valeur des ressources naturelles, sous conditions de garantir la prise en compte de l'aléa géologique identifié et d'être réalisés dans les règles de l'art ;
- les travaux et installations destinés à réduire ou à inhiber les conséquences de l'aléa géologique.

2.2.2. Cas des constructions nouvelles

Les constructions nouvelles sont interdites dans les zones rouge et orange. Les constructions nouvelles sont autorisées dans les zones vertes sous réserve de mise en œuvre de certaines prescriptions adaptées aux phénomènes en présence (ex : façades aveugles, gestion des eaux pluviales et de l'assainissement, clôture (pour chutes de blocs), etc).

Projets de développement de l'urbanisation future

Il faut éviter d'exposer aux risques de nouvelles populations. Les zones à risques (oranges et rouges) seront classées inconstructibles, il est également recommandé de rendre inconstructibles les zones vertes pour les projets de développement futur. La collectivité devra par conséquent privilégier les zones non contraintes pour ses projets de développement de l'urbanisation.

Si le développement hors des zones soumises aux risques n'est pas possible au regard des autres contraintes à prendre en compte dans l'élaboration du document d'urbanisme, les zones d'aléa faible à modérément faible (zones vertes) pourront être ouvertes à l'urbanisation avec des prescriptions.

En revanche, l'urbanisation des zones d'aléas modérés, élevés ou très élevés (oranges et rouges) pour les aléas glissement et effondrement/affaissement/tassement, ne devra être envisagée qu'en dernier recours, dans les cas d'espace fortement contraint. Dans ce cas, une étude détaillée menée par la collectivité peut permettre de requalifier l'aléa et de déterminer les règles de constructibilité. Ces études complémentaires doivent être menées lors de l'élaboration d'un document d'urbanisme..

2.2.3. Cas des constructions existantes

Zones rouges et oranges :

L'extension des constructions existantes est possible selon les conditions définies ci-dessous. Dans ces zones, peuvent être autorisés :

- les travaux relatifs à l'entretien et au maintien en l'état des constructions tels que les travaux de maintenance, toiture) ; les travaux d'isolation ou de récupération d'énergie ; les travaux destinés à rendre accessibles les constructions aux personnes handicapées ; les modifications d'aspect des bâtiments existants ; l'aménagement des combles, sauf s'il conduit à la création de logements supplémentaires.
- l'extension de constructions et immeubles d'habitation existants ;
- l'extension des bâtiments agricoles, des bâtiments d'activité artisanales, industrielles et commerciales existants ;
- la construction d'annexes non habitables (par exemple les garages, les abris de jardin) ne faisant pas l'objet

d'une occupation humaine permanente, attenantes ou disjointes du bâtiment principal.

Un changement de destination ou d'affectation de biens et constructions ne doit pas conduire à une augmentation de la vulnérabilité des biens suivant la hiérarchie décroissante ci-dessous :

1. équipements sensibles (hôpitaux, écoles, maisons de retraite, bâtiments utiles à la gestion de crise,...)
2. habitation, hébergement hôtelier, bureau, commerce, artisanat ou industrie, constructions publiques accompagnant la vie locale (salle des fêtes, équipements sportifs)
3. bâtiments d'exploitation agricole ou forestière, grange, remise, annexe.

L'ensemble des travaux et aménagements visés ci-dessus y compris les changements de destination, ne doivent pas conduire à une augmentation du nombre de personnes exposées (exemple : création de logement supplémentaire, ...).

Cas particulier de l'aléa chutes de blocs : L'extension du bâti existant et la construction d'annexe est limitée à 20 m² de surface de plancher et devra se situer à l'opposé du versant par rapport à la construction existante. Une seule extension de ce type sera tolérée par unité foncière (ou même propriété). Pour les bâtiments d'activités agricoles, industrielles, artisanales et commerciales, la construction d'annexes fonctionnelles (entrepôt, mise aux normes, etc.) de surface mesurée est autorisée sous réserve de faire l'objet d'un renforcement vis-à-vis de l'aléa du côté de la falaise (par exemple mur en béton armé, renforcement de la toiture) et de ne pas comporter d'ouverture à l'amont.

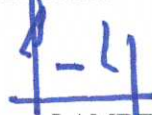
Zones vertes : tous les travaux d'extension et de rénovation sur les constructions existantes sont autorisés sous réserve de mise en œuvre de certaines prescriptions adaptées aux phénomènes en présence (ex : façades aveugles, gestion des eaux pluviales et de l'assainissement, clôture (pour chutes de blocs), etc).

2.2.4. Cas de la réhabilitation des ruines

La prise en compte des risques dans l'urbanisme a notamment pour objet d'éviter l'exposition de personnes supplémentaires aux risques. Ainsi, dans cet objectif, les demandes de réhabilitation de ruines seront refusées dans les zones rouge et orange, à l'exception de celles visant un objectif de protection du patrimoine bâti existant sans occupation humaine.

La direction départementale des territoires reste en appui des communes et des particuliers pour répondre à toutes interrogations relatives à la présente note, notamment le Service sécurité-risques-énergie-construction (SREC) pour ce qui concerne la prévention des risques (aléas, études détaillées, ...) et le Service aménagement (SA) pour ce qui concerne la planification de l'urbanisme et le droit des sols, ainsi que les 3 pôles territoriaux.

Le Préfet



Guillaume LAMBERT

Cartographies des aléas mouvements de terrain Cartes d'aléas et commentaires



Direction Départementale des Territoires de Lozère

Chanac

Cartographie des aléas mouvements de terrain

Cartes d'aléas et commentaires

date : Janvier 2016

auteur : CEREMA - Direction territoriale Méditerranée, Laboratoire d'Aix-en-Provence – Service Géologie Risques Naturels

participants : Claire FRAISSE, Emilie THIEBAUD

résumé de l'étude :

Dans le cadre de la politique de prévention des risques et de la protection des populations face aux risques naturels, la Direction Départementale des Territoires de Lozère a confié au CEREMA la cartographie des aléas mouvements de terrain sur quatre communes de Lozère : Grèzes, Banassac, Chanac et La Canourgue.
Faisant suite au rapport H13-026 décrivant la carte des observations, ce rapport présente les cartes d'aléa mouvements de terrain (« éboulement / chute de blocs / chute de pierres », « glissement » et « effondrement / affaissement / tassement ») sur la commune de Chanac.

zone géographique : Commune de Chanac

nombre de pages : 14 pages (+ annexes)

Destinataire de l'étude : A l'attention de M. GUIRALDENQ Dominique
DDT 48
4 avenue de la gare
BP 132
48005 MENDE Cedex

n° chrono	n° version	Description du document
H15-365	1	Etablissement du document

Réf : H15-365

Le : 7 janvier 2016

Auteur(s) du rapport :

Claire FRAISSE

Vérifié par le Responsable Technique :

Pierre AZEMARD

Vu et transmis,
La Direction du LAP
L'adjoint au chef
du laboratoire d'Aix en Provence

Annick TEKATLIAN

n° d'affaire : C15MX0349
référence : devis n° 60 2013 D622

SOMMAIRE

1 INTRODUCTION.....1

2 CONTEXTE DE LA COMMUNE DE CHANAC.....1

2.1 Contexte géologique de la commune.....1

2.2 Carte des observations.....1

3 NOTION D’ALÉA : OCCURRENCE ET INTENSITÉ.....2

4 MÉTHODOLOGIE D’ÉVALUATION DE L’ALÉA « ÉBOULEMENT, CHUTE DE BLOCS ET DE PIERRES ».....3

4.1 Définition de l'aléa « éboulement,... » de référence.....3

4.2 Définition de l'aléa de rupture.....3

4.2.1 Définition des zones de départ.....3

4.2.2 Définition de l'intensité des instabilités.....4

4.2.3 Définition de la probabilité de rupture des instabilités.....4

4.2.4 Définition de l'aléa de rupture.....4

4.3 Définition de la zone de propagation.....5

4.4 Aléa « éboulement, chute de blocs et de pierres » résultant.....6

5 MÉTHODOLOGIE D’ÉVALUATION DE L’ALÉA GLISSEMENT.....7

5.1 Définition de l'aléa « glissement de terrain » de référence.....7

5.2 Définition de la probabilité d'occurrence.....7

5.3 Définition de l'intensité.....9

5.4 Aléa « glissement de terrain » résultant.....9

6 L'ALÉA « EFFONDREMENT, AFFAISSEMENT ET TASSEMENT ».....10

6.1 Définition de l'aléa « effondrement / affaissement / tassement » de référence.....10

6.2 Définition de la probabilité d'occurrence.....10

6.2.1 Point particulier des dolines.....11

6.2.2 Point particulier des cavités.....12

6.2.3 Point particulier des écroulis.....12

6.2.4 Éléments localisés à titre informatif.....13

6.3 Définition de l'intensité.....13

6.4 Aléa « effondrement / affaissement » résultant.....13

7 CARTOGRAPHIES DES ALÉAS SUR LA COMMUNE DE CHANAC.....13

7.1 Carte d'aléa « éboulement, chute de blocs et de pierres »13

7.2 Carte d'aléa « glissement de terrain »13

7.3 Carte d'aléa « effondrement / affaissement / tassement »13

8 CONCLUSION.....14

8.1 Rappels des objectifs de l'étude.....14

8.2 Limites d'utilisation.....14

9 BIBLIOGRAPHIE.....14

9.1 Guides méthodologiques.....14

9.2 Autres références ayant servi à l’établissement de la méthodologie.....14

ANNEXE 1 : CARTE TOPOGRAPHIQUE.....15

ANNEXE 2 : CARTE GÉOLOGIQUE.....19

ANNEXE 3 : CARTE DES PENTES.....25

ANNEXE 4 : CARTE DES OBSERVATIONS.....29

ANNEXE 5 : CARTE D'ALÉA « ÉBOULEMENT, CHUTE DE BLOCS ET DE PIERRES ».....31

ANNEXE 6 : CARTE D'ALÉA « GLISSEMENT DE TERRAIN ».....33

ANNEXE 7 : CARTE D'ALÉA « EFFONDREMENT / AFFAISSEMENT ».....35

Index des illustrations

Eboulement de Barjac, 1995 [référence 3].....3

Définition des seuils de pente à partir desquels des zones de départ potentielles peuvent être présentes pour les calcaires aaléniens.....4

Niches d'arrachement au niveau du golf de La Canourgue, pendant les années 2000.....7

Définition des seuils de pente à partir desquels des glissements peuvent apparaître, exemple des marnes altérées.....8

Effondrement sur le lit du Bramont, sur la commune de Saint-Etienne du Valdonnez (novembre 2003) [Photo DDT 48].....10

Les différents types de dolines (Jennings, 1985).....11

Schéma simplifié : en haut une doline de dissolution et en bas une doline d'effondrement.....11

Délimitation spatiale des aléas: principe de détermination de la marge de protection [source: référence 4]12

Obligation de reproduire ce document sous sa forme intégrale

Cartographie des aléas mouvements de terrain – Carte des aléas et commentaires – Commune de Chanac

1 Introduction

Dans le cadre de la politique de prévention des risques et de la protection des populations face aux risques naturels majeurs, la Direction Départementale des Territoires de Lozère a confié au LRPC d'Aix-en-Provence la cartographie des aléas mouvements de terrain sur les communes de Banassac, Grèzes, La Canourgue et Chanac.

Par la suite, ce travail ne fera à priori pas l'objet d'un Plan de Prévention des Risques (PPR) mais uniquement d'un Porter à Connaissance (PAC). Cependant, la méthodologie mise en œuvre suit les mêmes principes que l'élaboration d'une carte d'aléa préparatoire à un PPR [référence 1].

L'évaluation de l'aléa mouvement de terrain se fait en 3 étapes :

- Etape 1: la connaissance et la cartographie des phénomènes naturels présents ;
- Etape 2: la réalisation de plusieurs cartes thématiques et leur croisement : carte lithologique, carte des pentes, carte de propagation des blocs, carte de fracturation, etc... ;
- Etape 3: la qualification et la cartographie des aléas synthétisant les étapes précédentes. Ce zonage final permet de hiérarchiser l'aléa résultant en trois niveaux : très faible à faible, modéré et élevé à très élevé.

Faisant suite au rapport H13-026 décrivant la carte des observations (étape 1), ce rapport présente l'ensemble de la démarche (étapes 2 et 3) menant à l'établissement des cartes d'aléa mouvements de terrain ("éboulement / chute de blocs / chute de pierres", "glissement" et "effondrement / affaissement / tassement") sur la commune de Chanac. Le périmètre de cette étude a été établi en concertation avec la DDT48.

Les différents types de mouvements de terrain et leurs mécanismes sont décrits dans le rapport H13-026. Cette description n'est pas reprise ici.
Un premier envoi de cartes provisoires a été transmis à la DDT48 en 2014 (H14-263), puis en 2015 après une prise en compte des remarques faites par la DDT48 et les mairies (H15-127). Suite à la fourniture de plusieurs documents et à des questions de la part des communes, une note de réponse a été réalisée en 2015 (H15-241).

2 Contexte de la commune de Chanac

2.1 Contexte géologique de la commune

Les contextes géographique et géologique sont décrits de façon détaillée dans le rapport H13-026. En synthèse :
La bordure des Causses de Sauveterre et du Villard, ainsi que celle de la Cham des Blanquets, présentent le profil suivant :
- le haut de la corniche du Causse est constitué des calcaires et dolomies du Bajocien,

présentant un relief ruiniforme non continu, susceptible de libérer des instabilités de gros volumes ;
- le bas de cette corniche est constitué des calcaires aaléniens formant quelques falaises pouvant également libérer des blocs mais de volumes moins importants ;
- les marnes toarciennes forment le pied de la corniche, avec adoucissement de la pente au niveau de la transition de faciès entre Toarcien et Aalénien, siège de glissements de terrain ;
- les éboulis recouvrent en partie le versant marneux et le Lias inférieur.

Sur les Causses, on retrouve les reliefs formés par les formations du Dogger ou Jurassique Moyen. Celles-ci sont recouvertes par endroits par les argiles de décalcification qui forment des dolines ou des zones de remplissage argileux.

2.2 Carte des observations

Les différents éléments observés sur le terrain ont été répertoriés et décrits dans le rapport H13-026. Les principaux événements ayant eu lieu sur la commune de Chanac sont repris dans le tableau suivant.

Etiquette de la carte des observations	Phénomène	Site	Date	Source de l'information	Description
1b	Chute de blocs et de pierres	Versant du Causse de Sauveterre au sud de Chanac		Terrain	Nombreux blocs éboulés présents dans les talwegs, de l'ordre du m³.
1c	Chute de blocs et de pierres	Versant du Causse de Sauveterre à l'ouest de Chanac	2013	Terrain	Un éboulement a lieu en 2013, avec des blocs de quelques dizaines de dm³ qui se sont propagés jusqu'à la RD32.
1g / 1e / 1f	Chute de blocs et de pierres	Versant du Causse de Sauveterre à l'ouest de Chanac		Terrain + entretien en mairie	Nombreux blocs éboulés en pied de versant
15	Glissement	Ressouches		Terrain	Niche d'arrachement formée suite à la construction d'un bâtiment agricole
18a / 18b	Effondrement	La Nojarède		Terrain	Plusieurs effondrements sont visibles à proximité du village
26	Effondrement	Malavieille		Entretiens spéléo-club de Lozère	Abri sous roche

Etiquette de la carte des observations	Phénomène	Site	Date	Source de l'information	Description
27	Effondrement	Cros Haut		Entretiens spéléo-club de Lozère	Aven de Cros-Haut, cavité d'au moins 10 m de profondeur.
28	Effondrement	Chazoux		Entretiens spéléo-club de Lozère	Aven de Catuzières, cavité de 15m de profondeur. Plan et coupe dans le rapport n°H13-026.
29	Effondrement	Le Royde		Entretiens spéléo-club de Lozère	Cavité de Gouffre Sec., pas d'informations supplémentaires.
30	Effondrement	Chanac		Entretiens spéléo-club de Lozère	Cavité de Cure, orifice peu significatif, pas d'informations supplémentaires.
31	Effondrement	Les Arts		Archives départementales	Cavité de la Baume Pater, décrite dans les documents d'archives.

[voir étude CF/H13-026 pour plus de détails sur ces phénomènes]

Une concession minière est présente sur la commune de Chanac, avec des tranchées de recherches minières situées au niveau du hameau du Villard (étiquette 32). Cette concession, décrite comme la mine des Célets, couvre à la fois la commune de Chanac et celle de la Canourgue. Elle est localisée à titre informatif sur la carte d'aléa "effondrement, affaissement, tassement" (annexe 7).

3 Notion d'aléa : occurrence et intensité

L'aléa résulte du croisement entre, d'une part, la probabilité d'occurrence d'un phénomène et, d'autre part, son intensité [référence 2]. Contrairement aux aléas sismique ou inondation, la probabilité d'occurrence d'un mouvement de terrain ne peut pas se quantifier en se basant sur l'exploitation de séries statistiques (sauf cas particuliers). Cette dernière ne peut donc être approchée que qualitativement ; pour un délai fixé à 100 ans dans le cadre de cette étude. Dans le cas présent, pour lequel l'objectif est de guider l'aménagement du territoire et d'en définir la constructibilité, la seule probabilité d'occurrence ne permet pas de hiérarchiser les secteurs présentant des aléas de différentes natures. Il sera donc nécessaire de définir l'intensité potentielle de chaque aléa, en respectant au mieux la grille ci-dessous (tableau 1).

Niveau d'intensité (I)	Niveau des mesures de prévention nécessaires	Exemples de mesures de prévention
Faible (I1)	Moins de 10% de la valeur vénale d'une maison individuelle moyenne	Purge de quelques blocs instables en falaise, confortation d'une cave par pilier maçonné
Modérée (I2)	Parade financièrement supportable par un groupe restreint de propriétaires (immeuble collectif, petit lotissement)	Réalisation d'un merlon de terre en protection contre les chutes de blocs, comblement d'une carrière souterraine, drainage de faible ampleur dans une zone instable
Élevée (I3)	Parades spécifiques, intéressant une aire géographique débordant largement le cadre parcellaire, et d'un coût très important	Stabilisation d'un glissement de terrain de grande ampleur, confortement d'un pan de falaise instable
Majeure (I4)	Pas de parade sûre qui soit techniquement et économiquement envisageable	Phénomène exceptionnel tel que Séchilienne (Isère) ou La Clapière (Alpes-Martitimes), impliquant plusieurs dizaines de millions de m³

Tableau 1 : Définition de quatre niveaux d'intensité pour les mouvements de terrain, basée sur la « Demande de Prévention Potentielle » (DPP) [référence 2]

Dans le cadre de cette étude, le croisement entre ces 2 paramètres respectera la grille ci-dessous, privilégiant la prise en compte de l'intensité et donc le coût et la faisabilité de la prévention.

Intensité (I)	Probabilité d'occurrence (P)		
	Faible (P1)	Modérée (P2)	Élevée (P3)
Faible (I1)	Aléa faible	Aléa faible	Aléa modéré
Modérée (I2)	Aléa modéré	Aléa modéré	Aléa modéré
Élevée (I3)	Aléa modéré	Aléa élevé	Aléa élevé
Majeure (I4)	Aléa élevé	Aléa élevé	Aléa élevé

La méthodologie retenue pour définir la probabilité d'occurrence et l'intensité de chaque type d'aléa est décrite dans les paragraphes suivants. De plus, afin de prévoir au mieux le phénomène susceptible de survenir sur le secteur étudié, il convient de définir l'aléa de référence pour chaque type de mouvement de terrain. Le mouvement prévisible de référence à prendre en compte est conventionnellement le plus fort événement historique connu sur le secteur étudié. Les événements exceptionnels d'occurrence géologique (ex : le Mont Granier en 1248) ne sont pas pris en considération [référence 1]. Ces niveaux d'intensité, liés à la vulnérabilité, sont traduits plus loin pour chaque aléa en paramètres physiques (par exemple la taille des blocs).

4 Méthodologie d'évaluation de l'aléa « éboulement, chute de blocs et de pierres »

4.1 Définition de l'aléa « éboulement,... » de référence

En ce qui concerne l'aléa « éboulement, chute de blocs et de pierres », l'aléa de référence est l'éboulement en masse limitée de Barjac, qui a eu lieu le 19 octobre 1995. Plusieurs gros blocs (jusqu'à 50m³) se sont détachés de la barre sommitale, constituée des dolomies ruiniformes du Bajocien supérieur. Les blocs se sont propagés sur une distance maximale de 530 mètres (illustration) et l'un d'eux a détruit une habitation et provoqué le décès de son habitante. Le contexte géomorphologique de cet événement est comparable au contexte de bordure de Causses, présent sur les communes faisant l'objet de cette étude.

Sur le secteur étudié, de nombreux éboulis sont présents. Sous l'effet de l'altération par sous-cavage des marnes domériennes et toarciennes, associée à la présence de discontinuités favorables, des pans de falaise formant les bordures de Causses se sont éboulés en masse. Ce phénomène cyclique est récurrent, à l'échelle du Quaternaire (-1,81 millions d'années à aujourd'hui), sur les bordures de Causses [référence 5]. L'occurrence de ces phénomènes de grande ampleur dépasse le délai fixé à 100 ans pour cette étude et ils ne sont donc pas considérés comme aléa de référence.



Illustration 1: Eboulement de Barjac, 1995 [référence 3]

4.2 Définition de l'aléa de rupture

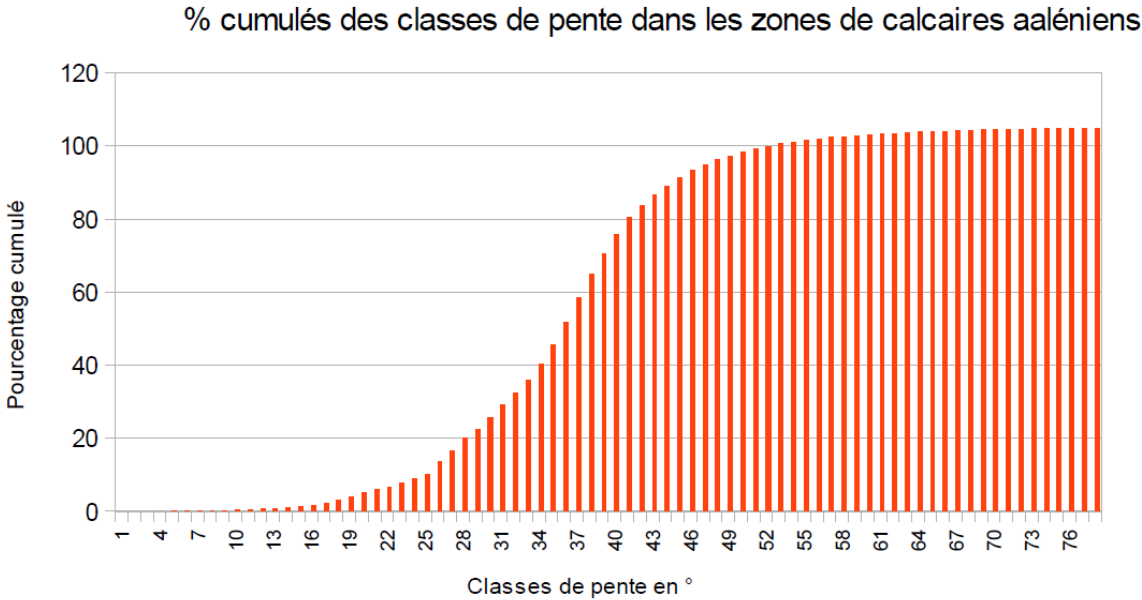
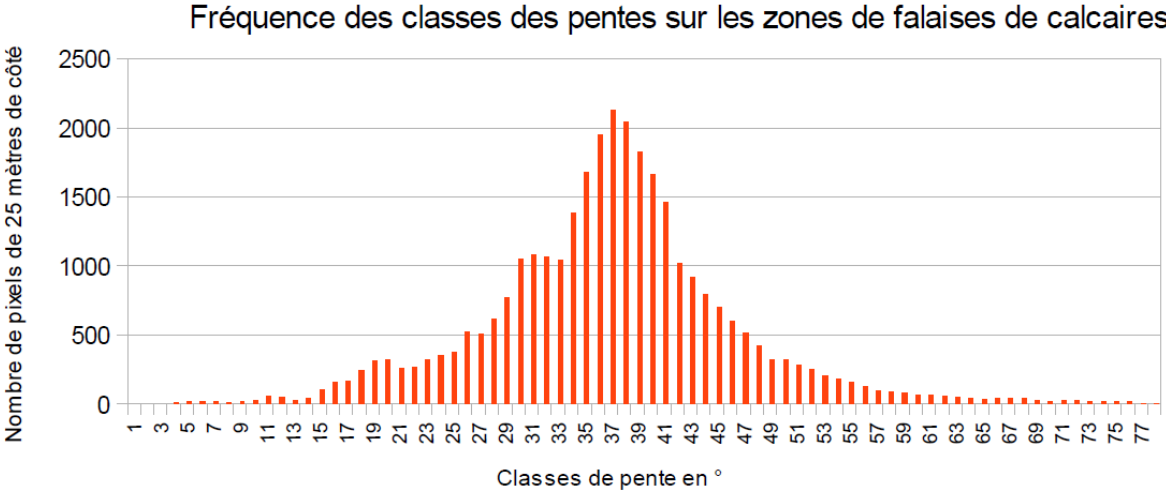
4.2.1 Définition des zones de départ

Chaque falaise, identifiée sur le terrain ou par photo-interprétation, est une zone de départ avérée. Au droit des zones avec un enjeu significatif, l'identification sur le terrain des zones de départ a cherché à être exhaustive. Cependant, la densité de la végétation sur certains secteurs a pu masquer certaines zones de départ. Afin de pallier cette éventuelle lacune, des zones de départ potentielles ont été définies à partir d'un traitement SIG. Pour chaque lithologie susceptible de former des falaises (micaschistes, grès et pélites, calcaires du Lias, calcaires et dolomies du Dogger, calcaires aaléniens, calcaires et dolomies du Malm), est réalisé un histogramme de répartition des pentes contenues dans les zones de falaises (exemple pour les calcaires aaléniens en illustration 3). Ce traitement statistique résulte du croisement par SIG entre les zones de falaises identifiées sur le terrain et le MNT (maille de 5m). Ainsi, le seuil de pente, à partir duquel des falaises peuvent potentiellement être présentes, a été défini comme correspondant à la valeur de pente pour laquelle 80% des falaises ont été identifiées (exemple pour les calcaires aaléniens en illustration 3). Ce seuil de pente a été défini pour chaque lithologie (tableau 2).

Formation	Seuil de pente (MNT)
Micaschistes	17°
Grès et pélites	12°
Socle	23°
Calcaires du Lias	13°
Calcaires aaléniens	27°
Calcaires et dolomies du Dogger	21°
Calcaires du Malm	12°

Tableau 2 : Seuils de pente à partir desquels des falaises peuvent potentiellement être présentes.
NB : Statistiques établies à partir des données de 12 communes : Mende – St Etienne du Valdonnez – Lanuéjols – Brénoux – Badaroux – St Bauzile – Chastel Nouvel – St Bauzile – Grèzes – Banassac – La Canourgue - Chanac

Pour les zones à enjeux (urbanisées et potentiellement urbanisables) telles qu'établies en partenariat avec la DDT48, les zones de départ potentielles ont fait l'objet de relevés de terrain les plus exhaustifs possibles. Pour les zones sans enjeux, ces zones de départ potentielles ont été prises en compte.



Quelques données statistiques	
Moyenne	35,34
Médiane	35,45
Écart type	9,32
Nombre	31680
Mini	2,6
Maxi	76,25

Illustration 2: Définition des seuils de pente à partir desquels des zones de départ potentielles peuvent être présentes pour les calcaires aaléniens

4.2.2 Définition de l'intensité des instabilités

Lors de la phase de reconnaissance sur le terrain, un échantillon de falaise de chaque lithologie, dans chaque contexte géomorphologique a été décrit, en privilégiant les secteurs situés à l'amont d'une zone d'enjeu actuel ou futur.

Cet échantillonnage a permis d'identifier le volume total des instabilités (VT) et d'estimer le volume probable élémentaire après fragmentation (VF) (estimation basée sur l'observation du découpage du massif rocheux par les discontinuités).

L'intensité des instabilités rocheuses résulte du croisement entre ces 2 paramètres VT et VF en respectant la grille ci-dessous.

Cette évaluation de l'intensité des instabilités reste en concordance avec le tableau 1.

Intensité (I)		Volume total (VT)		
		VT 1 <1m³	VT2 1m³< < 10m³	Éboulement en masse limitée VT3>10m³
Volume fragmenté (VF)	VF1 Pierres (<1dm³)	Intensité faible (I1)	Intensité modérée (I2)	X
	VF2 Blocs (1dm³< 1m³)	Intensité modérée (I2)	Intensité modérée (I2)	Intensité élevée (I3)
	VF3 Gros blocs (>1m³)	X	Intensité élevée (I3)	Intensité élevée (I3)

4.2.3 Définition de la probabilité de rupture des instabilités

L'échantillonnage a également permis de définir le mécanisme¹ et la probabilité de rupture de chaque type d'instabilité. L'évaluation de la probabilité de rupture dans un délai de 100 ans a été faite de manière qualitative, en se basant sur l'observation des paramètres suivants :

- stratigraphie ou schistosité
- orientation, fréquence et ouverture des discontinuités ;
- présence de végétation ;
- présence de circulation d'eau ;
- cicatrices de rupture ;
- blocs éboulés observés dans la pente.

4.2.4 Définition de l'aléa de rupture

Pour les falaises qualifiées sur le terrain, l'aléa de rupture résulte du croisement entre l'intensité des instabilités identifiées et leur probabilité de rupture, en respectant la grille ci-dessous. Lorsque plusieurs types d'instabilités sont présentes, le niveau d'aléa le plus élevé est retenu.

Sur la carte d'aléa « éboulement, chute de blocs et de pierres » (annexe 5), l'aplac de couleur des zones de départ correspond au niveau de l'aléa et des lettres précisent les paramètres VT, VF et P ayant mené à la qualification de cet aléa.

¹ Les différents types de mécanismes de rupture sont décrits dans le rapport H12-260, paragraphe 2.1.

Aléa rupture		Probabilité rupture		
		P1 Faible	P2 Modérée	P3 Élevée
Intensité (I)	Faible (I1)	Aléa faible	Aléa faible	Aléa modéré
	Modérée (I2)	Aléa modéré	Aléa modéré	Aléa modéré
	Élevée (I3)	Aléa modéré	Aléa élevé	Aléa élevé

Pour les falaises repérées sur le terrain mais n'ayant pas l'objet d'une qualification précise, le niveau d'aléa attribué est celui de la falaise échantillonnée la plus proche et correspondant à un contexte géomorphologique comparable (même orientation, même formation géologique).

4.3 Définition de la zone de propagation

Sur le secteur étudié, le bas des versants est occupé soit par des champs cultivés soit par des zones urbanisées. Les blocs éboulés sont donc la plupart du temps retirés et il s'avère impossible de définir les limites de propagation à partir de l'observation de la position de ces blocs. L'analyse des propagations à l'aide d'un logiciel de trajectographie nécessiterait de disposer d'un fond topographique à une échelle adaptée. La DDT 48 ne disposant que du fond topographique IGN au 1/25 000, l'évaluation des propagations à l'aide de ce type de logiciel reste trop imprécise.

Les limites des zones de propagation ont été définies en combinant la méthode de la ligne d'énergie, l'observation de quelques évènements réels sur le secteur et les résultats de profils trajectographiques (logiciel PROPAG).

La méthode de la ligne d'énergie est une méthode utilisée (CEMAGREF, CREALP, ...) pour déterminer, dans une première approche, les limites de propagation. « Le principe de cette méthode repose sur le fait qu'un bloc ne peut progresser sur une pente que si celle-ci est suffisamment raide. Ainsi, si la pente est supérieure à un angle limite β , il accélère. Si elle est inférieure à β , il ralentit. En partant de ce constat, un bloc peut aller d'une zone de départ A jusqu'à B, point d'intersection du relief avec une ligne imaginaire partant du point de départ et formant un angle β avec l'horizontal » [référence 9] (figure Erreur : source de la référence non trouvée).

La bibliographie donne des valeurs de l'angle β , basées sur l'expérimentation, comprises entre 22 et 41°, en fonction de la dimension des blocs et de la nature du versant. Quatre évènements ont eu lieu à proximité, dans un contexte géomorphologique comparable à celui du secteur actuellement étudié (voir tableau Erreur : source de la référence non trouvée).

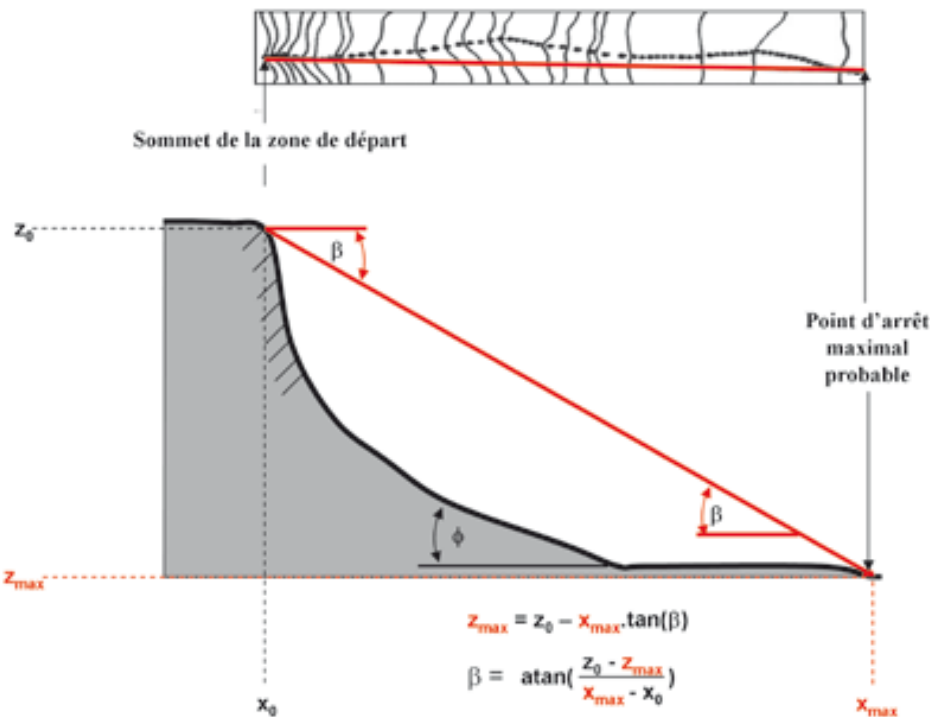


Figure 1: Principe de la ligne d'énergie et propagation maximale pour les chutes de blocs [référence 9]

Des angles de 29° ont été obtenus pour des évènements ayant mobilisé des blocs de l'ordre de 10m³ (Ispagnac et Florac) et des angles de 24° pour des évènements ayant mobilisé des blocs de plusieurs dizaines de m³ (Barjac et Quézac). Il a donc été choisi d'utiliser ces 2 valeurs de β pour définir les zones de propagation (voir tableau ci-dessous) :

- $\beta = 24^\circ$ pour VT3 / VF3 ;
- $\beta = 29^\circ$ pour tout le reste.

Intensité des instabilités potentielles	Croisement VT et VF	Valeur de l'angle β
Faible (I1)	VT1 (<1m³) et VF1 (<1dm³)	29°
Modérée (I2)	VT1 (<1m³) et VF2 (entre 1dm³ et 1m³)	
	VT2 (entre 1m³ et 10m³) et VF1 (<1dm³)	
	VT2 (entre 1m³ et 10m³) et VF2 (entre 1dm³ et 1m³)	
Élevée (I3)	VT2 (entre 1m³ et 10m³) et VF3 (>1m³)	24°
	VT3 (> 10m³) et VF2 (entre 1dm³ et 1m³)	
	VT3 (> 10m³) et VF3 (>1m³)	

Commune	Ispagnac	Barjac	Quézac	Florac
Lieu-dit	Rocher de la Table	Boutarrottes	Le Buisson	Château de Florac
Date	avril 2001	octobre 1995	19/11/95	12/12/06
Volume total	5m³		250m³	500 à 800m³
Volume des blocs	5m³	50m³	environ 30m³	10m³
Nature de la falaise éboulée	calcaires du Bajocien inférieur	calcaires du Bajocien supérieur	calcaires du Bathonien	Calcaires du Bathonien
Nature du versant	- calcaires aaléniens - marnes domériennes et toarciennes - éboulis sur marnes - écroulis	- calcaires du Bajocien inférieur - calcaires aaléniens - éboulis sur calcaires aaléniens - éboulis sur marnes	- calcaires du Bajocien - calcaires aaléniens - alluvions sur calcaires aaléniens	- calcaires du Bajocien - calcaires aaléniens - marnes domériennes et toarciennes - calcaires du Lias
Pentes moyennes du versant	- haut du versant : 30-35° - rupture de pente - bas du versant : 15°	- haut du versant : 40° - diminution progressive de la pente - bas du versant : 10°	- haut du versant : 35° - rupture de pente - bas du versant : 10° -plaine alluviale du Tarn	
Distance parcourue	400m	575m	325m	550m
Dégâts occasionnés	RAS	une maison, une victime	Une grange	RD16
Valeur de l'angle β	29°	24°	23,5°	29

Tableau 3: définition de l'angle de la ligne d'énergie β pour 4 événements de la région

Le calcul des zones de propagation avec ces 2 valeurs d'angle a été réalisé sur SIG avec l'aide du logiciel CONEFALL (développé par l'Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne).

Afin de valider cette méthodologie, les limites obtenues avec CONEFALL ont été comparées, sur la commune de Saint-Bauzile :

- à la limite de propagation basée sur l'observation précise des blocs sur le terrain [référence 10] ;
- à la limite de propagation obtenue à partir d'un profil trajectographique réalisé sous PROPAG (profil levé au 1/5000 lors d'une étude CETE Méditerranée [référence 11]).

Les résultats de cette comparaison sont représentés sur la figure Erreur : source de la référence non trouvée. La limite obtenue par la méthode de la ligne d'énergie (angle 29°) est globalement cohérente avec les points d'arrêts obtenus avec le logiciel PROPAG (élanement 1,2) et la limite définie à partir de l'observation des blocs éboulés.

Des corrections manuelles sont ensuite réalisées, basées sur nos observations de terrain (prise en compte des replats, des rivières et des blocs observés sur le terrain, ...). L'angle de déviation latérale a été corrigé manuellement et fixé à 15° par rapport à la ligne de plus grande pente.

Sur les Causses (calcaires du Malm et calcaires et dolomies du Dogger), lorsque l'aléa « éboulement, chute de blocs et de pierres » est faible, et que la pente n'est pas assez importante pour obtenir une propagation fiable sous ConeFall, un tampon de 10 mètres a été ajouté à l'aval des zones de falaises observées.

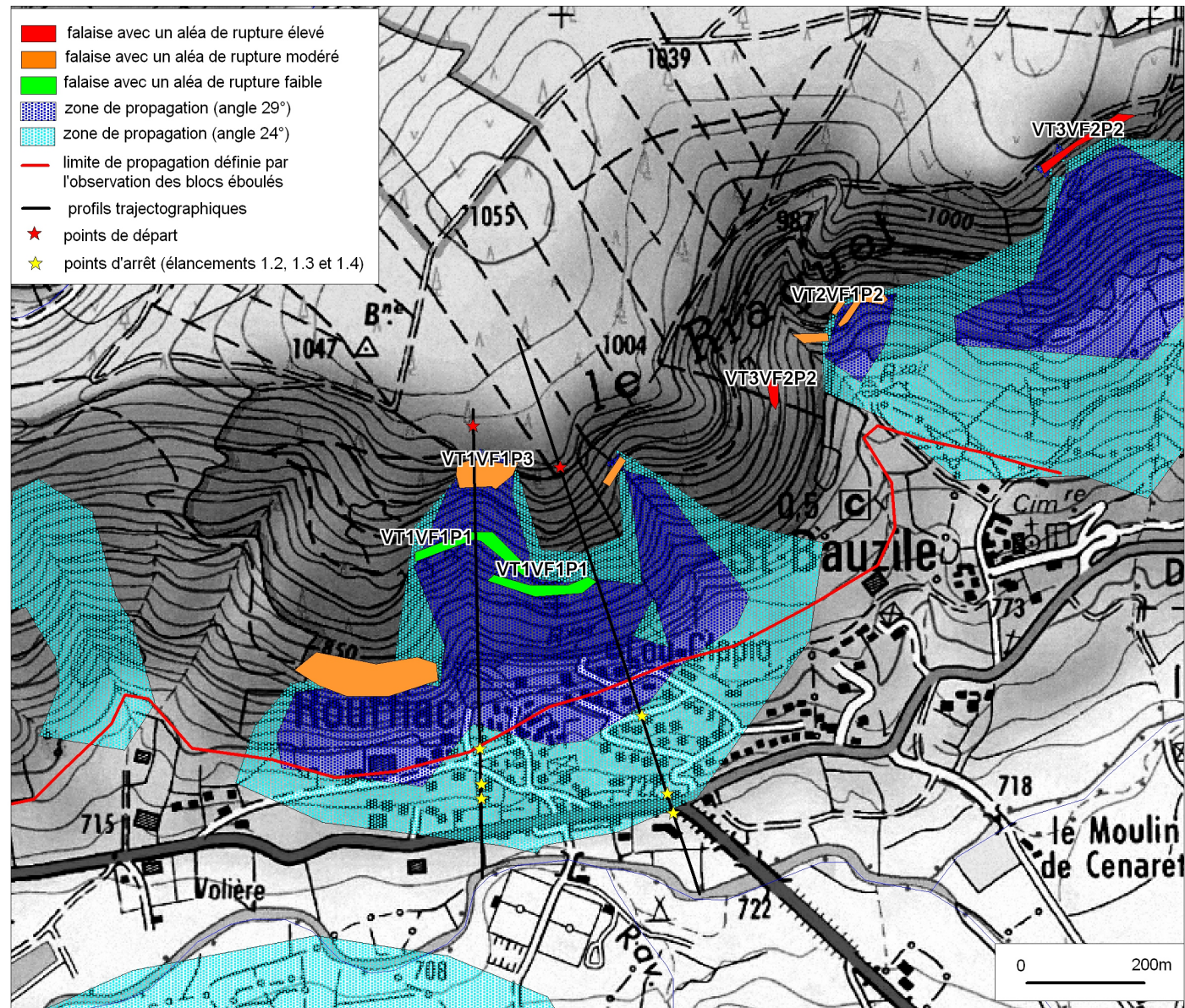


Figure 2: Comparaison des zones de propagation définies par la méthode de la ligne d'énergie (CONEFALL), par l'observation des blocs sur le terrain [référence 10] et par des profils trajectographiques (PROPAG) [référence 11]

4.4 Aléa « éboulement, chute de blocs et de pierres » résultant

En ce qui concerne les zones de falaises identifiées sur le terrain, le niveau d'aléa dans les zones de propagation correspond au niveau de l'aléa de rupture de la zone de départ située à l'amont. En ce qui concerne les zones de falaises potentielles (définies par traitement SIG), ces dernières ne sont pas représentées sur la carte d'aléa « éboulement, chute de blocs et de pierres » (annexe 5). Il a été choisi d'attribuer aux zones de propagation situées sous ces zones de falaises potentielles un aléa inférieur d'un niveau par rapport aux zones définies à proximité.

5 Méthodologie d'évaluation de l'aléa glissement

5.1 Définition de l'aléa « glissement de terrain » de référence

En ce qui concerne l'aléa « glissement de terrain », l'aléa de référence est le glissement du golf de La Canourgue, situé au Sud du village le long de la RD998. Il affecte des marnes toarciennes altérées, situées à l'aval d'un placage d'éboulis (illustration 3).



Illustration 3: Niches d'arrachement au niveau du golf de La Canourgue, pendant les années 2000

Sur le secteur étudié, de nombreux écroulis sont présents. Sous l'effet de l'altération par sous-cavage des marnes domériennes et toarciennes, associée à la présence de discontinuités favorables, des pans de falaise formant les bordures de Causses se sont éboulés en masse. La surcharge ainsi engendrée favorise ensuite les phénomènes de glissement dans les marnes. Ce phénomène cyclique est récurrent sur les bordures de Causses durant tout le Quaternaire [référence 5]. L'occurrence de ces phénomènes de grande ampleur dépasse le délai fixé à 100 ans pour cette étude et ils ne sont donc pas considérés comme aléa de référence.

5.2 Définition de la probabilité d'occurrence

La probabilité d'occurrence de l'aléa glissement a été définie à partir de 4 critères :

- la lithologie : sensible ou non sensible (« litho ») ;
- la pente (« p ») ;
- la présence de circulation d'eau : sources, captages, venues d'eau diffuses, traces d'humidité, végétation hydrophile (« eau ») ;
- la présence d'indices de mouvements avérés : glissement actifs, moutonnement ou indices de mouvements de surfaces superficiels, bâtiments ou infrastructures routières dégradés (« indices »).

La première étape a consisté à définir les seuils de pente pour lesquels des glissements peuvent apparaître. Pour chaque lithologie sensible à l'aléa glissement (marnes altérées, micaschistes altérés, pélites fines et grossières, arènes granitiques, éboulis, alluvions), est réalisé un histogramme de répartition des pentes, présentes au sein des zones d'indices de mouvement identifiées sur le terrain (exemple pour les marnes altérées en illustration 4). Ce traitement statistique résulte du croisement par SIG entre les zones d'indices de mouvement identifiées sur le terrain et le MNT (maille de 5m).

Deux seuils de pente p1 et p2 ont été définis comme correspondant respectivement aux valeurs de pente pour lesquelles 80% et 50% des indices de glissement ont été identifiés (exemple pour les marnes altérées en illustration 4).

Sur l'ensemble des 12 communes² de Lozère ayant fait l'objet de ce type d'études, seules trois lithologies sensibles (marnes altérées, pélites fines et éboulis sur marnes) regroupent suffisamment d'indices de mouvement pour que le traitement statistique ait une signification (nombre d'indices >40) (tableau 4). La pente calculée à partir du MNT est lissée du fait de la résolution de 5m. La pente réelle correspondante peut être approchée à l'aide de la formule suivante [référence 9] :

$$\alpha_{MNT} = \alpha_{réel} \times RES^{-0,075}$$

avec RES : résolution du MNT en mètres

α_{MNT} : pente du MNT en degrés

$\alpha_{réel}$: pente réelle en degrés

Les seuils de pente ainsi obtenus pour ces trois formations sont données dans le tableau 4.

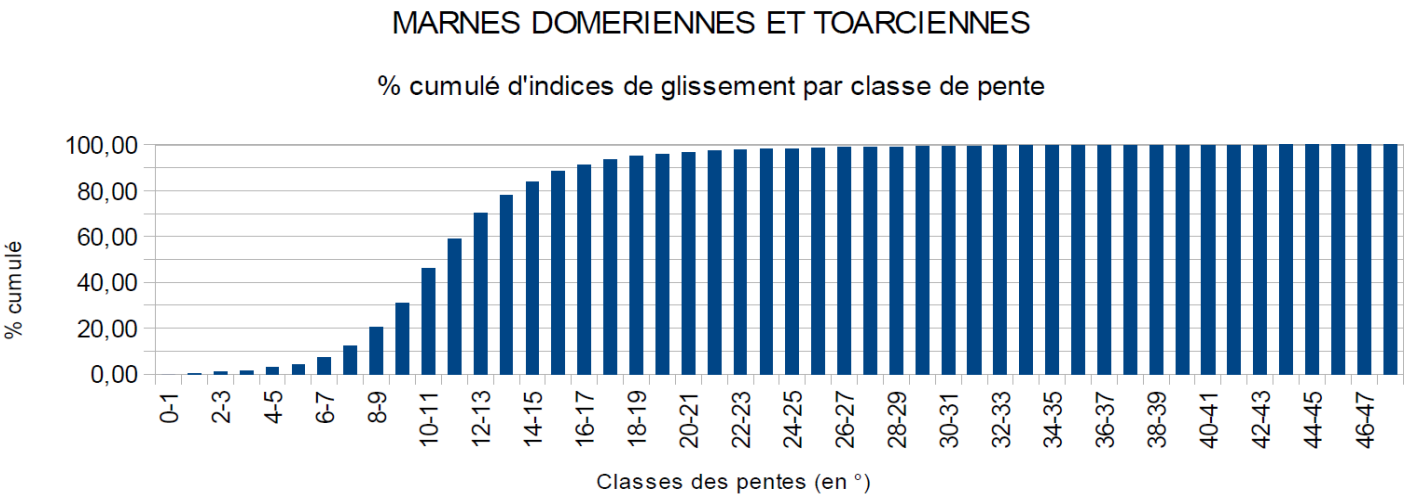
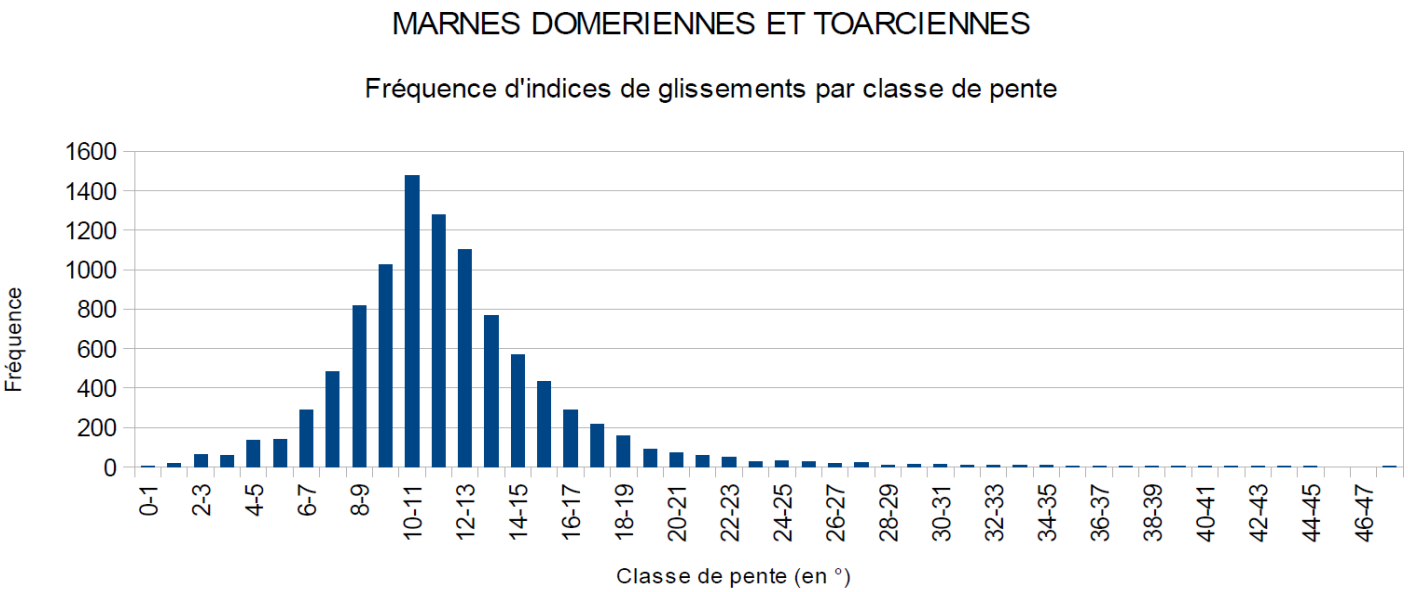
Les mêmes seuils de pente ont été attribués aux alluvions, présentant des caractéristiques géotechniques proches des marnes altérées.

Les autres formations (micaschistes altérés, éboulis hors marnes, arènes granitiques, alluvions et pélites grossières) sont moins sensibles aux phénomènes de glissement et des seuils de pente plus élevés leur ont été attribués (tableau 4).

² Liste des communes de Lozère ayant fait l'objet de ce type d'études : Mende – St Etienne du Valdonnez – Lanuéjols – Brénoux – Badaroux – St Bauzile – Chastel Nouvel – St Bauzile – Grèzes – Banassac – La Canourgue - Chanac

Formation	p1 MNT - 5m	p1 réelle calculée	p2 MNT - 5m	p2 réelle calculée
Marnes altérées	9°	10°	13° ³	15°
Éboulis sur marnes				
Alluvions sur marnes				
Pélites fines et grossières	10°	11°	14°	16°
Micaschistes altérés	13°	15°	17°	19°
Eboulis hors marnes				
Alluvions grossières hors contexte granitique				
Arènes granitiques				

Tableau 4: Seuils de pente p1 et p2 à partir desquels des glissements peuvent apparaître.



Quelques données statistiques	
Moyenne	11,88
Médiane	11,29
Ecart type	4,30
Nombre	9789
Minimum	0,41
Maximum	47,38

³ Les formations des marnes altérées, des éboulis sur marnes et des alluvions sur marnes ont été regroupées. Les seuils de pente P2 obtenus pour chacune de ces formations sont les suivants :

- marnes altérées = 11,88° (cf illustration 4)
- éboulis sur marnes = 13°
- alluvions sur marnes = 13°

Le seuil global retenu a été de 13°.

Illustration 4: Définition des seuils de pente à partir desquels des glissements peuvent apparaître, exemple des marnes altérées

La probabilité d'occurrence de l'aléa « glissement » est ensuite définie en respectant la grille suivante :

Probabilité d'occurrence (P)	Litho + p<P1	Litho + p<P1 + indices de surface	Litho + P1<p<P2	Litho + P1<p<P2 + 1 facteur	Litho + p>P2	Litho + P1<p<P2 + 2 à 3 facteurs	Litho + p>P2 + 1 à 3 facteurs	Glissement avéré (niches d'arrachement, bourrelet de pied)
Nulle (P0)	x							
Faible (P1)		x	x					
Modérée (P2)				x	x			
Elevée (P3)						x	x	x

Les facteurs sont les suivants :

- présence d'eau
- érosion de berge
- indices de surface

• Les écoulis :

Sous l'effet de l'altération par sous-cavage des marnes domériennes et toarciennes associée à la présence de discontinuités favorables, des pans de falaise formant les bordures de Causses se sont éboulés en masse. La surcharge ainsi engendrée et les circulations d'eau dans ces écoulis favorisent les phénomènes de glissement dans les marnes sous-jacentes. Sur ces secteurs, la probabilité d'occurrence a été définie de la façon suivante :

- probabilité d'occurrence faible au niveau des zones replats ;
- probabilité d'occurrence modérée au niveau des pentes constituées d'écroulis ;
- probabilité d'occurrence élevée au niveau du bas de versant marneux situé en pied de ces écoulis.

• Les érosions de berges :

Lorsque des phénomènes d'érosion de berges sont possibles en bas de versant (partie concave d'un méandre), la probabilité d'occurrence de l'aléa « glissement » est augmentée d'un niveau.

• Les calcaires Carixiens

Il s'agit de calcaires clairs gréseux dans lesquels des bancs plus fins peuvent s'intercaler et être le siège de glissements. En cas de présence d'indices sur une formation de calcaires carixiens, celle-ci a été traitée comme une formation sensible.

« glissement » ne peut donc pas être évaluée.

Sur certains secteurs, des études géotechniques ont été fournies par les communes. Sur ces endroits particuliers, l'aléa glissement ne sera donc pas étudié et la cartographie de l'aléa renverra aux études réalisées pour la prise en compte du risque sur les parcelles.

5.4 Aléa « glissement de terrain » résultant

L'intensité de l'aléa « glissement » ne pouvant être évaluée par cette première approche, l'aléa « glissement » cartographié correspondra donc uniquement à une probabilité d'occurrence (annexe 6)

5.3 Définition de l'intensité

L'intensité des glissements potentiels dépend essentiellement de la profondeur de la surface de rupture potentielle (contact marnes saines / marnes altérées par exemple). Seules des données de forage permettent d'accéder à cette information. Dans cette première approche, l'intensité de l'aléa

6 L'aléa « effondrement, affaissement et tassement »

6.1 Définition de l'aléa « effondrement / affaissement / tassement » de référence

Pour l'aléa "effondrement, affaissement et tassement", l'aléa de référence est le gouffre qui s'est formé en novembre 2003 sur la commune de Saint-Etienne du Valdonnez, à proximité du lieu-dit Molines. Ce gouffre, qui s'est formé dans le lit du cours d'eau du Bramont à la suite d'une crue, mesurait environ 10 mètres de diamètre et 15 mètres de profondeur, avec des parois très instables.

Le Bramont s'est complètement perdu dans ce gouffre (illustration 5).

Actuellement, la trace de ce gouffre est encore visible et le cours d'eau se perd partiellement à cet endroit.



Illustration 5: Effondrement sur le lit du Bramont, sur la commune de Saint-Etienne du Valdonnez (novembre 2003) [Photo DDT 48]

6.2 Définition de la probabilité d'occurrence

Plusieurs types d'éléments sont rencontrés sur la commune de Chanac :

- des failles, avérées ou supposées (source: BRGM, études ou photo-interprétation);
- des cavités naturelles et leurs galeries (source: base de données BD Cavités, entretiens avec le Spéléo-Club de Lozère, observations de terrain...);
- des effondrements (observations de terrain ou entretien avec les mairies);
- des dolines (source: études et observations de terrain);
- des liens hydrauliques (source: entretiens avec le Spéléo-Club de Lozère);
- du remplissage argileux (source: observations de terrain);

A titre informatif, des entrées de cavités d'origine anthropique et des enveloppes de travaux miniers seront localisées sur la carte d'aléa "effondrement, affaissement, tassement".

La probabilité d'occurrence de l'aléa "effondrement, affaissement, tassement" pour ces différents éléments peut être évaluée en fonction du contexte géologique, hydrogéologique et historique (cavités anthropiques), en respectant la grille ci-dessous:

Probabilité (P)	Critères	Zone de tampon (regroupant l'incertitude de tracé + une zone d'influence autour des différents éléments)
Probabilité nulle	Surface d'affleurement des formations non karstifiables	x
Probabilité faible (P1)	Surface d'affleurement des formations karstifiables	x
Probabilité modérément faible (P2)	Surface entourant une zone de fracturation (failles)	tampon de 30 mètres
	Surface dominant une cavité ou une galerie naturelle avec un recouvrement supérieur à 20 mètres	tampon de 30 à 200 mètres, selon l'incertitude de localisation de la cavité
Probabilité modérée (P3)	Bordure des dolines	données de terrain (présence ou non d'une bordure)
Probabilité élevée (P4)	Fond des dolines	x
	Surface dominant une cavité ou une galerie naturelle avec un recouvrement inférieur à 20 mètres	tampon de 30 à 200 mètres, selon l'incertitude de localisation de la cavité
	Zones de remplissage argileux	tampon de 10 mètres (uniquement l'incertitude du tracé)
Probabilité très élevée (P5)	Effondrements ou sous-tirages	tampon de 30 mètres

Les formations karstifiables regroupent l'ensemble des formations carbonatées. Le tableau 5 dresse un bilan des cavités les plus importantes reconnues dans chaque faciès.

Faciès	Cavités reconnues
Hettangien-Sinémurien	Grotte de Fraissinet
Lotharingien	Aven des Vergnèdes, Aven de Saint Fréal
Aalénien	Cavité de Roquaizou, Grotte des Blanquets
Bajocien et Bathonien	Aven de Mas Requiran, Aven de Cadoule, Aven de Font Blonque, Aven des Abrits
Callovien et Oxfordien	Aven de Cros-Haut, Aven de Catuzières, Aven du Domal

Tableau 5 : Cavités les plus importantes identifiées dans chaque faciès sur les 4 communes (Banassac, Grèzes, La Canourgue et Chanac)

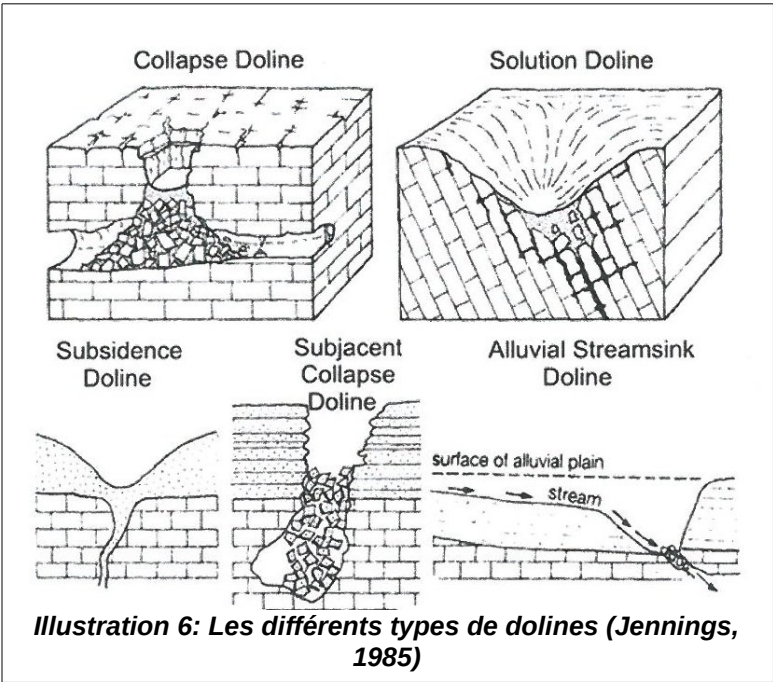
L'ensemble des formations karstifiables est affecté par des cavités plus ou moins développées sans qu'un niveau de karstification ne puisse être clairement identifié. Il s'avère donc impossible d'affiner la qualification de l'aléa effondrement dans ces formations karstifiables.

6.2.1 Point particulier des dolines

Les différents types de dolines et leur évolution

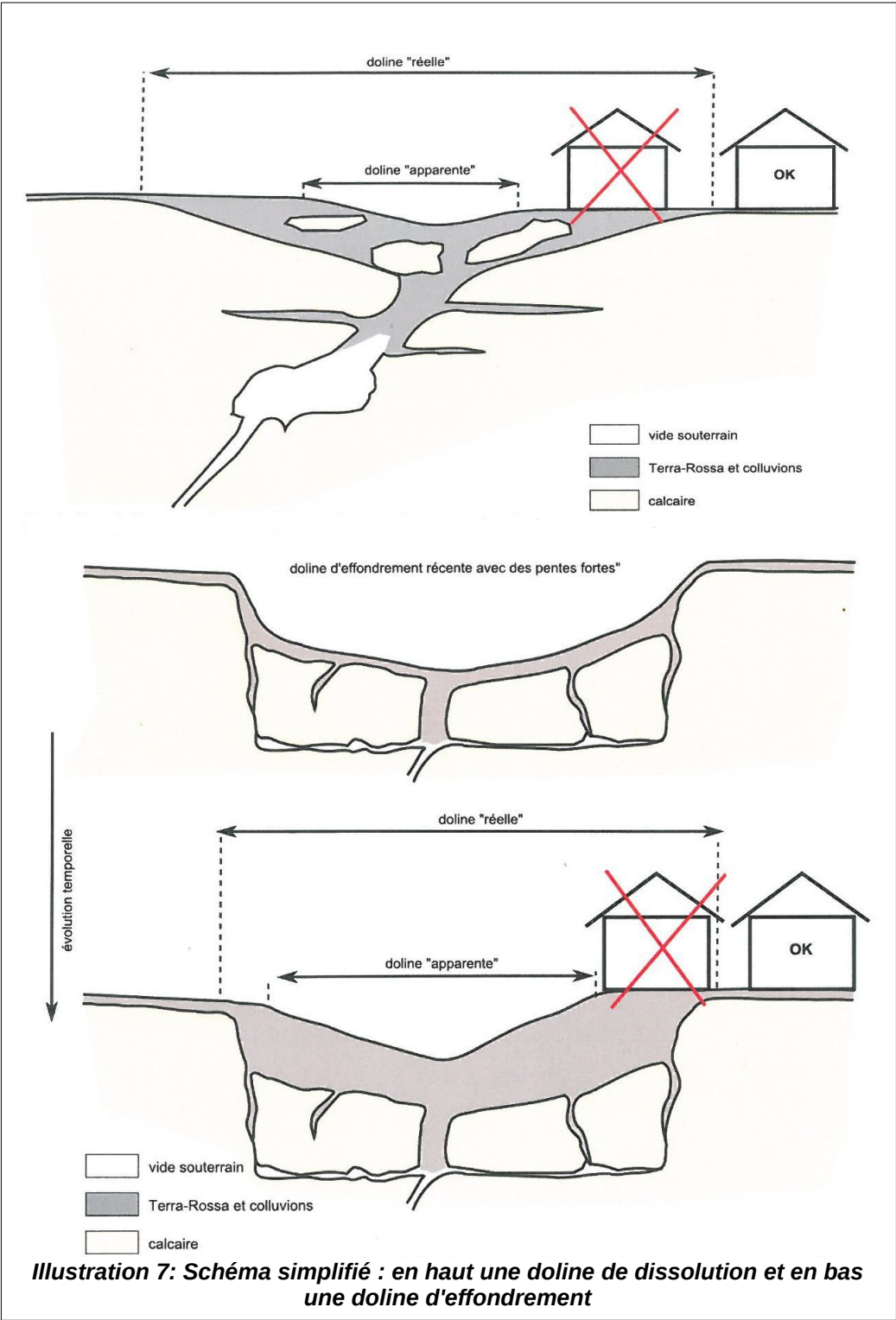
Dans la littérature, plusieurs types de dolines ont été identifiés en fonction de leur mode de formation (illustration 6) :

- les dolines d'effondrement (collapse doline) ;
- les dolines de dissolution (solution doline) ;
- les dolines de soutirage ou de suffosion (subsidence doline) ;
- les dolines d'effondrement des formations de couverture (subjacent collapse doline) ;
- le cas particulier des dolines formées dans les alluvions surmontant les calcaires (alluvial streamsink doline).



Sur les Causses des communes étudiées, les calcaires sont surmontés de formations résiduelles, appelées « Terra Rossa », résultant de la désagrégation des calcaires et constituées principalement d'argiles de décalcification (résidus de la dissolution chimique du calcaire). Les dolines sont, soit des dolines de dissolution, soit des dolines d'effondrement :

- les dolines de dissolution se sont formées de manière progressive, au fur et à mesure de la dissolution des calcaires, de l'élargissement des fissures et de la formation de galeries karstiques dans le sous-sol ; les pentes de la dépression formée en surface sont relativement douces ;
- les dolines d'effondrement se sont formées par effondrement brutal du toit d'une cavité karstique présente en profondeur ; les pentes de la dépression sont relativement fortes mais évoluent rapidement vers des pentes plus douces sous l'effet de l'érosion et de la sédimentation superficielles.



Ces deux types de dolines ont ensuite été comblées par la Terra-Rossa et leur forme actuelle en surface ne permet plus de les distinguer. Dans les deux cas, la présence d'une dépression en surface est inévitablement liée à une zone de dissolution préférentielle, dont l'activité actuelle est difficile à évaluer.

En ce qui concerne les dolines de dissolution, elles peuvent continuer à évoluer lentement par élargissement progressif des fissures, pouvant mener à un soutirage de la Terra-Rossa et un élargissement / approfondissement de la dépression en surface.

En ce qui concerne les dolines d'effondrement, le remplissage, constitué de chaos de blocs et de formations superficielles, a plus de probabilité d'être déstabilisé par entraînement des fines, réajustement du remplissage voir même réajustement de la paroi latérale rocheuse.

Quel que soit le type de doline (dissolution ou effondrement), le phénomène le plus probable reste tout de même le soutirage et la zone d'influence potentielle dépend donc essentiellement de la géométrie de la couverture superficielle (illustration 7).

Cartographie de l'aléa

Pour la cartographie de l'aléa effondrement sur les 4 communes analysées, le choix méthodologique s'est orienté vers l'attribution d'un aléa élevé au niveau du fond des dolines, auquel s'est ajouté une zone d'aléa intermédiaire (entre élevé et modéré) pour les bordures des dolines et leur zone d'influence.

Dans le guide national « Évaluation des aléas liés aux cavités souterraines » (référence 4), il est précisé p.115 que pour les fontis, « en pratique, pour une hauteur de recouvrement inférieure à 20 m, on pourra délimiter la zone dangereuse par une bande de terrain large de 20 m à la périphérie des galeries ».

Ainsi, les cartes d'aléa « effondrement » ont été réalisées en appliquant une zone tampon de 30 m (autour des zones de failles, des cavités ou des dolines), correspondant à la zone d'influence potentielle de 20 m à laquelle ont été ajoutés 10 m permettant de prendre en compte l'imprécision de la localisation de ces éléments.

Compte tenu des enjeux spécifiques au territoire considéré, une analyse fine est construite avec plusieurs cas de figure, selon les informations recueillies sur le terrain:

- On dispose uniquement du tracé du fond de la doline. On prend une zone tampon de 30 mètres (zone d'influence de 20 mètres + 10 mètres d'incertitude de tracé).
- On dispose du tracé du fond et de la bordure complète de la doline. On prend une zone tampon de 20 mètres à partir de la bordure haute de la doline.
- On dispose du tracé du fond et d'une grande partie de la bordure (supérieure à la moitié). On complète la bordure existante en se basant sur la distance moyenne de la bordure, et on ajoute une zone tampon de 20 mètres.
- On dispose du tracé du fond et d'une petite partie de bordure (inférieure à la moitié). On prend la distance maximale de la bordure à laquelle on rajoute 20 à 30 mètres (selon l'importance de la bordure).

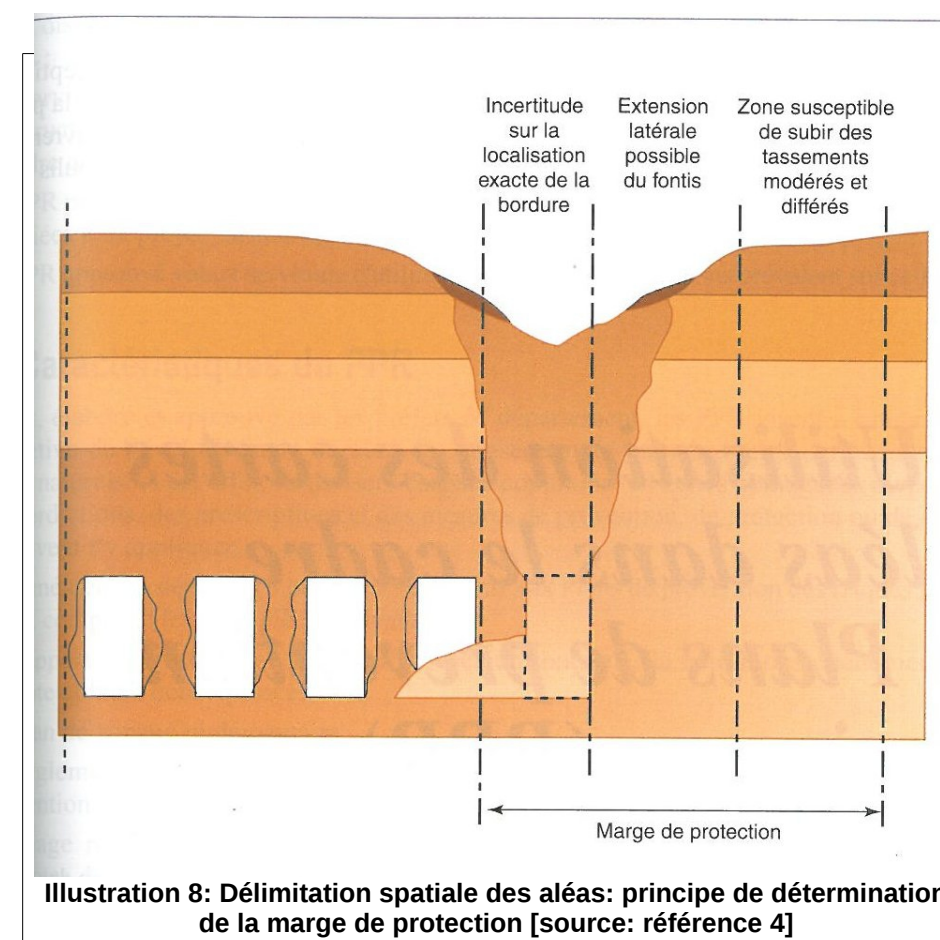
NB : Ces distances sont en limite d'acceptabilité vis à vis des limites d'utilisation (30 mètres environ) explicité au 8.2.

6.2.2 Point particulier des cavités

De la même façon, pour les cavités naturelles ou anthropiques, la zone d'influence a été fixée à 20 mètres.

Plusieurs cas de figures sont également possibles pour les cavités:

- Cavité avec un plan disponible et localisée sur le terrain. On prend un tampon de 30 mètres (20 mètres de zone d'influence et 10 mètres d'incertitude de tracé).
- Cavité avec un plan disponible non localisée sur le terrain. On prend un tampon de 40 mètres (20 mètres de zone d'influence et 20 mètres d'incertitude de tracé).
- Cavité sans plan, localisée sur le terrain. On prend un tampon de 30 mètres (20 mètres de zone d'influence et 10 mètres d'incertitude de tracé).
- Cavité non localisée sur le terrain provenant de la base de données BD Cavités. On prend comme zone de tampon l'incertitude de localisation indiquée dans la base de données, avec un minimum de 30 mètres.



6.2.3 Point particulier des écoulis

Les écoulis correspondent à des chaos de gros blocs dans une matrice constituée d'éboulis plus ou moins cimentés. Certaines cavités ont pu se former dans ces blocs, en raison des circulations d'eau. Pour la cartographie de l'aléa effondrement sur les quatre communes analysées, le choix méthodologique s'est orienté vers l'attribution d'un aléa faible pour les lithologies constituées

d'écroulis, lorsque la présence de cavités était répertoriée à proximité immédiate de ceux-ci, et d'un aléa négligeable dans le cas contraire.

6.2.4 Éléments localisés à titre informatif

- **liens hydrauliques**: lorsque des liens hydrauliques ont été identifiés entre deux points, un réseau souterrain s'est vraisemblablement développé à l'aplomb sans que son étendue, son importance et sa profondeur ne puissent être évaluées. Ils sont donc localisés à titre informatif sans qu'un zonage d'aléa ne puisse être tracé.
- **entrées de cavités anthropiques et enveloppes de travaux miniers**: les entrées de cavités anthropiques, ainsi que les exploitations minières (enveloppe de travaux miniers), sont localisées sur la carte d'aléa "effondrement / affaissement / tassement" à titre informatif, car n'entrant pas dans la définition de l'aléa naturel (aléa minier).

6.3 Définition de l'intensité

Les vides souterrains présents sur le secteur sont de 2 types :

- verticaux : avens, zones de perte, dolines
- horizontaux : galeries naturelles et artificielles

La même intensité peut être attribuée à ces différents éléments (les galeries sont de relativement grande extension et les avens peuvent être à l'origine de la formation de fontis profonds et d'apparition brutale...).

Une intensité modérée est affectée de manière uniforme à l'aléa « effondrement / affaissement » pour lequel une solution de confortement reste la plupart du temps envisageable pour un groupe restreint de propriétaires.

6.4 Aléa « effondrement / affaissement » résultant

L'aléa «effondrement / affaissement» correspond au croisement entre la probabilité d'occurrence (P) et l'intensité potentielle du phénomène (I), en respectant la grille ci-dessous :

Intensité	Probabilité d'occurrence				
	Faible (P1)	Modérément faible (P2)	Modérée (P3)	Élevée (P4)	Très élevée (P5)
Modérée (I2)	Aléa faible	Aléa modérément faible	Aléa modéré	Aléa élevé	Aléa très élevé

7 Cartographies des aléas sur la commune de Chanac

7.1 Carte d'aléa « éboulement, chute de blocs et de pierres »

L'ensemble de la bordure du Causse de Sauveterre est soumis à un aléa « éboulement / chute de blocs et de pierres » faible à élevé. Parmi les enjeux atteints, quelques habitations au Sud du village de Chanac sont soumises à un aléa modéré, avec la qualification VT2VF2P2 pour l'aléa de rupture des falaises. A l'Ouest du village, une exploitation agricole est soumise à un aléa élevé, avec la qualification VT3VF3P2 pour l'aléa de rupture des falaises.

La bordure de la Cham de Blanquet est soumise à un aléa faible à élevé. Parmi les enjeux atteints, le hameau de Desroc est soumis à un aléa modéré avec la qualification VT2VF2P2 pour l'aléa de rupture de la falaise.

Sur le reste de la commune, quelques zones de falaises de calcaires hettangiens-sinémuriens impliquent un aléa faible à modéré, mais n'impactent aucun enjeu.

Sur le Causse de Sauveterre, quelques zones de falaises impliquent un aléa faible à modéré. Parmi les enjeux atteints, le hameau de Chazoux est soumis à un aléa faible, avec la qualification VT1VF1P1 pour l'aléa de rupture de la falaise.

7.2 Carte d'aléa « glissement de terrain »

L'ensemble des pieds de Causses, constitué de marnes recouvertes en partie par des éboulis, est soumis à un aléa « glissement » faible à élevé. Parmi les enjeux potentiellement affectés, le village de Chanac est soumis à un aléa glissement faible à élevé. Les hameaux de Ressouches, Vareilles et Marijoulet, sont eux soumis à un aléa faible à modéré. Le hameau de Malavieille est soumis à un aléa « glissement » modéré.

7.3 Carte d'aléa « effondrement / affaissement / tassement »

L'ensemble des secteurs, dont le substratum est constitué de calcaires (haut des corniches, plateaux des Causses et plateaux calcaires), est soumis à un aléa « effondrement / affaissement / tassement » au moins faible et jusqu'à modéré ou élevé si d'autres indices sont connus (cavités, fracuration, dolines).

L'ensemble des hameaux situés sur les Causses est soumis à un aléa « effondrement / affaissement / tassement » faible à élevé.

Parmi les autres enjeux potentiellement atteints, le village de Chanac, du Villard, de Ressouches et le hameau du Pont Vieux sont soumis à un aléa « effondrement / affaissement / tassement » faible à modérément faible.

8 Conclusion

8.1 Rappels des objectifs de l'étude

Dans le cadre de la politique de prévention des risques et de la protection des populations face aux risques naturels majeurs, la Direction Départementale des Territoires de Lozère a confié au LRPC d'Aix-en-Provence la cartographie des aléas mouvements de terrain sur quatre communes de Lozère (Grèzes, Banassac, Chanac et La Canourgue).

Par la suite, ce travail fera l'objet, selon le choix de la Direction Départementale des Territoires, soit d'un Plan de Prévention des Risques (PPR), soit d'un Porter à Connaissance (PAC). La méthodologie mise en œuvre suit les mêmes principes que l'élaboration d'une carte d'aléa préparatoire à un PPR [référence 1].

Les cartes d'aléa obtenues résultent d'un croisement entre la probabilité d'occurrence du phénomène et son intensité potentielle. Elles permettent donc essentiellement d'identifier les secteurs urbanisés et aussi pouvant être urbanisés, sur lesquels une action de réduction de la vulnérabilité (protection) s'avère nécessaire.

8.2 Limites d'utilisation

La localisation de certains phénomènes (notamment les glissements) résulte d'une analyse géomorphologique ne permettant pas de déterminer la position exacte de leurs contours.

De plus, les différentes cartes d'aléa ont été réalisées en reportant les observations sur la carte topographique de l'IGN au 1/25 000, agrandie au 1/10 000.

Ainsi, les limites des cartes d'aléa sont donc localisées avec une précision d'environ 30 m (soit 3 mm à l'échelle de la carte au 1/10 000).

L'utilisation de ces cartes à un zoom plus fin que 1/10 000 reste donc délicate et les précisions annoncées ci-dessus sont à prendre en considération.

L'acquisition des données bibliographiques et de terrain se veut la plus exhaustive possible. Cependant, certains éléments ont pu être omis du fait de la surface importante à couvrir, de la présence d'une couverture végétale relativement dense ainsi que de la possible évolution des versants au cours du temps (apparition d'indices).

9 Bibliographie

9.1 Guides méthodologiques

Référence 1: Plans de prévention des risques naturels (PPR) – Risques de mouvements de terrain – Guide méthodologique (1999). Besson L, Durville J.L., Garry G. et Grasz E. *Ministère de l'Aménagement, du Territoire et de l'Environnement / Ministère de l'Équipement, des Transports et du Logement. La Documentation française, Paris, 71p.*

Référence 2 : Guide technique pour la caractérisation et la cartographie de l'aléa dû aux mouvements de terrain. Collection Environnement – Les risques naturels (2000). Antoine P., Cojean R., Durville J.L., Landry J., Marie J., Pothérat P., Toulemont M., Villain J. *Ministère de l'Aménagement, du Territoire et de l'Environnement, Comité Français de Géologie de l'Ingénieur et de l'Environnement (CFG) et Laboratoire Central des Ponts et Chaussées (LCPC), 91p.*

Référence 3 : Les études spécifiques d'aléa lié aux éboulements rocheux – Guide technique – Collection Environnement – Les risques naturels (2004). Effandianz L., Guillemin P., Rochet L., Pauly J.C., Payany M. *Ministère de l'Écologie et du Développement durable, Laboratoire Central des Ponts et Chaussées (LCPC), Laboratoires Régionaux des Ponts et Chaussées d'Aix-en-Provence et de Lyon, 86p.*

Référence 4 : Évaluation des aléas liés aux cavités souterraines – Collection Environnement – Les risques naturels (2002). Tritsch J.J., Toulemont M., Durville J.L., Pothérat P. *Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques (INERIS), Laboratoire Central des Ponts et Chaussées (LCPC), 130p.*

9.2 Autres références ayant servi à l'établissement de la méthodologie

Référence 5 : Carte géologique de Mende au 1/50 000 (1979). Briand B.G., Peyretti G., Couturié J.P., Geffroy J., Gèze B. *Bureau des Recherches Géologiques et Minières (BRGM).*

Référence 6 : Carte géologique de Florac au 1/50 000 (1980). Gèze B., Pellet J., Paloc H., Bambier A., Roux J., Senaud G. *Bureau des Recherches Géologiques et Minières (BRGM).*

Référence 7 : Carte géologique de Séverac le Château au 1/50 000 (1990). Defaut B., Burg J.P., Leyreloup A.F., Rommey F., Fuchs Y., Alabourette B., Lefavrais-Raymond A. *Bureau des Recherches Géologiques et Minières (BRGM).*

Référence 8 : Carte géologique de Le Belymard au 1/50 000 (1994). Briand B., Combémoré R., Couturié J.P., Bérard P., Vautrelle C. *Bureau des Recherches Géologiques et Minières (BRGM).*

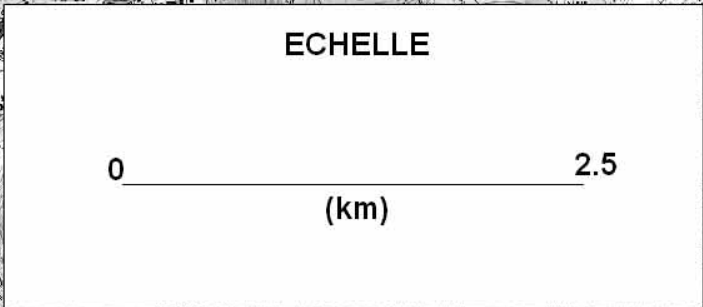
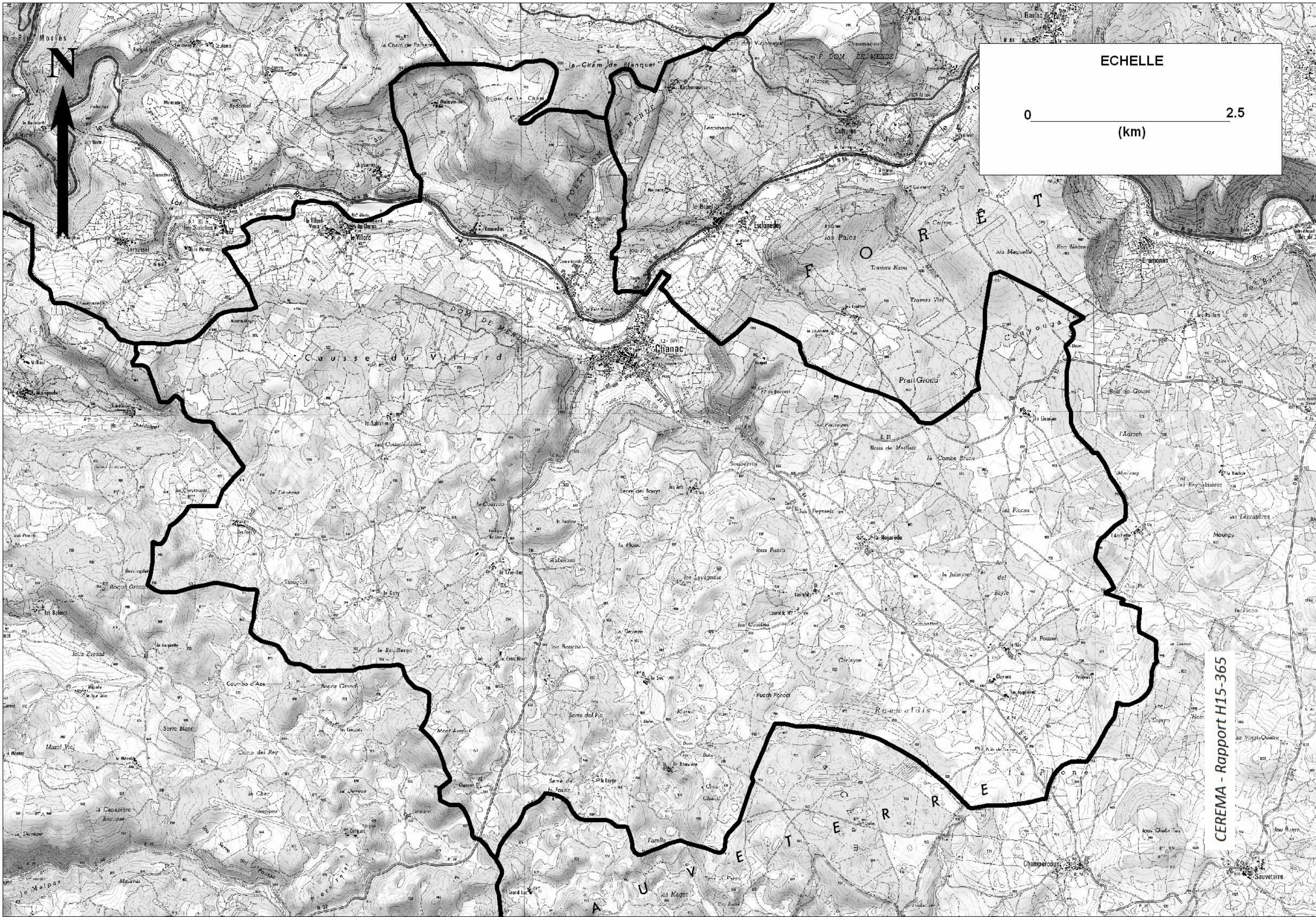
Référence 9: New GIS developments in mountain protection forests zoning against snow avalanches and rockfalls. Clouet N. and Berger F. Actes du colloque Interpraevent 2010, p382-390.

Référence 10: Saint-Bauzile/Rouffiac – Etude de l'aléa chute de blocs. Rapport CETE Méditerranée H04-119.

Référence 11: Commune de Saint-Bauzile – Thalweg de Rouffiac- Positionnement et dimensionnement d'un écran pare-blocs – profils trajectographique. Rapport CETE Méditerranée H06-386.

Annexe 1 : carte topographique

Carte topographique de Chanac, zoom d'après le scan 25 IGN©



Annexe 2 : carte géologique

Carte géologique de Chanac, extrait de la carte géologique au 1/50 000 du BRGM©

MENDE

Les explorations et les tracés géologiques ont été faits de 1968 à 1974 par :
- **Bernard Briand**, assistant à l'université de Lyon I pour les terrains cristallophylliens, avec la collaboration de **Guy Peyretti**, docteur de spécialité.
- **Jean-Pierre Couturié**, assistant à l'université de Clermont-Ferrand, pour les terrains cristallins.
- **Bernard Gèze**, professeur à l'Institut national agronomique (Paris), pour les terrains sédimentaires.
Les indices métallogéniques ont été reportés par **Jacques Geffroy**, ingénieur géologue au C.E.A.
La coordination des contours a été faite par **Bernard Gèze** en 1974.
Cette feuille a été publiée en 1979.

FORMATIONS CONTINENTALES, FLUVIATILES OU RÉSIDUELLES.

F	Fz	F - Alluvions fluviales non différenciées : Arenes granitiques devenant tourbeuses au dessus de 1000 m.
	Fy	Fz - Alluvions récentes Fy - Alluvions anciennes
C		Colluvions et cônes de déjections
E		Eboulis de pierres
EB		Eboulis de blocs et brèches de pente
R		Formations résiduelles "Terre du Causse"

TERRAINS SECONDAIRES

J4s	Oxfordien (Oxfordien s.s. et Argovien) : calcaire gris clair, marneux.
J4	Callovien : calcaire jaune cristallin.
J2b	Bathonien supérieur : dolomie grise, caverneuse 1 - localement calcaire blanc.
J2a	Bathonien inférieur : calcaire blanc, en plaquettes ou gros bancs.
J2b	Bajocien supérieur : dolomie cristalline rose à grise.
J2a	Bajocien inférieur : calcaire blanc-gris, à entroques, en gros bancs, à chailles.
I4	Aalénien : calcaire noduleux jaunâtre et bancs marneux grisâtres.
I2-a	Toarcien : marnes noires à gris bleu; "Schistes cartons" à la base.
I6	Domérien : marnes grises.
I4	Carixien : calcaires clairs, gréseux ou marneux.
I3-4	Sinemurien : calcaire gris clair, spathique, oolithique.
I2	I2 - Hettangien non différencié, calcaire jaunâtre, magnésien I2b - Hettangien supérieur : bancs avec minces lits marneux. I2a - Hettangien inférieur : plaquettes calcaires avec bancs de marnes vertes et bleues.
I1	Rhétien 7 - Hettangien basal : grès arkosique et "Calcaire capucin" brun, gréseux, dolomitique.
	Dolomitisation.
	Jaspes.
	Altération de la surface posthercynienne (antéliasique).

TERRAINS CRISTALLOPHYLLIENS

$\Sigma_{4,si}^{1,2}$	Micaschistes lamelleux : $\Sigma_{4,si}^{1,2}$ - à disthène et/ou sillimanite $\Sigma_{4,si}^{1,2}$ - à disthène et/ou sillimanite et grenat
$\Sigma_{mu,pl}$	Micaschistes lamelleux et/ou feldspathiques et gneiss plagioclasiques associés
Σ_{ab}	Micaschistes et micaschistes quartzeux à albite, quartzites associés
Σ_{ab}	Micaschistes quartzeux et albitiques, gneiss et quartzites associés
$\Sigma_{ab,m}$	Micaschistes et gneiss amygdalaires
Σ_{g}	Micaschistes lamelleux à grenat
$\Sigma_{st,cl}$	Micaschistes lamelleux à staurolite-chloritoïde
$\Sigma_{st,cl}$	Micaschistes chloriteux et sériciteux
$\Sigma_{st,cl}$	Quartzite noir

Formations gneissiques et leptyniques

$\Sigma_{ab,m}$	1 - Gneiss leptyniques et leptynites associés : 1 - Passées oillées 2 - Faciès banaux
$\Sigma_{ab,m}$	Gneiss et leptynites à muscovite
$\Sigma_{mu,s}$	Leptynite blanche à muscovite et andalousite
$\Sigma_{mu,ab}$	Leptynite massive
$\Sigma_{ab,pl}$	Gneiss rubanés oillés et gneiss amygdalaires
$\Sigma_{ab,m}$	Leptynite albitique et sériciteuse
Σ_{g}	Gneiss fin à biotite

Formations amphiboliques, Roches basiques et ultra-basiques. Complexe amphibolitique

Σ_{ab}	Gneiss et gneiss leptyniques ; leptyniques massives, gneiss amphibolitiques associés aux amphibolites
Σ_{ab}	Amphibolites feldspathiques
Σ_{ab}	Amphibolites massives et termes éclogitiques associés
Σ_{ab}	Ortho-amphibolites et métagabbros associés
Σ_{ab}	Serpentine et faciès associés
Σ_{ab}	Gneiss à biotite et amphibole (Métadiorites quartziques)
Σ_{ab}	Amphibolites et cipolin associés

TERRAINS CRISTALLINS, ROCHES FILONIENNES ET VOLCANIQUES

Σ_{ab}	Basalte alcalin à olivine
Σ_{ab}	Pegmatites
Σ_{ab}	Quartz filonien 1 - Non minéralisé 2 - Minéralisé
Σ_{ab}	Granite porphyroïde calco-alcalin à biotite (granite de la Margeride)
Σ_{ab}	Granite porphyroïde (faciès sombre) calco-alcalin à biotite
Σ_{ab}	Granite calco-alcalin à biotite et cordiérite (adamellite des Laubies)
Σ_{ab}	Leucogranite sub-alcalin à muscovite
Σ_{ab}	Microgranite
Σ_{ab}	Porphyrite
Σ_{ab}	Lamprophyre

ISOGRADÉS DE MÉTAMORPHISME

Σ_{ab}	Métamorphisme de contact
Σ_{ab}	Limite de la zone d'influence du granite de la Margeride : superposition de biotite et cordiérite (localement andalousite) aux paragenèses antérieures
Σ_{ab}	Limite de la zone d'influence du granite du Mont Lozère : superposition d'andalousite et biotite aux paragenèses antérieures

MINÉRALOGIE SYMPTOMATIQUE

a	Andalousite	hm	Hornblende magnésienne
ab	Albite	lv	Hornblende verte
b	Biotite	mu	Muscovite
c	Cordiérite	mi	Microcline
cl	Chlorite	ol	Olivine
ct	Chloritoïde	p	Pyroxène
d	Disthène	pl	Plagioclase
fx	Feldspath potassique	si	Sillimanite
gra	Graphite	se	Séricite
g	Grenat	st	Staurolite

SYMBÔLES STRUCTURAUX

Σ_{ab}	pendage de la stratification, couche verticale.
Σ_{ab}	Phase I : axe de pli avec éventuellement indication du plongement en degrés. linéation minérale. linéation d'intersection avec éventuellement indication du plongement en degrés.
Σ_{ab}	Phase II : axe de pli avec éventuellement indication du plongement en degrés.
Σ_{ab}	Grandes masses glissées 1 - Contour géologique observé 2 - Contour géologique supposé 3 - Faille observée 4 - Faille probable 5 - Faille masquée 6 - Faille probable ou flexure avec indication du sens du rejet 7 - Zone broyée 8 - Zone de développement plus particulier de blastomylonites
Σ_{ab}	Aven (1), Grotte (2) Source (1), Source minérale (2) Sondage de reconnaissance Numéro d'archivage au Service géologique national

RESSOURCES DU SOUS-SOL ET EXPLOITATIONS

Pb	Galène	As	Arsenic	Ba	Barytine
Zn	Zinc	Bi	Bismuth	fel	Feldspath
Cu	Cuivre	Mo	Molybdène	Cya	Disthène
W	Wolfram	Fe	Fer	Q	Quartz
U	Autunite	Mn	Manganèse	cal	Calcaire
Sb	Antimoine	F	Fluorite		
(Ba, Pb)	Fragmentes minéralisés épars				
Σ_{ab}	Indice ou gîte de morphologie non précisée				
Σ_{ab}	Filon minéralisé orienté d'extension réduite				
Σ_{ab}	Filons entrecroisés				
Σ_{ab}	Filon minéralisé en vraie grandeur				
Σ_{ab}	1 - Partie reconnue 2 - Extension probable				
Σ_{ab}	Barjac				
Σ_{ab}	Nom d'une exploitation importante				

FLORAC

Les explorations et les tracés géologiques ont été effectués de 1974 à 1977 par :
- **Bernard Gèze**, professeur à l'Institut national agronomique, Paris, pour les terrains posthercyniens
- **Jean Pellet**, médecin à Gagnolhac, pour les terrains antéhercyniens
Les indications relatives à l'hydrogéologie karstique sont dues à **Henri Paloc**, directeur du Service géologique régional Languedoc-Roussillon du Bureau de recherches géologiques et minières
Cette feuille a été publiée en 1980.

FORMATIONS CONTINENTALES (fluviales ou résiduelles)

U	Tufs calcaires, dépôts de sources
F	Alluvions fluviales, tourbeuses en altitude
Fy	Alluvions fluviales, terrasses du niveau 60 m (vallée du Tarn)
FC	Complexes fluviaux et colluviaux
E	Eboulis de pierres
EB	Eboulis de blocs, grandes masses glissées et brèches de pente
ER	Eboulis et formations résiduelles associés
R	Formations résiduelles : "Terre du Causse"

TERRAINS SECONDAIRES

J4	Portandien : calcaire blanc ou rosé
J4	Kimméridgien supérieur ("Kimméridgien s.s.") J4s - partie supérieure : dolomie grise, parfois avec passée calcaire vers le haut (1), plus rarement à mi-hauteur J4i - partie inférieure : calcaire blanc en gros bancs ou en plaquettes sublitographiques J4 - Kimméridgien supérieur dolomitique indifférencié
J4	J4 - Kimméridgien inférieur ("Séquanien") : calcaire blanc massif et marmo-calcaire en plaquettes, parfois dolomitique J4 - Oxfordien supérieur ("Rauracien") : calcaire blanc-gris, souvent anguleux, parfois dolomitique J4 - "Rauracien - Séquanien" en plaquettes ou dolomitique indifférencié
J4	Oxfordien moyen ("Argovien") Oxfordien inférieur ("Oxfordien s.s.") Callosien série condensée, avec suivant les cas : marne grise, marmo-calcaire gris clair, sable glauconieux, calcaire cristallin jaune à rose
J4	Bathonien J4s - partie supérieure : dolomie grise, caverneuse, parfois avec passée calcaire vers le haut (1) J4i - partie inférieure : calcaire blanc, en plaquettes ou gros bancs J4 - ensemble dolomitique du Dogger supérieur
J4	Bajocien J4s - partie supérieure : dolomie cristalline rose à grise J4i - partie inférieure : calcaire blanc-gris, à entroques, en gros bancs, à chailles, parfois dolomitique J4 - ensemble calcaire du Dogger inférieur
I4	Aalénien : calcaire noduleux jaunâtre et bancs marneux grisâtres
I2-a	Toarcien : marnes noires à gris-bleu ; "Schistes cartons" à la base
I6	Domérien : marnes grises et calcaires marneux
I3-s	Sinemurien - Lotharingien - Carixien Série condensée, avec calcaires gris-clair, anguleux, gréseux, à gravettes ou dolomitiques
I2	Hettangien I2s - partie supérieure : calcaire jaunâtre, magnésien, en bancs, avec minces lits marneux, passant à la "dolomie cubique" I2i - partie inférieure : calcaire jaunâtre, magnésien, en plaquettes, avec bancs de marnes vertes ou bleues, passant au "Calcaire capucin", parfois à des jaspes I2 - Hettangien indifférencié
I1	Hettangien basal (anciennement "Rhétien 7") horizons de sables blancs, gris arkosiques, dolomies brunes et grès à dragées de quartz, passant parfois au "Calcaire capucin"

Σ_{ab}	Dolomitisation complète
Σ_{ab}	Dolomitisation partielle
Σ_{ab}	Jaspes et zones silicifiées
Σ_{ab}	Zones broyées
Σ_{ab}	Grandes masses glissées (avec superpositions conservées)
Σ_{ab}	Zone d'altération antéliasique dans les schistes cévenols et les granites (surface posthercynienne)

TERRAINS CRISTALLINS (plutons, filons, volcans)

Σ_{ab}	Basalte (filons, neck, coulée)
Σ_{ab}	Filon quartzo-barytique
Σ_{ab}	Filons de lamprophyres et roches voisines
Σ_{ab}	Filons de granophyres, microgranites, apatites, pegmatites, rhyolites
Σ_{ab}	Adamellite des Laubies (Granite monzonitique à cordiérite)
Σ_{ab}	Σ_{ab} - Granite des Signaux (à deux micas) : Σ_{ab} - variété plus riche en muscovite Σ_{ab} - variété plus riche en biotite

TERRAINS CRISTALLOPHYLLIENS

Σ_{ab}	Aurifère du métamorphisme de contact des granites dans les micaschistes
Σ_{ab}	Enclaves cristallophylliennes de grande taille (micaschistes et quartzites) dans les granites
Σ_{ab}	Séquence de micaschistes gréseux ou quartziteux du Valdennoz (pouvant inclure des micaschistes noirs "décolorés")
Σ_{ab}	Σ_{ab} - Unité 4 de la série cévenole : quartzites micacés et micaschistes siliceux q - Quartzites rubanés à divers niveaux de l'unité 4 q - Cinquième niveau de quartzite blanc (base de l'unité 4)
Σ_{ab}	Σ_{ab} - Unité 3 de la série cévenole : micaschistes noirs Sq - Passées schisto-gréseuses dans les micaschistes noirs q - Quartzite blanc en lit ou lentilles, pouvant se trouver au-dessus ou au-dessous du quartzite noir gg - Quartzite graphiteux noir (banc - repère) 2 - Faciès et schistes (anciennement de marnes de Montmirat - Nozières q - Quatrième niveau de quartzite blanc (base de l'unité 3) pouvant, sans que ce soit une certitude affleurer dans la feuille Florac (notation non utilisée)

Éléments structuraux

1 - Dans les terrains cristallophylliens a - Pendage de la surface de foliation S1 avec indication du plongement en degrés b - Foliation subhorizontale
Linéation de déformation (des plis métriques aux crénelations)
Linéation horizontale de la surface de foliation S1 a - Pendage de la surface (SO-1) (SO - lithologie, S1 - foliation initiale), avec indication du pendage en degrés b - Linéation de déformation (des plis métriques aux crénelations) 1-5 - indication (chronologie relative) de la phase de déformation
2 - Dans les terrains sédimentaires Pendage des couches

1 - Contour géologique 2 - Contour géologique supposé, limite de faciès ou banc repère 3 - Faille observée 4 - Faille masquée 5 - Faille probable 6 - Faille probable passant à flexure
--

Zone plissotée

Aven

Grotte

Source ferrugineuse

Perte

Emergence

38

Numéro d'archivage au Service géologique national

RESSOURCES DU SOUS-SOL ET EXPLOITATIONS

Bar

Gîte de forme non précisée

Filon en vraie grandeur

Petit filon orienté

Petit filon à direction multiple

4-1008

Numéro d'archivage des gîtes minéraux au Service géologique national

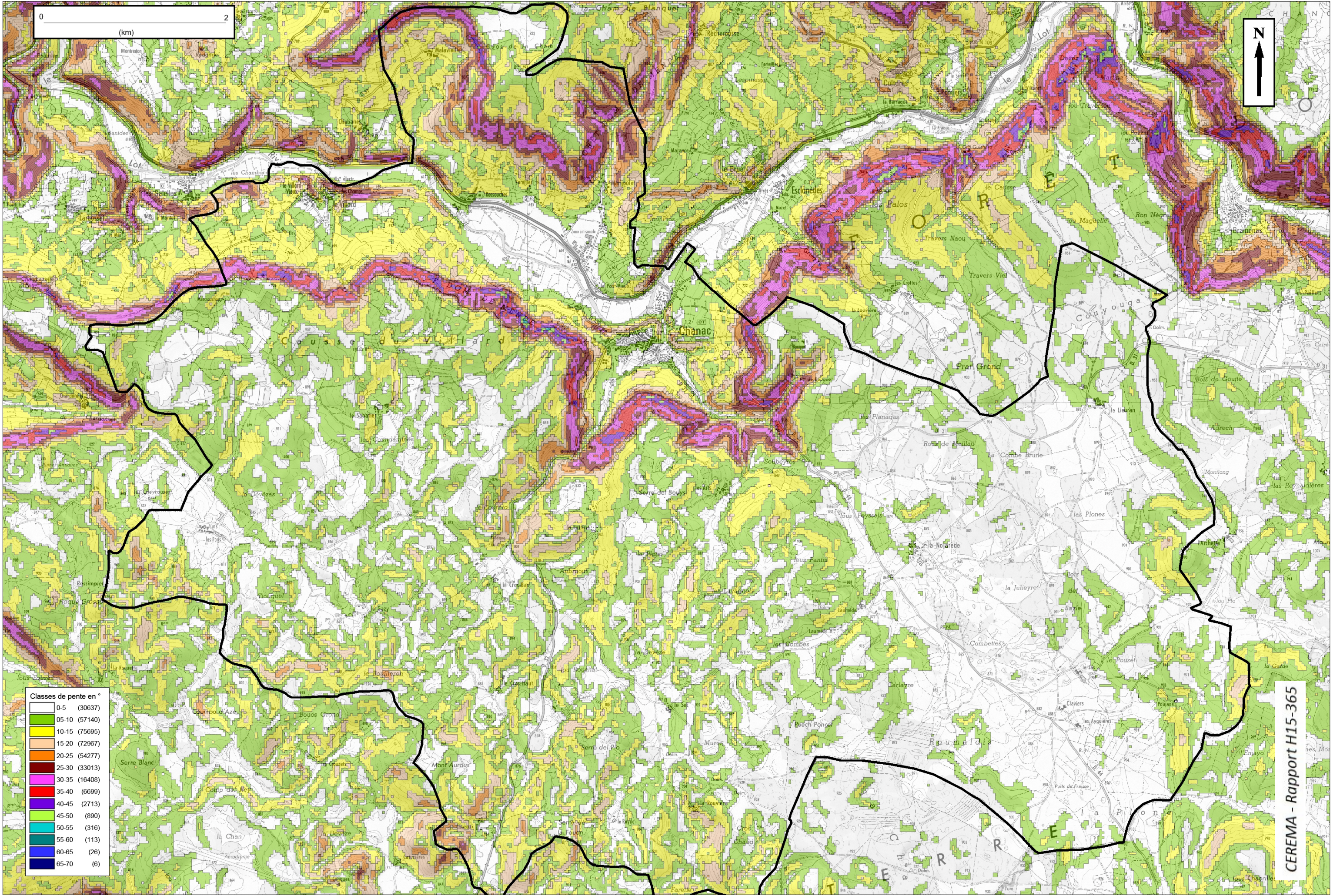
Minéralisation disséminée

Amas minéralisé de petite dimension

Carrière à ciel ouvert en exploitation

Annexe 3 : carte des pentes

Carte des pentes de Chanac, zoom d'après le 1/25000 du MNT IGN au pas de 5m



Classes de pente en °	
0-5	(30637)
05-10	(57140)
10-15	(75695)
15-20	(72967)
20-25	(54277)
25-30	(33013)
30-35	(16408)
35-40	(6699)
40-45	(2713)
45-50	(890)
50-55	(316)
55-60	(113)
60-65	(26)
65-70	(6)

Annexe 4 : carte des observations

Annexe 5 : carte d'aléa « éboulement, chute de blocs et de pierres »

Annexe 6 : carte d'aléa « glissement de terrain »

Annexe 7 : carte d'aléa « effondrement / affaissement »

Aléa de rupture

aléa rupture élevé

aléa rupture modéré

aléa rupture faible

VT

Volume total des instabilités identifiées

VF

Volume après fragmentation des instabilités identifiées

P

Probabilité de rupture des instabilités identifiées

Aléa "éboulement, chute de blocs et de pierres" résultant

Cb 3

aléa chute de blocs élevé

Cb 2

aléa chute de blocs modéré

Cb 1

aléa chute de blocs faible

cours d'eau

zone non cartographiée

Commune de Chanac

Cartographie des aléas mouvements de terrain

ANNEXE 5

Carte de l'aléa "éboulement, chute de blocs et de pierres"

CARTE 1

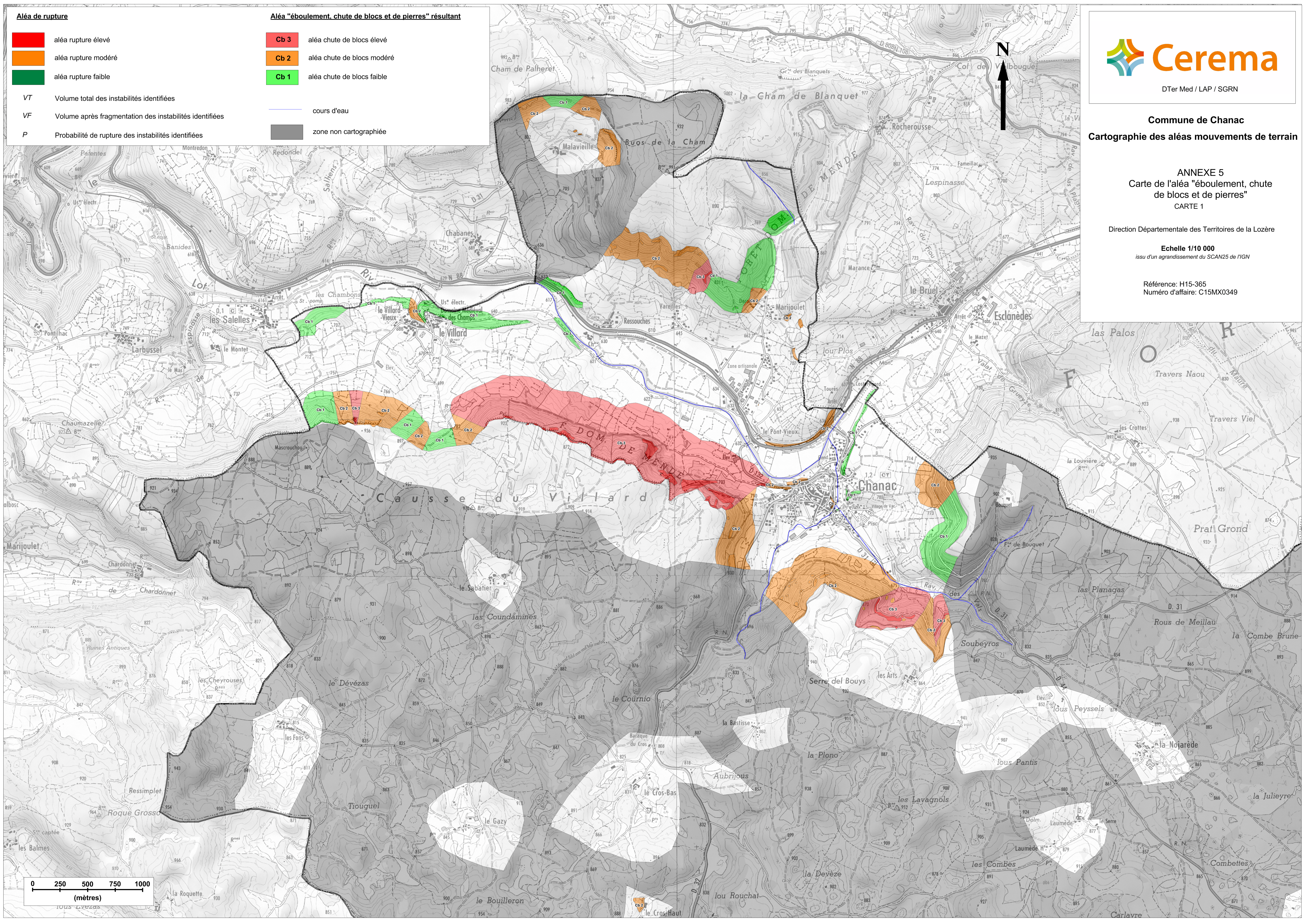
Direction Départementale des Territoires de la Lozère

Echelle 1/10 000

issu d'un agrandissement du SCAN25 de l'IGN

Référence: H15-365

Numéro d'affaire: C15MX0349



Aléa de rupture

aléa rupture élevé

aléa rupture modéré

aléa rupture faible

VT

Volume total des instabilités identifiées

VF

Volume après fragmentation des instabilités identifiées

P

Probabilité de rupture des instabilités identifiées

Aléa "éboulement, chute de blocs et de pierres" résultant

Cb 3

aléa chute de blocs élevé

Cb 2

aléa chute de blocs modéré

Cb 1

aléa chute de blocs faible

cours d'eau

zone non cartographiée



DTer Med / LAP / SGRN

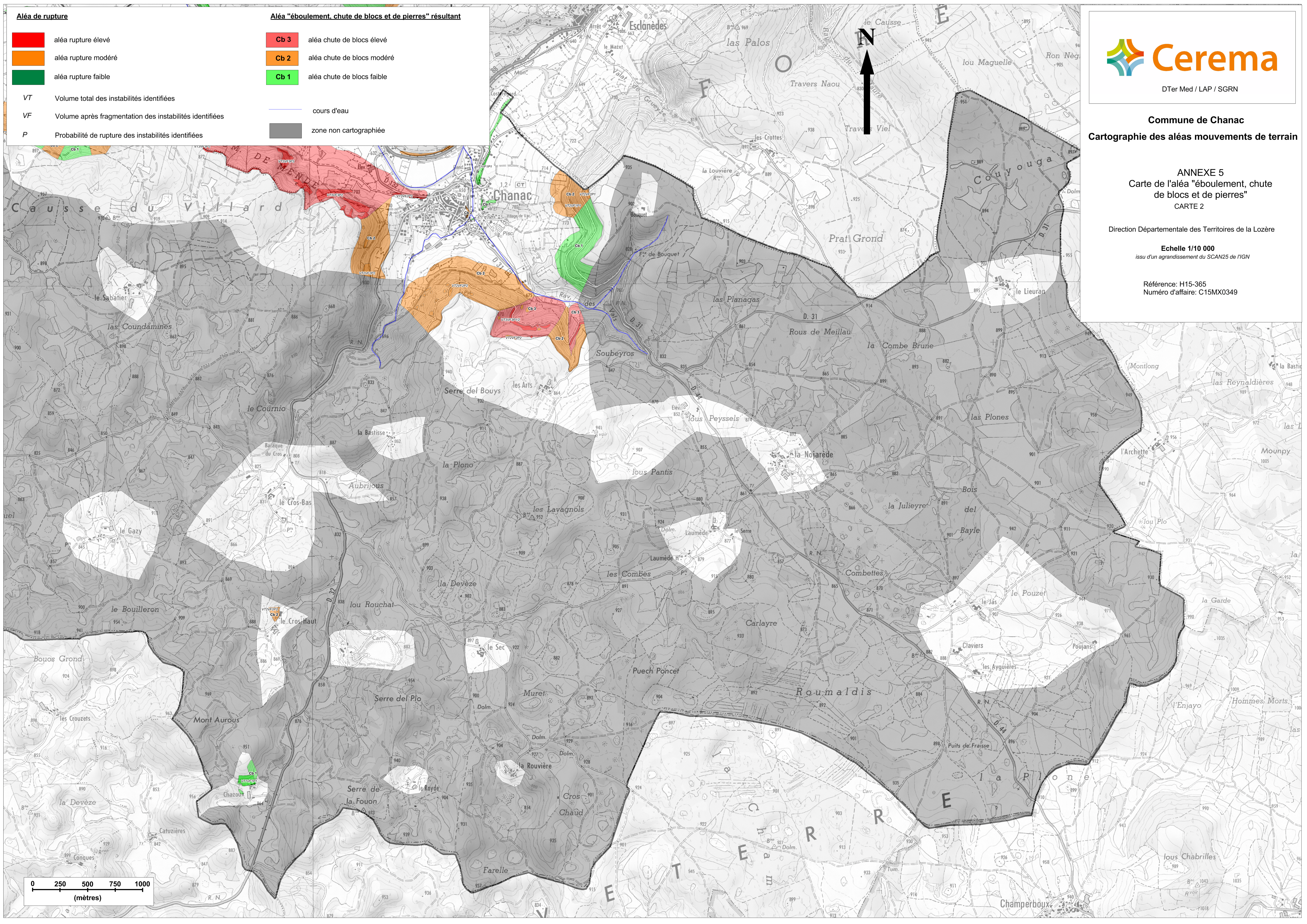
Commune de Chanac
Cartographie des aléas mouvements de terrain

ANNEXE 5
Carte de l'aléa "éboulement, chute de blocs et de pierres"
CARTE 2

Direction Départementale des Territoires de la Lozère

Echelle 1/10 000
issu d'un agrandissement du SCAN25 de l'IGN

Référence: H15-365
Numéro d'affaire: C15MX0349



Aléa "effondrement, affaissement, tassement" (= probabilité d'occurrence)

- E 5

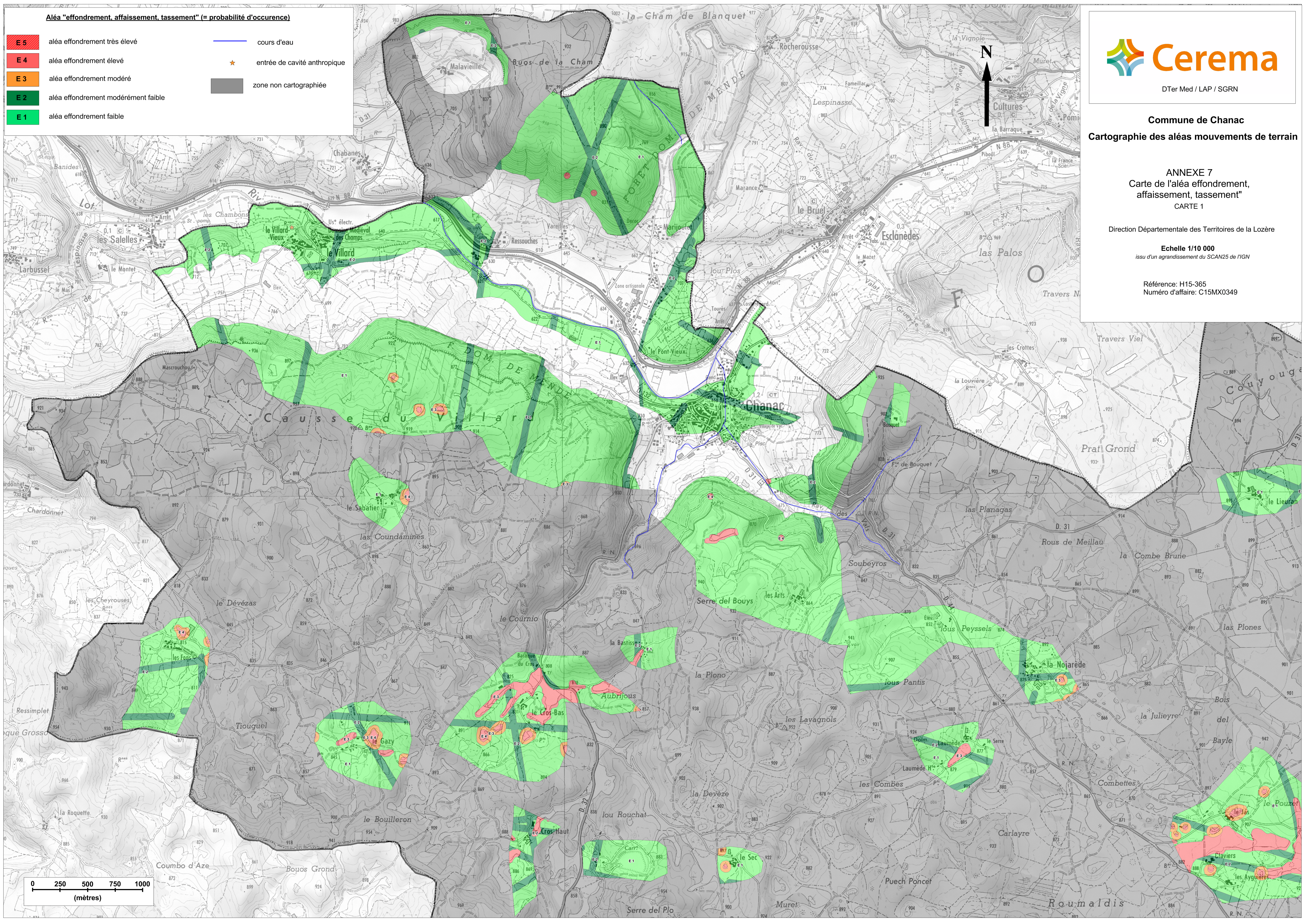
aléa effondrement très élevé
- E 4

aléa effondrement élevé
- E 3

aléa effondrement modéré
- E 2

aléa effondrement modérément faible
- E 1

aléa effondrement faible
- cours d'eau
- entrée de cavité anthropique
- zone non cartographiée



DTer Med / LAP / SGRN

Commune de Chanac
Cartographie des aléas mouvements de terrain

ANNEXE 7
Carte de l'aléa effondrement,
affaissement, tassement"
CARTE 1

Direction Départementale des Territoires de la Lozère

Echelle 1/10 000
issu d'un agrandissement du SCAN25 de l'IGN

Référence: H15-365
Numéro d'affaire: C15MX0349

G 3

aléa glissement élevé

G 2

aléa glissement modéré

G 1

aléa glissement faible

cours d'eau

zone non cartographiée



Cerema

DTer Med / LAP / SGRN

Commune de Chanac

Cartographie des aléas mouvements de terrain

ANNEXE 6

Carte de l'aléa "glissement de terrain"

Direction Départementale des Territoires de la Lozère

Echelle 1/10 000
issu d'un agrandissement du SCAN25 de l'IGN

Référence: H15-365
Numéro d'affaire: C15MX0349

0 250 500 750 1000
(mètres)

Aléa glissement nul sur la partie Sud de la commune de Chanac

Commune de Chanac
Cartographie des aléas mouvements de terrain

ANNEXE 4
Carte des observations
CARTE 1

Direction Départementale des Territoires de la Lozère

Echelle 1/10 000
Issu d'un agrandissement du SCAN25 de l'IGN

Référence: H15-365
Numéro d'affaire: C15MX0349

LEGENDE

① à ③② Eléments décrits dans une fiche du rapport H13-026

Eléments concernant l'aléa "éboulement / chute de blocs / chute de pierres"

- Falaise
- Affleurements rocheux
- Eboulement répertorié sous BD MNT
- Talus routier et talus de piste
- Bloc ou masse éboulée
- Carrière abandonnée

Eléments concernant l'aléa "glissement"

- Zone de glissement
- Zone potentiellement instable
- Zone humide

Eléments concernant l'aléa "effondrement / affaissement"

- Fond de doline
- Bordure haute de doline
- Effondrement
- Enveloppe de travaux miniers
- Remplissage argileux
- Entrée de galerie anthropique
- Entrée de cavité naturelle

Autres éléments

- Limites de commune
- Zones non traitées
- Cours d'eau
- Source
- Captage
- Faillle régionale (BRGM)
- Faillle supposée (études photo interprétation)
- Faillle supposée (BRGM)
- Lien hydraulique vérifié
- Faillle (POS/études)

NB : Les éléments directement observés sur le terrain sont représentés avec un contour noir et les éléments qui n'ont pas été vérifiés sur le terrain mais provenant de la synthèse bibliographique ou de l'enquête auprès des acteurs locaux sont représentés sans contour.

Liste des éléments décrits dans les fiches du rapport H12 - 260 :

Eléments concernant l'aléa « éboulement / chute de blocs / chute de pierres »

- 1a / 1b / 1c / 1d / 1e / 1f / 1g : Falaises de calcaires aléniens et bajociens surmontant les versants autour de Chanac
- 2a / 2b / 2c / 2d : Falaises de calcaires aléniens et Bajociens au dessus de Malavielle
- 3a / 3b : Falaises de calcaires hettangiens dans le village du Villard et falaises de calcaires bajociens au dessus du Villard
- 4a / 4b : Falaises de calcaires aléniens et bajociens au dessus de Ressouches
- 5a / 5b / 5c / 5d / 5e : Falaises de calcaires aléniens et bajociens au dessus de Varelles et bloc éboulé
- 6 : Falaise de calcaires aléniens au dessus de Deroc
- 7 : Ecoulis au dessus de Marjoulet
- 8 : Affleurements de calcaires de l'oxfordien et du kimmeridgien au dessus de Chazoux
- 9 : Falaises de calcaires hettangiens au dessus du Pont Vieux
- 10 : Falaise de calcaires sinémuriens dans le village de Chanac
- 11 : Ancienne carrière sur le Causse du Villard

Eléments concernant l'aléa « glissement »

- 12 : Zones de glissement et zones potentiellement instables à proximité du Villard
- 13 : Zones de glissement et zones potentiellement instables à proximité de Chanac
- 14 : Zones de glissement et zones potentiellement instables à proximité de Malavielle
- 15 : Zones de glissement et zones potentiellement instables à proximité de Ressouches

Eléments concernant l'aléa « effondrement / affaissement »

- 16a / 16b / 16c : Dolines à proximité du Jas
- 17 : Doline à proximité de Claviers
- 18a / 18b : Effondrements à proximité de la Nojarède
- 19 : Doline à proximité de Laumède
- 20 : Doline à proximité du Sabatier
- 21 : Dolines à proximité du Gazzy
- 22 : Dolines à proximité des Fons
- 23 : Dolines à proximité du Royde
- 24a / 24b : Dolines à proximité du Sec
- 25 : Doline à proximité de Chazoux
- 26 : Cavité naturelle à proximité de Malavielle
- 27 : Aven du Cros Haut
- 28 : Aven de Catuzière, à proximité de Chazoux
- 29 : Cavité de Gouffre-Sec, à proximité du Royde
- 30 : Cavité de Cure, à proximité de Chanac
- 31 : Cavité de la Baume de Pater, à proximité des Arts

Eléments divers

- 32 : Fouilles et recherches minières autour du Villard

Commune de Chanac
Cartographie des aléas mouvements de terrain

ANNEXE 4
Carte des observations
CARTE 2

Direction Départementale des Territoires de la Lozère

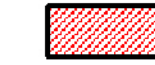
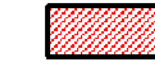
Echelle 1/10 000
Issu d'un agrandissement du SCAN25 de l'IGN

Référence: H15-365
Numéro d'affaire: C15MX0349

LEGENDE

① à ③② Eléments décrits dans une fiche du rapport H13-026

Eléments concernant l'aléa "éboulement / chute de blocs / chute de pierres"

	Falaise		Talus routier et talus de piste
	Affleurements rocheux		Bloc ou masse éboulé(e)
	Eboulement répertorié sous BD Mvt		Carrière abandonnée

Eléments concernant l'aléa "glissement"

	Zone de glissement		Zone humide
	Zone potentiellement instable		

Eléments concernant l'aléa "effondrement / affaissement"

	Fond de doline		Bordure haute de doline		Entrée de galerie anthropique
	Effondrement		Remplissage argileux		Entrée de cavité naturelle
	Enveloppe de travaux miniers				

Autres éléments

	Limites de commune		Captage		Faïlle (POS/études)
	Zones non traitées		Faïlle régionale (BRGM)		Faïlle supposée (études, photo interprétation)
	Cours d'eau		Faïlle supposée (BRGM)		Lien hydraulique vérifié
	Source				

Liste des éléments décrits dans les fiches du rapport H12 - 260 :

Eléments concernant l'aléa « éboulement / chute de blocs / chute de pierres »

- 1a / 1b / 1c / 1d / 1e / 1f / 1g : Falaises de calcaires aléniens et bajociens surmontant les versants autour de Chanac
2a / 2b / 2c / 2d : Falaises de calcaires aléniens et Bajociens au dessus de Malavielle
3a / 3b : Falaises de calcaires hettangiens dans le village du Villard et falaises de calcaires bajociens au dessus du Villard
4a / 4b : Falaises de calcaires aléniens et bajociens au dessus de Ressouches
5a / 5b / 5c / 5d / 5e : Falaises de calcaires aléniens et bajociens au dessus de Varelles et bloc éboulé
6 : Falaise de calcaires aléniens au dessus de Deroc
7 : Ecoulis au dessus de Marjoulet
8 : Affleurements de calcaires de l'oxfordien et du kimmeridgien au dessus de Chazoux
9 : Falaises de calcaires hettangiens au dessus du Pont Vieux
10 : Falaise de calcaires sinémuriens dans le village de Chanac
11 : Ancienne carrière sur le Causse du Villard

Eléments concernant l'aléa « glissement »

- 12 : Zones de glissement et zones potentiellement instables à proximité du Villard
13 : Zones de glissement et zones potentiellement instables à proximité de Chanac
14 : Zones de glissement et zones potentiellement instables à proximité de Malavielle
15 : Zones de glissement et zones potentiellement instables à proximité de Ressouches

Eléments concernant l'aléa « effondrement / affaissement »

- 16a / 16b / 16c : Dolines à proximité du Jas
17 : Doline à proximité de Claviers
18a / 18b : Effondrements à proximité de la Nojardé
19 : Doline à proximité de Laumède
20 : Doline à proximité du Sabatier
21 : Dolines à proximité du Gazy
22 : Dolines à proximité des Fons
23 : Dolines à proximité du Royde
24a / 24b : Dolines à proximité du Sec
25 : Doline à proximité de Chazoux
26 : Cavité naturelle à proximité de Malavielle
27 : Aven du Cros Haut
28 : Aven de Catuzière, à proximité de Chazoux
29 : Cavité de Gouffre-Sec, à proximité du Royde
30 : Cavité de Cure, à proximité de Chanac
31 : Cavité de la Baume de Pater, à proximité des Arts

Eléments divers

- 32 : Fouilles et recherches minières autour du Villard



Ingénierie des Mouvements de Sol
et des **Risques Naturels**



Mairie de Chanac

Place de la Bascule
48230 Chanac
France



Cartographie des aléas de mouvements de terrain à Vareilles, commune de Chanac

Étude géotechnique préalable

Phases Étude de Site et Principes Généraux de Constructions (Missions G1-ES et G1-PGC)



Commune de Chanac (48)

indice	Document	Date	Pages	Réalisation	Contrôle	Référence affaire	Mission
0	définitif	21/10/2016	48	P. CHEVALIER	J. PISSIER	MI-AFF12 16/093	G1

Maitre d'ouvrage

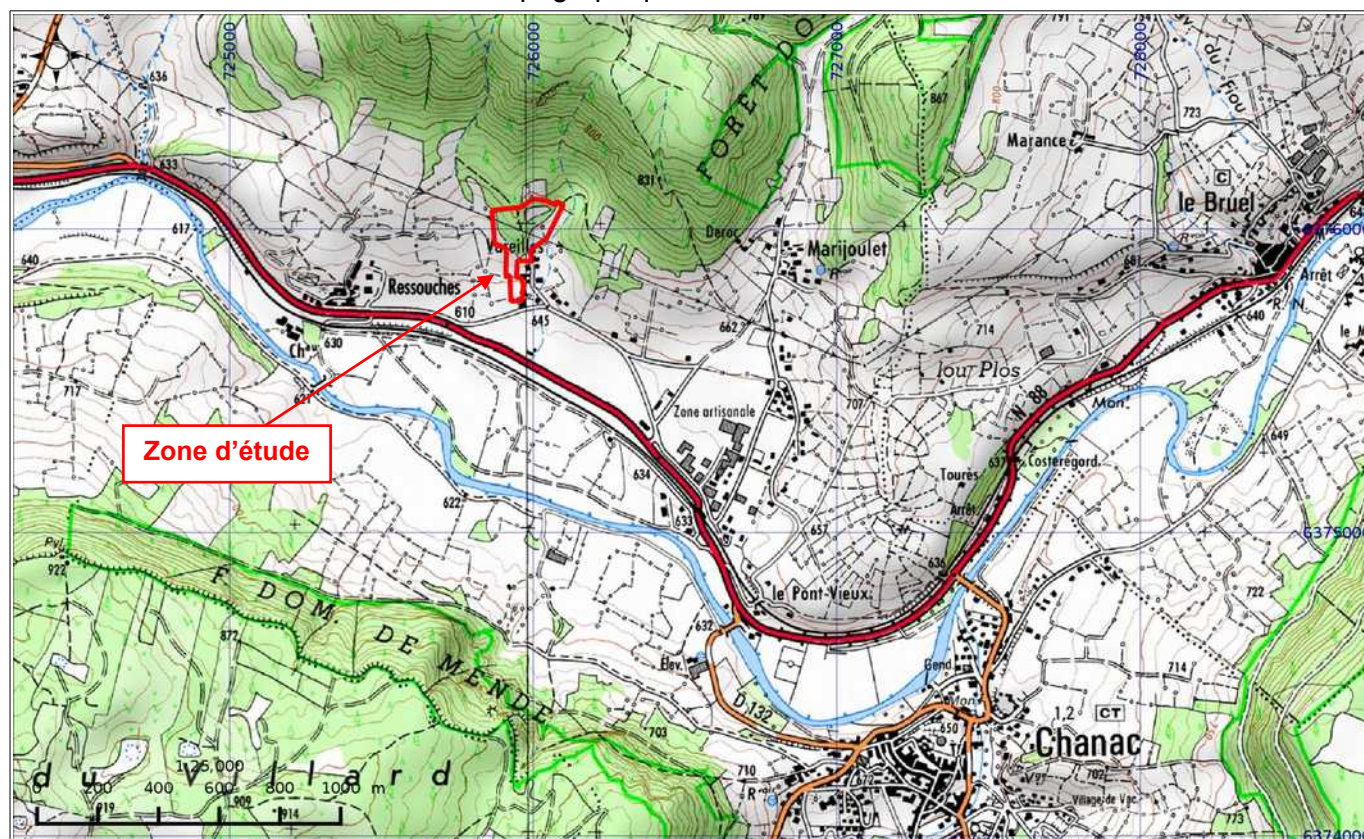
Mairie de Chanac

Agence de Millau – T.G.M. L'ENVOL – 4, rue de la Mégisserie – CS 50 144 – 12 101 MILLAU CEDEX
Tél/fax : 05 65 62 87 78 – E-mail : millau@imsrn.com – Site internet : www.imsrn.com



Plan de situation

Extrait carte topographique IGN - Échelle : 1 / 25 000^{ème}



AVERTISSEMENT

Le présent rapport et ses annexes :

- constituent un tout indissociable pour leur exploitation,
- sont la propriété de la Mairie de Chanac,
- ne peuvent être reproduits ou diffusés que dans ce cadre,
- sont soumis aux limitations présentées ci-dessous.

Préambule à la note :

Toute nouvelle donnée remettra automatiquement en cause la validité des préconisations réalisées. Il conviendra en outre de contrôler la conformité des hypothèses tout au long de la phase de réalisation.

Cette étude a été effectuée dans le cadre d'une mission du type G1 (selon la norme NF P 94 500 : missions géotechniques, de novembre 2013).

Conformément à cette norme, cette étude devra être suivie par l'enchaînement des missions géotechniques de conception, (G2) et des mission de réalisation (G3/G4).



SOMMAIRE

1 INTRODUCTION.....	4
2 MÉTHODOLOGIE GÉNÉRALE.....	5
3 DONNÉES GÉNÉRALES, BIBLIOGRAPHIE.....	7
3.1 DONNÉES DE BASE EN LIBRE ACCÈS.....	7
3.2 CARTOGRAPHIE DU CEREMA : PORTER À CONNAISSANCE.....	9
3.3 AUTRE BIBLIOGRAPHIE ET ENQUÊTE DE TERRAIN.....	11
4 DESCRIPTION GÉNÉRALE DU SITE.....	14
4.1 GÉOLOGIE.....	14
4.2 HYDROLOGIE ET HYDROGÉOLOGIE.....	15
4.3 GÉOMORPHOLOGIE.....	15
5 RÉSULTATS DES RECONNAISSANCES.....	21
5.1 OBSERVATIONS DE SURFACE.....	22
5.2 SONDAGES PÉNÉTROMÉTRIQUES PDY1 À PDY6.....	24
5.3 SONDAGES DESTRUCTIFS.....	27
5.4 SONDAGES À LA PELLE MÉCANIQUE.....	28
6 INTERPRÉTATIONS ET SYNTHÈSE.....	30
6.1 GÉOLOGIE.....	30
6.2 SYNTHÈSE GÉOTECHNIQUE.....	33
6.3 ZONAGE D'ALÉA MOUVEMENT DE TERRAIN.....	33
6.4 PRINCIPES GÉNÉRAUX DE CONSTRUCTION.....	36
6.4.1 Secteur 1.....	36
6.4.2 Secteurs 2, 5 et 6.....	36
6.4.3 Secteur 3.....	37
6.4.4 Secteur 4.....	37
6.4.5 Secteur 7.....	38
6.4.6 Secteur 8.....	38
6.4.7 Angles de talus.....	38
6.4.8 Recommandations concernant les études géotechniques ultérieures...38	
ANNEXE 1 : CLASSIFICATION DES MISSIONS GÉOTECHNIQUES (NORME NF P 94-500).....	40
ANNEXE 2 : GRILLES D'ALÉAS IMSRN.....	43
ANNEXE 3 : LOGS DE SONDAGES DESTRUCTIFS.....	45
ANNEXE 4 : OBSERVATIONS DE TERRAIN.....	48



1 Introduction

La présente étude géotechnique a été réalisée à la demande de la Mairie de Chanac.

Elle concerne l'évaluation des aléas géologiques concernant les glissements de terrain sur une zone de la commune située au nord du village de Vareilles.

Notre étude s'appuie sur la cartographie réalisée par le Cerema dans le bassin de MENDE (déc. 2010 mise à jour en 2015) :

- la zone est soumise à l'aléa mouvement de terrain,
- elle n'est pas concernée par les zonages d'aléa éboulement rocheux.

Elle s'inscrit dans le cadre d'une mission G1¹, combinant les phases d'étude de site (G1 ES) et de principes généraux de construction (G1 PGC).

- La phase de mission **G1 ES** permet d'identifier les aléas géologiques et de les cartographier à partir :
 - du contexte général des sites,
 - de la bibliographie disponible,
 - des observations de terrain.
- La phase de mission **G1 PGC** permet, en se basant sur les résultats d'une campagne de sondages de reconnaissances, de définir les zones les plus favorables à être urbanisées ou aménagées, et de définir les grands principes à appliquer pour entreprendre des constructions ou aménagements.

Documents utilisés:

- carte géologique du BRGM, feuille n° 862 MENDE au 1 / 50 000^{ème},
- carte topographique IGN au 1 / 25 000^{ème},
- MNT RGE ALTI, pas de 1 m (levé LIDAR), projection Lambert 93 (IGN, 2013).
- Cartographie des aléas mouvements de terrains dans les bassins de Mende et Valdonnez, Cerema, déc. 2010 et mise à jour en mars 2015 (réf. : H10-368 et H15-070)
- documents bibliographiques fournis par le Cerema, la DDT, la Ville de Mende et la Mairie de Chanac (cf. tableau *annexe 2*).

Remarque : pour toutes les cartes de ce rapport, le système de projection employé est le RGF93 / Lambert-93 (code EPSG: 2154).

¹ Selon la norme NF P 94-500, dont un extrait est présenté en annexe 1, cette étude s'inscrit dans le cadre d'une mission « étude géotechnique préalable G1 ».



2 Méthodologie générale

Le présent rapport concerne l'étude des aléas géologiques sur une zone de la commune de Chanac en vue de réaliser des aménagements du type constructions individuelles ou collectives et infrastructures.

Cette zone est partiellement soumise à l'aléa glissement de terrain.

La norme NF P94-500 (nov. 2013) précise le contenu et les limites des missions d'ingénierie géotechnique. Selon cette norme, la prestation correspondant au marché est la suivante :

Missions G1 études géotechniques préalables :

- phase **É**tude de **S**ite,
- phase **P**rincipes **G**énéraux de **C**onstruction.

Le présent rapport correspond à ces deux phases, G1-ES et G1-PGC.

Cette mission permet d'identifier les risques géotechniques majeurs à partir du contexte géologique général, de l'historique du site (bibliographie des données existantes) et en prenant en compte la présence d'avoisinants.

1) Recherche et analyse bibliographique

Récolte et analyse des données bibliographiques existantes :

- cartographie de l'aléa mouvement de terrain, CETE Méditerranée, 2011 et mises à jour en 2015 ;
- archives (communales/départementales) ;
- témoignages (riverains, employés de Marie,...) ;
- données BRGM : carte géologique, carte aléa retrait/gonflement de la Lozère, BSS, BD MVT ;
- autre ; études géotechniques (Mairie, particuliers,...) ;
- SIG : contours aléas mouvements de terrain, données LIDAR (MNT au pas de 1 m) ;
- données de base IMSRN (études menées dans le secteur).

Analyse et traitement du MNT LIDAR pour générer des cartes de pentes, des cartes de convexités, des cartes d'ombrages, etc.

2) Visites de terrain

Les observations faites sur le terrain permettent de déterminer :

- la problématique : type d'aléa en jeu (glissement de terrains, chute de pierres/blocs, effondrement de cavité) et leur emprise (définition de la ZIG, zone d'influence géotechnique) ;
- la géologie du site ;
- les indices de glissement en surface :
 - o niches d'arrachement, zones de fluage du sol, moutonnement, etc. ;
 - o indices de végétation : espèces indicatrices de substrat humide, arbres inclinés ;
- les indices d'instabilité rocheuse :
 - o discontinuités, plans de fractures, failles (mesures structurales) ;
 - o remplissage des fissures (argile, ponts rocheux,...) ;



- volumes des masses instables, les zones de départs préférentielles, secondaires ;
- la nature et l'intensité des désordres sur l'existant (routes, habitations, ouvrages de soutènement, ...) le cas échéant.

3) Reconnaissances du sous-sol par une campagne de sondages

Une campagne de reconnaissances a été menée, de manière à compléter les observations faites en surface. Les sondages réalisés sont:

- des sondages pénétrométriques ;
- des sondages à la pelle mécanique ;
- des sondages destructifs équipés en piézomètres.

4) Structuration du rapport

L'étude aborde les points suivants :

- L'analyse, l'exploitation des données bibliographiques recueillis (historique du site).
- Le cadre géologique, hydrogéologique et morphologique, dans lequel se situe la zone.
- L'analyse des données LIDAR : carte des pentes, des convexités, autres traitements mettant en relief la géomorphologie.
- Les observations de terrain.
- Les reconnaissances du sous-sol.
- Une interprétation et synthèse géologique s'appuyant sur les données recueillies sur le terrain.
- Une synthèse géotechnique et un zonage du type et niveau d'aléa sur la base des reconnaissances effectuées et de la bibliographie.
- L'identification des zones d'implantation préférentielles des aménagements et les zones à éviter.
- Les recommandations générales concernant les constructions, en fonction des contextes géotechniques.
- Pré-analyse de la faisabilité des aménagements.

Les niveaux d'aléa proposés sont conformes aux critères définis en *annexe 4*.



3 Données générales, bibliographie

3.1 Données de base en libre accès

Sources :

- site *prim.net* ; base Gaspar
- site *www.georisques.gouv.fr*

- *Plan de Prévention des Risques de mouvement de terrain (PPR MVT)*

À ce jour, la commune ne dispose pas de Plan de Prévention des Risques de mouvement de terrain (PPR MVT). Toutefois elle dispose d'un Porter À Connaissance (PAC) élaboré par le CEREMA en déc. 2010 et mis à jour en mars 2015 : cf. § 3.2.

- *Plan de prévention des risques inondation (PPRI)*

D'après le PPRI de la commune de Chanac, la zone d'étude se situe en risque d'inondation nul.

- *Retrait-gonflement des argiles*

Les variations de la quantité d'eau dans certains terrains argileux produisent des gonflements (période humide) et des retraits (période sèche), qui peuvent avoir des conséquences sur le bâti.

D'après la cartographie de l'aléa retrait-gonflement des sols argileux dans le département de la Lozère (rapport BRGM de janvier 2010), la zone d'étude se situe en **zone d'aléa faible**.

- *Risque de remontée de nappe dans les sédiments*

Lorsque le sol est saturé d'eau, il arrive que les nappes des formations sédimentaires affleurent et qu'une inondation spontanée se produise.

La zone d'étude se trouve en **zone de sensibilité très faible**.

- *Risque cavités souterraines :*

L'évolution des cavités et des conduits karstiques souterrains naturels (issus de la dissolution du calcaire) ou artificielles (carrières et ouvrages souterrains) peut entraîner une dépression, voire un effondrement en surface: fontis ou débouillage

Les phénomènes associés aux cavités / conduits sont décrits et illustrés dans la page suivante: <http://www.georisques.gouv.fr/les-phenomenes-associes>

1. Fontis : effondrement brutal mais localisé se manifestant sous la forme d'un entonnoir ou d'un cratère. Il est le plus souvent provoqué par la rupture du toit d'une cavité, la cloche de vide remontant plus ou moins lentement vers la surface jusqu'au développement brutal d'un cratère en surface. Les fontis présentent souvent une géométrie pseudo-circulaire dont le diamètre et la profondeur du cône peuvent aller jusqu'à plusieurs mètres. Débouillage : entraînement gravitaire, le plus souvent provoqué par des circulations d'eau massive, du matériau de comblement d'une cavité (poche d'argile dans une cheminée ou une fissure karstique). Ce type de phénomène peut conduire à l'apparition parfois brutale, mais aussi



parfois lente et progressive, d'un vide en surface, généralement d'assez petite dimension (quelques m²). C'est le phénomène à risque qui touche le plus les réseaux naturels développés dans les massifs calcaires. En effet, lors de précipitations importantes, des circulations d'eau en profondeur peuvent entraîner le matériau meuble qui initialement comblait les fissures les plus larges ou les cheminées, ce matériau débouarrant ensuite jusqu'en surface laissant un vide béant dans la roche.

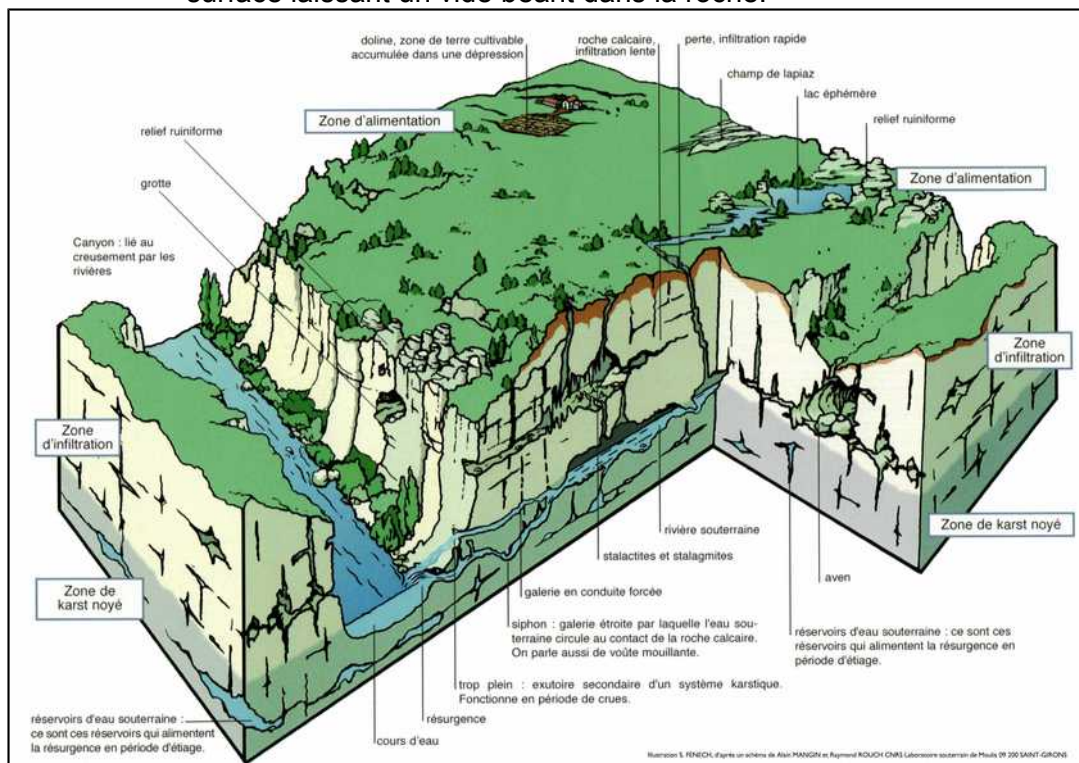


Schéma de principe des phénomènes associés aux cavités dans un contexte karstique
(Source S.Fenech, d'après un schéma de A. Mangin et R. Rouch - CNRS))

Selon la base de données géorisque, les cavités souterraines répertoriées se situent à plus d'un kilomètre du site :

- un orifice supposé est répertorié à 1,6 km au nord, sur le plateau dominant le site, dans une doline, au Buos de la Cham : identifiant LROAA0002709 ;
- une autre cavité est répertoriée à Chabanes, à 1,45 km à l'ouest-nord-ouest : identifiant LROAA0002534.

Identifiant de la cavité :	LROAA0002709	LROAA0002534
Type de cavité :	naturelle	naturelle
Nom de la cavité :	LOZERE (48)	CHABANES
Département :		LOZERE (48)
Nom de la commune (à la saisie) :	CHANAC (48039)	CHANAC (48039)
Coordonnées X,Y en Lambert 93 métrique :	725992, 6377557	724771, 6376714
Coordonnées X,Y ouvrage :	678819, 1944453	677604, 1943598
Lambert X,Y ouvrage :	Lambert 2 étendu	Lambert 2 étendu
Précision coordonnées :	25m	200m
Repérage géographique :	orifice supposé	orifice supposé
Positionnement :	précis	approché
Altitude ouvrage :	0	50
Date de validité :	20/10/2005	01/01/1972
Auteur de la description :	SGR LRO	PALOC H.

Le contexte géologique général du site (éboulis et brèches de pente à éléments calcaires, sur marnes) rend possible la présence de cavités et de conduits dans le substratum.



- *Risque sismique*

Un séisme (ou tremblement de terre) correspond aux conséquences d'un mouvement de glissement tectonique brusque (rupture) au long d'un plan de faille, le plan étant généralement préexistant.

Le territoire de la commune de Chanac se situe dans une zone de sismicité faible (classe 2), selon le décret n° 2010-1255 du 22/10/2010.

3.2 Cartographie du CEREMA : porter à connaissance

La cartographie de l'aléa mouvements de terrains du Cerema sur le bassin de Mende a permis de hiérarchiser des zones de niveau d'aléa en fonction du type de phénomène. A priori, les deux phénomènes qui nous intéressent dans la présente étude sont les glissements de terrain.

Phénomène	Critère de qualification de l'aléa	Niveaux d'aléa
Glissement de terrains	- Sensibilité de la lithologie - Pente - Présence de circulations d'eau - Indices de mouvements avérés	Aléa faible = - lithologie sensible + pente moyenne
		Aléa modéré = - lithologie sensible + pente élevée ou - lithologie sensible + pente moyenne + présence d'eau
		Aléa élevé = - Indices d'instabilité ou - lithologie sensible + pentes élevées + présence d'eau

D'après la cartographie du Cerema, la zone n'est pas concernée par l'aléa effondrement :

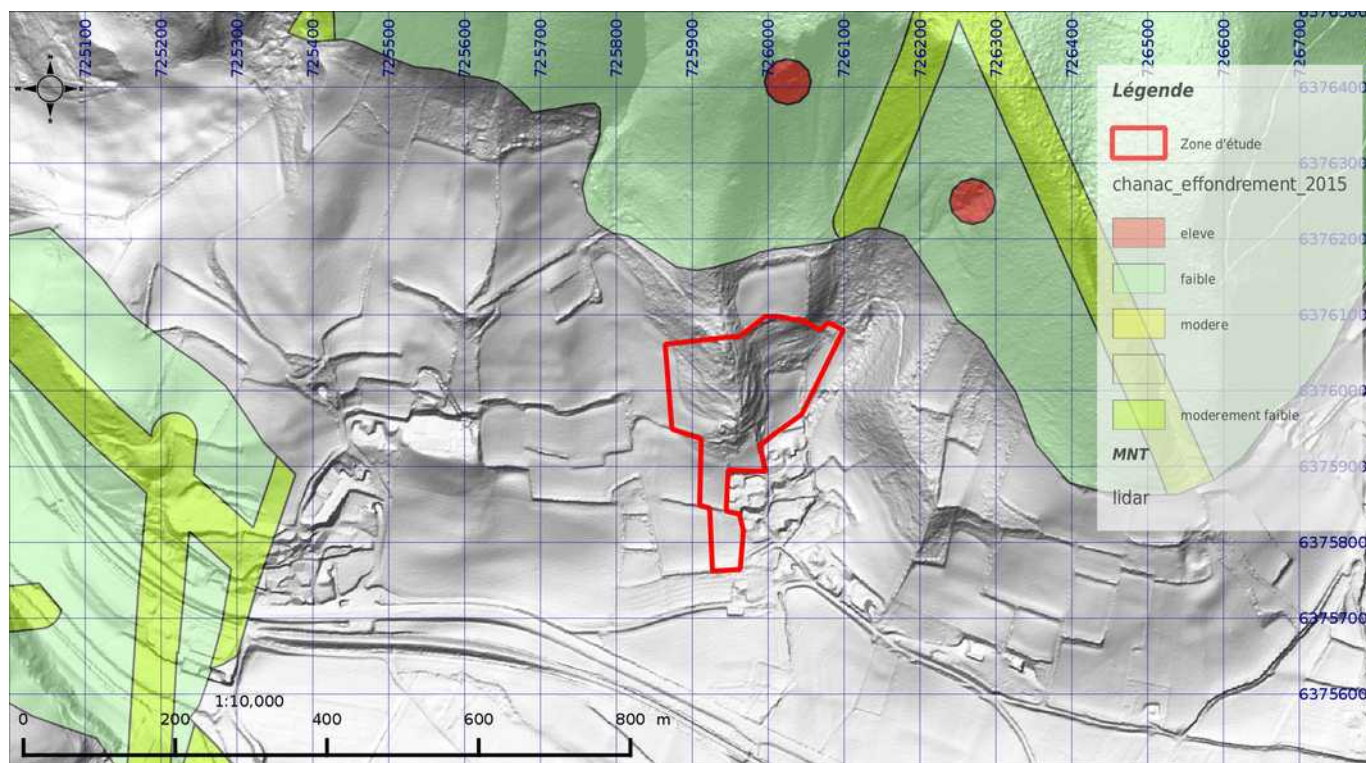


Fig. 1: cartographie d'aléa effondrement - Cerema



Selon la même source, la zone d'étude n'est pas soumise à l'aléa chute de blocs :

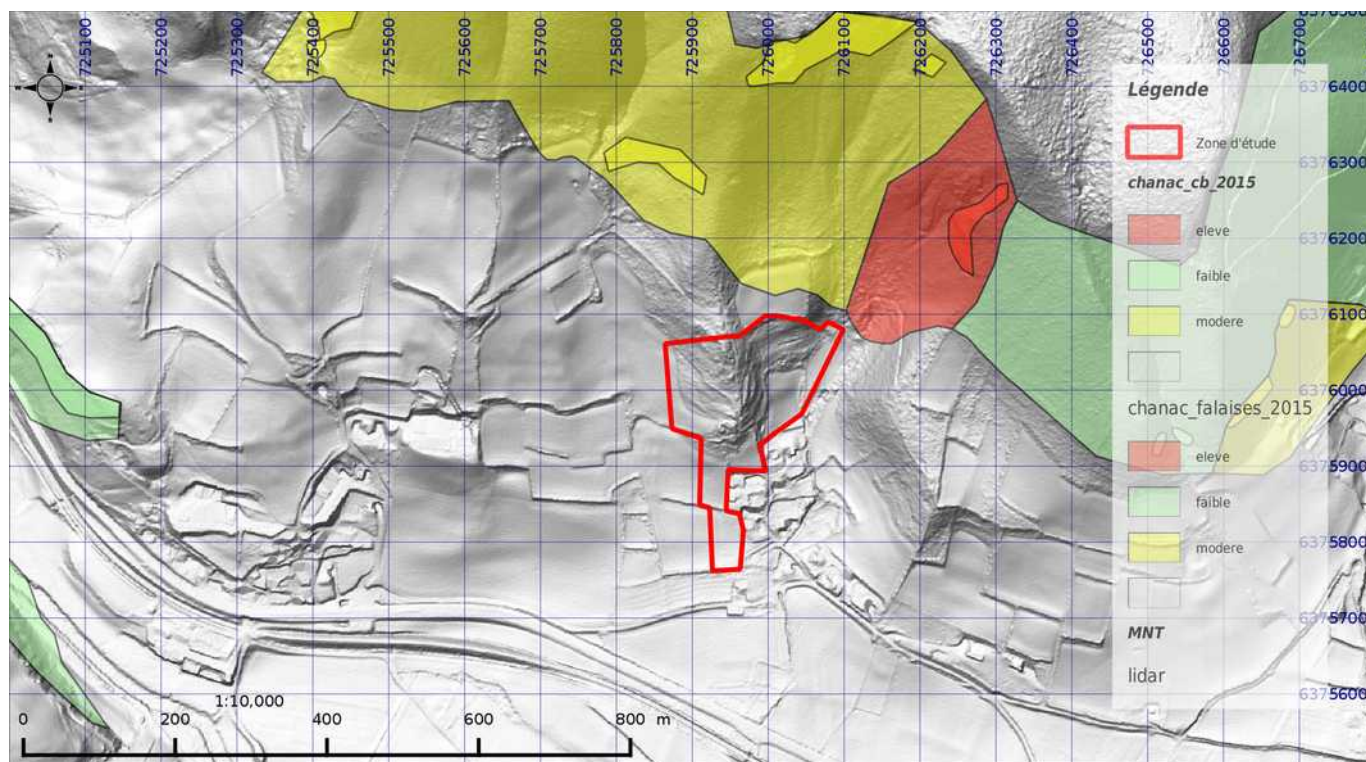


Fig. 2: cartographie d'aléa chute de blocs - Cerema

En revanche, la zone est soumise à l'aléa concernant les glissements de terrain :

- niveau modéré en partie nord,
- niveau faible en partie centrale,
- sans objet en partie sud.

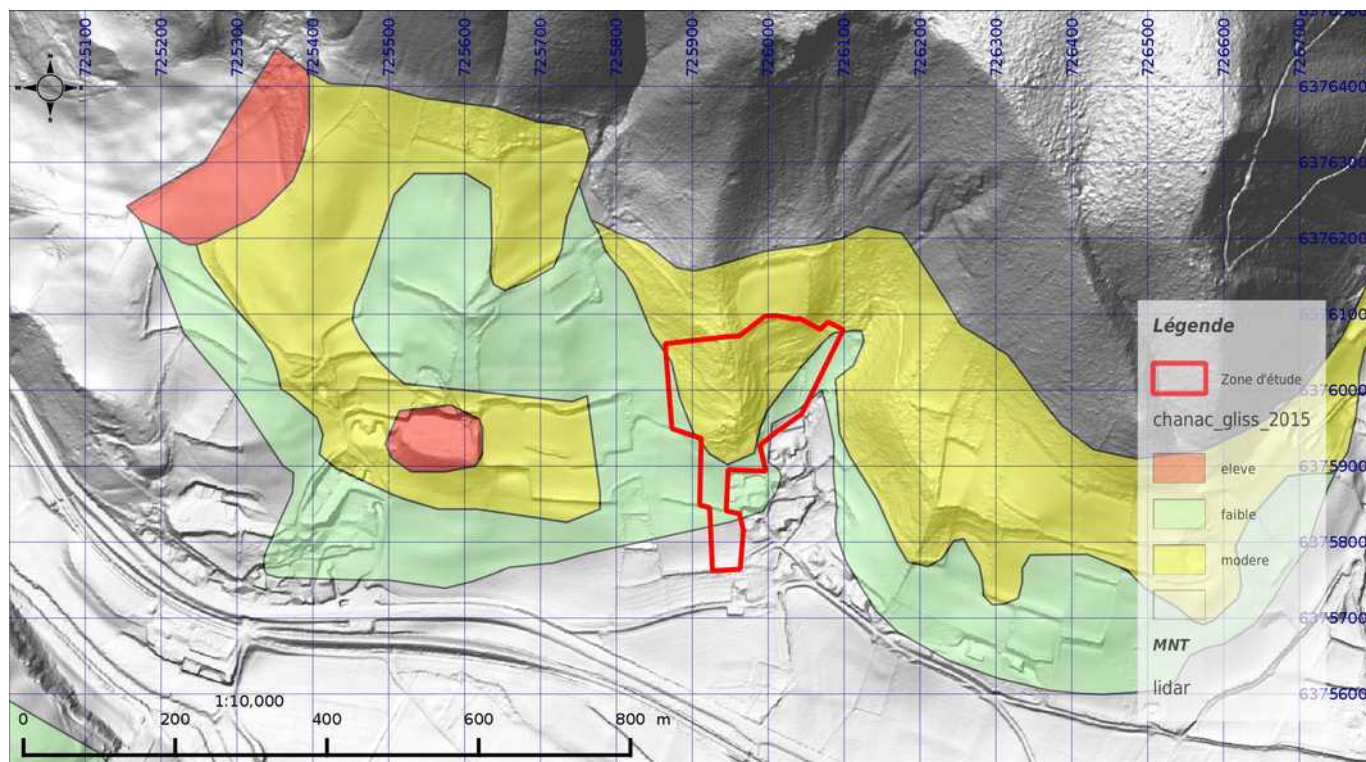


Fig. 3: cartographie d'aléa mouvement de terrain - Cerema



3.3 Autre bibliographie et enquête de terrain

À 300 m à l'ouest du terrain étudié, juste au-dessus du hameau de Ressouches, un glissement de terrain s'est produit il y a environ 7 ans, à la suite de travaux de terrassements, après une saison pluvieuse.

Selon un témoignage recueilli sur place, lors du creusement de l'excavation dans les éboulis, il y a eu vidage d'une accumulation d'eaux souterraines à la base des formations superficielles (éboulis), sur les marnes. S'en est suivi un glissement plus en amont, affectant la parcelle agricole voisine. Des travaux de remédiation ont ensuite été mis en œuvre.

La cicatrice du mouvement de terrain est très nettement visible sur le modèle numérique de terrain (MNT): on distingue nettement la masse glissée, d'une cinquantaine de mètres de long environ, pour un front du même ordre de grandeur. Les déformations cisailantes transtensives affectant le flanc est du glissement sont très bien reconnaissables sur le MNT.

Selon la carte géologique au 1/50 000, qui ne mentionne pas là la présence des formations superficielles, le glissement se situe sur le contact des marnes du Toarcien sur les marnes du Domérien. Il est possible que ce contact ait joué un rôle dans le glissement de terrain, bien que ceci soit très difficile à appréhender avec les données que nous avons à disposition.

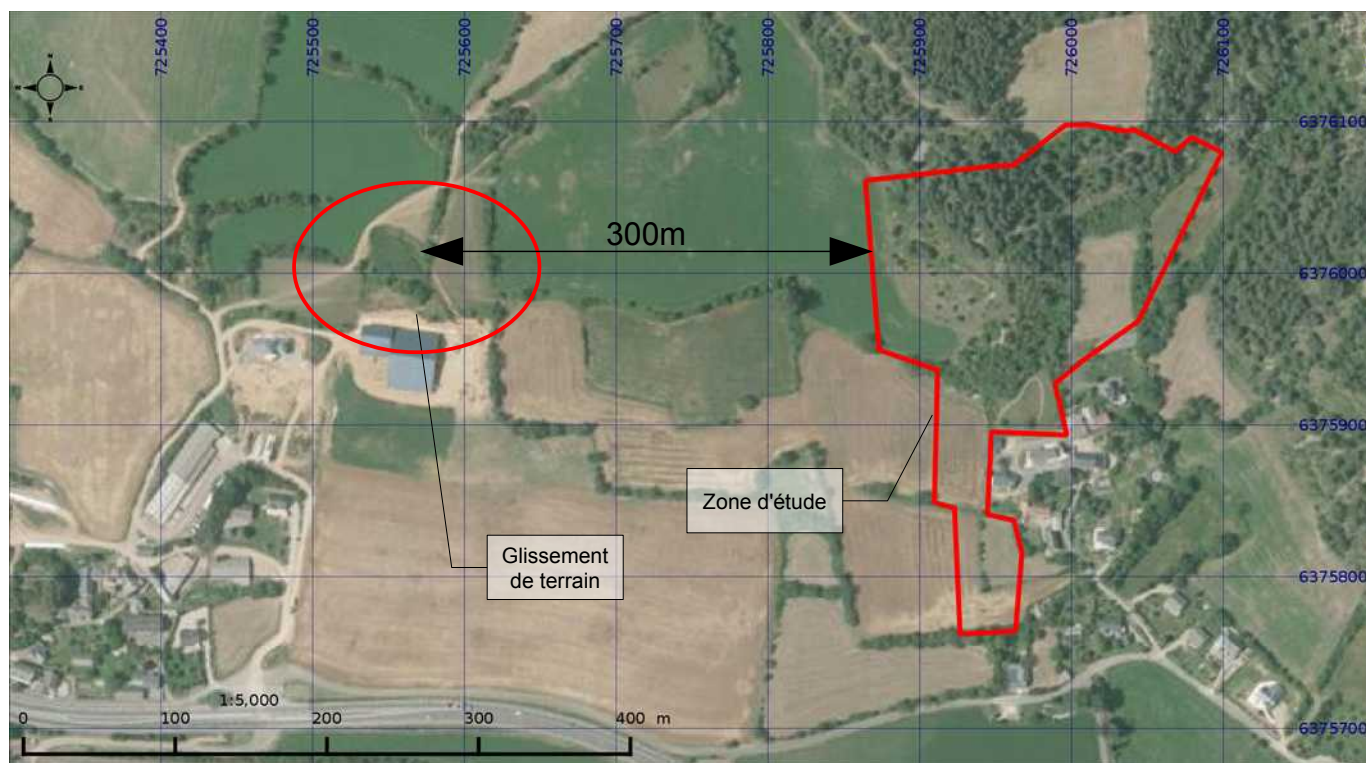




Fig. 5: glissement de terrain voisin: photographies aériennes

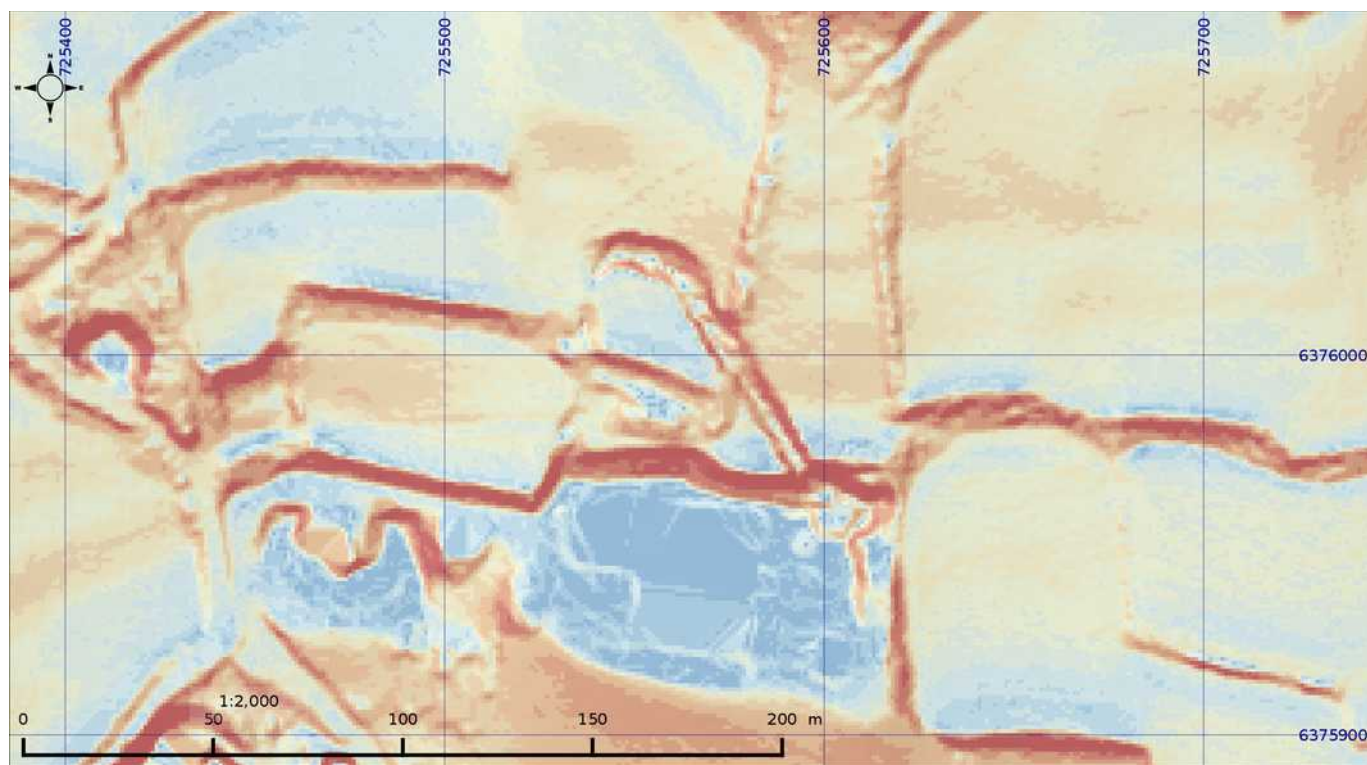


Fig. 6: glissement de terrain voisin: modèle numérique de terrain: ombrage et pentes

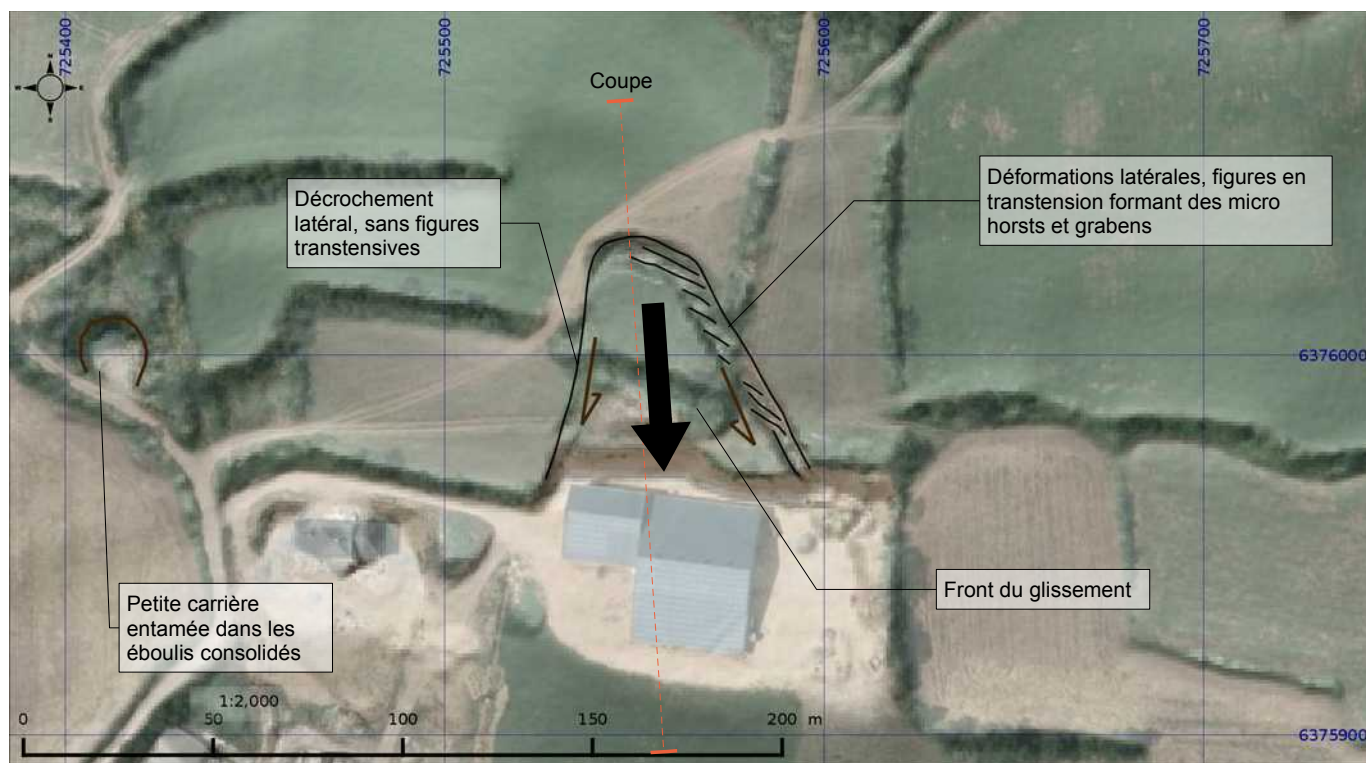


Fig. 7: glissement de terrain voisin: photographie aérienne, ombrage du MNT, tracé des déformations

Ce cas souligne bien, malgré la monotonie de la géomorphologie de l'endroit et sa pente relativement faible, la sensibilité des terrains à l'aléa glissement de terrain, dès lors que des travaux d'aménagements viennent à interférer avec les formations géologiques, en particulier quand ils affectent les écoulements d'eaux souterraines à des interfaces géologiques avec des contrastes de perméabilité.

On note que le contexte géologique est similaire à celui de la zone d'étude, avec des éboulis reposant sur des marnes.

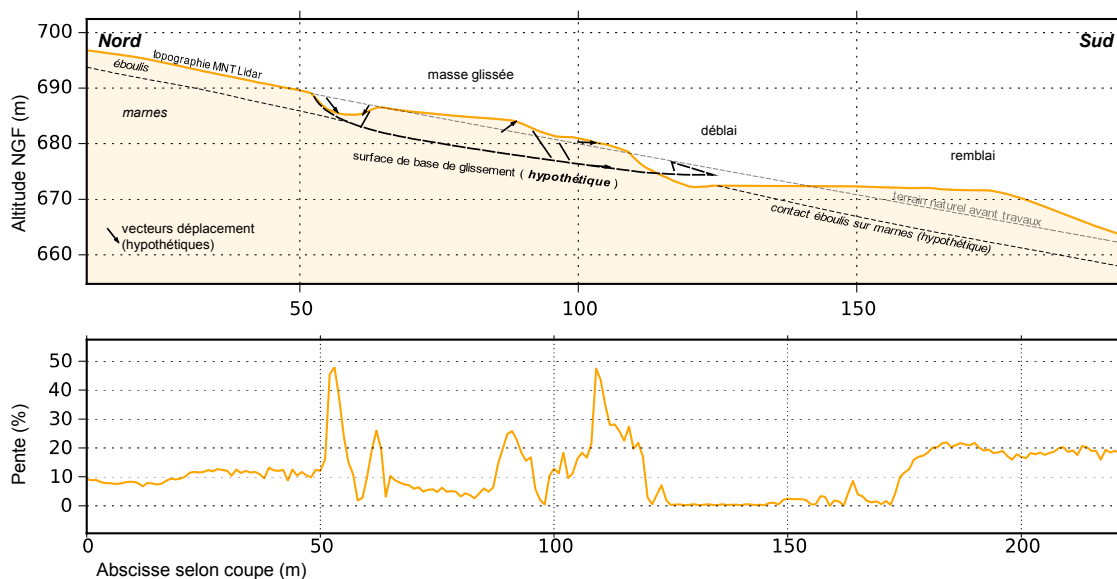


Fig. 8 : coupe interprétative du glissement de terrain voisin, d'après le MNT



4.2 Hydrologie et hydrogéologie

Nos visites sur le terrain se sont déroulées le 13 septembre 2016 et le 3 octobre 2016, lors de journées ensoleillées, dans un contexte météorologique hebdomadaire ensoleillé, et dans un contexte général de sécheresse.

Une résurgence est signalée à quelques hectomètres au nord-ouest de la zone d'étude, elle n'a pas été observée. Une autre résurgence est signalée dans le vallon, en amont du village de Vareilles. Lors des reconnaissances de terrain, aucune résurgence n'a été observée, tous les thalwegs étaient secs.

Les deux forages destructifs SD1 et SD2 ont été équipés en piézomètres (PZ1 et PZ2). Les premiers levés piézométriques ont été effectués les 10 et 20 octobre 2016: les deux ouvrages étaient secs.

Toutefois, ces observations ne signifient pas l'absence d'eaux souterraines dans la zone : le toit des marnes peut être irrégulier et induire des nappes locales ; également, un réseau karstique peut se trouver dans les masses calcaires.

4.3 Géomorphologie

La zone d'étude se trouve sur un versant globalement orienté vers le sud. Elle est axée sur un relief subméridien séparant une pente douce à l'ouest, et un vallon à l'est. Ce relief forme une sorte de dos asymétrique, avec son flanc ouest au relief moins raide que son flanc est.

Les parties les plus abruptes, caillouteuses, ne font pas l'objet d'exploitation agricole et sont soit boisées soit broussailleuses. Certaines de ces zones témoignent d'anciennes activités humaines: on y retrouve parfois d'anciens murets et quelques vestiges de terrasses.

Les parties aux morphologies plus douces sont exploitées, des cultures de luzerne étaient présentes lors de nos visites sur le terrain. Enfin, la partie basse du vallon bordant la zone d'étude à l'est est occupée par le village de Vareilles.



Fig. 10 : vue générale de la zone depuis le sud-est

L'altitude de la zone varie entre 645 m NGF et 705 m NGF.

Les divers traitements du modèle numérique de terrain permettent d'appréhender de diverses manières la géomorphologie de la zone.

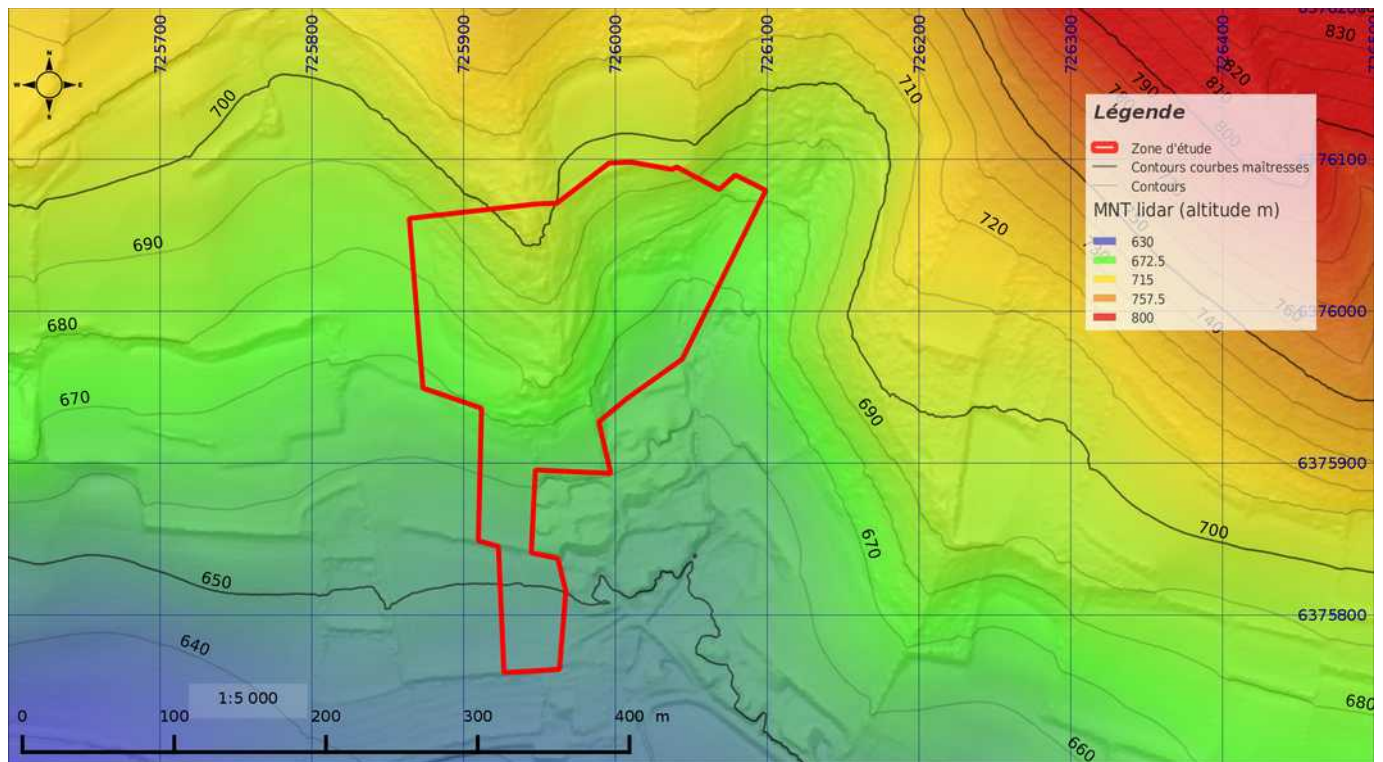


Fig. 11: modèle numérique de terrain : couleur selon altitude, ombrage, courbes de niveaux

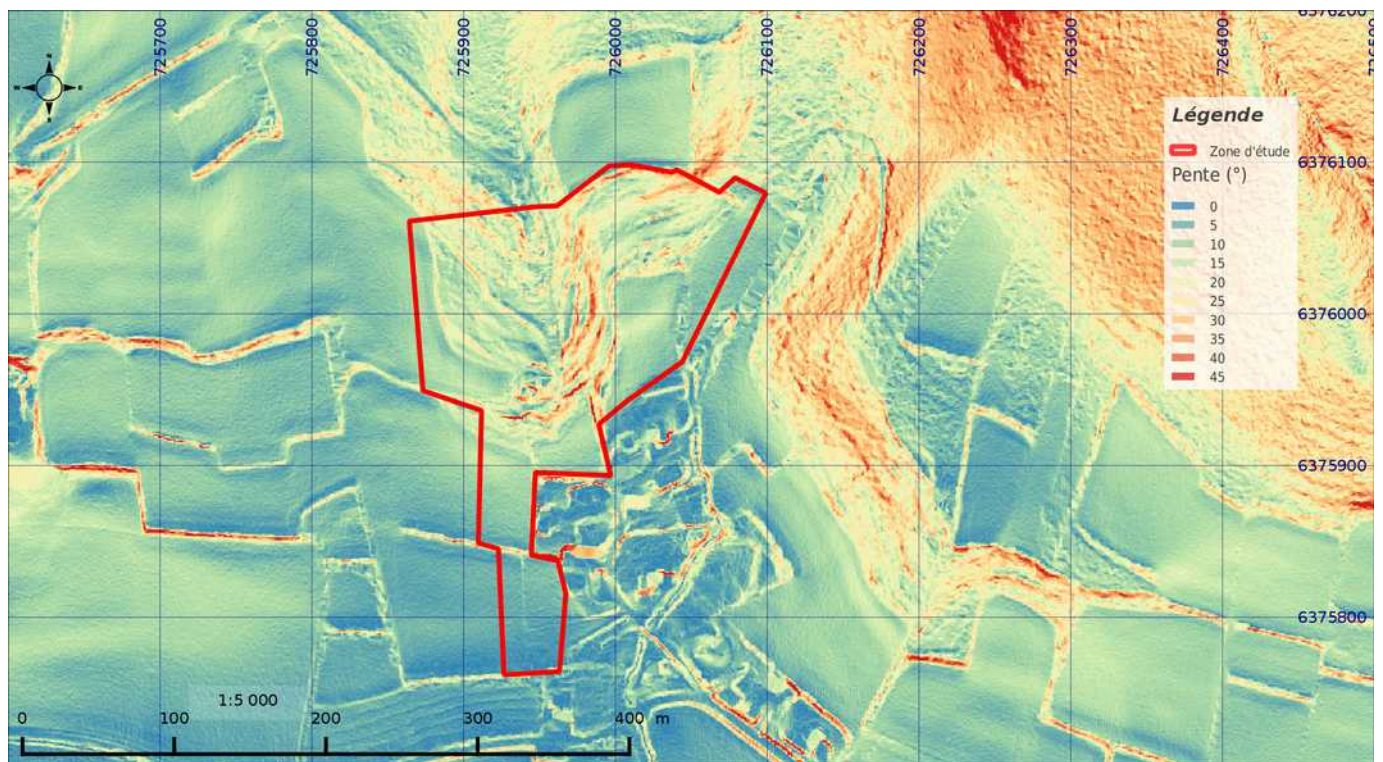


Fig. 12: traitement du MNT: carte des pentes, en degrés

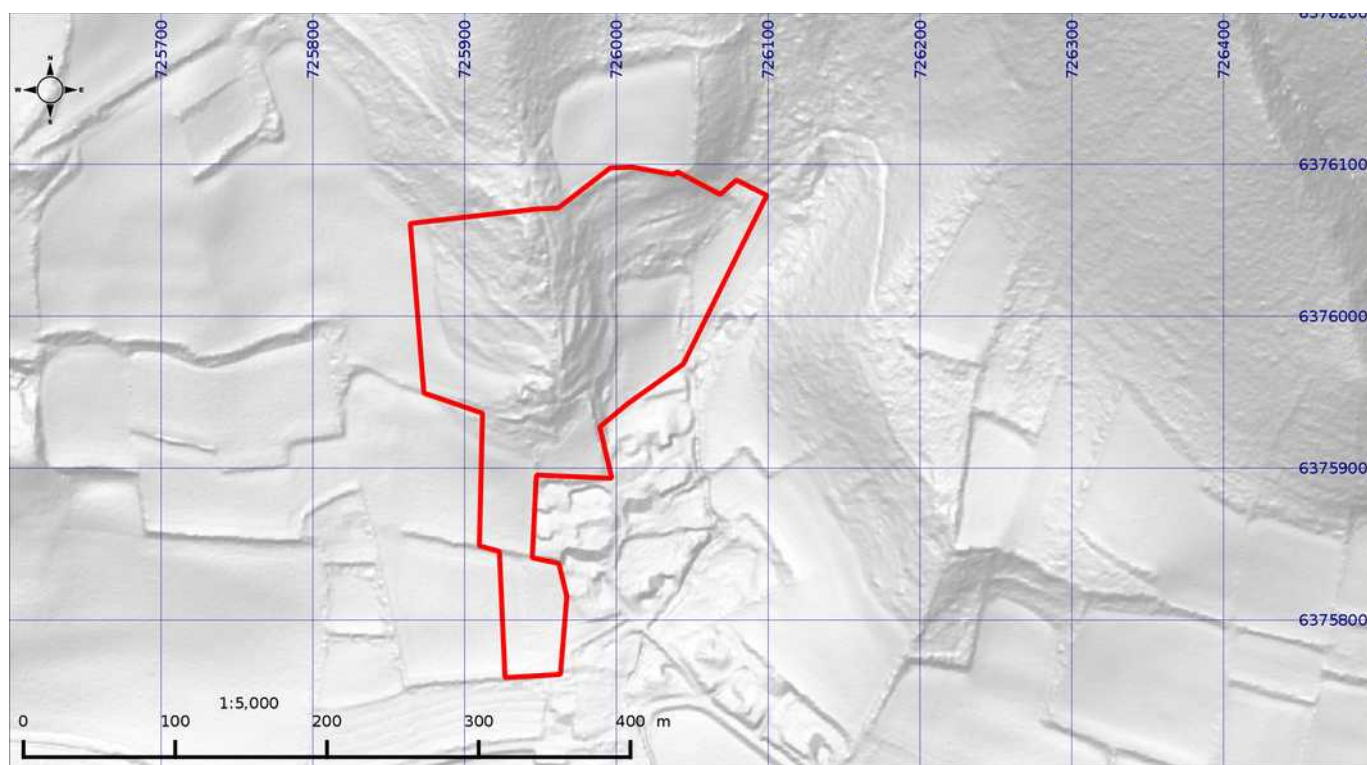


Fig. 13: traitement du MNT: ombrage

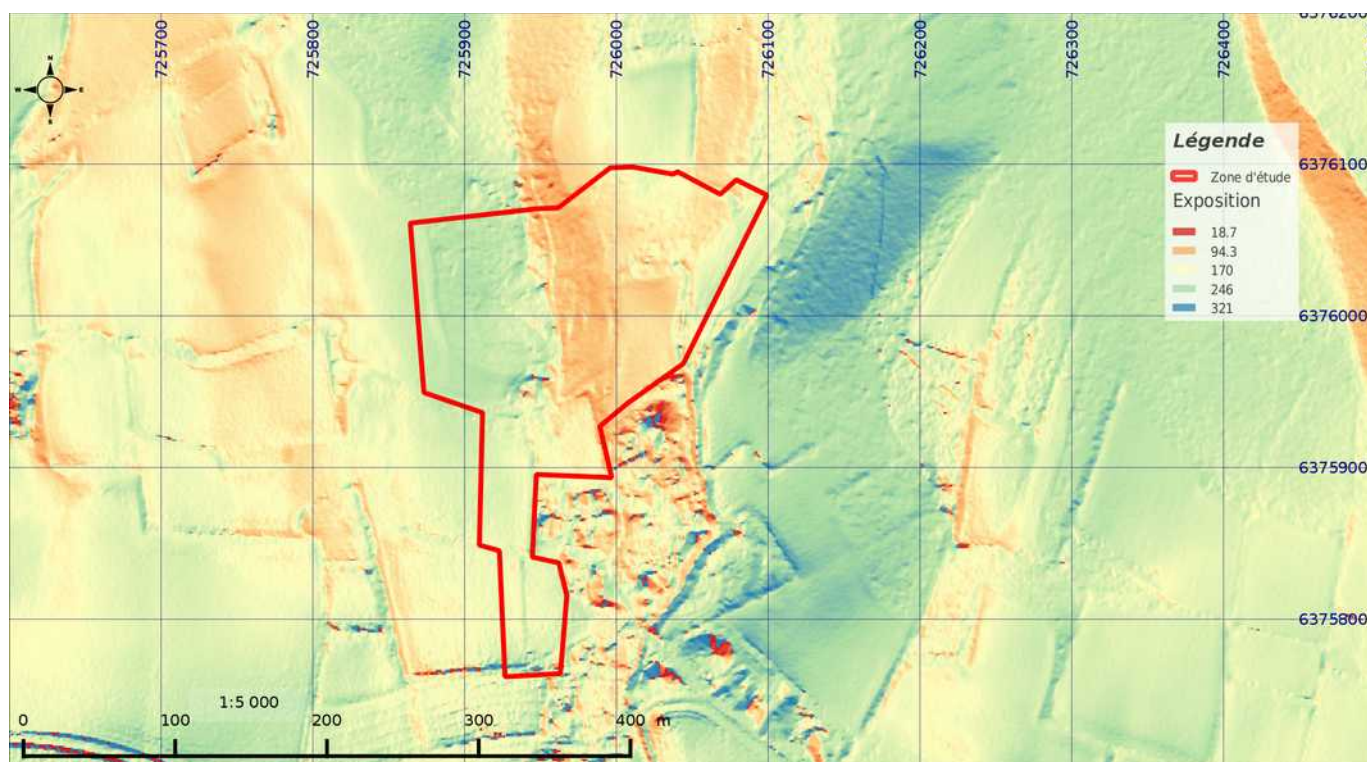


Fig. 14: traitement du MNT: exposition

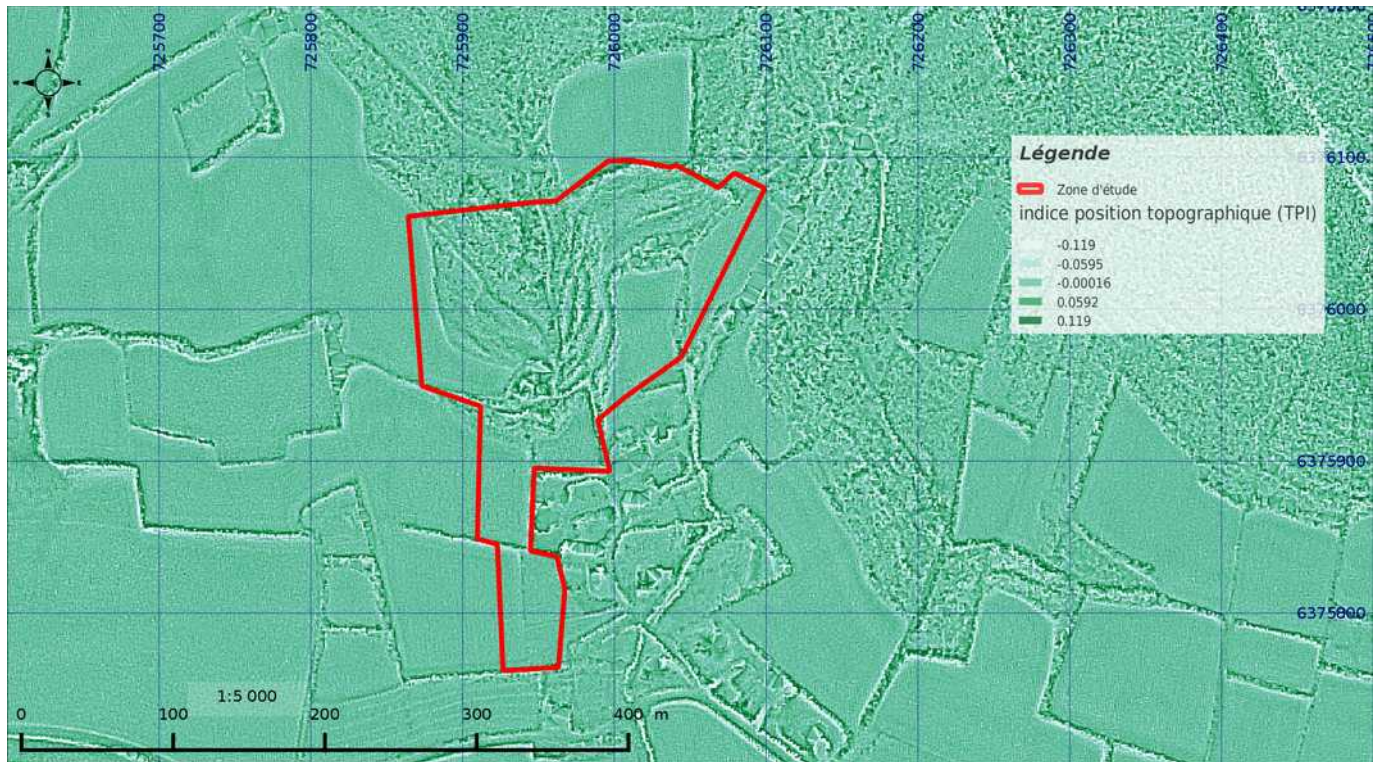


Fig. 15: traitement du MNT: indice topographique

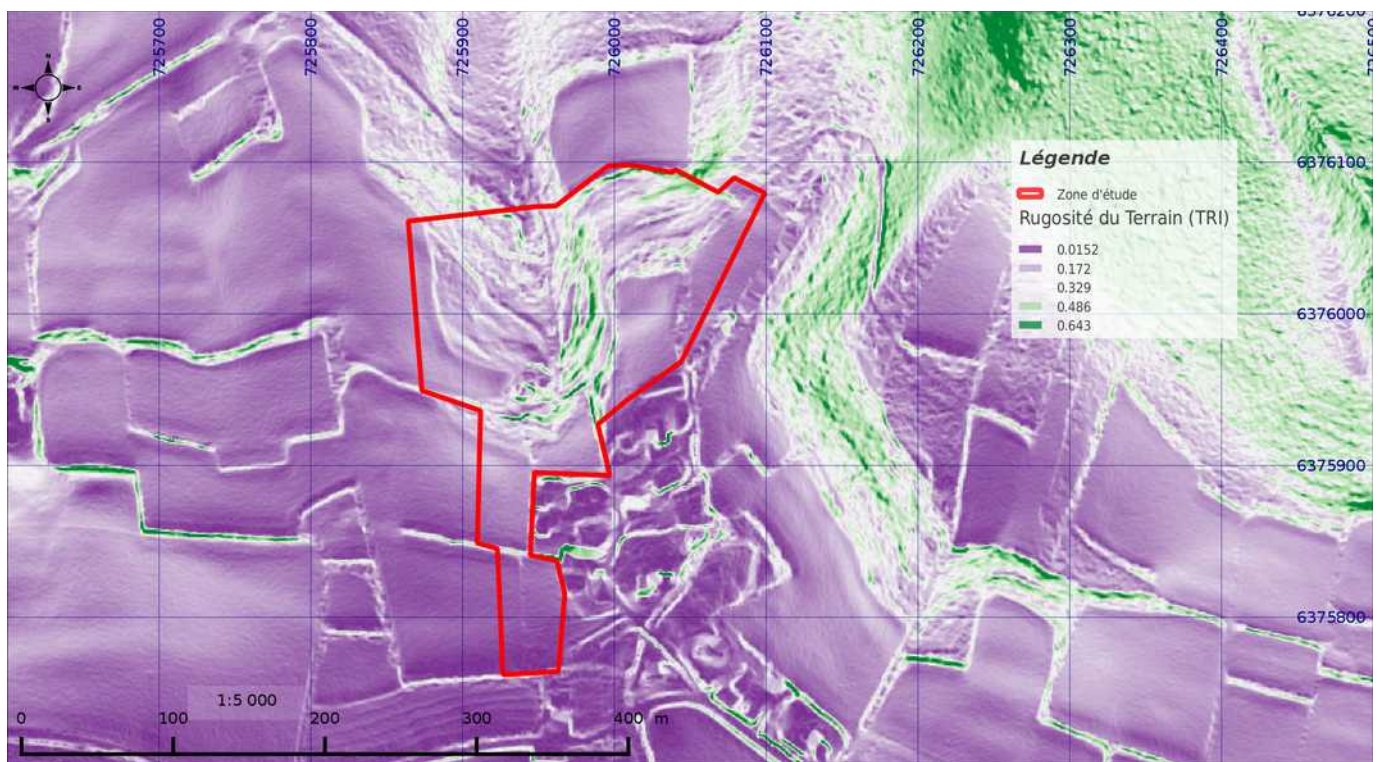


Fig. 16: traitement du MNT: indice de rugosité (TRI)

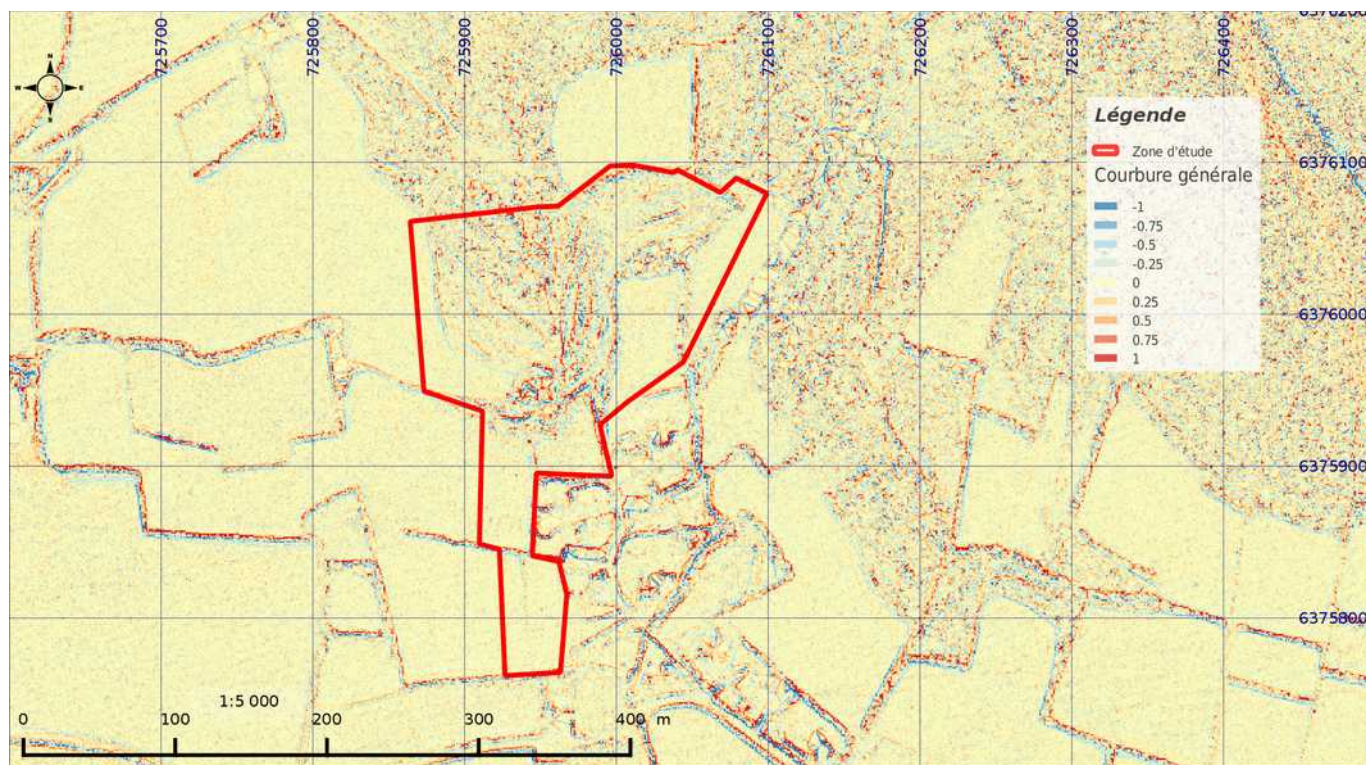


Fig. 17: traitement du MNT: courbures générales

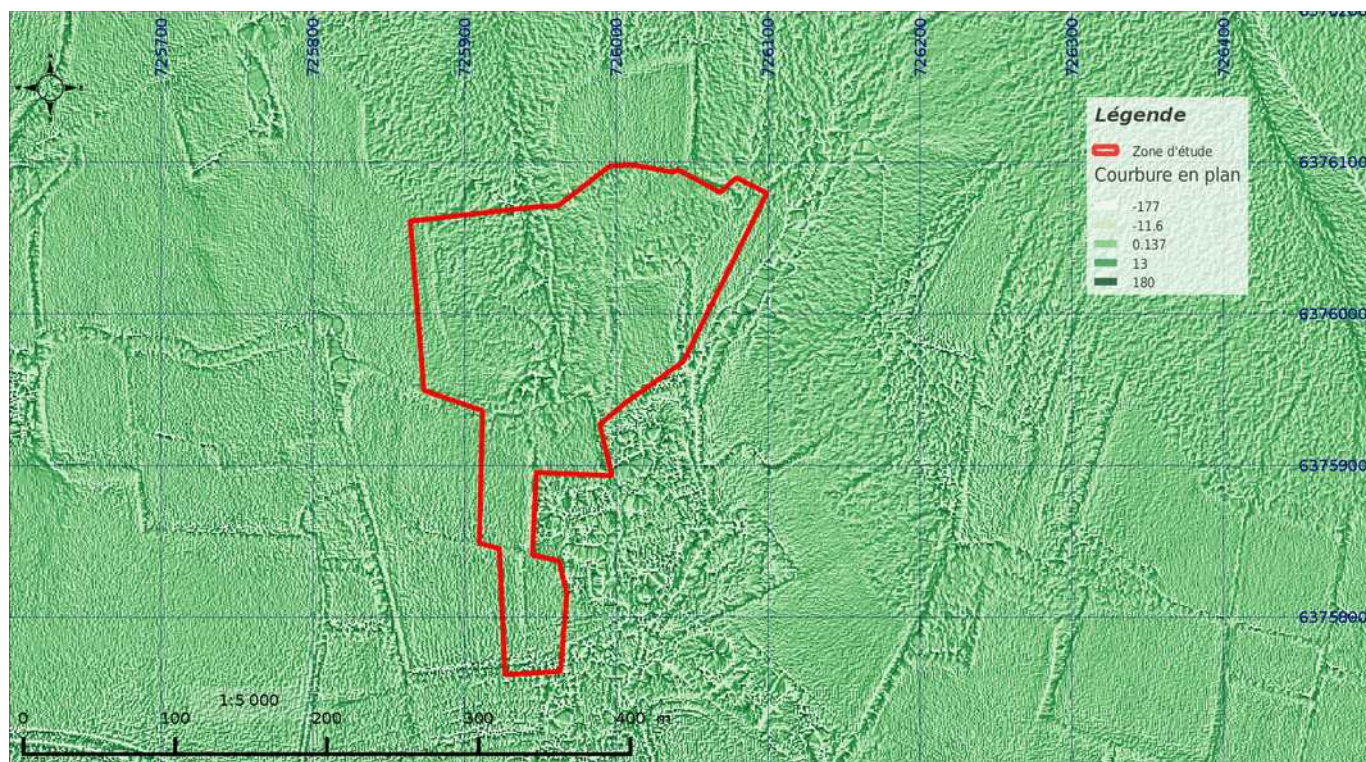


Fig. 18: traitement du MNT: courbures en plan

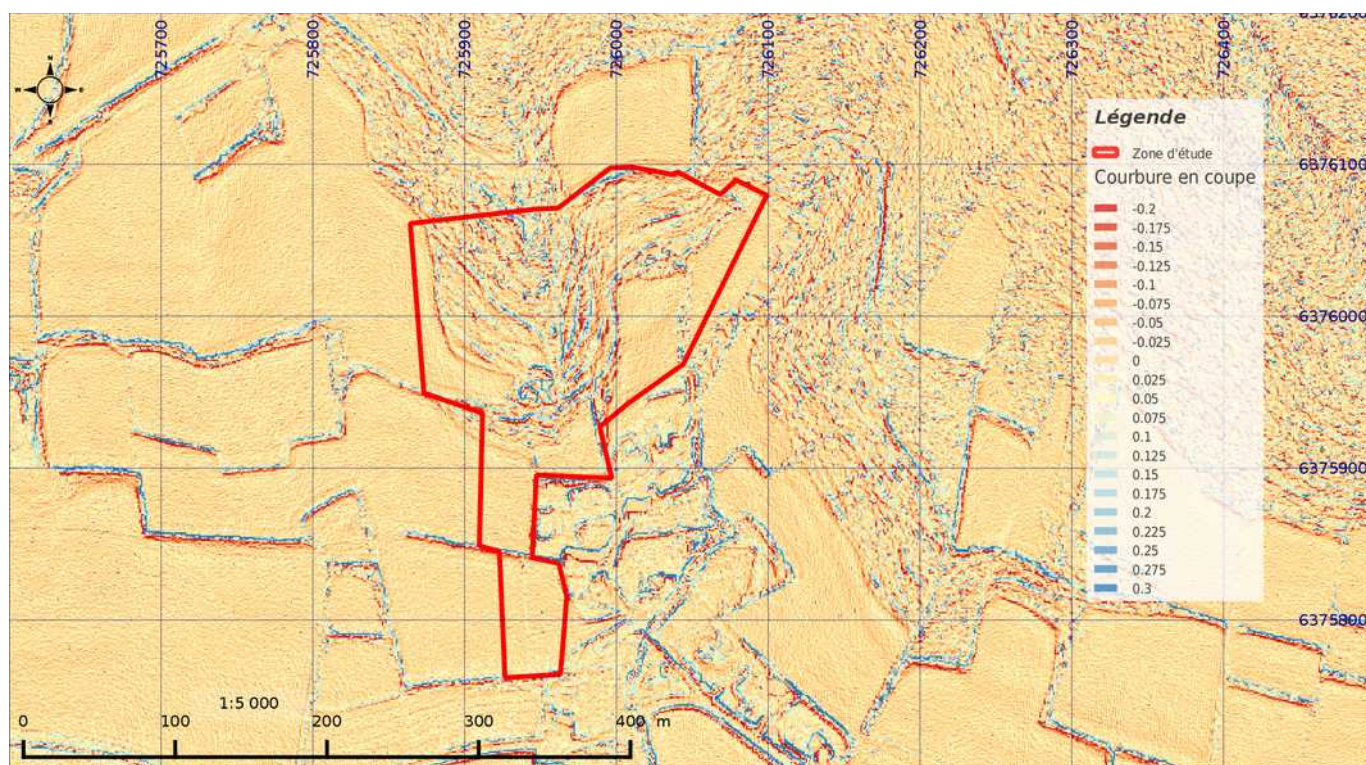


Fig. 19: traitement du MNT: courbures en coupe

La géomorphologie du secteur est bien marquée, dans les petites longueurs d'onde, par l'activité anthropique : l'indice de rugosité ou encore les courbures révèlent particulièrement bien les délimitations de parcelles, les surfaces cultivées, les zones aménagées et construites.

Les signaux de plus grande longueurs d'onde marquent l'influence du substratum, avec le "dos" au milieu de la zone ressortant nettement des topographies plus molles alentour.



5 Résultats des reconnaissances

Les reconnaissances faites sur le site se répartissent comme suit :

- des observations de terrain en surface : essentiellement de la géologie, de la géomorphologie, et tout autre type d'observations naturalistes ;
- des sondages permettant d'accéder au sous-sol :
 - 2 forages destructifs équipés en piézomètres ;
 - 6 sondages pénétrométriques ;
 - 8 sondages à la pelle mécanique.

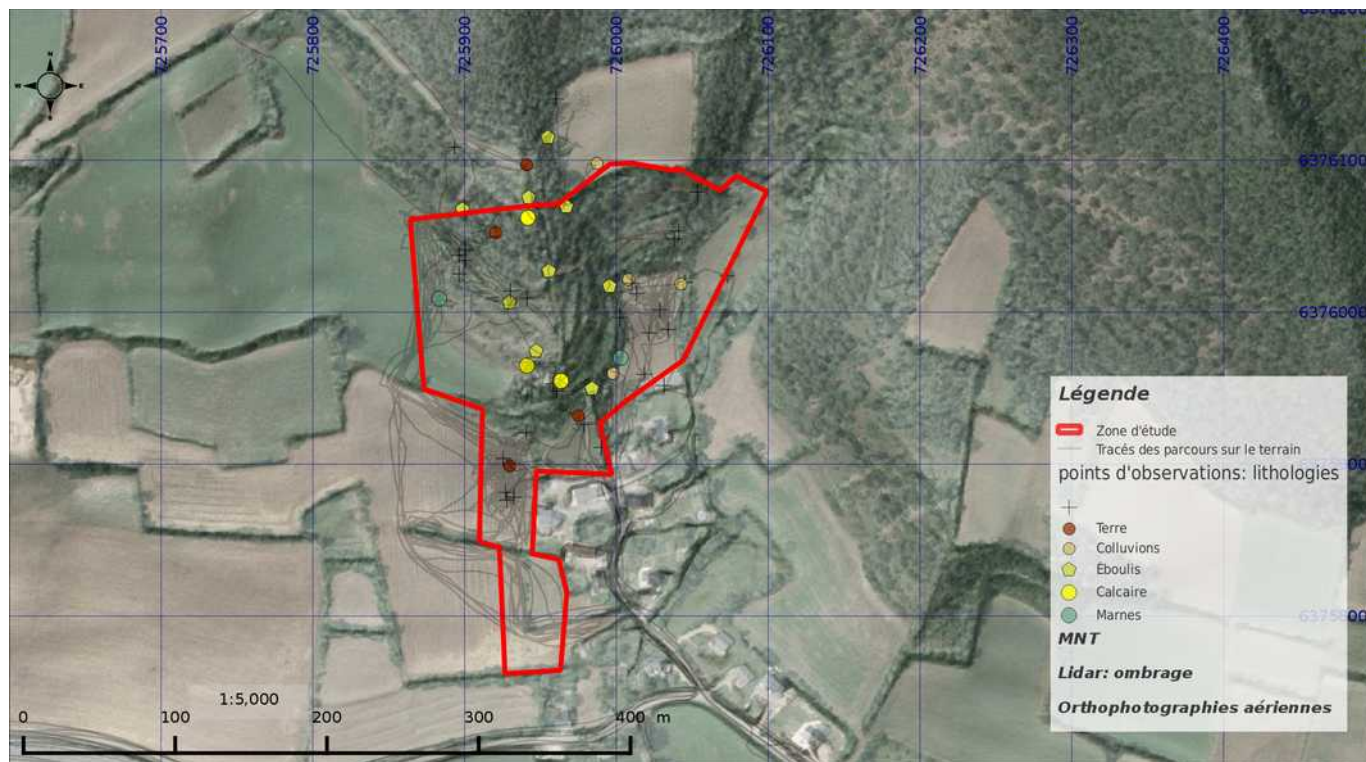


Fig. 20: itinéraires, points d'observations de terrain codés par lithologies

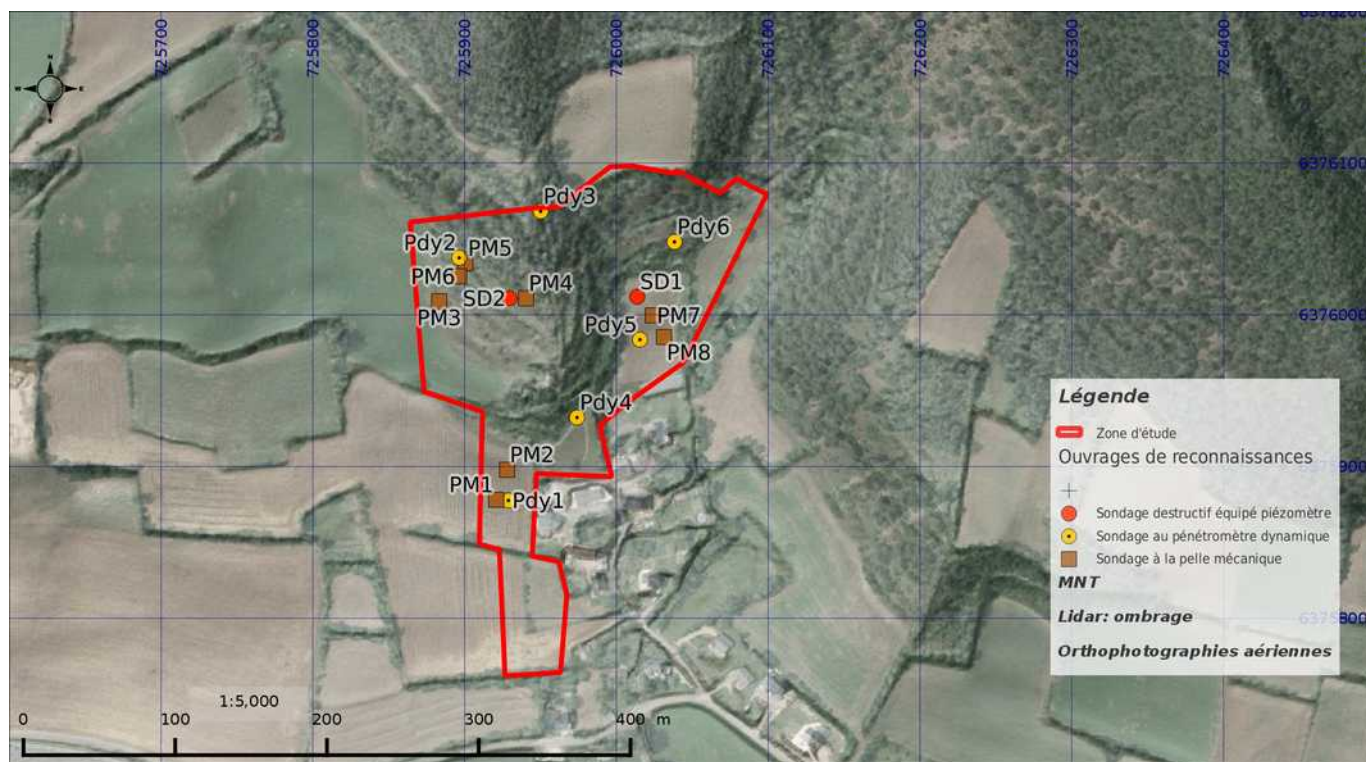


Fig. 21: localisation des ouvrages de reconnaissance du sous-sol



Les cartes précédentes montrent la localisation de ces reconnaissances, sur fond de d'orthophotoplan (photographies aériennes) et d'ombrage du modèle numérique de terrain.

5.1 Observations de surface

L'ensemble des observations, comprenant descriptions, photographies, schémas et mesures structurales, est reporté en annexe.

Les conditions d'affleurement de la zone sont relativement mauvaises, ce qui restreint la qualité des observations qui ont été faites en surface. Les sondages à la pelle mécanique ont permis d'améliorer ces observations et de confirmer ou d'infirmer les hypothèses faites sur le terrain.

Les **faciès** et **formations** rencontrés en parcourant la zone sont les suivantes, par ordre du plus superficiel au plus profond:

- De la **terre**, le plus souvent de la terre végétale:
Généralement mêlée de cailloutis et parcourue d'un réseau racinaire, elle est relativement peu épaisse, allant jusqu'à 20 à 30 cm ;
Elle se présente parfois sous forme de cailloutis terreux, la matrice terreuse, lâche et érodible, étant parfois évacuée .
- Des **colluvions**, formés d'un mélange le plus souvent compact de cailloutis, d'argiles et de terre.
On observe une gradation entre la terre végétale et ces colluvions ; de même, quand les colluvions sont présents par-dessus des éboulis, on note aussi une progressivité entre colluvions et éboulis.
- Des **éboulis**, qui montrent des états de consolidation variables.
Ils comportent parfois de gros blocs, ou des cailloux de dimensions décimétriques à centimétriques. Ils se présentent parfois avec une matrice argileuse, parfois avec des vides entre les blocs. Plus à l'ouest de la zone, à la faveur d'une petite exploitation creusée dans ces éboulis cimentés à très bonnes cohésions, on peut observer d'importantes porosités, ainsi que des traces de circulations d'eaux souterraines avec toutes les caractéristiques d'écoulements karstiques, notamment des micro-planchers stalagmitiques.
- Des **calcaires**, généralement sparitiques, parfois un peu sableux, bioclastiques, en lits pluricentimétriques, à cassure beige et patine grisâtre.
Il est surprenant de constater la présence d'ensembles lités calcaires montrant des **pendages importants**, allant jusqu'à des valeurs de 60° ou 75°, sur des surfaces de l'ordre de plusieurs mètres carrés à l'affleurement, avec des pendages cohérents. On peut notamment observer cela au niveau des alentours et de la fondation de la maison en ruine située sur le relief, à une centaine de mètres au nord-ouest de la plus haute maison du village.
Ces calcaires pourraient être **en place**, ou ces caractères pourraient être interprétés comme l'expression de **blocs basculés** de tailles plurimétriques, voire décamétriques à pluridécamétriques, à l'intérieur de formations bréchiques à blocs, qui seraient plutôt des brèches de pentes, formées non pas par éboulements seulement, mais par une combinaison d'érosion, de remaniements en masse, d'éboulements et de glissements gravitaires.
De nombreux types de phénomènes peuvent donner lieu à ce type de formations de mégabrèches : glissements en masse, avalanches de débris, coulées denses, coulées hyperconcentrées, déstabilisations massives, phénomènes liés à la fin de la dernière période glaciaire, glissements de terrain de grande ampleur, etc.



Les sondages à la pelle mécanique n'ont pas permis de trancher entre les deux hypothèses "en place" ou "mégabloc".

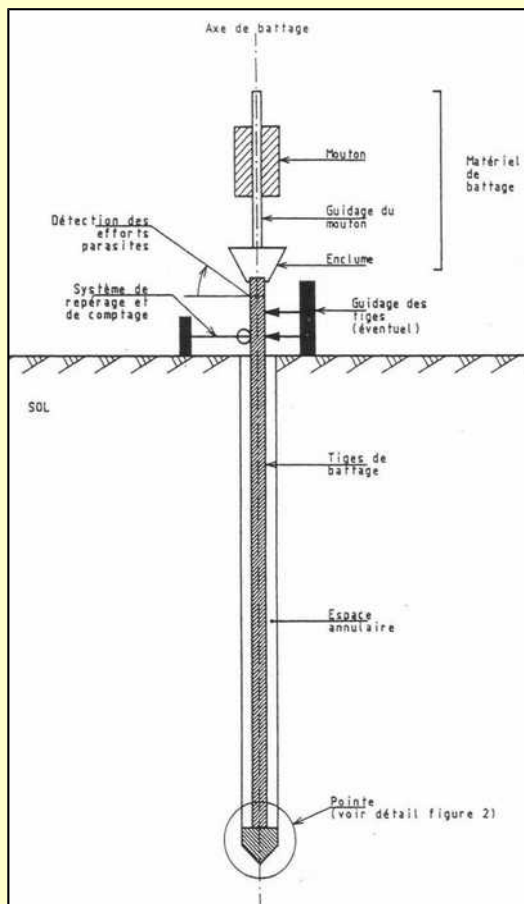
Pour le moment, de par le contexte géologique global, nous préférons l'hypothèse selon laquelle il s'agit de blocs de calcaires enchâssés dans une formation détritique bréchique de grande ampleur.

- Des **marnes** grises à gris-bleu, qu'on attribue au Toarcien.
Sur le terrain, elles ont pu être observées à l'affleurement en deux endroits de la zone d'étude. Elles montrent des compacités variables, depuis des marnes peu compactes qui sont souvent déformées et certainement en partie remaniées, jusqu'à des marnes très compactes pour des fragments de bancs marno-calcaires nodulaires.

Concernant les phénomènes karstiques, nos observations faites dans les formations d'éboulis ont montré la présence de phénomènes karstiques à échelle métrique ; de plus, les ensembles calcaires, très probablement des gros blocs emballés dans les formations de mégabèches, de tailles importantes (décamétriques ou plus), sont susceptibles de faire l'objet de phénomènes karstiques, et de voir se développer des cavités en leur sein.



5.2 Sondages pénétrométriques Pdy1 à Pdy6



Ces sondages ont été réalisés avec un pénétromètre dynamique lourd type PAGANI (mouton de 63 kg, pointe 20 cm²).

La méthode consiste à comptabiliser le nombre de coups pour obtenir un enfoncement du train de tiges de h=20 cm. On obtient un diagramme de « pénétration dynamique » en fonction de la profondeur d'enfoncement. L'essai consiste donc à déterminer une résistance dynamique du sol q_d .

Celle-ci est obtenue conventionnellement par la formule de battage des Hollandais :

$$Q_d = \frac{M}{e(M+M')} * \frac{MgH}{A}$$

Avec :

A : section droite de la pointe,

e : pénétration moyenne par coup,

g : accélération de la pesanteur,

H : hauteur de chute,

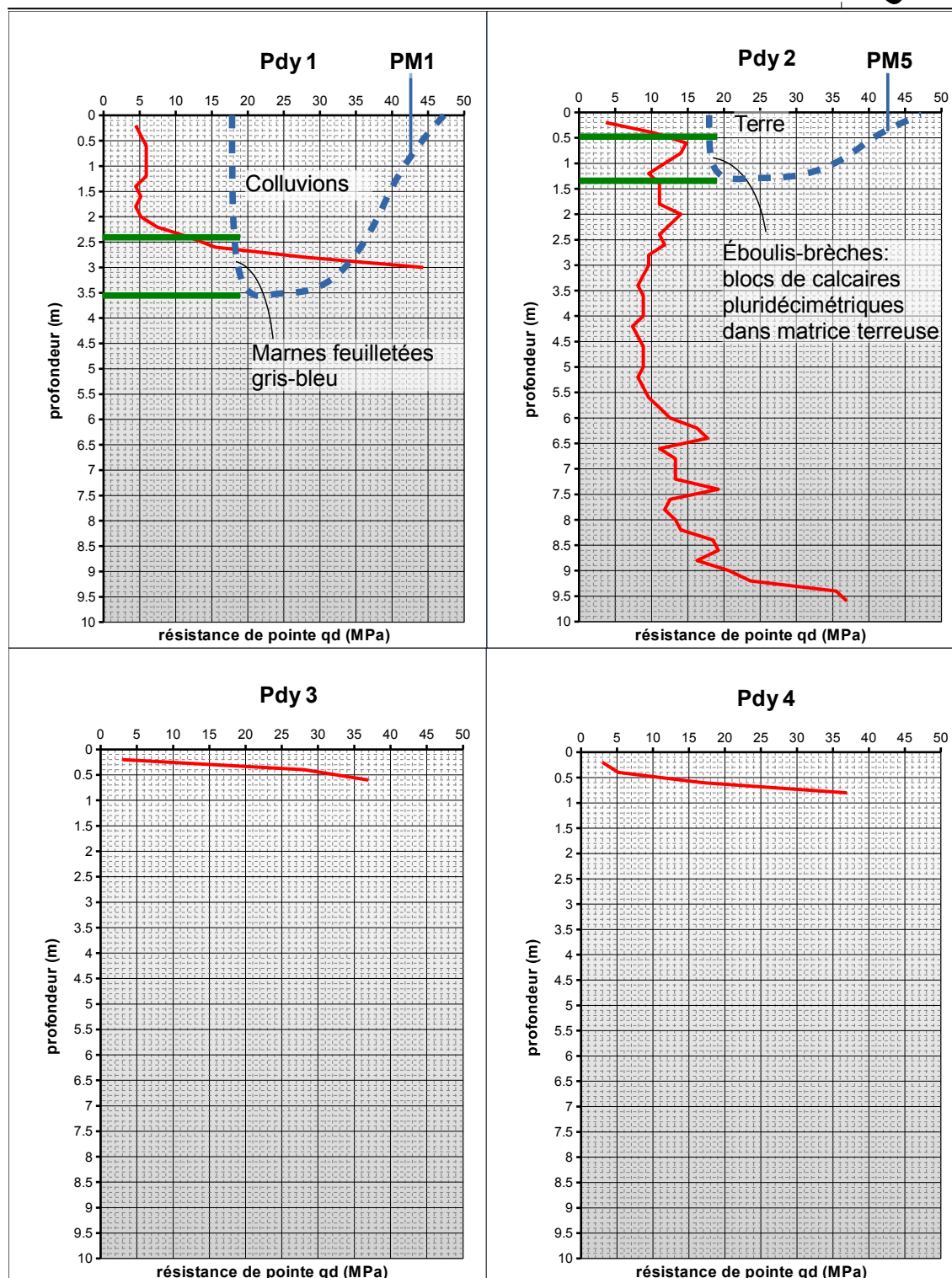
M : masse du mouton (masse frappante),

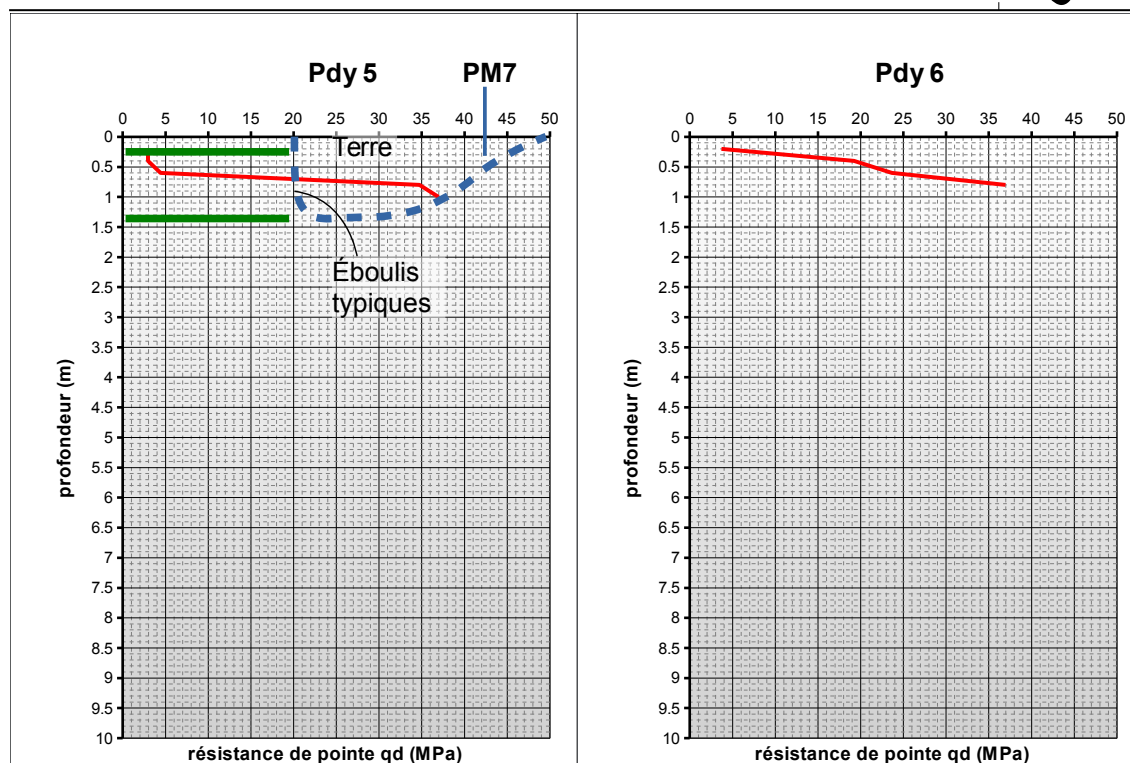
M' : sommes des masses du train de tiges, de l'enclume et de la tige-guide masse frappée.

Les résultats de l'essai sont représentés sur un graphique donnant, en fonction de la profondeur, la résistance dynamique unitaire de pointe q_d (fig. ci-après).

Interprétation qualitative générale du sol :

Résistance en pointe q_d (MPa)	Interprétation qualitative de la compacité	Exemple d'interprétation géotechnique
0,1 - 2	très faible	Terrains de couverture, remblais, alluvions, brèches de pente...
2 - 5	faible	Terrains de couverture, remblais, alluvions...
5 - 10	moyenne	Substratum très altéré, alluvions grossières,...
10 - 20	bonne	Substratum très altéré voire argilisé,...
>20	très bonne	Substratum sain à moyennement altéré,...





Interprétation

La plupart des sondages pénétrométriques n'ont pas pu descendre bien profond, de par la nature du sous-sol, souvent composé de blocs, de rochers.

Quand des sondages à la pelle mécanique se trouvent proches des pénétromètres, les lithologies qu'ils ont rencontrées sont mentionnées en résumé sur les pénétrogrammes, avec une symbologie montrant la profondeur d'investigation du sondage à la pelleteuse, ainsi qu'un résumé des lithologies rencontrées.

Le Pdy1 a été fait dans la partie basse de la zone d'étude, dans des marnes surmontées de colluvions. Ces formations ont été identifiées dans le sondage à la pelleteuse voisin PM1. Le Pdy1 permet de bien caractériser ces sols.

Le Pdy2 a pu descendre vers 10 m environ dans les formations de type brèches et éboulis, se bloquant très certainement sur un bloc. Le train de tiges est remonté complètement rayé par son passage entre les blocs que la pointe avait évités. Il est très probablement seulement hasardeux que ce sondage ait pu "passer" dans la formation à blocs. En effet, il suffit d'un écart minime sur le passage de la pointe du pénétromètre par rapport à un élément dur (calcaire, en l'occurrence), et de l'angle de la surface du bloc en question pour qu'un sondage puisse continuer son chemin en poussant le bloc par côté, ou qu'il ne s'arrête. Compte tenu du sondage destructif voisin SD2, il n'est pas exclu que le Pdy2 soit passé dans les marnes : cela n'a pas été détecté lors de la foration.

Sans surprise, le Pdy3 s'est bloqué sur un bloc calcaire : il reconnaissait la crête armant le relief, sur laquelle on voit affleurer des blocs de calcaires, voire des pans entiers de bancs calcaires.

Le Pdy4 était censé rencontrer des colluvions, seule formation visible en surface: son arrêt rapide laisse à penser qu'il n'y a là qu'une faible épaisseur de colluvions par-dessus la formation d'éboulis-brèche à blocs.



Le Pdy5 visait à rencontrer la base des éboulis posée sur les marnes, visibles à l'affleurement à proximité. Ce contact était bien identifié par le SD1. Le pénétromètre n'a pas réussi à traverser les éboulis.

Le Pdy6 visait à reconnaître la pente broussailleuse et non-affleurante située au-dessus de la parcelle où a été faite le SD1. Son refus rapide tend à montrer que, là encore, ce sont des formations d'éboulis à blocs qui forment ce relief.

5.3 Sondages destructifs

Les deux sondages destructifs SD1 et SD2 ont atteint les marnes gris-bleu du Toarcien en fin d'ouvrages, après avoir traversé des marnes, des calcaires et des argiles.

On interprète l'ensemble de marnes et calcaires comme des formations d'éboulis et de brèches.

Le SD1 a traversé une formation d'éboulis de faciès usuels, qui ont été reconnus par les sondages à la pelle mécanique PM7 et PM8 voisins.

Le SD2 a traversé de plus nombreux "bancs" calcaires (sur la description du log sondeur), qui correspondent certainement à des blocs calcaires similaires à ceux vus dans le sondage à la pelle mécanique PM4.

Bien que des passages humides aient été notés lors de la foration des deux ouvrages, une fois équipés en piézomètres, ils se sont avérés secs. Il convient toutefois de bien noter que la période de mesures est très courte : première mesure 1 à l'étiage, seconde mesure deux semaines après une pluie (50-100 mm d'eau) ; les mesures méritent d'être poursuivies au moins jusqu'au printemps, afin de couvrir la période humide.



5.4 Sondages à la pelle mécanique

Les coupes des sondages à la pelle mécanique PM1 à PM8 sont résumées dans le tableau suivant. Les croquis de levés de terrain figurent en annexe.

Id sondage à la pelle	Coupe : profondeur fin de passe, description	Illustrations
PM1	0.20 Terre végétale brune. Semelle de labour? 2.40 Terre, argileux, petits cailloutis calcaires infracentimétriques: colluvions, brun. 3.50 Marnes feuilletées, gris-bleu, contrastes d'oxydo-réduction. Attitude Nm10/40/W, étonnamment pentu, plans striés quasi aval-pendage, très certainement mouvements normaux.	
PM2	0.07 5 à 10cm de terre végétale et colluvions. 1.70 Rocher: calcaire sparitique, beige, sableux, dur, en place? Pendage régulier important, 60° environ. Bancs décimétriques dans calcaire massif, et passées + alternances marneuses à débit pluricentimétrique. 2.90 Marno-calcaires. Pendage régulier Nm100/60/N. Refus de la pelle.	
PM3	En surface, fentes de retrait dans marnes. 0.20 Terre végétale, racines, cailloutis, horizon irrégulier. 2.50 Marnes gris-bleu, remaniées. Des pendages divers, homogènes par zones, mais dispersés. Structuration? ou remaniement? Dans déblais, boules d'altération typiques.	



Id sondage à la pelle	Coupe : profondeur fin de passe, description	Illustrations
PM4	0.25 20 à 30cm de terre et cailloutis, racines, horizon irrégulier. 1.40 Alternances de calcaire gris à cassure beige, sparitique, un peu sableux (?), et marno-calcaires feuilletés gris (crissant légèrement sous la dent). Ensemble à pendage (étonnamment) régulier Nm140/25/E.	 
PM5	0.40 Terre et cailloux, racines. 1.40 Blocs calcaires pluri-décimétriques dans matrice terreuse fermée: éboulis consolidés, très probablement. Refus de la pelle.	 
PM6	0.40 Terre et cailloux, colluvions. 2.00 Marnes bleu-gris, quelques marbrures d'oxydo-réduction; SO peu pentée, des plans lustrés = plans de failles.	 
PM7	0.20 Terre et cailloutis, racines. 1.40 "Gip" typique = éboulis, clastes calcaires dans matrice terreuse lâche. Refus de la pelle.	 



Id sondage à la pelle	Coupe : profondeur fin de passe, description	Illustrations
PM8	0.20 Terre végétale et cailloutis. 0.75 Cailloutis centimétriques dans matrice argileuse brune lâche: colluvions. 1.00 Blocs calcaires pluri-décimétriques: éboulis.	

6 Interprétations et synthèse

6.1 Géologie

Les grands ensembles géologiques identifiés sont les suivants :

- **Terre**, terre végétale, sol (au sens pédologique du terme²)
- **Colluvions**
Le plus souvent, quand ils sont trop peu épais, ils ne sont pas cartographiables.
- **Éboulis**
Faciès usuels dans la région, avec une granulométrie homogène de clastes calcaires, une porosité variable avec parfois des vides et parfois une matrice fermée.
- **Calcaires** et calcaires marneux, à pendages forts, et **mégabrèche**
Ces ensembles calcaires sont probablement des **mégablocs** au sein d'une **formation bréchique de grande ampleur**. Cette formation arme le relief central de la zone.
- **Marnes** toarciennes
Ces marnes sont compactes à moyennement compactes quand elles sont en place ; elles montrent systématiquement des fentes de retrait, caractéristiques de la présence d'argiles gonflantes.
- **Marnes** domériennes
Cette formation n'a pas été observée sur le terrain, elle figure sur la carte géologique et devrait se trouver sous les alluvions, dans la partie sud de la zone d'étude.

Les contacts entre ces formations sont parfois bien marqués dans la géomorphologie, mais parfois pas. On peut ainsi citer l'exemple du contact entre les marnes rencontrées par le sondage PM1 et les calcaires et calcaires marneux rencontrés par le sondage PM2, où seule une convexité dans le champ permet de deviner un changement de lithologie, alors que le net contraste morphologique situé quelques mètres plus haut ne correspond pas à un changement lithologique. Il est probable que l'influence anthropique (épierrage des champs, notamment) ait gommé les signaux géomorphologiques initiaux.

²Dans le présent rapport, le terme de "sol" est toujours pris dans son acceptation géotechnique.



La présence de plans de faille dans les sondages à la pelle mécanique, ainsi que la présence de blocs structurés laisse à penser que les roches de la zone sont affectées par des phénomènes tectoniques probablement autres que de simples phénomènes gravitaires. En particulier, la géométrie des plans de faille observés dans la PM6 ne vont clairement pas dans le sens de déformations gravitaires guidées par l'actuelle surface d'érosion.

En synthétisant nos observations de terrain, la géomorphologie, la cartographie géologique existante, on propose un modèle conceptuel géologique du secteur. Selon notre interprétation, le relief principal du milieu de la zone est armé par la formation bréchique à mégablocs. Elle est en continuité avec la crête descendant depuis le plateau au nord.

À l'est de cette crête, un cirque d'érosion montrant des traces d'érosions très actives entame la mégabrèche. Le plateau situé à l'est, cartographié avec les mêmes formations de mégabrèche selon la carte au 1/50 000, serait en continuité avec le relief susdit.

Le vallon dominant le village de Vareilles serait ainsi une cicatrice d'érosion qui a entamé la formation de mégabrèche jusqu'au substratum des marnes toarciennes. Les éboulis en tapissant le fond auraient alors deux origines: des formations appartenant à la mégabrèche, et des éboulis plus "classiques", récents, développés dans le cirque d'érosion. La pente ouest du relief au milieu de la zone correspondrait, dans ce schéma, au toit de la mégabrèche, alors que la pente est correspondrait à une surface d'ablation l'ayant érodé. La figure suivante montre un schéma de principe de ce modèle.

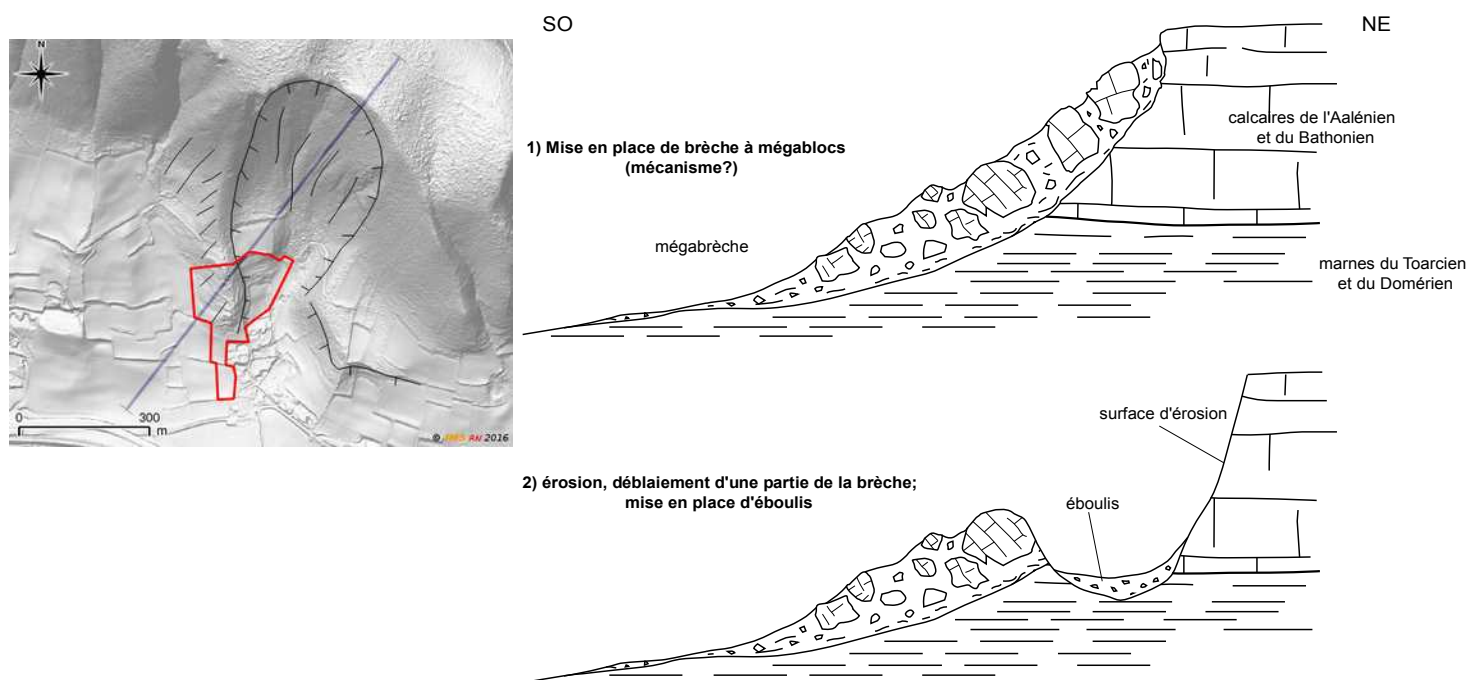


Fig. 22 : coupe SO-NE hors échelle illustrant une proposition de modèle géologique, scénario en deux phases



La figure suivante représente une coupe de principe, tracée perpendiculairement au relief principal, et passant par PM3, PM6, PM5, Pdy2 et Pdy3. SD2, situé à une trentaine de mètres au sud-est de la coupe, est représenté en projection.

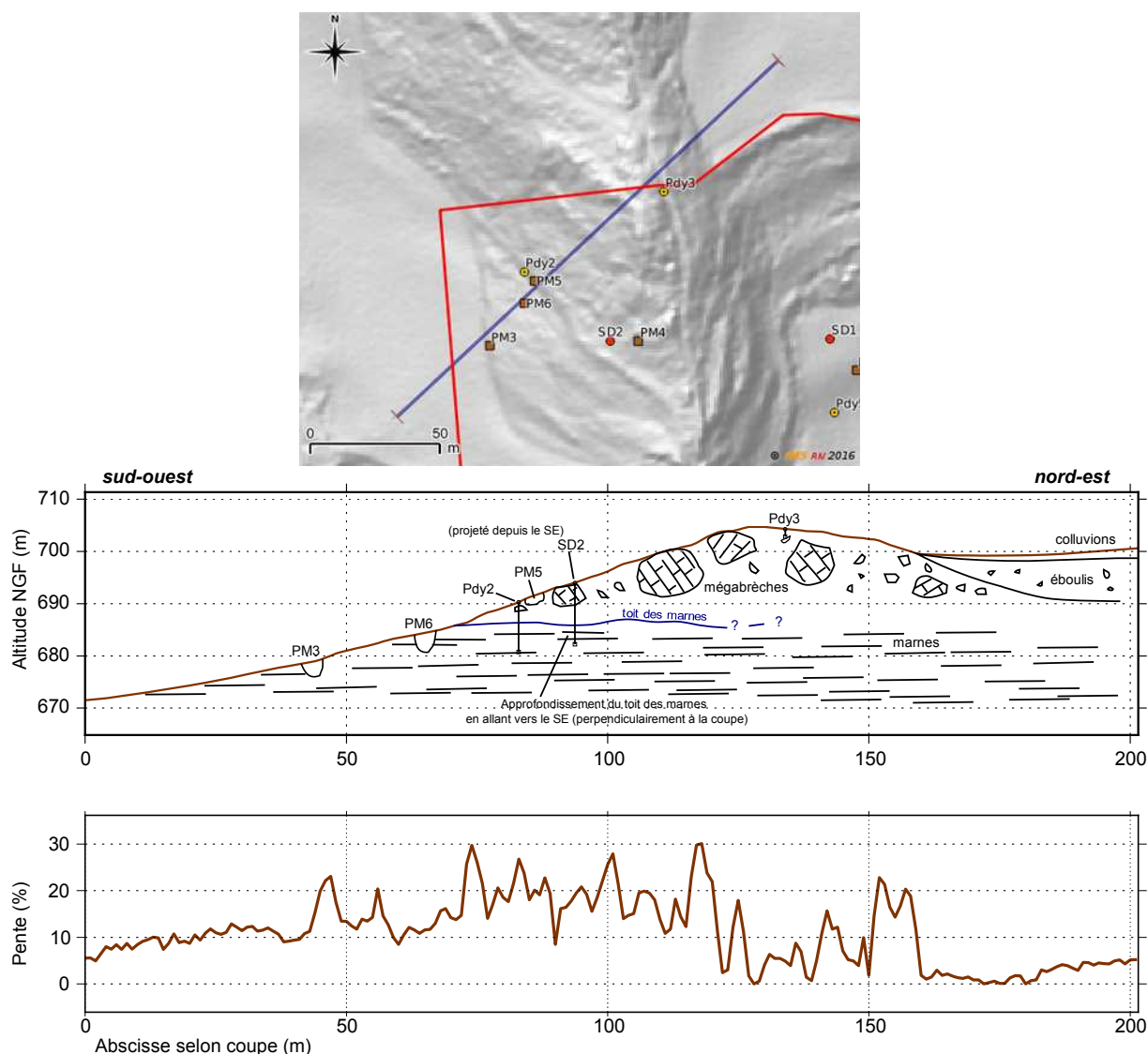


Fig. 23: coupe de principe géologique hypothétique, prenant en compte les sondages

On note que la partie la plus basse de la zone d'étude (parcelles 730 et 731) n'a pas été étudiée, hormis par la bibliographie : ceci est dû à une focalisation prioritaire de nos efforts sur la zone cartographiée avec un aléa mouvement de terrain.

Selon toute probabilité, cette zone comporte une faible épaisseur d'alluvions anciennes recouvrant les marnes domériennes.



6.2 Synthèse géotechnique

On reprend les ensembles géologiques définis ci-dessus, en leur attribuant un type de sol :

- **Colluvions : sol 0**
Le pénétromètre Pdy1 a pu caractériser correctement ce sol, avec une résistance de pointe q_d de l'ordre de 5 MPa.
- **Éboulis: sol 1**
Le pénétromètre Pdy2 est le seul à avoir pu traverser ce sol en le caractérisant, avec une résistance de pointe q_d comprise entre 8 et 15 MPa.
- **Calcaires et calcaires marneux, en blocs dans une mégabrèche : sol 2**
Il s'agit là d'un ensemble inhomogène d'un point de vue mécanique, qu'on subdivise en deux ensembles :
 - **mégablocs calcaires : sol 2a**
Ce sol est considéré comme le rocher, dans la mesure où les calcaires massifs sont largement assez solides, comme le démontrent les refus de la pelle mécanique.
L'extension spatiale de ces mégablocs devra être définie au cas par cas : voir les recommandations ci-bas.
 - **reste de la formation de mégabrèche : sol 2b**
Il n'a pas été possible de caractériser ce sol : peut-être a-t-il les mêmes caractéristiques que le sol 1 ?
- **Marnes toarciennes : sol 3**
Le pénétromètre Pdy1 a pu caractériser correctement ce sol, avec une résistance de pointe q_d supérieure à 10 voire 15 MPa.

Retrait-gonflement des argiles

Concernant les risques liés au retrait-gonflement des minéraux argileux, la présente prestation ne comprenait pas d'essais permettant de caractériser ce phénomène.

Comme vu dans la bibliographie, la zone d'étude se situe en **zone d'aléa faible**. Néanmoins, nos observations de terrain ont clairement mis en évidence des phénomènes de retrait-gonflement dans les marnes toarciennes, ainsi que dans des parties superficielles de sols pédologiques développés sur des formations d'éboulis. **À l'échelle de l'étude, l'aléa retrait-gonflement** de la zone doit donc plutôt être considéré comme **moyen à élevé**.

Cet aléa devra être étudié en phase conception (G2) à l'échelle parcellaire.

6.3 Zonage d'aléa mouvement de terrain

Selon la cartographie d'aléa du CEREMA, la contrainte qui s'applique sur une partie de la zone est un aléa glissement de terrain. Les craintes de déstabilisations de terrains sont fondées, ainsi que le prouve l'exemple de glissement situé à quelques hectomètres à l'ouest de la zone.

L'argumentaire de la cartographie d'aléa glissement de terrain du CEREMA repose, de toute évidence, sur la présence d'éboulis en contact sur des marnes, en se basant sur la carte géologique au 1/50 000 : cette conjonction est en effet favorable à des glissements de terrains des éboulis, comme on a pu le voir sur l'exemple de glissement situé à l'ouest de la zone étudiée.

Maintenant qu'on a travaillé plus en détail, on confirme cette disposition, hormis le fait qu'une bonne partie de ce qui était cartographié comme des éboulis et brèches de pente



apparaîtrait plutôt comme étant une mégabrèche, contenant des clastes décamétriques de calcaires.

Ces formations de type "éboulis" sont donc à prendre au sens large : elles comprennent ces brèches à mégablocs de dimensions pluridécamétriques. Ces ensembles se sont très probablement formés à la suite de déstabilisations massives, avec des blocs rocheux de dimensions considérables qui se sont trouvés remaniés en masse. Cependant, tous ces phénomènes sont clairement fossiles, et ne trouvent pas leur équivalent dans les circonstances actuelles. Il en résulte que la zone où est présente cette formation est considérée comme stable dans les conditions présentes ; mais de futurs aménagements éventuels devront être faits avec des précautions, notamment les terrassements, car ils pourraient bien induire des déstabilisations et des glissements de terrains.

Dans l'état actuel des choses, aucun indice d'instabilité n'a été observé : aucun désordre, indice de déstabilisation ou de mouvement de terrain n'a pu être observé sur le terrain. La maison ancienne située au nord-ouest du village ne montre qu'un seul désordre sur son pignon sud, tout le reste de sa structure est intact. Elle est construite sur un substratum rocheux, très certainement un mégabloc.

Le flanc oriental du relief, où l'on avait pu soupçonner une rampe latérale de glissement, n'a montré absolument aucun indice de déformations, malgré des examens minutieux.

De ce fait, **l'aléa glissement de terrain** ne paraît **pas aussi fort qu'on aurait pu le craindre**, notamment dans les mégabrèches. En effet, un risque de mouvement de terrain, dans cette configuration, apparaîtrait quand les formations d'éboulis et brèches viendraient à être déstabilisées sur les marnes ; ceci advient quand un terrassement, par exemple, modifie les conditions en exposant le contact éboulis sur marnes. Dans le cas des mégabrèches qui arment le relief de la zone d'étude, il est extrêmement probable qu'elles reposent bien sur les marnes toarciennes ; mais de par leur épaisseur, très importante selon toute probabilité, il faudrait des terrassements très importants, supérieurs à un décamètre de décaissement, pour arriver à une situation de risque où les brèches pourraient venir à glisser sur le soubassement marneux en direction du chantier de terrassement.

Conséquemment, on considère, dans notre zonage, la partie la plus haute du relief comme ayant un aléa très faible vis-à-vis de mouvements de terrain. Les parties moins hautes, où les marnes se trouvent à une profondeur moindre, sont plus susceptibles de faire l'objet de déstabilisations des formations d'éboulis et brèches sur les marnes, en cas de terrassements.

La zone a été divisée en **8 secteurs** en fonction de ses **contraintes géotechniques**.

Seules trois zones adjacentes sont considérées comme ayant un **aléa modéré** vis-à-vis des **glissements de terrain**, les autres zones sont considérées comme ayant un aléa **faible**, **ce dans l'état actuel du secteur** :

- secteur 1 (1.18 ha) : aléa **faible**
- secteur 2 (0.7 ha) : aléa **modéré**
- secteur 3 (0.53 ha) : aléa **faible**
- secteur 4 (0.15 ha) : aléa **faible**
- secteur 5 (0.04 ha) : aléa **modéré**
- secteur 6 (0.03 ha) : aléa **modéré**
- secteur 7 (0.25 + 0.09 + 0.38 = 0.72 ha) aléa **faible**
- secteur 8 (0.22 ha) : aléa **faible**



La carte suivante illustre la disposition de ces secteurs.

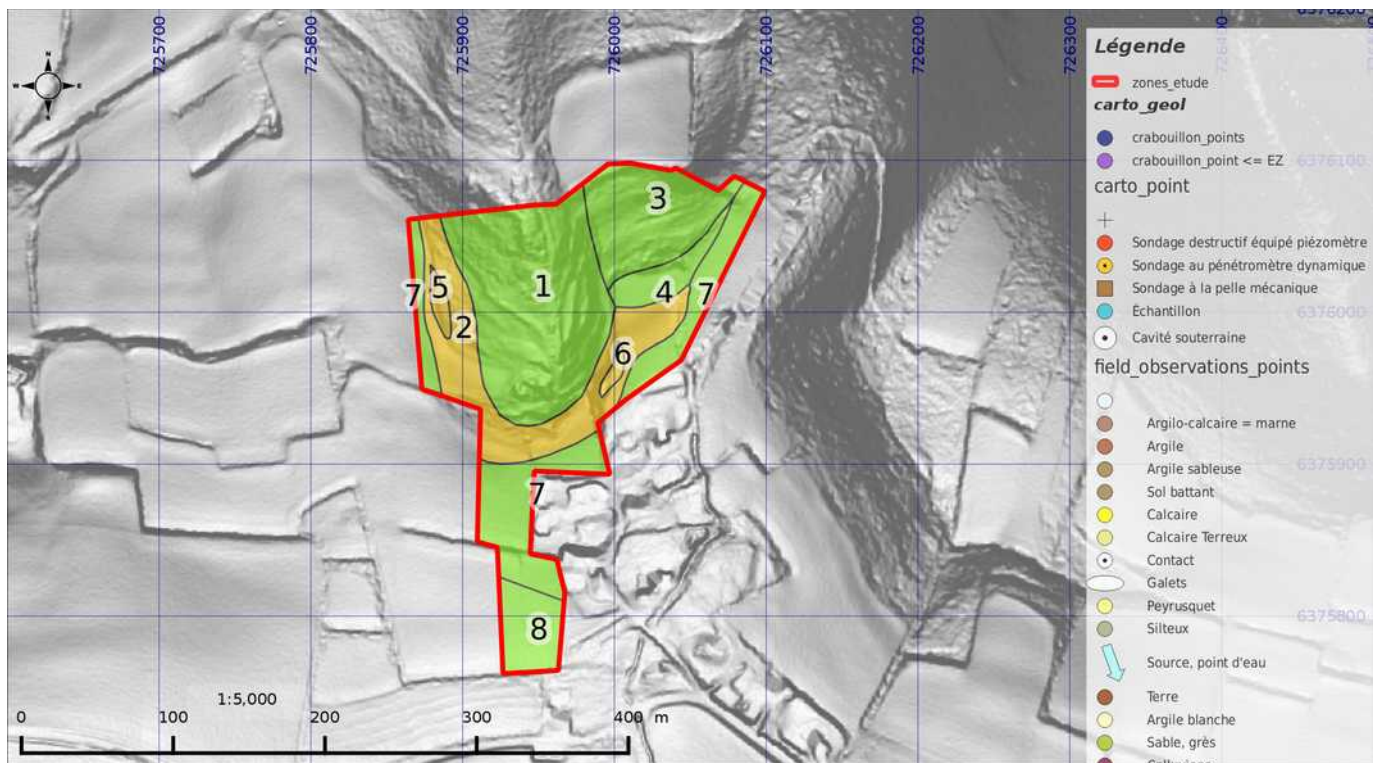


Fig. 24 : zonage sur fond de carte de pentes dérivée du MNT

Le **secteur 1 (aléa faible)** forme le sommet du relief central : on y a rencontré les faciès calcaires du sol 2a, ainsi que des éboulis du sol 1 ou du sol 2b. La stabilité des sols 2a ainsi que l'épaisseur très certainement importante de la formation de mégabrèche laisse supposer que ce secteur pourra rester stable, même en cas de décaissements.

Le **secteur 2 (aléa modéré)** englobe cartographiquement le secteur 1 : il est caractérisé par une épaisseur plus faible des formations de type éboulis ou mégabrèche (sols 1, 2, 2a, 2b) par-dessus les marnes (sol 3). De ce fait, des décaissements pourraient induire une déstabilisation des terrains.

Le **secteur 3 (aléa faible)** comporte une pente modérée (environ 15 à 20°) irrégulière, sur des éboulis (sol 1) qui reposent sur des marnes. Le toit de ces dernières n'a pas pu être reconnu en profondeur ; il est probable qu'il se situe à faible profondeur, selon notre modèle géologique hypothétique. Dans le doute, on a placé ce secteur avec un aléa faible, mais des précautions devront impérativement être prises afin de ne pas provoquer de déstabilisations (cf. principes généraux de construction), essentiellement par la reconnaissance systématique de la profondeur du toit des marnes.

Le **secteur 4 (aléa faible)** a les mêmes caractéristiques que le secteur 3, à part la pente, qui est faible (de l'ordre de 5° à 10°), et la géomorphologie, beaucoup plus douce. Le sondage SD1 a reconnu les éboulis sur une épaisseur de 10 m environ.

Les **secteurs 5 et 6 (aléa modéré)**, enclavés dans le secteur 2, sont plus susceptibles d'être affectés par des glissements, de par la présence à l'affleurement de marnes toarciennes (sol 3), sous une épaisseur faible ou nulle de recouvrement (sols 1 ou 2). Dans ces conditions, des travaux de décaissement seraient susceptibles de provoquer des déstabilisations de terrains.

Le **secteur 7 (aléa faible)** se situe en contrebas des reliefs, avec des géomorphologies "molles". Les marnes (sol 3) y sont présentes sous des recouvrements (sols 1 ou peut-être en partie 2) de faibles épaisseurs (quelques mètres au maximum). On se situe dans les



mêmes conditions géologiques et géomorphologiques que le secteur où a eu lieu le glissement de terrain plus à l'ouest : dans l'état actuel des choses, il n'y a pas d'aléa mouvement de terrain, mais en cas d'aménagements, des précautions devront être prises de manière à ne pas engendrer d'instabilités (cf. principes généraux de construction).

Le **secteur 8 (aléa faible)**, situé au sud, comprenant des alluvions (selon la carte géologique) par-dessus des marnes, avec une pente faible à très faible ($< 10^\circ$), n'est pas prédisposé aux glissements de terrain.

6.4 Principes généraux de construction

D'une manière générale, les projets de constructions à envisager devront rester de taille modeste (R+0, R+1). Dans la limite du possible, on veillera à limiter les terrassements. Ces derniers ne devront pas diminuer les conditions de stabilité actuelles, notamment en présence d'eau ou en contribuant à changer les conditions hydriques. L'ensemble du projet de construction devra être accompagné d'une gestion des eaux superficielles cohérente.

6.4.1 Secteur 1

En prenant en compte l'ensemble de nos observations, la zone la plus favorable, d'un point de vue géotechnique, serait la zone 1, située sur les hauteurs du relief situé au milieu de la zone d'étude, en cherchant à s'ancrer dans les calcaires (sol 2).

Dans cette zone, les constructions pourront être faites avec des fondations superficielles, en respectant les principes suivants :

- Les terrassements devront être réalisés au moyen d'engins puissants, en ayant recours au BRH pour les ensembles rocheux.
- Les parties de terrassements en déblai devront se limiter en profondeur, de manière à laisser une épaisseur de sol 2 d'au moins 3 m au-dessus des marnes³. Des sondages de reconnaissances destructifs comme ceux déjà réalisés permettront de préciser la position du toit des marnes.
- La possibilité de la présence de grands blocs rocheux dans la formation de mégabrèche peut faire craindre d'asseoir des constructions à cheval sur de tels blocs (sol 2a), considérés comme du rocher d'un point de vue géotechnique, et sur leur matrice (sol 2b), avec des risques de tassements différentiels. Pour ce, il conviendra, lors des reconnaissances, de circonscrire de tels ensembles rocheux au moyen de sondages, de tranchées ou de décapages à la pelle mécanique. Ainsi, on pourra ancrer les projets soit intégralement sur des blocs de taille suffisante et de caractéristiques telles qu'on peut les considérer comme un rocher ; ou on pourra ancrer les projets sur un sol homogène, en allant chercher plus bas par décaissement, ou encore en déplaçant le projet latéralement.

Par ailleurs, la présence de gros ensembles calcaires doit attirer l'attention sur la possibilité de présence de cavités karstiques.

6.4.2 Secteurs 2, 5 et 6

Dans cette zone située sur les flancs en contrebas du relief principal, les marnes (sol 3) sont surmontées par les formations d'éboulis et de brèches (sols 1 et 2) avec des épaisseurs faibles à nulles (affleurement du sol 3). En conséquence, des précautions supplémentaires devront être prises.

³Ceci devrait être le cas le plus souvent, dans ce secteur.



Les secteurs 5 et 6 sont situés dans et à proximité immédiate des marnes toarciennes, le risque d'induire des glissements est non négligeable, aussi l'on veillera à terrasser le moins possible.

En fonction de l'état des marnes, à savoir état d'altération et présence d'eau ou pas, on adaptera les pentes, en ajoutant des ouvrages de type éperons ou soutènements. Ceci sera déterminé au cas par cas, dans le cadre des missions géotechniques G2.

De par l'aléa modéré, on s'interdira de bâtir sur ce secteur. Pour les terrassements, on évitera, dans la mesure du possible, les déblais en privilégiant les remblais, moyennant quoi des aménagements de type voirie ou autre réseaux pourront être réalisés.

La présence d'argiles gonflantes dans le sol 3 fait courir les risques liés aux retrait-gonflements.

6.4.3 Secteur 3

Dans cette zone, la profondeur du toit des marnes est inconnue, et la topographie accentuée rend les conditions de constructibilité peu favorables, nécessitant des précautions accrues et des études approfondies.

Les constructions pourront être faites avec des fondations superficielles, en respectant les principes suivants :

- Les terrassements devront être réalisés au moyen d'engins de puissances moyennes à élevées, en ayant éventuellement recours au BRH si des ensembles rocheux sont rencontrés.
- Les parties de terrassements en déblai devront se limiter en profondeur, de manière à laisser une épaisseur de sol 1 d'au moins 3 m au-dessus des marnes⁴. Des sondages de reconnaissances destructifs comme ceux déjà réalisés permettront de préciser la position du toit des marnes. Le toit des marnes pouvant être irrégulier, les sondages destructifs devront atteindre les marnes, de manière à bien caractériser la géométrie du sous-sol. Les terrassements se feront en privilégiant les remblais par rapport aux déblais.

6.4.4 Secteur 4

Dans cette zone, la profondeur du toit des marnes est située à environ 10 m, selon le forage SD1.

Les constructions pourront être faites avec des fondations superficielles, en respectant les principes suivants :

- Les terrassements devront être réalisés au moyen d'engins de puissances moyennes. Des blocs rocheux pouvant être trouvés dans les formations d'éboulis (sol 1), le recours au BRH pourrait être nécessaire.
- Les parties de terrassements en déblai devront se limiter en profondeur, de manière à laisser une épaisseur de sol 1 d'au moins 3 m au-dessus des marnes⁵. Des sondages de reconnaissances destructifs comme ceux déjà réalisés permettront de préciser la position du toit des marnes. Le toit des marnes pouvant être irrégulier, les sondages destructifs devront atteindre les marnes, de manière à bien caractériser la géométrie du sous-sol.

⁴Ceci devrait être le cas le plus souvent, dans ce secteur.

⁵Ceci devrait être le cas le plus souvent, dans ce secteur.



6.4.5 Secteur 7

Dans cette zone, la profondeur du toit des marnes est située à faible profondeur.

Les constructions pourront être faites avec des fondations superficielles, en respectant les principes suivants :

- Les terrassements devront être réalisés au moyen d'engins de puissances moyennes.
- Les parties de terrassements en déblai devront se limiter en profondeur, de manière à laisser une épaisseur de sol d'au moins 3 m au-dessus des marnes⁶. Des sondages de reconnaissances destructifs comme ceux déjà réalisés permettront de préciser la position du toit des marnes. Le toit des marnes pouvant être irrégulier, les sondages destructifs devront atteindre les marnes, de manière à bien caractériser la géométrie du sous-sol. Dans la mesure du possible, les terrassements se feront en privilégiant les remblais par rapport aux déblais.

6.4.6 Secteur 8

Les formations alluviales devront être reconnues par des pénétromètres et/ou des pressiomètres, ainsi que les marnes sous-jacentes. Tous ces sondages devront atteindre le toit des marnes.

Les constructions pourront être faites avec des fondations superficielles, en respectant les principes suivants :

- On tâchera d'ancrer les projets préférentiellement dans les formations alluviales, en évitant les travaux de décaissement.
- Un suivi piézométrique devra être mis en place, de manière à surveiller une éventuelle nappe dans les alluvions.

6.4.7 Angles de talus

Les ordres de grandeurs des angles de talus dans les formations seront les suivants, en l'absence d'eau (confirmée par un suivi piézométrique régulier s'étendant au minimum sur une année) :

- sol 0 : 3H/2V
- sol 1 : 1H/1V
- sol 2a : 2H/3V
(avec adaptation en fonction de l'orientation du réseau de discontinuités : vérification de l'absence de dièdres ou de plans de glissement défavorables)
- sol 2b : 1H/1V
- sol 3 : 3H/1V

En cas de présence d'eau, ces valeurs seront à corriger.

⁶Ceci devrait être le cas le plus souvent, dans ce secteur.



6.4.8 Recommandations concernant les études géotechniques ultérieures

L'enchainement des missions géotechniques selon la norme NFP 94-500 devra être respectée.

De l'expérience de cette campagne, le pénétromètre apparaît comme un outil mal adapté pour les formations à blocs de type brèches ou éboulis (sols 1 et 2). Conséquemment, dans les sol 0, 1 et 2 on pourra faire des sondages pressiométriques, des panneaux électriques, des sondages à la pelle mécanique.

Dans les zones avec du sol 3 affleurant, les mêmes types d'investigations sont recommandées, ainsi que des pénétromètres.

Les sondages destructifs, judicieusement implantés en fonction des résultats des panneaux électriques, seront équipés en piézomètres, un suivi piézométrique régulier annuel devant ensuite être assuré.

Des essais de laboratoire pour caractériser l'aléa retrait/gonflement devront être faits dans le sol 3 et à ses alentours.



ANNEXE 1 : classification des missions géotechniques (norme NF P 94-500)

Aléas géotechniques et conditions contractuelles



Enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique

Enchaînement des missions G1 à G4	Phases de la maîtrise d'œuvre	Mission d'ingénierie géotechnique (GN) et Phase de la mission		Objectifs à atteindre Pour les ouvrages Géotechniques	Niveau de management des risques géotechniques attendu
Étape 1 : Étude géotechnique préalable (G1)		Étude géotechnique préalable (G1) Phase Étude de Site (ES)		Spécificités géotechniques du site	Première identification des risques présentés par le site
	Étude préliminaire esquisse, APS	Étude géotechnique préalable (G1) Phase Principes Généraux de Construction (PGC)		Première adaptation des futurs ouvrages aux spécificités du site	Première identification des risques présentés par le site
Étape 2 : Étude géotechnique de conception (G2)	APD/AVP	Étude géotechnique de conception (G2) Phase Avant-projet (AVP)		Définition et comparaison des solutions envisageables pour le projet	Mesures préventives pour la réduction des risques identifiés, mesures correctives pour les risques résiduels avec détection au plus tôt de leur survenance
	PRO	Étude géotechnique de conception (G2) Phase Projet (PRO)		Conception et justifications du projet	
	DCE/ACT	Étude géotechnique de conception (G2) Phase (DCE/ACT)		Consultation sur le projet de base / Choix de l'entreprise et mise au point du contrat de travaux	
Étape 3 : Études géotechniques de réalisation (G3/G4)		À la charge de l'entreprise	À la charge du maître d'ouvrage		
	EXE/VISA	Étude et suivi géotechniques d'exécution (G3) Phase Étude (en interaction avec la phase Suivi)	Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision de l'étude géotechnique d'exécution (en interaction avec la phase Supervision du suivi)	Étude d'exécution conforme aux exigences du projet, avec maîtrise de la qualité, du délai et du coût	Identification des risques résiduels, mesures correctives, contrôle du management des risques résiduels (réalité des actions, vigilance, mémorisation, capitalisation des retours d'expérience)
	DET/AOR	Étude et suivi géotechniques d'exécution (G3) Phase Suivi (en interaction avec la phase Étude)	Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision du suivi géotechnique d'exécution (en interaction avec la phase Supervision de l'étude)	Exécution des travaux en toute sécurité et en conformité avec les attentes du maître d'ouvrage	
À toute étape d'un projet ou sur un ouvrage existant	Diagnostic	Diagnostic géotechnique (G5)		Influence d'un élément géotechnique spécifique sur le projet ou sur l'ouvrage existant	Influence élément géotechnique sur les risques géotechniques identifiés



CLASSIFICATION ET ENCHAÎNEMENT DES MISSIONS TYPES D'INGÉNIERIE GÉOTECHNIQUE

L'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique doit suivre les étapes d'élaboration et de réalisation de tout projet pour contribuer à la maîtrise des risques géologiques. Chaque mission s'appuie sur des investigations géotechniques spécifiques.

Il appartient au maître d'ouvrage ou à son mandataire de veiller à la réalisation successive de toutes ces missions par une ingénierie géotechnique.

ALÉAS GÉOTECHNIQUES ET CONDITIONS CONTRACTUELLES

1- Les reconnaissances de sols procèdent par sondages, les résultats ne sont pas rigoureusement extrapolables à l'ensemble du site. Il persiste des aléas (exemple : hétérogénéité locale, variations de position des interfaces) qui peuvent entraîner des adaptations tant de la conception que de l'exécution qui ne sauraient être à la charge du géotechnicien.

2- Le présent rapport et ses annexes constituent un tout indissociable. La mauvaise utilisation qui pourrait être faite suite à une communication ou reproduction partielle ne saurait engager IMS RN.

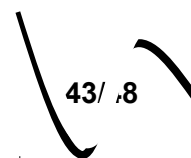
3- Des modifications dans l'implantation, la conception ou l'importance des projets ainsi que dans les hypothèses prises en compte et en particulier dans les indications de la partie « Introduction » du présent rapport peuvent conduire à des remises en cause des prescriptions. Une nouvelle mission devra alors être confiée à IMS RN afin de réadapter ces conclusions ou de valider par écrit le nouveau projet.

4- De même des éléments nouveaux mis en évidence lors de l'exécution des travaux et n'ayant pu être détectés au cours des reconnaissances de sol (exemples : dissolution, cavité, hétérogénéité localisée, venue d'eau...) peuvent rendre caduques certaines recommandations figurant dans ce rapport.

5- Compte tenu de la spécificité géotechnique des travaux proposés, nous recommandons d'être associés à l'équipe d'ingénierie pour la conception et le suivi des travaux.

6- Nous rappelons qu'il est de la responsabilité du maître d'oeuvre de faire appliquer l'enchaînement des missions géotechniques dans le cadre de l'étude, de la conception et de l'exécution des travaux en référence à la norme NFP 94-500.

A cet effet, nous restons à la disposition du demandeur pour poursuivre ces missions.



ANNEXE 2 : grilles d'aléas IMS_{RN}

**Grille d'aléa glissements de terrain**

ALÉA	INDICE	CRITÈRES
ELEVÉ	G3	Pentes instables ou à l'état de stabilité précaire (mouvements actifs). - Glissements actifs avec nombreux indices de mouvements (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 - Identification de nombreuses venues d'eau (émergences et dans les sondages) - Présence de chutes de résistance de pointe dans les sondages pénétrométriques ou d'argile molle saturée dans les sondages destructifs. - Surfaces de glissement détectées dans les inclinomètres. - Bâti et/ou infrastructures existants dégradés
MOYEN	G2	Stabilité actuelle proche de l'équilibre limite : risque de mouvements dès lors qu'il y aura des aménagements anthropiques. - indices de mouvement inexistant, ou peu marqués, peu développés et/ou ponctuels. - Identification ponctuellement de venue d'eau (émergences et dans les sondages) - Glissements fossiles - Baisse de la compacité ponctuellement dans les sondages pénétrométriques. - Bâti et/ou infrastructures existants présentant peu ou pas de désordres.
FAIBLE	G1	Stabilité actuelle assurée : risque de mouvements limités mais non nuls. Pentes sensibles à des terrassements de grande ampleur ou des projets de construction importants. - Aucun indice de glissement. - Pas d'eau ou venues d'eau très ponctuelles dans les sondages. - Bâti et/ou infrastructures existant ne présentant pas de désordres.



ANNEXE 3 : logs de sondages destructifs



Sondage : PZ1

Type : Destructif avec Pose de Piézomètre

Chantier : 48 CHANAC

Z:

Date : 04/10/2016

Etude : SONDAGES

X:

Début : -0,50 m

Lieu-dit Vareilles

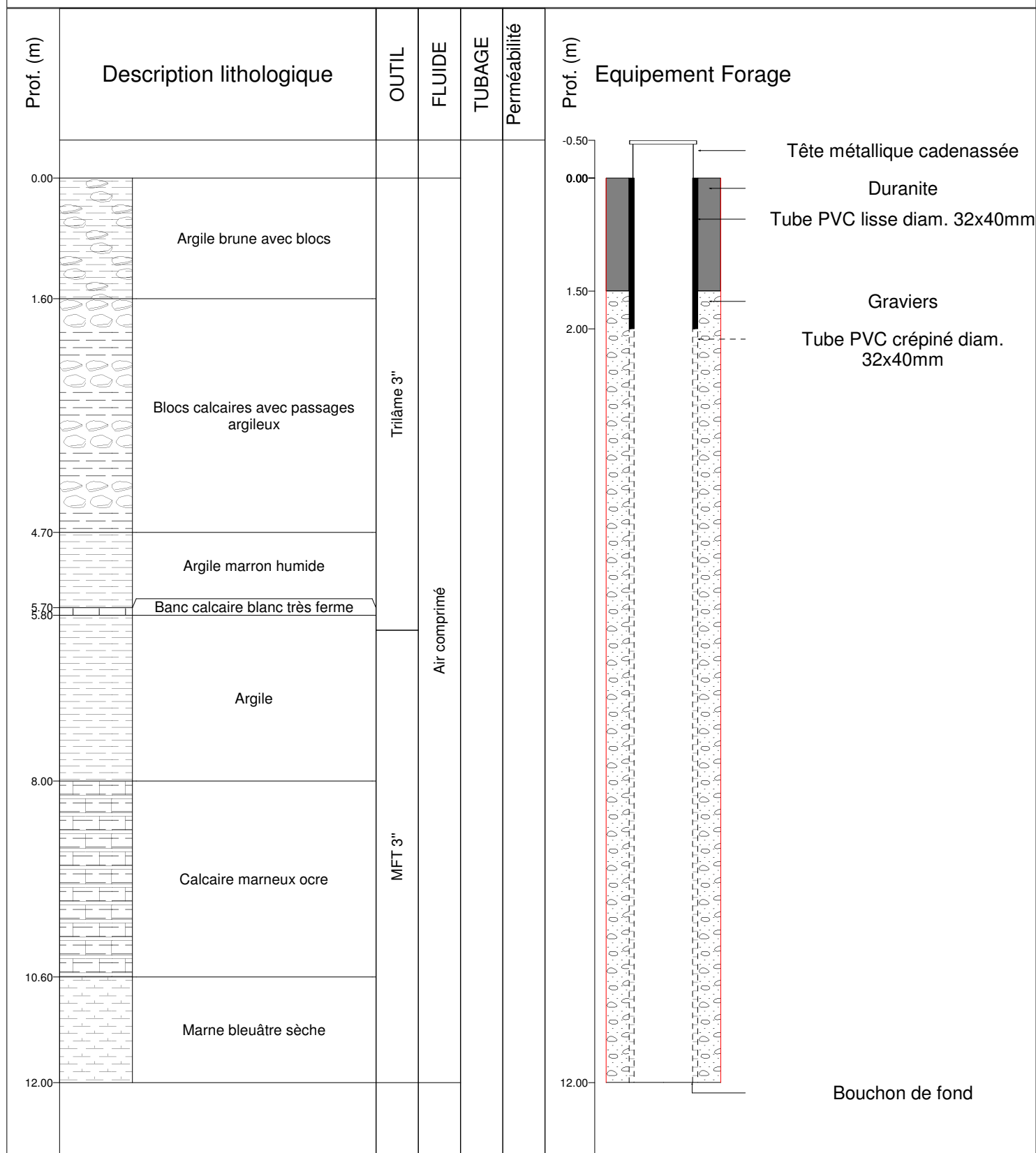
Y:

Fin : 12,00 m

N° de dossier : DO RGT 10 0478

Echelle : 1 / 70

Page : 1 / 1



Observations : Forage sec



Sondage : PZ2

Type : Destructif avec Pose de Piézomètre

Chantier : 48 CHANAC

Z:

Date : 03/10/2016

Etude : SONDAGES

X:

Début : -0,75 m

Lieu-dit Vareilles

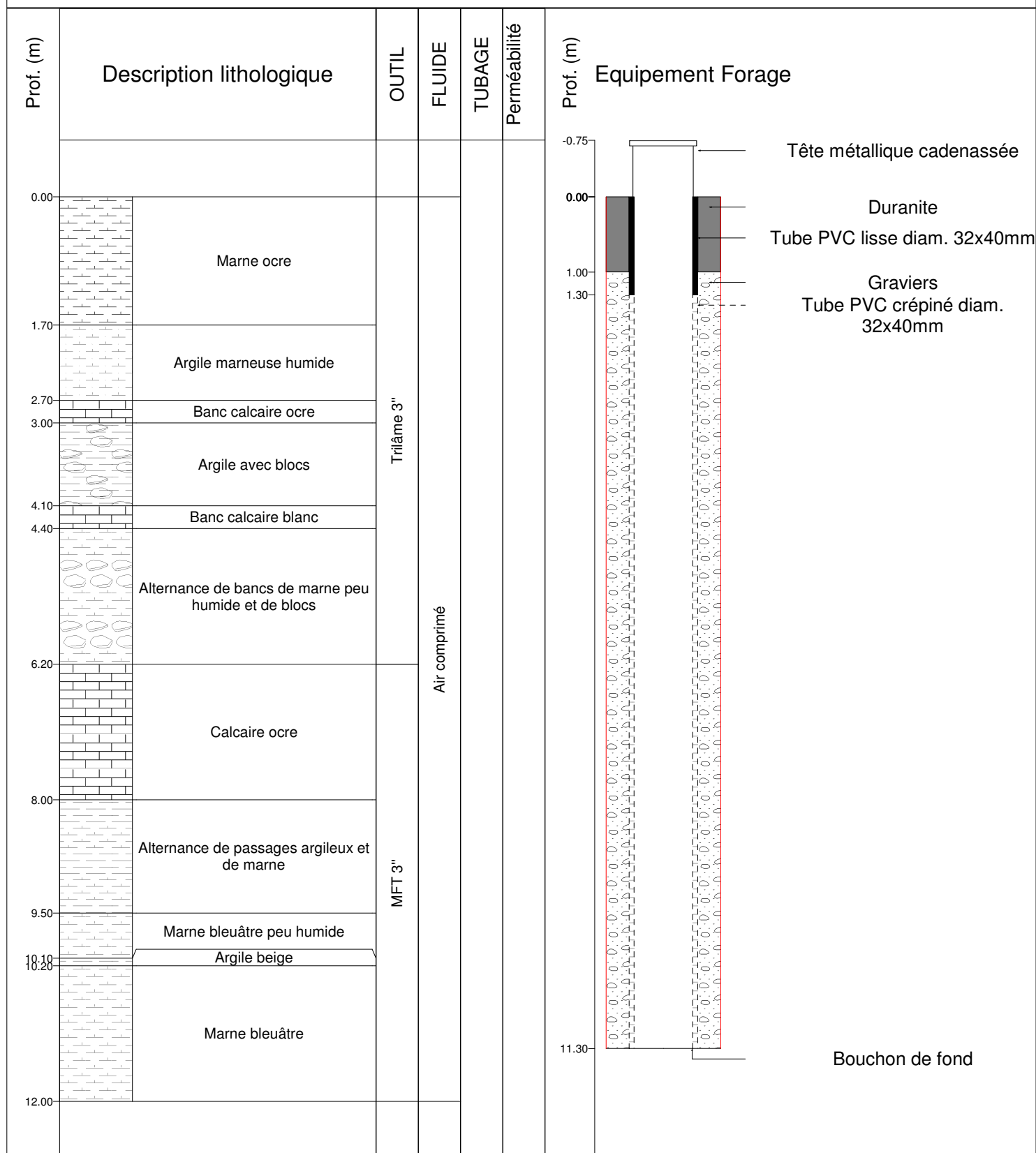
Y:

Fin : 12,00 m

N° de dossier : DO RGT 10 0478

Echelle : 1 / 70

Page : 1 / 1



Observations : Forage sec



ANNEXE 4 : observations de terrain

Annexe: observations de terrain

Sont listées ici les observations faites sur le terrain, relevées sur PDA et carnet, avec les informations suivantes: date, identifiant du point d'observation, latitude et longitude en degrés décimaux (sans transformation depuis le GPS, ellipsoïde WGS84), descriptions, mesures structurales, photographies, croquis.

```
#####
##                               ##
##                               ##
##                               ##
##                               ##
##                               ##
#####
```

11-Oct-2016

Report generated on 11-Oct-2016/23:45:40+2:00 by gll_geolpda_report_generator.r

1. 13-Sep-2016

7:56:31

1.1. PCh2016 0118: N44.476879° E3.331246°, z = 689.51m

Chanac. Vue générale sur le site, stéréo.



8:21:10

1.2. PCh2016 0119: N44.482137° E3.327325°, z = 703.01m

Accès en kangoo jusqu'ici. Terrain de volley.





8:28:42

1.3. PCh2016 0120: N44.482788° E3.327853°, z = 709.14m

Parcelle en pente douce régulière, accès aisé.



8:30:49

1.4. PCh2016 0121: N44.482739° E3.327468°, z = 707.74m

Revenu à la parcelle 881 (où est garée la kangoo), luzerne, subaffleurement: cailloutis calcaires centimétriques à pluricentimétriques, anguleux, dans matrice terreuse => colluvions.



8:40:02

1.5. PCh2016 0122: N44.482767° E3.327034°, z = 715.96m

Bord nord parcelle 881: cailloutis un peu plus grossiers, décimétriques: tendance colluvions plus clastes d'éboulis. Parcelle 879, attenante au Nord = broussailles denses.



8:45

1.6. PCh2016 0123: N44.482541° E3.32696°, z = 713.15m

Convexité bien marquée dans la parcelle, à axe subhorizontal. Plus bas, à environ 10m, juste au dessus de la kangoo, concavité bien marquée. Photos panoramiques stéréo.

8:55:16

1.7. PCh2016 0124: N44.482303° E3.326967°, z = 716.13m

"Affleurement" de marnes gris-beige clair, lits millimétriques; fentes de retrait centimétriques.



9:02:18

1.8. PCh2016 0125: N44.48221° E3.326903°, z = 705.83m

Concavité ici, et contact des colluvions plus bas avec les marnes gris-beige un peu bleutées.



9:07:41

1.9. PCh2016 0126: N44.481772° E3.326803°, z = 708.96m

Carrefour. Le chemin montant vers le Nord est très étroit. Borne rouge et blanche un peu incongrue. Suivi chemin, muret partiellement écroulé.



9:11:21

1.10. PCh2016 0127: N44.48212° E3.326727°, z = 720.36m

Le chemin monte dans des cailloux calcaires centimétriques à décimétriques pris dans une matrice terreuse, probablement éboulis.



1.11. PCh2016 0128: N44.482108° E3.326435°, z = 729.98m

Ruine. Panneau "éboulements en cours - danger".

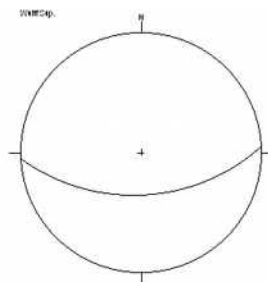
**1.12. PCh2016 0129: N44.482151° E3.326408°, z = 732.55m**

Dans la maison. Peu de désordres: un montant de porte, et une partie du pignon sud. Paille au sol. Au fond de la bâtisse au Nord, maçonnerie sur le substratum = clastes calcaires cimentés. Des bancs pluricentimétriques, certains sont curieusement parallèles entre eux, pendant fortement (~60°) vers le Nord. Cela évoquerait un paquet glissé antithétique dans un ensemble déstabilisé? Des efflorescences blanches, du genre salpêtre.

Structural measurement:

plane Nm87/51/N

9:24:03





9:39:19

1.13. PCh2016 0130: N44.482168° E3.326471°, z = 743.71m

À l'extérieur de la ruine, sur le chemin, affleurement de calcaire en plaquettes, pendage régulier vers le Nord se suivant sur 4m vers le Nord. Puis affleure un calcaire plus massif, verticalisé, qui arme le relief (sous un pierrier).

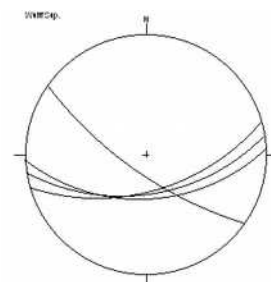
Structural measurements:

plane Nm87/49/N

plane Nm81/53/N

plane Nm74/56/N

plane Nm125/72/N





9:46:54

1.14. PCh2016 0131: N44.482258° E3.32619°, z = 743.81m

Affleurement de calcaire en plaquettes, pendage subvertical. Convexité, arme le relief. Faciès très bioclastique, beige.



9:53:29

1.15. PCh2016 0132: N44.482345° E3.326266°, z = 736.93m

Cailloutis calcaires, pierrier, éboulis. Muret (lauzes, ou du moins plaques de calcaires, à contre-pente: est-ce une technique de construction de murets?).



9:58:16

1.16. PCh2016 0133: N44.482634° E3.326047°, z = 748.55m

Chemin, éboulis-colluvions. Emplacement possible pour un sondage.

10:04:15

1.17. PCh2016 0134: N44.482947° E3.325683°, z = 750.42m

Le sondage serait plutôt prévu par ici, juste au-dessus d'un ressaut (probablement anthropique), et sous une pente douce régulière sous pinède.

10:14:41

1.18. PCh2016 0135: N44.483048° E3.325934°, z = 756.12m

Pinède, pente douce, terre et cailloutis.



10:15:50

1.19. PCh2016 0136: N44.483186° E3.32566°, z = 757.43m

Éboulis vifs non consolidés, langue decamétrique.



10:18:25

1.20. PCh2016 0137: N44.483556° E3.325596°, z = 756.31m

Grand chemin venant de l'Ouest.



10:19:50

1.21. PCh2016 0138: N44.483449° E3.326194°, z = 765.85m

Carrefour avec le petit chemin venant du Sud. Terre et cailloutis. Pierrier.

10:29:38

1.22. PCh2016 0139: N44.483611° E3.32637°, z = 772.67m

Rupture de pente entre la pinède sur les éboulis (très clastiques, peu matriciels, bien visibles dans le talus du chemin) et une combe à luzerne avec paillage.



10:37:42

1.23. PCh2016 0140: N44.483838° E3.32644°, z = 768.62m

Au long du contact, recherche d'indices de mouvements de terrain: RAS. Un arbre ou deux pourraient vaguement être vus comme tordus. Très peu convaincant.



10:43:01

1.24. PCh2016 0141: N44.483456° E3.326777°, z = 755.38m

Parcelle cultivée, relief mou, cailloutis: colluvions probablement.



10:51:59

1.25. PCh2016 0142: N44.4832° E3.326521°, z = 755.76m

Éboulis sous pinède, pente forte, blocs décimétriques en majeure partie, et quelques de tailles métriques. Le talus en contrebas de la parcelle cultivée est fort raide. Et si la morphologie de cette parcelle était , genre déroquetage/épierrage massif?





10:57:51

1.26. PCh2016 0143: N44.483256° E3.32621°, z = 755.35m

Croisement sentier venant de l'Est avec le chemin venant du Nord. Lieu possible pour faire un sondage. Éboulis grossiers.



11:03

1.27. PCh2016 0144: N44.483135° E3.326202°, z = 761.08m

Banc calcaire > 4m dans les éboulis, pendage Nm60/50/S. Calcaire brun caramel, sparitique.



11:07:25

1.28. PCh2016 0145: N44.482819° E3.326375°, z = 755.3m

Talus d'éboulis vifs. Suivi sentier descendant vers l'est.



11:11:08

1.29. PCh2016 0146: N44.483053° E3.327453°, z = 736.69m

Pinède, vestiges de terrasses, murets. Pentu, la pente venant de l'Ouest rejoint assez naturellement celle venant du Nord. Accès malaisé par des sentiers: il faudra prévoir de faire un accès si on veut faire un sondage par ici.



11:16:20

1.30. PCh2016 0147: N44.483283° E3.327608°, z = 746.03m

Rupture de pente: pied du talus bordant la parcelle du haut. Très ancien (?) remblai? On passe d'une pente de 20° à une pente de 40°.

11:23:03

1.31. PCh2016 0148: N44.482727° E3.326876°, z = 738.63m

Éboulis, murets de soutènement délabrés.





11:27:43

1.32. PCh2016 0149: N44.482748° E3.327505°, z = 725.82m

Thalweg, sec.



12:51:11

1.33. PCh2016 0150: N44.481961° E3.326614°, z = 716.65m

Parcelle en pente régulière, cailloutis et terre. Quelques fentes de retrait, dans le cheminement piétiné visible sur imagerie. On dirait que des colluvions couvrent le "dos" des éboulis, par opposition au relief plus à l'Est, qui entaille dans la masse des éboulis. Ici, endroit pour sondage, accès très aisé.



13:01:49

1.34. PCh2016 0151: N44.481665° E3.326043°, z = 720.23m

Ici, convexité dans champ. Photo stéréo. Terre, colluvions.



13:05

1.35. PCh2016 0152: N44.481463° E3.326018°, z = 716.56m

Emplacement pour sondage, accès très aisé. Vue sur la convexité plus haut. En contrebas, concavité d'origine anthropique près de la haie.



13:33:36

1.36. PCh2016 0153: N44.482136° E3.319954°, z = 717.36m

Discussion avec agriculteur: accès à la piste vue ce matin possible en prenant ce chemin, mais en passant par les champs du voisin. Manque de chemins, d'une manière générale, champs enclavés. Par ailleurs, il y a eu un glissement de terrain derrière son hangar à toit photovoltaïque quand ils ont fait le terrassement. Apparemment, éboulis sur argiles, vidage d'une accumulation d'eaux souterraines à la base des éboulis sur les marnes lors de l'excavation, glissement plus en amont, puis remédiation.

13:40:01

1.37. PCh2016 0154: N44.482655° E3.319557°, z = 735.19m

Petite carrière dans des éboulis cimentés, clastiques, granulométrie bien homogène, clastes calcaires de quelques centimètres. Parfois très induré, recimentation par de la calcite. On a même des surfaces stalagmitiques genre plancher; comme quoi, ces

éboulis sont le lieu de circulations d'eaux et de phénomènes microkarstiques qui contribuent à leur intense cimentation. Étonnant.





2. 3-Oct-2016

8:15:21

2.1. **PCh2016 0270: N44.481508° E3.326008°, z = 714.99m**

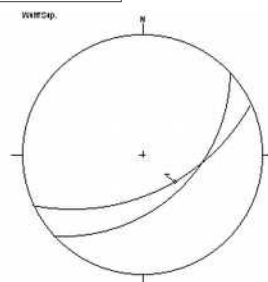
Chanac. PM1 (à côté de Pdy1), coupe:

Prof.fin(m)	Description
0.20	Terre végétale brune. Semelle de labour?
2.40	Terre, argileux, petits cailloutis calcaires infracentimétriques: colluvions, brun.
3.50	Marnes feuilletées, gris-bleu, contrastes d'oxydo-réduction. Attitude Nm10/40/W, étonnamment pentu, plans striés quasi aval-pendage, très certainement mouvements normaux.

Structural measurements:

plane Nm47/44/N

plane+line, movement Nm65/54/N/75/W/N





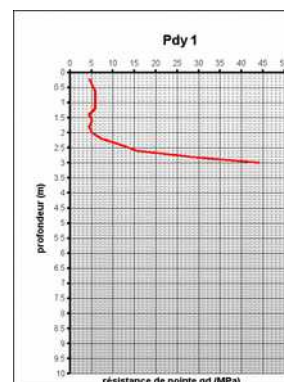
12:20:34

2.2. PCh2016 0271: N44.481479° E3.326077°, z = 702.16m

Pdy1, profondeur 3m.

Enregistrement des coups par paliers de 20cm:

6 7 8 8 8 8 6 7 6 7 10 16 21 38 60 Refus.

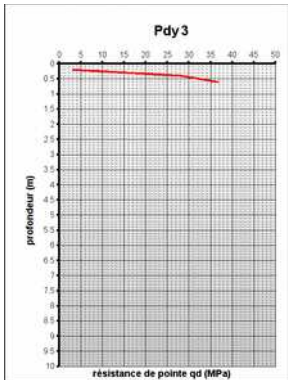




12:20:34

2.3. PCh2016 0272: N3.326309° E44.483191°, z = 761.5m

Pdy3, profondeur 9.60m.
Enregistrement des coups par paliers de 20cm:
4 38 50 Refus.



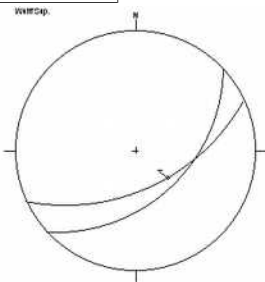
12:58:40

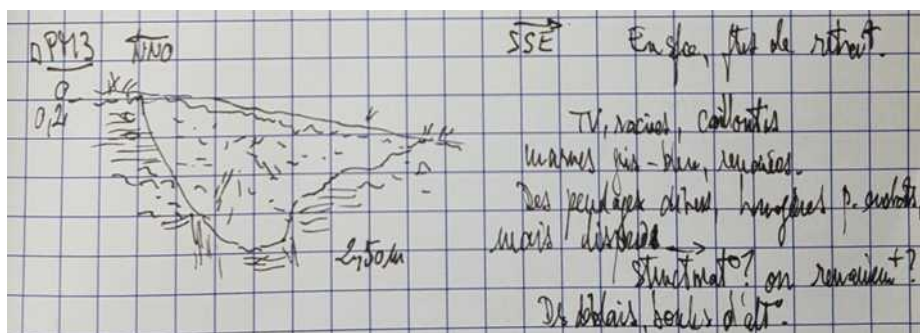
2.4. PCh2016 0273: N44.482658° E3.325465°, z = 726.65m

PM3. En surface, en bord de parcelle, affleurement de marnes avec fentes de retrait.
Coupe:

Prof.fin(m)	Description
0.20	Terre végétale, racines, cailloutis, horizon irrégulier.
2.50	Marnes gris-bleu, remaniées. Des pendages divers, homogènes par zones, mais dispersés. Structuration? ou remaniement? Dans déblais, boules d'altération typiques.

Structural measurements:
plane Nm17/24/W
plane Nm31/23/W
plane Nm18/24/W
plane Nm32/60/W
plane Nm166/64/W
plane Nm120/40/S





13:46:23

2.5. **PCh2016 0274: N44.482745° E3.327062°, z = 716.46m**

SD1, profondeur 12m: rencontré marnes bleues, sèches, après 10m, après une succession de calcaires et de calcaires marneux: voir log sondeur. Équipement piézomètre.



14:07:20

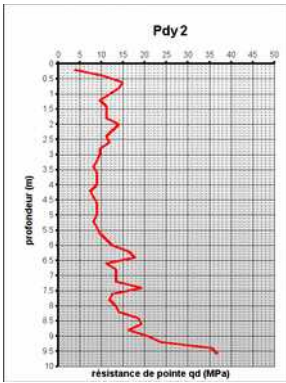
2.6. PCh2016 0275: N44.482915° E3.325632°, z = 738.91m

Pdy2, profondeur 9.60m.

Enregistrement des coups par paliers de 20cm:

5 14 20 19 16 13 15 15 15 19 17 15 16 13 13 12 11 12 12 12 10 11 12 12 12 11 12 13 15 17 22 24 15 18 18 18 26 17 16 18 19 25 26 22 28 32 45 50 Refus, arrêt sur un bloc.

Passage de nombreux blocs ayant rayé le train de tiges.



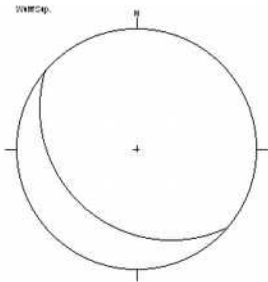
14:22:48

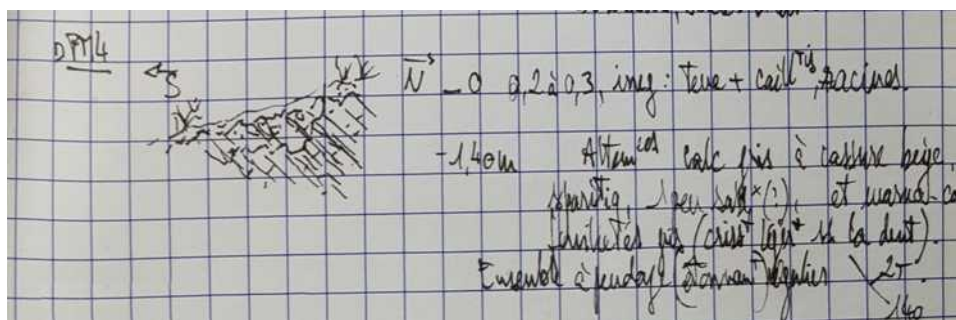
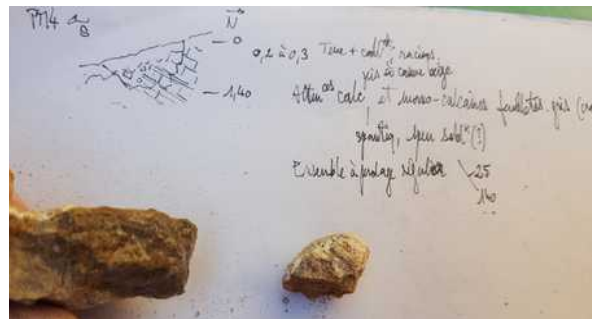
2.7. PCh2016 0276: N44.482657° E3.326193°, z = 735.35m

PM4, coupe:

Prof.fin(m)	Description
0.25	20 à 30cm de terre et cailloutis, racines, horizon irrégulier.
1.40	Alternances de calcaire gris à cassure beige, sparitique, un peu sableux (?), et marno-calcaires feuilletés gris (crissant légèrement sous la dent). Ensemble à pendage (étonnamment) régulier Nm140/25/E.

Structural measurement:
plane Nm131/24/N





14:59:06

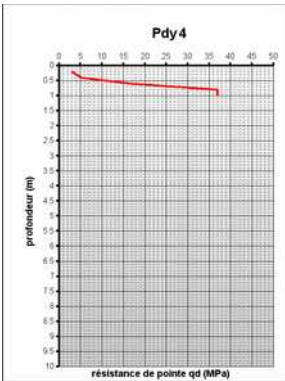
2.8. PCh2016 0277: N44.48191° E3.326664°, z = 711.17m

Pdy4, profondeur 0.60m.

En surface, fentes de retrait dans la terre.

Enregistrement des coups par paliers de 20cm:

4 7 23 50 Refus.



15:02:53

2.9. PCh2016 0278: N44.481862° E3.326181°, z = 713.27m

? 2 parpaings sous un caillou: regard?



15:07:30

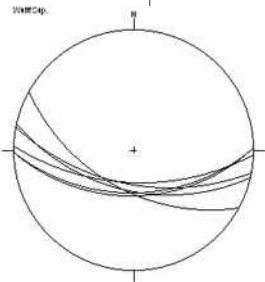
2.10. PCh2016 0279: N44.481709° E3.325989°, z = 710.78m

PM2, coupe:

Prof.fin(m)	Description
0.07	5 à 10cm de terre végétale et colluvions.
1.70	Rocher: calcaire sparitique, beige, sableux, dur, en place? Pendage régulier important, 60° environ. Bancs décimétriques dans calcaire massif, et passées + alternances marneuses à débit pluricentimétrique.
2.90	Marno-calcaires. Pendage régulier Nm100/60/N. Refus de la pelle.

Structural measurements:

- plane Nm101/58/N
- plane Nm92/60/N
- plane Nm89/51/N
- plane Nm103/53/N
- plane Nm119/53/N
- plane Nm89/48/N



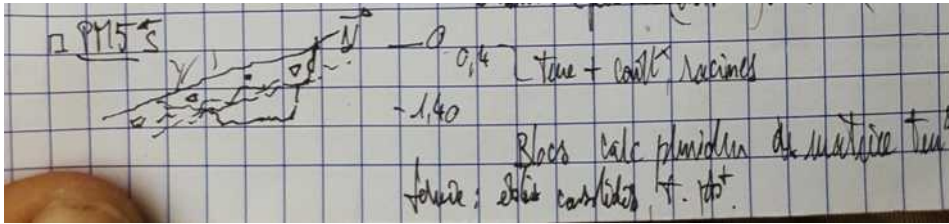


15:16:36

2.11. PCh2016 0280: N44.482883° E3.325681°, z = 748.83m

PM5, coupe:

Prof.fin(m)	Description
0.40	Terre et cailloux, racines.
1.40	Blocs calcaires pluridécimétriques dans matrice terreuse fermée: éboulis consolidés, très probablement. Refus de la pelle.



2.12. PCh2016 0281: N44.482805° E3.325631°, z = 726.81m

PM6, coupe:

Prof.fin(m)	Description
0.40	Terre et cailloux, colluvions.

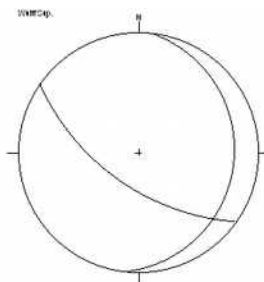
15:36:12

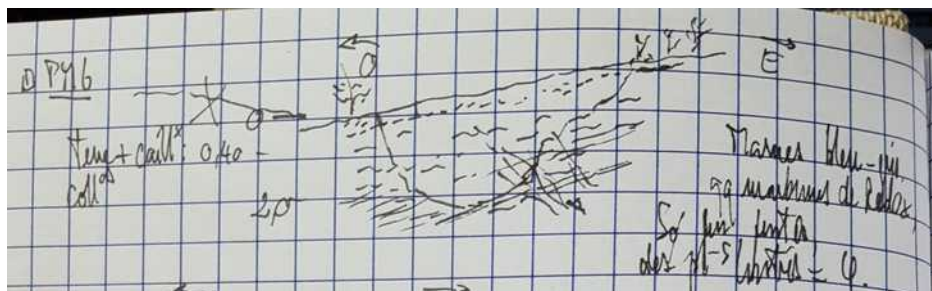
2.00	Marnes bleu-gris, quelques marbrures d'oxydo-réduction; So peu pentée, des plans lustrés = plans de failles.
------	--

Structural measurements:

plane Nm6/13/W

plane+line, movement Nm125/59/N/82/W/N





15:45:23

2.13. PCh2016 0282: N44.482702° E3.326055°, z = 734.78m

SD2: mise en place; sondage effectué le lendemain, profondeur 12m, touché les marnes gris-bleu au fond. Voir log sondeur. Équipement piézomètre.



15:53:25

2.14. PCh2016 0283: N44.482205° E3.327163°, z = 706.04m

Emplacement initialement prévu pour le Pdy5, réalisé plus vers le nord.



15:55:02

2.15. PCh2016 0284: N44.482684° E3.3271°, z = 712.5m

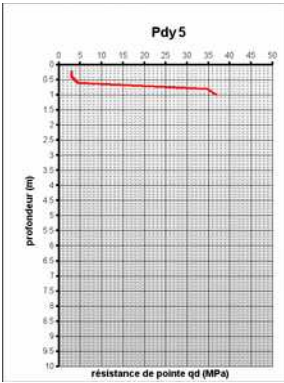
SD1, une fois équipé en piézomètre.



16:07:16

2.16. PCh2016 0285: N44.482451° E3.327201°, z = 721.64m

Pdy5, profondeur 1m.
Enregistrement des coups par paliers de 20cm:
4 4 6 47 50 Refus.



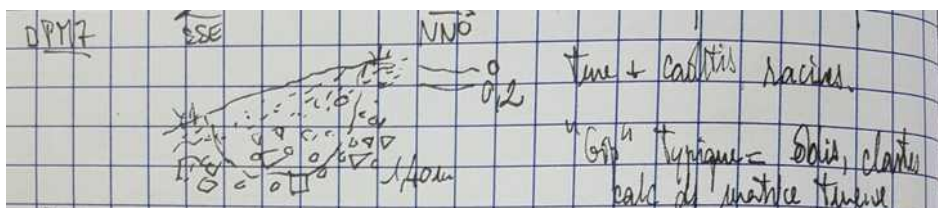
16:10:09

2.17. PCh2016 0286: N44.482587° E3.327293°, z = 717.77m

PM7, coupe:

Prof.fin(m)	Description
0.20	Terre et cailloutis, racines.
1.40	"Gip" typique = éboulis, clastes calcaires dans matrice terreuse lâche. Refus de la pelle.





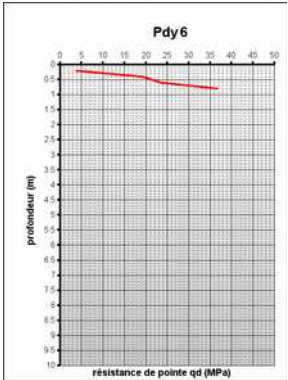
2.18. PCh2016 0287: N44.483004° E3.327417°, z = 727.04m

Pdy6, profondeur 0.8m.

Enregistrement des coups par paliers de 20cm:

16:33:55

5 26 32 50 Refus.



16:35:41

2.19. PCh2016 0288: N44.482469° E3.327361°, z = 721.31m

PM8, coupe:

Prof.fin(m)	Description
0.20	Terre végétale et cailloutis.
0.75	Cailloutis centimétriques dans matrice argileuse brune lâche: colluvions.
1.00	Blocs calcaires pluridécimétriques: éboulis.



