

PLAN DE PRÉVENTION DES RISQUES NATURELS PRÉVISIBLES DE MOUVEMENTS DE TERRAIN DE LA COMMUNE DE LATRESNE

Pièce 2 : Note de présentation

Service Instructeur : Direction Départementale des Territoires et de la Mer de la Gironde
Réalisation : GINGER CEBTP

Dossier approuvé le

30 AVR. 2026

MAÎTRE D'OUVRAGE	DDTM de la Gironde Cité Administrative – Rue Jules Ferry – BP 90 33090 BORDEAUX Cedex Tél. : 05 56 93 30 33 – Fax : 05 56 24 47 24 E-mail : ddtm@gironde.gouv.fr
AFFAIRE	Plan de Prévention des Risques Mouvements de terrain – Commune de LATRESNE (33)
RÉFÉRENCE	2016/M2/33/0281
ÉMETTEUR	GINGER CEBTP – Pôle Géomatique Agence de Montpellier Parc d'activité Clément Ader – 12 Rue des Frères Lumière 34 830 JACOU Tél. : +33 (0) 4 67 59 40 10 E-mail : cebtp.montpellier@groupe-cebtp.com

INDICE	DATE	MISE-À-JOUR	RÉDACTEUR(S)
0	27/09/2021		PUYRAIMOND Jimmy
1	25/10/2024	Actualisation des données bibliographiques Mise à jour du calcul des aléas Fontis, Effondrements généralisés et Éboulements / Chutes de blocs Actualisation de la vulnérabilité Actualisation du croisement aléas / enjeux	PUYRAIMOND Jimmy
2	06/02/2025	Assemblage des rapports d'étape	PUYRAIMOND Jimmy
3	12/12/2025	Corrections / compléments suite aux remarques du commissaire enquêteur	PUYRAIMOND Jimmy

TABLE DES MATIÈRES

I. PRÉAMBULE.....	5
II. ASPECTS RÉGLEMENTAIRES ET DÉLIMITATION DU PLAN DE PRÉVENTION DES RISQUES NATURELS PRÉVISIBLES.....	6
II.1. Réglementation.....	6
II.2. Objet du PPR.....	6
II.3. Procédure d'élaboration du PPR.....	6
II.4. Aire d'étude et contenu du PPR.....	7
II.5. Opposabilité.....	9
III. DÉLIMITATION ET CONTEXTE DE LA ZONE D'ÉTUDE.....	10
III.1. Délimitation de la zone d'étude et occupation du territoire.....	10
III.2. Contexte géomorphologique, géologique, hydrogéologique et sismique.....	11
1. Géomorphologie.....	11
2. Géologie.....	12
3. Hydrogéologie.....	14
4. Sismique.....	15
III.3. Contexte climatique.....	15
III.4. Contexte hydrographique.....	15
IV. MÉTHODOLOGIE GÉNÉRALE.....	17
V. CARTOGRAPHIE INFORMATIVE DES MOUVEMENTS DE TERRAIN... 	19
V.1. Généralités.....	19
V.2. Définitions.....	19
1. Affaissements / Effondrements.....	19
2. Éboulements / Chutes de blocs et de pierres.....	22
3. Glissements de terrain / Coulées de boue.....	23
V.3. Analyse historique et bibliographique.....	25
V.4. Reconnaissance des phénomènes naturels et cartographie informative des mouvements de terrain.....	58
1. Description des affaissements / effondrements sur la zone d'étude.....	60
2. Description des éboulements / chutes de blocs sur la zone d'étude.....	68
3. Description des glissements de terrain / coulées de boue.....	70
VI. CARTOGRAPHIE DES ALÉAS MOUVEMENTS DE TERRAIN.....	73
VI.1. Définition.....	73
VI.2. Affaissements / Effondrements.....	74
1. « Modélisation » des carrières – Calcul de l'épaisseur de recouvrement.....	75
2. Calcul du taux de défrètement.....	80
3. Calcul des probabilité de rupture (coefficients de sécurité).....	82
4. Détermination du mécanisme d'instabilité.....	86
5. Qualification des aléas.....	88
6. Calcul de la zone d'influence.....	102
7. Routines de traitement des données.....	102
8. Compilation des aléas Fontis et Effondrements généralisés.....	107
VI.3. Éboulements / Chutes de blocs.....	109
1. Extraction des zones sources.....	109
2. Préparation des autres données d'entrée du logiciel Rockyfor3D®.....	109

3. Modélisation trajectographique sous le logiciel Rockyfor3D®.....	109
4. Traitement des résultats de la modélisation trajectographique 3D.....	111
5. Qualification et cartographie de l'aléa Éboulements / Chutes de blocs.....	111
VI.4. Glissements de terrain / Coulées de boue.....	113
VI.5. Prise en compte des ouvrages de protection.....	115
VI.6. Cartes des aléas.....	116
1. Aléa Affaissements / Effondrements.....	116
2. Aléa Éboulements / Chutes de blocs et de pierres.....	116
3. Aléa Glissements de terrain / Coulées de boue.....	117
4. Aléas Mouvements de terrain.....	117
<u>VII. CARTOGRAPHIE DES ENJEUX.....</u>	<u>118</u>
VII.1. Principes de cartographie.....	118
VII.2. Vulnérabilité.....	118
<u>VIII. CARTOGRAPHIE DU ZONAGE RÉGLEMENTAIRE.....</u>	<u>120</u>
VIII.1. Traduction des aléas en zonage réglementaire.....	120
1. Critères de croisement.....	120
2. Routine de production du zonage réglementaire.....	123
VIII.2. Nature des mesures réglementaires.....	125
1. Bases légales.....	125
2. Mesures individuelles.....	125
3. Mesures d'ensemble.....	125
<u>IX. BIBLIOGRAPHIE GÉNÉRALE (HORS RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE) ET SITES INTERNET DE RÉFÉRENCE.....</u>	<u>126</u>

I. PRÉAMBULE

Située dans le département de la Gironde, **la commune de LATRESNE est impactée par les risques naturels, notamment par des mouvements de terrains, comme en témoignent les événements passés.**

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

A la demande de la DDTM de la Gironde, et dans le but de limiter les conséquences humaines et économiques des catastrophes naturelles, le **Pôle Cartographie et Gestion des Risques Naturels d'Ginger CEBTP** a été chargé de réaliser le Plan de Prévention des Risques Mouvements de terrain (Affaissements / Effondrements, Éboulements / Chutes de blocs et Glissements de terrain / Coulées de boue) de la commune de LATRESNE.

A noter que cette étude ne concerne pas les phénomènes liés à l'activité sismique (rupture de failles, liquéfaction, effet de site, ...) ; seul un rappel de la réglementation sera effectué.

II. ASPECTS RÉGLEMENTAIRES ET DÉLIMITATION DU PLAN DE PRÉVENTION DES RISQUES NATURELS PRÉVISIBLES

II.1. Réglementation

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

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

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

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

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

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

II.2. Objet du PPR

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

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

II.3. Procédure d'élaboration du PPR

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

La procédure comprend plusieurs phases :

- **Le préfet prescrit par arrêté la mise à l'étude du PPR et détermine le périmètre concerné, ainsi que la nature des risques pris en compte.** Cet arrêté est notifié aux maires des communes dont le territoire est inclus dans le périmètre. Le projet de plan est établi sous la conduite d'un service déconcentré de l'État désigné par l'arrêté de prescription.
- Le projet de PPR est **soumis à l'avis des conseils municipaux** des communes sur le territoire desquelles le plan sera applicable.
- La **communauté de communes** est également **consultée** si cette dernière est compétente en matière d'urbanisme.
- Si le projet de PPR concerne des terrains agricoles ou forestiers, les dispositions relatives à ces terrains sont soumises à **l'avis de la chambre d'agriculture et du centre régional de la propriété forestière**.
- Le projet de PPR est **soumis par le préfet à une enquête publique** dans les formes prévues par les articles R. 123-1 à 23 du Code de l'Environnement.
- **A l'issue de ces consultations, le PPR éventuellement modifié pour tenir compte des avis recueillis, est approuvé par arrêté préfectoral.** Cet arrêté fait l'objet d'une mention au Recueil des actes administratifs de l'Etat dans le département, ainsi que dans deux journaux régionaux ou locaux diffusés dans le département. Une copie de l'arrêté est affichée dans chaque mairie sur le territoire de laquelle le PPR est applicable pendant un mois au minimum, il est également affiché à la communauté de communes (si cette dernière est compétente en matière d'urbanisme). Le PPR approuvé par le préfet est tenu à la disposition du public en préfecture et dans chaque mairie concernée. Le PPR est annexé au POS ou au PLU (articles L.151-43 et L.151-60 du Code de l'Urbanisme).
- **Un PPR peut être révisé, au vu de l'évolution du risque ou de sa connaissance, totalement ou partiellement** selon la même procédure et dans les mêmes conditions que son élaboration initiale (article L562-4-1 I. du code de l'environnement). Il peut également être modifié selon une procédure simplifiée prévue par le code de l'environnement (article L562-4-1 II. du code de l'environnement).

II.4. Aire d'étude et contenu du PPR

Le périmètre du présent PPR correspond au périmètre défini par l'arrêté préfectoral de prescription. La qualification et la cartographie des aléas et du zonage seront réalisées sur l'ensemble du territoire communal de LATRESNE **[Fig. 1]**.

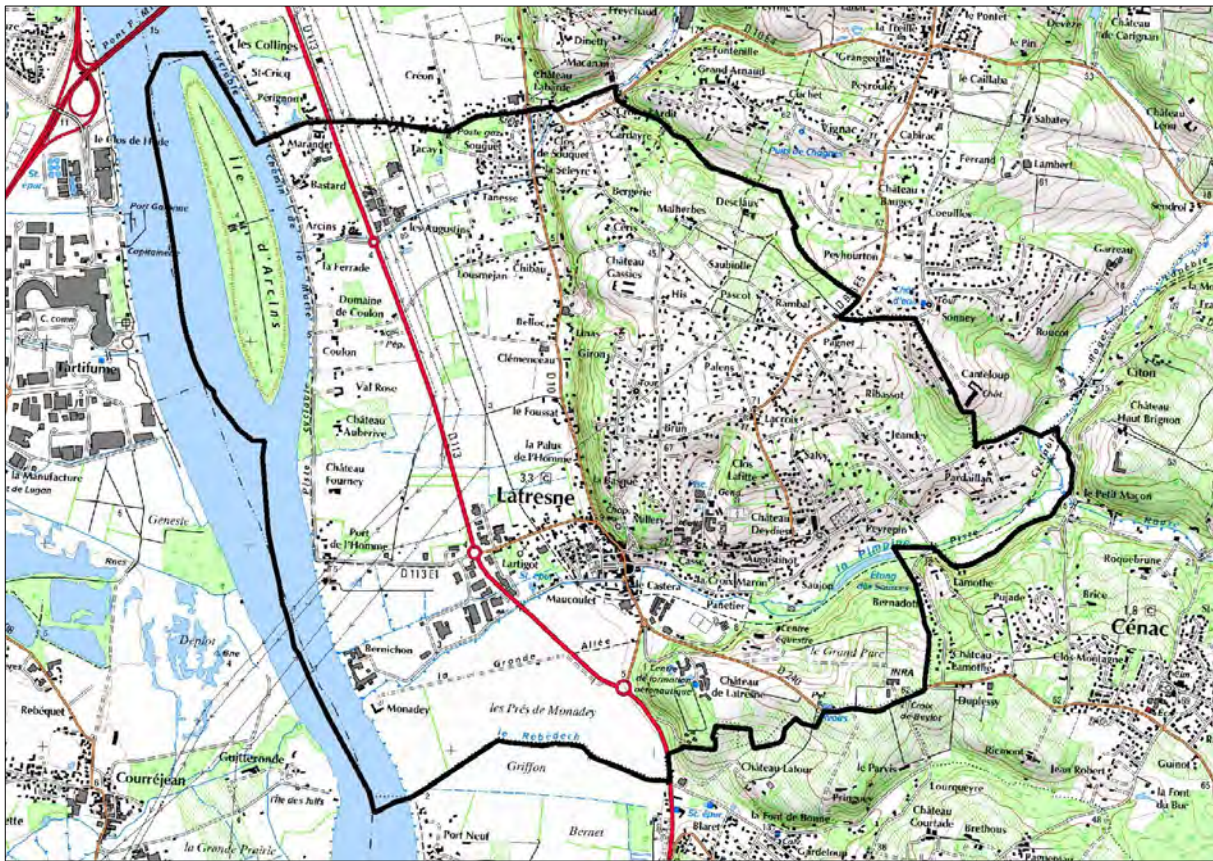


Fig. 1 : Périmètre de la zone d'étude [Source : DDTM 33 / Ginger CEBTP]

Le dossier comprend :

1 – La **note de présentation** qui indique le secteur géographique concerné par l'étude, la nature des phénomènes naturels pris en compte et leurs conséquences possibles sur l'activité et les biens dans la commune compte tenu de l'état de connaissance.

2 – Le **plan de zonage**, document graphique délimitant :

- Les zones exposées aux risques en tenant compte de la nature et de l'intensité du risque encouru ;
- Les zones non directement exposées aux risques mais où les aménagements pourraient aggraver les risques ou en provoquer de nouveaux.

Ces zones sont communément classées en :

- zones rouges : inconstructibles,
- zones bleues : constructibles sous conditions,
- zones blanches : constructibles sans contrainte spécifique.

3 – Le **règlement** qui détermine, en considérant les risques, les conditions d'occupation ou d'utilisation du sol dans les zones rouges ou bleues.

- En zone rouge : Toute construction ou implantation est en principe interdite, à l'exception de celles figurant sur la liste dérogatoire du règlement.
- En zone bleue : Le règlement de zone bleue énumère les mesures destinées à prévenir ou à atténuer les risques ; elles sont applicables aux biens et activités existants à la date de publication du PPR, ainsi qu'aux biens et activités futures. Ces mesures peuvent être rendues obligatoires dans un délai de 5 ans, pouvant être réduit en cas d'urgence. En outre, les travaux de mise en conformité avec les prescriptions de zone bleue ne peuvent avoir un coût supérieur à 10% de la valeur vénale du bien concerné, à la date d'approbation du PPR.

4 – Une **annexe** constituée par les documents cartographiques :

- La carte informative des phénomènes naturels,
- La carte des aléas,
- La carte des enjeux.

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

II.5. Opposabilité

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

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

Dans les communes dotées d'un PLU, les dispositions du PPR doivent figurer en annexe de ce document. En cas de carence, le Préfet peut, après mise en demeure, les annexer d'office (articles L.151-43 et L.151-60 du Code de l'Urbanisme).

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

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

III. DÉLIMITATION ET CONTEXTE DE LA ZONE D'ÉTUDE

III.1. Délimitation de la zone d'étude et occupation du territoire

La commune de LATRESNE est située en rive droite de la Garonne au centre du département de la Gironde, au Sud-Est de Bordeaux [Fig 2].

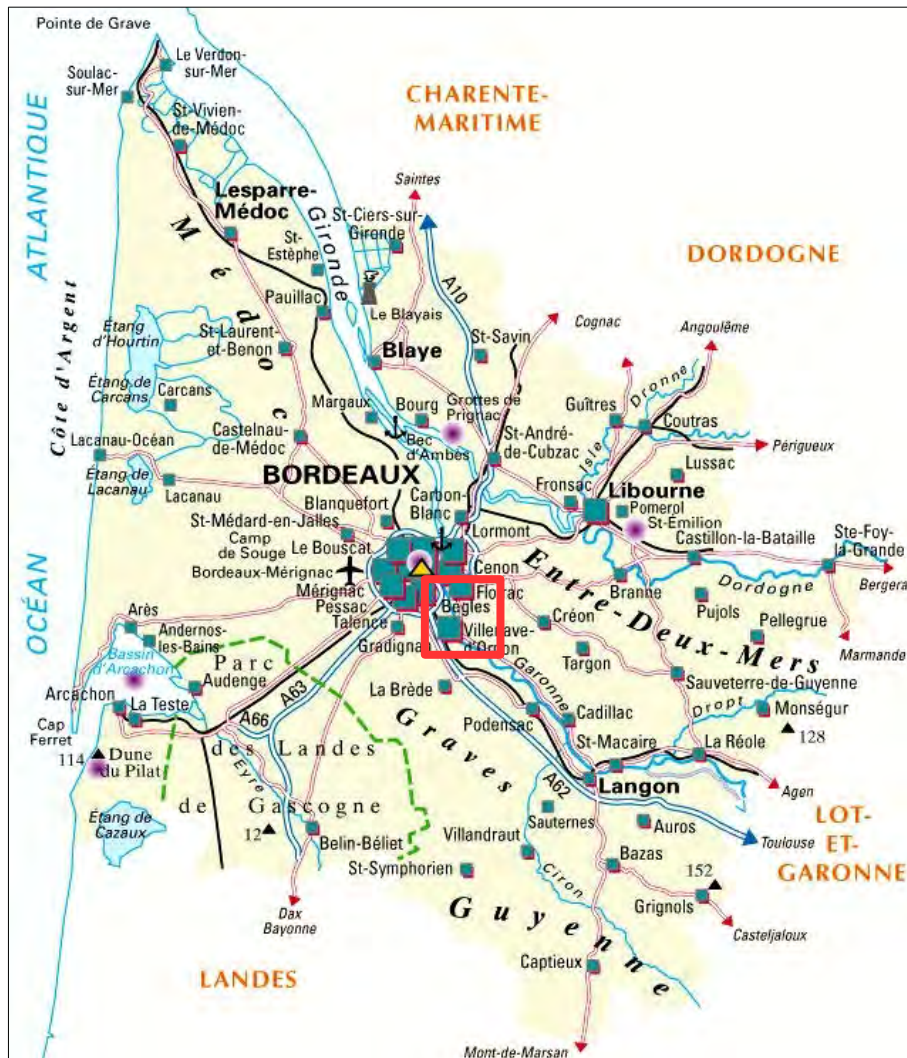


Fig. 2 : Localisation de la zone d'étude

Le périmètre de la présente étude correspond à l'ensemble du territoire communal de LATRESNE ce qui représente une superficie de 10,25 km². La commune comptait 3 342 habitants lors du dernier recensement de 2013 (données INSEE).

Sa population est principalement localisée sur le plateau (lotissements), le reste étant réparti entre le centre-ville et le long de la RD 10. Quelques habitations isolées ou hameaux sont présents en bordure de la Garonne.

Les secteurs non urbanisés sont quant à eux recouverts par des forêts de feuillus et des prairies ou de cultures.

III.2. Contexte géomorphologique, géologique, hydrogéologique et sismique

1. Géomorphologie

L'altitude de la commune de LATRESNE varie entre 2 m NGF au niveau de la Garonne à 73 m NGF au Nord de Brun [Fig. 3].

Le territoire communal peut être divisé en 2 parties :

- La **plaine de la Garonne**, recouverte par des alluvions du Quaternaire ;
- Le **plateau de l'Entre-Deux-Mers**, occupant la moitié Est du territoire communal, constitué par des calcaires de l'Oligocène moyen recouvert par des éboulis (en bordure), de colluvions et de dépôts fluviaux. A noter que ce plateau est entaillé d'Est en Ouest par la vallée de la Pimpine (constituée d'alluvions).

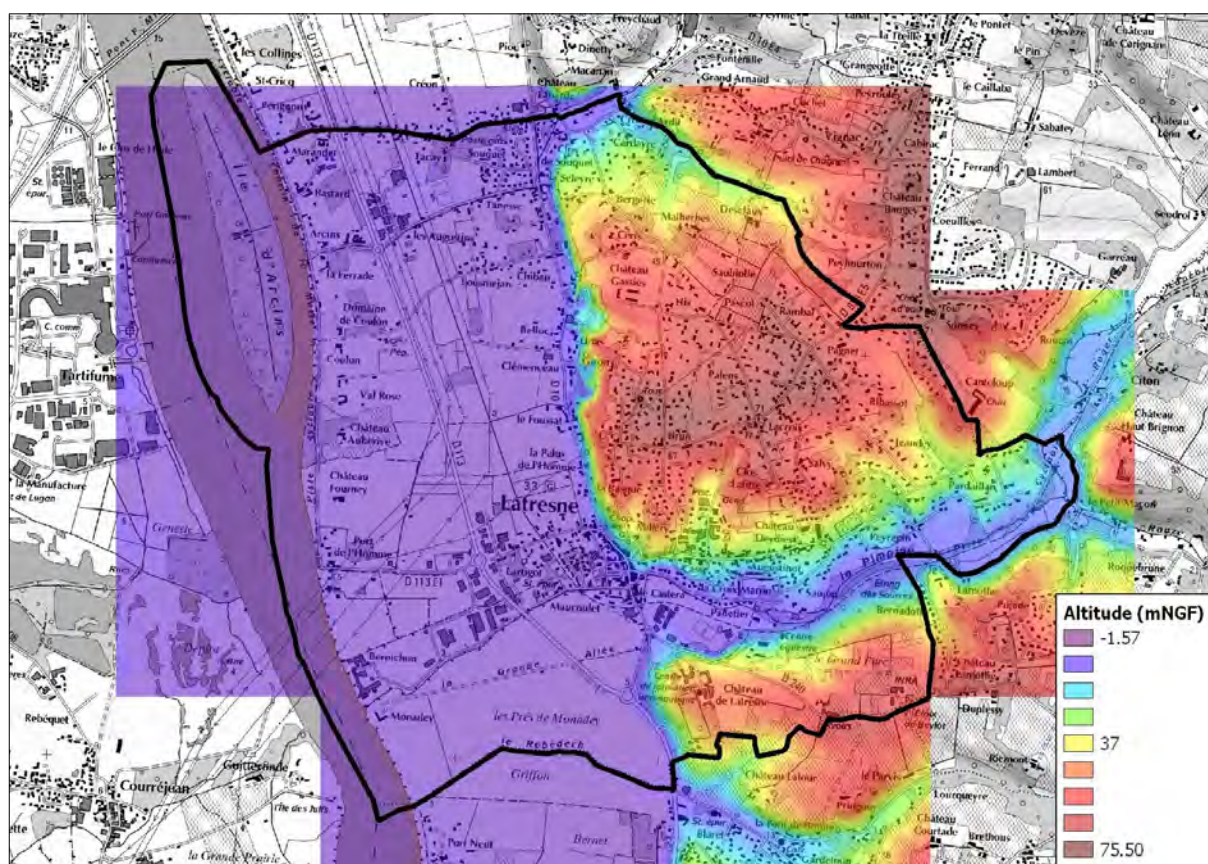


Fig. 3 : Topographie de la commune de LATRESNE (issue du MNT RGE ALTI® 1 m de l'IGN) [Source : IGN / Ginger CEBTP]

2. Géologie

D'après la carte géologique au 1/50 000 de PESSAC (n° 827, BRGM) et sa notice, on observe sur la zone d'étude – du plus ancien au plus récent – les formations suivantes **[Fig. 7]** :

TERTIAIRE

g2 – Calcaires à Astéries – Stampien (Oligocène moy.)

Cette formation, d'une épaisseur maximale de 50 m, est constituée de 3 niveaux :

- A la base se situe un calcaire fin de teinte grise à gris-bleu présentant un faciès calcilutitique à texture empâtée parfois faiblement quartzreuse (2 à 5 %) ;
- La partie médiane correspond à des calcaires bioclastiques gris blanchâtre ou jaunes à matrice micritique ou à ciment spathique. Ils renferment de nombreux fragments organiques plus ou moins broyés. C'est dans cette formation qu'ont été creusées de nombreuses carrières pour l'exploitation de pierre de taille ;
- La partie supérieure est constituée de calcaires grossiers jaunâtres, souvent karstifiés, très riches en moules internes et externes de Mollusques et coquilles d'Echinodermes et de Crustacés **[Fig. 4]**.



Fig. 4 : Affleurement de calcaires supérieurs du Stampien, le long de la rue du Bourg [Source : Ginger CEBTP]

QUATERNAIRE

Fu – Formation attribuable à la Garonne – Pléistocène inférieur basal

Il s'agit de sables et de graviers enrobés dans une argile jaunâtre et rougeâtre correspondant à une ancienne terrasse alluviale de la Garonne **[Fig. 5]**.



Fig. 5 : Contact entre formations fluviales anciennes et calcaires à Astérie, le long de la rue de la Chapelle
[Source : Ginger CEBTP]

Fy_b – Argiles des palus (alluvions fluviales) – Holocène

Ces dépôts argilo-sableux sont représentés dans les marais qui bordent la Garonne tant en rive droite qu'en rive gauche. Il s'agit le plus souvent d'argiles grisâtres plus ou moins sableuses oxydées et rouille à la partie supérieure. Quelques petits Îlots sableux ou argilo-limoneux peuvent être observés (île d'Arsins, île de la Lande, île des Juifs, ...).

CF – Argiles sableuses et limons argileux – Holocène

Cette formation argilo-limoneuse, le plus souvent colluvionnée se situe au contact des terrasses anciennes Fu-p et Fu. Il s'agit d'argiles sableuses ou limoneuses, qui tapissent le fond des vallées et recouvrent le sommet des terrasses anciennes sur des épaisseurs allant de 0,20 à 2 m environ (épaisseur supérieure à 2 mètres sur la zone d'étude).

CF-g - Éboulis mixtes issus des formations fluviales et tertiaires – Holocène

Ces dépôts de bas de versant, alimentés à la fois par les ensembles fluviales Fu-p et Fu et la décalcification des formations tertiaires peuvent être observés au pied de la falaise calcaire entre PAILLET et BOULIAC en rive droite de la Garonne. Ils sont le résultat de l'altération de ces calcaires et de l'entraînement des dépôts fluviaux par gravité et sous l'effet du ruissellement **[Fig. 6]**.



Fig. 6 : Affleurement d'éboulis en bordure du plateau, au Nord de la carrière Eiffage [Source : Ginger CEBTP]

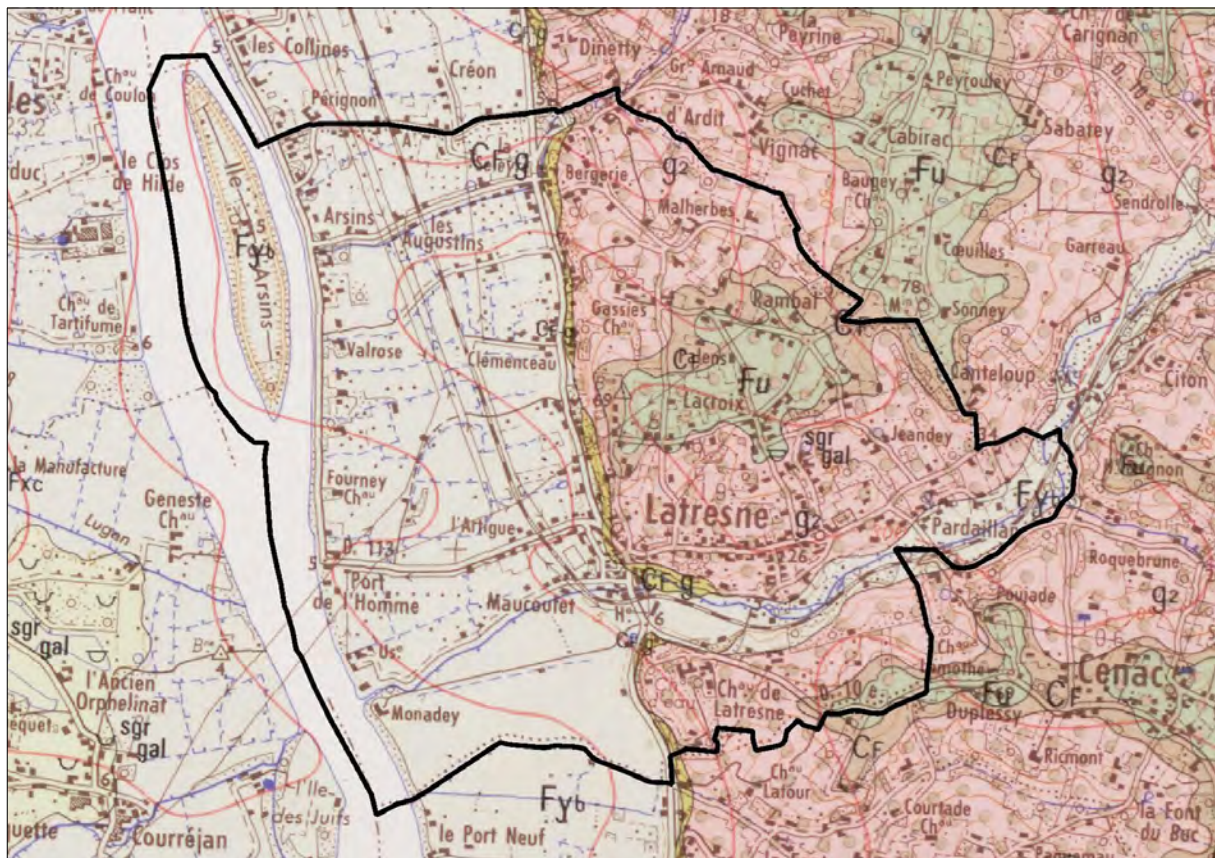


Fig. 7 : Carte géologique de la commune de LATRESNE [Source : BRGM]

3. Hydrogéologie

Sur le plateau, on retrouve 2 types de nappes souterraines :

- Une nappe superficielle est présente, sous forme de petits réservoirs, dans les sables et graviers du Quaternaire ancien.

- Une nappe semi-profonde est située dans les calcaires à Astéries (Oligocène) dont la base est constituée par les formations semi-perméables sous-jacentes (marno-calcaires). L'alimentation se fait par le drainage des nappes superficielles par l'intermédiaire des puits, des sondages et de la facturation. Les niveaux piézométriques sont variables du fait de l'hétérogénéité de l'aquifère (karstification) ; fin Juillet 2002 INERIS avait relevé le niveau à la cote 10 m NGF **[Fig. 8]**.

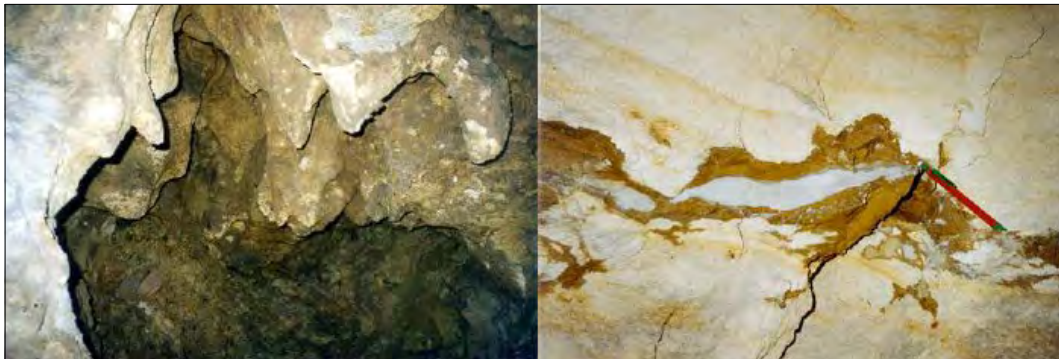


Fig. 8 : Karst béant (à gauche) et poche de décalcification remplie d'argile brune et de sable blanc (à droite) [Source : INERIS]

En plaine, la nappe de la Garonne est bien évidemment présente à faible profondeur.

4. Sismique

La commune de LATRESNE est classée en **zone de sismicité faible** (niveau 2 sur 5) sur le nouveau zonage sismique de la France (entré en vigueur le 1^{er} mai 2011 - décrets n° 2010-1254 et 2010-1255 du 22 octobre 2010).

III.3. Contexte climatique

La commune de LATRESNE est soumise à un climat océanique qui se caractérise par des étés chauds et des hivers très doux. Les précipitations sont fréquentes et réparties tout au long de l'année avec 820 mm d'eau en moyenne. Les températures moyennes sont de 6,4 °C en Janvier et de 20,9 °C en Août **[Fig. 9]**.

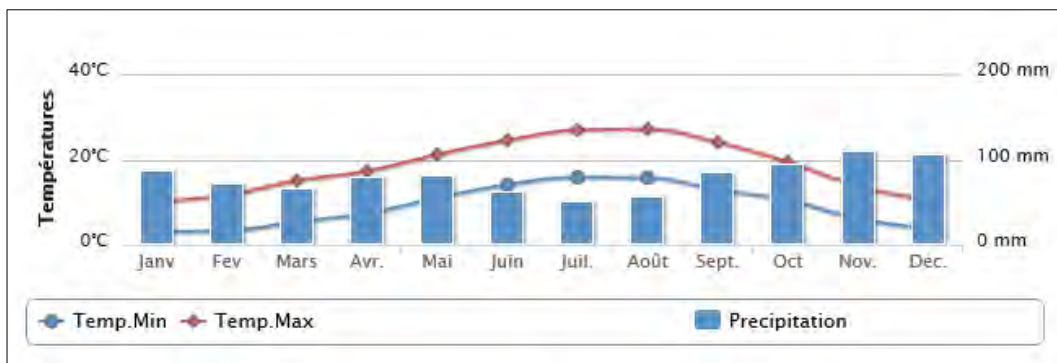


Fig. 9 : Normales annuelles à la station de BORDEAUX [Source : Météo-France]

III.4. Contexte hydrographique

Le réseau hydrographique de la commune de LATRESNE s'articule principalement autour de la Garonne qui traverse le territoire communal du Sud au Nord et en constitue sa limite Ouest. Son principal affluent sur la zone d'étude est la Pimpine qui traverse le centre-ville. Les 2 autres affluents de la Garonne sont le ruisseau des Vergnes et le Rébédech [Fig. 10].



Fig. 10 : Réseau hydrographique de la commune de LATRESNE [Source : Ginger CEBTP]

IV. MÉTHODOLOGIE GÉNÉRALE

La méthodologie employée pour la réalisation de cette étude, suit les recommandations mentionnées dans le guide général et le guide Risque de mouvements de terrain (du Ministère de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer) concernant l'élaboration des PPR.

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

Cette analyse comprend **3 étapes préalables au zonage réglementaire [Fig. 11]** :

- Cartographie informative des phénomènes naturels ;
- Cartographie des aléas ;
- Cartographie des enjeux.

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

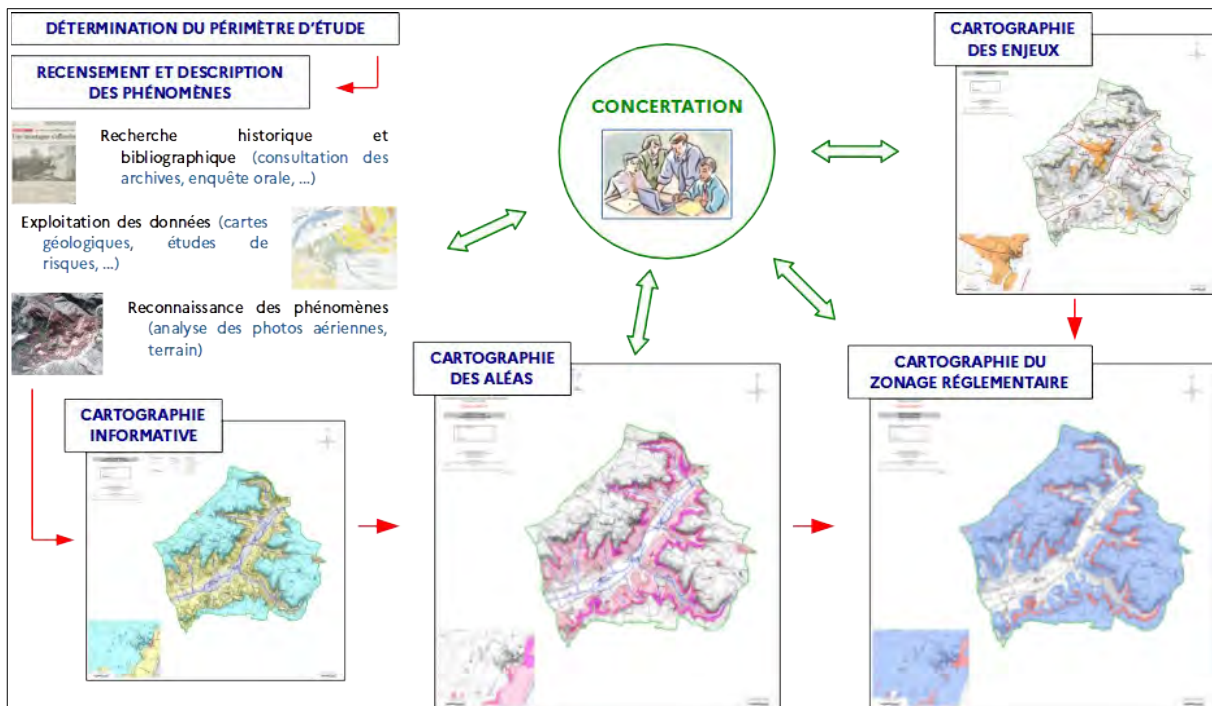


Fig. 11 : Méthodologie d'élaboration d'un Plan de Prévention des Risques [Source : GINGER CEBTP]

La cartographie informative des phénomènes naturels est très importante car c'est d'elle que va découler la cartographie des aléas qui va ensuite servir à l'élaboration du zonage.

La démarche aboutissant à la cartographie informative des phénomènes naturels se décompose en **4 phases principales** :

1. **Recherche historique et bibliographique** concernant les événements survenus dans le passé et la connaissance antérieure du risque, par consultation des archives communales ainsi que celles des services de l'Etat tels la DDT ou encore d'organismes tels que le BRGM et enquête orale auprès des élus et des habitants de la commune ;

2. **Exploitation des données collectées** : cartes géologiques, études de risques, ... afin de connaître la susceptibilité de la zone d'étude aux différents phénomènes naturels ;
3. **Reconnaissance des phénomènes naturels** par analyse et interprétation des photographies aériennes, des données topographiques et étude de terrain ;
4. **Cartographie informative des phénomènes naturels** sur l'ensemble de la zone d'étude à l'échelle du 1/5 000.

V. CARTOGRAPHIE INFORMATIVE DES MOUVEMENTS DE TERRAIN

V.1. Généralités

Sous le terme "mouvements de terrain" sont regroupés tous les **déplacements gravitaires de masses de terrain** sous l'effet de **sollicitations naturelles ou anthropiques**. La cinématique peut être lente ou extrêmement rapide. Dans le cadre de cette étude, 3 familles de mouvements de terrain sont traitées :

- Affaissements / Effondrements ;
- Éboulements / Chutes de blocs et de pierres ;
- Glissements de terrain / Coulées de boue.

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

- **la pesanteur** (force de gravité) qui constitue le moteur essentiel des mouvements de terrain ;
- **l'eau** qui est le premier facteur aggravant des désordres. Ainsi les conditions climatiques et notamment la pluviométrie (période de pluies intenses ou longues), et les conditions hydrologiques (circulations superficielles ou souterraines) sont à prendre en considération ;
- **la nature et la structure géologique des terrains** présents sur le site (présence d'argiles ou de marnes, accidents tectoniques, fracturations, ...) ;
- **la pente et la morphologie des versants** (présence d'escarpements, talwegs concentrant les écoulements, ...) ;
- **le couvert végétal** (racines s'insinuant dans les fractures et favorisant la déstabilisation des blocs, versant nu sensible à l'érosion, ...) ;
- **l'action anthropique** qui se manifeste de plusieurs façons et qui contribue de manière très sensible à déclencher directement des mouvements : modification de l'équilibre naturel de pentes (talutage ou déblais en pied de versant, remblaiement en tête de versant, carrières ou mines souterraines), modifications des conditions hydrogéologiques du milieu naturel (rejets d'eau dans une pente, pompages d'eau excessifs), ébranlements provoqués par les tirs à l'explosif ou vibrations dues au trafic routier, déforestation, ...

V.2. Définitions

1. *Affaissements / Effondrements*

Les affaissements / effondrements sont des mouvements de terrain consécutifs à l'évolution de cavités souterraines d'origine naturelle (karsts, poches de gypse, ...) ou anthropiques (mines, carrières, ouvrages souterrains, ...).

Cette évolution a pour origine la dégradation du ciel (« plafond » de la carrière) ou des parois des cavités du fait des circulations d'eau, de surcharge en surface ou des vibrations (secousses sismiques, circulation routières, travaux, ...).

Ce phénomène peut correspondre :

- **Soit à un mouvement lent** (du fait de l'amortissement par les terrains de couverture) qui se traduit en surface par l'apparition d'une dépression topographique généralement circulaire ou ovoïdale sans présence de fissures ou de décalage en périphérie : on parle alors d'**affaissements [Fig. 12]**,

Ils ne font pas de victimes ; seul le bâti peut subir des dommages (fissuration voire ruine) du fait des efforts sur ses fondations.

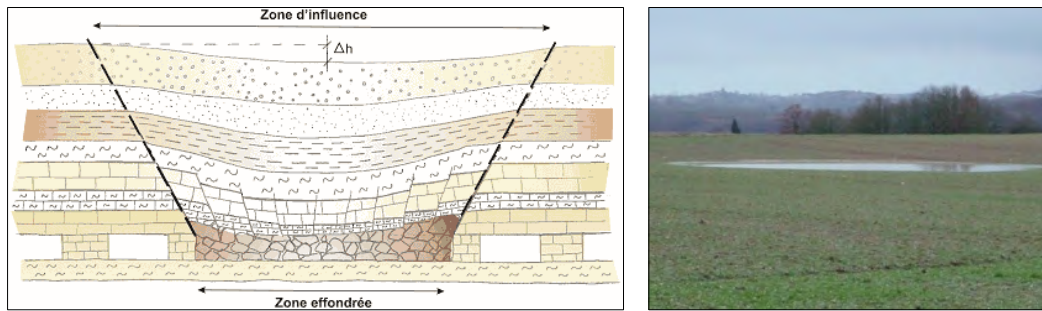


Fig. 12 : Schéma conceptuel d'un affaissement [Source : BRGM] et photographie d'une doline à MONTAIGU-DE-QUERCY (Tarn-et-Garonne) [Source : Ginger CEBTP]

- **Soit à un mouvement rapide (brutal) :** on parle alors d'**effondrements**.

Un **fontis** est un cratère d'effondrement, généralement circulaire, de quelques mètres de diamètre et de profondeur. Au niveau du sol, ses parois peuvent être verticales, présenter la forme d'un entonnoir ou au contraire être en dévers [Fig. 13].

L'apparition d'un fontis est liée à la rupture du ciel d'une cavité située à faible profondeur, de la rupture d'un pilier isolé dans une mine ou une carrière souterraines exploitées par la méthode des chambres et piliers (gisements horizontaux), ou à l'arrivée en surface d'une cloche d'effondrement remontant depuis une cavité plus profonde.

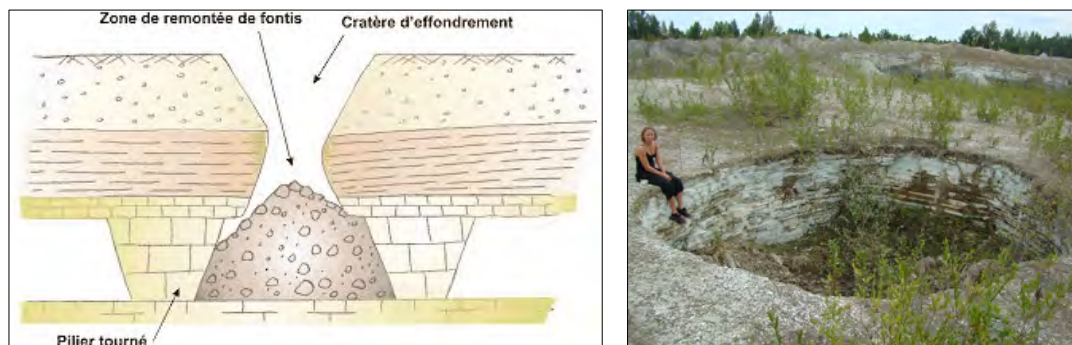


Fig. 13 : Schéma conceptuel d'un fontis [Source : BRGM] et photographie d'un fontis à ROQUEFORT (Landes) [Source : Ginger CEBTP]

L'apparition d'un fontis peut également être la conséquence du **débouillage** d'un karst ou d'un puits remblayé. En effet l'entraînement des matériaux de comblement d'une fissure ou d'une cavité (naturelle ou anthropique) par les circulations d'eau engendre l'apparition d'un vide en profondeur puis un trou de quelques m² en surface lorsque les terrains superficiels cèdent (sous leur propre poids ou suite à une surcharge) [Fig. 14].



Fig. 14 : Apparition d'un fontis à Latresne [Gironde] lié au déboufrage d'une fissure karstique (visible au fond derrière l'échelle) ayant entraîné les terrains superficiels [Source : Bureau des Carrières de Gironde]

Enfin la **suffosion** peut également être à l'origine de l'apparition d'un fontis. Ce phénomène affecte principalement les sables et les limons. Il correspond à un entraînement des particules les plus fines par les circulations d'eau internes. Au fur et à mesure, il ne restera qu'un squelette vacuolaire constitué des éléments les plus gros.

Lors que les boyaux ainsi formés, de diamètres décimétriques, s'effondrent provoquant des désordres en surface **[Fig. 15]**.

La suffosion peut avoir pour origine une fuite d'un réseau d'alimentation en eau potable ou d'assainissement.



Fig. 15 : Effondrement d'une zone sous-cavée par suffosion [Source : BRGM]

L'**effondrement généralisé** (ou effondrement de masse) se caractérise par l'instabilité d'une grande partie de l'exploitation qui entraîne un **déplacement vertical soudain d'une hauteur de plusieurs mètres** dans la partie centrale, et pouvant affecter une **superficie de plusieurs hectares** **[Fig. 16]**.

Il a pour origine la rupture en chaîne de plusieurs piliers entraînant la descente d'une partie du ciel de l'exploitation.

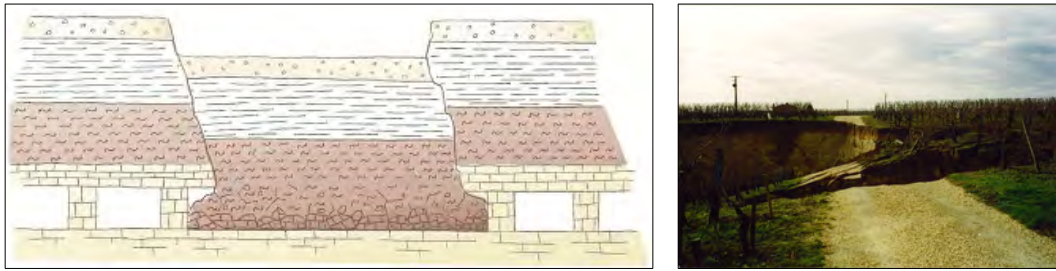


Fig. 16 : Schéma conceptuel d'un effondrement généralisé [Source : BRGM] et photographie d'un effondrement généralisé à SAINT-EMILION (Gironde) [Source : CG 33]

En raison de leur brutalité et de l'étendue de la zone impactée, ce phénomène peut faire un grand nombre de victimes [Source : BRGM] :

- VIEUX-PORTS (37) - 1800 : 26 morts ;
- CHANCELADE (24) - 1885 : 13 morts ;
- PANTIN (93) - 1889 : 3 morts ;
- CLAMART-ISSY-LES-MOULINEAUX (92) - 1961: 21 morts, 36 blessés, 200 sinistrés ;
- CHAMPAGNOLE (39) - 1964 : 6 morts.

Il est à noter que le phénomène de tassement peut avoir un aspect visuel similaire aux affaissements mais il n'a pas pour origine la présence d'une cavité en profondeur.

Ces mouvements sont issus de la recompaction de matériaux meubles disposés en amas. Ils sont donc de faible ampleur, causés par leur propre poids ou par des perturbations extérieures (surcharges, nappes, ...). Les conséquences de ce phénomène sont les mêmes que celles issues du retrait-gonflement des argiles, c'est-à-dire des désordres sur les bâtiments et infrastructures (fissures, ...).

En revanche un phénomène de tassement peut apparaître au niveau des fontis non remblayés dans les règles de l'art (en mettant de côté toute évolution du remblai liée à l'entraînement des matériaux par les circulations souterraines).

2. Éboulements / Chutes de blocs et de pierres

L'**éboulement** est un phénomène qui **affecte les roches compétentes et fracturées**. Il se traduit par le détachement d'une portion de roche de volume quelconque depuis la masse rocheuse [Fig. 17]. La **cinématique** est variable : par basculement, rupture de pied, glissement banc sur banc, ... ; mais dans tous les cas elle est **très rapide**.

Le **dépôt des éléments** en pied d'escarpement à forte activité prend la forme d'un **tablier** ou d'un **cône d'éboulis** dont la végétalisation dépend de la fréquence des chutes (la végétation ne pourra pousser sur une zone régulièrement atteinte).

Pour les phénomènes plus ponctuels, les seules traces visibles sont généralement les blocs immobilisés dans le versant et les trouées qu'ils ont percées dans le couvert forestier.

On différencie les éboulements d'après la taille des éléments détachés (contrainte essentiellement par le degré de fracturation de la roche) :

- **Éboulement** en masse lorsque le volume total est **supérieur à 1000 litres (1 m³)** ;
- **Chute de blocs** lorsque le volume est **compris entre 1 et 1000 litres (1 dm³ à 1 m³)** ;

- **Chute de pierres** lorsque le volume est *inférieur ou égal au litre (1 dm³)*.

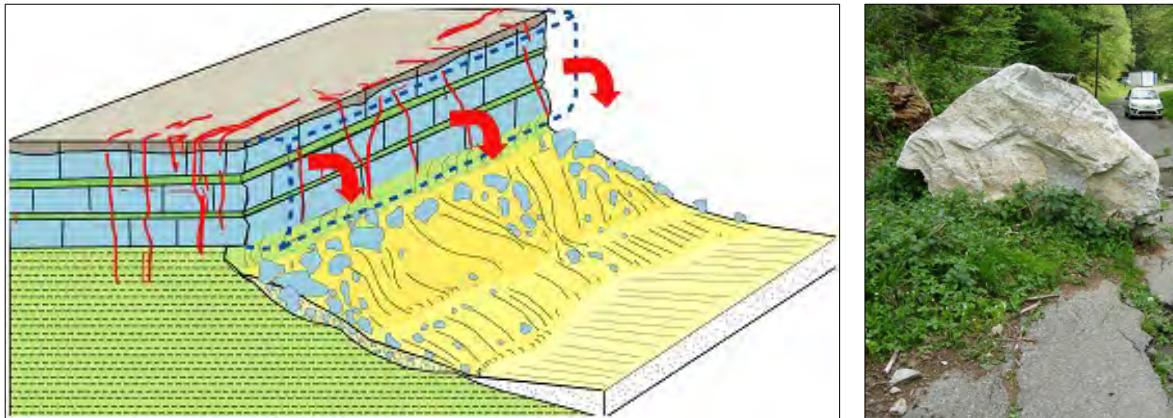


Fig. 17 : Schéma conceptuel d'un éboulement et bloc éboulé à GUCHEN (Hautes-Pyrénées) [Source : Ginger CEBTP]

La trajectoire des blocs suit généralement la ligne de plus grande pente mais peut varier du fait de la forme des éléments et de la topographie.

Les distances atteintes sont également fonction de ces 2 paramètres mais également de la hauteur de chute et de la taille du bloc (accumulation d'énergie cinétique), du couvert végétal et des éventuels obstacles (murs, bâtiments, ...). *A noter que certaines topographies, telles que les replats, peuvent avoir un effet de tremplin permettant à des blocs mêmes volumineux d'effectuer des bonds de plusieurs mètres de haut.*

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

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

3. Glissements de terrain / Coulées de boue

Le **glissement de terrain** est un phénomène qui **affecte**, en général, **des lithologies incompetentes** et qui **provoque le déplacement d'une masse de terrain avec rupture** (surface de cisaillement). Cette rupture peut se localiser soit au sein du même matériau (rupture circulaire), soit le long d'une discontinuité telle qu'un joint de stratification ou alors le long d'une interface entre les matériaux de couverture et le substratum **[Fig. 18]**.

Dans les cas les plus développés, il se caractérise par la formation d'une **niche d'arrachement en amont** et d'un **bourrelet de pied en aval** et être limité sur les côtés par des **rampes latérales**. L'instabilité des terrains peut le plus souvent se manifester par de **légères déformations topographiques** (moutonnement, ondulations du versant) Les volumes mis en jeu sont très variables.

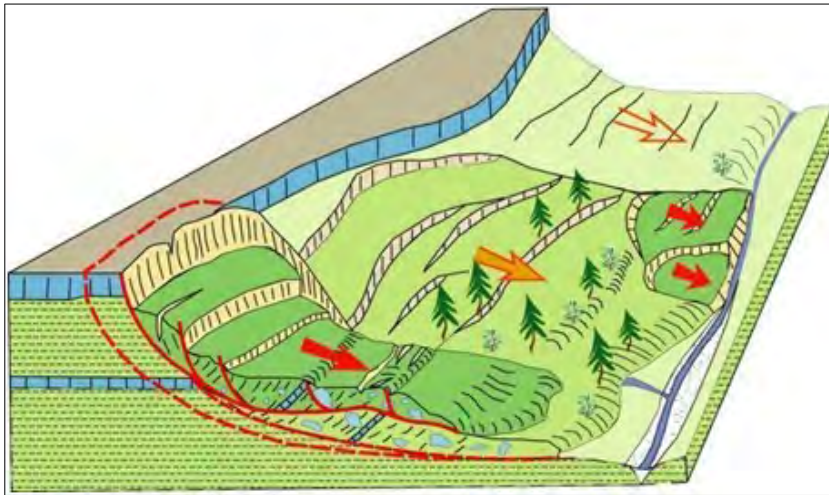


Fig. 18 : Schéma conceptuel d'un glissement de terrain et glissement en bordure de l'Oued Nekor (Maroc)
[Source : Ginger CEBTP]

L'apparition du phénomène est étroitement liée à la **nature des matériaux** ainsi qu'à la **pente**. D'autres facteurs entre ensuite en jeu tels que les écoulements (cours d'eau en bas de versant qui favorisent l'érosion de la butée de pied et circulations internes qui « lubrifient » la surface de rupture) ou encore le **couvert végétal** susceptible de retenir et de drainer les instabilités superficielles.

Les facteurs déclenchant peuvent être naturels : fortes pluies saturant les couches instables (donc les alourdissant et augmentant la pression interstitielle), crues augmentant l'érosion en pied, séisme, ... mais également anthropiques (terrassment, modification des conditions hydrauliques, vibrations et secousses, ...).

Quand la **masse glissée se propage à grande vitesse sous forme visqueuse** avec une teneur en eau très élevée, on parle alors de **coulée de boue**.

Aussi, une coulée de boue se caractérise donc comme un glissement par une niche d'arrachement en amont. En revanche la propagation se fait généralement dans un couloir de faible largeur (au regard de la longueur de la coulée). La zone de dépôt en pied présente le plus souvent un évasement [Fig. 19].



Fig. 19 : Coulée de boue à LAVEYRON (Drôme)
[Source : Ginger CEBTP]

La coulée de boue peut également prendre naissance dans la partie aval d'un glissement de terrain.

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

V.3. Analyse historique et bibliographique

Pour **acquérir ou compléter la connaissance des phénomènes naturels** sur le territoire communal, il convient d'effectuer en premier, un **recensement des événements historiques** ainsi qu'une **collecte des données et études liées aux risques** présents sur la zone d'étude ou à proximité de celle-ci (à condition que la configuration soit similaire).

Le recueil des informations a été réalisé notamment auprès des organismes suivants :

- DDTM 33,
- Bureau des des Carrières de Gironde (CG 33),
- BRGM (BD-Cavités, BD-MVT et Banque de données du Sous-Sol),
- ...


Une recherche sur internet a également été effectuée pour compléter le recueil.








A l'issue de la collecte des données historiques, 30 événements historiques correspondant à des mouvements de terrain ont été recensés sur la commune de LATRESNE **[Tab. 1 et « Carte informative des mouvements de terrain » au 1/5 000]**.







Par ailleurs, la commune a fait l'objet de 19 arrêtés de catastrophe naturelle **[Tab. 2]**. La majeure partie (11 arrêtés CatNat) fait référence à des inondations et coulées de boue et éventuellement glissements et chocs mécaniques liés à l'action des vagues ; ces arrêtés concernent le plus souvent des événements impactant une vaste région (non limités au territoire communal) donc sans forcément des dégâts sur la commune. Les autres arrêtés sont relatifs à des phénomènes de retrait-gonflement des argiles à l'exception d'un qui correspond à la tempête de 1982.


Le recueil bibliographique est constitué de cartes (Scan25 et BD-Ortho de l'IGN, géologie du BRGM, plans de carrières, ...), de données SIG (RGE ALTI® 1 m de l'IGN, tracés des carrières du CG 33 et de l'EPRCF33, ...), de rapports d'études, de procès verbaux de visite, de comptes-rendus de réunions, ...






Au total, 71 documents ayant un rapport avec les mouvements de terrain ont été récupérés et analysés **[Tab. 3]**. Une description de quelques documents importants pour l'étude a été réalisée ci-après.



IDENTIFIANT	DATE	LOCALISATION	PHÉNOMÈNE	VICTIME(S)	DÉGÂT(S)	PERTURBATION(S)	DESCRIPTION (CAUSES, VICTIMES, DÉGÂTS, ...)	SOURCE
Evt_MvT_01	1858	Château de LATRESNE				?	Affaissement ou effondrement.	BRGM (BD-MVT)
Evt_MvT_02	11/01/1858	N° 10				?	Effondrement – Diamètre : 0.3 m – Profondeur de la cavité initiale : 35 m. <u>Causes :</u> Naturelle : pluie – Anthropique : carrière abandonnée.	BRGM (BD-MVT)
Evt_MvT_03	Décembre 1859	La Seleyre		X		?	Désordres en cavités souterraines – Chute d’une dalle du ciel (volume : 2 m ³) dans la galerie – 1 mort.	BRGM (Rapport R 31334 AQI 4S 90)
Evt_MvT_04	Janvier 1878	Château de LATRESNE			X	?	Affaissement / Effondrement / Désordres en cavités souterraines – Diamètre : 100 m. <u>Causes :</u> Naturelles : érosion et végétation. <u>Dégâts / Perturbations :</u> Bâti endommagé (murs lézardés), route fissurée.	BRGM (BD-MVT / Rapport R 31334 AQI 4S 90)
Evt_MvT_05	Début du 20 ^{ième} siècle	La Seleyre (Jean Got Chiabou)			X	?	Éboulement / Chute de blocs – Falaise calcaire altérée avec présence de carrières en cours d’effondrement. <u>Causes :</u> Naturelles : érosion et végétation. <u>Dégâts / Perturbations :</u> Destruction de la maison du carrier en bord de falaise.	BRGM (BD-MVT / Rapport R 31334 AQI 4S 90)
Evt_MvT_06	20-21 ^{ième} siècle	Maucoulet				?	Érosion de berges – Berges de la Pimpine – Réactivations récurrentes.	BRGM (BD-MVT)

IDENTIFIANT	DATE	LOCALISATION	PHÉNOMÈNE	VICTIME(S)	DÉGÂT(S)	PERTURBATION(S)	DESCRIPTION (CAUSES, VICTIMES, DÉGÂTS, ...)	SOURCE
Evt_MvT_07	20-21 ^{ème} siècle	Route de Bordeaux				?	Éboulement / Chute de blocs – Réactivations récurrentes – Falaise calcaire.	BRGM (BD-MVT)
Evt_MvT_08	23/08/1909	Castéra – Basque Sud			X	?	Éboulement / Chute de blocs – Masse : 800 kg – Falaise calcaire. <u>Causes :</u> Naturelles : érosion et végétation. <u>Dégâts / Perturbations :</u> Hangar et maison touchés.	Bureau des Carrières de Gironde BRGM (BD-MVT / Rapport R 31334 AQI 4S 90)
Evt_MvT_09	Mars 1931	Castéra – Basque Sud				?	Éboulement / Chute de blocs – Volume : 30 m ³ – Falaise calcaire – Évacuation. <u>Causes :</u> Naturelles : érosion et végétation.	Bureau des Carrières de Gironde BRGM (BD-MVT / Rapport R 31334 AQI 4S 90)
Evt_MvT_10	1934	Pardaillan				?	Affaissement ou effondrement.	BRGM (BD-MVT)
Evt_MvT_11	1960	La Seleyre				?	Effondrement avec apparition de fontis au niveau du sentier communal – Désordres en cavités souterraines. <u>Causes :</u> Naturelles : érosion et végétation – Anthropique : carrière abandonnée.	BRGM (BD-MVT / Rapport R 31334 AQI 4S 90)
Evt_MvT_12	1970	Bourg				?	Éboulement / Chute de blocs – Falaise calcaire.	BRGM (BD-MVT)
Evt_MvT_13	15/03/1971	Château de LATRESNE				?	Affaissement ou effondrement.	BRGM (BD-MVT)

IDENTIFIANT	DATE	LOCALISATION	PHÉNOMÈNE	VICTIME(S)	DÉGÂT(S)	PERTURBATION(S)	DESCRIPTION (CAUSES, VICTIMES, DÉGÂTS, ...)	SOURCE
Evt_MvT_14	Mai 1972	Château de LATRESNE				?	Désordres en cavités souterraines – Plus aucune garantie de stabilité.	BRGM (Rapport R 31334 AQI 4S 90)
Evt_MvT_15	Janvier 1986	La Chapelle			X	?	Effondrement. <u>Dégâts / Perturbations :</u> Dégâts sur bâti.	BRGM (Rapport R 31334 AQI 4S 90)
Evt_MvT_16	Février 1986	La Chapelle Ricard			X		Éboulement – Volume : 300 m ³ – Falaise calcaire avec passées marneuses – Évacuation – Réalisation de travaux de confortement : purge, comblement, coupe de la végétation, drainage. <u>Causes :</u> Naturelles : érosion et végétation – Anthropiques. <u>Dégâts / Perturbations :</u> Destruction partielle du bâti.	Bureau des Carrières de Gironde BRGM (BD-MVT)
Evt_MvT_17	Mai 1987	Parcelle 81				?	Désordres en cavités souterraines.	BRGM (Rapport R 31334 AQI 4S 90)
Evt_MvT_18	1990	Chemin de Vidor				?	Éboulement / Chute de blocs – Falaise calcaire.	BRGM (BD-MVT)
Evt_MvT_19	15/03/1994	Peyrepin				?	Effondrement d'une carrière souterraine.	Bureau des Carrières de Gironde BRGM (BD-MVT)

IDENTIFIANT	DATE	LOCALISATION	PHÉNOMÈNE	VICTIME(S)	DÉGÂT(S)	PERTURBATION(S)	DESCRIPTION (CAUSES, VICTIMES, DÉGÂTS, ...)	SOURCE
Evt_MvT_20	27/12/1996	Jean Got Chibaou	 		X	?	<p>Effondrement de 2 entrées de carrières – Obstruction par 13 m³ de blocs de roches – Trace d'un effondrement daté d'un an et demi (de l'ordre de 3 m³).</p> <p><u>Causes :</u> Evolution naturelle des carrières souterraines abandonnées – Gel ayant entraîné l'éclatement des blocs rocheux et la rupture des derniers soutènements du chemin de Vidor.</p> <p><u>Dégâts / Perturbations :</u> Chemin de Vidor endommagé sur 35 à 40 m, rupture d'une canalisation d'alimentation en eau.</p>	<p>Bureau des Carrières de Gironde</p> <p>BRGM (BD-MVT)</p>
Evt_MvT_21	1997	Chibau				?	<p>Éboulement / Chute de blocs – Falaise calcaire.</p>	BRGM (BD-MVT)
Evt_MvT_22	27/12/1999	Ile d'Arcins			X	?	<p>Érosion de berges – Réalisation de travaux de confortement : mise en place de pieux et d'enrochements.</p> <p><u>Causes :</u> Naturelles (crues de la Garonne).</p> <p><u>Dégâts / Perturbations :</u> Digues en terre endommagées (2 tronçons de 10 et 25 m de long).</p>	BRGM (BD-MVT)
Evt_MvT_23	27/12/1999	Fourney				?	<p>Érosion de berges – Berges de la Garonne érodées sur une longueur de 1 km.</p> <p><u>Causes :</u> Naturelles (crues de la Garonne).</p>	BRGM (BD-MVT)

IDENTIFIANT	DATE	LOCALISATION	PHÉNOMÈNE	VICTIME(S)	DÉGÂT(S)	PERTURBATION(S)	DESCRIPTION (CAUSES, VICTIMES, DÉGÂTS, ...)	SOURCE
Evt_MvT_24	22/04/2000	Basque Sud				?	Éboulement d'une masse argileuse avec des blocs calcaires d'un volume d'environ 40 m ³ pour une hauteur de 4 m (fenêtre du 1 ^{er} étage atteinte) – Dénivelé : 5 m – Réactivation (secteur régulièrement impacté) – Pas de dégâts sur le bâti. <u>Causes :</u> Naturelles : pluie et érosion.	Bureau des Carrières de Gironde BRGM (BD-MVT)
Evt_MvT_25	01/01/2002	Port de l'Homme				?	Érosion de berges – Berges de la Garonne érodées sur une longueur de 500 m (du Port de l'Homme à Bernichon). <u>Causes :</u> Naturelles (crues de la Garonne).	BRGM (BD-MVT)
Evt_MvT_26	27/02/2006	Jean Got Chibau			X		Chute d'un bloc de 2 m ³ – Falaise calcaire – Présence de plusieurs blocs ou rochers instables en paroi. <u>Causes :</u> Naturelle : pluie. <u>Dégâts / Perturbations :</u> Banc et rampe d'escalier détruits.	Bureau des Carrières de Gironde BRGM (BD-MVT)
Evt_MvT_27	10/03/2006	Castéra				?	Érosion de berges – Berges de la Pimpine.	BRGM (BD-MVT)
Evt_MvT_28	13/03/2006, 13h00	Jean Got Chibau			X		Chute d'un bloc de 1 m ³ – Falaise calcaire – Présence de plusieurs blocs ou rochers instables en paroi. <u>Causes :</u> Naturelle : pluie.	Bureau des Carrières de Gironde BRGM (BD-MVT)

IDENTIFIANT	DATE	LOCALISATION	PHÉNOMÈNE	VICTIME(S)	DÉGÂT(S)	PERTURBATION(S)	DESCRIPTION (CAUSES, VICTIMES, DÉGÂTS, ...)	SOURCE
Evt_MvT_29	31/05/2006	Bourg (Avenue de la Libération)				?	Éboulement / Chute de blocs – Falaise calcaire.	BRGM (BD-MVT)
Evt_MvT_30	09/11/2017	Peyrepin – Parcelle AH 53 (propriété de Mme DUBROQUA)					Effondrement de terrain au droit de la parcelle n°53 de la section AH du cadastre, propriété de Mme DUBROQUA – Fontis circulaire de moins de 1,00 m de diamètre (1,50 m au fond) et de 1,20 m de profondeur. <u>Causes :</u> Entraînement des terrains superficiels à travers une fissure karstique débourrée, suite à des écoulements.	Bureau des Carrières de Gironde

Tab. 1 : Liste des événements historiques, correspondant à des mouvements de terrain, recensés sur la commune de LATRESNE (en jaune : événements localisés)
[Source : Ginger CEBTP]

TYPE DE CATASTROPHE	DÉBUT LE	FIN LE	ARRÊTÉ DU	SUR LE JO DU
Tempête	06/11/1982	10/11/1982	30/11/1982	02/12/1982
Inondations et coulées de boue	08/12/1982	31/12/1982	11/01/1983	13/01/1983
Inondations et coulées de boue	04/07/1983	04/07/1983	05/10/1983	08/10/1983
Inondations et coulées de boue	25/04/1986	02/05/1986	18/07/1986	03/08/1986
Inondations et coulées de boue	18/03/1988	21/03/1988	10/06/1988	19/06/1988
Inondations et coulées de boue	29/06/1988	30/06/1988	19/10/1988	03/11/1988
Mouvements de terrain consécutifs à la sécheresse	01/06/1989	31/12/1990	10/06/1991	19/07/1991
Inondations et coulées de boue	11/02/1990	15/02/1990	14/05/1990	24/05/1990
Mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols	01/01/1992	30/06/1998	29/12/1998	13/01/1999
Inondations et coulées de boue	29/04/1998	29/04/1998	22/10/1998	13/11/1998
Inondations, coulées de boue, glissements et chocs mécaniques liés à l'action des vagues	25/12/1999	29/12/1999	29/12/1999	30/12/1999
Mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols	01/07/2003	30/09/2003	11/01/2005	01/02/2005
Mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols	01/07/2005	30/09/2005	20/02/2008	22/02/2008
Inondations et chocs mécaniques liés à l'action des vagues	24/01/2009	27/01/2009	28/01/2009	29/01/2009
Mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols	01/07/2009	30/09/2009	13/12/2010	13/01/2011
Inondations et coulées de boue	27/02/2010	28/02/2010	30/03/2010	02/04/2010
Mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols	01/07/2010	30/09/2010	12/12/2011	03/01/2012
Mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols	01/04/2011	30/06/2011	11/07/2012	17/07/2012
Inondations et coulées de boue	26/07/2013	27/07/2013	10/09/2013	13/09/2013

Tab. 2 : Liste des arrêtés de catastrophe naturelle pris sur la commune de LATRESNE [Source : www.georisques.gouv.fr]

ÉTUDE	TYPLOGIE	RÉF.	AUTEUR	ÉCHELLE DU DOCUMENT	PHÉNOMÈNES ÉTUDIÉS	FORMAT DE LA DONNÉE	MAÎTRE D'OUVRAGE
Plan de la carrière dite du Brun <i>01 mai 1864</i>	Plan		M. BORD Géomètre	1/400	Affaissements / Effondrements de carrières souterraines	PDF (document numérisé)	?
LATRESNE Section B dite de la Cote Carrière souterraine <i>18 septembre 1868</i>	Plan		THEVENET Conducteur de travaux	1/500	Affaissements / Effondrements de carrières souterraines	PDF (document numérisé)	?
Plan des carrières exploitées par les Sieurs RIVES, REY et CHIBALON dans la commune de LATRESNE <i>15 janvier 1869</i>	Plan		?	Plan : 1/500 Profils : 1/1 000 et 1/400	Affaissements / Effondrements de carrières souterraines	PDF (document numérisé)	?
Plan et coupe d'une carrière souterraine de pierres à bâtir située dans la commune de LATRESNE sous la propriété de M. HALTY <i>19 avril 1873</i>	Plan		?	1/500	Affaissements / Effondrements de carrières souterraines	PDF (document numérisé)	?
Plan et coupe d'une carrière souterraine de pierres située dans la commune de LATRESNE sous les propriétés des Srs. FAUX, CASIMIR et COUAT <i>19 avril 1873</i>	Plan		?	1/500	Affaissements / Effondrements de carrières souterraines	PDF (document numérisé)	?
Plan de la carrière souterraine exploitée par le Sr. ROBERT dans la propriété de Mr. SUAL située au lieu de Salvy – Commune de LATRESNE <i>1874</i>	Plan		LABECOT G. Géomètre	Plan : 1/500 Profils : 1/500 et 1/250	Affaissements / Effondrements de carrières souterraines	PDF (document numérisé)	?

ÉTUDE	TYPLOGIE	RÉF.	AUTEUR	ÉCHELLE DU DOCUMENT	PHÉNOMÈNES ÉTUDIÉS	FORMAT DE LA DONNÉE	MAÎTRE D'OUVRAGE
Plan de la carrière souterraine que les Srs. GOMBEAUT et GUERIN demande à continuer l'exploitation dans la propriété de M. MORIETE, située aux lieux de Cezan et Laly, commune de Latresne <i>1895</i>	Plan		LABECOT G. Géomètre	Plan : 1/500 Profils : 1/500 et 1/250	Affaissements / Effondrements de carrières souterraines	PDF (document numérisé)	?
33 – LATRESNE École de l'Armée de l'Air Carrières souterraines <i>02 juin 1970</i>	Rapport	091 509	SOCOTEC PERREAU P.		Affaissements / Effondrements de carrières souterraines	PDF (document numérisé)	Ministère des Armées « Air »
Atelier Industriel de l'Aéronautique de BORDEAUX Carrières souterraines du Château de LATRESNE (Gironde) État d'avancement des études <i>15 décembre 1970</i>	Rapport	70 AQI 29	BRGM ALLARD J.-F.		Affaissements / Effondrement de carrières souterraines	PDF (document numérisé)	Ministère des Armées « Air »
Étude géotechnique des carrières situées sous le Château de l'A.I.A. à Latresne (Gironde) <i>29 décembre 1970</i>	Correspondance	JFA/mp – n° 8415	BRGM BOURGEOIS M.		Affaissements / Effondrements de carrières souterraines	PDF (document numérisé)	Ministère des Armées « Air »
Étude de la stabilité des carrières souterraines situées sous la propriété de l'A.I.A. à LATRESNE (33) Proposition de travaux de confortement <i>Juin 1971</i>	Rapport + Plan	71 SGN 329 AQI	BRGM ALLARD J.-F., JAUGEY P. et LOUIS C.	1/500	Affaissements / Effondrements de carrières souterraines	PDF (document numérisé)	Ministère des Armées « Air »

ÉTUDE	TYPLOGIE	RÉF.	AUTEUR	ÉCHELLE DU DOCUMENT	PHÉNOMÈNES ÉTUDIÉS	FORMAT DE LA DONNÉE	MAÎTRE D'OUVRAGE
<p>33 – LATRESNE École de l'Armée de l'Air Carrières souterraines NOTE TECHNIQUE sur les consolidations souterraines à réaliser</p> <p><i>02 novembre 1971</i></p>	Rapport		SOCOTEC DURONSOY C.		Affaissements / Effondrements de carrières souterraines	PDF (document numérisé)	Ministère des Armées « Air »
<p>Étude de la stabilité des carrières souterraines situées sous le centre de recherche de l'I.N.R.A. à LATRESNE (33) Proposition de travaux de confortement</p> <p><i>08 mai 1972</i></p>	Rapport + Plan	72 SGN 145 AQL	BRGM ALLARD J.-F.	1/500	Affaissements / Effondrements de carrières souterraines	PDF (document numérisé)	Institut National de la Recherche Agronomique
<p>Carte géologique PESSAC</p> <p><i>1977</i></p>	Carte + Notice	827	BRGM ALVINERIE J., GAYET J., PRATVIEL et DUBREUILH J.	1/50 000		PDF	?
<p>Commune de LATRESNE (Gironde) Étude géotechnique des carrières souterraines abandonnées à l'aplomb du CD 10 E Devis-Programme</p> <p><i>05 juillet 1982</i></p>	Rapport		BRGM		Affaissements / Effondrements de carrières souterraines	PDF (document numérisé)	Direction Interdépartementale de l'Industrie
<p>Département de la Gironde Stabilité des falaises calcaires en Gironde entre BRASSENS et LA RÉOLE et entre GAURIAC et BOURG- SUR-GIRONDE Inventaire et localisation des désordres</p> <p><i>05 juillet 1988</i></p>	Rapport + Cartes	88 SGN 522 AQL	BRGM BELPERRON S., LHOSTE J., BOTH J. et PAILLAT P.	1/25 000	Affaissement Ecoulement Effondrement Glissement	PDF (document numérisé)	Conseil Général de la Gironde

ÉTUDE	TYPLOGIE	RÉF.	AUTEUR	ÉCHELLE DU DOCUMENT	PHÉNOMÈNES ÉTUDIÉS	FORMAT DE LA DONNÉE	MAÎTRE D'OUVRAGE
Reconnaissance et avis géotechnique sur la stabilité des carrières souterraines sous deux parcelles destinées à la construction au lieu-dit « Brun » sur la commune de LATRESNE (Gironde) <i>10 avril 1990</i>	Rapport	90 AQI 31	BRGM BELPERRON S.		Affaissements / Effondrements de carrières souterraines	PDF (document numérisé)	M. CAILLE (Géomètre expert)
Département de la Gironde Stabilité des falaises calcaires en Gironde entre BASSENS et LA RÉOLE et entre GAURIAC et BOURG-SUR-GIRONDE Commune de LATRESNE Analyse des risques et définition des moyens de protection <i>Août 1990</i>	Rapport + Plans	R 31334 AQI 45 90	BRGM BELPERRON S., CHEVILLOT S., BOTH J. et PAILLAT P.	1/2 000	Affaissement Eroulement Effondrement Glissement	PDF (document numérisé)	Conseil Général de la Gironde
Commune de LATRESNE Étude géophysique en vue de la caractérisation des anomalies du sous-sol en rapport avec les carrières souterraines <i>Octobre 1994</i>	Rapport + Plans		CRG de Corse GIRAUD J.D. QUINCY P.		Affaissements / Effondrements de carrières souterraines	PDF (document numérisé)	Mairie de LATRESNE
Commune de LATRESNE Réalisation d'un accès par puits aux carrières souterraines de « Peyrepin » situées à l'aplomb de la voie communale n° 2 <i>13 septembre 1995</i>	Procès Verbal de Visite		Bureau des Carrières de Gironde PERAGALLO J.		Affaissements / Effondrements de carrières souterraines	PDF (document numérisé)	Mairie de LATRESNE
Commune de LATRESNE Lieu-dit « Jean Got Chiabou » Effondrement de falaise à l'aplomb de la voirie communale <i>03 janvier 1997</i>	Procès Verbal de Visite		Bureau des Carrières de Gironde PERAGALLO J.		Effondrements de carrières souterraines Eboulements / Chutes de blocs	PDF (document numérisé)	Mairie de LATRESNE

ÉTUDE	TYPLOGIE	RÉF.	AUTEUR	ÉCHELLE DU DOCUMENT	PHÉNOMÈNES ÉTUDIÉS	FORMAT DE LA DONNÉE	MAÎTRE D'OUVRAGE
Commune de LATRESNE Lieu-dit « La Chapelle Ricard » État de la falaise à l'arrière du domaine de « La Palotte » <i>08 avril 1997</i>	Procès Verbal de Visite		Bureau des Carrières de Gironde PERAGALLO J.		Eboulements / Chutes de blocs	PDF (document numérisé)	Mairie de LATRESNE
Commune de LATRESNE Inspection du puits « Augustinot » <i>17 décembre 1997</i>	Procès Verbal de Visite	97/25	Bureau des Carrières de Gironde PERAGALLO J.		Affaissements / Effondrements de carrières souterraines	PDF (document numérisé)	Mairie de LATRESNE
Commune de LATRESNE Éboulement de falaise au lieu-dit « Basque Sud » <i>04 mai 2000</i>	Procès Verbal de Visite	00/05	Bureau des Carrières de Gironde PERAGALLO J.		Eboulements / Chutes de blocs	PDF (document numérisé)	Mairie de LATRESNE
ANNEXE 1 Cartographie des carrières souterraines et des effondrements et affaissements de surface Communes de LATRESNE, CÉNAC et CARIGNAN-DE-BORDEAUX <i>2002</i>	Plan		INERIS	1/5 000	Affaissements / Effondrements de carrières souterraines	PDF (document numérisé)	Préfecture de BORDEAUX
Commune de LATRESNE Carrière souterraine au droit de la RD 240 Visite de l'ingénieur de sécurité et du médecin du travail <i>31 juillet 2002</i>	Procès Verbal de Visite		Bureau des Carrières de Gironde		Affaissements / Effondrements de carrières souterraines	PDF (document numérisé)	Mairie de LATRESNE

ÉTUDE	TYPLOGIE	RÉF.	AUTEUR	ÉCHELLE DU DOCUMENT	PHÉNOMÈNES ÉTUDIÉS	FORMAT DE LA DONNÉE	MAÎTRE D'OUVRAGE
LATRESNE Section AM Plan de synthèse « GRAVES – PITROT » 2003	Plan		?	1/1 000	Affaissements / Effondrements de carrières souterraines	PDF (document numérisé)	?
LATRESNE « Pitrot » Division Garros Section AM Explo JP / DC du 11-06-2003 2003	Plan		?	1/500	Affaissements / Effondrements de carrières souterraines	PDF (document numérisé)	?
Plan de Prévention des Risques Naturels (PPRN) « Mouvements de terrain » Communes de LATRESNE, CÉNAC et CARIGNAN-DE- BORDEAUX Compte-rendu de la phase informative 13 mai 2003	Rapport	DRS-03- 26415/R02	INERIS THOMAIDIS C.		Affaissements / Effondrements de carrières souterraines Ecoulement du front de falaise Glissements de remblais ou de stériles rocheux	PDF	Préfecture de BORDEAUX
Commune de LATRESNE – Lieu-dit « Pitrot » Inspection du puits Garros 11 juin 2003	Procès Verbal de Visite		Bureau des Carrières de Gironde		Affaissements / Effondrements de carrières souterraines	PDF (document numérisé)	Mairie de LATRESNE

ÉTUDE	TYPLOGIE	RÉF.	AUTEUR	ÉCHELLE DU DOCUMENT	PHÉNOMÈNES ÉTUDIÉS	FORMAT DE LA DONNÉE	MAÎTRE D'OUVRAGE
<p>ANNEXE 1 Cartographie des carrières souterraines et des effondrements et affaissements de surface Communes de LATRESNE, CÉNAC et CARIGNAN-DE-BORDEAUX</p> <p>2004</p>	Plan		INERIS	1/5 000	Affaissements / Effondrements de carrières souterraines	PDF	Préfecture de BORDEAUX
<p>Plan de Prévention des Risques Naturels (PPRN) « Mouvements de terrain » Communes de LATRESNE, CÉNAC et CARIGNAN-DE-BORDEAUX Définition et cartographie de l'aléa</p> <p>31 décembre 2004</p>	Rapport	DRS-04-6322/R01	INERIS THOMAIDIS C.		Affaissements / Effondrements de carrières souterraines	PDF	Préfecture de BORDEAUX
<p>Commune de LATRESNE Chute de blocs au lieu-dit « Jean Got Chiabou »</p> <p>28 mars 2006</p>	Procès Verbal de Visite	06/06	Bureau des Carrières de Gironde PERAGALLO J.		Eboulements / Chutes de blocs	PDF (document numérisé)	Mairie de LATRESNE
<p>Inventaire départemental des mouvements de terrain de la Gironde (33) Rapport d'avancement</p> <p>Novembre 2006</p>	Rapport	BRGM/RP-55017-FR	BRGM AUBIE S. et ANTON S.		Affaissements / Effondrements Coulées de boue Eboulements / Chutes de blocs Erosion de berges Glissements de terrain	PDF	Ministère de l'Écologie et du Développement Durable

ÉTUDE	TYPLOGIE	RÉF.	AUTEUR	ÉCHELLE DU DOCUMENT	PHÉNOMÈNES ÉTUDIÉS	FORMAT DE LA DONNÉE	MAÎTRE D'OUVRAGE
Inventaire départemental des mouvements de terrain de la Gironde (33) Rapport final <i>Juin 2007</i>	Rapport	BRGM/RP-55521-FR	BRGM AUBIE S., ANTON S. et GRABENSTAETTER L.		Affaissements / Effondrements Coulées de boue Eboulements / Chutes de blocs Erosion de berges Glissements de terrain	PDF	Ministère de l'Écologie et du Développement Durable
Commune de LATRESNE Inspection des carrières souterraines au collège Camille Claudel <i>08 juin 2007</i>	Procès Verbal de Visite	07/09	Bureau des Carrières de Gironde PERAGALLO J.		Affaissements / Effondrements de carrières souterraines	PDF (document numérisé)	Mairie de LATRESNE
Diagnostic et Avant projet détaillé des travaux de confortement d'une carrière à Latresne (33), sise sur les parcelles n° 80, 81, 82 de Monsieur LACOMBE <i>Juillet 2007</i>	Rapport	A 47044	ANTEA CARPENTIER N. et JAUREGUY G.		Affaissements / Effondrements de carrières souterraines	PDF (document numérisé)	M. LACOMBE Bernard
Département de la Gironde Commune de LATRESNE C.E.S. Camille Claudel - Carrière souterraine - Plan d'état des lieux Profil en long <i>14 mars 2008</i>	Plan	34832	S.C.P. GUICHARD-CARTI-GIRODET Géomètres-Experts Associés	1/100	Affaissements / Effondrements de carrières souterraines	AutoCAD (.dwg)	?

ÉTUDE	TYPLOGIE	RÉF.	AUTEUR	ÉCHELLE DU DOCUMENT	PHÉNOMÈNES ÉTUDIÉS	FORMAT DE LA DONNÉE	MAÎTRE D'OUVRAGE
Département de la Gironde Commune de LATRESNE Galeries souterraines Plan topographique <i>16 mai 2011</i>	Plan	NA1 10364	FIT CONSEIL Géomètres-Experts DE LABROUSSE G.	1/500	Affaissements / Effondrements de carrières souterraines	AutoCAD (.dwg)	?
Mouvements de sols liés à la présence de carrières souterraines abandonnées sur la commune de LATRESNE (33) Evaluation des risques et contraintes de constructibilité en « zone blanche » <i>Juin 2011</i>	Rapport + Plans	A62757/A	Antea Group CARPENTIER N.	1/2 000	Affaissements / Effondrements de carrières souterraines	PDF	Mairie de LATRESNE
Mouvements de sols liés à la présence de carrières souterraines abandonnées sur la commune de LATRESNE (33) Evaluation des risques et contraintes de constructibilité en « zone blanche » <i>16 septembre 2011</i>	Diaporama		Antea Group CARPENTIER N.		Affaissements / Effondrements de carrières souterraines	PDF	Mairie de LATRESNE
Département de la Gironde Commune de LATRESNE Section cadastrale AM « La Maison Seule » Galerie souterraine Niveau -1 « 30.00 m NGF » Report sur fond cadastral <i>07 décembre 2011</i>	Plan	L-11325	DESCHAMPS J-M. Géomètre Expert Foncier	1/1 000	Affaissements / Effondrements de carrières souterraines	AutoCAD (.dwg)	?

ÉTUDE	TYPLOGIE	RÉF.	AUTEUR	ÉCHELLE DU DOCUMENT	PHÉNOMÈNES ÉTUDIÉS	FORMAT DE LA DONNÉE	MAÎTRE D'OUVRAGE
<p>Mouvements de sols liés à la présence de carrières souterraines abandonnées sur la commune de LATRESNE (33) Étude complémentaire suite à l'acquisition de nouvelles données</p> <p><i>Février 2012</i></p>	Rapport	A65682/A	Antea Group CARPENTIER N.		Affaissements / Effondrements de carrières souterraines	PDF	Mairie de LATRESNE
<p>Recherche d'anciennes cavités souterraines – Parcelle AM1565 Commune de LATRESNE (33) Plan du relevé sommaire de l'extension des carrières souterraines se développant sous la parcelle AM1565</p> <p><i>26 mars 2012</i></p>	Plan	?	Antea Group CARPENTIER N.	?	Affaissements / Effondrements de carrières souterraines	AutoCAD (.dwg)	?
<p>Parcelle 83 appartenant à Mme WEISSMANN Commune de LATRESNE (33) Recherche d'anciennes cavités souterraines Note technique</p> <p><i>04 juin 2012</i></p>	Rapport	A66939/A	Antea Group JAUREGUY G.		Affaissements / Effondrements de carrières souterraines	PDF	Mme WEISSMANN
<p>Parcelle AL 83 appartenant à Mme WEISSMANN – Commune de LATRESNE Recherche d'anciennes cavités souterraines Phase 2 : Résultats des sondages de reconnaissance</p> <p><i>Septembre 2012</i></p>	Rapport	A68202/A	Antea Group JAUREGUY G.		Affaissements / Effondrements de carrières souterraines	PDF	Mme WEISSMANN
<p>Parcelles AM 1578 (ex 656) et 1581 (ex 654) Commune de LATRESNE (33) Recherche d'anciennes cavités souterraines</p> <p><i>Septembre 2012</i></p>	Rapport	A68124/A	Antea Group JAUREGUY G.		Affaissements / Effondrements de carrières souterraines	PDF	M. GARROS

ÉTUDE	TYPLOGIE	RÉF.	AUTEUR	ÉCHELLE DU DOCUMENT	PHÉNOMÈNES ÉTUDIÉS	FORMAT DE LA DONNÉE	MAÎTRE D'OUVRAGE
Commune de LATRESNE Topographie de galeries souterraines aux lieux-dits « Basque Nord » et « Ricard » <i>25 octobre 2012</i>	Procès Verbal de Visite	12/06	Bureau des Carrières de Gironde THOMAIDIS C.		Affaissements / Effondrements de carrières souterraines	PDF	Mairie de LATRESNE
Mouvements de sols liés à la présence de carrières souterraines abandonnées sur la commune de LATRESNE (33) Étude préalable relative aux zones roses – Inspection des puits et des extensions du niveau supérieur des carrières <i>Juillet 2013</i>	Rapport	A71719/B	Antea Group CARPENTIER N.		Affaissements / Effondrements de carrières souterraines	PDF	Mairie de LATRESNE
Département de la Gironde Commune de LATRESNE « Le Basque » Plan de carrières souterraines <i>27 janvier 2014</i>	Plan		MAZEAU W. Topographie souterraine	1/500	Affaissements / Effondrements de carrières souterraines	AutoCAD (.dwg)	?
Département de la Gironde Commune de LATRESNE « Pitrot » Plan de carrières souterraines <i>03 février 2014</i>	Plan		MAZEAU W. Topographie souterraine	1/500	Affaissements / Effondrements de carrières souterraines	AutoCAD (.dwg)	?
Deyries <i>09 avril 2014</i>	Plan		?	1/500	Affaissements / Effondrements de carrières souterraines	Image (.jpg)	?

ÉTUDE	TYPLOGIE	RÉF.	AUTEUR	ÉCHELLE DU DOCUMENT	PHÉNOMÈNES ÉTUDIÉS	FORMAT DE LA DONNÉE	MAÎTRE D'OUVRAGE
<p>Mouvements de sols liés à la présence de carrières souterraines abandonnées Étude de l'évaluation des risques au droit des « zones roses » – Actualisation des cartes de zonage</p> <p><i>Mai 2014</i></p>	Rapport + Plan	A75573/A	Antea Group JAUREGUY G.	1/1 000	Affaissements / Effondrements de carrières souterraines	PDF	Mairie de LATRESNE
<p>Étude géotechnique de conception (G2 AVP) 33360 – LATRESNE 13 bis rue de la Chapelle</p> <p><i>23 septembre 2014</i></p>	Rapport	14/04488/ BORDX	GEOTEC FRANCE CAVALLO V.		Affaissements / Effondrements de carrières souterraines	PDF	M. LOUIT Thibaut
<p>Carrières souterraines au droit des bâtiments du Château Gassies à LATRESNE Diagnostic et Avant-projet de confortement des carrières souterraines Annexe 1 : Plan d'exploration</p> <p><i>09 mars 2015</i></p>	Plan	AQUP130476	Antea Group JAUREGUY G.	1/250	Affaissements / Effondrements de carrières souterraines	PDF AutoCAD (.dwg)	?
<p>Département de la Gironde Commune de LATRESNE Propriété de M. LACOMBE Plan topographique Projet de comblement de galeries souterraines</p> <p><i>30 avril 2015</i></p>	Plan	L-15041	DESCHAMPS J-M. Géomètre Expert Foncier	1/500	Affaissements / Effondrements de carrières souterraines	PDF	?
<p>Département de la GIRONDE Commune de LATRESNE Plan topographique Carrière souterraine sise, lieu-dit « Le Grand Parc »</p> <p><i>29 janvier 2016</i></p>	Plan	150915	PARALLELE 45 COSTA N. et DE LABROUSSE G.	1/250	Affaissements / Effondrements de carrières souterraines	PDF AutoCAD (.dwg)	?

ÉTUDE	TYPLOGIE	RÉF.	AUTEUR	ÉCHELLE DU DOCUMENT	PHÉNOMÈNES ÉTUDIÉS	FORMAT DE LA DONNÉE	MAÎTRE D'OUVRAGE
LATRESNE Périmètre de mouvements de terrain prévisibles <i>01 février 2016</i>	Plan		Bureau des Carrières de Gironde	1/2 500	Affaissements / Effondrements de carrières souterraines Eboulements / Chutes de blocs	PDF	Mairie de LATRESNE
Carrières souterraines sises sous les parcelles 1707 et 451, sur la commune de LATRESNE (33) Diagnostic géotechnique et recommandations <i>Juillet 2017</i>	Rapport	A89848/A	Antea Group JAUREGUY G.		Affaissements / Effondrements de carrières souterraines	PDF	M. DELCROS F.
LATRESNE Carrière souterraine au lieu-dit « Le Grand Parc », sur la commune de LATRESNE (33) <i>Août 2017</i>	Rapport	A89968/A	Antea Group CHAZAL L. et CARPENTIER N.		Affaissements / Effondrements de carrières souterraines	PDF	Préfecture de BORDEAUX
Commune de LATRESNE Apparition d'un fontis au lieu-dit « Peyrepin » <i>14 novembre 2017</i>	Procès verbal de visite	17/02	Bureau des Carrières de Gironde THOMAIDIS C.		Affaissements / Effondrements de carrières souterraines	PDF	Mairie de LATRESNE
Réalisation de plan et diagnostic de stabilité de la Grande carrière de Latresne Etage inférieur (-4), secteur Dehoum <i>18 juin 2020</i>	Rapport + Plans	n° 3	Syndicat Intercommunal Études et Prévention des Risques Carrières et Falaises 33 Thomas HAUQUIN et Judith CARPONSIN		Affaissements / Effondrements de carrières souterraines	PDF	Mairie de LATRESNE

ÉTUDE	TYPLOGIE	RÉF.	AUTEUR	ÉCHELLE DU DOCUMENT	PHÉNOMÈNES ÉTUDIÉS	FORMAT DE LA DONNÉE	MAÎTRE D'OUVRAGE
Réalisation de plan et diagnostic de stabilité de la carrière Millery Commune de Latresne <i>28 septembre 2020</i>	Rapport + Plans	n° 4	Syndicat Intercommunal Études et Prévention des Risques Carrières et Falaises 33 Thomas HAUQUIN et Judith CARPONSIN		Affaissements / Effondrements de carrières souterraines	PDF	Mairie de LATRESNE
Diagnostic de la Grande carrière de Latresne Parcelle AM 348 et AM 352 Propriété GUILLAUME <i>14 avril 2021</i>	Rapport + Plans	n°16	Syndicat Intercommunal Études et Prévention des Risques Carrières et Falaises 33 Thomas HAUQUIN et Judith CARPONSIN		Affaissements / Effondrements de carrières souterraines	PDF	Mairie de LATRESNE
Commune de Latresne Plan partiel des carrières du centre-ville <i>22 juin 2021</i>	Rapport + Plans		Syndicat Intercommunal Études et Prévention des Risques Carrières et Falaises 33 Thomas HAUQUIN et Judith CARPONSIN		Affaissements / Effondrements de carrières souterraines	PDF	Mairie de LATRESNE
Note du 14 janvier 2022 Relative aux PPRMT de Gironde <i>14 janvier 2022</i>	Note		Syndicat Intercommunal Études et Prévention des Risques Carrières et Falaises 33		Affaissements / Effondrements de carrières souterraines	PDF	Mairie de LATRESNE

ÉTUDE	TYPLOGIE	RÉF.	AUTEUR	ÉCHELLE DU DOCUMENT	PHÉNOMÈNES ÉTUDIÉS	FORMAT DE LA DONNÉE	MAÎTRE D'OUVRAGE
Étude globale de la Grande carrière de Latresne (33360) Cartographie, diagnostic et évaluation des aléas 26 avril 2024	Rapport + Plans	CE_01	Syndicat Intercommunal Études et Prévention des Risques Carrières et Falaises 33 Thomas HAUQUIN, Judith CARPONSIN et Mickaël ANTON		Affaissements / Effondrements de carrières souterraines	PDF	Mairie de LATRESNE
Plan des carrières exploitées par les sieurs ROBERT, COLINEAU et CASTAING dans la commune de LATRESNE	Plan		?	Plan : 1/500 Profils : 1/1 000 et 1/400	Affaissements / Effondrements de carrières souterraines	PDF (document numérisé)	?
Commune de LATRESNE Galeries souterraines Liaison de la Route de BORDEAUX à la Rue Augustinot	Plan	LA1910	CAILLE M. Géomètre Expert DPLG	1/2 000	Affaissements / Effondrements de carrières souterraines	PDF (document numérisé)	?
Commune de LATRESNE Lieu-dit « Jean Got Chibaou » Chemin de Seris Plan topographique	Plan	LA1704	CAILLE M. Géomètre Expert DPLG	1/200	Affaissements / Effondrements de carrières souterraines	AutoCAD (.dwg)	?
dehoumcc45ngfwilly	Plan		?		Affaissements / Effondrements de carrières souterraines	AutoCAD (.dwg)	?
Synthèse Gassies2	Plan		?		Affaissements / Effondrements de carrières souterraines	PDF	?

ÉTUDE	TPOLOGIE	RÉF.	AUTEUR	ÉCHELLE DU DOCUMENT	PHÉNOMÈNES ÉTUDIÉS	FORMAT DE LA DONNÉE	MAÎTRE D'OUVRAGE
Assemblage_GJ2	Plan		ANTEA		Affaissements / Effondrements de carrières souterraines	AutoCAD (.dwg)	?

Tab. 3 : Liste des documents, relatifs aux mouvements de terrain, recensés sur la commune de LATRESNE [Source : Ginger CEBTP]

Plan des carrières exploitées par les sieurs ROBERT, COLINEAU et CASTAING dans la commune de LATRESNE

- Réf. : /
- Auteur(s) : ?
- Organisme / Société : ?
- Date de parution : Années 1860-1870

Ce plan, dressé sans doute dans les années 1860-1870, présente le tracé des galeries de la carrière dite de « Brun » (en référence au lieu-dit) ainsi que des vues en coupe selon un cheminement dans l'exploitation. Des informations topographiques sont affichés sur ces coupes : altitudes (rattachées au système NGF) du sol, du ciel, du remblai des galeries et de la surface [Fig. 20].

Les plans de ce type ont été numérisés et vectorisés sous SIG par le Bureau des Carrières de Gironde.

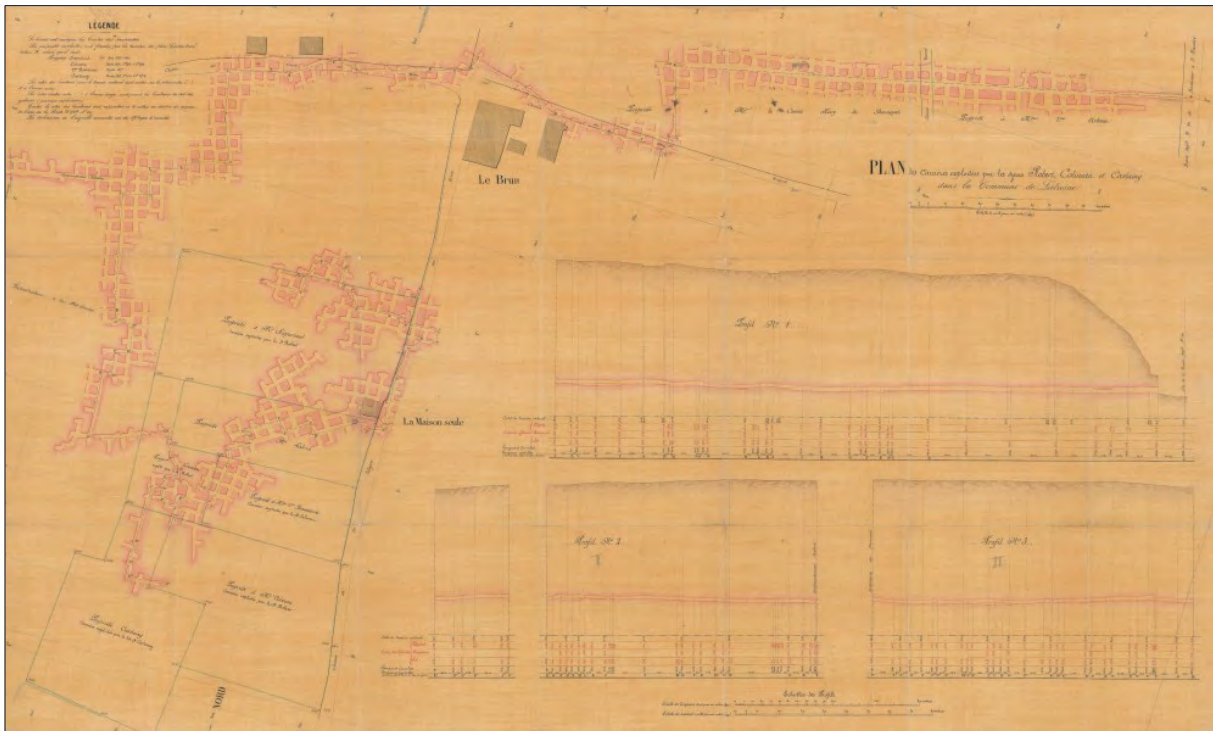


Fig. 20 : Plan de la carrière dite de « Brun » [Source : CG 33]

Étude de la stabilité des carrières souterraines situées sous la propriété de l’A.I.A. à LATRESNE (33) – Proposition de travaux de confortement

- Réf. : 71 SGN 329 AQI
- Auteur(s) : ALLARD J.-F., JAUGEY P. et LOUIS C.
- Organisme / Société : BRGM
- Date de parution : Juin 1971

Cette étude géologique et géotechnique, réalisée à la demande du Ministère des Armées « Air », avait pour objectif d'évaluer la stabilité des carrières sous le château de LATRESNE et de déterminer les travaux de confortement éventuels à effectuer.

Le levé topographique effectué lors des visites des galeries a mis en évidence que 3 bâtiments de l'École d'apprentissage des Ateliers Industriels de l'Aéronautique (AIA) étaient implantés à l'aplomb des cavités.

Les visites ont par ailleurs permis de constater l'état de dégradation important des piliers de la carrière (exploitée par la méthode en chambre et piliers abandonnés) [Fig. 21]. Ces fissurations, affaissements et ruptures sont dus aux efforts en compression que subissent les piliers.

Des essais in-situ et en laboratoire ont été réalisés : scléromètre, essais de traction indirecte, essai de compression. Ces analyses ont permis de mesurer la résistance à la compression des calcaires constituant les piliers. Les résultats montrent une répartition en 2 familles, la valeur de 25 bars a été retenue car correspondant aux zones de plus faible résistance. Cependant la résistance globale est sans doute inférieure en raison de l'hétérogénéité du massif.

La stabilité de la carrière a ensuite été calculée par estimation de la charge que supportent les piliers. Cette dernière est fonction du taux de défrètement (rapport entre pierre extraite et masse rocheuse laissée en place), l'épaisseur de recouvrement et la densité des matériaux de couverture.

Il en résulte que dans les zones les plus fragiles, le coefficient de sécurité est à peine de 1,5 : la stabilité est donc très faible, les piliers sont chargés à leur limite de rupture.

Parallèlement, des mesures de convergences (écrasement d'un pilier) ont été réalisées durant 6 mois. Elle ne mettent pas en évidence un tassement significatif. A noter qu'un cycle saisonnier a cependant été observé.

Au final, des propositions de confortement ont été envisagées : mise en place de piliers en maçonnerie pour étayer les galeries ou consolidation des piliers existants par frettage (« ceinture » en béton armé).



Fig. 21 : Effondrements du ciel de carrière et fissuration d'un pilier [Source : BRGM]

Département de la Gironde – Stabilité des falaises calcaires en Gironde entre BASSENS et LA RÉOLE et entre GAURIAC et BOURG-SUR-GIRONDE – Commune de Latresne – Analyse des risques et définition des moyens de protection

- *Réf. : R 31334 AQI 4S 90*
- *Auteur(s) : BELPERRON S., CHEVILLOT S., BOTH J. et PAILLAT P.*
- *Organisme / Société : BRGM*
- *Date de parution : Août 1990*

Cette étude géologique, réalisée à la demande du CG 33, avait pour objectif d'évaluer les risques de mouvements de terrain le long du plateau de LATRESNE et de déterminer les moyen de prévention et de protection à mettre en place.

Après un rappel du contexte géographique et géologique, le rapport décrit les différents types de mouvements de terrain pouvant survenir sur la zone d'étude : éboulements / chutes de blocs, les glissements de terrain et les affaissements / effondrements de cavités souterraines (carrières).

La bordure du plateau est ensuite divisée en 11 secteurs du Nord au Sud. Sur chacun d'eux est effectuée une analyse du profil de l'escarpement (coupe schématique), des désordres passés, des facteurs d'instabilité. En est déduit le niveau de risque de chaque zone ainsi que les mesures à mettre en œuvre **[Fig. 22]**.

Un recueil des événements historiques a également été réalisé.

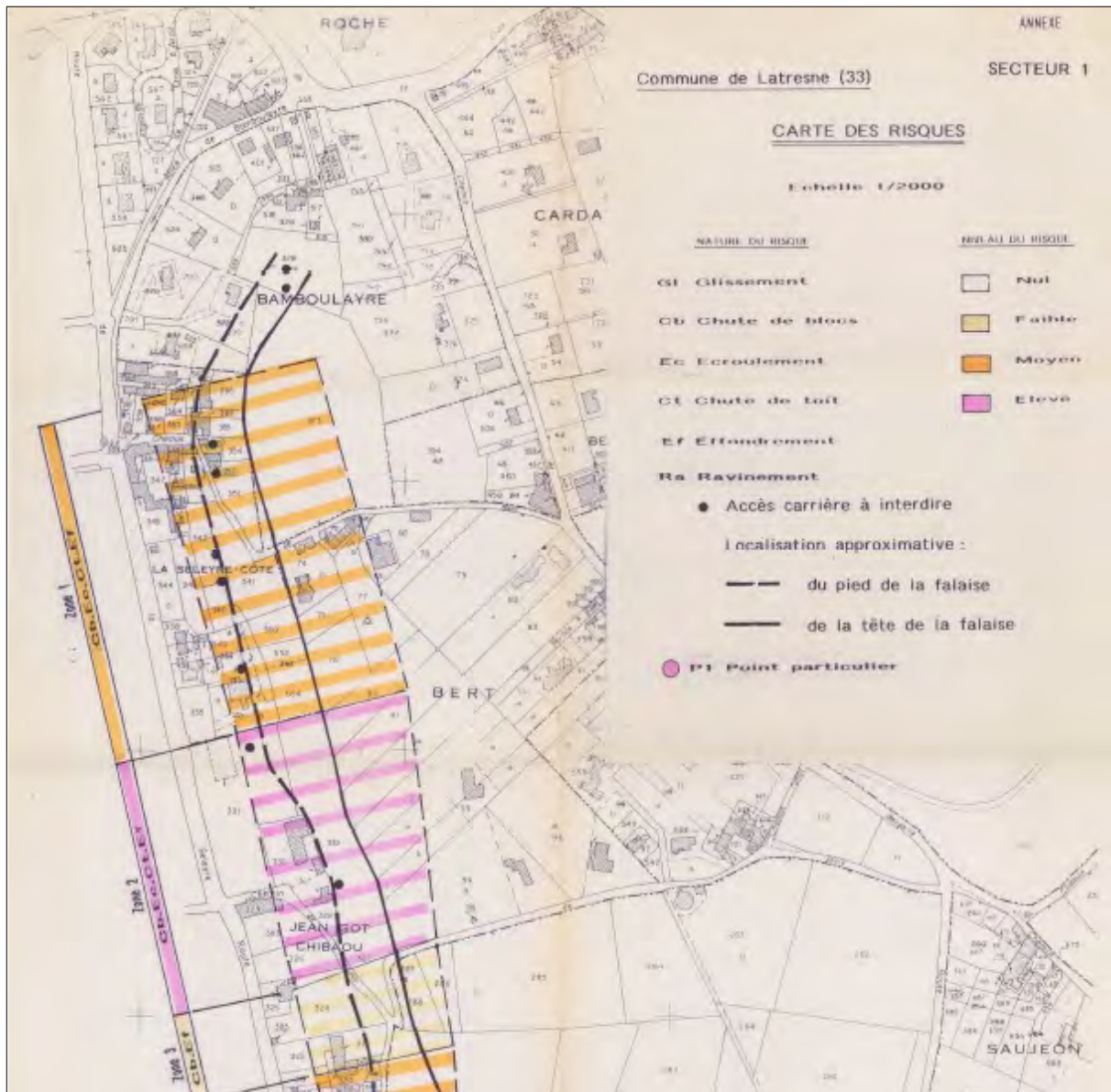


Fig. 22 : Extrait de la carte des risques sur le Nord de la zone d'étude [Source : BRGM]

Plan de Prévention des Risques Naturels (PPRN) – « Mouvements de terrain » – Communes de Latresne, Cénac et Carignan-de-Bordeaux – Compte-rendu de la phase informative

- *Réf. : DRS-03-26415/R02*
- *Auteur(s) : THOMAIDIS C.*
- *Organisme / Société : INERIS*
- *Date de parution : 13 mai 2003*

Cette étude, réalisée à la demande de la Sous-Direction de la Prévention et des Risques Majeurs du MEDD, consiste en la phase informative d'un projet de PPR Mouvements de Terrain (liés à la présence de carrières souterraines).

Conformément à la méthodologie PPR, la démarche adoptée a consisté en une enquête historique et bibliographique, pour collecter l'ensemble des données disponibles sur la zone d'étude, suivie de visite sur site pour compléter la connaissance des phénomènes. Aucune investigation géotechnique ou géophysique n'a été réalisée.

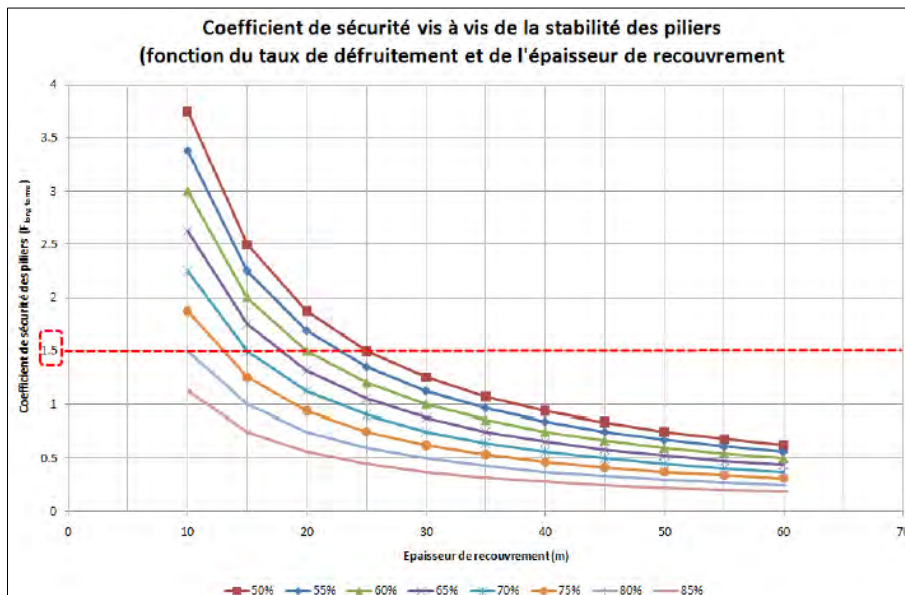


Fig. 24 : Abaque du coefficient de sécurité F_{ult} en fonction du recouvrement et du taux de défrèvement
[Source : Antea Group]

Les calculs ont mis en évidence :

- un coefficient de sécurité à long terme inférieur à 1,5 (valeur minimale généralement admise) pour des épaisseurs de recouvrement supérieures à 25 m, quel que soit le taux de défrèvement (de 50 à 85 %) ;
- pour des taux de défrèvement élevé (de 80 à 85 %), le coefficient de sécurité est inférieur à 1,5 quelle que soit l'épaisseur de recouvrement ;
- le coefficient de sécurité à long terme est inférieur à 1 (instabilité théorique de la carrière) quelle que soit le taux de défrèvement (de 50 à 85 %) pour une épaisseur de recouvrement supérieure à 38 m.

L'incidence de l'élancement des piliers sur la stabilité a également été analysé. Ainsi est observée une réduction de 20 à 40 % de la stabilité pour des hauteurs de piliers comprises entre 3 et 5 m.

La notion d'angle d'influence est également définie. Elle est de 0° dans les calcaires et peut atteindre 45° dans les sols meubles. Ainsi les désordres ne seront pas limités à l'aplomb des galeries effondrées mais présenteront une extension latérale plus ou moins importante en fonction des épaisseurs et de la nature des matériaux de recouvrement.

Le rapport conclut en déterminant la nature et le niveau des risques sur la zone d'étude.

Le risque principal est un risque d'effondrement par rupture des piliers. Du fait des dimensions des galeries et des épaisseurs de recouvrement, le mécanisme probable de rupture est un écrasement progressif de la carrière.

Le niveau de risque est ensuite défini à l'aide du rapport hauteur de vide / épaisseur de recouvrement. Pour un ratio de 1/15 (étude Vachat, 1982) on considère que la probabilité d'apparition d'un fontis est faible en raison du phénomène d'auto-comblement de la cavité au fur et à mesure de la remontée de l'effondrement (du fait du coefficient de foisonnement des terrains). Ainsi pour des galeries de 2 m de hauteur, le risque est faible dès que l'épaisseur de recouvrement dépasse 30 m.

Pour finir, des recommandations constructives en « zone blanche » ont été rappelées : construction de faible importance, rigidification de la structure, raccords souples au niveau des réseaux.

Mouvements de sols liés à la présence de carrières souterraines abandonnées – Étude de l'évaluation des risques au droit des « zones roses » – Actualisation des cartes de zonage

- Réf. : A675573/A
- Auteur(s) : JAUREGUY G.
- Organisme / Société : Antea Group
- Date de parution : Mai 2014

Cette étude, réalisée à la demande de la Mairie de LATRESNE, avait pour objectif d'actualiser la carte de zonage des mouvements de terrain prévisibles suite aux relevés complémentaires de puits et de carrières. A noter que des actualisations ont été réalisées successivement depuis début 2012.

Ces relevés complémentaires (reconnaisances topographiques ou inspections) ont été effectués, par Antea Group ou par le Bureau des Carrières de Gironde, dans les secteurs :

- Basque / Brun
- Pitrot
- Dehoum
- Hautefaye
- La Chapelle / Ricard
- Deyries

Sur ces secteurs, les limites du zonage ont été recalculées suite aux nouvelles données recueillies **[Fig. 25]**.

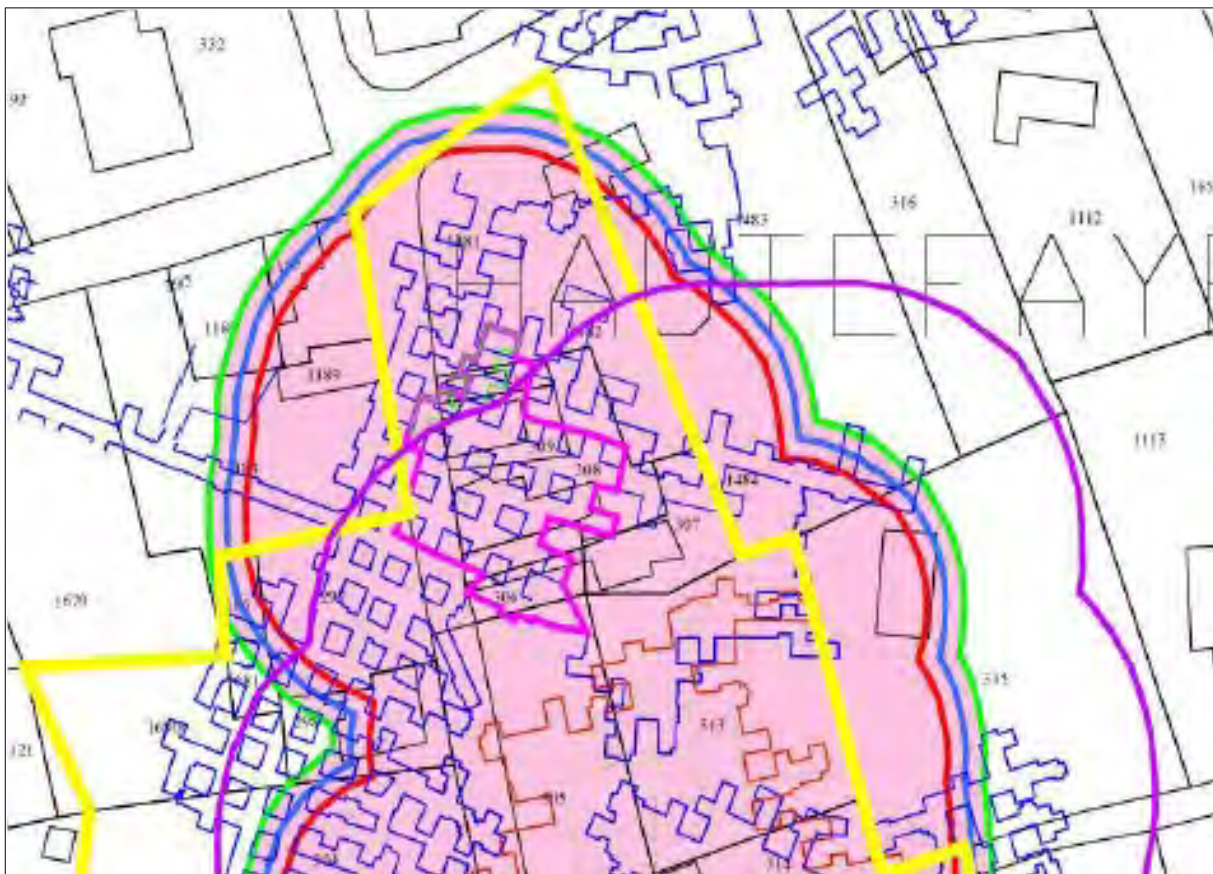


Fig. 25 : Actualisation du zonage sur le secteur de Hautefaye (en jaune : limite 2012 / en violet : limite 2013) [Source : Antea Group]

Commune de LATRESNE – Plan partiel des carrières du centre-ville

- *Réf. :*
- *Auteur(s) :*
- *Organisme / Société : Syndicat Intercommunal Études et Prévention des Risques Carrières et Falaises 33*
- *Date de parution : 22 juin 2021*

Cette étude, réalisée à la demande de la Mairie de LATRESNE, avait pour objectif d'actualiser la cartographie des carrières dans la partie centrale de la commune **[Fig. 26]** :

- Brun (niveaux -3 et -4),
- Le Basque (niveau -2),
- Millery (niveau -3),
- Pitrot (niveau -3),
- Ricard (niveaux -1 et -2),

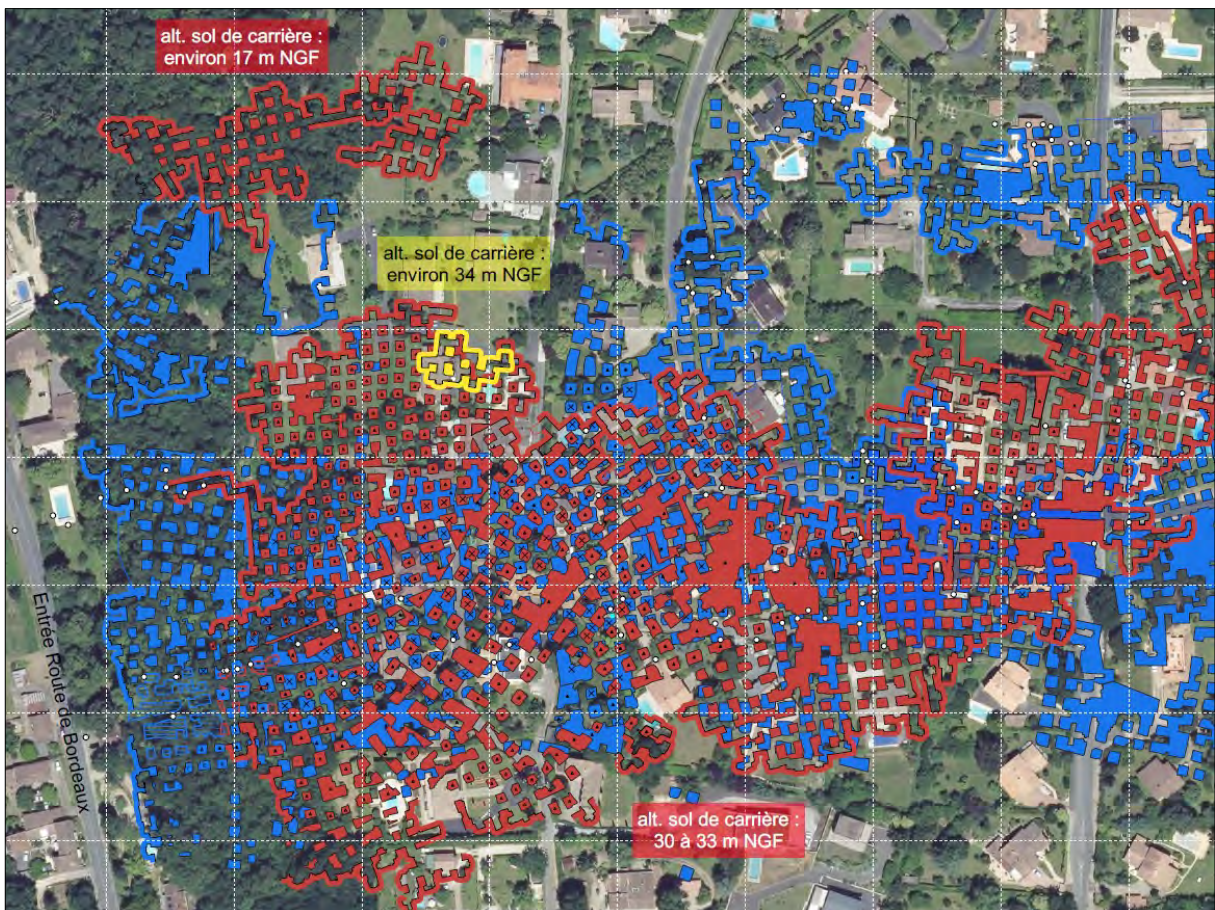


Fig. 26 : Extrait du plan des carrières [Source : EPRCF33]

Étude globale de la Grande carrière de Latresne (33360) – Cartographie, diagnostic et évaluation des aléas

- *Réf. : CE_01*
- *Auteur(s) : Thomas HAUQUIN, Judith CARPONSIN et Mickaël ANTON*
- *Organisme / Société : Syndicat Intercommunal Études et Prévention des Risques Carrières et Falaises 33*
- *Date de parution : 26 avril 2024*

Cette étude, réalisée à la demande de la Mairie de LATRESNE, avait pour objectif de produire une cartographie exhaustive de la Grande carrière pour établir un état des lieux du niveau d'endommagement et un zonage de l'aléa.

Dans un premier temps, environ 400 heures de terrain ont été effectuées sur le terrain. Un scan 3D des galeries accompagné de nombreuses photographies a été réalisée ainsi qu'un relevé topographique de certaines galeries. A l'issue de cette mission, un plan géoréférencé a été produit. Les vérifications effectuées montrent une précision du tracé de ± 40 cm.

La seconde partie de l'étude a consisté en une caractérisation et une cartographie de l'aléa. Les phénomènes considérés sont les « mouvements de terrain généralisés » (effondrements ou affaissements de grand diamètre). Concernant les effondrements localisés (fontis), l'étude indique « Dans les carrières plus profondes, les éboulements susceptibles de survenir au toit des galeries s'auto-comblent par effet de foisonnement, avant d'atteindre la surface du sol. Il ne peut donc généralement pas y avoir d'effondrement localisé, sauf cas particuliers. »

Un découpage de la carrière en 47 secteurs a été effectué, selon des critères morphologiques (géométrie, nombre de piliers, ...). Sur chaque secteur a été calculé :

- l'indice de la fragilité des piliers issu du croisement entre :
 - ✓ l'élancement des piliers = rapport largeur / hauteur ($l/h > 3$; $3 \geq l/h > 2$; $l/h \leq 2$)
 - ✓ l'état des piliers (fissurés ; écaillés ; affaïsés)
- l'indice de la souplesse des terrains issu du croisement entre :
 - ✓ le rapport longueur de la zone de piliers / épaisseur de recouvrement ou l'épaisseur de recouvrement ($Q/H < 1$ ou $Q < 35$ m ; $1 \leq Q/H < 1,5$ ou 35 m $\leq Q < 50$ m ; $Q/H \geq 1,5$ ou $Q \geq 50$ m)
 - ✓ l'état des piliers ($\tau < 60$ % ; 60 % $\leq \tau < 70$ % ; $\tau \geq 70$ %)

L'aléa mouvement de terrain généralisé est ensuite caractérisé par le croisement entre l'indice de la fragilité des piliers et l'indice de la souplesse des terrains : de Très faible à Très fort **[Tab. 4]**.

ALEA de mouvement de terrain généralisé		Indice de fragilité des piliers					
		1	2	3	4	6	9
Indice de souplesse des terrains recouvrant	1	Très faible	Très faible	Très faible	Faible	Faible	Moyen
	2	Très faible	Faible	Faible	Faible	Moyen	Moyen
	3	Très faible	Faible	Faible	Moyen	Moyen	Fort
	4	Faible	Faible	Moyen	Moyen	Fort	Fort
	6	Faible	Moyen	Moyen	Fort	Fort	Très fort
	9	Moyen	Moyen	Fort	Fort	Très fort	Très fort

Tab. 4 : Caractérisation de l'aléa mouvement de terrain généralisé [Source : EPRCF33]

Pour finir cet aléa est ajusté (à la hausse ou à la baisse) en fonction de :

- la configuration des piliers ;
- les superpositions d'étages ;
- la fragilité des terrains recouvrant.

L'aléa effondrement localisé est caractérisé et cartographié par le croisement entre l'épaisseur de recouvrement ($H > 15\text{ m}$; $15\text{ m} \geq H > 10\text{ m}$; $10\text{ m} \geq H > 5\text{ m}$; $H \leq 5\text{ m}$) et la présence ou non de défauts géologiques dans le toit et/ou d'un toit fragile [Tab. 5].

ALEA d'effondrement localisé		Epaisseur des terrains recouvrant			
		$H > 15\text{ m}$	$15\text{ m} \geq H > 10\text{ m}$	$10\text{ m} \geq H > 5\text{ m}$	$H \leq 5\text{ m}$
Défauts géologiques dans le toit et/ou toit fragile ?	Non	Négligeable	Très faible	Faible	Moyen
	Oui	Négligeable	Faible	Moyen	Fort

Tab. 5 : Caractérisation de l'aléa effondrement localisé [Source : EPRCF33]

Pour finir, des marges de sécurité sont ajoutés à la cartographie. Elles correspondent à l'incertitude de positionnement cartographique des carrières et à l'extension latérale en surface des phénomènes [Fig. 27 et 28].

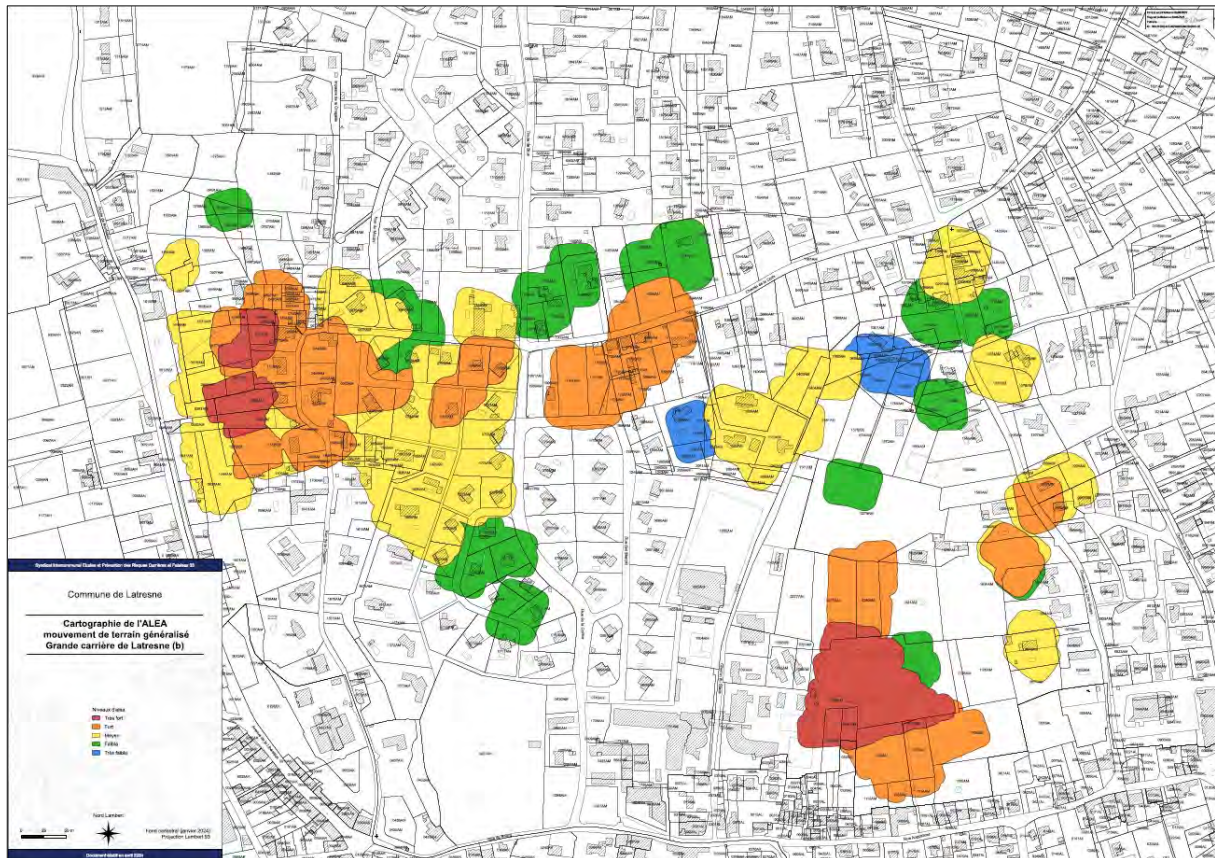


Fig. 27 : Cartographie de l'aléa mouvement de terrain généralisé [Source : EPRCF33]



Fig. 28 : Cartographie de l'aléa mouvement de terrain généralisé [Source : EPRCF33]

Il est important de noter que cette étude consiste en un diagnostic à l'instant T de l'état de la carrière. Bien que l'aléa ait été envisagé avec une échéance centennale, il est mentionné que « Les temporalités [... des effondrements observés dans des carrières en Gironde ...] sont donc très diverses et nous n'avons pas la moindre idée du temps que peut mettre un effondrement pour se produire dans une carrière qui est pour le moment stable, comme celle du plateau de Latresne. ».

La méthodologie employée dans cette étude diffère donc de celle employée pour la réalisation de ce Plan de Prévention des Risques.

V.4. Reconnaissance des phénomènes naturels et cartographie informative des mouvements de terrain

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

L'analyse des données recueillies combinée aux observations de terrain a permis d'**établir la typologie des phénomènes susceptibles de se produire**, et surtout d'**identifier les configurations (lithologie, pente, hydrologie, ...) favorables à leur déclenchement**. Ces données constituent par ailleurs, une étape fondamentale d'une démarche d'expertise permettant de faciliter la prise en compte de ces phénomènes dans toute la commune, dans un cadre de prévention des risques naturels.

3 journées de terrain à 2 ingénieurs (du 30 mai au 1^{er} juin 2016, lors de journées mitigées dans un contexte hebdomadaire humide) ont permis d'une part, la vérification et la confirmation ou la correction des

informations recueillies et cartographiées au bureau, et d'autre part la détection d'autres indices peu ou pas visibles sur orthophotos :

- les désordres sur les constructions et la voirie (fissuration, affaissements, ...),
- les sources, écoulements et zones humides,
- les escarpements et blocs éboulés de taille réduite ou masqués par la végétation et le degré de fracturation des affleurements rocheux,
- les ouvrages de protection existants, ...

Le trajet effectué lors de la session de terrain a fait l'objet d'un suivi GPS **[Fig. 29]**.

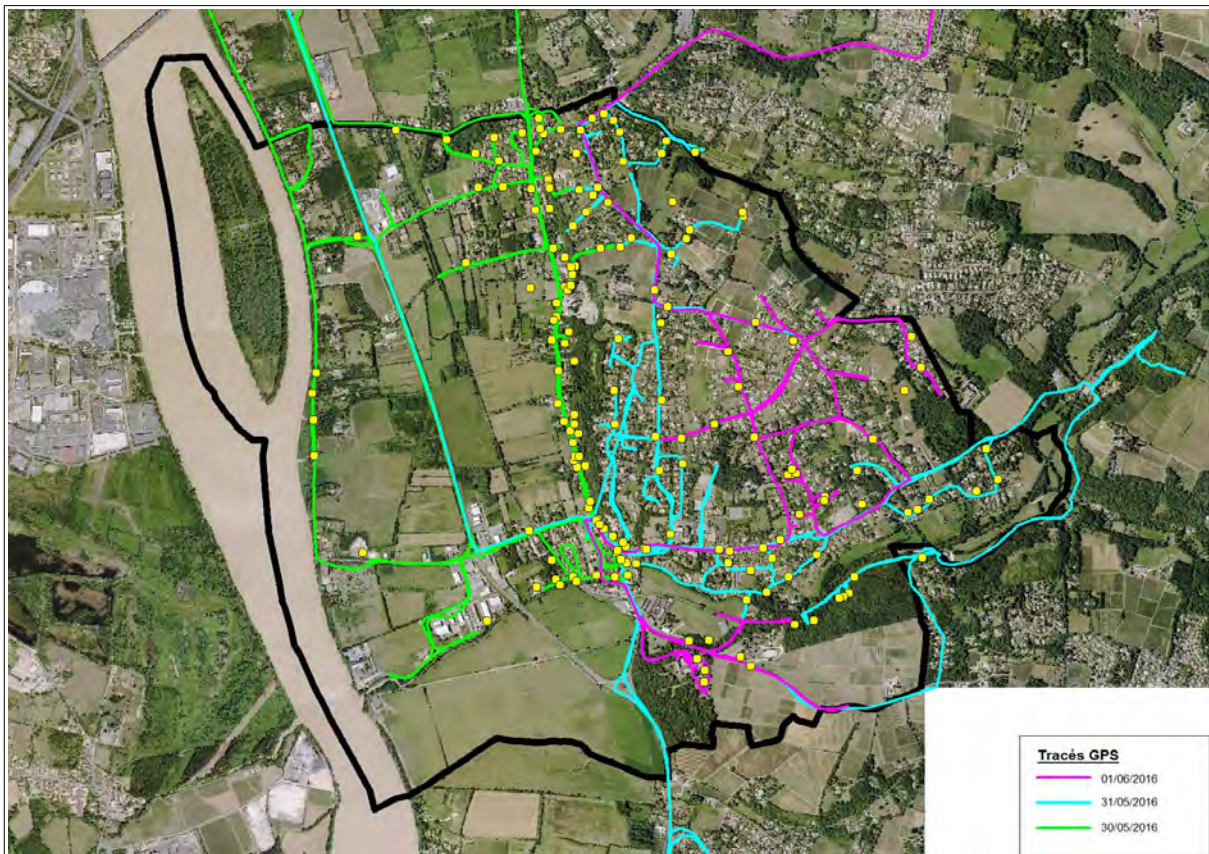


Fig. 29 : Suivi GPS et principales observations de terrain (points jaunes) de la session de terrain du 30 mai au 1^{er} juin 2016 [Source : Ginger CEBTP]

Par ailleurs, une visite de 2 carrières, Le Château (Niveau -3) et Brun (Niveau -3), a été réalisée le 29 novembre 2016 avec les membre du COPIL sous la supervision du Bureau des Carrières de Gironde afin de se rendre compte de leur état. Une seconde visite de la carrière de Brun (Niveau -3) a été réalisée les 17 et 18 mai 2017 avec le Bureau des Carrières de Gironde afin de compléter la connaissance (état et cartographie) sur cette dernière **[Fig. 30]**.

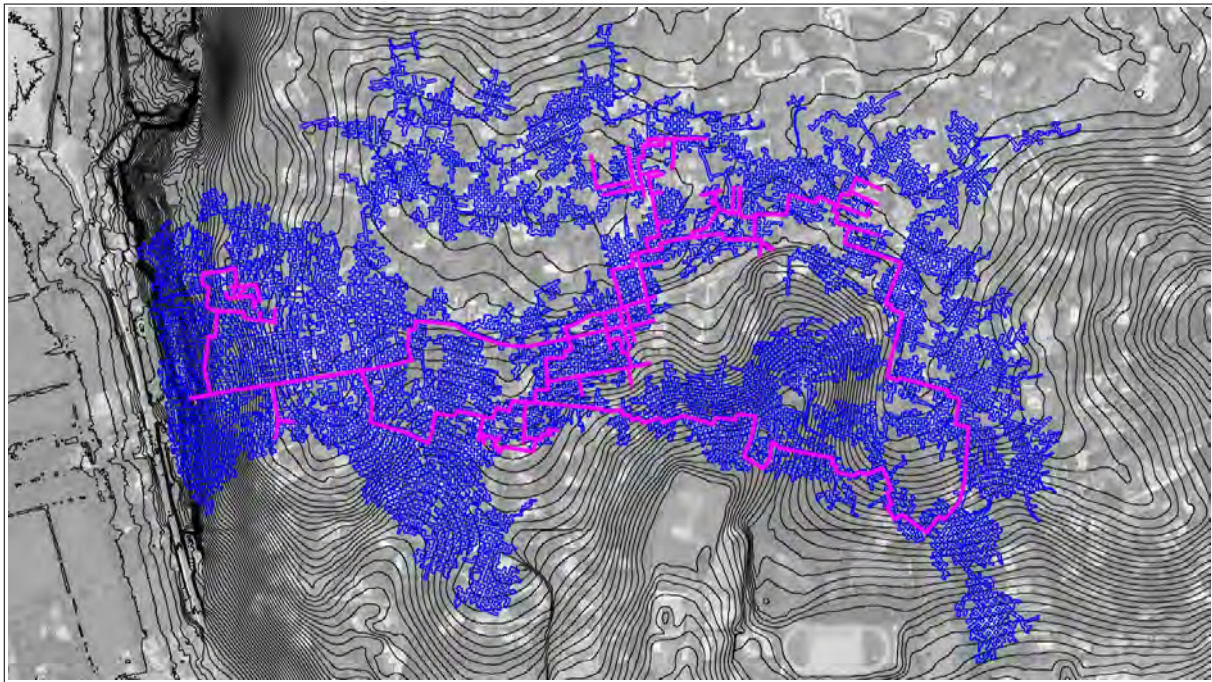


Fig. 30 : Trajet effectué dans la carrière de Brun (Niveau -3) les 17 et 18 mai 2017 [Source : Ginger CEBTP]

L'ensemble des données analysées et des observations de terrain a été affiché sur la **Carte informative des mouvements de terrain**.

[Voir « Carte informative des mouvements de terrain » au 1/5 000]

1. Description des affaissements / effondrements sur la zone d'étude

De par sa nature géologique, le plateau de l'Entre-Deux-Mers a présenté un intérêt dans l'exploitation de matériaux de construction.

L'exploitation en carrière à ciel ouvert n'étant pas envisageable en raison de la mauvaise qualité des calcaires et des fortes épaisseurs de recouvrement, des galeries ont été creusées à partir des flancs du plateau.

D'abord anarchique, l'exploitation s'est organisée au 18^{ème} et au 19^{ème} siècle. Les couches étant sub-horizontales, c'est la technique en chambre et piliers abandonnés qui a été utilisée ; cette dernière consiste à laisser des piliers (ou stots) de matériaux non exploités destinés à soutenir les terrains au dessus du gisement. Les parties exploitées sont appelées chambres **[Fig. 31]**.



Fig. 31 : Exploitation en chambres et piliers abandonnés
[Source : DREAL PACA]

A LATRESNE, l'exploitation aurait cessé en 1895. Certaines cavités ont été réutilisées comme champignonnières ; à l'heure actuelle ces cultures ont été arrêtées.

D'après les relevés topographiques compilés sur la zone d'étude, les vides résiduels mesurent entre 0,40 et 6,00 m de hauteur (pour 1,5 à 5 m de largeur). La hauteur moyenne des chambres est comprise entre 2 et 3 m de hauteur. Les hauteurs plus importantes correspondent à des secteurs où la bonne qualité des matériaux a permis l'exploitation sur 2 niveaux superposés (séparés par une dalle de quelques dm) **[Fig. 32]**. Certaines galeries étaient partiellement remblayées (sur 1 m maximum) par les stériles et déchets de taille.

Le taux de défrètement est compris entre 60 et 80 %.

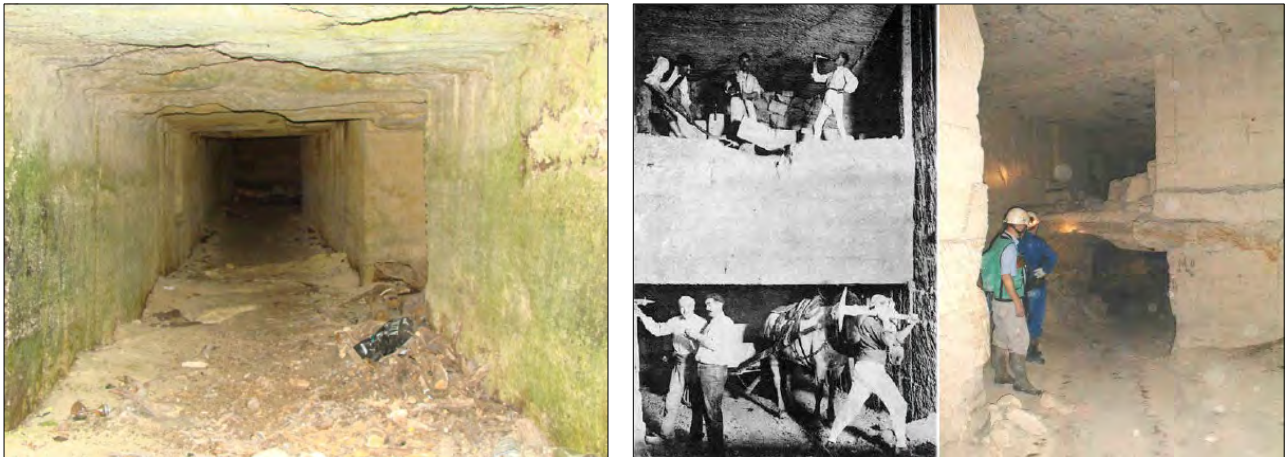






Fig. 32 : Galerie « Le Grand Parc 03 » (à gauche) [Source : Ginger CEBTP] et exploitation à double galeries superposées (à droite) [Source : INERIS]

Quatre niveaux de carrières ont été recensés sur la commune de LATRESNE **[Tab. 6]**. Les niveaux - 2 et - 3 sont les plus développés et se superposent sur de nombreux secteurs (épaisseur entre 2 niveaux de l'ordre de 15 m) ; au maximum la superposition concernent 3 niveaux, mais sur des étendues très faibles. Les zones exploitées sont reliés entre elles (et avec l'extérieur) par des galeries horizontales, des rampes ou des puits (qui servaient également à la ventilation).

NIVEAU	ALTITUDE NGF DU SOL DU NIVEAU (d'après les données topographiques recueillies)	COULEUR (sur la carte informative)
- 1	32 m	
- 2	entre 13 et 37 m	
- 3	entre 3 et 21 m	
- 4	entre 8 et 25 m	

Tab. 6 : Altitudes globales des différents niveaux de galeries [Source : Ginger CEBTP]

A noter également que des caves troglodytes ont été aménagées le long du coteaux. Ces cavités présentent des portées importantes au ciel (supérieures à 10 m) **[Fig. 33]**.



Fig. 33 : Caves troglodytes dans le secteur de la Saleyre [Source : Ginger CEBTP]

Comme expliqué dans les divers rapport d'étude les désordres pouvant affectés ces carrières sont de 2 types :

- **Effondrement localisé de la dalle du ciel**

Le ciel de la carrière est constitué de bancs calcaires ayant pour point d'appui les piliers dans les secteurs exploités ou les murs dans les galeries. Ils supportent le poids des terrains sus-jacents et peuvent alors fléchir avec l'apparition d'une fissure dans le sens de la galerie. Le risque est d'autant plus important que la portée entre 2 point d'appui est élevée (largeur de la galerie). A terme la dalle s'effondre [Fig. 34].



Fig. 34 : Fissuration de la dalle de ciel (à gauche) et effondrement de la dalle (à droite) dans le niveau -2 de la carrière « Le Basque Brun » [Source : Antea Group]

Dans le cas d'un massif homogène, le décollement ne concernera qu'une épaisseur de l'ordre du mètre. En revanche, dans un massif hétérogène (alternance de niveaux tendres et durs et/ou présence de poches karstiques remplies ou non d'argile), l'effondrement de la dalle pourra se prolonger vers le haut : remontée de voûte. En cas de faible épaisseur de recouvrement ou de conditions très défavorables, il pourra atteindre la surface et créer un fontis.

La recherche historique a mis en évidence le décès d'un mineur à la Seleyre, en Décembre 1859, suite à la chute d'une dalle de ciel d'un volume de 2 m³.

- **Rupture des piliers par écrasement**

Dans les secteurs exploités, les piliers supportent le poids des terrains sus-jacents. Ainsi plus l'épaisseur de recouvrement est importante, plus la contrainte verticale initiale sur les piliers est élevée. La contrainte encaissée par les piliers augmente avec le taux de défrèvement (charge répartie sur une surface plus petite).

Cette surcharge se traduira tout d'abord par l'apparition de fissures limités aux angles des piliers. Puis elles vont s'agrandir jusqu'à entraîner le décollement d'écaillles. Ensuite les parements vont se détacher progressivement. Le pilier ruiné prend une forme caractéristique « en diabolo » ; sa section s'en trouve ainsi diminuée et donc sa résistance. A terme le pilier va se fissurer en son cœur et céder. Cette rupture va entraîner le report des charges sur les piliers voisins **[Fig. 35]**.



Fig. 35 : Fissuration d'un pilier « en diabolo » (à gauche) et pilier ruiné (à droite) dans les carrières de LATRESNE [Source : Antea Group]

La rupture isolée d'un pilier peut entraîner l'apparition et la remontée d'un fontis vers la surface du fait de l'importance de la portée entre appuis de la dalle résultante : rupture de la voûte.

Cela peut également engendrer un effet domino si les piliers voisins sont eux-même en limite de rupture : il en résultera un effondrement en masse d'une partie ou de la totalité de la zone exploitée. En fonction de l'épaisseur du recouvrement, des désordres plus ou moins importants pourront apparaître à la surface.

C'est sans doute ce qui s'est produit en Janvier 1878, au château de LATRESNE, avec l'apparition d'un affaissement de 100 m de diamètre sous la RD 240 ayant entraîné une fissuration de cette dernière et des maisons à proximité **[Fig. 36]**.

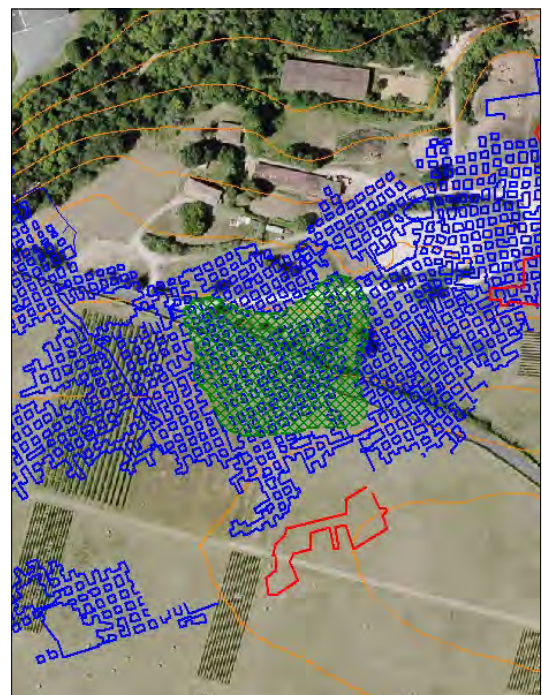


Fig. 36 : Emprise de l'affaissement de Janvier 1878, sous la RD 240, au château de LATRESNE (en quadrillé vert) et niveaux des carrières - 2 (en rouge) et - 3 (en bleu) [Source : Ginger CEBTP]

Les visites de terrain n'ont pas permis de mettre en évidence des désordres sur le plateau. Des fissures ont été observées sur certaines constructions mais elles ne peuvent être formellement reliées à la présence des carrières (épaisseur de recouvrement importante). Leur apparition peut avoir pour cause le retrait-gonflement des argiles, le vieillissement des fondations, les vibrations du trafic ou de travaux, ...

Certains secteurs de carrières ont fait l'objet de travaux de confortement : piliers maçonnés, piliers à bras, hagues (murets en pierre destinés à retenir du remblai de comblement), ... et ont fait l'objet d'une surveillance (cannes de convergence permettant de mesurer les variations de hauteur des galeries).

VISITE DU 29 NOVEMBRE 2016 – LE CHÂTEAU (NIVEAU -3) ET BRUN (NIVEAU -3)

Les carrières Le Château (Niveau -3) et Brun (Niveau -3) présentent une bonne représentativité de la zone d'étude. En effet, la grande variabilité des épaisseurs de recouvrement (atteignant jusqu'à 50 m) permet d'apprécier les mécanismes en action. Les taux de défrètement sont respectivement de 73 et 75 %.

La visite a permis de constater l'état de détérioration de nombreux piliers qui illustre parfaitement les surcharges qu'ils encaissent. Sont ainsi visibles les différents stades de leur dégradation : fissuration des angles [Fig. 37], décollement d'écaillles plus ou moins importantes [Fig. 38], rupture complète [Fig. 39].

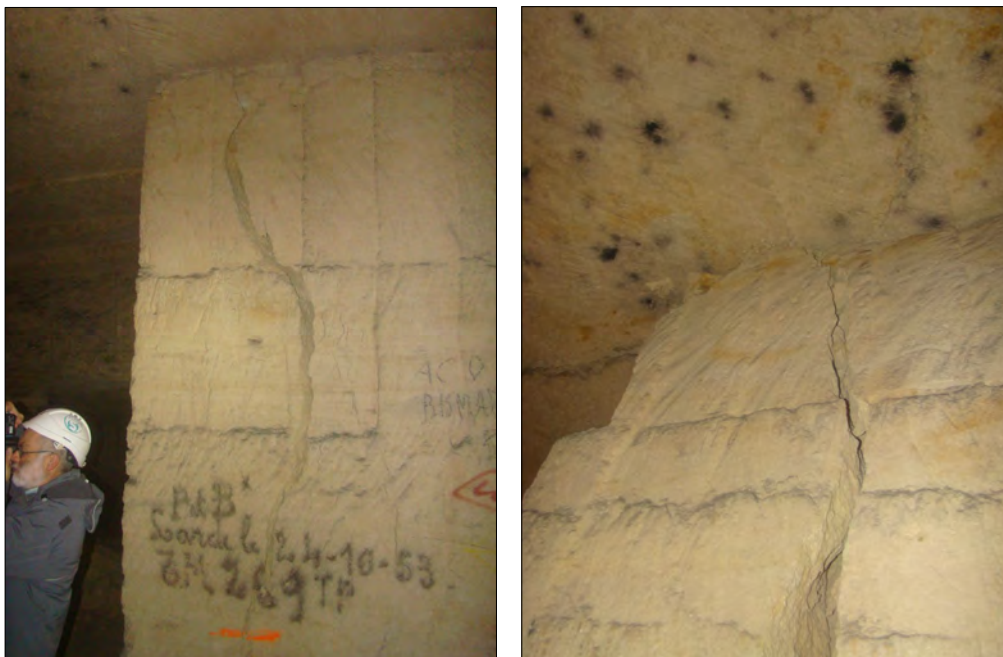


Fig. 37 : Fissuration d'angles de piliers dans la carrière du Château (Niveau -3) [Source : Ginger CEBTP]



Fig. 38 : Rupture d'angles de piliers dans la carrière du Château (Niveau -3) [Source : Ginger CEBTP]



Fig. 39 : Pilier effondré dans la carrière du Château (Niveau -3) [Source : Ginger CEBTP]

La photo de gauche montre la limite du pilier effondré sur le ciel de la carrière.

Cette visite a également permis de constater que la présence de remblais (issus des déchets de taille et de la poussière de découpe), ne participe pas à la stabilisation des piliers. Ainsi en témoignent les fissures qui ont été observées dans les remblais prouvant qu'ils n'ont aucun rôle de maintien de la base des piliers contre l'éclatement (du fait de leur manque de rigidité) **[Fig. 40]**.

C'est suite à cette constatation que les hauteurs de vides ont été calculés sans prendre en compte le remblais (lorsque l'information était disponible).



Fig. 40 : Fissuration des remblais, en pied de pilier (à gauche) et entre 2 piliers (à droite), dans la carrière du Château (Niveau -3) [Source : Ginger CEBTP]

VISITE DU 17 ET 18 MAI 2017 – BRUN (NIVEAU -3)

Cette visite a permis de lever les incertitudes quant à la configuration de cette carrière avec d'une part la confirmation de la présence de chambres et piliers sur les secteurs non cartographiés auparavant, et d'autre part de préciser la limite Sud de la carrière qui était alors méconnue.

Cette visite a également été l'occasion de constater l'état générale de la carrière notamment dans les parties présentant les épaisseurs de recouvrement les plus importantes (à l'Est).

Ainsi a été observée une dégradation des calcaires, la surface de certaines galeries et piliers montre une perte de cohésion sur quelques cm **[Fig. 41]**.



Fig. 41 : Perte de cohésion des calcaires sur la surface d'un pilier dans la carrière de Brun (Niveau -3) [Source : Ginger CEBTP]

Ce phénomène est d'autant plus marqué dans les secteurs présentant des traces d'écoulements (dépôts de calcite) ou des nappes souterraines affleurantes **[Fig. 42]**. Certaines zones présentent également une karstification marquée **[Fig. 42]**.

L'ensemble des ces observation atteste de la diminution de la résistance à la compression de la roche par dégradation des propriétés mécaniques des calcaires.



Fig. 42 : Nappe souterraine affleurante (à gauche) et karstification (à droite) dans la carrière de Brun (Niveau -3) [Source : Ginger CEBTP]

De plus les autres observations : flexion et fissuration du ciel, éclatement des piliers, ruines de certains secteur, ... **[Fig. 43]** confirment le mauvais état de la carrière et attestent de la validité des calculs de stabilité.



Fig. 43 : Fissuration du ciel (en haut, à gauche), éclatement d'un pilier *malgré la présence de remblai* (en haut, à droite), secteurs ruinés (en bas) dans la carrière de Brun (Niveau -3) [Source : Ginger CEBTP]

OBSERVATIONS DU BUREAU DES CARRIÈRES DE GIRONDE

Le Bureau des Carrières de Gironde a transmis à Ginger CEBTP des indications et des photographies concernant les carrières inondées : il s'agit du secteur de Clos Lafitte, Millery, Gassies et de la partie Ouest de la carrière du Château de LATRESNE [Fig. 44 et « *Carte informative des mouvements de terrain* » au 1/5 000].

Dans ces secteurs, le niveau d'eau est élevé et permanent.



Fig. 44 : Carrières inondées : Château de LATRESNE (à gauche) et Gassies (à droite) [Source : Bureau des Carrières de Gironde]

RÉSUMÉ DES OBSERVATIONS EN CARRIÈRES

Les visites de carrières – et les diverses sources d'information (bibliographie, Bureau des Carrières de Gironde, ...) – ont permis de constater globalement une augmentation des désordres sur les piliers à mesure de l'avancée dans le plateau (poids des terrains allant en s'accroissant). Ces observations sont cohérentes avec celles relevées par l'EPRCF33 – notamment dans le secteur de Dehoum (rapport du 18 juin 2020) – où il apparaît que l'intensité des désordres relevés est croissant avec l'épaisseur de recouvrement.

Ces observations sont cohérentes avec les calculs géotechniques ci-après tendant à démontrer que les piliers ne peuvent supporter indéfiniment le poids des terrains sus-jacents au-delà d'une certaine épaisseur.

2. Description des éboulements / chutes de blocs sur la zone d'étude

Sur la commune de LATRESNE, ce phénomène se retrouve uniquement en bordure du plateau de l'Entre-Deux-Mers, là où les calcaires Oligocène affleurent.

Ils forment des escarpements pouvant atteindre une vingtaine de mètres de hauteur avec des pentes variant entre 40° à sub-vertical.

L'érosion des niveaux plus tendres entraîne la mise en surplomb des niveaux plus compétents, d'épaisseur variable (décimétrique à métrique), qui va se traduire à termes par leur rupture [Fig. 45].



Fig. 45 : Érosion différentielle de l'escarpement entre le Foussat et la Palus de l'homme [Source : Ginger CEBTP]

Les joints de stratification, la fracturation, la karstification (vides ou poches remplies d'argile) ainsi que la végétation importante (arbres dont les racines vont s'insinuer dans les fractures) participent également à la déstabilisation du front rocheux : blocs déchaussés et écailles instables **[Fig. 46]**.



Fig. 46 : Escarpement calcaire, le long de la rue du Bourg, présentant des discontinuités (stratification, karst, fissuration, ...). A noter la mise en place d'un piège à bloc en pied [Source : Ginger CEBTP]

Les volumes mis en jeu par ces types d'instabilités sont inférieurs à quelques m³ comme le 27 février 2006, au lieu-dit Jean Got Chibau, avec la chute de 4 à 5 blocs d'un volume total de 2 m³ (soit environ 4 tonnes) [Fig. 47].



Fig. 47 : Chute de 2 m³ de blocs au lieu-dit Jean Got Chibau (27 février 2006). A noter la présence d'une écaille instable à l'arrière plan (désolidarisée du massif) [Source : Bureau des Carrières de Gironde]

En dehors de ces chutes de blocs d'un volume restreint, quoique potentiellement très dommageable, des phénomènes de plus grande ampleur peuvent survenir en bordure du plateau.

En effet, les secteurs dans lesquels ont été creusées des galeries sont particulièrement sensibles. En raison du ratio hauteur de vide / épaisseur de recouvrement important, du fait de la situation en bordure immédiate de plateau, le risque d'effondrement est élevé. Un tel événement engendrerait une déstabilisation du front d'escarpement et donc l'éboulement d'un grand volume de roche (plusieurs dizaines de m³).

L'éboulement de 300 m³ ayant eu lieu en Février 1986 à la Chapelle Ricard, a sans doute pour origine l'effondrement d'un ou plusieurs niveaux de carrière.

Par endroit, des travaux de confortement ont été réalisés : purges, pièges à blocs, ...

3. Description des glissements de terrain / coulées de boue

Sur la commune de LATRESNE, ce phénomène va affecter essentiellement les formations superficielles argileuses du Quaternaire.

Les glissements les plus importants se produiront en bordure de plateau là où les pentes sont les plus fortes **[Fig. 48]**. Ils auront lieu notamment en période de fortes précipitations ; l'eau étant un facteur essentiel de déclenchement. Elle a par exemple un rôle de lubrification au niveau du plan de glissement, qui peut être constitué par l'interface terrains superficiels / substratum rocheux.



Fig. 48 : Glissement dans le talus en bordure de la rue du Bourg [Source : Ginger CEBTP]

Ce phénomène peut être consécutif à un (voire 2) autres. Ainsi l'éboulement de l'escarpement calcaire sous-jacent (pouvant avoir été déclenché par l'effondrement de l'entrée d'une carrière) pourra entraîner la déstabilisation et le glissement des terrains de couverture.

En dehors de ces escarpements, des instabilités pourront avoir lieu sur le plateau en présence d'une pente suffisante. Ainsi ont été observées de légères ondulations (rides) dans ces secteurs ; cela atteste cependant d'un mouvement superficiel.

Enfin des glissements de terrain pourront survenir le long des cours d'eau : il s'agit d'érosions de berge. Les seuls événements relatifs aux glissements de terrain (au nombre de 5) concerne d'ailleurs ce type de phénomène. Ils se sont produits en bordure de La Garonne et de la Pimpine et dans certains cas sont récurrents.

Dans les zones les plus actives, les instabilités potentielles peuvent se traduire par l'endommagement des constructions et infrastructures (fissuration) du fait de la déformation de leurs fondations ou de leurs soubassements (à cause des efforts en traction principalement).

Des désordres sur des murs de soutènement légers ont été observés dans ce type de formations, en raison de la poussée des terres **[Fig. 49]**. Il est à noter que ce type de mur est généralement construit sans fondation profonde, non armé, parfois sans drains et donc facilement endommageable.



Fig. 49 : Fissuration de murs de soutènement impasse Saint-Joseph (à gauche) et chemin de la Fontaine (à droite) [Source : Ginger CEBTP]

Des fissures ont été notées sur un certain nombre de constructions, cependant elles ne sont pas situées sur des pentes significatives.

Par endroit, des travaux de confortement ont été réalisés pour retenir les terrains : grillages plaqués, murs de soutènement, rideau de palplanches, ... **[Fig. 50]**



Fig. 50 : Grillage plaqué (en mauvais état), le long de la rue du Bourg (à gauche) et rideau de palplanches, le long de la Pimpine, chemin de Maucoulet (à droite) [Source : Ginger CEBTP]

VI. CARTOGRAPHIE DES ALÉAS MOUVEMENTS DE TERRAIN

VI.1. Définition

De façon générale, l'**aléa** peut être défini comme la **probabilité d'apparition** d'un **phénomène de nature et d'intensité données** sur un **territoire donné**, dans une **période de référence donnée**.

Cette définition comporte donc les éléments suivants :

- La **référence à un ou plusieurs phénomènes bien définis et d'une intensité donnée** : cette dernière sera estimée la plupart du temps en fonction de la possibilité de mettre en œuvre une parade technique pour s'en prémunir et du coût de sa réalisation. Ces paramètres seront évalués à l'aide des caractéristiques des phénomènes répertoriés ;
- Une **composante spatiale** : un aléa donné s'exerce sur une zone donnée, qu'il faut délimiter. Des difficultés peuvent surgir dans le cas de phénomènes pouvant affecter des zones au-delà de leur limites visibles : exemple de la régression vers l'amont de certains glissements de terrain ou la propagation vers l'aval des chutes de blocs ;
- Une **composante temporelle** : c'est la probabilité plus ou moins grande d'occurrence temporelle du phénomène. Vis-à-vis des inondations l'événement de référence est d'après le guide PPR « la plus forte crue connue et, dans le cas où celle-ci serait plus faible qu'une crue de fréquence centennale, cette dernière ». Pour les mouvements de terrain, la complexité du milieu naturel géologique et son évolution ne permettent pas de quantifier la probabilité d'occurrence : la seule voie actuellement opérationnelle consiste en une approche plus qualitative, dite de prédisposition du site à un type de phénomène donné.

Ainsi la cartographie des aléas Mouvements de terrain s'appuiera sur l'analyse :

- ✓ de la probabilité d'occurrence : prédisposition que présente un site à être affecté par un phénomène,
- ✓ et de l'intensité : ampleur des désordres, impacts ou nuisances susceptibles de résulter du phénomène redouté.

VI.2. Affaissements / Effondrements

Comme expliqué précédemment, l'aléa Affaissements / Effondrements est issu du croisement entre la **probabilité d'occurrence** et l'**intensité** [Fig. 51]. La probabilité d'occurrence est elle-même issue de la combinaison entre la **prédisposition à la rupture** et la **présomption de vides**.

D'après le guide méthodologique Plan de prévention des risques naturels (PPR) : Cavités souterraines abandonnées (INERIS – 2012), ces critères sont estimés grâce aux données recueillies lors de l'Étape 1 – Phénomènes et listés ci-après :

Probabilité d'occurrence

- ▣ Prédisposition à la rupture
 - ✓ analyse de(s) événement(s) historique(s)
 - ✓ visite / examen des carrières souterraines
- ▣ Présomption de vides
 - ✓ plan des carrières souterraines
 - ✓ visite / examen des carrières souterraines
 - ✓ observation de surface (puits, accès, ...)

Intensité

- ✓ analyse de(s) événement(s) historique(s)
- ✓ visite / examen des carrières souterraines

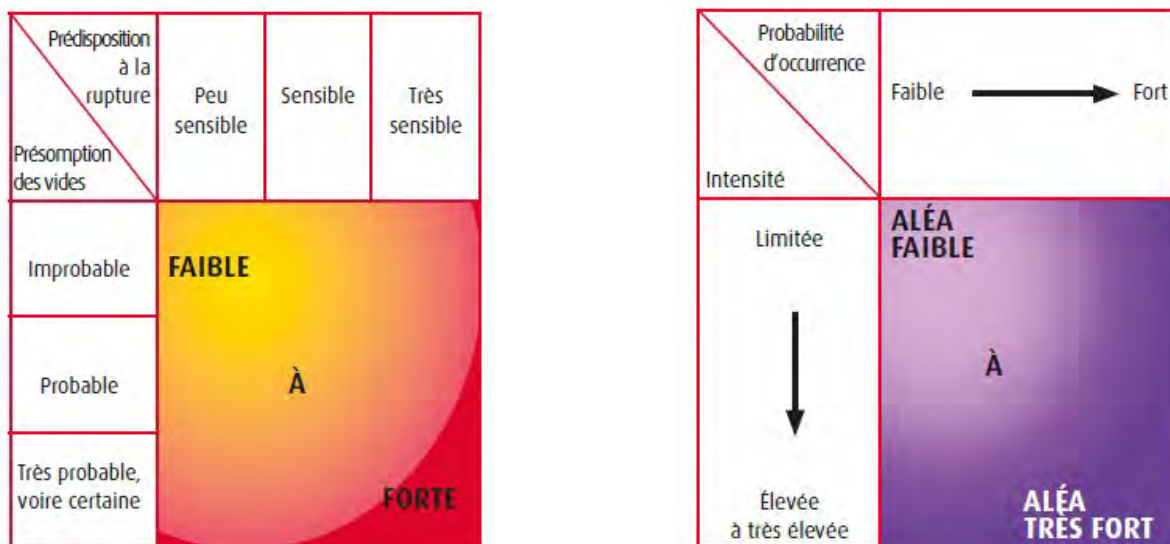


Fig. 51 : Grilles de qualification de la probabilité d'occurrence et de l'aléa Affaissements / Effondrements [Source : INERIS]

Sur la commune de LATRESNE, la prédisposition à la rupture a été analysée par calcul géotechnique. La présomption de vides est assez bien connue en raison d'une très bonne exhaustivité des données cartographiques des carrières.

Un autre paramètre a également été intégré dans le calcul de l'aléa : la probabilité de remontée de fontis.

Préalablement à la qualification de l'aléa Affaissements / Effondrements, une « modélisation » des carrières principales a été réalisée. Elle a servi de base à l'ensemble des calculs de stabilité.

1. « Modélisation » des carrières – Calcul de l'épaisseur de recouvrement

L'ensemble des plans recueilli lors de la recherche bibliographique a été analysé afin d'extraire les données topographiques disponibles : altitudes NGF du ciel (« plafond » de la carrière) et du sol (et éventuellement des remblais) [Fig. 52]. Au total 1718 points ont été relevés [Fig. 53 et 54]. 1206 points correspondent aux altitudes NGF du ciel des carrières.

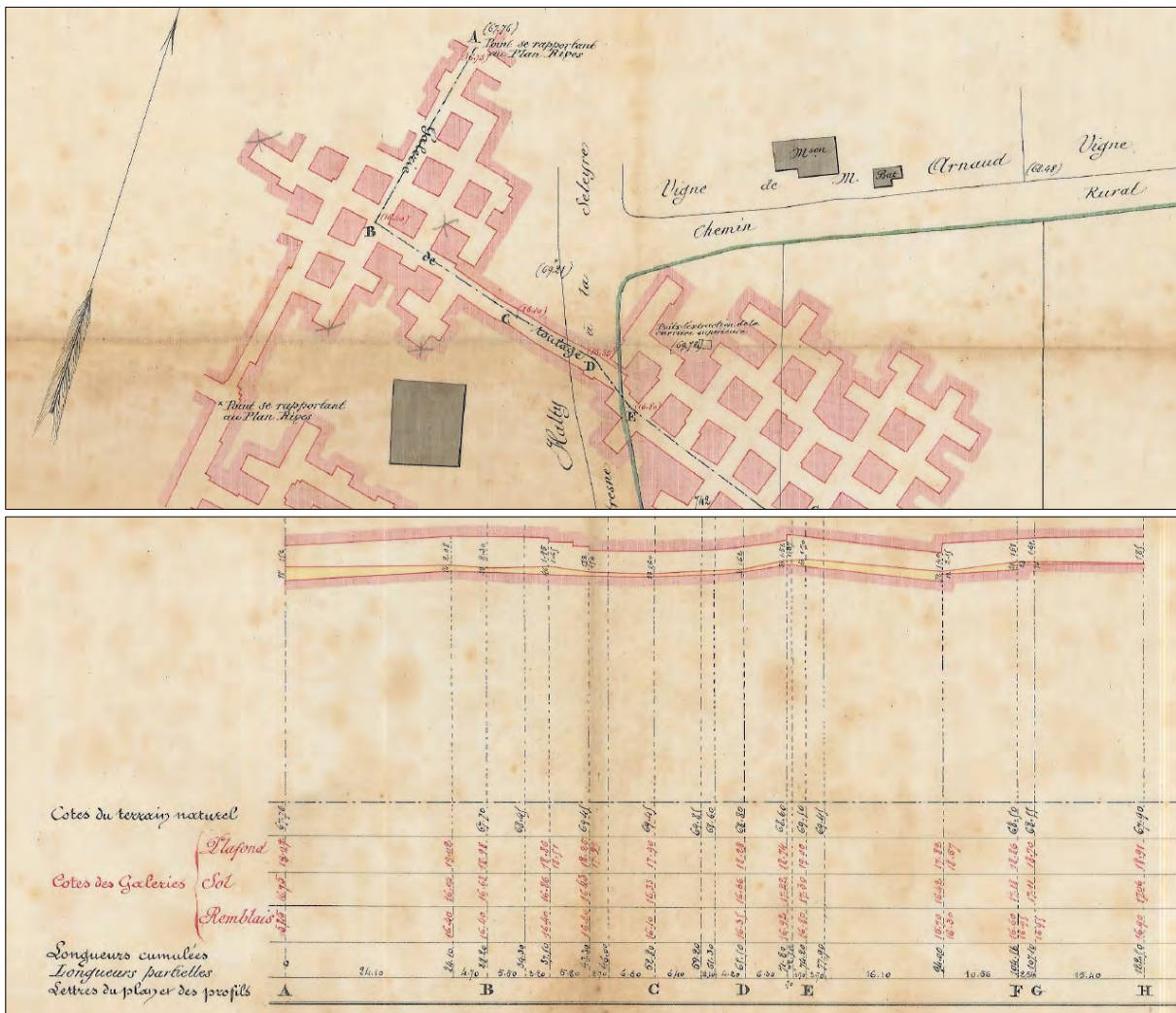


Fig. 52 : Extractions du plan de la carrière de Hautefaye dressé en 1869 [Source : Bureau des Carrières de Gironde]

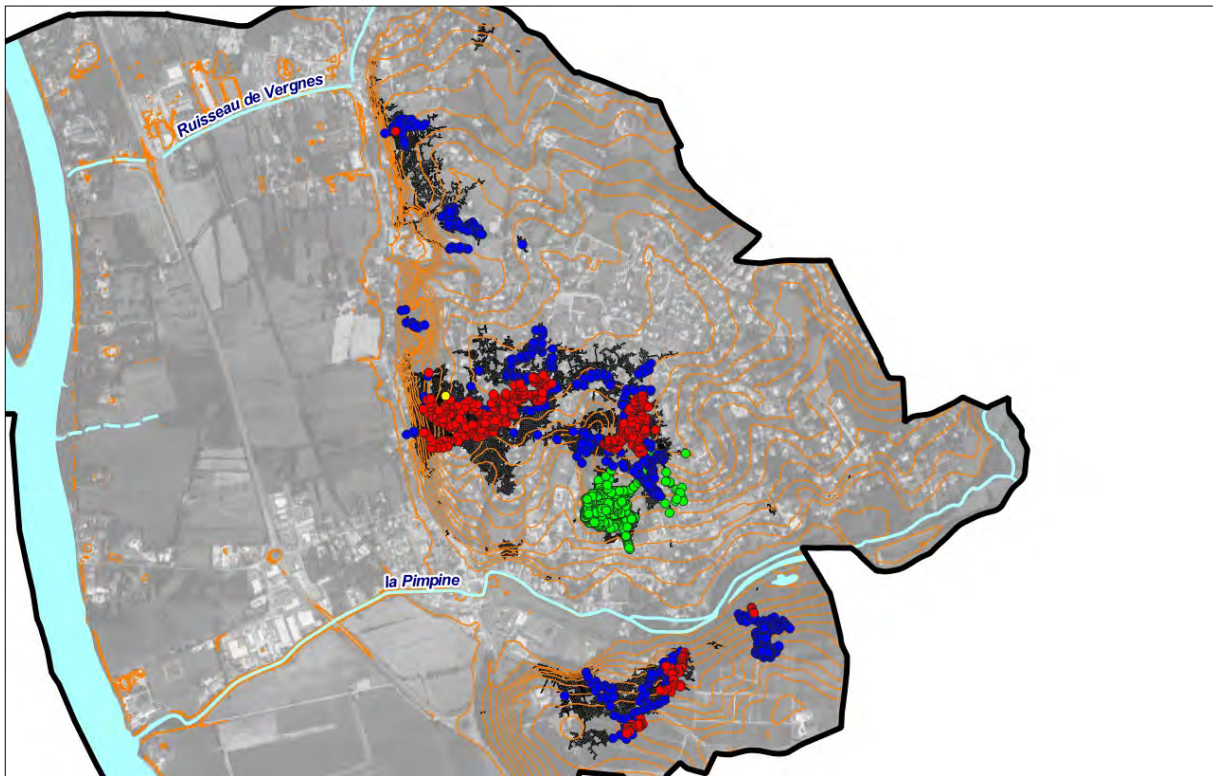


Fig. 53 : Relevé topographique des carrières sur la commune de LATRESNE (points jaunes, rouges, bleus et verts: respectivement niveaux -1, -2, -3 et -4 / en noir : emprise des carrières) [Source : Bureau des Carrières de Gironde / Ginger CEBTP]



Fig. 54 : Extrait du relevé topographique de la carrière Brun (Niveau -3) – altitudes NGF du ciel et du sol [Source : Bureau des Carrières de Gironde / Ginger CEBTP]

A cela s'ajoute les informations issues des rapports (notamment des inspections de puits menant à des carrières) et les altitudes des entrées en falaises des petites carrières.

Sur chacune des carrières de la commune **[Tab. 7]**, une interpolation a été réalisée entre les relevés topographiques afin d'obtenir les altitudes NGF du ciel sur toute leur superficie. Ces données ont ensuite été combinées avec le MNT RGE ALTI® 1 m de l'IGN pour calculer l'épaisseur de recouvrement, donnée essentielle pour le calcul de l'aléa **[Tab. 8]**.

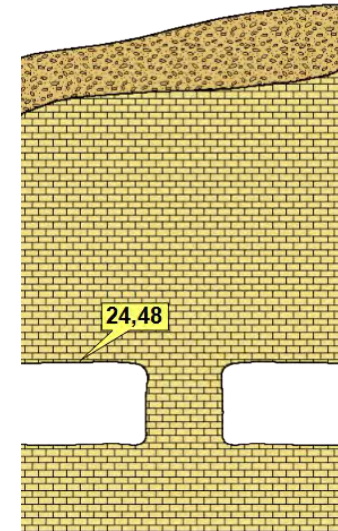
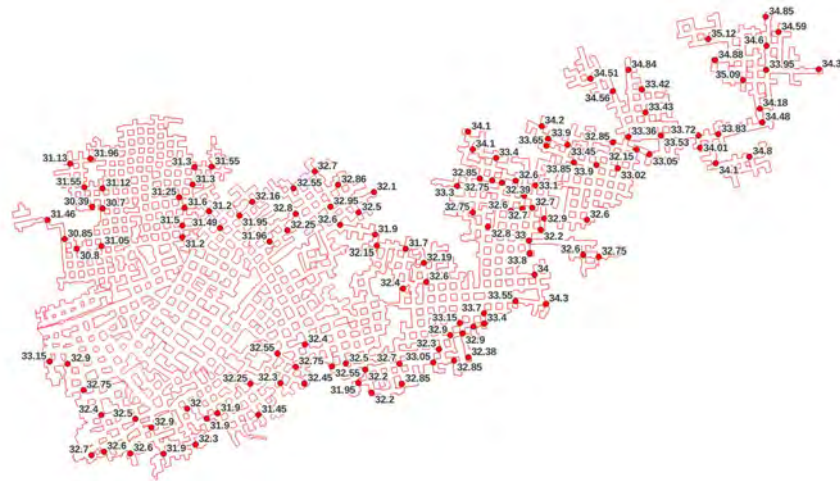
Epaisseur de recouvrement = Altitude NGF de la surface – Altitude NGF du ciel de la carrière

Il est à noter qu'il existe des incertitudes sur ces calculs, par exemple, du fait de la faible densité de points topographiques sur certaines carrières ou du fait de la présence de singularités topographiques sur le MNT RGE ALTI® 1 m de l'IGN. Cependant l'information obtenue est suffisante dans le cadre de la réalisation d'un Plan de Prévention des Risques.

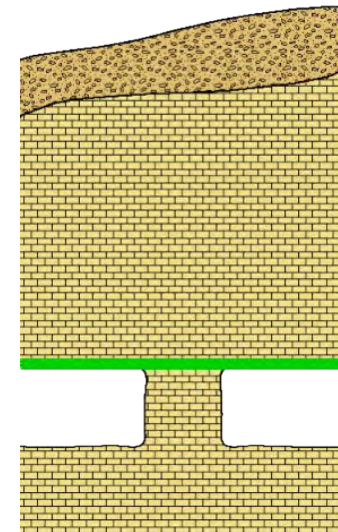
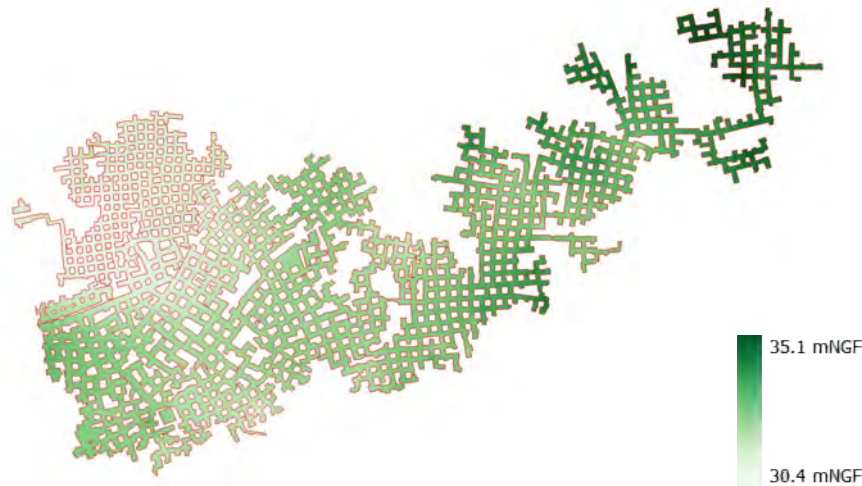
NIVEAU	NOMBRE DE CARRIÈRES	CARRIÈRES
- 1	7	<ul style="list-style-type: none"> • Le Foussat 01 • Le Foussat 02 • Pardaillan 01 • Pardaillan 02 • Pardaillan 03 • Pardaillan 04 • Ricard
- 2	14	<ul style="list-style-type: none"> • Cardayre-Pelerin • Cardayre-Pelerin (remblayée) • Collège Camille Claudel (remblayée) • Est-Augustinot • Est Château • Le Basque • Le Château 02 • Le Foussat 01 • Le Foussat 02 • Le Foussat 03 • Le Grand Parc 03 • Ricard • Salvy • Sud-Est Château
- 3	29	<ul style="list-style-type: none"> • Basque Nord • Basque Sud 01 • Basque Sud 02 • Basque Sud 03 • Brun • Casse 01 • Casse 02 • Casse 03 • Gassies • Gassies bis • His • La Saleyre • La Saleyre 01 • La Saleyre 02 • La Saleyre 03 • La Saleyre Bamboulayre 01 • La Saleyre Bamboulayre 02 • Le Château 02 • Le Foussat • Le Grand Parc 01 • Le Grand Parc 02 • Linas • Millery • Millery 01 • Nord Le Grand Parc • Ouest Basque • Ouest Château • Peyrepin • Pitrot
- 4	5	<ul style="list-style-type: none"> • Brun • Dehoum • Deyries 02 • Deyries Sud • Rampe Dehoum

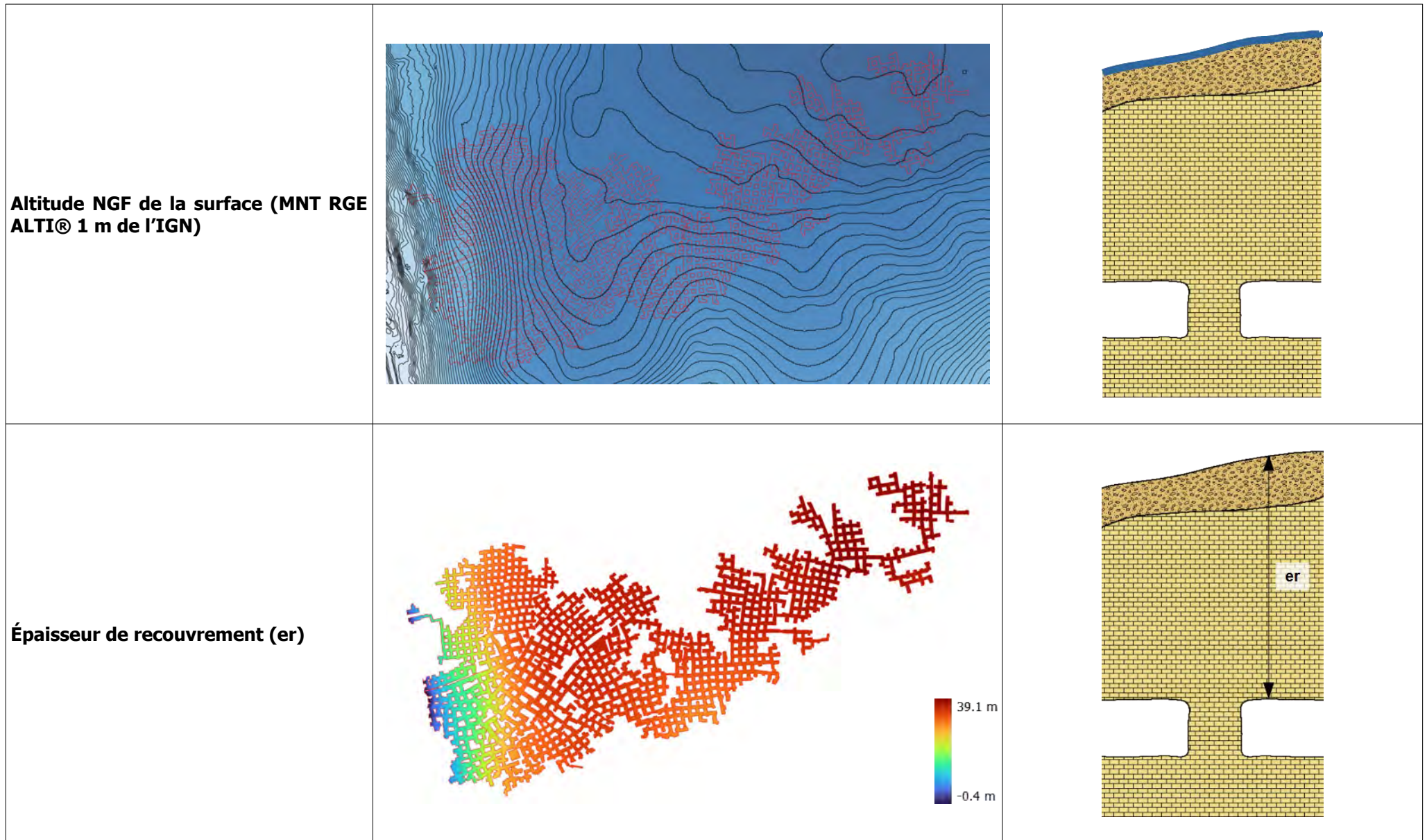
Tab. 7 : Carrières ayant fait l'objet d'une modélisation sur la commune de LATRESNE [Source : Ginger CEBTP]

Points topographiques



Interpolation de l'altitude NGF du ciel





Tab. 8 : Calcul des caractéristiques de la carrière Le Basque (Niveau -2) [Source : Ginger CEBTP]

2. Calcul du taux de défruitement

$$\text{Taux de défruitement} = \frac{\text{Surface exploitée}}{\text{Surface totale}}$$

Le calcul du taux de défruitement (sur les secteurs exploités en chambre et piliers) permet de connaître l'importance de l'exploitation d'une carrière : plus il est élevé, plus les vides sont grands **[Fig. 55]**.

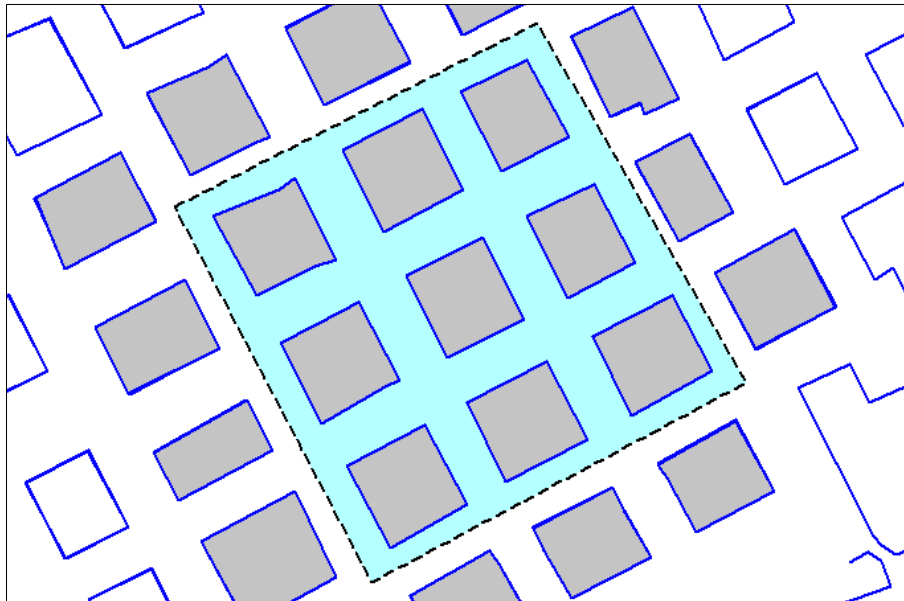


Fig. 55 : Calcul du taux de défruitement sur la carrière Le Château 02 (Niveau -3), au niveau de l'affaissement historique de Janvier 1878 [Source : Ginger CEBTP]

*En bleu ciel : surface exploitée / En gris : piliers / Surface totale délimitée par la ligne en pointillées
Taux de défruitement = 60 %*

Sur chaque niveau, un échantillonnage du taux de défruitement a été réalisé sur plusieurs carrières et la moyenne a été calculée **[Fig. 56 et Tab. 9]**. Le taux de défruitement moyen sur le territoire communal est de 76 %.

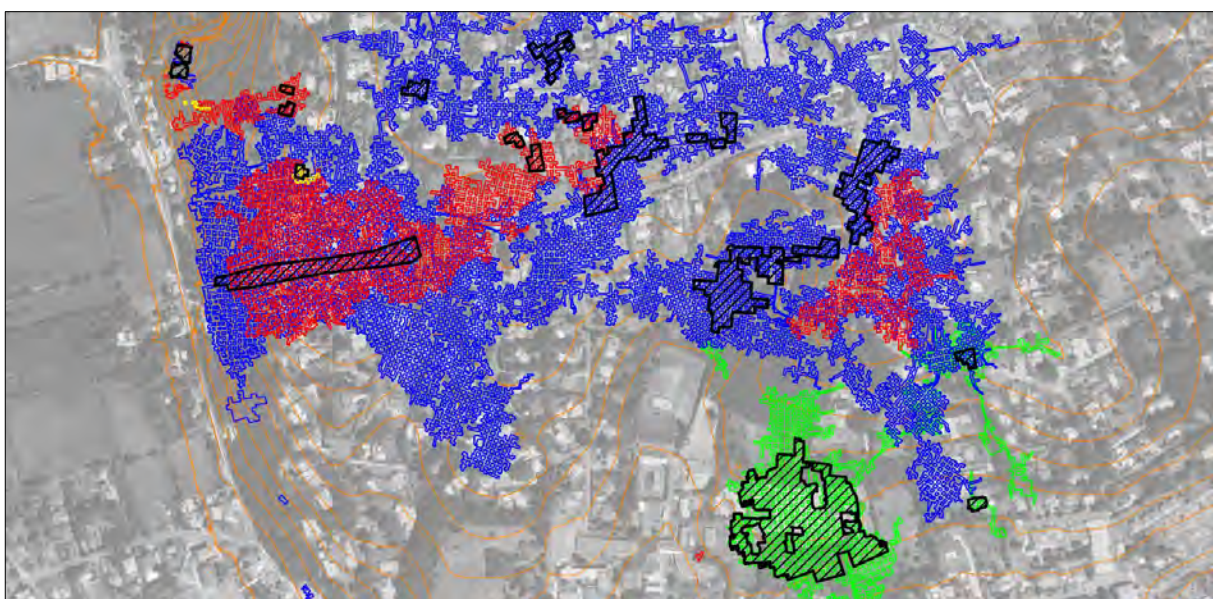


Fig. 56 : Échantillonnages du taux de défruitement (en hachurés noirs) [Source : Bureau des Carrières de Gironde / Ginger CEBTP]

NIVEAU	CARRIÈRE	NOMBRE D'ÉCHANTILLONS	TAUX DE DÉFRUITEMENT	TAUX DE DÉFRUITEMENT MOYEN
- 1	Ricard	1	77 %	77 %
- 2	Cardayre-Pelerin	1	80 %	80 %
	Le Basque	4	83 %	
			81 %	
			79 %	
78 %				
Le Château 02	1	76 %		
Ricard	2	83 % 83 %		
- 3	Brun	10	85 %	75 %
			83 %	
			79 %	
			77 %	
			75 %	
			73 %	
			73 %	
			70 %	
			69 %	
			66 %	
	Gassies	9	86 %	
83 %				
81 %				
78 %				
77 %				
74 %				
74 %				
73 %				
68 %				
His	2	82 %		
78 %				
Le Château 02	3	82 %		
73 %				
55 %				
Le Foussat	1	90 %		
Le Grand Parc 02	3	77 %		
69 %				
67 %				
Linass	1	78 %		
Peyrepin	1	65 %		
- 4	Dehoum	1	72 %	72 %
Deyries 02	1	71 %		

Tab. 9 : Calcul des taux de défruitement sur les carrières de la commune de LATRESNE [Source : Ginger CEBTP]

Pour information, le taux de défruitement au niveau de l'affaissement historique de Janvier 1878, considéré comme l'événement de référence sur la zone d'étude, est de 60 %.

A noter que ces calculs de taux de défrètement ont été réalisés en début d'étude en 2017, soit avec les plans de carrières disponibles à l'époque. Les différents rapports disponibles estiment le taux de défrètement compris entre 60 et 80 %. D'après l'étude de l'EPRCF33 de 2024 sur la grande carrière de LATRESNE, le taux de défrètement est estimé à 67 % (sauf pour le niveau -3 où il est estimé à 62 %).

Par la suite un taux de défrètement de 70 % a été retenu pour les calculs de stabilité. Une sectorisation aurait permis d'affiner les calculs mais globalement le résultat serait plus contraignant en raison de taux de défrètement observés plus importants.

3. Calcul des probabilité de rupture (coefficients de sécurité)

Dans les carrières exploitées en chambres et piliers, 2 types de rupture peuvent être à l'origine d'instabilités : la rupture de dalle ou la rupture de pilier isolé. Les galeries filantes ne sont bien sûr concernées que par les ruptures de dalle. Pour chaque type des calculs de coefficient de sécurité ont été réalisés.

RUPTURE DE DALLE – COEFFICIENT DE SÉCURITÉ

Le calcul du coefficient de sécurité (F) pour la stabilité du ciel est repris du rapport d'ANTEA de 2017 sur la carrière de Grand Parc (Niveau -3). Le ciel est assimilé à une poutre dalle, d'une épaisseur résistante de 3 m, entre 2 appuis. La formule de calcul est la suivante :

$$F = \frac{MU}{\frac{(\gamma h' + d)l^2}{8}}$$

Avec :

MU	Moment de flexion ultime	0,3 MNm
γ	Poids spécifique du matériau	19 kN/m ³
d	Surcharge estimée (exemple : bâtiment)	0 kPa
l	Largeur de galerie (portée)	3,5 m
h'	Épaisseur de recouvrement	--- m

Le graphique ci-après **[Fig. 57]** présente l'évolution du coefficient de sécurité en fonction de l'épaisseur de recouvrement pour une largeur de galerie de 3,5 m, ce qui correspond à la largeur moyenne des galeries dans les carrières de LATRESNE.

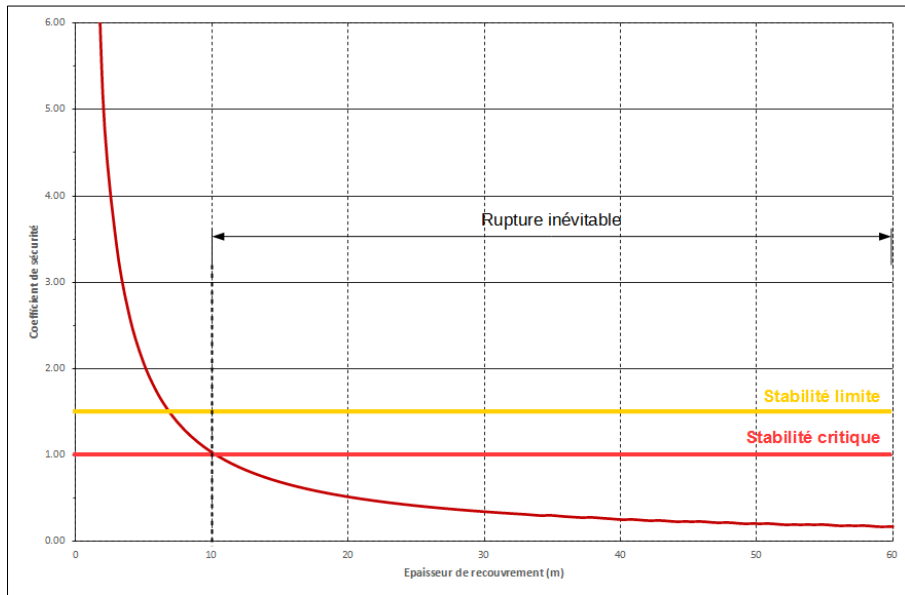


Fig. 57 : Calcul du coefficient de sécurité à long terme d’une dalle en fonction de l’épaisseur de recouvrement (pour une épaisseur de dalle résistante de 3 m) [Source : Ginger CEBTP]

Ainsi la stabilité est limite (coefficient de sécurité compris entre 1 et 1,5) au-delà d’une épaisseur de recouvrement de 7 m. Elle devient critique (coefficient de sécurité ≤ 1 ; rupture inévitable) au-delà de 10 m de recouvrement [Fig. 58].

Épaisseur de recouvrement (m)	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
Probabilité de rupture (Largeur de galerie = 3,5 m)	Faible		Moyenne		Forte											
	■ Faible		■ Moyenne		■ Forte											

Fig. 58 : Probabilité de rupture d’une dalle en fonction de l’épaisseur de recouvrement [Source : Ginger CEBTP]

RUPTURE DE PILIER ISOLÉ – COEFFICIENT DE SÉCURITÉ À COURT TERME (F)

$$\text{Coefficient de sécurité} = \frac{\text{Charge admissible du matériau}}{\text{Charge statique appliquée}}$$

Le coefficient de sécurité permet d’évaluer la stabilité d’une carrière en calculant le rapport entre ce que peut encaisser les piliers et ce qu’ils supportent [Fig. 59].

En dessous de 1,5, on considère que la stabilité est limite ; c’est à dire qu’elle ne peut plus être garantie. En dessous de 1, elle est critique : la rupture du pilier est inévitable.

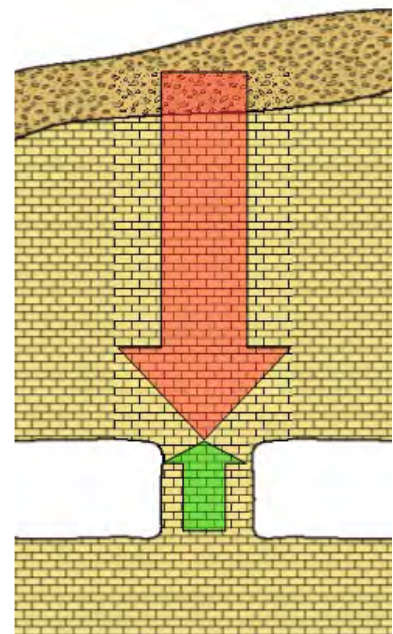


Fig. 59 : Coupe schématique de la charge admissible du matériau (flèche verte) et de la charge statique appliquée (flèche rouge) [Source : Ginger CEBTP]

- **Charge admissible du matériau :**

Elle correspond à la résistance à la compression des calcaires et est égale à 2,5 MPa (25 bars).

Cette valeur a été obtenue par le BRGM, sur la carrière du Château (Niveau -3), à partir d'essais [Fig. 61]:

- *in-situ* – scléromètre : mesure du rebondissement d'une masse envoyée horizontalement sur une seule face de chaque pilier (450 mesures) ;
- de traction indirecte, exécutés immédiatement dans la carrière après l'extraction des échantillons – presse portative : mesure de la force nécessaire pour faire éclater un échantillon de roche (730 mesures) ;
- de compression simple en laboratoire – presse [Fig. 60] : mesure de la force nécessaire pour faire éclater une carotte de roche de 40 mm de diamètre (71 mesures) ou 80 mm (9 mesures).

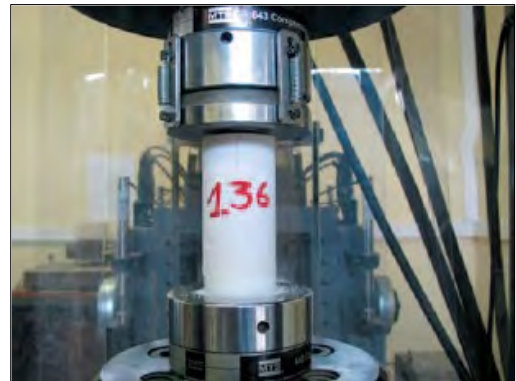


Fig. 60 : Exemple d'essai en compression simple
[Source : LCPC]

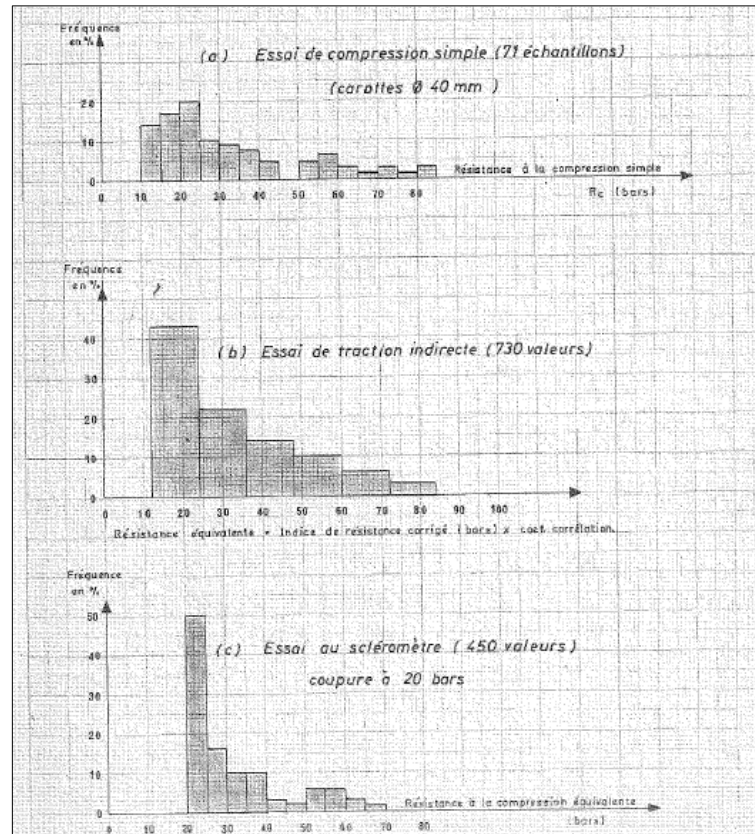


Fig. 61 : Histogramme des résistance pour les 3 types d'essais sur la carrière du Château (Niveau -3) [Source : BRGM]

Des essais réalisés en 2017 par ANTEA sur des échantillons prélevés dans la carrière du Grand Parc (Niveau -3) donnent une résistance à la compression moyenne de à 2,4 MPa (24 bars).

Malgré une certaine variabilité des calcaires, et du fait de l'absence de données plus précises sur le reste de la zone d'étude, la valeur de 2,5 MPa (25 bars) a été utilisé pour les calculs suivant.

- **Charge statique appliquée :**

Elle correspond à la contrainte verticale supportée par les piliers et est obtenue par le calcul suivant :

$$\text{Contrainte verticale} = \frac{\text{Epaisseur de recouvrement} \times \text{Poids volumique des terrains}}{1 - \text{Taux de défrètement}}$$

Le poids volumique des calcaires a été mesuré en laboratoire par le BRGM : 19 kN/m³ (1,9 T/m³).

La charge statique augmente donc avec l'épaisseur de recouvrement (poids des terrains au-dessus de la carrière) et avec le taux de défrètement (moins il y a de piliers, plus chacun d'eux encaisse de poids).

A noter que faute de données suffisantes (sondages), le poids des terrains de couverture (matériaux argileux) n'a pas été pris en compte : toute la colonne de terrain de recouvrement est considérée comme constituée uniquement de calcaires. Dans la réalité, la contrainte verticale est légèrement plus faible (étant donné que le poids volumique des argiles est plus faible que celui des calcaires) mais cette différence reste négligeable.

RUPTURE DE PILIER ISOLÉ – COEFFICIENT DE SÉCURITÉ À LONG TERME (F_{ult})

$$\text{Coefficient de sécurité à long terme} = \frac{\text{Coefficient de sécurité}}{\text{Coefficient de correction}}$$

Le coefficient de sécurité à long terme permet d'évaluer la stabilité future d'une carrière en prenant en compte le vieillissement et le fluage du matériau. Cette évolution naturelle de la roche fait diminuer sa résistance à la compression.

Le coefficient est par exemple de 2 pour la craie et de 3 pour le gypse qui sont des roches qui évoluent très défavorablement. Pour les calcaires compacts, il varie de 1,2 à 1,5.

Étant donnée la nature des calcaires exploités, un coefficient de 1,5 a été choisi pour le calcul du coefficient de sécurité à long terme **[Fig. 62]**.

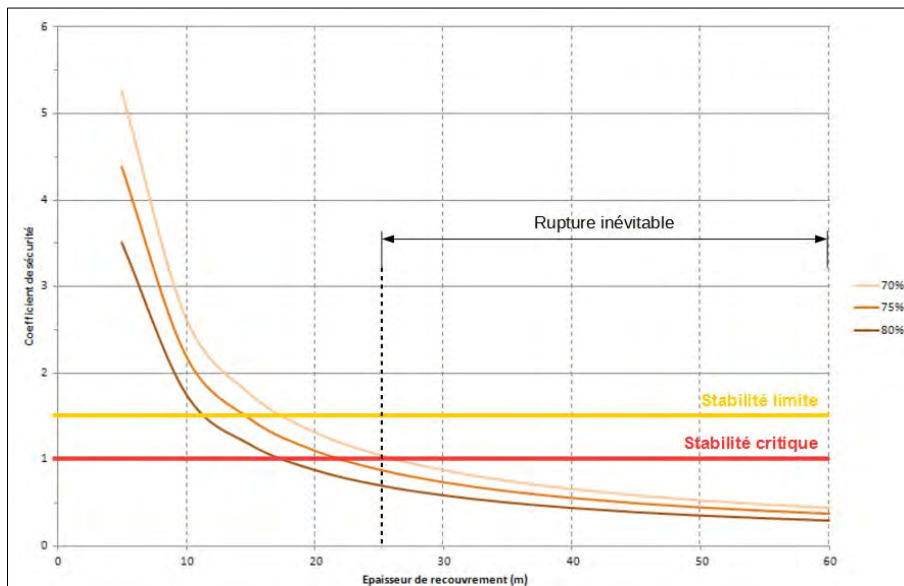


Fig. 62 : Calcul du coefficient de sécurité à long terme d'un pilier en fonction de l'épaisseur de recouvrement pour plusieurs taux de défrèvement (70, 75 et 80%) [Source : Ginger CEBTP]

Ainsi pour des taux de défrèvement supérieurs à 70 % (comme c'est le cas pour les carrières de LATRESNE), la stabilité est limite (coefficient de sécurité compris entre 1 et 1,5) au-delà d'une épaisseur de recouvrement de 17 m. Elle devient critique (coefficient de sécurité ≤ 1 ; rupture inévitable) au-delà de 25 m de recouvrement [Fig. 63].

Épaisseur de recouvrement (m)	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
Probabilité de rupture (Taux de défrèvement > 70%)	[Barres colorées indiquant la probabilité de rupture]															
	■ Faible			■ Moyenne				■ Forte								

Fig. 63 : Probabilité de rupture d'un pilier isolé en fonction de l'épaisseur de recouvrement [Source : Ginger CEBTP]

Dans les zones inondées, la probabilité de rupture sera systématiquement considéré comme forte du fait de l'abaissement du coefficient de sécurité (dégradation des propriétés mécaniques des calcaires).

4. Détermination du mécanisme d'instabilité

Dans les carrières exploitées en chambres et piliers, le mécanisme d'instabilité est déterminé, selon le guide technique de « diagnostic de stabilité des carrières souterraines abandonnées » du LCPC, par l'analyse du rapport entre l'extension maximale de la carrière (Q) et l'épaisseur de recouvrement (noté H dans le guide du LCPC) [Fig. 64].

Il est à noter que les zones potentielles d'effondrement généralisé peuvent également être sujettes à l'apparition de fontis par rupture de dalle ou de pilier isolé.

$$\frac{Q}{H} < 1 \rightarrow \text{fontis}$$

$\frac{Q}{H} > 1$ → effondrement généralisé (+ fontis)

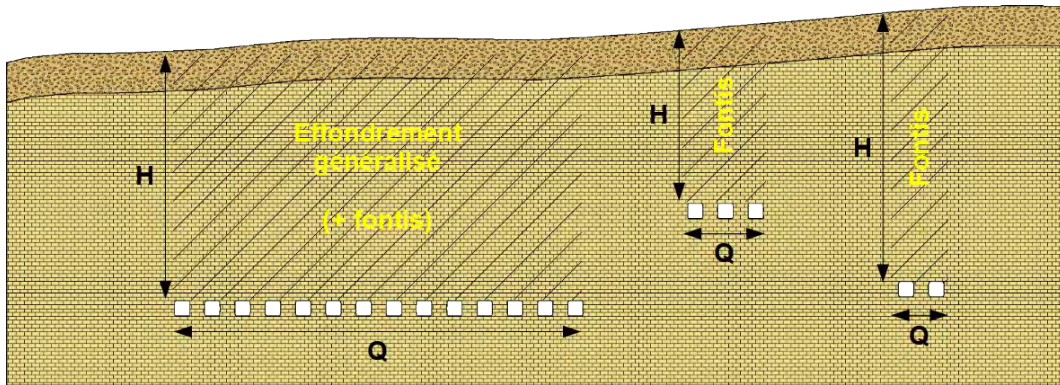


Fig. 64 : Détermination du mécanisme d'instabilité [Source : Ginger CEBTP]

Le mécanisme d'instabilité a ainsi été défini manuellement pour chacune des carrières en comparant l'extension des zones de chambres et piliers avec l'épaisseur de recouvrement calculée précédemment [Fig. 65]. L'extension doit être continue sur au moins 2 rangées de piliers et sans interruption notamment par un pilier de grande dimension.

Les zones de rupture de dalle (galeries filantes) ainsi que les secteurs ayant fait l'objet d'un comblement (carrières remblayées) ont également été cartographiés [Fig. 65].

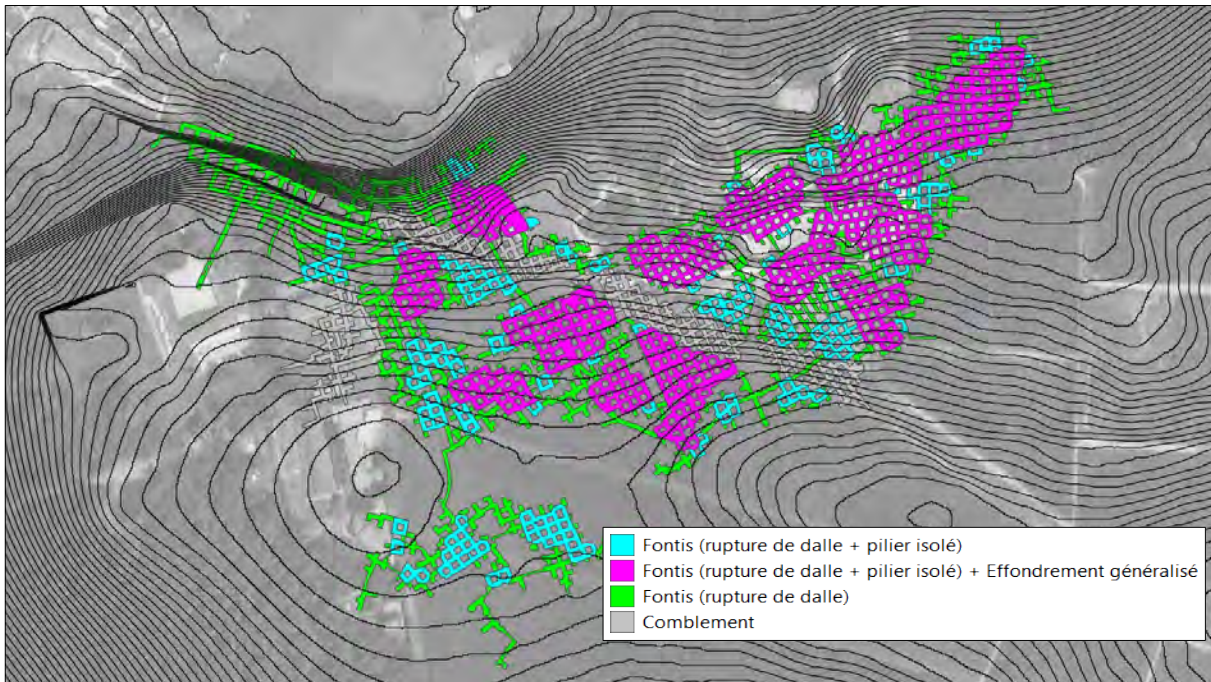


Fig. 65 : Détermination du mécanisme de rupture sur la carrière Le Château 02 (Niveau -3) [Source : Ginger CEBTP]

La partie Ouest de la carrière Le Château 02, exploitée en chambres et piliers et présentant un rapport $Q/H > 1$, n'a pas été considérée comme une zone d'effondrement généralisé en raison du taux de défrêtement très faible (55%).

5. Qualification des aléas

Sur la commune de LATRESNE, les mécanismes d'instabilité en carrières engendrent 2 types principaux d'aléa :

- Fontis,
- Effondrements généralisés.

A cela s'ajoutent d'autres zones d'aléas définies en fonction de la configuration des carrières, de la connaissance de leur extension et des événements historiques :

- Bordures de plateau,
- Carrières remblayées,
- Anomalies géophysiques,
- Zones d'incertitudes.

ALÉA FONTIS

L'aléa Fontis (par rupture de dalle ou de pilier isolé) est cartographié dans les secteurs en chambres et piliers présentant un ratio $Q/H < 1$ et correspond au croisement entre la probabilité d'apparition de désordres en surface (qui est elle-même issue du croisement entre la probabilité de rupture et la probabilité de remontée de fontis) et l'intensité.

La probabilité de rupture de dalle ou de pilier isolé a été présentée précédemment.

CALCUL DE LA PROBABILITÉ DE REMONTÉE DE FONTIS

Lors de la rupture d'une dalle ou d'un pilier isolé dans une carrière, il se produit une remontée vers la surface de la cloche de fontis. Si l'épaisseur de recouvrement est suffisamment importante, et en fonction de la nature des matériaux et de la géométrie de la carrière, un phénomène d'auto-comblement se produit principalement du fait du foisonnement des matériaux effondrés : une roche morcelée prenant plus de volume que lorsqu'elle est en place **[Fig. 66]**.

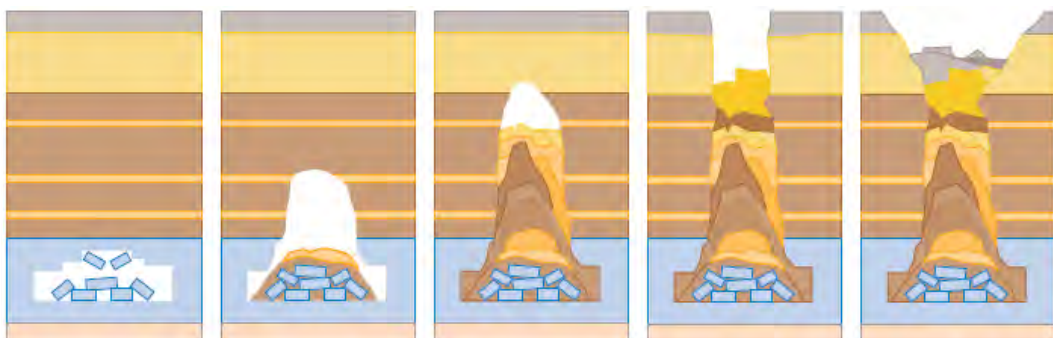


Fig. 66 : Schéma de la remontée en surface d'une cloche de fontis avec phénomène d'auto-comblement
[Source : LCPC]

Une approche empirique du calcul de probabilité de remontée de fontis est présentée dans les guides méthodologiques et couramment utilisée pour l'élaboration de PPR. Il s'agit de la méthode de VACHAT (1982) qui évalue le ratio entre épaisseur de recouvrement et hauteur de vide afin de déterminer cette probabilité. L'étude se base sur l'exploitation du registre des accidents de l'inspection générale des Carrières de la ville de Paris qui recense 120 événements (pour lesquels ces 2 paramètres sont connus).

Il existe d'autres méthodes, analytiques, telle que l'approche volumétrique qui consiste à estimer le volume de matériaux nécessaire pour combler la galerie et la cloche d'effondrement (en considérant le foisonnement de l'éboulis) et ainsi obtenir la hauteur prévisible de remontée du fontis, et donc sa probabilité d'atteindre la surface.

En 2010, Didier et Salmon de l'INERIS ont défini un modèle de calcul dans laquelle les matériaux éboulés vont se répandre de manière réaliste dans la carrière en prenant en compte la géométrie de cette dernière (notamment dans le cas d'une jonction entre 2 galeries dans une exploitation en chambres et piliers) et les paramètres mécaniques des éboulis **[Fig. 67]**.

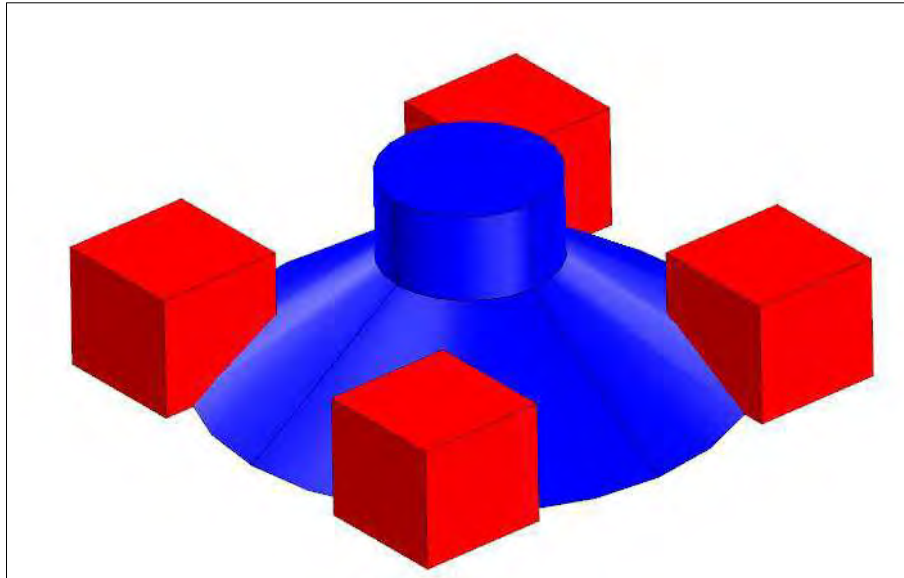


Fig. 67 : Volume d'éboulis se répandant dans les galeries et interférant avec les piliers voisins. [Source : INERIS, 2010]

La formule de calcul de la hauteur prévisible de remontée du fontis (z , en mètres) est la suivante :

$$z = \frac{1}{3r^2(f-1)} \left\{ 3r^2h_g + h_g^2 \cot \alpha [3r + h_g \cot \alpha] - \tan \alpha \left[r + h_g \cot \alpha - \frac{a\sqrt{2}}{2} \right]^3 \right\}$$

Avec :

a	Largeur de galerie
h_g	Hauteur de galerie
r	Rayon de l'éboulement initial
f	Coefficient de foisonnement
α	Angle de dépôt

Dans le cadre de ce PPR, cette méthode de calcul a été utilisée et 3 configurations de calcul ont été définies **[Tab. 10]** :

- Apparition d'un fontis dans une galerie (*l'éboulis ne pouvant se répandre que dans 2 directions, le calcul correspond globalement à l'équation précédente divisée par 2*) ;
- Apparition d'un fontis à la jonction de 2 galeries (carrefour) ;
- Apparition d'un fontis au niveau d'un pilier isolé suite à sa rupture et à sa dislocation.

Selon l'étude ANTEA réalisée en 2011, la hauteur moyenne (h_g) des galeries dans les carrières de LATRESNE est de 1,7 m.

Suite au retour d'expérience de l'INERIS, le rayon d'éboulement initial (r) est compris entre 0,4 et 0,5 fois la largeur de la galerie (a). Ici il a été fixé à 0,45.

Dans un premier temps, le coefficient de foisonnement (f) et l'angle de dépôt (α) ont été choisis au regard des matériaux dans une optique sécuritaire.

Paramètre		Localisation du fontis		
		Dans une galerie	À la jonction de 2 galeries	Au niveau d'un pilier isolé (3,5 x 3,5 m)
a	Largeur de galerie	3,5 m	3,5 m	10 m
h_g	Hauteur de galerie	1,7 m		
r	Rayon de l'éboulement initial	0,45 a		
f	Coefficient de foisonnement	1,3		
α	Angle de dépôt	40°		
z	Hauteur prévisible de remontée du fontis	7,66 m	15,32 m	8,61 m

Tab. 10 : Configuration de calcul de remontées de fontis et résultats [Source : Ginger CEBTP]

Le calcul effectué permet d'estimer la hauteur prévisible de remontée du fontis. En la déduisant de l'épaisseur de recouvrement, il devient possible de savoir si le fontis débouchera ou non en surface.

Le calcul ne tenant pas compte de la présence éventuelle de cavités karstiques sur le trajectoire du fontis, il est possible que la hauteur de remontée soit plus importante.

Les valeurs de seuil inférieur des probabilités moyennes et faibles correspondent respectivement aux résultats des calculs de remontée de fontis avec :

- 90 % du coefficient de foisonnement soit 1,2 (au lieu de 1,3) ;
- 90 % du coefficient de foisonnement soit 1,2 (au lieu de 1,3) et 90 % de l'angle de dépôt soit 35° (au lieu de 40°).

Suite à la mise à jour de la méthodologie de caractérisation de l'aléa effondrement localisé lié aux cavités souterraines (au niveau national), afin d'éviter la surévaluation de l'aléa dans les secteurs présentant une épaisseur de recouvrement suffisamment importante pour empêcher théoriquement toute remontée de fontis (auto-comblement), une classe de probabilité très faible a été introduite [Fig. 68 à 70].

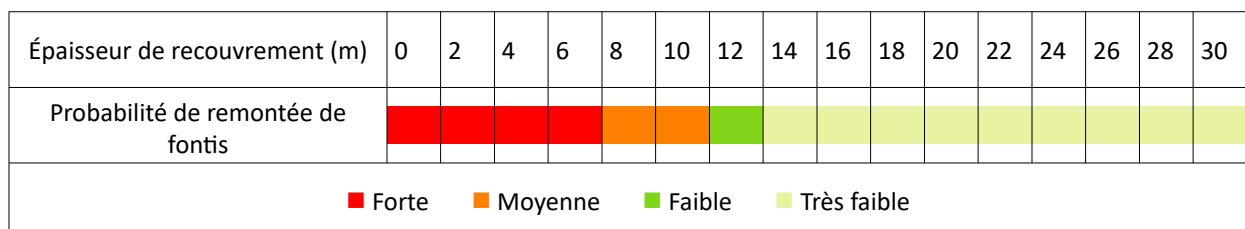


Fig. 68 : Comparaison des épaisseurs de recouvrement entre les méthodes de calcul de probabilité de remontée d'un fontis apparaissant dans une galerie [Source : Ginger CEBTP]

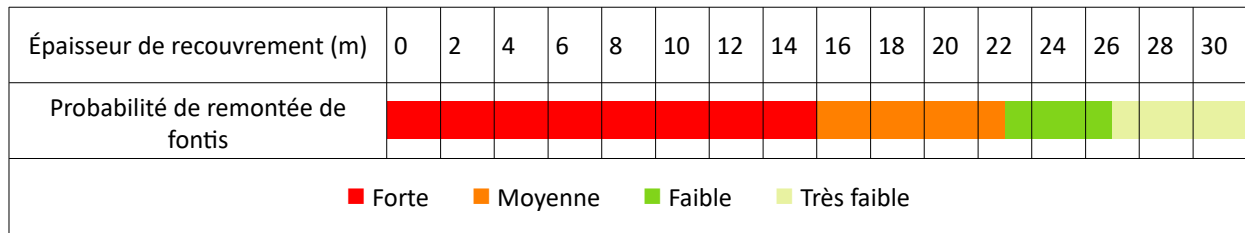


Fig. 69 : Comparaison des épaisseurs de recouvrement entre les méthodes de calcul de probabilité de remontée d'un fontis apparaissant à la jonction de 2 galeries [Source : Ginger CEBTP]

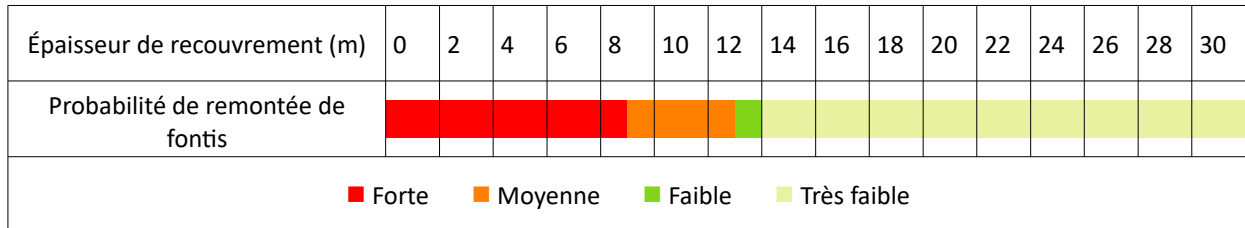


Fig. 70 : Comparaison des épaisseurs de recouvrement entre les méthodes de calcul de probabilité de remontée d'un fontis apparaissant au niveau d'un pilier isolé [Source : Ginger CEBTP]

CALCUL DE LA PROBABILITÉ D'APPARITION DE DÉSORDRES EN SURFACE

Le croisement entre la probabilité de rupture et la probabilité de remontée de fontis permet d'obtenir la probabilité d'apparition de désordres en surface **[Fig. 71 à 73]**.

PROBABILITÉ DE REMONTÉE DE FONTIS					PROBABILITÉ DE RUPTURE
Épaisseur de recouvrement					Épaisseur de recouvrement
FORTE	$Er \leq 8 m$	MOYENNE	FORTE	FORTE	
MOYENNE	$8 < Er \leq 12 m$	FAIBLE	MOYENNE	MOYENNE	
FAIBLE	$12 < Er \leq 14 m$	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	
TRÈS FAIBLE	$Er > 14 m$	TRÈS FAIBLE	TRÈS FAIBLE	TRÈS FAIBLE	
		FAIBLE	MOYENNE	FORTE	
		$Er \leq 7 m$	$7 < Er \leq 10 m$	$Er > 10 m$	

Fig. 71 : Évaluation de la probabilité d'apparition de désordres en surface dans le cas de rupture de dalle (galerie) [Source : Ginger CEBTP]

PROBABILITÉ DE REMONTÉE DE FONTIS					PROBABILITÉ DE RUPTURE
Épaisseur de recouvrement					Épaisseur de recouvrement
FORTE	$Er \leq 16 m$	MOYENNE	FORTE	FORTE	
MOYENNE	$16 < Er \leq 23 m$	FAIBLE	MOYENNE	MOYENNE	
FAIBLE	$23 < Er \leq 27 m$	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	
TRÈS FAIBLE	$Er > 27 m$	TRÈS FAIBLE	TRÈS FAIBLE	TRÈS FAIBLE	
		FAIBLE	MOYENNE	FORTE	
		$Er \leq 7 m$	$7 < Er \leq 10 m$	$Er > 10 m$	

Fig. 72 : Évaluation de la probabilité d'apparition de désordres en surface dans le cas de rupture de dalle (jonction de 2 galeries) [Source : Ginger CEBTP]

PROBABILITÉ DE REMONTÉE DE FONTIS					PROBABILITÉ DE RUPTURE	
Épaisseur de recouvrement					Épaisseur de recouvrement	
FORTE	$Er \leq 9 m$	MOYENNE	FORTE	FORTE		
MOYENNE	$9 < Er \leq 13 m$	FAIBLE	MOYENNE	MOYENNE		
FAIBLE	$13 < Er \leq 14 m$	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE		
TRÈS FAIBLE	$Er > 14 m$	TRÈS FAIBLE	TRÈS FAIBLE	TRÈS FAIBLE		
		FAIBLE	MOYENNE	FORTE		
		$Er \leq 17 m$	$17 < Er \leq 25 m$	$Er > 25 m$		

Fig. 73 : Évaluation de la probabilité d'apparition de désordres en surface dans le cas de rupture de pilier isolé [Source : Ginger CEBTP]

Sur la carrière de Brun (Niveau -3), un secteur présente des galeries de grandes hauteurs, les probabilités de remontée de fontis ont été calculés en fonction.

CAS DES CARRIÈRES SUPERPOSÉES

Le calcul de la probabilité de remontée de fontis au niveau des carrières superposées a également été intégré grâce à la formule de calcul de la hauteur prévisible de remontée du fontis de l'INERIS, avec les paramètres présentés dans le **Tab. 10**. Cette intégration suppose qu'un fontis partant de la carrière inférieure débouche au niveau de la carrière supérieure et se poursuit en direction de la surface.

Seuls les secteurs en chambres et piliers superposés ont été pris en compte (pas de calcul de la probabilité au niveau des galeries filantes superposées).

La formule de calcul utilisée est la même que précédemment. La hauteur de galerie h_g est de 3,4 m (2 fois la hauteur moyenne de 1,7 m). Les variations de paramètres permettant d'obtenir les différents niveaux de probabilité de remontée de fontis sont identiques à celles définies précédemment.

Le croisement entre la probabilité de rupture et la probabilité de remontée de fontis permet d'obtenir la probabilité d'apparition de désordres en surface [Fig. 74 et 75].

PROBABILITÉ DE REMONTÉE DE FONTIS					PROBABILITÉ DE RUPTURE
Épaisseur de recouvrement					Épaisseur de recouvrement
FORTE	$Er \leq 56 m$	MOYENNE	FORTE	FORTE	
MOYENNE	$56 < Er \leq 84 m$	FAIBLE	MOYENNE	MOYENNE	
FAIBLE	$84 < Er \leq 98 m$	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	
TRÈS FAIBLE	$Er > 98 m$	TRÈS FAIBLE	TRÈS FAIBLE	TRÈS FAIBLE	
		FAIBLE	MOYENNE	FORTE	
		$Er \leq 7 m$	$7 < Er \leq 10 m$	$Er > 10 m$	

Fig. 74 : Évaluation de la probabilité d'apparition de désordres en surface dans le cas de rupture de dalle (jonction de 2 galeries) [Source : Ginger CEBTP]

PROBABILITÉ DE REMONTÉE DE FONTIS		PROBABILITÉ DE RUPTURE		
		FAIBLE	MOYENNE	FORTE
Épaisseur de recouvrement		Épaisseur de recouvrement		
FORTE	$Er \leq 26 m$	MOYENNE	FORTE	FORTE
MOYENNE	$26 < Er \leq 39 m$	FAIBLE	MOYENNE	MOYENNE
FAIBLE	$39 < Er \leq 44 m$	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE
TRÈS FAIBLE	$Er > 44 m$	TRÈS FAIBLE	TRÈS FAIBLE	TRÈS FAIBLE
		$Er \leq 17 m$	$17 < Er \leq 25 m$	$Er > 25 m$

Fig. 75 : Évaluation de la probabilité d'apparition de désordres en surface dans le cas de rupture de pilier isolé [Source : Ginger CEBTP]

QUALIFICATION DE L'ALÉA FONTIS

L'aléa Fontis est ensuite obtenu par croisement entre la probabilité d'apparition de désordres en surface et de l'intensité selon le tableau ci-après **[Tab. 11]**.

PROBABILITÉ D'APPARITION DE DÉSDRES EN SURFACE \ INTENSITÉ	TRÈS FAIBLE	FAIBLE	MOYENNE	FORTE
LIMITÉE PETITS FONTIS (LIÉS À UNE RUPTURE DE DALLE)	TRÈS FAIBLE Ff0	FAIBLE Ff1	MOYEN Ff2	MOYEN Ff2
MODÉRÉE EFFONDREMENTS LOCALISÉS (LIÉS À UNE RUPTURE DE PILIER ISOLÉ)	FAIBLE Ff1	MOYEN Ff2	MOYEN Ff2	FORT Ff3

Tab. 11 : Grille de qualification de l'aléa Fontis [Source : Ginger CEBTP]

A noter que l'on observe généralement une imbrication des niveaux d'aléa en raison du fait que les secteurs en chambre et piliers sont le plus souvent entourés par des galeries filantes, et que la topographie du plateau et l'altimétrie du toit des carrières présentent des variations « douces » (pas de rupture de pente).

Cependant, cette imbrication n'est pas toujours vérifiée en raison de la configuration des carrières (zone de chambres et piliers en bordure immédiate ou superposition)

ALÉA EFFONDREMENTS GÉNÉRALISÉS

L'aléa Effondrements généralisés est cartographié dans les secteurs en chambres et piliers présentant un ratio $Q/H > 1$ et correspond au croisement entre la probabilité d'apparition de désordres en surface et l'intensité.

La probabilité de rupture de pilier isolé a été présentée précédemment. Dans les secteurs concernés, elle est systématiquement forte du fait de l'importante épaisseur de recouvrement. En cas de rupture en chaîne des piliers (effet domino), des désordres apparaîtront en surface : la probabilité d'apparition de désordres en surface est donc élevée.

L'analyse des événements historique sur la commune et dans un contexte similaire permet de comprendre les mécanismes en jeu et d'évaluer l'intensité des phénomènes.

ANALYSE DE L'AFFAISSEMENT HISTORIQUE DE JANVIER 1878

L'affaissement historique de Janvier 1878, sous la RD 240, avait pour caractéristiques :

- ✓ environ 100 m de diamètre,
- ✓ tassement du sol d'environ 30 cm,
- ✓ fissures de 20 à 30 cm en surface,

- ✓ désordres sur la route et le bâti.

Le Bureau des Carrières de Gironde a constaté que dans le secteur impacté la hauteur des galeries de l'ordre de 2,00 m initialement a été réduite à environ 1,40 m.

La cinématique est lente et correspond à un écrasement progressif de la carrière du fait de la ruine des piliers. Ce mouvement non brutal est lié à l'absence d'eau donc à une dégradation moins rapide du squelette de la carrière.

La modélisation de la carrière indique que l'épaisseur de recouvrement, au niveau de l'emprise de l'affaissement de 1878, est compris entre 30 et 40 m [Fig. 76].

Cela met en évidence qu'il peut se produire un mouvement généralisé même avec des épaisseurs de recouvrement importantes.

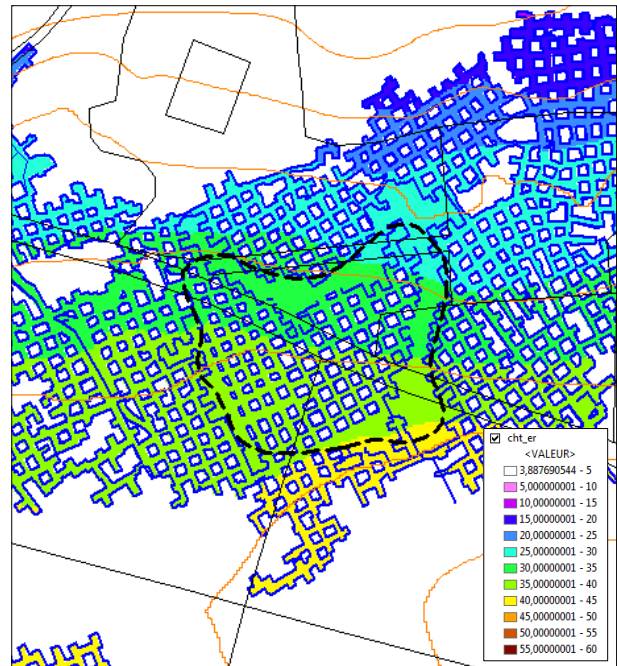


Fig. 76 : Cartographie de l'épaisseur de recouvrement au niveau de l'affaissement de 1878
[Source : Ginger CEBTP]

En l'absence d'autre événement plus important, l'événement de 1878, qu'il serraient plus correct de qualifier d'effondrement progressif plutôt que d'affaissement (du fait de la présence de fissures en surface), peut être considéré comme l'événement de référence pour la qualification de l'aléa Effondrements généralisés sur la zone d'étude.

Cet événement de référence est à comparer avec l'effondrement généralisé qui s'est produit à SAINT-GERMAIN-DU-PUCH (Gironde) sur le lieu-dit Manière, le 08 février 2011 [Fig. 77]. L'effondrement a provoqué la ruine d'une construction, la coupure d'une conduite de gaz et l'évacuation de 3 maisons.



Fig. 77 : Effondrement du 08 février 2011 à SAINT-GERMAIN-DU-PUCH (Gironde) [Source : Sud-Ouest]

D'une superficie de 5 000 m² pour un déplacement vertical maximum d'environ 2 m, la zone effondrée est bordée par une fracture ouverte sub-verticale de 0,50 m de largeur au maximum avec un rejet de 0,10 à 1,50 m [Fig. 78].



Fig. 78 : Effondrement du 08 février 2011 à SAINT-GERMAIN-DU-PUCH (Gironde) [Source : GoogleEarth]

La carrière à l'origine du phénomène est située à 35 m de profondeur et a été exploitée avec la méthode des chambres et piliers ; ces derniers faisant 5 m de côté pour des galeries de 3,5 m de largeur et 3 m de hauteur. La configuration de l'exploitation est donc similaire à celui de LATRESNE, tout comme le contexte géologique.

La dynamique brutale de l'événement a été expliquée par l'inondation de la carrière par la nappe phréatique, ce qui a conduit à une très forte désagrégation des calcaires (diminution conséquente de leurs caractéristiques mécaniques).

On peut donc considérer que la présence permanente d'eau dans une carrière engendrera effondrement généralisé brutal et non progressif.

QUALIFICATION DE L'ALÉA EFFONDREMENTS GÉNÉRALISÉS

L'aléa Effondrements généralisés est donc essentiellement qualifié par rapport à l'intensité (amplitude des déformations en surface) qui varie en fonction de la superposition ou non des niveaux de carrières

[Fig. 79], de la hauteur des galeries (zones de grandes hauteurs dans la carrière Brun – Niveau -3) et de la présence d'eau [Tab. 12].

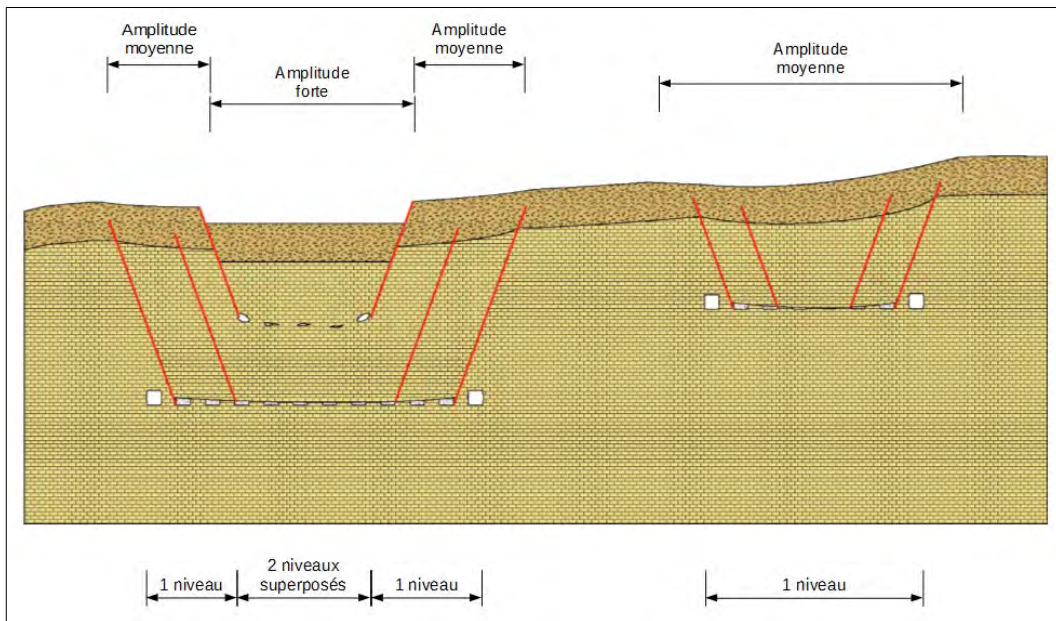


Fig. 79 : Amplitude des déformations en surface en fonction de la configuration des carrières [Source : Ginger CEBTP]

ALÉA	INDICE	CRITÈRES
TRÈS FORT	Fe4	<ul style="list-style-type: none"> Carrière inondée
FORT	Fe3	<ul style="list-style-type: none"> Carrières superposées 1 seul niveau de carrière avec des galeries de grande hauteur Emprise de l'effondrement historique de Janvier 1878
MOYEN	Fe2	<ul style="list-style-type: none"> 1 seul niveau de carrière

Tab. 12 : Grille de qualification de l'aléa Effondrements généralisés [Source : Ginger CEBTP]

A noter qu'il n'y a pas de modulation du niveau d'aléa Effondrements généralisés en fonction de la profondeur de la carrière. En effet, comme il a été observé sur les événements historiques de 1878 à LATRESNE et de 2011 à SAINT-GERMAIN-DU-PUCH les effets en surface peuvent être importants malgré la grande profondeur des carrières (30 à 40 m pour rappel).

BORDURE DE PLATEAU

Un aléa Fort sera systématiquement cartographié sur les secteurs en bordure de plateau du fait de la fragilisation de la roche (par décompression du massif). Ainsi bien que l'épaisseur de recouvrement est généralement faible, la présence de fissures et de fractures induit un coefficient de sécurité faible [Tab. 13].

La largeur de l'emprise de cette zone correspond à la différence d'altitude entre la limite externe de la carrière et le bord du plateau.

BORDURE DE PLATEAU	FORT Ff3
--------------------	-------------

Tab. 13 : Qualification de l'aléa pour les bordures de plateau [Source : Ginger CEBTP]

CARRIÈRES REMBLAYÉES

Sur la commune de LATRESNE, certains secteurs ont fait l'objet de travaux de confortement par remblaiement et/ou ajout de piliers.

Une évolution de ces zones étant toujours possible (tassement), elles ont été cartographiées avec un aléa résiduel [Tab. 14].

CARRIÈRE REMBLAYÉE	RÉSIDUEL F1'
--------------------	-----------------

Tab. 14 : Qualification de l'aléa pour les carrières remblayées [Source : Ginger CEBTP]

ANOMALIES GÉOPHYSIQUES

Le secteur de Peyrepin a fait l'objet d'une campagne d'investigations géophysiques (par sismique réfraction, VLF, sondage électrique et traînée de résistivité). 10 anomalies à faible profondeur ont été mises en évidence. Elles correspondent à des carrières ou à des cavités karstiques.

La faible profondeur de ces anomalies engendre un aléa Fort [Tab. 15].

ANOMALIES GÉOPHYSIQUES	FORT Ff3
------------------------	-------------

Tab. 15 : Qualification de l'aléa pour les anomalies géophysiques [Source : Ginger CEBTP]

ZONES D'INCERTITUDE

Par ailleurs, sur les anomalies géophysiques relevées, sur les puits d'accès non explorés, sur les petites galeries dont l'extension est inconnue et en bordure de certaines carrières dont les limites sont mal connues, des zones d'incertitude de 50 m ont été cartographiées [Tab. 16].

ZONE D'INCERTITUDE DE 50 M : <ul style="list-style-type: none"> • AUTOUR DES ANOMALIES GÉOPHYSIQUES RELEVÉES, • AUTOUR DES PUIITS D'ACCÈS NON EXPLORÉS, • AUTOUR DES PETITES GALERIES DONT L'EXTENSION EST INCONNUE, • EN BORDURE DE CERTAINES CARRIÈRES DONT LES LIMITES SONT MAL CONNUES. 	MOYEN Ff2
--	--------------

Tab. 16 : Qualification de l'aléa pour les zones d'incertitude de 50 m [Source : Ginger CEBTP]

6. Calcul de la zone d'influence

La cartographie de l'aléa concerne toujours les terrains de surface. Une attention particulière doit donc être portée à la notion de « zone d'influence » qui regroupe à la fois l'incertitude spécifique :

- à la délimitation de l'emprise géographique de la zone d'aléa. Elle correspond aux variations de précisions dans le positionnement des cavités souterraines par rapport à la surface. Cette incertitude est généralement faible au regard de l'échelle de rendu de la cartographie ;
- et à l'extension latérale possible des désordres. Elle correspond à l'élargissement en surface de la zone impactée lors d'affaissements / effondrements de cavités souterraines.

L'expérience montre en effet que les instabilités ne se limitent pas à l'aplomb strict des cavités : l'angle de rupture des terrains de recouvrement dépend étroitement de leur nature.

Ainsi plus un terrain est cohérent, plus l'angle de rupture est proche de la verticale. A l'inverse, des bouillants comme certaines argiles sableuses peuvent présenter des angles de rupture voisins de 45° ; les angles d'influence ont donc été fixés à 0° dans les calcaires et à 45° dans les terrains de couverture (argileux) [Fig. 80].

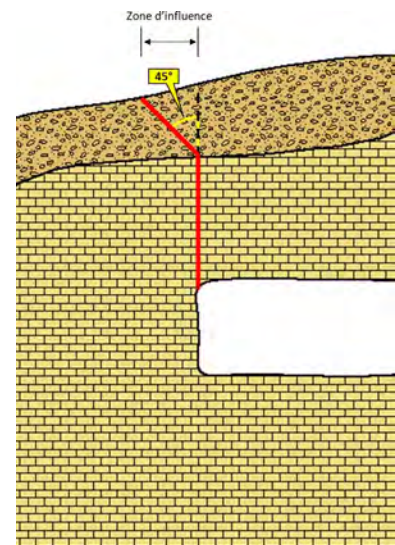


Fig. 80 : Calcul de la zone d'influence [Source : Ginger CEBTP]

D'après les données de sondages disponibles et les observations sur les puits (profondeur du busage), l'épaisseur des terrains de couverture varie de 0 à 23 m. **En l'absence de données suffisamment réparties sur la zone d'étude, l'épaisseur des terrains de couverture a été fixée à 10 m entraînant donc une zone d'influence de 10 m de large.**

Les zones d'influence des aléas Fontis et Effondrements généralisés ont été calculées sous SIG à l'aide des épaisseurs de recouvrement calculées précédemment :

- Si épaisseur de recouvrement < 10 m
 - $ZI = [\tan(45^\circ) \times \text{Épaisseur de recouvrement}] = \text{Épaisseur de recouvrement}$
- Si épaisseur de recouvrement ≥ 10 m
 - $ZI = 10 \text{ m}$

7. Routines de traitement des données

Comme il a été indiqué précédemment, la cartographie de l'aléa Affaissements / Effondrements est l'aboutissement d'une série de traitements effectués manuellement ou de manière automatisée (via des modèles – programmes utilisant les outils de Q-GIS – créés par Ginger CEBTP.

Ci-après est décrite la routine de traitement pas à pas de l'aléa Fontis pour une carrière « xxx » située au niveau Nx [Tab. 17].

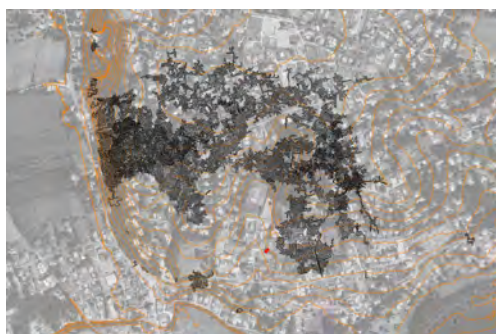
TRAITEMENT	TYPE
<ul style="list-style-type: none"> Saisie des points topographiques à partir du plan → couche SIG « Topo_toit_Nx_xxx.shp » 	Manuel
<ul style="list-style-type: none"> Interpolation de l'altitude NGF du toit → raster SIG « Topo_toit_Nx_xxx.tif » 	Automatisé
<ul style="list-style-type: none"> Calcul de l'épaisseur de recouvrement → raster SIG « ER_Nx_xxx.tif » 	Automatisé
<ul style="list-style-type: none"> Détermination du mécanisme de rupture → couche SIG « Meca_rupture_Nx_xxx.shp » 	Manuel
<ul style="list-style-type: none"> Calcul (à partir du raster SIG « ER_Nx_xxx.tif ») de la probabilité de rupture de dalle dans une galerie → raster SIG temporaire « Reclass_Prob_Rupture_Dalle_Galerie » Calcul (à partir du raster SIG « ER_Nx_xxx.tif ») de la probabilité de remontée de fontis à partir de la rupture de dalle dans une galerie → raster SIG temporaire « Reclass_Prob_Remontee_Dalle_Galerie » Calcul de la probabilité d'apparition de désordres en surface à partir de la rupture de dalle dans une galerie → raster SIG temporaire « Reclass_Prob_Desordres_Dalle_Galerie » Calcul du niveau d'aléa Fontis à partir de la rupture de dalle dans une galerie → raster SIG temporaire « Alea_Fontis_Dalle_Galerie » 	Automatisé
<ul style="list-style-type: none"> Extraction des zones de rupture de pilier sur le raster SIG « ER_Nx_xxx.tif » → raster SIG temporaire « Emprise_Zone_Chambres_Piliers » 	Automatisé
<ul style="list-style-type: none"> Calcul (à partir du raster SIG temporaire « Emprise_Zone_Chambres_Piliers ») de la probabilité de rupture de dalle à la jonction de 2 galeries → raster SIG temporaire « Reclass_Prob_Rupture_Dalle_Carrefour » Calcul (à partir du raster SIG temporaire « Emprise_Zone_Chambres_Piliers ») de la probabilité de remontée de fontis à partir de la rupture de dalle à la jonction de 2 galeries → raster SIG temporaire « Reclass_Prob_Remontee_Dalle_Carrefour » Calcul de la probabilité d'apparition de désordres en surface à partir de la rupture de dalle à la jonction de 2 galeries → raster SIG temporaire « Reclass_Prob_Desordres_Dalle_Carrefour » Calcul du niveau d'aléa Fontis à partir de la rupture de dalle à la jonction de 2 galeries → raster SIG temporaire « Alea_Fontis_Dalle_Carrefour » 	Automatisé
<ul style="list-style-type: none"> Calcul (à partir du raster SIG temporaire « Emprise_Zone_Chambres_Piliers ») de la probabilité de rupture de pilier → raster SIG temporaire « Reclass_Prob_Rupture_Pilier » Calcul (à partir du raster SIG temporaire « Emprise_Zone_Chambres_Piliers ») de la probabilité de remontée de fontis à partir de la rupture de pilier → raster SIG temporaire « Reclass_Prob_Remontee_Pilier » Calcul de la probabilité d'apparition de désordres en surface à partir de la rupture de pilier → raster SIG temporaire « Reclass_Prob_Desordres_Pilier » Calcul du niveau d'aléa Fontis à partir de la rupture de pilier → raster SIG temporaire « Alea_Fontis_Pilier » 	Automatisé
<ul style="list-style-type: none"> Croisement des rasters SIG temporaires « Alea_Fontis_Dalle_Galerie », « Alea_Fontis_Dalle_Carrefour » et « Alea_Fontis_Pilier » → raster SIG temporaire « Alea_Fontis » 	Automatisé

<ul style="list-style-type: none"> • Calcul de la zone d'influence en chaque point du <i>raster SIG temporaire</i> « Alea_Fontis » → couche SIG temporaire « Tampon » 	Automatisé
<ul style="list-style-type: none"> • Extraction de l'aléa Fontis Très Faible à partir de la <i>couche SIG temporaire</i> « Tampon » et regroupement des polygones → couche SIG « Alea_Ff0_Nx_xxx.shp » • Extraction de l'aléa Fontis Faible à partir de la <i>couche SIG temporaire</i> « Tampon » et regroupement des polygones → couche SIG « Alea_Ff1_Nx_xxx.shp » • Extraction de l'aléa Fontis Moyen à partir de la <i>couche SIG temporaire</i> « Tampon » et regroupement des polygones → couche SIG « Alea_Ff2_Nx_xxx.shp » • Extraction de l'aléa Fontis Fort à partir de la <i>couche SIG temporaire</i> « Tampon » et regroupement des polygones → couche SIG « Alea_Ff3_Nx_xxx.shp » 	Automatisé

Tab. 17 : Routine de traitement de l'aléa Fontis [Source : Ginger CEBTP]

Si la carrière présente des zones confortées avec des remblaiements ou des zones avec des galeries de grande hauteur les calculs sont adaptés pour prendre ces caractéristiques en compte (respectivement production d'une couche SIG « Alea_F9_Nx_xxx » correspondant à l'aléa Résiduel F1' et probabilités de remontée de fontis recalculés).

Les différents aléas Fontis de chaque carrière sont ensuite assemblés par niveau puis compilés ; l'aléa le plus fort surpassant le plus faible **[Fig. 81]**. Toutes ces opérations sont effectuées manuellement.



Aléa Fontis Résiduel F1'



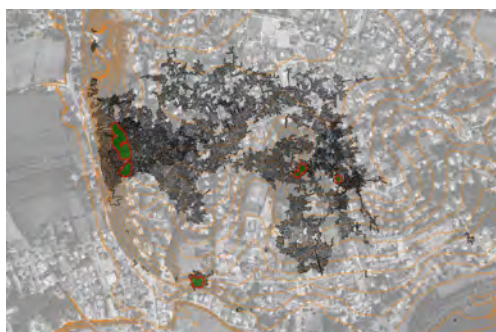
Aléa Fontis Très Faible Ff0



Aléa Fontis Faible Ff1



Aléa Fontis Moyen Ff2



Aléa Fontis Fort Ff3

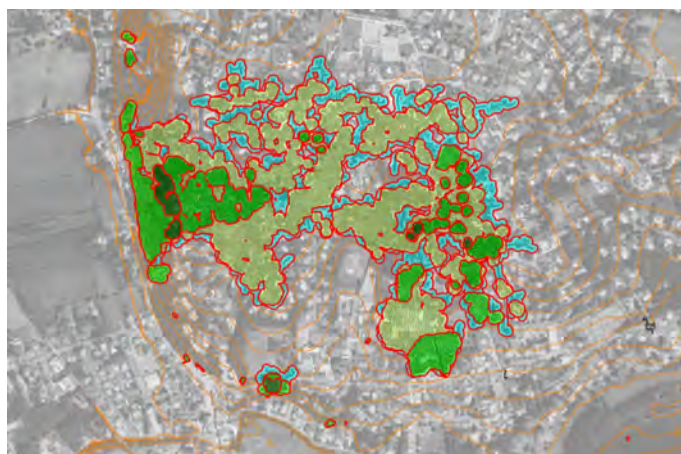


Fig. 81 : Compilation des différents aléas Fontis [Source : Ginger CEBTP]

Le tableau ci-après décrit les traitements aboutissant à la cartographie des autres aléas Fontis et Effondrements généralisés **[Tab. 18]**.

TRAITEMENT	TYPE
<p><u>ALÉA FONTIS – CARRIÈRES SUPERPOSÉES</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Extraction (à partir du raster SIG « ER_Nx_xxx.tif ») des secteurs avec un mécanisme de rupture de pilier, qui se superposent entre 2 carrières « xxx » (niveau supérieur) et « yyy » (niveau inférieur) → rastes SIG temporaire « Emprise_Superposition » • Calcul du niveau d'aléa Fontis à partir de la rupture de dalle à la jonction de 2 galeries et à partir de la rupture de pilier (idem précédemment avec probabilités de remontée de fontis adaptées) → raster SIG temporaire « Alea_Fontis_Carrefour » → raster SIG temporaire « Alea_Fontis_Pilier » • Croisement des rasters SIG temporaires « Alea_Fontis_Dalle_Carrefour » et « Alea_Fontis_Pilier » → raster SIG temporaire « Alea_Fontis » • Calcul de la zone d'influence en chaque point du raster SIG temporaire « Alea_Fontis » → couche SIG temporaire « Tampon » • Extraction de l'aléa Fontis Très Faible à partir de la couche SIG temporaire « Tampon » → couche SIG « Alea_Ff0_Nx_xxx_yyy.shp » • Extraction de l'aléa Fontis Faible à partir de la couche SIG temporaire « Tampon » → couche SIG « Alea_Ff1_Nx_xxx_yyy.shp » • Extraction de l'aléa Fontis Moyen à partir de la couche SIG temporaire « Tampon » → couche SIG « Alea_Ff2_Nx_xxx_yyy.shp » • Extraction de l'aléa Fontis Fort à partir de la couche SIG temporaire « Tampon » → couche SIG « Alea_Ff3_Nx_xxx_yyy.shp » 	Automatisé
<p><u>ALÉA EFFONDREMENTS GÉNÉRALISÉS</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Extraction (à partir du raster SIG « ER_Nx_xxx.tif ») des secteurs avec un mécanisme de rupture de pilier sur une carrière « xxx » → rastes SIG temporaire « Emprise_Zone_Effondrement » • Calcul de la zone d'influence en chaque point du raster SIG temporaire « Emprise_Zone_Effondrement » → couche SIG temporaire « Tampon » • Renseignement du niveau de l'aléa Effondrements généralisés (Moyen) à partir de la couche SIG temporaire « Tampon » → couche SIG « Alea_Fe2_Nx_xxx.shp » 	Automatisé
<p><u>ALÉA EFFONDREMENTS GÉNÉRALISÉS – CARRIÈRES SUPERPOSÉES</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Extraction (à partir des rasters SIG « ER_Nx_xxx.tif ») des secteurs avec un mécanisme de rupture de pilier, qui se superposent entre 2 carrières « xxx » (niveau supérieur) et « yyy » (niveau inférieur) → rastes SIG temporaire « Emprise_Superposition » • Calcul de la zone d'influence en chaque point du raster SIG temporaire « Emprise_Superposition » → couche SIG temporaire « Tampon » • Renseignement du niveau de l'aléa Effondrements généralisés (Fort) à partir de la couche SIG temporaire « Tampon » → couche SIG « Alea_Fe3_Nx_xxx.shp » 	Automatisé

<p><u>ALÉA EFFONDEMENTS GÉNÉRALISÉS – CARRIÈRE INONDÉE</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Saisie des zones inondées à partir des plans → couche SIG « Archives_biblio_S_LATRESNE.shp » Extraction (à partir du raster SIG « ER_Nx_xxx.tif ») des secteurs inondés sur une carrière « xxx » → raster SIG temporaire « ER_Nx_xxx_Galeries_inondees » Calcul de la zone d'influence en chaque point du raster SIG « ER_Nx_xxx_Galeries_inondees » → couche SIG temporaire « Tampon » Renseignement du niveau de l'aléa Effondrements généralisés (Très Fort) à partir de la <i>couche SIG temporaire « Tampon »</i> → couche SIG « Alea_Fe4_Nx_xxx.shp » 	Manuel
<p><u>BORDURE DE PLATEAU</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Saisie des zones instables en bordure de plateau → couche SIG « Effet_de_bord_S_Ff3.shp » 	Manuel
<p><u>ANOMALIES GÉOPHYSIQUES</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Saisie des anomalies géophysiques à partir de l'étude du CRG de Corse → couche SIG « Archives_biblio_P_LATRESNE.shp » Création d'une zone tampon de 10 m autour des anomalies → couche SIG « Anomalies_geophy_S_Ff3.shp » 	Manuel
<p><u>ZONES D'INCERTITUDE</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Saisie des puits à partir des plans → couche SIG « Archives_biblio_P_LATRESNE.shp » Saisie des limites mal connues des carrières → couche SIG temporaire « Limites_incertitude_L » Création d'une zone tampon de 50 m autour des anomalies géophysiques, des puits et des limites mal connues des carrières → couche SIG « Incertitude_S_Ffi2.shp » 	Manuel

Tab. 18 : Routine de traitement des autres aléas Fontis et Effondrements généralisés [Source : Ginger CEBTP]

8. Compilation des aléas Fontis et Effondrements généralisés

Les aléas Fontis issus de l'ensemble des traitements décrits ci-avant sont ensuite assemblés puis compilés ; l'aléa le plus fort surpassant le plus faible. Toutes ces opérations sont effectuées manuellement.

La cartographie est ensuite nettoyée manuellement (notamment pour supprimer les très petits polygones issus de la compilation) puis lissée automatiquement.

[Voir « Carte de l'aléa Fontis » au 1/5 000]

Les aléas Effondrements généralisés issus de l'ensemble des traitements décrits ci-avant sont ensuite assemblés puis compilés ; l'aléa le plus fort surpassant le plus faible. Toutes ces opérations sont effectuées manuellement.

La cartographie est ensuite nettoyée manuellement (notamment pour supprimer les très petits polygones issus de la compilation) puis lissée automatiquement.

[Voir « Carte de l'aléa Effondrements généralisés » au 1/5 000]

Puis les 2 aléas ont été compilés sur une même carte ; l'aléa Effondrements généralisés surpassant l'aléa Fontis.

Un dernier nettoyage manuel est effectué (notamment pour supprimer les très petits polygones issus de la compilation).

[Voir « Carte de l'aléa Affaissements / Effondrements » au 1/5 000]

VI.3. Éboulements / Chutes de blocs

L'aléa Éboulements / Chutes de blocs a été cartographié à l'aide d'une modélisation trajectographique 3D réalisée avec le logiciel Rockyfor3D® développé par Ecorisq (association Franco-Suisse : IRSTEA et l'EPFL).

Elle est basée sur un MNT avec une résolution de 1 m issu du RGE ALTI® 1 m de l'IGN.

1. *Extraction des zones sources*

L'une des données d'entrée du logiciel Rockyfor3D® est constituée par un raster « rockdensity.asc » qui définit les zones sources (points de départ des blocs) et la densité de ces blocs.

L'identification des zones sources est faite par analyse des pentes et observations de terrain : il s'agit des escarpements présents en bordure de plateau.

La densité affectée aux zones sources est de 2500 kg/m³. Il s'agit d'une valeur couramment attribué aux roches calcaires pour ce type de modélisation. A noter d'une variation positive ou négative de quelques centaines de kg/m³ de cette valeur n'influe pas de manière notable sur le résultat final dans le cadre d'une étude type PPR (il n'en est évidemment pas de même pour des études de dimensionnement d'ouvrages de protection).

2. *Préparation des autres données d'entrée du logiciel Rockyfor3D®*

En plus du MNT et des zones sources, le logiciel Rockyfor3D® nécessite plusieurs autres rasters caractérisant :

- le type de sol : roche, éboulis, pré, asphalte, ... ;
- la rugosité du sol : taille des éléments « dépassant » du sol répartis selon des proportions surfacique de 70 %, 20 % et 10 %.

3. *Modélisation trajectographique sous le logiciel Rockyfor3D®*

PRINCIPE

Rockyfor3D® est un logiciel de trajectographie permettant de modéliser en 3D les déplacements de blocs rocheux sur un versant à l'aide d'algorithmes simulant les trajectoires en vol parabolique, les rebonds des éléments et les impacts sur les arbres le cas échéant.

C'est un modèle probabiliste de trajectographie de type process-based [Fig. 82].

En chaque point de départ identifié, un nombre variable de blocs (paramètre défini par l'utilisateur) va être lancé. Comme indiqué ci-dessus, chaque trajectoire simulée est une combinaison de phases aériennes et de rebonds (voir d'impact sur des arbres si cette option est sélectionnée). La vitesse et la trajectoire du bloc en sortie d'un rebond dépend des paramètres du sol (élasticité, rugosité, orientation, pente) et des paramètres propres au bloc (volume, forme, masse volumique). La simulation d'une trajectoire s'arrête lorsque la vitesse du bloc est nulle, une nouvelle simulation est alors lancée.

La modélisation s'arrête lorsque l'ensemble des lancés sur l'ensemble des points de départs identifiés est effectué.

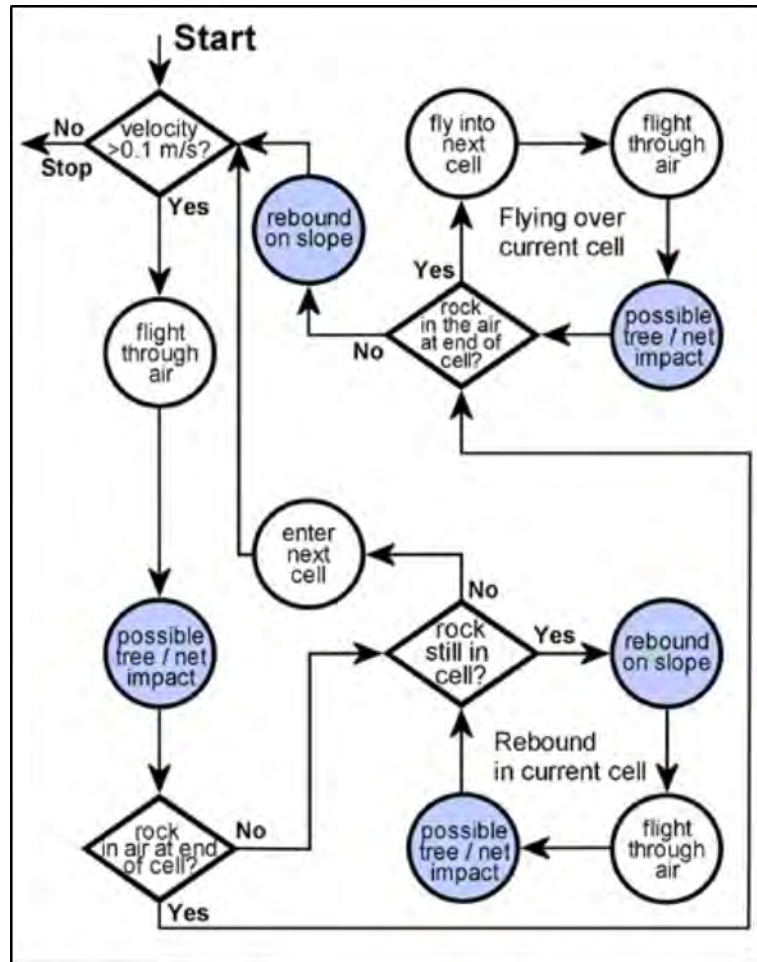


Fig. 82 : Organigramme de Rockyfor3D®. Les cercles colorés en bleu indiquent les étapes du modèle où des changements de direction sont susceptibles de se produire dans la chute du bloc simulé. [Source : Ecorisq]

PARAMÈTRES DE MODÉLISATION TRAJECTOGRAPHIQUE 3D

Au regard de la nature, de la stratification et de la fracturation des escarpements de la zone d'étude, les modélisations ont été effectuées avec des blocs d'un volume de référence de 1 m³.

Sur chaque pixel (1 x 1 m) identifié comme zone de départ 1000 blocs ont été lancés. La modélisation étant effectuée en conditions statiques, chaque lancé est effectué sans vitesse initiale.

L'analyse a été effectuée sans tenir compte de la forêt et du bâti comme il est d'usage dans les PPR (la forêt par exemple n'étant pas considérée comme pérenne).

RÉSULTATS

La modélisation aboutit au calcul d'une dizaine de variables en chaque point du MNT (sous la forme de rasters) dont notamment le nombre de passages qui met en évidence les trajectoires préférentielles des blocs [Fig. 83].

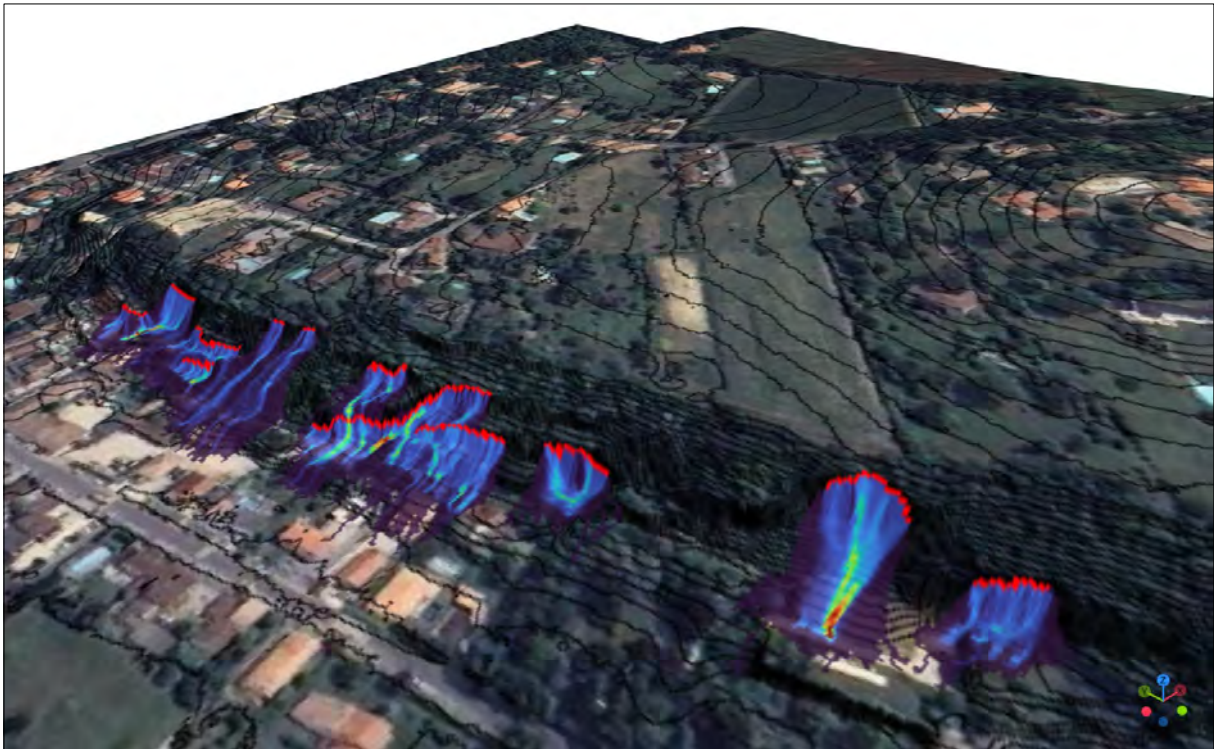


Fig. 83 : Extrait des résultats de la modélisation trajectographique 3D (nombre de passages) [Source : Ginger CEBTP]

4. Traitement des résultats de la modélisation trajectographique 3D

Comme expliqué précédemment, en chaque point du versant ont été calculées :

- l'énergie en kJ, correspondant au 95^{ième} percentile ce qui permet d'éliminer les valeurs extrêmes du modèle, répartie selon les classes suivantes :
 - Faible : inférieur à 30 kJ ;
 - Moyenne : entre 30 et 300 kJ ;
 - Forte : supérieure à 300 kJ.
- et la probabilité d'atteinte, correspondant au nombre de blocs traversant le pixel sur le nombre de trajectoires calculées, répartie selon les classes suivantes :
 - Négligeable : inférieure à 0,1 % (soit moins de 1 bloc pour 1000), ce qui correspond aux valeurs extrêmes du modèle ;
 - Faible : entre 0,1 et 0,2 % (soit entre 1 et 2 blocs pour 1000) ;
 - Moyenne : entre 0,2 et 0,5 % (soit entre 2 et 5 blocs pour 1000) ;
 - Forte : supérieure à 0,5 % (soit plus de 5 blocs pour 1000).

Les classes d'énergie et de probabilité d'atteinte ont été définies au regard des méthodologies employées dans les études de risques rocheux, notamment par le RTM.

5. Qualification et cartographie de l'aléa Éboulements / Chutes de blocs

L'aléa Éboulements / Chutes de blocs brut est ensuite obtenu par croisement entre l'énergie et la probabilité d'atteinte selon le tableau ci-après **[Tab. 19]**. Ce croisement est qualifié de brut (pixelisé) **[Fig. 84]**.

PROBABILITÉ D'ATTEINTE \ ÉNERGIE	FORTE (E > 300 kJ)	MOYENNE (30 kJ < E < 300 kJ)	FAIBLE (E < 30 kJ)
	FORTE (> 0,5%)	FORT P3	FORT P3
MOYENNE (ENTRE 0,2 ET 0,5%)	FORT P3	MOYEN P2	MOYEN P2
FAIBLE (ENTRE 0,1 ET 0,2%)	FORT P3	MOYEN P2	FAIBLE P1
NÉGLIGEABLE (< 0,1%)	FAIBLE P1	FAIBLE P1	NÉGLIGEABLE

Tab. 19 : Grille de qualification de l'aléa Éboulements / Chutes de blocs [Source : DDT]

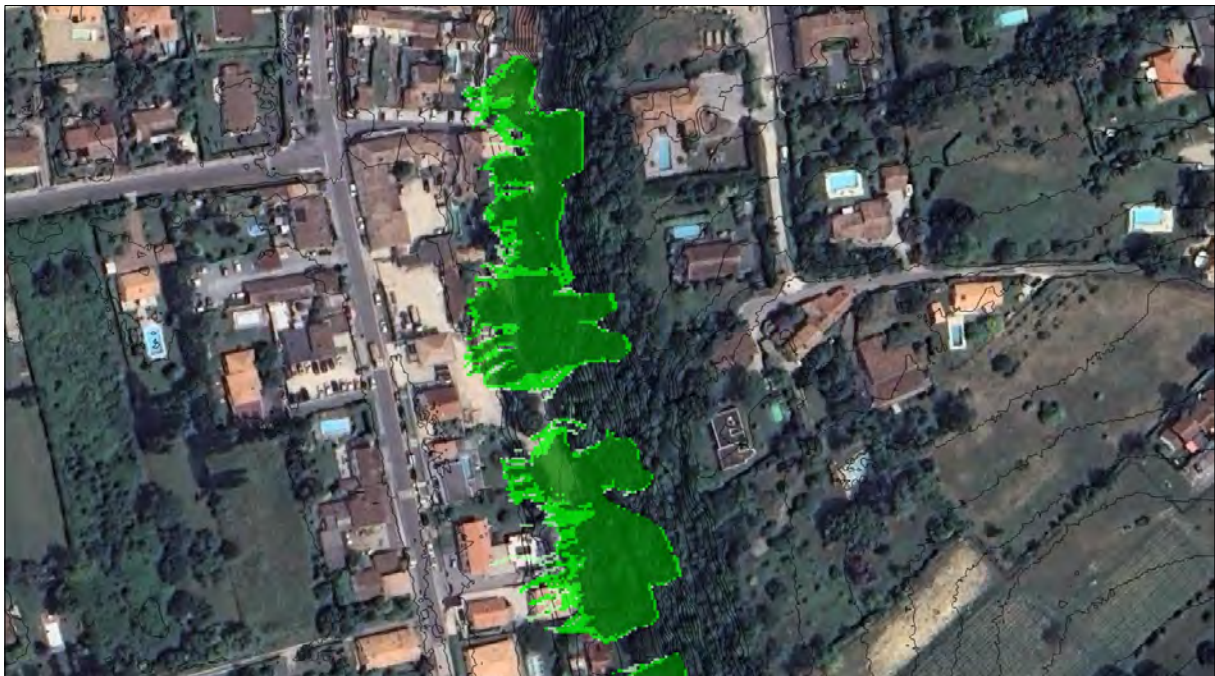


Fig. 84 : Extrait de l'aléa Éboulements / Chutes de blocs brut issu du croisement entre l'énergie et la probabilité d'atteinte [Source : Ginger CEBTP]

La cartographie de l'aléa Éboulements / Chutes de blocs brut est ensuite nettoyée manuellement (notamment pour supprimer les très petits polygones issus du croisement) puis lissée automatiquement.

[Voir « Carte de l'aléa Éboulements / Chutes de blocs » au 1/5 000]

VI.4. Glissements de terrain / Coulées de boue

L'aléa Glissements de terrain / Coulées de boue est qualifié grâce à la grille suivante [Tab. 20] :

ALÉA	INDICE	CRITÈRES
FORT	G3	<ul style="list-style-type: none"> Glissements et/ou coulées de boue actifs dans <u>toutes pentes</u> avec <u>nombreux indices de mouvements</u> (niches d'arrachement, fissures, bourrelets, arbres basculés, rétention d'eau dans les contre-pentes, traces d'humidité) et dégâts au bâti et/ou aux axes de communications Zones de terrain meuble, peu cohérent et de fortes pentes présentant des traces d'instabilités nombreuses Auréole de sécurité autour de ces glissements et/ou coulées de boue Zone d'épandage des coulées de boue Glissements anciens ayant entraîné de fortes perturbations du terrain Berges des torrents encaissés qui peuvent être le lieu d'instabilités de terrain lors des crues
MOYEN	G2	<ul style="list-style-type: none"> Situation géologique identique à celle d'un glissement actif et dans les <u>pent</u>es fortes à moyennes (35° à 15°) avec <u>peu d'indices de mouvement</u> (indices estompés) Topographie <u>légèrement déformée</u> (mamelonnée liée à du fluage) Glissements et/ou coulées de boue <u>fossiles</u> dans les <u>pent</u>es fortes à moyennes (35° à 15°) Glissement actif dans les pentes faibles (< 15° ou inférieure à l'angle de frottement interne des matériaux j du terrain instable) avec pressions artésiennes <p><i>Ces zones présentent une probabilité moyenne d'apparition de glissement de faible ampleur, mais qui peut devenir forte sous l'action anthropique (surcharge, route, terrassement).</i></p>
FAIBLE	G1	<ul style="list-style-type: none"> Glissements fossiles dans les pentes faibles (< 15° ou inférieure à l'angle de frottement interne des matériaux j du terrain instable) Glissements potentiels (pas d'indice de mouvement) dans les pentes moyennes à faibles (à titre indicatif : 20 à 5°) dont l'aménagement (terrassement, surcharge...) risque d'entraîner des désordres compte tenu de la nature géologique du site.

Tab. 20 : Grille de qualification de l'aléa Glissements de terrain / Coulées de boue [Source : DDT]

La cartographie des pentes a été calculé sous SIG grâce au données topographiques de l'IGN (RGE ALTI® 1 m de l'IGN) [Fig. 85]. Elle a servi d'aide à la saisie manuelle de l'aléa Glissements de terrain en la combinant avec les archives bibliographiques et les observations de terrain. Aucun aléa Coulées de boue d'ampleur notable n'a été mis en évidence.

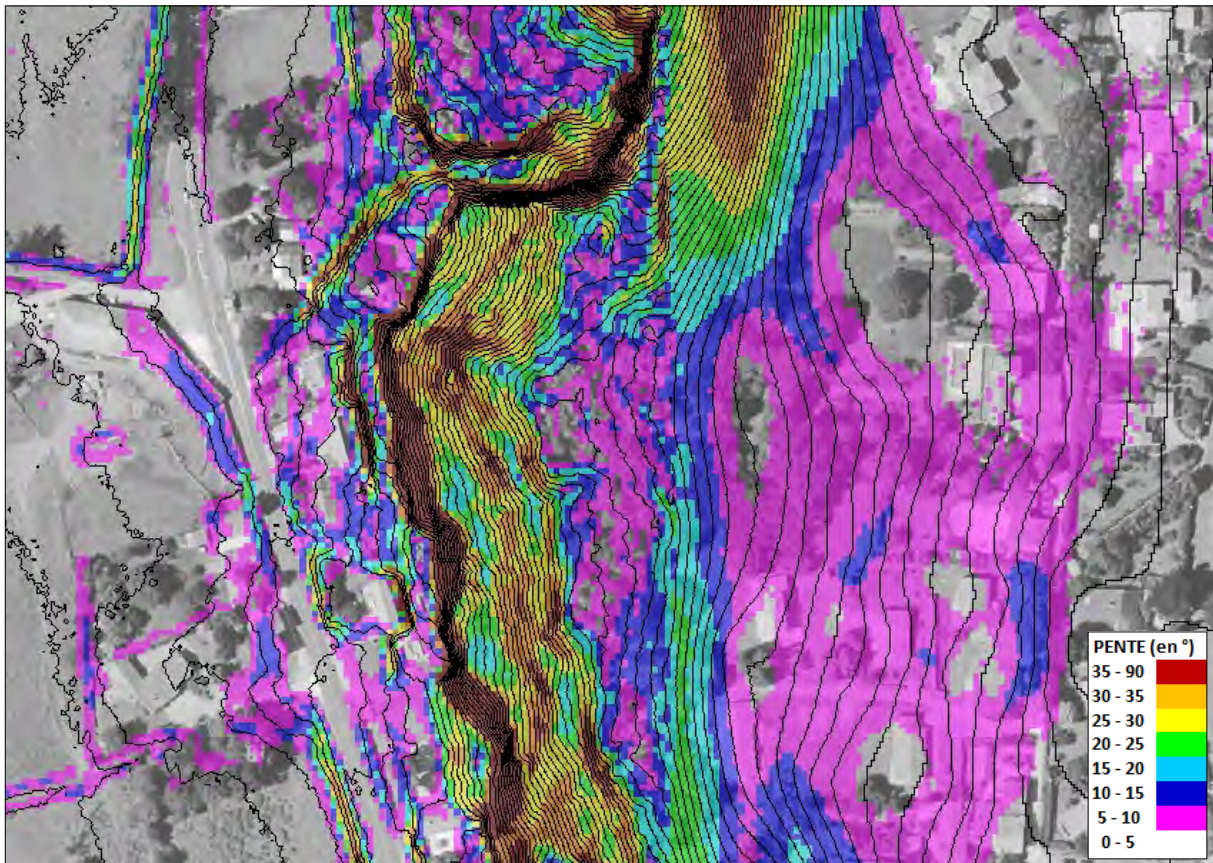


Fig. 85 : Cartographie des pentes sur LATRESNE, dans le secteur du Foussat [Source : Ginger CEBTP]

La cartographie de l'aléa Glissements de terrain est ensuite lissée automatiquement.

[Voir « Carte de l'aléa Glissements de terrain » au 1/5 000]

VI.5. Prise en compte des ouvrages de protection

Les ouvrages de protection ont vocation à réduire l'exposition des personnes et des biens contre les événements naturels dont les intensités sont inférieures ou égales à l'événement pour lequel ils ont été dimensionnés. Ce sont, par exemple :

- pour les avalanches : ouvrages paravalanches (tourne, digue, ...), râteliers, ... ;
- pour les inondations : digues, casiers, barrages écrêteurs de crues, reprofilages topographiques, ... ;
- pour les chutes de blocs : merlons, filets, ancrages, ... ;
- pour les glissements de terrain déclarés d'ampleur maîtrisable : systèmes de drainage, remodelages de la pente, confortement de sol (murs de soutènement, parois clouées, ...), ...

En règle générale, l'efficacité des ouvrages, même les mieux conçus et réalisés, ne peut être garantie à long terme, notamment :

- Si leur maintenance et leur gestion dans la durée ne sont pas assurées par un maître d'ouvrage clairement désigné ;
- En cas de survenance d'un événement supérieur au phénomène de référence utilisé pour le dimensionnement.

Les ouvrages de protection ont pour objectif de réduire l'exposition des enjeux existants. La présence de tels ouvrages ne doit donc pas conduire à augmenter la vulnérabilité dans les zones protégées.

Aussi, conformément aux directives nationales pour l'élaboration des PPRN [Cf Guide général PPRN 2016], les ouvrages de protection existant ne sont pas pris en compte pour la qualification de l'aléa.

Dans les zones où des ouvrages de protection ont été réalisés, les aléas sont donc qualifiés pour une situation théorique dans laquelle ces ouvrages n'existent pas (à l'exception des carrières remblayées).

VI.6. Cartes des aléas

La définition des aléas a conduit à l'élaboration de cartes indiquant les limites et les niveaux d'aléas sur fond parcellaire au 1/5 000.

La cartographie des zones d'aléa prend en compte une zone d'influence des mouvements de terrain, comprenant la limite de l'expansion du phénomène en amont et en aval (régression, épandage, ...) et l'extension latérale dans le cas des affaissements / effondrements.

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

1. Aléa Affaissements / Effondrements

L'aléa Affaissements / Effondrements est présent sur une grande partie du plateau de LATRESNE à l'aplomb des carrières répertoriées avec des niveaux Très Faible (F0), Faible (F1), Moyen (F2), Fort (F3) et Très Fort (F4) en fonction de la probabilité d'apparition et de l'intensité des phénomènes attendus. La cartographie inclut les zones d'influence en cas de désordre.

2 zones ont été cartographiées en aléa Très Fort : Clos Lafitte, Millery. Il s'agit de secteurs en chambres et piliers, et inondés, donc pouvant présenter une cinématique d'effondrement généralisé brutal (en raison de la présence d'eau).

Quelques zones d'aléa Résiduel (F1') ont été tracées au niveau des carrières ayant fait l'objet de confortement : Bergerie, collège, château de LATRESNE, ...

Enfin concernant les zones d'incertitude de l'aléa Moyen (Fi2) a été cartographié :

- à l'Ouest et au Sud de Château Gassies sur une distance de 50 m autour de galeries dont les extensions latérales ne sont pas cartographiées ;
- à Pardaillan sur une distance de 50 m au-delà du mur en fond de carrière (incertitude sur l'extension de la carrière) ;
- à Peyrepin sur une distance de 50 m autour du tracé supposé de galeries ou de réseau karstique (série d'anomalies détectées par investigations géophysiques) ;
- dans un rayon de 50 m autour de 3 puits (et d'un forage ayant rencontré une cavité) recensés à l'Est de Château Gassie.

[Voir « Carte de l'aléa Affaissements / Effondrements » au 1/5 000]

2. Aléa Éboulements / Chutes de blocs et de pierres

L'aléa Éboulements / Chutes de blocs et de pierres se retrouve principalement en bordure du plateau là où les calcaires affleurent sous la forme d'escarpements. Les volumes mis en jeu peuvent être importants (supérieurs au m³) comme en témoignent les événements historiques recensés.

Les zones atteintes (calculées par modélisation trajectographiques 3D) ont été cartographiées en niveaux Moyen (P2) et Fort (P3) en fonction de de l'énergie et de la probabilité d'atteinte.

Un secteur le long de la rue du Bourg classé en aléa Moyen (P2) du fait des éléments mobilisables de taille plus restreinte.

[Voir « Carte de l'aléa Éboulements / Chutes de blocs » au 1/5 000]

3. Aléa Glissements de terrain / Coulées de boue

Du fait de la présence de terrains de couverture argileux donc sensibles au phénomène sur une grande partie de la commune de LATRESNE, l'aléa Glissements de terrain a été cartographié en fonction des pentes avec des niveaux Faible (G1), Moyen (G2) et Fort (G3) ; il se retrouve essentiellement en bordure du plateau.

Aucun aléa Coulées de boue d'ampleur notable n'a été mis en évidence.

[Voir « Carte de l'aléa Glissements de terrain » au 1/5 000]

4. Aléas Mouvements de terrain

L'ensemble des aléas Affaisements / Effondrements, Eboulements / Chutes de blocs et Glissements de terrain ont ensuite été compilées sur une même carte ; l'aléa le plus fort surpassant le plus faible.

[Voir « Carte des aléas Mouvements de terrain » au 1/5 000]

VII. CARTOGRAPHIE DES ENJEUX

VII.1. Principes de cartographie

Dans la continuité des autres documents graphiques du PPR (carte informative des mouvements de terrain, cartes des aléas), la cartographie des enjeux a été réalisée à l'échelle du 1/5 000 sur l'ensemble du territoire communal.

Celle-ci a été élaborée à partir des photographies aériennes, des observations de terrain et des documents d'urbanisme disponibles actuellement, en l'occurrence le Plan Local d'Urbanisme, et fait apparaître l'occupation actuelle et projetée des sols :

- grandes unités naturelles ou agricoles ;
- zones urbanisées actuelles et futures.

Ont également été repérés sur la carte, des enjeux linéaires qui représentent les grands axes de communication (routes principales et secondaire) et les principaux réseaux de transport d'énergie dont l'endommagement peut provoquer des perturbations.

Enfin sont représentés les enjeux ponctuels tels que :

- sensibles – enjeux de service public :
 - établissements de santé (clinique, hôpital, maison de retraite, ...) ;
 - établissements scolaires et de loisirs ;
 - Etablissements Recevant du Public (ERP) ;
 - ...
- stratégiques – enjeux d'équipements publics et stratégiques :
 - Mairie ;
 - services de secours (pompier, gendarmerie, ...) ;
 - infrastructures du réseau d'Alimentation en Eau Potable (station de pompage, réservoir, STEP, ...) ;
 - infrastructures du réseau de distribution d'électricité (pylône, transformateur, ...) ;
 - infrastructures du réseau de distribution de gaz ;
 - infrastructures du réseau de communication (antenne, ...) ;
 - ...
- économiques / touristiques / patrimoniaux – site industriel, musées, monuments, ...

VII.2. Vulnérabilité

La notion de vulnérabilité recouvre l'ensemble des dommages prévisibles aux personnes et aux biens en fonction de l'occupation des sols et des phénomènes naturels.

Le plateau étant très urbanisé (lotissements), il est logique de constater que l'aléa Affaissements / Effondrements issu des carrières souterraines impacte un nombre important de bâtiments, essentiellement des habitations. Ainsi 210 constructions (de plus de 100 m²) sont soumis en partie ou en totalité à un aléa Très Faible (F0), Faible (F1), Moyen (F2), Fort (F3) et/ou Très Fort (F4).

L'aléa Fort (F3) concerne à lui-seul 23 constructions (de plus de 100 m²). L'aléa Très Fort (F4) ne concerne aucun bâtiment.

De même un grand nombre de rues et de routes, dont la RD 240, ainsi qu'une ligne EDF Haute-Tension sont impactés.

L'aléa Éboulements / Chutes de blocs concernent principalement les escarpements en bordure du plateau, 12 constructions (de plus de 100 m²) sont potentiellement affectées par un aléa Moyen (P2) et/ou Fort (P3).

Enfin l'aléa Glissements de terrain est présent au niveau des pentes. Au total 98 constructions (de plus de 100 m²) sont concernés par un aléa Faible (G1), Moyen (G2) et/ou Fort (G3). La voirie peut également être impactée mais avec des intensités modérées.

VIII. CARTOGRAPHIE DU ZONAGE RÉGLEMENTAIRE

Il s'agit à ce stade de définir les contraintes applicables sur le territoire de la commune de LATRESNE.

C'est le croisement entre les aléas et les enjeux qui détermine le zonage réglementaire.

Il est établi sur fond cadastral au 1/5 000 et au 1/2 500 et définit des zones inconstructibles et constructibles soumises ou non à prescriptions. Les mesures réglementaires applicables dans chaque zone sont détaillées dans le règlement du PPR.

En réglementant l'occupation et l'utilisation des sols, la carte de zonage réglementaire (et son règlement) a pour finalité une **meilleure protection des personnes et des biens** et une **limitation du coût pour la collectivité** de l'indemnisation systématique des dégâts engendrés par les phénomènes.

VIII.1. Traduction des aléas en zonage réglementaire

1. Critères de croisement

Conformément à la doctrine nationale, la DDTM de Gironde a défini des critères de croisement entre aléas et enjeux pour aboutir au zonage réglementaire **[Tab. 21 et 22]**.

ALÉA	CONSTRUCTIBILITÉ
TRÈS FORT	Interdiction stricte
FORT	Interdiction (sauf rares exceptions)
MOYEN	Interdiction (sauf exceptions)
FAIBLE	Autorisation sous contraintes moyennes
TRÈS FAIBLE	Autorisation sous contraintes faibles
RÉSIDUEL	Autorisation sous contraintes très faibles

Tab. 21 : Grands principes réglementaires [Source : DDTM 33 / Ginger CEBTP]

Ainsi 5 types de zones sont définies :

- **Zone blanche, constructible au regard du PPR** (sous réserve d'autre réglementation du sol, et notamment le PLU)
Zone où l'aléa est considéré comme nul ou négligeable, et sans enjeux particuliers au regard de la prévention des risques. Il n'est donc pas nécessaire de réglementer ces zones.
- **Zone bleu clair, constructible sous certaines conditions** (sous réserve d'autre réglementation du sol, et notamment le PLU)
Zone où l'aléa Affaissements / Effondrements est Résiduel (du fait de la présence d'une cavité remblayée) ou Très Faible (probabilité d'apparition de désordres en surface très faible et intensité limitée).
- **Zone bleue, constructible sous certaines conditions** (sous réserve d'autre réglementation du sol, et notamment le PLU)
Zone où l'aléa est Faible ou Moyen répondant aux critères suivants, certaines occupations du sol peuvent être limitées :
 - aléa Faible Affaissements / Effondrements, en zone urbanisée ou d'urbanisation future ;

- aléa Faible hors Affaissements / Effondrements, quel que soit l'enjeu ;
- aléa Moyen Affaissements / Effondrements, en zone urbanisée ou d'urbanisation future, uniquement si le classement en aléa Moyen à pour origine une galerie de faible dimension (moins de 200 m²) pour laquelle des solutions de confortement sont envisageables ;
- aléa Moyen hors Affaissements / Effondrements, en zone urbanisée ou d'urbanisation future. Pour les Éboulements / Chutes de blocs certaines prescriptions sont plus contraignantes que pour les zones exposées à un aléa Faible.

- **Zone rouge, non constructible**

Zone exposée à un risque suffisamment fort pour ne pas justifier de protections, soit qu'elle soit irréalisable, soit qu'elle soit trop coûteuse vis-à-vis du bien à protéger, soit que l'urbanisation de la zone ne soit pas souhaitable compte tenu des risques directement ou potentiellement aggravés sur d'autres zones. Certaines occupations du sol sont autorisées.

On y trouve ainsi :

- tous les secteurs exposés à un aléa Fort, quel que soit l'enjeu ;
- les secteurs naturels ou agricoles exposés à un aléa Moyen ;
- les secteurs urbanisés ou d'urbanisation future exposés à un aléa Affaissements / Effondrements Moyen. Certaines occupations du sol sont autorisées avec des contraintes légèrement plus faibles que pour les secteurs urbanisés ou d'urbanisation future exposés à un aléa Fort.

- **Zone grenat, non constructible**

Zone exposée à un risque majeur correspondant à l'aléa Très Fort Affaissements / Effondrements pour laquelle une surveillance devra être mise en place.

		ENJEUX			
		ZONES URBANISÉES OU D'URBANISATION FUTURE		ZONES NATURELLES OU AGRICOLES	
ALÉA	TRÈS FORT	Affaissements / Effondrements de cavité souterraine <i>Règlement GF</i>	/	Affaissements / Effondrements de cavité souterraine <i>Règlement GF</i>	/
	FORT	Affaissements / Effondrements de cavité souterraine <i>Règlement RF</i>	Éboulements / Chutes de blocs <i>Règlement RP</i> Glissements de terrain <i>Règlement RG</i>	Affaissements / Effondrements de cavité souterraine <i>Règlement RF</i>	Éboulements / Chutes de blocs <i>Règlement RP</i> Glissements de terrain <i>Règlement RG</i>
	MOYEN	Affaissements / Effondrements de cavité souterraine <i>Règlement RF</i> Affaissements / Effondrements de cavité souterraine (<u>zone d'incertitude</u>) <i>Règlement RF</i> Affaissements / Effondrements de cavité souterraine (<u>galerie de faible dimension</u>) <i>Règlement BF2</i>	Éboulements / Chutes de blocs <i>Règlement BP2</i> Glissements de terrain <i>Règlement BG</i>	Affaissements / Effondrements de cavité souterraine <i>Règlement RF</i> Affaissements / Effondrements de cavité souterraine (<u>zone d'incertitude</u>) <i>Règlement RF</i>	Éboulements / Chutes de blocs <i>Règlement RP</i> Glissements de terrain <i>Règlement RG</i>
	FAIBLE	Affaissements / Effondrements de cavité souterraine <i>Règlement BF</i>	Éboulements / Chutes de blocs <i>Règlement BP1</i> Glissements de terrain <i>Règlement BG</i>	Affaissements / Effondrements de cavité souterraine <i>Règlement RF</i>	Éboulements / Chutes de blocs <i>Règlement BP1</i> Glissements de terrain <i>Règlement BG</i>
	TRÈS FAIBLE	Affaissements / Effondrements de cavité souterraine <i>Règlement BF1</i>	/	Affaissements / Effondrements de cavité souterraine <i>Règlement BF1</i>	/
	RÉSIDUEL	Affaissements / Effondrements de cavité souterraine remblayée <i>Règlement BF0</i>	/	Affaissements / Effondrements de cavité souterraine remblayée <i>Règlement BF0</i>	/

Tab. 22 : Traduction des aléas et des enjeux en zonage réglementaire [Source : DDTM 33 / Ginger CEBTP]

Ainsi par exemple :

Une zone d'aléa Ff3G2P2 en zone urbanisée sera traduite de la manière suivante :

- Ff3 – aléa Fontis Fort → **règlement RF**
- G2 – aléa Glissements de terrain Moyen → **règlement BG**
- P2 – aléa Éboulements / Chutes de blocs Moyen → **règlement BP2**

Le zonage réglementaire sera donc **RF,BG,BP2**. Le niveau de zonage le plus contraignant l'emportant sur le moins contraignant, le résultat sera une zone **Rouge – Non constructible**.

2. Routine de production du zonage réglementaire

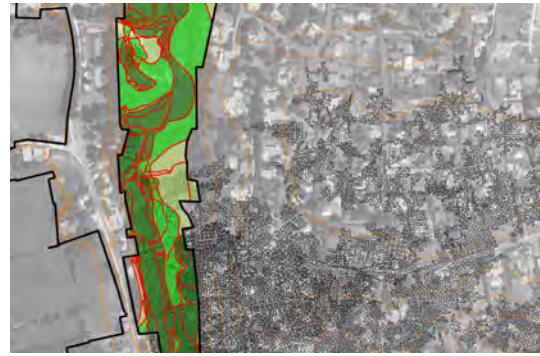
Ci-après est présenté la routine de production du zonage réglementaire **[Fig. 86]**. Toutes ces opérations sont effectuées manuellement

- Découpage de l'aléa Mouvements de terrain selon les limites des zones urbanisées ou d'urbanisation future et des zones naturelles ou agricoles
→ couche SIG « Zonage_ZU_v0.shp »
→ couche SIG « Zonage_ZN_v0.shp »
- Traduction de l' (des) aléa(s) de chaque polygone en zonage réglementaire en fonction de l'occupation du sol
→ couche SIG « Zonage_ZU_v1.shp »
→ couche SIG « Zonage_ZN_v1.shp »
- Assemblage des zonages réglementaires des zones urbanisées actuelles et futures, et des grandes unités naturelles ou agricoles
→ couche SIG « Zonage_v0.shp »
- Regroupement des zonages réglementaires identiques et simplification / nettoyage (notamment pour supprimer les petits polygones issus de l'assemblage)
→ couche SIG « Zonage_LATRESNE.shp »

Découpage de l'aléa Mouvements de terrain

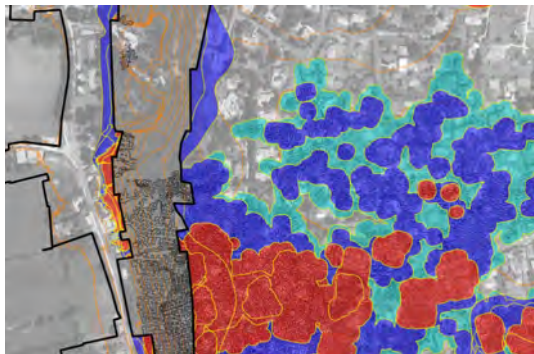


Zone urbanisée ou d'urbanisation future

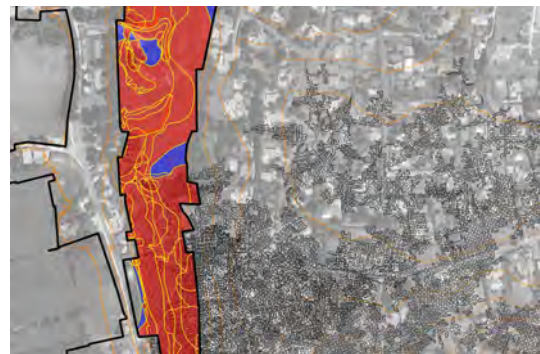


Zone naturelle ou agricole

Traduction en zonage réglementaire

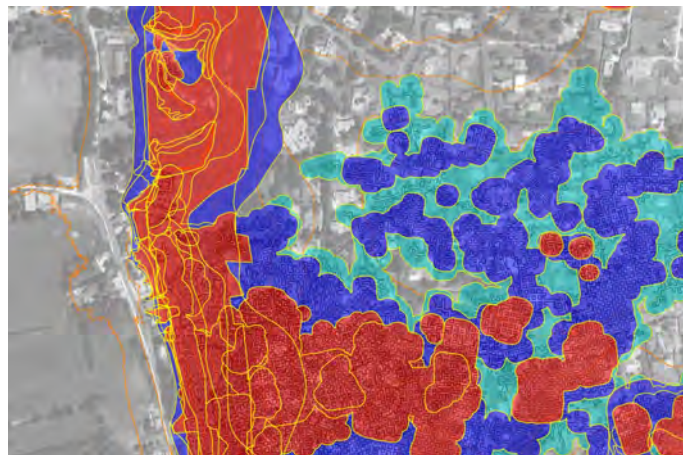


Zone urbanisée ou d'urbanisation future



Zone naturelle ou agricole

Assemblage des zonages réglementaires



Regroupement / simplification / nettoyage

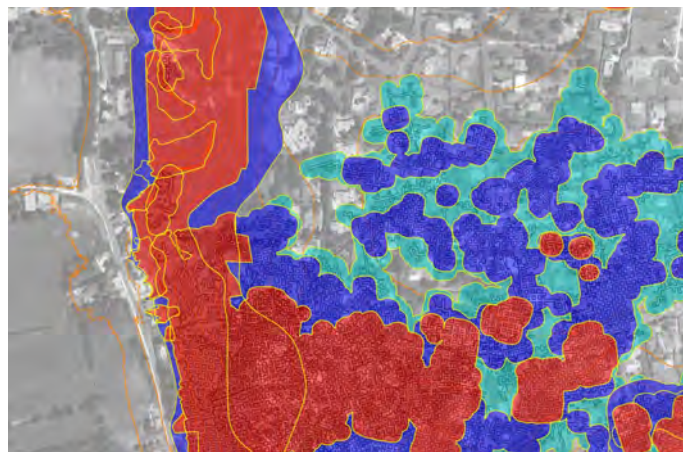


Fig. 81 : Compilation des différents aléas Fontis [Source : Ginger CEBTP]

VIII.2. Nature des mesures réglementaires

1. Bases légales

La nature des mesures réglementaires applicables est, rappelons-le, définie par l'article L. 562-1 du Code de l'Environnement.

2. Mesures individuelles

Ces mesures sont, pour l'essentiel, des dispositions constructives applicables aux constructions futures dont la mise en œuvre relève de la seule responsabilité des maîtres d'ouvrages.

Des études complémentaires préalables leur sont donc proposées ou imposées afin d'adapter au mieux les dispositifs préconisés au site et au projet.

Certaines de ces mesures peuvent être applicables aux bâtiments ou ouvrages existants (renforcement, drainage par exemple).

3. Mesures d'ensemble

Lorsque des ouvrages importants sont indispensables ou lorsque les mesures individuelles sont inadéquates ou trop onéreuses, des dispositifs de protection collectifs peuvent être préconisés.

De nature très variée (correction torrentielle, drainage, auscultation de glissement de terrain, ouvrage de pare blocs, ...), leur entretien peuvent être à la charge de la commune, ou de groupement de propriétaires, d'usagers ou d'exploitants.

IX. BIBLIOGRAPHIE GÉNÉRALE (HORS RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE) ET SITES INTERNET DE RÉFÉRENCE

Guides méthodologiques / Études diverses

- Éléments d'homogénéisation de la caractérisation de l'aléa effondrement localisé lié aux cavités souterraines – INERIS – Juin 2024
- Guide méthodologique : Caractérisation et évaluation de l'aléa versant rocheux sous-cavé – Cerema / INERIS – Décembre 2017
- Plans de prévention des risques naturels (PPR) : Guide général – Ministère de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer / Ministère du Logement et de l'Habitat Durable – 2016
- Guide sur les solutions de mise en sécurité des cavités souterraines abandonnées d'origine anthropique – DRS-15-149564-02401A – INERIS – 2016
- Thèse « La rupture brutale des piliers conditionne-t-elle les effondrements miniers ? Approche énergétique par modélisation numérique » – HAUQUIN T. – 2016
- Le diagnostic de stabilité des carrières souterraines abandonnées – Guide méthodologique – IFSTTAR – 2014
- Plan de prévention des risques naturels (PPR) : Cavités souterraines abandonnées : Guide méthodologique – INERIS – 2012
- Christophe Didier, Romuald Salmon. Un modèle de calcul des hauteurs prévisibles de remontée de fontis à l'aplomb d'exploitations souterraines peu profondes. Revue française de Géotechnique, 2010, pp.21-36. ineris-00961756
- L'utilisation de la modélisation numérique dans l'étude de stabilité des carrières souterraines – ALFONSI P. et POTHERAT P. – 2004
- Plans de prévention des risques naturels (PPR) : Risques de mouvements de terrain : Guide méthodologique – Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement / Ministère de l'Équipement, des Transports et du Logement – 1999

Documents communaux

- Plan d'Occupation des Sols (POS) de LATRESNE – Approuvé le 22/12/1997
- Plan Local d'Urbanisme (PLU) de LATRESNE – Approuvé le 28/02/2013

Sites internet

- www.mairie-latresne.fr
- www.georisques.gouv.fr
- www.brgm.fr
- www.infoterre.brgm.fr
- www.prim.net
- www.sudouest.fr
- Google Earth