



**PRÉFET
DE LA VIENNE**

*Liberté
Égalité
Fraternité*

**PLAN DE PRÉVENTION DES RISQUES NATURELS
MOUVEMENTS DE TERRAIN
DE LA COMMUNE DE CHÂTELLERAULT**

*Dossier d'enquête publique
novembre 2022*

Rapport de présentation

Dossier prescrit par arrêté préfectoral du 9 août 2018

Dossier approuvé le :

Direction départementale
des Territoires de la Vienne

SOMMAIRE

1. ORIGINES ET CONTEXTE RÉGLEMENTAIRE.....	5
1.1 Objet et champ d'application du Plan de Prévention des Risques.....	5
1.2 Motivations du PPRN Mouvements de terrain de la commune de Châtellerault	5
2. DÉMARCHE DE COLLECTE D'INFORMATIONS.....	6
2.1 Topographie, géologie et hydrogéologie du site.....	6
2.2 Historique.....	9
2.3 Les différents types de carrières.....	10
3. LES ÉVÉNEMENTS.....	13
3.1 Origines des désordres.....	13
3.2 Recensement des désordres.....	13
4. RESTITUTION CARTOGRAPHIQUE DES DONNÉES INFORMATIVES.....	14
4.1 Nature des données cartographiées.....	14
4.2 Cartes établies.....	15
5. CARACTÉRISATION DE L'ALÉA.....	15
5.1 Principes d'évaluation des aléas.....	15
5.2 Évaluation de l'aléa effondrement localisé lié aux anciens puits.....	16
5.2.1 Description phénoménologique.....	16
5.2.2 Probabilité d'occurrence des effondrements localisés liés aux puits.....	17
5.2.3 Intensité des effondrements localisés liés aux puits.....	17
5.2.4 Niveaux d'aléa des effondrements localisés liés aux puits.....	18
5.3 Évaluation de l'aléa effondrement localisé sur travaux souterrains (galeries et carrière d'exploitation).....	18
5.3.1 Description phénoménologique.....	18
5.3.2 Évaluation de la probabilité d'occurrence pour les effondrements localisés de type fontis (liés à la présence de carrières et de galeries).....	20
5.3.2.1 Prédisposition à la rupture de piliers.....	20
5.3.2.2 Prédisposition à la rupture et à l'éboulement du toit de la cavité.....	20
L'évaluation de la prédisposition de ce type de phénomène dépend classiquement :.....	20
5.3.2.3 Prédisposition à la remontée de l'instabilité jusqu'en surface.....	21
5.3.2.4 Synthèse des probabilités d'occurrence retenues.....	22
5.3.3 Évaluation de l'intensité des effondrements localisés de type fontis (liés à la présence de carrières et de galeries).....	22

5.3.4 Niveaux d'aléa effondrements localisés de type fontis (liés à la présence de carrières et de galeries).....	22
5.4 Aléa Écroulement rocheux (lié aux ruptures des fronts sous-cavés).....	23
5.4.1 Description phénoménologique.....	23
5.4.2 Évaluation de la probabilité d'occurrence.....	23
5.4.3 Évaluation de l'intensité.....	24
5.4.4 Niveau d'aléa.....	24
5.5 Cartographie générale de l'aléa mouvement de terrain.....	24
5.5.1 Cartographie générale de l'aléa effondrements localisés liés aux puits....	24
5.5.2 Cartographie générale de l'aléa effondrements localisés de types fontis sur galeries.....	25
5.5.3 Cartographie générale de l'aléa écroulement rocheux.....	25
5.6 Synthèse des aléas.....	26
6. RAPPEL ET DÉFINITION DES ENJEUX.....	26
6.1 Vulnérabilité humaine.....	27
6.2 Aménagements.....	27
6.2.1 L'occupation des sols.....	27
6.2.1.1 Les zones urbanisées.....	27
6.2.1.2 Les zones naturelles.....	28
6.2.2 Autres enjeux existants.....	28
6.2.3 Les voies de communication.....	28
6.2.4 Les réseaux.....	29
6.2.4.1 Les réseaux aériens.....	29
6.2.4.2 Les réseaux enterrés.....	29
6.3 Les projets d'urbanisation.....	29
6.3.1 L'urbanisation.....	29
6.3.2 Les réseaux collectifs.....	29
6.4 Remarques sur les enjeux.....	29
6.4.1 Les enjeux vis-à-vis des aléas.....	29
6.4.2 Remarques.....	30
7. LES RISQUES ET LE ZONAGE RÉGLEMENTAIRE.....	30
7.1 Principe général.....	30
7.2 Application à la commune de Châtelleraut.....	30
8. LE RÈGLEMENT.....	32
8.1 Champ d'application.....	32

8.2 Effets du PPRN.....	32
8.3 Le règlement de la commune de Châtelleraut.....	33
8.3.1 Remarques concernant l'ensemble des zones.....	33
8.3.2 Zones Rouges R1 et R2.....	33
8.3.3 Zone Bleue B.....	33
8.4 Prescriptions générales (existants et nouveaux projets).....	33
8.5 Mesures de prévention, de protection et de sauvegarde.....	34
9. RÉSUMÉ.....	35
10. BIBLIOGRAPHIE ET RÉFÉRENCES.....	37
11. LISTE DES ANNEXES.....	38

1. ORIGINES ET CONTEXTE RÉGLEMENTAIRE

1.1 Objet et champ d'application du Plan de Prévention des Risques

Le plan de prévention des risques naturels prévisibles (PPRN) de la commune de Châtellerault est établi en application de l'article L562-1 du code de l'environnement (loi n° 2003-699 du 30 juillet 2003 relative à la prévention des risques technologiques et naturels et à la réparation des dommages). Il s'applique sur la commune de Châtellerault (arrêté préfectoral de la Vienne n°2018-DDT-463 du 9 août 2018), et concerne en particulier les quartiers d'Antoigné et de Targé,

Un PPRN a pour objet de :

- délimiter les zones exposées au(x) risque(s) pris en compte et celles non directement exposées mais pouvant engendrer des risques ;
- définir les mesures de prévention, de protection et de sauvegarde qui doivent être prises par les collectivités publiques dans le cadre de leurs compétences, ainsi que celles qui incombent aux particuliers ;
- définir les mesures relatives aux aménagements existants et futurs à la date de l'approbation du plan qui doivent être prises par les propriétaires, exploitants ou utilisateurs.

Un PPRN constitue une servitude d'utilité publique devant être respectée par les documents d'urbanisme et par les autorisations d'occupation des sols ; il doit être annexé aux PLU selon l'article L153-60 du Code de l'Urbanisme. Il a un effet rétroactif puisqu'il peut préconiser des mesures aux constructions, ouvrages, biens et activités existants antérieurement à sa publication.

Le PPRN se compose de trois documents réglementaires :

- le rapport de présentation qui définit la nature des phénomènes naturels pris en compte ainsi que leur localisation et justifie le zonage et les prescriptions du PPRN ;
- la carte de zonage réglementaire qui délimite les zones exposées aux risques pris en compte ;
- un règlement qui précise, pour les zones exposées :
 1. les dispositions applicables,
 2. les mesures de prévention, de protection et de sauvegarde qui doivent être prises par les collectivités et/ou les particuliers, ainsi que celles relatives aux aménagements existants et futurs devant être prises par les propriétaires, exploitants ou utilisateurs.

Le projet de règlement et la carte réglementaire sont soumis par le Préfet à une enquête publique et, à l'issue des diverses consultations, les documents, éventuellement modifiés pour tenir compte des avis recueillis, sont ensuite approuvés par arrêté préfectoral.

1.2 Motivations du PPRN Mouvements de terrain de la commune de Châtellerault

Sur une partie du territoire de la commune de Châtellerault, le sous-sol est constitué de tuffeau blanc, roche calcaire tendre et poreuse. Pendant plusieurs siècles, cette formation a été exploitée, notamment en souterrain, comme pierre à bâtir. Les carrières ont ensuite été utilisées en champignonnières puis ont peu à peu été fermées pour être toutes abandonnées dans les années 2000.

En même temps que l'abandon des carrières, l'urbanisation s'est développée. Le risque inondation affectant également la commune, l'extension urbaine s'est orientée plutôt sur les hauteurs que dans les vallées. Elle s'est étendue notamment sur les coteaux, à l'aplomb des cavités d'exploitation, plus ou moins vastes, potentiellement à l'origine de mouvements de terrain.

La municipalité consciente du risque d'effondrement des cavités souterraines a sollicité à plusieurs reprises depuis 2005, l'élaboration d'un Plan de Prévention des Risques « Cavités » relatif aux risques d'effondrement liés à la présence de ces anciennes cavités souterraines aujourd'hui abandonnées.

Quelques désordres sont apparus, il s'agit principalement des mouvements de terrain, de type tassements ou effondrements résultant de la rupture de cavités souterraines qui se manifestent par l'apparition en surface d'un trou de diamètre variant généralement de quelques dizaines de centimètres à plusieurs mètres et pouvant atteindre jusqu'à quelques mètres de profondeur.

Dans le cadre d'une politique de prévention visant à mieux cerner les risques de mouvements de terrain sur la commune de Châtellerault et de les intégrer durablement dans la réglementation de l'occupation des sols, Madame la Préfète de la Vienne a décidé de prescrire, par arrêté préfectoral du 9 août 2018, l'élaboration d'un Plan de Prévention des Risques Naturels Prévisibles (PPRN) de mouvements de terrain relatifs aux phénomènes d'effondrements de cavités.

La Direction Départementale des Territoires de la Vienne est chargée de l'élaboration du plan. La réalisation des études techniques relatives à ce PPRN a été confiée à l'Ineris à l'issue d'une consultation de marché public.

L'élaboration d'un PPRN repose sur une bonne connaissance des ouvrages souterrains (ici cavités de type carrières), des mécanismes de dégradation et de leur évolution, la méthodologie consiste à procéder par étapes successives et à valider, après concertation, les différentes phases d'étude menant à la définition du zonage réglementaire et à l'établissement des mesures de prévention et de protection correspondantes.

Les cinq phases sont les suivantes :

- phase 1 : phase informative, permettant d'identifier, de cartographier et de caractériser les ouvrages et les phénomènes associés ;
- phase 2 : phase de détermination et de cartographie des aléas ;
- phase 3 : phase de recensement des enjeux ;
- phase 4 : établissement de la carte réglementaire et d'un projet de règlement ;
- phase 5 : phase d'approbation de la carte réglementaire et du projet de règlement.

Ce rapport de présentation est l'un des trois documents réglementaires, avec le règlement et la carte de zonage réglementaire.

2. DÉMARCHE DE COLLECTE D'INFORMATIONS

2.1 Topographie, géologie et hydrogéologie du site

La topographie

La ville de Châtellerault s'est développée historiquement dans la vallée de la Vienne qui traverse la commune du sud au nord. Elle se situe à la confluence de 4 rivières : la Vienne, le Clain, l'Ozon et l'Envigne. Au cours du temps, la ville s'est développée sur les coteaux qui bordent à l'est et à l'ouest la vallée de la Vienne.

Du point de vue de la topographie, la ville historique se situe en partie basse, dans la vallée, une grande partie du territoire y a une cote topographique de l'ordre de +50 m NGF. Puis, l'urbanisation s'est développée à la périphérie de cette ville historique, et notamment sur les coteaux situés sur toute la bordure est, où l'altitude augmente en pente douce pour atteindre la cote de +110 m NGF. Au-delà, la pente des coteaux s'accroît avec des cotes de l'ordre de +130 m NGF et atteignant la cote maximale de +150 m NGF (Figure 1).

Le contexte géologique

D'après la carte géologique du BRGM au 1/50 000 (feuille n°541 de Châtellerault) (cf. Figure 2), la ville de Châtellerault est recouverte sur toute sa partie basse, de formations alluviales, déposées par les fleuve et rivières de la vallée. Ces alluvions sont en grande partie formées de sables grossiers, et à proximité des lits actuels, de matériaux plus fins que sont des limons, sables fins et argiles.

Sur les coteaux, affleurent les formations suivantes (des plus anciennes au plus récentes) :

- les formations du Cénomanien, avec dans leur partie basse (C1-2a), les sables de Vierzon. Ce sont des sables quartzueux, fins, verts ou bruns, glauconieux, en général meubles, mais parfois consolidés en bancs de grès dur à ciment calcaire, surmontées par les formations de marnes à

- ostracées (faible épaisseur de calcaires bioclastiques lités et des grès à ciment calcaire), puis par des marnes gris-vert ou noires à passées de sables verts glauconieux ;
- les formations du Turonien :
 - la partie inférieure du Turonien (C3a) est représentée par une craie blanche, en général litée en gros bancs, friable et sans silex. La stratification est en général assez bien marquée par l'alternance de gros bancs de craie compacte (0,5 à 1 m) avec des passées beaucoup plus friables, d'aspect marneux, s'écrasant facilement au toucher. La teneur en CaCO_3 , de cette craie est relativement importante et varie en général entre 75 et 85 %. Cette craie est à peu près l'équivalent de la craie marneuse de la partie inférieure du Turonien de Touraine. Sa puissance est de l'ordre de 15 à 25 mètres en fonction des secteurs ;
 - le haut des coteaux est composé des formations du Turonien moyen (C3b), il s'agit d'un tuffeau blanc, micacé, jadis activement exploité en carrière souterraine comme pierre de taille pour la construction. Sa teneur en CaCO_3 varie entre 40 et 60 %. La fraction argileuse est essentiellement constituée de smectites. Sa puissance est de l'ordre de 15 mètres au sud à 25 mètres au nord ;
 - enfin, par endroits, on trouve des alluvions anciennes (Fx et Fy), déposées sur les plateaux ou plaqués dans les vallées, liées à d'anciennes nappes perchées.

L'hydrogéologie

Concernant l'hydrogéologie dans ce secteur, la notice de la carte géologique spécifie la présence de niveaux aquifères dans les formations du Cénomaniens (Cl-2a), du Turonien (C3a, C3b) et dans les alluvions anciennes (Fx et Fy).

- le Cénomaniens constitue le niveau aquifère le plus important de la région ;
- pour le Turonien, les craies et tuffeaux, en général fissurés, présentent globalement une forte perméabilité et constituent un bon aquifère. Le mur de cet aquifère est constitué par les marnes cénomaniennes sous-jacentes. Cette nappe alimente de nombreuses sources de faible débit, dont le niveau d'émergence correspond au contact Cénomaniens-Turonien. On trouve des puits dans les fermes installées sur le coteau et le plateau crayeux ;
- dans les niveaux d'alluvions anciennes, on trouve la présence de petites nappes locales.

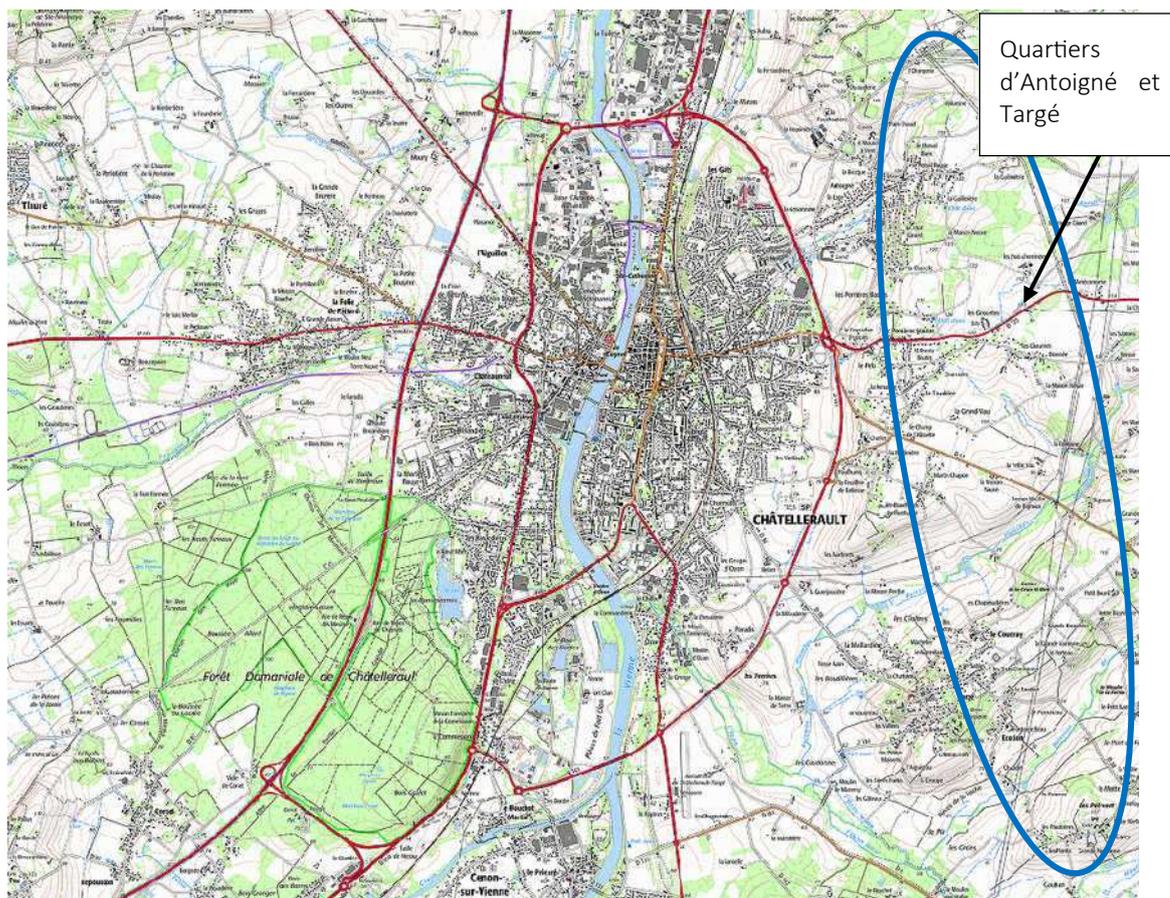


Figure 1 : Extrait de la carte IGN

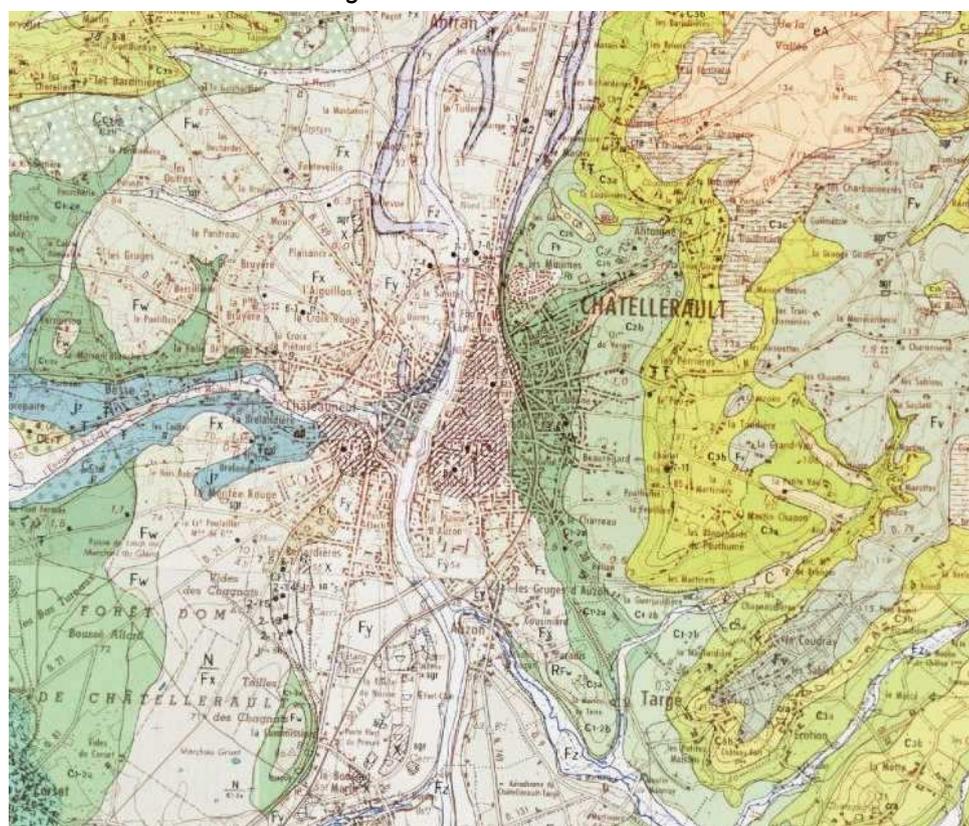


Figure 2 : Extrait de la carte géologique au 1/50000 (BRGM®).
Cénomanien (C1-2a) représenté par les sables de Vierzon Turonien (C3a) représenté par une craie blanche,
Turonien moyen (C3b) représenté par un tuffeau blanc, alluvions anciennes (Fx, Fw et Fy)

2.2 Historique

La ville de Châtelleraut fut fondée vers 950 par le seigneur d'Airaud, vraisemblablement grâce à l'implantation des habitants fuyant le site du "Vieux-Poitiers", dévasté par les nombreuses invasions de l'époque.

À l'époque médiévale et encore aujourd'hui, la cité prend une place très importante dans le Pèlerinage de Saint-Jacques de Compostelle puisqu'elle est une ville étape importante du Poitou.

Au XIX^{ème} siècle, la ville développe son industrie avec l'implantation, sur les bords de la Vienne, de la Manufacture d'Armes, qui compte jusqu'à 8000 ouvriers au début du XX^{ème} siècle.

L'activité extractive, pour le tuffeau objet de la présente étude, a débuté probablement dès le Moyen-Âge sur la commune de Châtelleraut.

Du XI^{ème} au XVIII^{ème} siècle, les recherches permettent de trouver trace en Poitou des « *pierroyers* » ou carriers, des « *choliens* », des tuieliers (teblers) et d'autres artisans du bâtiment. Dans le Châtelleraudais, depuis le XVI^{ème} siècle, on extrait des pierres de tuffeau de galeries souterraines. Les carrières d'Antoigné, « *les seules qui fournissent des pierres à la ville* » sont, en 1766, reliées à la cité par un chemin impraticable les deux tiers de l'année. À cette époque, les accidents en carrière sont fréquents et probablement que peu de mesures de sécurité existaient pour protéger les ouvriers. Seuls quelques écrits relatent cette exploitation au XVIII^{ème} siècle, et il s'agit en général d'actes notariés relatant des ventes.

Au XIX^{ème} siècle, l'industrie extractive s'organise et des visites régulières des Ingénieurs des Mines se mettent en place au cours du siècle. Toutefois, les ingénieurs relatent qu'il n'existe pas de plan de carrière, tout au plus les archives possèdent quelques schémas des chantiers en cours (Figure 3).

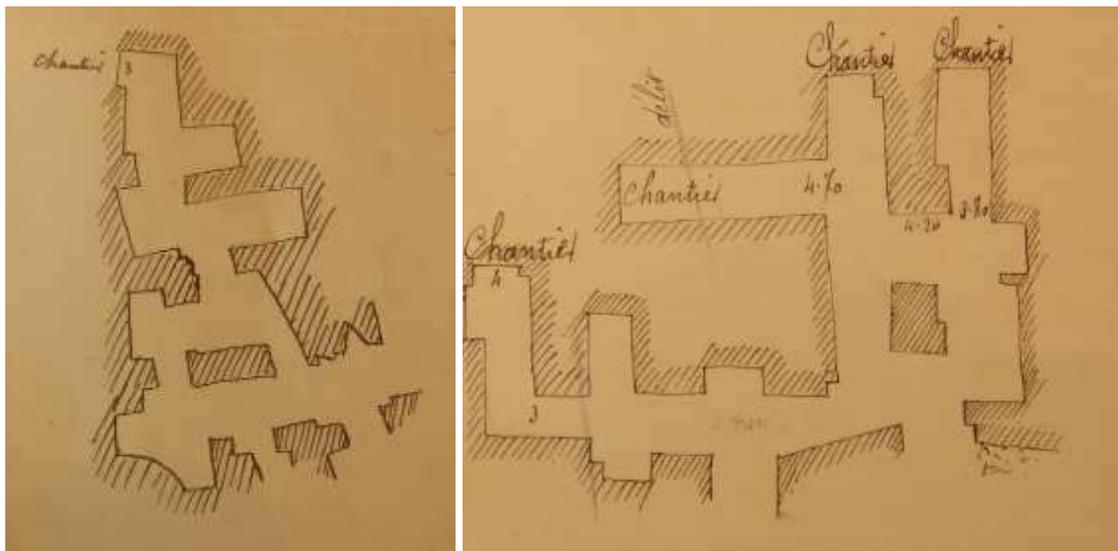


Figure 3 : Exemples de schémas de chantier issus des Archives Nationales

Dès la deuxième moitié du XIX^{ème} siècle, les grandes carrières sont identifiées :

- les carrières d'Antoigné, aussi appelées les Grandes caves, qui correspondent aux carrières d'Antoigné : carrières du Portail Rouge, de la Guillotière et de la Tour Girard. La superficie atteindrait d'après les archives environ 150 ha. Quatre entrées sont citées et entre 20 et 40 ouvriers y travaillaient dans les années de grande production ;
- la carrière de la Richarderie et la carrière regroupant les exploitations de la Durauderie, de la Fauconnerie et du Moulin à Vent, qui au cours de l'exploitation, ont été reliées pour ne former qu'une seule et même carrière.

L'exploitation des carrières a diminué à partir de 1910, et est stoppée totalement en 1930, laissant la place à l'activité des champignonnières. Celles-ci ont connu leur apogée au XX^{ème} siècle, pour s'achever définitivement au début des années 2000.

Concernant le hameau de Targé, il est évoqué dans le livre relatant l'histoire de ce village [19], plusieurs souterrains, situés aux abords de l'église, à Châteaufort et à proximité du château, a priori inaccessibles. Un d'entre eux aurait « 60 mètres de longueur avec 5 salles et 2 m de hauteur ».

2.3 Les différents types de carrières

L'analyse de la géologie et de la topographie laisse clairement apparaître que les cavités sont présentes uniquement dans les zones de coteaux, situés à l'est de Châtellerault, où affleure la formation du turonien moyen, qui a été exploitée pour la pierre à bâtir.

Localement, sur le bas des coteaux, on trouve des traces d'exploitation à ciel ouvert, dans des formations plus meubles (alluvions).

Deux types principaux de cavités ont été rencontrés au cours de l'étude :

- 1) les grandes carrières d'exploitation, qui s'étendent, pour la plupart, sur plusieurs hectares voire plusieurs dizaines d'hectares. Il s'agit d'anciennes carrières exploitées par la méthode des chambres et piliers abandonnés, c'est-à-dire que lors de l'exploitation, la roche a été extraite en laissant des piliers de roche en place de manière à stabiliser le toit et à supporter le poids des terrains de recouvrement (Figure 4). À la fin de l'exploitation, les chambres ont été laissées vides et présentent des volumes de vides résiduels très importants (Figure 6). La profondeur de ces cavités n'est que rarement connue mais elles sont peu profondes (bien souvent leur profondeur est inférieure à 20 mètres, voire même inférieure à quelques mètres). Les chambres ont des largeurs de l'ordre de 5 mètres et des hauteurs moyennes de 2 à 2,5 mètres. Les schémas d'exploitation sont irréguliers et hétérogènes : les piliers et les chambres présentent des sections de différentes formes et section ; l'exploitation ancienne était menée au gré de la qualité de la roche et des contraintes d'exploitation. Ces carrières étaient entretenues jusqu'au début des années 2000, pour leur utilisation en champignonnière, elles sont aujourd'hui abandonnées, uniquement surveillées sous les voiries départementales. Leurs entrées sont en cavage, à flanc de coteau (Figure 5). On trouve, associées à ces cavités, de nombreuses cheminées d'aération (Figure 7) ;
- 2) les petites cavités d'extension limitée. Il s'agit de cavités de forme rectangulaire, plus ou moins régulières, qui s'apparentent pour certaines à des constructions troglodytiques, et, pour d'autres, à des caves. Leur accès se fait en cavage, de dimensions variables (de l'ordre de 2 à 3 m de hauteur) et de 1 à 3 mètres de largeur, ou par un escalier permettant de descendre en souterrain (Figure 8). Les dimensions des cavités sont limitées, de l'ordre d'une dizaine de mètres tout au plus, et de quelques mètres de largeur. Elles sont bien souvent encore utilisées comme caves de stockage par leurs propriétaires (Figure 9).



Figure 4 : Schéma du principe d'une exploitation par chambres et piliers abandonnés (paca.developpement-durable.gouv.fr)



Figure 5 : Entrée en cavage (source : Ineris)



Figure 6 : Exemple d'exploitation par chambres et piliers abandonnés (source : Ineris)



Figure 7 : Photos de cheminées d'aération (source : Ineris)



Figure 8 : Les accès aux cavités d'extension limitée (source : Ineris)

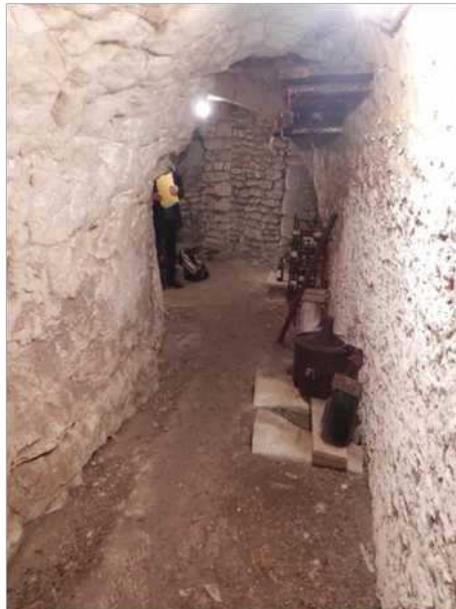


Figure 9 : Exemple d'une cavité d'extension limitée (source : Ineris)

Au cours de l'étude, ont été recensées :

- les grandes carrières :
 - la grande carrière des Richarderies située la plus au nord du secteur et s'étendant jusqu'à proximité des lieux-dits Bobinière, Moulin à vent, Fauconnerie, les Richarderies ;
 - les carrières d'Antoigné, à savoir la carrière du Portail Rouge, de la Tour Girard et de la Chapelle (lieu-dit les Perrières) ;
- les petites carrières situées aux lieux-dits suivants : les Hautes Richarderies, Bobinière, Ferrandière, Pain chaud, le Grenadier français, les Hautes-perrières, Martin-Chapon, Targé, les Marottes.

3. LES ÉVÉNEMENTS

3.1 Origines des désordres

Les cavités souterraines, même lorsqu'elles sont conçues pour être stables lors de l'exploitation extractive voire à moyen terme, subissent dans le temps l'influence du vieillissement et de l'altération du massif rocheux. Avec l'arrêt des exploitations puis celles des champignonnières, les cavités n'ont plus été entretenues, ni surveillées (sauf à l'aplomb des routes départementales), ni confortées. À terme, leur effondrement est possible.

En outre, dans certaines conditions, des facteurs extérieurs viennent accélérer le vieillissement naturel, en déclenchant ou en précipitant l'évolution des mécanismes de dégradation. L'eau est un des facteurs aggravants les plus prépondérants dans cette altération (par exemple par infiltration, régulière et exceptionnelle, ou par battement de nappes), l'action du gel-dégel, l'effet de surcharges ou de vibrations complète la liste des facteurs aggravants potentiels.

3.2 Recensement des désordres

Seuls quelques désordres ont été recensés ces dernières années sur la commune de Châtellerault.

Il s'agit des quatre désordres suivants, (un seul a pu être cartographié précisément) :

- un fontis survenu en 2016 chez Madame Merle (67 avenue du Grenadier Français), il a permis de découvrir la présence de cette carrière à cet endroit. Il est caractérisé par un cratère en surface d'environ 1 mètre de diamètre et de 5 mètres de profondeur. Il se serait formé à la suite de la rupture du toit de la cavité souterraine sous-jacente, ce toit étant très peu épais à cet endroit (Figure 10) ;
- un affaissement sur la chaussée, devant l'habitation située au 46 rue du Grenadier Français. Les dimensions sont d'environ 1 m² de surface et 20 cm de profondeur ;
- un effondrement situé dans la parcelle BI 199, dont la date de survenue n'est pas connue. Il se caractérise par un effondrement en surface de l'ordre de 15-20 mètres de longueur pour environ 5 à 10 mètres de largeur, avec une profondeur de l'ordre d'un mètre (Figure 11). L'origine de ce désordre n'est pas connue précisément ;
- un fontis dans la parcelle BK482 au droit de la carrière de la Tour Girard à Antoigné. L'origine de ce désordre n'est pas connue précisément ;

À noter également, une fissure dans le mur de clôture au 17, rue de la maison neuve, mais l'origine de ce désordre n'est pas connue précisément.



Figure 10 : Fontis dans la propriété de Mme Merle (source : Ineris)



Figure 11 : Mouvement de terrain dans la parcelle BI199 (source : DDT86)

4. RESTITUTION CARTOGRAPHIQUE DES DONNÉES INFORMATIVES

4.1 Nature des données cartographiées

Les données collectées lors de la phase informative sont restituées sous la forme d'une cartographie générale des extensions de carrières connues, des indices de présence de cavités souterraines et des mouvements en surface. Cette cartographie permet de visualiser l'extension, la localisation et le type des cavités et de mouvements du sol sur le territoire étudié de la commune de Châtellerault. Elle regroupe l'ensemble des données collectées distinguées selon :

- les contours de cavités obtenues par levés de terrain, provenant soit des études précédentes (ELC et BRGM [15][12]), soit des investigations menées par l'Ineris dans le cadre des études techniques du présent PPRMT[1] ;
- les indices de présence de cavités ou de ciel ouvert, pour la plupart issus du cadastre napoléonien [16]. D'autres indices de présence de cavités ont été collectés au cours de cette étude et sont portés sur cette cartographie. Ils sont issus de témoignages, d'observations de terrain ou d'anciens documents. Des anciennes exploitations à ciel ouvert ont été classées dans ces indices [1] ;
- les entrées de galerie et les puits (Ineris et ELC [1] et [15]) ;
- les désordres observés sur site et portés à connaissance grâce aux témoignages [1] ;

Remarques :

Il existe peu de renseignement écrit sur la présence de cavités et aucun plan complet d'exploitation n'a été retrouvé. Toutefois, l'enquête de terrain mené pour cette étude a permis de relever 31 ouvrages débouchant au jour (galerie, puits) et d'accéder à 14 cavités.

On recense trois types d'emprises cartographiques autour des zones de carrières et reportés sur les cartes informatives :

1. les travaux accessibles et levés précisément sur le terrain (études Ineris, ELC et BRGM),
2. les travaux accessibles mais non levés,
3. les travaux non accessibles (zones remblayées ou effondrées) ;
4. les travaux supposés.

Les données de terrain réalisées dans le cadre de cette étude ont été levées par GPS de type Trimble PRO XRS, garantissant une précision de l'ordre du mètre.

Les données ont été traitées et valorisées sous la forme d'un SIG (Système d'Information Géographique) via le logiciel QGIS 3.4. Elles sont projetées en système RGF-Lambert 93 (EPSG 2154) et respectent les standards Covadis PPR ([version 1.8.4 d'octobre 2018](#)).

Pour les différentes cartes informatives éditées dans le cadre des études techniques, le support cartographique retenu est le fond Orthophotoplan (BDORTHO®) de l'IGN. Il s'agit de photographies aériennes couvrant l'ensemble du territoire, avec un géoréférencement en système RGF-Lambert 93 (EPSG 2154). Ce support a une précision correcte jusqu'à l'échelle du 2000^{ème} et a l'avantage de fournir une bonne visualisation de la zone étudiée.

4.2 Cartes établies

Les 3 cartes informatives placées en annexe 1 de ce rapport ont été établies à l'échelle du 1/5000^{ème} sur l'ensemble des zones de la commune concernées par les cavités (*cartographie scindée en 3 secteurs pour des questions d'affichage et de taille des cartes*). Un plan de situation du secteur concerné par la carte, sur la commune, est placé en encart de chaque carte.

5. CARACTÉRISATION DE L'ALÉA

Les aléas retenus sont évalués selon les principes en vigueur et définis dans les guides méthodologiques [5] à [11] dont les références complètes sont citées dans le paragraphe 10.

La phase d'évaluation des aléas a pour objectif de délimiter et de hiérarchiser, en plusieurs niveaux, les zones exposées à des phénomènes potentiels de type mouvements de terrain, liés aux cavités souterraines, en fonction de leur intensité et de leur probabilité d'occurrence prévisibles. Cette évaluation n'intègre pas la nature de l'occupation de la surface. Elle transcrit, de manière objective, le potentiel de risque ou de nuisance que les cavités sont susceptibles d'engendrer, à terme, dans le secteur d'étude.

Dans l'optique de prévention des risques et d'aménagement du territoire, telle que retenue dans le cadre de l'élaboration d'un PPRN, la période de référence pour identifier le niveau d'aléa est généralement le long terme correspondant à l'échéance centennale. Il est ainsi nécessaire d'intégrer à l'analyse la dégradation inéluctable dans le temps des caractéristiques du massif.

5.1 Principes d'évaluation des aléas

L'approche permettant de qualifier les aléas consiste souvent à :

- découper le secteur d'étude en configurations d'ouvrages « homogènes ». Ce découpage peut être géographique, géomorphologique ou géologique mais il est plus souvent réalisé sur la base des critères d'exploitation (déterminés d'après les plans d'exploitation ou la connaissance des sites) et de paramètres géométriques. Il s'agit de définir des zones ou des objets (ouvrages ou travaux) dont le comportement vis-à-vis de chacun des phénomènes redoutés sera similaire ou très proche ;
- évaluer, zone homogène par zone homogène, le niveau d'aléa généré par chaque type de phénomène redouté. L'aléa correspond à la probabilité qu'un phénomène donné se produise, au cours d'une période de référence, en atteignant une intensité qualifiable ou quantifiable. La caractérisation du niveau d'aléa repose donc sur le croisement de l'intensité prévisible du phénomène avec sa probabilité d'occurrence (Tableau 1).

L'intensité du phénomène correspond à l'ampleur des désordres, impacts ou nuisances susceptibles de résulter du phénomène redouté.

La notion de probabilité d'occurrence traduit pour sa part la prédisposition que présente un site à être affecté par l'un ou l'autre des phénomènes analysés. Dans le domaine des mouvements de terrain, elle est généralement plus délicate à appréhender et à quantifier que l'intensité.

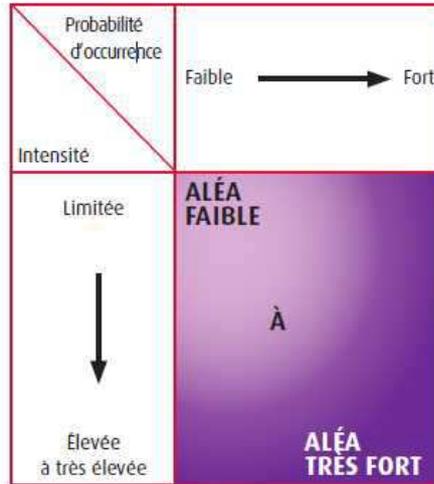


Tableau 1 : Définition du niveau d'aléa, croisement intensité/probabilité d'occurrence, source [5][7]

Dans les paragraphes suivants cette analyse sera menée pour les aléas et les phénomènes de mouvements de terrain retenus comme pertinents (en fonction des données informatives collectées), à savoir ici l'aléa effondrement localisé lié aux anciens puits, l'aléa effondrement localisé sur travaux souterrains et l'aléa écoulement rocheux lié aux ruptures des fronts sous-cavés.

5.2 Évaluation de l'aléa effondrement localisé lié aux anciens puits

5.2.1 Description phénoménologique

Plusieurs puits et cheminées ont été observés lors de la phase informative. La plupart sont ouverts, sans mise en sécurité pérenne.

En ce qui concerne l'effondrement lié à la rupture d'un orifice vertical débouchant au jour (puits), plusieurs mécanismes peuvent favoriser le déclenchement de ce type d'instabilité :

- l'effondrement de la structure mise en place en tête d'un puits vide (plancher en bois, voûte en briques, dalle, bouchon, etc.). Dans ce cas, ce sont les caractéristiques de cette structure (résistance, dimensions), son altérabilité dans le long terme, la nature du revêtement du puits ainsi que la nature et la résistance des terrains encaissants qui constituent directement les critères de prédisposition à la rupture ;
- le débouillage d'un puits remblayé. Dans ce cas de figure, les caractéristiques des connexions entre le puits et les galeries souterraines, les éventuelles variations du niveau d'eau dans la cavité, l'ancienneté du remblayage et l'existence de facteurs aggravants (vibrations, surcharges, etc.) contribueront à augmenter la prédisposition du puits à subir un débouillage.

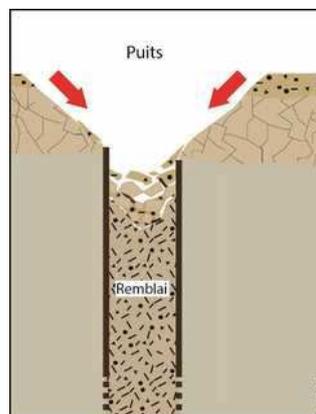


Figure 12 : Représentation schématique d'un effondrement localisé lié à un puits remblayé

5.2.2 Probabilité d'occurrence des effondrements localisés liés aux puits

La probabilité d'occurrence des puits à la rupture s'évalue en deux temps : celle relative au phénomène de débouillage d'éventuels remblais et celle relative à la rupture de la tête du puits.

Parmi les puits retrouvés sur le terrain, tous ont été vus vides, mais ils sont sécurisés en surface par une maçonnerie ou une buse béton. Ils sont de faible profondeur (20 mètres au maximum). Les autres puits recensés mais non observés peuvent être supposés remblayés ou non et de même gamme de profondeur.

Notons enfin que, lors de la phase informative, aucun désordre n'a été identifié au droit d'un puits.

Dans ce contexte (notamment la profondeur limitée des puits et l'absence de désordre connu), la prédisposition à la rupture de la tête de puits est évaluée comme faible, celle au débouillage est quant à elle nulle pour les ouvrages vides et faible pour les ouvrages remblayés.

On retiendra donc une probabilité d'occurrence d'effondrements localisés liés aux puits comme étant tout au plus **faible** sur l'ensemble des puits recensés.

5.2.3 Intensité des effondrements localisés liés aux puits

L'aspect général d'un effondrement localisé de terrain, quelle que soit son origine, ayant souvent la forme d'un cratère, c'est le diamètre de l'effondrement qui influera sur les conséquences prévisibles sur la sécurité des personnes, des biens et activités dans la zone d'influence du désordre. C'est donc ce paramètre que l'on peut retenir comme grandeur représentative pour évaluer l'intensité.

Dans le cas d'un effondrement localisé lié à un puits, l'intensité est caractérisée par les dimensions du cône susceptible de se former en surface autour du puits sujet à l'effondrement (Figure 13).

La marge de reculement (R_s) théorique du cône d'effondrement se caractérise en surface par la distance entre l'axe du puits et la limite de la zone pouvant être affectée par l'instabilité. R_s , dépend du rayon du puits, de l'épaisseur et de la nature des terrains peu cohésifs de surface, et peut être approchée par la formule suivante (Figure 13) :

$$R_s = r_p + h_c \times \cotan(\alpha),$$

avec r_p le rayon du puits, h_c l'épaisseur des terrains déconsolidés de subsurface et α l'angle de talus naturels des terrains de subsurface.

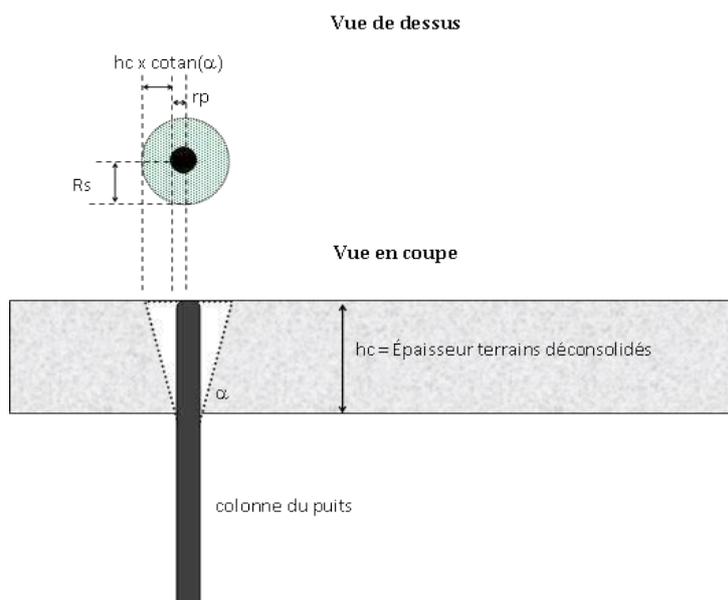


Figure 13 : Cône d'effondrement localisé d'un puits

Ainsi, en considérant un diamètre des puits de l'ordre de 1 mètre et une épaisseur de terrain de subsurface métrique au droit des ouvrages débouchant au jour recensés et un angle α de 45° la valeur théorique des diamètres des effondrements localisés sur puits est de l'ordre de 3 mètres. L'intensité est donc définie comme étant **limitée**.

Classe d'intensité	Diamètre de l'effondrement
Très limitée	Effondrements auto-remblayés à proximité immédiate de la surface (« flache » de profondeur centimétrique)
Limitée	$\emptyset < 3 \text{ m}$
Modérée	$3 \text{ m} < \emptyset < 10 \text{ m}$
Élevée	$\emptyset > 10 \text{ m}$

Figure 14 : Classes d'intensité de l'effondrement localisé, [5] [7]

Remarques :

- L'intensité évaluée ici correspond à l'ouverture de la stabilisation à long terme de l'effondrement localisé.
- Au cours de la phase informative des puits ont été recensés d'après le cadastre napoléonien, dont l'usage n'est pas déterminé (puits à eau). Toutefois, aucun de ceux-ci n'a pu être identifié comme étant lié à la présence de carrière souterraine connue par ailleurs (proximité avec un puits de carrière connu ou localisation dans une emprise de carrière). Nous ne considérerons pas par la suite ces ouvrages dans l'étude des aléas liés aux cavités.

5.2.4 Niveaux d'aléa des effondrements localisés liés aux puits

Les niveaux d'aléas sont obtenus par croisement des niveaux de prédisposition et d'intensité (Tableau 2 suivant).

Puits	Probabilité d'occurrence aux effondrements localisés	Intensité des effondrements localisés	Niveau d'aléa
Tous les puits et cheminées recensés	Faible	Limitée	Faible

Tableau 2 : Synthèse des caractéristiques d'analyse de l'aléa effondrements localisés sur puits et cheminées

5.3 Évaluation de l'aléa effondrement localisé sur travaux souterrains (galeries et carrière d'exploitation)

5.3.1 Description phénoménologique

L'analyse menée sur les données informatives ainsi que l'identification des mécanismes potentiels permettent de définir la typologie des ouvrages souterrains comme paramètre principal d'analyse de l'aléa effondrements localisés et la précision des données cartographiques comme critère secondaire.

Il convient donc de distinguer les deux types de cavités telles que décrites au paragraphe 2.3 :

- les grandes carrières d'exploitation ;
- les petites cavités d'extension limitée.

Parmi ces cavités, on peut distinguer :

- les zones accessibles et levées précisément ;
- les zones accessibles et non levées précisément ;
- les zones non accessibles et potentiellement affectées par des travaux souterrains (zones remblayées ou effondrées) ;
- les travaux supposés.

Mécanisme redouté 1 : Rupture d'un ou plusieurs piliers

Les dégradations observées dans certaines grandes carrières montrent que certains piliers présentent des signes de vieillissement avancé pouvant conduire à la rupture locale d'un ou de plusieurs piliers. À l'aide des zonages établis par ELC en 2016 (zones signalées dans l'étude ELC comme étant des zones avec compression des assises rocheuses et décompression de la voûte[15]), et des observations de terrain menées, un zonage a été établi des zones où l'état des piliers laisse craindre une rupture.

Suite à une rupture d'un ou plusieurs piliers, le désordre peut se propager vers la surface, par rupture/glislements successifs, et déboucher en surface, plus ou moins brutalement, à l'aplomb de la zone de rupture au sein de la cavité souterraine (Figure 15) et générer un effondrement localisé.

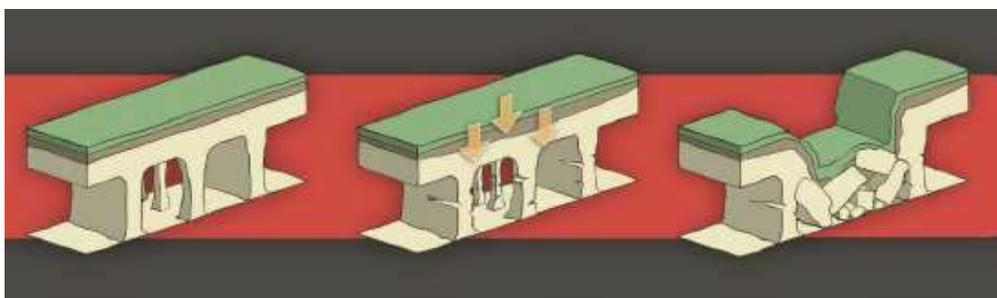


Figure 15 : Représentation schématique d'un effondrement localisé par rupture de plusieurs piliers (source : Ineris)

Aucun désordre de ce type n'a été recensé en surface lors de la phase informative, mais au sein de la carrière du Portail Rouge et de la Tour Girard, des secteurs de plusieurs centaines de mètres de surface ont été vus effondrés au fond. Nous n'avons pas connaissance des conséquences qu'il y ait pu avoir en surface. Toutefois, étant donnée la faible profondeur de la carrière, le mécanisme doit être envisagé.

Ces désordres et mécanismes ne peuvent avoir lieu que pour les grandes carrières. Les petites carrières ne sont pas concernées (par absence de zone notable de chambres et piliers).

Mécanisme redouté 2 : Rupture du toit d'une galerie ou d'une chambre suivie d'une remontée jusqu'à la surface de type fontis

L'origine de ce phénomène est la rupture du toit d'une galerie à faible profondeur. Sous certaines conditions, la montée de voûte se propage vers la surface, au sein d'un « cylindre » vertical au droit de la galerie concernée, avant de s'évaser en cône en surface (Figure 16).

Dans le présent contexte, ces désordres peuvent théoriquement s'observer :

- au toit de galeries isolées et/ou des petites cavités ;
- au toit des chambres des grandes carrières d'exploitation.

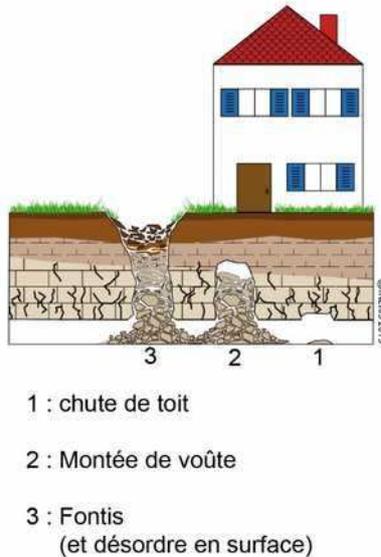


Figure 16 : Principe du fontis initié par une chute de toit

5.3.2 Évaluation de la probabilité d'occurrence pour les effondrements localisés de type fontis (liés à la présence de carrières et de galeries)

Dans ce cas, la probabilité d'occurrence de ces phénomènes est le plus souvent analysée en croisant la susceptibilité ou sensibilité de rupture souterraine (peu sensible, sensible ou très sensible) avec les potentialités de remontées de la rupture en surface [5] [7].

5.3.2.1 Prédisposition à la rupture de piliers

La prédisposition à la rupture de piliers dépend principalement :

- des contraintes s'exerçant au sein du massif (tributaires notamment du taux de défrètement local et de la profondeur des vides) ;
- des caractéristiques des piliers concernés (résistance du pilier, sensibilité à l'eau, section, élancement, forme, régularité, présence de failles ou d'accidents structuraux, mauvaise superposition, etc.).

Lors des visites au fond, des signes apparents de rupture de piliers ont été observés dans certains secteurs de la carrière du Portail rouge et de la Tour Girard (densité de fracturation, écaillage marqués, compression des assises rocheuses et décompression de la voûte...), laissant supposer qu'une rupture d'un ou plusieurs piliers pouvait être possible pour ces deux carrières. Une prédisposition à la rupture des piliers est retenue comme **très sensible** pour les secteurs concernés. Pour les autres secteurs de piliers abandonnés en grandes carrières (en général massifs et en bon état), le niveau de sensibilité est ramené à **peu sensible**. Les petites cavités d'extension limitée ne sont pas concernées par ce type de mécanismes (par absence de réel piliers). De même, les zones remblayées ou les zones de travaux supposées n'ont pas été retenues comme propices à ce type de mécanismes (absence probable de tels piliers).

5.3.2.2 Prédisposition à la rupture et à l'éboulement du toit de la cavité

L'évaluation de la prédisposition de ce type de phénomène dépend classiquement :

- de la nature et la résistance mécanique de terrains exploités, du toit des galeries et du recouvrement ;
- de la largeur du toit des cavités (portée) ;
- l'existence de vides résiduels (fonction des méthodes d'exploitation) ;
- de la présence de phénomènes analogues sur le secteur ou dans des configurations (géologie, conditions d'exploitation...) identiques.

Dans le cas des exploitations étudiées ici, les exploitations (petites carrières et grandes carrières) n'ont pas été systématiquement remblayées, l'existence de vides résiduels y est donc avérée (à l'exception très locale de zones de remblais, détaillées plus avant).

Lors des visites au fond, des signes apparents de rupture de bancs de toit ont été observés, laissant supposer qu'une rupture du toit des galeries et une montée de voûte sont possibles pour les petites et les grandes carrières, sans distinction.

Toutefois, dans les petites cavités, toutes très peu profondes, et dans les zones d'entrée des grandes cavités, des dégradations sont systématiquement présentes et montrent des signes d'instabilité à court terme. Ceci est lié au fait que les terrains de recouvrement ici peu épais sont très altérés et plus exposés aux variations climatiques, accélérant la dégradation de la roche. La prédisposition à la rupture du toit de ces petites cavités et des secteurs d'entrée des grandes carrières est jugée comme étant **sensible à très sensible**.

Pour les autres secteurs des grandes carrières (hors zone d'entrée), la prédisposition à la rupture du toit est jugée comme étant **peu sensible**.

5.3.2.3 Prédisposition à la remontée de l'instabilité jusqu'en surface

Une fois la ruine initiée au sein de la cavité, celle-ci peut progresser et atteindre la surface ; deux mécanismes sont susceptibles de s'opposer à cette propagation vers la surface dans le long terme :

- la stabilisation du phénomène par formation d'une voûte stable. Vis-à-vis de ce mécanisme, la présence de bancs massifs, épais et résistants au sein du recouvrement contribuera à diminuer la prédisposition d'un site à voir se développer des fontis en surface ;
- la stabilisation du phénomène par autocomblement, du fait du foisonnement des éboulis dans les vides de la cavité (Figure 17).

Dans le cas des exploitations étudiées ici, il s'agit généralement de galeries non remblayées, que ce soit pour les petites carrières ou les grandes carrières, de hauteur de l'ordre de 2,5 à 4 mètres et de profondeur inférieure à 30 mètres. Une remontée de l'instabilité en surface est donc probable voire très probable en fonction de la profondeur des cavités. En effet, les petites cavités et les zones d'entrée des grandes carrières sont très peu profondes (souvent de l'ordre de 5 mètres), on retiendra une gamme très probable pour la remontée en surface. Pour les grandes carrières qui sont plus étendues, la profondeur est plus importante (de l'ordre de 10 à 30 mètres maximum), on retiendra une gamme tout au plus probable pour les potentialités de remontée en surface.

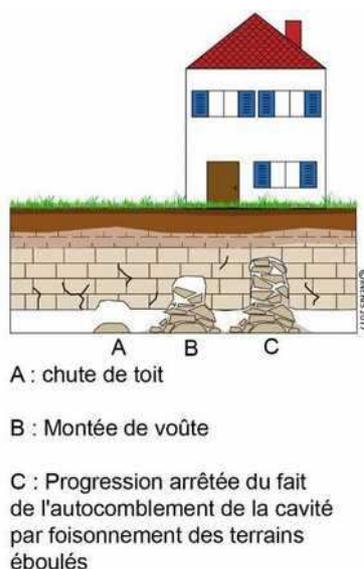


Figure 17 : Principe de l'autocomblement de vides résiduels stoppant une montée de voûte

5.3.2.4 Synthèse des probabilités d'occurrence retenues

Sur la base des éléments détaillés ci-dessus, les probabilités d'occurrence retenues pour l'apparition d'un effondrement localisé au droit des cavités étudiées sont :

- zones de petites carrières : **forte** au droit de la totalité de ces cavités connues ;
- zones de grandes carrières : **forte** au droit des zones d'entrée (jusqu'à une profondeur de l'ordre de 5 mètres) et **moyenne** au droit de la totalité des cavités connues au-delà de 5 m de profondeur ;
- zones de grandes carrières du Portail rouge et de la Tour Girard où les piliers montrent des signes de rupture (zones signalées dans l'étude ELC comme étant des zones avec compression des assises rocheuses et décompression de la voûte). L'état de dégradation de ces secteurs croisée avec une profondeur limitée à environ 30 m, nous amène à retenir une probabilité d'occurrence **forte** ;
- zone de cavités non accessibles à cause de la présence de remblais ou d'effondrement (grandes ou petites carrières) : le manque d'informations et la présence supposée de vides dans des zones peu profondes nous amène à retenir une probabilité d'occurrence **moyenne** pour ces zones ;
- zone de carrières supposées (de type petites carrières) : pour ces zones, la présence de vides n'étant pas avérée, il y a lieu d'intégrer la présomption de présence de vides dans la probabilité d'occurrence. Ce concept nous amène à diminuer la probabilité d'occurrence, qui est donc retenue comme étant tout au plus **faible**.

5.3.3 Évaluation de l'intensité des effondrements localisés de type fontis (liés à la présence de carrières et de galeries)

Comme pour les effondrements localisés liés aux puits précédemment, c'est ici aussi le diamètre du fontis en surface qui est retenu pour évaluer l'intensité.

Parmi les principaux facteurs susceptibles d'influer sur la valeur du diamètre de l'effondrement, on citera la dimension des cavités (notamment le volume des galeries), l'épaisseur et la nature des terrains constituant le recouvrement. Rappelons, à ce propos, que les caractéristiques des terrains superficiels jouent un rôle prépondérant car leur rupture (lorsqu'il s'agit de terrains déconsolidés) peut contribuer pour beaucoup aux dimensions de l'entonnoir d'effondrement en surface dans le moyen et long terme.

Dans le présent contexte, les reconnaissances menées dans les cavités souterraines du secteur d'étude, permettent d'estimer les diamètres attendus des effondrements localisés.

Le diamètre est estimé à moins de 10 mètres pour les zones où le mécanisme est lié à la rupture du toit de la cavité, car la rupture aura lieu entre deux piliers. Dans les carrières où le mécanisme est lié à la rupture d'un ou plusieurs piliers, la surface de rupture est plus importante, on peut s'attendre à un effondrement localisé en surface de diamètre supérieur à 10 mètres. On retiendra donc :

- une intensité **modérée** pour la totalité des petites et grandes carrières ;
- une intensité **élevée** pour les zones signalées dans l'étude ELC comme étant des zones avec compression des assises rocheuses et décompression de la voûte des carrières du Portail rouge et de la tour Girard.

5.3.4 Niveaux d'aléa effondrements localisés de type fontis (liés à la présence de carrières et de galeries)

Les niveaux d'aléas sont obtenus par croisement des niveaux de prédisposition et d'intensité (tableau suivant) : faible à fort pour les fontis.

	Zones de travaux (petites et grandes carrières)	Probabilité d'occurrence aux effondrements localisés	Intensité des effondrements localisés	Niveau d'aléa
Effondrements localisés de type fontis (liés à la présence de carrières et de galeries)	Petites carrières	Forte	Modérée	Fort
	Zone d'entrées des grandes carrières (< 5 m)	Forte	Modérée	Fort
	Grandes carrières avec signe de vieillissement des piliers (zones avec compression des assises rocheuses et décompression de la voûte des carrières du Portail rouge et de la tour Girard)	Forte	Élevée	Fort
	Grandes carrières sans signe de vieillissement des piliers (totalité des grandes carrières à l'exception des zones avec compression des assises rocheuses et décompression de la voûte des carrières du Portail rouge et de la tour Girard)	Moyenne	Modérée	Moyen
	Zone de carrières inaccessibles	Moyenne	Modérée	Moyen
	Zone de carrières supposées	Faible	Modérée	Faible

Tableau 3 : Synthèse des caractéristiques d'analyse de l'aléa effondrements localisés sur travaux souterrains

5.4 Aléa Écroulement rocheux (lié aux ruptures des fronts sous-cavés)

5.4.1 Description phénoménologique

Les fronts rocheux surplombant les entrées de carrières sont soumis à la gravité et aux actions naturelles et climatiques (pluie, variation de température, alternance de gel et dégel, vent...) qui agissent sur la roche et ses discontinuités, conduisant à une évolution lente du massif rocheux (Figure 18). Des masses rocheuses, plus ou moins volumineuses, issues de ces fronts, avec de forts angles de talus, peuvent alors se détacher de la paroi et chuter au pied du front : on parle d'écroulement rocheux.

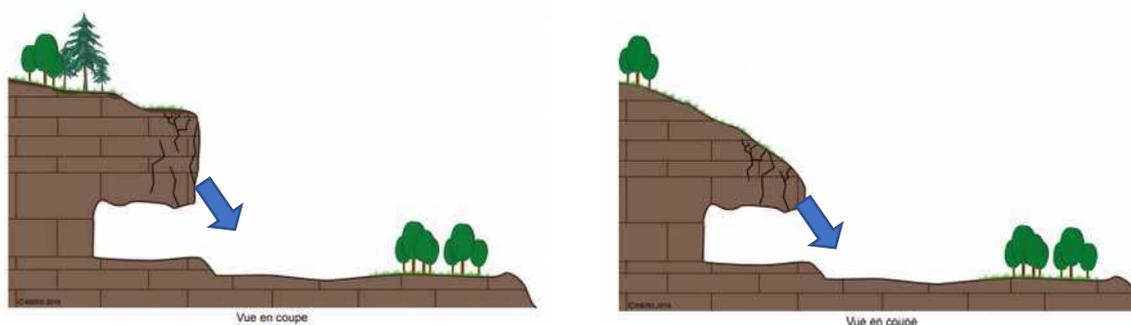


Figure 18 : Représentation schématique de 2 configurations favorables à la survenue d'un écroulement rocheux sur des entrées en cavage, [11]

5.4.2 Évaluation de la probabilité d'occurrence

Dans le cas présent, l'écroulement est conjoint à l'effondrement localisé de l'entrée en cavage concernée (accès à une carrière souterraine). Par conséquent, la prédisposition est la même que celles des entrées pour l'effondrement localisé. On retiendra donc une probabilité d'occurrence **élevée** sur les fronts des deux carrières concernées : des Ferrandières et des Marottes.

5.4.3 Évaluation de l'intensité

C'est principalement le volume de matériau mis en mouvement qui influe sur l'intensité des écroulements rocheux [11]. Compte tenu de la densité de discontinuités qui affectent l'ensemble des fronts rocheux observés sur le terrain et des hauteurs limitées à 10 mètres, les volumes potentiellement mis en jeu ne seront certainement pas supérieurs à 10 m³ et de l'ordre de 0,1 m³ dans la majorité des cas. Ainsi, une intensité **limitée** est finalement retenue.

5.4.4 Niveau d'aléa

Le niveau d'aléa écroulement est défini comme **moyen** sur les fronts rocheux sous-cavés des cavités des Ferrandières et des Marottes.

5.5 Cartographie générale de l'aléa mouvement de terrain

Trois niveaux d'aléas sont donc retenus sur la commune de Châtelleraut : l'aléa fort, l'aléa moyen et l'aléa faible.

L'aléa est un concept spatial, il est évalué en tout point du secteur étudié et a donc vocation à être cartographié de manière à faire ressortir les secteurs les plus sensibles au développement des phénomènes redoutés.

Cette cartographie doit nécessairement prendre en compte :

- l'extension latérale possible des désordres initiés au sein des cavités souterraines ou des fronts sous-cavés. L'expérience montre en effet que les phénomènes redoutés ne se limitent pas à l'aplomb strict, en surface, des secteurs souterrains « sensibles » ou aux limites exactes des ouvrages débouchant au jour mais peuvent déborder, parfois très largement, sur des terrains adjacents ;
- les incertitudes inhérentes aux localisations des ouvrages et des puits .

Les niveaux d'aléa sont représentés par les couleurs communément utilisées dans la cartographie de l'aléa mouvement de terrain. L'aléa fort sera représenté par la couleur rouge, l'aléa moyen par la couleur orange, et l'aléa faible par le vert.

Les cartes des aléas sont placées en annexe 2 du rapport.

5.5.1 Cartographie générale de l'aléa effondrements localisés liés aux puits

Le rayon de la zone d'aléa d'effondrement localisé RA autour d'un puits est défini en considérant la marge de reculement Rs (voir paragraphe 5.2.3) et l'incertitude de positionnement du puits

$$RA = R_s + I = r_p + E + I$$

- le rayon du puits r_p ;
- un rayon supplémentaire, I , correspondant à l'incertitude globale de localisation des puits à savoir, celle du support cartographique (BD-Ortho®) et celle de la localisation intrinsèque du puits (égale à 1 mètre, car ils ont été levés au dGPS);
- une marge supplémentaire, E , relative à l'extension latérale du cône d'effondrement :

$$E = hc \times \cotan(\alpha) = hc \times \tan(90^\circ - \alpha), \text{ soit } 1 \text{ m ici.}$$

avec hc l'épaisseur des terrains déconsolidés de subsurface, 1 m, et α l'angle de talus naturels des terrains de subsurface, 45° retenu ici¹ (voir paragraphe 5.2.3 relatif à l'intensité des effondrements localisés sur puits).

¹ Pour la cartographie des aléas, les extensions latérales retenues sont généralement les valeurs supérieures des extensions latérales retenues pour l'évaluation de l'aléa (tenant compte de l'évolution à long terme des cônes d'effondrement)

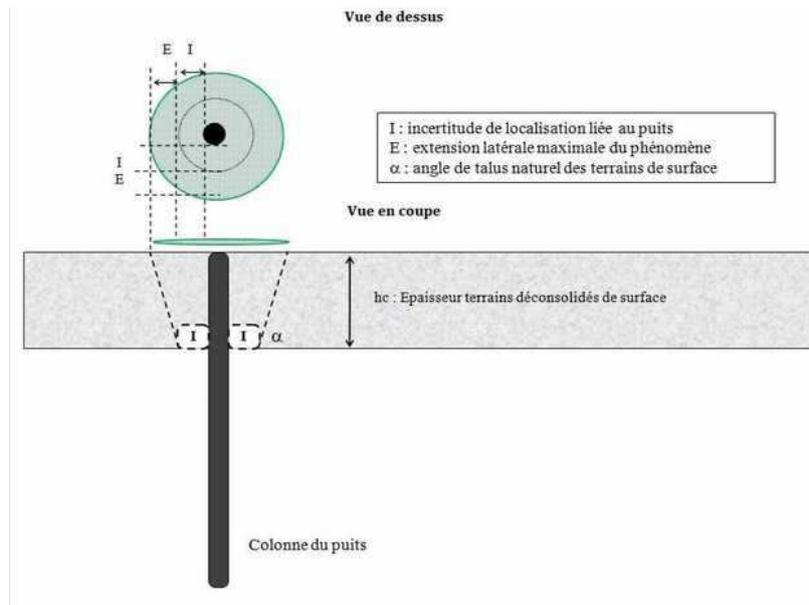


Figure 19 : Cartographie de l'aléa effondrement localisé (en vert) lié à un puits

5.5.2 Cartographie générale de l'aléa effondrements localisés de types fontis sur galeries

Un raisonnement identique au précédent, permet de définir les marges de la zone d'aléa relative à un effondrement localisé de type fontis initié au toit d'une galerie ou par rupture de piliers. Ces marges sont définies à partir de la précision du tracé des galeries et des carrières :

- incertitude globale de localisation des galeries et des carrières. Ces marges ont déjà été intégrées dans les emprises tracées lors de la phase informative (paragraphe 4) ;
- marge supplémentaire relative à l'extension latérale du cône d'effondrement, calculé par rapport à l'épaisseur des terrains peu cohérents de surface et l'angle de talus naturel α (voir précédemment pour les puits), estimée à 1 mètre.

La cartographie des aléas intègre la marge d'extension latérale à l'emprise des travaux.

5.5.3 Cartographie générale de l'aléa écoulement rocheux

Dans le cas présent, les mécanismes de chutes de blocs redoutés sur les deux fronts sous-cavés des Ferrandières et des Marottes ont été affichés au sein d'une zone d'aléa déterminée par rapport à la position des entrées en cavage et de la hauteur H_f du front considéré. Par retour d'expérience, [11], sur ce type de mécanisme les marges amont, aval et latérales ont été prises égales à $H_f / 2$ (ajusté éventuellement de l'incertitude de positionnement, I), (Figure 20).

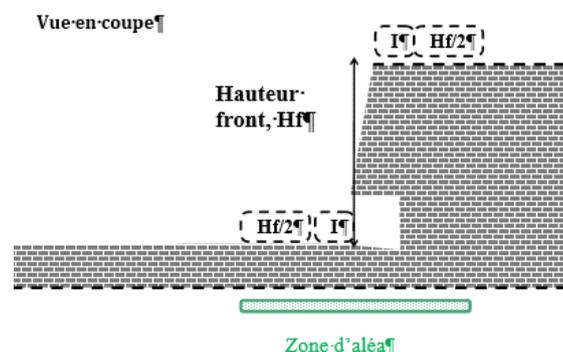


Figure 20 : Zonage de l'aléa « écoulement rocheux »

5.6 Synthèse des aléas

Le tableau ci-dessous récapitule les aléas et leur niveau.

Type de configuration	Niveau de l'aléa effondrement localisé	Niveau de l'aléa écoulement rocheux
Puits et cheminées	FAIBLE	
Petites carrières	FORT	
Zone d'entrée des grandes carrières	FORT	
Zone de grandes carrières avec signe de vieillissement des piliers (zones avec compression des assises rocheuses et décompression de la voûte des carrières du Portail rouge et de la tour Girard)	FORT	
Zone de grandes carrières sans signe de vieillissement des piliers	MOYEN	
Zone de carrières inaccessibles	MOYEN	
Zone de carrières supposées	FAIBLE	
Front rocheux sous-cavés		MOYEN

Tableau 4 : Niveaux d'aléa mouvements de terrain liés aux cavités souterraines

6. RAPPEL ET DÉFINITION DES ENJEUX

Les objectifs de la phase de détermination des enjeux sont :

- recenser et cartographier l'ensemble des enjeux existants,
- identifier les projets futurs qui pourraient se développer sur les secteurs concernés.

Dans le cadre d'un PPRN, les informations recueillies portent sur les principaux enjeux que sont :

- les espaces urbanisés et les centres urbains,
- les secteurs non urbanisés ou peu urbanisés ou peu aménagés,
- les infrastructures ou réseaux,
- les sites sensibles (ERP, sites industriels...), les équipements de services et de secours,
- les espaces non directement exposés aux aléas mais qui peuvent les provoquer ou les aggraver,
- les projets d'aménagement.

Remarques :

On caractérise classiquement les enjeux en fonction de l'importance des populations exposées et en regard de leur valeur économique ou patrimoniale.

Les éléments recueillis dans le cadre de cette étude ont été reportés sur une carte à l'échelle du 1/5000^e (annexe 3).

La notion de vulnérabilité recouvre l'ensemble des dommages correspondant, en priorité, aux préjudices causés aux personnes présentes sur le territoire communal et, en second lieu, aux dégâts causés aux bâtiments ou aux infrastructures (les principaux enjeux), et enfin, aux conséquences économiques actuelles et/ou futures.

Les enjeux seront par la suite décrits à l'échelle sur la partie ouest de la commune concernée par les aléas.

6.1 Vulnérabilité humaine

Le territoire impacté par les aléas se situe à l'est de la commune de Châtellerault. Les hameaux principaux sont les hameaux d'Antoigné, les Perrières et Targé. La population totale de ces hameaux compte un peu plus de 3000 habitants, résidant pour une partie d'entre-eux dans les zones définies comme exposées à l'aléa mouvement de terrain.

L'étude des phénomènes établit toutefois le caractère ponctuel (surface de quelques m²) de l'aléa de référence (effondrement d'intensité modérée) et indique qu'en cas de survenue d'un effondrement localisé la vulnérabilité humaine resterait limitée.

6.2 Aménagements

6.2.1 L'occupation des sols

Concernant l'occupation des sols, la ville de Châtellerault dispose d'un PLU (Plan Local d'Urbanisme), approuvé le 28 juin 2018, avec une dernière mise à jour le 13 février 2020. Les données informatiques ont été collectées avec l'aide du service urbanisme et sur le site internet www.geoportail-urbanisme.gouv.fr.

La cartographie du PLU régit les constructions en zones urbaines et en zones naturelles. À partir des données du PLU, le zonage suivant a été intégré dans la carte des enjeux (annexe 3) :

- pour les zones urbanisées :
 - la zone correspondant à l'espace urbanisé à habitat dense, où l'habitat est le plus ancien et le plus regroupé. Ces zones correspondent aux anciens centre-bourgs d'Antoigné et de Targé ;
 - la zone correspondant à l'espace urbanisé à habitat peu dense, c'est à dire principalement à habitat pavillonnaire, plus ou moins récent et les zones de hameaux. Il s'agit des zones construites en périphérie des anciens centre-bourgs et les lieux-dits ;
 - les zones réservées pour les projets d'urbanisation future en marron (notamment sur le bourg d'Antoigné) ;
- pour les zones naturelles :
 - la zone correspondant à un espace économique à usage agricole, qui correspond aux surfaces destinées à la culture et à l'élevage mais également aux installations agricoles (bâtiments, hangars et habitations),
 - la zone naturelle et forestière, composée principalement de bois et de forêts.

6.2.1.1 Les zones urbanisées

Les zones urbanisées correspondent aux zones à habitat dense, aux zones à habitat peu dense et hameaux, ainsi qu'aux projets d'urbanisation.

Pour les trois quartiers d'Antoigné, les Perrières et Targé, l'habitat était à l'origine regroupé autour d'un ancien hameau ou centre-bourg, à habitat dense. Puis, il s'est beaucoup développé, depuis 50 ans, par la construction essentiellement de pavillons, situés en périphérie de ce centre historique.

Pour chaque quartier, l'urbanisation s'organise de la même façon, on peut distinguer trois secteurs, décrits ci-après et visualisables sur la carte des enjeux (annexe 3).

Le centre du bourg, englobant le vieux village ou le hameau, avec dans le cas de Targé et d'Antoigné, l'église, la mairie et l'école. Ces hameaux sont devenus aujourd'hui principalement à vocation résidentielle, on ne recense aucun commerce dans le secteur d'étude.

Les habitations sont de deux époques :

- les bâtisses les plus anciennes, construites dans la première partie du XX^{ème} siècle. Il s'agit de maisons ou de fermes massives avec un rez-de-chaussée et un ou deux étages, construites en pierre de pays ;
- les pavillons récents, construits depuis une cinquantaine d'année. Il s'agit de lotissements de constructions modernes individuelles sur un ou deux niveaux, avec parfois un sous-sol. Ces habitations sont situées en bordure des centre-bourgs.

Le patrimoine historique est assez réduit sur les hameaux. Pour Antoigné, l'église représente le seul patrimoine historique ; pour Targé, en plus de l'église, on recense le château de Targé, qui est classé aux Monuments Historiques.

La mairie de Targé se situe au centre du bourg dans une grande bâtisse datant du XIX^{ème} siècle. Targé et Antoigné possèdent chacun un cimetière.

On ne dénombre que très peu d'habitats collectifs.

Quelques établissements recevant du public sont recensés sur le secteur d'étude :

- une école et une gendarmerie à Antoigné (hors zone d'étude) ;
- une école à Targé ;
- les ERP de type accueil de personnes âgées, un à la Perrière et un à Targé ;
- les équipements sportifs extérieurs, deux terrains de foot et deux terrains de tennis à Antoigné, ainsi qu'un terrain de foot à Targé.

Ils sont à proximité des centres des hameaux à l'exception des structures d'accueil des personnes âgées.

6.2.1.2 Les zones naturelles

Sur le territoire étudié, il est possible de distinguer deux zones naturelles :

- **la zone naturelle agricole** ;
- **la zone naturelle des forêts** correspondant à quelques zones boisées qui subsistent sur le secteur.

6.2.2 Autres enjeux existants

Les ouvrages ou équipements d'intérêt général sont également représentés. Dans le secteur d'étude, il s'agit d'un château d'eau à Antoigné et de réservoirs d'eau potable.

Aucune activité industrielle n'a été recensée sur les emprises des zones d'aléas.

Aucune friche industrielle n'a été recensée.

6.2.3 Les voies de communication

Le territoire étudié est situé à l'est de la rocade de Châtellerault (RD161). Il est traversé, d'est en ouest, dans le hameau des Perrières, par la route départementale RD725. Cette route rejoignant la ville de la Roche-Posay, représente un axe de circulation et de transit important, à la charge du département.

Deux autres routes départementales traversent le secteur :

- la RD21 (au nord du bourg d'Antoigné) ;
- la RD14, au sud des Perrières.

Les autres axes du territoire sont communaux : il s'agit de routes qui desservent les communes ainsi que des chemins communaux. Ce sont des axes où le trafic reste uniquement local.

6.2.4 Les réseaux

6.2.4.1 Les réseaux aériens

À l'exception de quelques tronçons, les réseaux téléphoniques et électriques ne sont pas enterrés sur le secteur d'étude. Ils sont de deux types :

- les réseaux de transit, qui correspondent à des lignes électriques de haute tension qui desservent les hameaux ou transitent simplement au-dessus du territoire. Ils sont portés par de grands pylônes métalliques situés dans les champs ;
- les réseaux de desserte locale, situés le long des rues et desservant les habitations :
 - le réseau téléphonique et fibre optique, porté par des poteaux en bois,
 - le réseau électrique de basse tension, porté par des poteaux en ciment.

6.2.4.2 Les réseaux enterrés

Ces réseaux sont généralement localisés sous les voies de communications. Ils sont constitués par :

- un réseau d'alimentation en eau potable, desservant l'ensemble des bourgs et des hameaux. Les conduites sont enterrées à une profondeur de l'ordre de 60 cm et interconnectées par de nombreuses jonctions vers le domaine privé. Les tubes de canalisation, de diamètre de plusieurs dizaines de centimètres, sont en grande majorité en fonte, avec quelques tronçons en PVC ;
- le réseau collectif d'assainissement présents dans les hameaux ainsi que les zones pluviales ;
- le réseau de gaz dans les quartiers desservies (Antoigné et Targé) ;
- quelques tronçons du réseau électrique et de fibre optique.

6.3 Les projets d'urbanisation

6.3.1 L'urbanisation

Aucun projet d'urbanisation d'ampleur n'est envisagé pour le moment sur le secteur d'étude, selon le PLU et d'après les informations fournies par la commune. Toutefois, des projets de construction de pavillons seront probablement envisagés à court terme notamment sur le secteur du bourg d'Antoigné.

6.3.2 Les réseaux collectifs

Des projets de passage en souterrain de réseaux pourraient être entrepris dans les années à venir.

6.4 Remarques sur les enjeux

6.4.1 Les enjeux vis-à-vis des aléas

À ce stade de l'étude, nous pouvons noter que la superposition des enjeux avec les zones d'aléas montre qu'assez peu d'enjeux se situent véritablement à l'aplomb des zones d'aléas. En effet, les zones d'aléas sont situées principalement en bordure des hameaux. Aucun établissement recevant du public, ni de patrimoine historique ne se situe actuellement en zone d'aléas.

Les principaux enjeux situés en zone d'aléas sont les suivants :

- les réseaux routiers : un tronçon de 600 mètres de longueur de la route départementale RD 21 et un tronçon de 40 mètres de longueur de la route départementale RD755, ainsi que plusieurs tronçons de desserte locale (représentant en tout plusieurs kilomètres) ;
- deux pylônes de soutien de la ligne électrique haute tension ;
- des habitations individuelles (environ une cinquantaine) ;
- les réseaux domestiques aériens et souterrains (eau, gaz, électricité, téléphonie) liés à ces habitations ;
- des zones naturelles agricoles ou de forêts.

6.4.2 Remarques

Notons que les réseaux d'eau « déficients » peuvent aggraver ou provoquer un aléa de type mouvement de terrain en lien avec les cavités souterraines, soit dans son intensité, soit dans sa probabilité d'occurrence (les fuites d'eau ou des déversements non contrôlés).

Deux points importants peuvent être évoqués en termes d'infiltration d'eau dans le sous-sol :

- les grands secteurs étanchés : parkings, bâtiments, mais également au niveau des habitations doivent être soigneusement repérés et gérés car ils constituent des collecteurs d'eau ou des points d'infiltration spécifiques ;
- en cas d'absence de réseau d'assainissement collectif, l'existence de puisard au sein des propriétés privées, rejetant les eaux usées dans les terrains, est possible et constitue un point d'attention.

En troisième lieu, il est important de repérer les enjeux qui pourraient engendrer un « sur-accident » immédiat en cas de développement d'un effondrement à leur aplomb (par exemple, routes, réseaux enterrés, pylône haute tension ...).

7. LES RISQUES ET LE ZONAGE RÉGLEMENTAIRE

7.1 Principe général

La définition du risque exprime les pertes potentielles en vies humaines, en biens et en activités consécutives à la survenance d'un aléa.

Ce niveau de risque, au cours d'une période donnée sur un site donné, est classiquement défini comme la combinaison des composantes d'un [aléa](#) par celles des [enjeux](#), d'une certaine [vulnérabilité](#).

En pratique, la démarche par croisement de l'aléa avec les enjeux varie selon le type de risque naturel étudié. Le zonage réglementaire s'inspire fortement du zonage d'aléa et donc des configurations-types identifiées lors l'approche technique d'évaluation et de cartographie des aléas.

Dans le cas des cavités souterraines, le zonage réglementaire délimite des zones homogènes de risque, identifiées en fonction de l'aléa et définies en fonction critères de constructibilité et de gestion du territoire, notamment en fonction des mesures ou règles pour protéger les personnes et les biens.

7.2 Application à la commune de Châtellerault

Pour la commune de Châtellerault, la détermination des aléas a été menée pour les phénomènes de mouvements de terrain retenus comme pertinents à l'issue de la phase informative, car identifiés lors des visites en souterrain ou susceptibles de se développer dans les cavités. Il s'agit des aléas suivants : l'aléa effondrement localisé lié aux anciens puits, l'aléa effondrement localisé sur travaux souterrains et l'aléa écoulement rocheux lié aux ruptures des fronts sous-cavés.

La cartographie des enjeux sur l'ensemble du secteur concerné par les aléas montre qu'il s'agit principalement de hameaux résidentiels (et leurs réseaux associés), que l'on classera en secteur urbanisé, et de zones naturelles ou à activité agricole, que l'on classera en secteur non urbanisé.

En fonction des résultats mis en évidence lors de l'étude des aléas et compte tenu des enjeux existants et des projets futurs potentiellement amenés à se développer, un zonage réglementaire basé sur trois niveaux de risque a été retenu. Chaque zone correspond à la mise en place de mesures homogènes à l'échelle du périmètre du PPRN.

Ce zonage réglementaire spécifique comprend (Tableau 5, Tableau 6, Tableau 7) :

- les zones d'interdiction (zones rouges) :
 - Zone d'interdiction liée à un aléa fort ou moyen d'effondrement de cavité souterraine en secteurs urbanisés ou non urbanisés, éventuellement superposé à un aléa faible d'effondrement localisé sur puits ;
 - Zone d'interdiction liée à un aléa fort ou moyen d'effondrement de cavité souterraine en secteurs urbanisés ou non urbanisés superposé à un aléa moyen écoulement sur versant sous-cavé ;
- la zone de restriction (zone bleue) :
 - Zone de restriction liée à l'aléa faible effondrement de cavité souterraine.
- Les zones non réglementées au titre du présent PPRN, figurées en blanc, réputées sans risque naturel prévisible significatif.

		Enjeux	
		Secteur urbanisé	Secteur non urbanisé
Aléa	Aléa fort d'effondrement localisé de cavité souterraine et éventuellement présence de puits (cheminée d'aération)	R1	R1
	Aléa moyen d'effondrement localisé de cavités souterraine (en lien avec la présence certaine d'une cavité) et éventuellement présence de puits (cheminée d'aération)		
	Aléa fort ou moyen d'effondrement localisé de cavité souterraine et aléa moyen écoulement sur versant sous-cavé	R2	R2
	Aléa faible effondrement localisé de cavité souterraine	B	B

Tableau 5 : Identification des règlements en fonctions des aléas et des enjeux

Règlement	Aléa correspondant		Zone d'enjeux
R1	Aléa fort d'effondrement de cavité souterraine avec possibilité de puits	Effondrement localisé d'au moins 3 m de diamètre et pouvant dépasser 10 mètres	Toute zone
	Aléa moyen d'effondrement de cavité souterraine avec possibilité de puits	Effondrement localisé de 3 à 10 mètres de diamètre	Toute zone
R2	Aléa fort d'effondrement de cavité souterraine et aléa écoulement sur versant sous-cavé moyen	Effondrement localisé d'au moins 3 m de diamètre et pouvant dépasser 10 mètres	Toute zone
	Aléa moyen d'effondrement de cavité souterraine et aléa écoulement sur versant sous-cavé moyen	Effondrement localisé de 3 à 10 mètres de diamètre Écoulement rocheux de quelques m ³	Toute zone

Tableau 6 : Règlements des zones d'interdiction par aléa et zone d'enjeux

Règlement	Aléa correspondant		Zone d'enjeux
B	Aléa faible d'effondrement de cavité souterraine	Effondrement localisé de 3 à 10 mètres de diamètre	Toute zone

Tableau 7 : Règlements des zones de restriction par aléa et zone d'enjeux

Pour la carte réglementaire, le rendu est sur fond cadastral numérisé et géoréférencé par l'IGN (BDParcellaire®), support plus adapté pour la gestion de l'urbanisme.

8. LE RÈGLEMENT

8.1 Champ d'application

Le règlement s'applique aux zones exposées du périmètre de risque défini pour le territoire de la commune de Châtellerault. Il détermine les mesures à mettre en œuvre au titre de la prévention pour réduire, voire annuler, les préjudices humains et les dommages susceptibles d'être générés par les mouvements de terrain consécutifs à la ruine de cavités souterraines.

En application des articles L562-1 à 562-7 du code de l'environnement (loi n° 2003-699 du 30 juillet 2003 relative à la prévention des risques technologiques et naturels et à la réparation des dommages), le règlement fixe les dispositions applicables aux biens et activités existants ainsi qu'à l'implantation future de toutes constructions et installations. Le règlement peut définir des interdictions, des prescriptions réglementaires et/ou des mesures de prévention, de protection et de sauvegarde, applicables aux zones définies par le zonage réglementaire.

Les dispositions du PPRN s'appliquent notamment aux aménagements suivants :

- les constructions de toutes natures et leurs abords,
- les établissements recevant du public,
- l'habitat léger de loisir,
- les terrains de camping,
- les voiries publiques ou privées, les aires de stationnement et les réseaux divers entrant dans leur équipement,
- les équipements de communication et de transport d'énergie, de fluides inflammables ou dangereux, enterrés ou aériens,
- les installations classées en général, y compris celles soumises au régime de la simple déclaration préalable,
- les réservoirs et les réseaux d'eau potable,
- les réseaux de drainage de toutes natures, à l'exception de ceux situés en zone agricole,
- les dépôts de matériaux,
- les exhaussements, affouillements de sol et démolitions de toutes natures,

8.2 Effets du PPRN

Le PPRN approuvé par arrêté préfectoral, après enquête publique, constitue une servitude d'utilité publique (article L562-4 du code de l'environnement). Les collectivités publiques ont l'obligation, dès lors que le PPRN vaut servitude d'utilité publique, de l'annexer sans délai au PLU par arrêté (article L153-60 du code de l'urbanisme).

La date de référence pour les « constructions et activités existantes » visées dans le corps de règles du zonage est celle de l'approbation du PPRN.

Le respect des dispositions du PPRN conditionne la possibilité, pour toute personne assurée, de bénéficier de la réparation des dommages directement occasionnés par la survenance de l'événement redouté. L'assurance ne doit pas refuser d'assurer un propriétaire. En cas de contentieux, le propriétaire doit s'en référer à la Caisse Centrale de Réassurance (CNR).

Pour les biens et activités implantés antérieurement à la publication du Plan de Prévention des Risques, le propriétaire ou l'exploitant doit se conformer au règlement du PPRN.

Le non-respect des dispositions du Plan de Prévention des Risques est notamment puni des peines prévues à l'article L.480.4 du Code de l'Urbanisme, en application de l'article 40.5 de la loi du 22 juillet 1987 modifiée.

La possibilité de recours devant le tribunal administratif est possible en cas de litiges ou de contestations.

8.3 Le règlement de la commune de Châtellerault

Les dispositions réglementaires réunies au sein du règlement (voir document spécifique) ont pour objectifs, d'une part d'améliorer la sécurité des personnes, d'autre part de limiter, voire réduire la vulnérabilité des biens et des activités dans les zones exposées. Ce règlement permet dans le cas présent d'organiser l'urbanisation future en évitant les zones où l'aléa est le plus important.

8.3.1 Remarques concernant l'ensemble des zones

Certaines règles concernent l'ensemble des trois zones R1, R2 et B. Elles concernent les points ci-après :

- **Obligation d'informer** : Toute observation d'indice d'affaissement, d'effondrement ou de découverte de cavité sur le domaine public ou privé doit faire l'objet d'un signalement ;
- **Obligation d'identification** : Toute cavité s'ouvrant au jour par effondrement, fontis ou toute découverte de nouvelle cavité doit faire l'objet d'une visite par un professionnel compétent qui jugera de l'opportunité de procéder à une expertise plus approfondie de la cavité.

Pour les autres mesures, le règlement s'applique selon les trois types de zones réglementaires.

8.3.2 Zones Rouges R1 et R2

Les zones R1 et R2 correspondent à des zones d'aléa caractérisé de fort ou moyen, compte tenu de l'intensité des phénomènes redoutés et de la présomption d'apparition des désordres. Elles sont définies comme étant des zones où les constructions nouvelles à usage d'habitation sont interdites et où toute occupation et utilisation des sols est strictement réglementée (y compris les piscines).

8.3.3 Zone Bleue B

La zone B correspondant à des zones à aléa faible d'effondrement de cavité souterraine. Dans le cas présent, la présence de cavités y est possible mais pas clairement identifiée (contrairement à la zone Rouge). La zone B est définie comme étant une zone où des aménagements ou des constructions peuvent être autorisée sous réserve du respect de prescriptions particulières (règles d'urbanisme ou de construction).

En cas de projets nouveaux, la réalisation d'une étude géotechnique intégrant la recherche de cavité et définissant les modalités de réalisation du projet et son adaptation aux aléas considérés.

8.4 Prescriptions générales (existants et nouveaux projets)

Le règlement intègre des prescriptions générales applicables aux biens et activités existants à la date d'entrée en vigueur du règlement et aux projets nouveaux. Ces dispositions concernent l'ensemble des zones R1, R2 et B.

Elles concernent notamment :

- les Établissements recevant du public. La création d'établissements sensibles est proscrite en zone d'interdiction et évitée en zone de restriction ;
- les rejets d'eau. Toutes les infiltrations dans les zones sensibles ou à leurs abords doivent être évitées. Il s'agit notamment :
 - d'adapter la gestion des eaux pluviales (interdiction des infiltrations dans le sol et sous-sol, maîtrise des rejets d'eau) ;
 - d'adapter la gestion des eaux usées (interdiction des dispositifs d'assainissement individuel avec infiltration) ;
 - de contrôler l'ensemble des réseaux de collecte et d'adduction pour éviter les fuites. ;
- les mesures de surveillance périodique, d'entretien et de réalisation éventuelle de travaux spécifiques de prévention pour les bâtiments présentant des manifestations connues d'instabilité et pour les ouvrages de confortement, notamment celles recommandées par des études techniques antérieures au PPRN.

8.5 Mesures de prévention, de protection et de sauvegarde

Il s'agit de mesures générales (mesures de prévention, de protection et de sauvegarde) incombant aux collectivités publiques dans le cadre de leur compétence, ainsi qu'aux particuliers :

- les mesures de prévention permettent l'amélioration de la connaissance des aléas, l'information des personnes et la maîtrise des phénomènes (Document d'information communal sur les Risques Majeurs, campagne d'information des particuliers, information aux acquéreurs) ;
- les mesures de protection permettent de maîtriser l'aléa, par l'entretien ou la réhabilitation des dispositifs de protection existants, ou de le réduire, en créant des nouveaux dispositifs (surveillance, vérification des réseaux) ;
- les mesures de sauvegarde visent à maîtriser ou à réduire la vulnérabilité des personnes (Plan communal de Sauvegarde).

9. RÉSUMÉ

Sur une partie du territoire de la commune de Châtellerault, le sous-sol est constitué de tuffeau blanc, roche calcaire tendre et poreuse. Pendant plusieurs siècles, cette formation a été exploitée, principalement en souterrain, comme pierre à bâtir. Les carrières ont ensuite été utilisées en champignonnières puis ont peu à peu été fermées pour être toutes abandonnées dans les années 2000.

En même temps que l'abandon des carrières, l'urbanisation s'est développée. Le risque inondation affectant également la commune l'extension urbaine s'est orientée plutôt sur les hauteurs que dans les vallées. Elle s'est étendue notamment sur les coteaux, à l'aplomb des cavités d'exploitation, plus ou moins vastes, potentiellement à l'origine de mouvements de terrain.

Quelques désordres sont apparus, il s'agit principalement des mouvements de terrain, de type tassements ou effondrements résultant de la rupture de cavités souterraines qui se manifestent par l'apparition en surface d'un trou de diamètre variant de quelques dizaines de centimètres à plusieurs mètres et pouvant atteindre jusqu'à quelques mètres de profondeur.

Dans le cadre d'une politique de prévention visant à mieux cerner les risques de mouvements de terrain sur la commune de Châtellerault et de les intégrer durablement dans la réglementation de l'occupation des sols, Madame la Préfète de la Vienne a décidé de prescrire, par arrêté préfectoral du 9 août 2018, l'élaboration d'un Plan de Prévention des Risques Naturels Prévisibles (PPRN) de mouvements de terrain relatifs aux phénomènes d'effondrements de cavités.

Sur le territoire étudié, peu d'informations et de plans de cavités sont disponibles. La première démarche a donc consisté à établir une carte informative, à l'échelle du 1/5000^{ème}, sur la base des éléments déjà répertoriés dans les études antérieures. Les différentes recherches et les observations sur site réalisées par l'Ineris dans le cadre de cette étude ont permis de compléter et de préciser cette carte. Les éléments recueillis lors de ce travail ont, en outre, permis d'identifier les différentes configurations existantes et d'analyser les mécanismes de rupture susceptibles d'engendrer des désordres en surface.

Deux types principaux de cavités ont été rencontrés au cours de l'étude :

- les grandes carrières d'exploitation, qui s'étendent pour la plupart sur plusieurs hectares voire plusieurs dizaines d'hectares ;
- les petites cavités d'extension limitée.

L'analyse de l'aléa repose classiquement sur le croisement de l'intensité prévisible du phénomène avec sa probabilité d'occurrence.

Au vu des différents désordres observés, trois catégories de désordres sont susceptibles de survenir :

- les effondrements localisés liés à la présence de cavités souterraines de grand diamètre par rupture du toit de la cavité ou par rupture de piliers (3 à 10 mètres en moyenne, et pouvant même dépasser 10 mètres), en forme d'entonnoir et de profondeur pluri-métrique ;
- les effondrements localisés de petit diamètre (moins de 3 mètres), et de profondeur de 2-3 mètres au plus, qui semblent principalement consécutifs à la rupture d'orifices de type puits ;
- les écroulements rocheux de petits fronts sous-cavés laissant craindre des chutes de blocs de quelques m³ de volume.

Plutôt que d'estimer une probabilité d'occurrence basée sur une période de retour (décennale, centennale...), l'approche a été menée en termes de prédisposition des sites vis-à-vis d'un phénomène. Cette prédisposition est évaluée en fonction de paramètres caractérisant la sensibilité du secteur considéré (densité et historique des cavités, épaisseur de recouvrement, présence de spécificités géologiques...) à chacun des phénomènes redoutés.

Cette démarche considère le risque à long terme en tenant compte du mouvement inéluctable des terrains, en cas de présence d'ouvrages souterrains laissés en l'état.

La phase d'évaluation des aléas a permis de définir des aléas de type effondrement localisé de niveaux faible à fort, ainsi qu'un aléa écroulement rocheux, sur les fronts rocheux sous-cavés, de niveau moyen en fonction des configurations de cavités recensées sur le territoire de la commune.

La notion d'enjeux a été définie par l'ensemble des dommages correspondant, en priorité, aux préjudices causés aux personnes présentes sur le territoire étudié, en second lieu, aux dégâts causés aux bâtiments ou aux infrastructures, et enfin, aux conséquences économiques actuelles et/ou futures.

Le zonage réglementaire est ensuite défini comme la combinaison des composantes d'un [aléa](#) par celles des [enjeux](#). En pratique, le zonage réglementaire s'inspire du zonage d'aléa et, par conséquent, des configurations types identifiées pendant l'approche technique.

Les zones réglementées, exposées aux risques d'effondrement, sont (Tableau 8) :

- la **zone R1** (de type interdiction) qui regroupe tous les secteurs exposés à un aléa fort ou moyen d'effondrement de cavités souterraines, et pouvant être superposés à la présence d'un puits (ou cheminées). Ce zonage est le plus étendu dans la carte réglementaire ;
- la **zone R2** (de type interdiction) qui regroupe tous les secteurs exposés à un aléa fort ou moyen d'effondrement de cavités souterraines, et à un aléa écoulement moyen sur versants sous-cavés. Rocheux. Ce zonage ne regroupe que deux petites zones ;
- la **zone Bleu Foncé** (de type autorisation sous réserve de prescriptions) qui regroupe les secteurs exposés à un aléa faible d'effondrement de cavité souterraine (par leur présence supposée). Ce zonage est peu étendu, il ne concerne que 7 petites zones.

		Enjeux	
		Secteur urbanisé	Secteur non urbanisé
Aléa	Aléa fort d'effondrement localisé de cavité souterraine et éventuellement présence de puits (cheminée d'aération)	R1	R1
	Aléa moyen d'effondrement localisé de cavités souterraine (en lien avec la présence certaine d'une cavité) et éventuellement présence de puits (cheminée d'aération)	R1	R1
	Aléa fort ou moyen d'effondrement localisé de cavité souterraine et aléa moyen écoulement sur versant sous-cavé	R2	R2
	Aléa faible effondrement localisé de cavité souterraine	B	B

Tableau 8 : Tableau de synthèse

10. BIBLIOGRAPHIE ET RÉFÉRENCES

Rapports produits dans le cadre des études techniques du présent PPRN

- [1] Plan de Prévention des risques mouvements de terrain, commune de Châtelleraut (86), Phase 1 : Acquisition de la connaissance, Note de synthèse n°1, rapport Ineris-181700-1969719 du 20 décembre 2019.
- [2] Plan de Prévention des risques mouvements de terrain, commune de Châtelleraut (86), Phase 2 : Définition des besoins en investigations complémentaires », rapport Ineris-181700-2128622 du 26 mars 2020.
- [3] Plan de Prévention des risques mouvements de terrain, commune de Châtelleraut (86), Note de synthèse n°2 : Investigations complémentaires et caractérisation des aléas, rapport Ineris-181700-2549073 du 04/06/2021.
- [4] Plan de Prévention des risques mouvements de terrain, commune de Châtelleraut (86), Note de synthèse n°3 – Recensement et cartographie des enjeux, rapport Ineris-181700-2721436 du 20 avril 2022.

Autres rapports et guides

- [5] Guide méthodologique « Plans de prévention des risques naturels prévisibles (PPR) –Guide général » - Documentation française – 2016.
- [6] Cahier de recommandations sur le contenu des PPR - MEDD/DPPR – Janvier 2006.
- [7] Guide méthodologique « Plan de prévention des risques naturels (PPR) – cavités souterraines abandonnées » - Documentation française – 2012.
- [8] Guide méthodologique « Plan de prévention des risques naturels (PPR) – guide de la concertation » - Documentation française – 2003.
- [9] « Programme information, participation du public, concertation et association dans les PPR » - (MEDAD – CERTU décembre 2007).
- [10] Guide à l'usage des collectivités « La gestion du risque cavités souterraines » - (CEREMA décembre 2017).
- [11] Guide Aléa versant rocheux sous-cavé - Caractérisation et évaluation. Ineris 19 Juillet 2018.
- [12] BRGM, « Inventaire des cavités souterraines abandonnées en Poitou-Charentes », Rapport public référencé R38800, janvier 1996.
- [13] BRGM, « Avis sur l'origine des fissures apparues sur la maison de la parcelle cadastrale AY111 à Antoigné, Commune de Châtelleraut (86) », Rapport public référencé BRGM/RP-60853-FR, février 2012.
- [14] BRGM, Carte géologique 1/50 000, Feuille de Châtelleraut.
- [15] ELC, « Châtelleraut (86), Étude des cavités de Châtelleraut sur le secteur d'Antoigné », rapport référencé 86023 d'octobre 2016.
- [16] Préfecture de la Vienne, Direction Départementale des Territoires, « Plan de Prévention des Risques d'effondrement de cavités souterraines de la commune de Châtelleraut, Note d'enjeux », septembre 2018.
- [17] Site internet <https://www.ville-chatelleraut.fr/chatelleraut/histoire/patrimoine>
- [18] Les carrières du châtelleraudais, Geneviève Millet.
- [19] Livre « Targé, mon village », Association Animation Targé, 1994.

11. LISTE DES ANNEXES

Repère	Désignation	Nombre de pages
Annexe 1	Carte informative au 1/ 5 000 ^{ème}	3 A0
Annexe 2	Carte des aléas au 1/ 5 000 ^{ème}	3 A0
Annexe 3	Carte des enjeux au 1/ 6 000 ^{ème}	1 A0