

# Table des matières

<b>PREAMBULE.....</b>	<b>2</b>	<b>PLAN DE PREVENTION DU RISQUE MOUVEMENT DE TERRAIN : METHODOLOGIE.....</b>	<b>16</b>
1. LES FONDEMENTS DE LA POLITIQUE DE L'ETAT EN MATIERE DE RISQUES NATURELS MAJEURS.....	2	1. METHODOLOGIE GENERALE.....	16
1.1 - DEFINITION DU RISQUE.....	2	1.1 - CARTE INFORMATIVE DES PHENOMENES NATURELS.....	16
1.2 – L'INFORMATION PREVENTIVE .....	2	1.2 –CARTE DES ALEAS .....	16
1.3 – LA PREVENTION .....	2	1.3 – CARTE DES ENJEUX .....	16
1.4 – LA PROTECTION .....	2	1.4 – PLAN DE ZONAGE REGLEMENTAIRE .....	16
1.5 – LA PREVISION OU SURVEILLANCE PREDICTIVE DU PHENOMENE NATUREL .....	3	2. HISTORIQUE DES PHENOMENES NATURELS.....	16
2. LA RESPONSABILITE DES DIFFERENTS ACTEURS EN MATIERE DE PREVENTION DU RISQUE.....	3	2.1 – LA RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE.....	16
2.1 – RESPONSABILITE DE L'ETAT.....	3	2.2 – LES ENQUETES ORALES.....	20
2.2 – RESPONSABILITE DES COLLECTIVITES.....	3	2.3 – LA RECONNAISSANCE DE TERRAIN.....	20
2.3 – RESPONSABILITE DU CITOYEN.....	3	2.4 – SYNTHESE DES EVENEMENTS RECENSES.....	21
<b>ELABORATION ET CONTENU DU P.P.R.M.T.....</b>	<b>4</b>	2.5 – REPORT CARTOGRAPHIQUE.....	22
1. OBJET ET CHAMP D'APPLICATION DU PPRMT.....	4	3. DETERMINATION DES ALEAS MOUVEMENTS DE TERRAIN.....	22
2. PROCEDURE D'ELABORATION DU PLAN DE PREVENTION DES RISQUES MOUVEMENTS DE TERRAIN.....	4	3.1 - QUALIFICATION DE L'ALEA EFFONDREMENT DE CAVITES.....	22
3. CONTENU DU PPRMT.....	5	3.2 - QUALIFICATION DE L'ALEA INSTABILITE DU COTEAU.....	23
4. VALEUR JURIDIQUE DU PPRMT.....	5	3.3 – SUPERPOSITION DES ALEAS COTEAU ET CAVE.....	28
<b>PRESENTATION DU COTEAU DE CHATEAU DU LOIR – VOUVRAY SUR LOIR.....</b>	<b>6</b>	4. DETERMINATION DES ENJEUX.....	29
1. PRESENTATION DU PERIMETRE D'ETUDE.....	6	4.1 - LES ENJEUX HUMAINS.....	29
1.1 – GENERALITES.....	6	4.2-LES ETABLISSEMENTS RECEVANT DU PUBLIC ET EQUIPEMENTS PUBLICS.....	29
1.2 – HISTOIRE DU SITE.....	6	4.3 - LES ENJEUX D'URBANISATION.....	29
2. CONTEXTES GEOLOGIQUE ET GEOMORPHOLOGIQUE.....	7	4.4 - LES ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX ET PATRIMONIAUX.....	29
2.1 – GEOLOGIE.....	7	<b>TRADUCTION REGLEMENTAIRE.....</b>	<b>31</b>
2.2 – HYDROGEOLOGIE.....	7	1. OBJECTIFS ATTENDUS DE LA REGLEMENTATION.....	31
2.3 – GEOMORPHOLOGIE.....	8	2. DIFFERENTES ZONES REGLEMENTAIRES.....	31
3. LES CAVITES .....	8	3. GRANDS PRINCIPES REGLEMENTAIRES.....	32
3.1 – USAGES ET FONCTIONS.....	8	3.1 – LES ZONES ROUGES.....	32
3.2 – TYPOLOGIE.....	10	3.2 – LES ZONES BLEUES.....	32
4. LES MOUVEMENTS DE TERRAIN.....	10	3.3 – LES MESURES RENDUES OBLIGATOIRES OU RECOMMANDEES.....	33
4.1 – INSTABILITES ET DESORDRES AFFECTANT LE COTEAU.....	10		
4.2 – INSTABILITES ET DESORDRES AFFECTANT LES CAVITES.....	12		
4.3 – FACTEURS D'INSTABILITE DES CAVITES ET DU COTEAU.....	12		

# PREAMBULE

## **1. LES FONDEMENTS DE LA POLITIQUE DE L'ETAT EN MATIERE DE RISQUES NATURELS MAJEURS**

### **1.1 - DEFINITION DU RISQUE**

Le risque se définit par la rencontre d'un phénomène aléatoire (ou « aléa », en l'occurrence les mouvements de terrain) et d'un enjeu (vies humaines, biens matériels, activités, patrimoines) exposé à ce phénomène aléatoire.

Un risque « majeur » est un risque qui se caractérise par une probabilité faible et des conséquences graves. Le risque naturel majeur, qui fait plus particulièrement l'objet de la présente note, est le risque d'effondrement de cavités et du coteau.

Les textes fondateurs :

Plusieurs lois organisent la sécurité civile et la prévention des risques majeurs :

- la loi du 13 juillet 1982 modifiée, relative à l'indemnisation des victimes de catastrophes naturelles ;
- la loi du 22 juillet 1987 relative à l'organisation de la sécurité civile, à la protection de la forêt contre l'incendie et à la prévention des risques majeurs ;
- la loi du 2 février 1995 dite « loi Barnier » relative au renforcement de la protection de l'environnement ;
- la loi du 30 juillet 2003, relative à la prévention des risques technologiques et naturels et à la réparation des dommages ;
- la loi du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement.

La politique de l'État en matière de gestion des risques naturels majeurs a pour objectif d'assurer la sécurité des personnes et des biens dans les territoires exposés à ces risques. Cette politique repose sur 4 principes : l'information, la prévention, la protection et la prévision.

L'application de ces principes est également partagée avec les élus locaux et avec les citoyens (particuliers, maîtres d'œuvre). Ces derniers, en s'informant, peuvent, à leur niveau, mettre en œuvre des mesures de nature à prévenir ou à réduire les dommages.

### **1.2 - L'INFORMATION PREVENTIVE**

L'information préventive a pour objectif d'informer et de responsabiliser le citoyen.

Chaque citoyen a droit à une information sur les risques auxquels il est exposé et sur les mesures de sauvegarde mises en œuvre ou susceptibles de l'être, par les différents acteurs, dont lui-même.

Cette information est donnée, d'une part, dans le cadre supracommunal (Dossier Départemental des Risques Majeurs – DDRM, atlas, cartographie des risques et Plan de Prévention des Risques

Naturels – PPRN) et d'autre part, au niveau de la commune.

Pour chaque commune concernée par un ou plusieurs risques naturels, l'information des élus se fait au travers d'un dossier de Porter à Connaissance risque élaboré par l'État. Il appartient ensuite au maire d'informer ses administrés, au moyen du document d'information communal sur les risques majeurs – DICRIM.

L'article L.125-5 du code de l'environnement prévoit également que toute transaction immobilière, vente ou location, intéressant des biens situés dans une zone couverte par un PPRN prescrit ou approuvé devra s'accompagner d'une information sur l'existence de ces risques à l'attention de l'acquéreur ou du locataire.

### **1.3 - LA PREVENTION**

La prévention vise à limiter les enjeux ou à construire de manière adaptée dans les zones soumises au phénomène naturel.

Elle repose :

- d'une part, sur la connaissance des phénomènes physiques (caractéristiques, localisation, étendue, effets probables,...), connaissance transcrite dans les atlas ou des bases de données et sur le recensement des enjeux présents dans les secteurs affectés par l'aléa.
- d'autre part sur la prise en compte du risque dans l'aménagement du territoire, au travers de l'élaboration de plans de prévention des risques ainsi que dans la construction au travers de techniques spécifiques.

### **1.4 - LA PROTECTION**

La protection vise à limiter les conséquences du phénomène naturel sur les personnes et les biens.

Elle revêt trois formes :

- la réalisation de travaux de réduction de la vulnérabilité. Ces travaux concernent en priorité les sites et les lieux présentant des enjeux forts et notamment les milieux urbanisés. Ils peuvent concerner tout un secteur ou être plus limités à quelques parcelles notamment dans le cas des mouvements de terrain. Bien évidemment, ces travaux ne doivent pas avoir pour conséquence d'inciter à urbaniser davantage les espaces ainsi protégés.
- La mise en place de procédures d'alerte (prévision des crues par exemple ou encore dispositif de surveillance de cavités menacées de ruine) qui permettent de réduire les conséquences de la catastrophe par des mesures temporaires adaptées (évacuation des habitants, mise en sécurité des biens).
- La préparation de la gestion de la catastrophe et l'organisation prévisionnelle des secours : ce sont les plans de secours (plan ORSEC et plans de secours spécialisés) et le plan communal de sauvegarde – PCS établi par le maire, obligatoire dès lors qu'un PPR est approuvé.

## **1.5 - LA PREVISION OU SURVEILLANCE PREDICTIVE DU PHENOMENE NATUREL**

Cette surveillance nécessite la mise en place de réseaux d'observation ou de mesures des paramètres caractérisant le phénomène, voire d'outils de modélisation du comportement de ce phénomène. Elle peut prendre la forme d'instrument de mesures pour jauger de l'évolution de phénomènes liés aux mouvements de terrain.

## **2. LA RESPONSABILITE DES DIFFERENTS ACTEURS EN MATIERE DE PREVENTION DU RISQUE**

Dans l'application de la politique de gestion des risques naturels majeurs, dont les grands principes ont été précédemment rappelés, il convient de distinguer trois niveaux de responsabilités des principaux acteurs concernés, sachant que certaines de ces responsabilités peuvent être partagées :

### **2.1 - RESPONSABILITE DE L'ETAT**

Un des premiers rôles de l'État est donc celui de l'information des élus et des citoyens à travers le DDRM, le PAC risques, ... mais également dans le cadre du Porter à Connaissance des documents d'urbanisme.

Cette information nécessite une connaissance préalable du risque au travers du recensement des événements (atlas), de l'analyse des phénomènes et de la qualification des aléas. Ces données sont traduites dans un document réglementaire ayant valeur de servitude d'utilité publique : c'est le PPR qui relève de la compétence de l'État et qui constitue la cheville ouvrière du dispositif de prévention.

L'État, en liaison avec les autres acteurs, assure par ailleurs la surveillance de certains phénomènes, l'alerte et l'organisation des plans de secours.

Exceptionnellement, le recours aux procédures d'expropriation peut être nécessaire si le déplacement des populations dont la vie serait menacée par un péril d'une particulière gravité se révèle être la seule solution à un coût acceptable.

### **2.2 - RESPONSABILITE DES COLLECTIVITES**

Comme l'État, les maires ou responsables de structures intercommunales ont un devoir d'information de leurs administrés (DICRIM) à qui ils doivent faire connaître les risques.

L'article L.125-2 du code de l'environnement renforce le dispositif antérieur en précisant que « dans les communes sur le territoire desquelles a été prescrit ou approuvé un plan de prévention des risques naturels prévisibles, le maire informe la population au moins une fois tous les 2 ans, par des réunions publiques communales ou tout autre moyen approprié, sur les caractéristiques du ou des risques naturels connus dans la commune, les mesures de prévention et de sauvegarde possibles, les dispositions du plan, les modalités d'alerte, l'organisation des secours, les mesures prises par la

commune pour gérer le risque ainsi que sur les garanties prévues de l'article L.125-1 du code des assurances ».

Il convient également de souligner les dispositions de l'article L.563-6 du code de l'environnement qui incitent les communes ou leurs groupements compétents en matière de documents d'urbanisme à élaborer en tant que de besoin des cartes délimitant les sites où sont situées des cavités souterraines et des marnières susceptibles de provoquer l'effondrement du sol.

La maîtrise de l'occupation du sol et sa mise en cohérence avec les risques identifiés, à travers l'élaboration des PLU, font également partie de ce rôle de prévention. En outre, dans l'exercice de ses compétences en matière d'urbanisme, si celles-ci lui ont été transférées (POS et PLU approuvés), le maire conserve la possibilité de recourir à l'article R.111-2 du code de l'urbanisme relatif à la sécurité publique.

Les collectivités locales et territoriales peuvent aussi réaliser des travaux de protection des lieux habités et réduire ainsi la vulnérabilité, s'ils présentent un caractère d'intérêt général.

Enfin, les collectivités locales participent, sous l'autorité de l'État, à l'organisation des secours et au financement des services départementaux d'incendie et de secours.

Il est opportun de rappeler qu'en vertu du code général des collectivités locales, le maire peut avoir l'obligation de prendre les mesures nécessaires afin de prévenir les atteintes à la sécurité publique résultant de risques naturels, dans l'exercice de ses pouvoirs ordinaires de police.

L'État peut se substituer à lui en cas de carence.

### **2.3 - RESPONSABILITE DU CITOYEN**

Le citoyen qui a connaissance d'un risque potentiel a le devoir d'en informer le maire.

Il a aussi le devoir de ne pas s'exposer sciemment à des risques naturels, en vérifiant notamment que les conditions de sécurité au regard de ces risques soient bien remplies, comme l'y incite le code civil.

C'est au propriétaire d'un terrain concerné par un risque que peut revenir la responsabilité des travaux de protection contre les risques des lieux habités.

---

Il convient de rappeler que la responsabilité des acteurs s'exerce dans les trois grands domaines du droit que sont : la responsabilité administrative, civile et pénale.

# ELABORATION ET CONTENU DU P.P.R.M.T

## 1. OBJET ET CHAMP D'APPLICATION DU PPRMT

Selon les articles L.562-1 à L.562-9 et R.562-1 à R.562-10 du code de l'Environnement, l'État élabore et met en application des plans de prévention des risques naturels prévisibles engendrés par des phénomènes tels que les mouvements de terrain.

Le PPRMT a pour objet de :

- délimiter des zones exposées aux risques en tenant compte de la nature et de l'intensité du risque,
- délimiter des zones qui ne sont pas directement exposées aux risques mais qui pourraient par leurs usages aggraver des risques ou en provoquer de nouveaux,
- 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 peuvent incomber aux particuliers.

Un PPRMT 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 au Plan Local d'Urbanisme selon l'article L.126-1 du code de l'urbanisme. Il a un effet rétroactif puisqu'il peut imposer des mesures aux constructions, ouvrages, biens et activités existant antérieurement à sa publication.

## 2. PROCEDURE D'ELABORATION DU PLAN DE PREVENTION DES RISQUES MOUVEMENTS DE TERRAIN

Les articles R.562-1 à R.562-10 du code de l'environnement définissent la procédure d'élaboration des PPRMT :

- **Prescription de l'élaboration d'un PPR** par un arrêté préfectoral qui détermine le périmètre mis à l'étude et la nature des risques pris en compte. Cet arrêté désigne également le service déconcentré de l'État chargé d'instruire le projet. L'arrêté définit également les modalités de la concertation relative à l'élaboration du projet. Il est notifié au maire de la commune concernée et publié au recueil des actes administratifs de l'État dans le département.
- **Élaboration du projet** piloté par les services de l'État en étroite concertation avec les collectivités territoriales concernées par les risques.

- **Consultation officielle des collectivités locales et des organismes professionnels** : le PPRMT, sous forme de projet, est soumis au conseil municipal des communes concernées par le plan, ainsi que des établissements publics de coopération intercommunale compétents en matière de document d'urbanisme. S'il y a des enjeux agricoles concernés la chambre d'agriculture est également consultée. Tout avis qui n'est pas rendu dans un délai de deux mois est réputé favorable.
- **Enquête publique** : le projet de plan est soumis ensuite par le préfet à une enquête publique dans les formes prévues par les articles R.11-4 et R.11-14 du code de l'expropriation pour cause d'utilité publique.
- **Approbation par arrêté préfectoral** qui érige le PPRMT en servitude d'utilité publique : à l'issue des consultations, le plan, éventuellement modifié pour tenir compte des avis recueillis, est approuvé par arrêté préfectoral. Une copie de l'arrêté est affichée en mairie pendant un mois minimum et une publicité est faite par voie de presse locale afin d'informer les populations concernées.
- **Annexion du PPRMT au Plan Local d'Urbanisme (PLU)** ou tout autre document d'urbanisme. Le PPR approuvé vaut servitude d'utilité publique au titre de l'article 40-4 de la loi du 22 juillet 1987 modifiée par la loi du 2 février 1995. Il doit donc être annexé au PLU en application des articles L.126-1 et R.123-24-4 du code de l'urbanisme par l'autorité responsable de la réalisation du PLU (maire ou président de l'établissement public compétent). A défaut, l'article L.126-1 du code de l'urbanisme fait obligation au préfet de mettre en demeure cette autorité d'annexer le PPRMT au PLU et si cette injonction n'est pas suivie d'effet de procéder d'office à l'annexion. Il est ensuite souhaitable que les dispositions du PLU soient mises en conformité avec le PPRMT lorsque ces documents divergent pour rendre cohérentes les règles d'occupation du sol.

Un PPRMT peut être révisé selon la même procédure.

Le schéma en page suivante illustre cette procédure.

Phase préparatoire: projet d'arrêté préfectoral et modalités de la concertation

C  
O  
N  
C  
E  
R  
T  
A  
T  
I  
O  
N

Prescription du PPRMT par arrêté préfectoral  
du 10/03/2004

✕

**Études du PPRMT :**

✕

études des Aléas + étude des enjeux  
=  
Zonage Réglementaire

✕

**Projet de PPRMT**

✕

**Consultation officielle  
du conseil municipal et des services  
du 08/06/2011 au 08/08/2011**

✕

**Enquête publique  
du 10/01/2012 au 10/02/2012**

✕

Approbation du PPRMT par arrêté préfectoral

✕

**Annexion au Plan Local d'Urbanisme**

### **3. CONTENU DU PPRMT**

Le contenu du plan de prévention des risques est précisé par l'article R.562-3 du code de l'environnement.

Le dossier doit comprendre :

- **une note de présentation** qui indique le secteur géographique concerné, la nature des phénomènes naturels pris en compte et leurs conséquences possibles, compte tenu de l'état des connaissances. Ce document justifie le zonage ainsi que les prescriptions du PPR et explique les motivations de l'élaboration du PPRMT,
- **des documents cartographiques** qui délimitent les zones exposées aux risques pris en compte en distinguant plusieurs niveaux d'aléa et identifiant les zones à enjeux urbanistiques ou patrimoniaux,
- **un règlement** qui définit, pour les zones exposées :
  - les mesures d'interdiction et les prescriptions applicables dans la zone exposée,
  - les mesures de prévention, de protection et de sauvegarde à prendre par les collectivités et/ou les particuliers, ainsi que celles relatives à l'aménagement, à l'utilisation ou à l'exploitation des constructions, des ouvrages et des espaces plantés. Le règlement mentionne les mesures dont la mise en œuvre est obligatoire et le délai fixé pour celle-ci.

Il peut comprendre des annexes qui n'ont pas de valeur réglementaire et qui peuvent être constituées par des cartes ou divers documents renseignant sur le cadre réglementaire de la démarche, les événements passés, la géologie du site, les aléas (nature, évaluation, localisation...).

### **4. VALEUR JURIDIQUE DU PPRMT**

Le présent PPRMT vaut servitude d'utilité publique en application de l'article 16 de la loi du 2 février 1995.

Le non-respect des prescriptions du plan de prévention des risques est puni par des peines prévues à l'article L.480-4 du code de l'urbanisme.



# PRESENTATION DU COTEAU DE CHATEAU DU LOIR – VOUVRAY SUR LOIR

## 1. PRESENTATION DU PERIMETRE D'ETUDE

### 1.1 - GENERALITES

Le périmètre d'étude du PPRMT se situe dans le département de la Sarthe, en bordure de la vallée du Loir, à environ 40 km au sud – est du Mans.

Ce périmètre couvre les surfaces potentiellement concernées par des instabilités de terrain sur les communes de Château-du-Loir et Vouvray-sur-Loir, c'est-à-dire 80% de la surface totale des deux communes (surface d'environ 15 kilomètres carrés). Seule la vallée du Loir est exclue de la zone d'étude (figure 1).

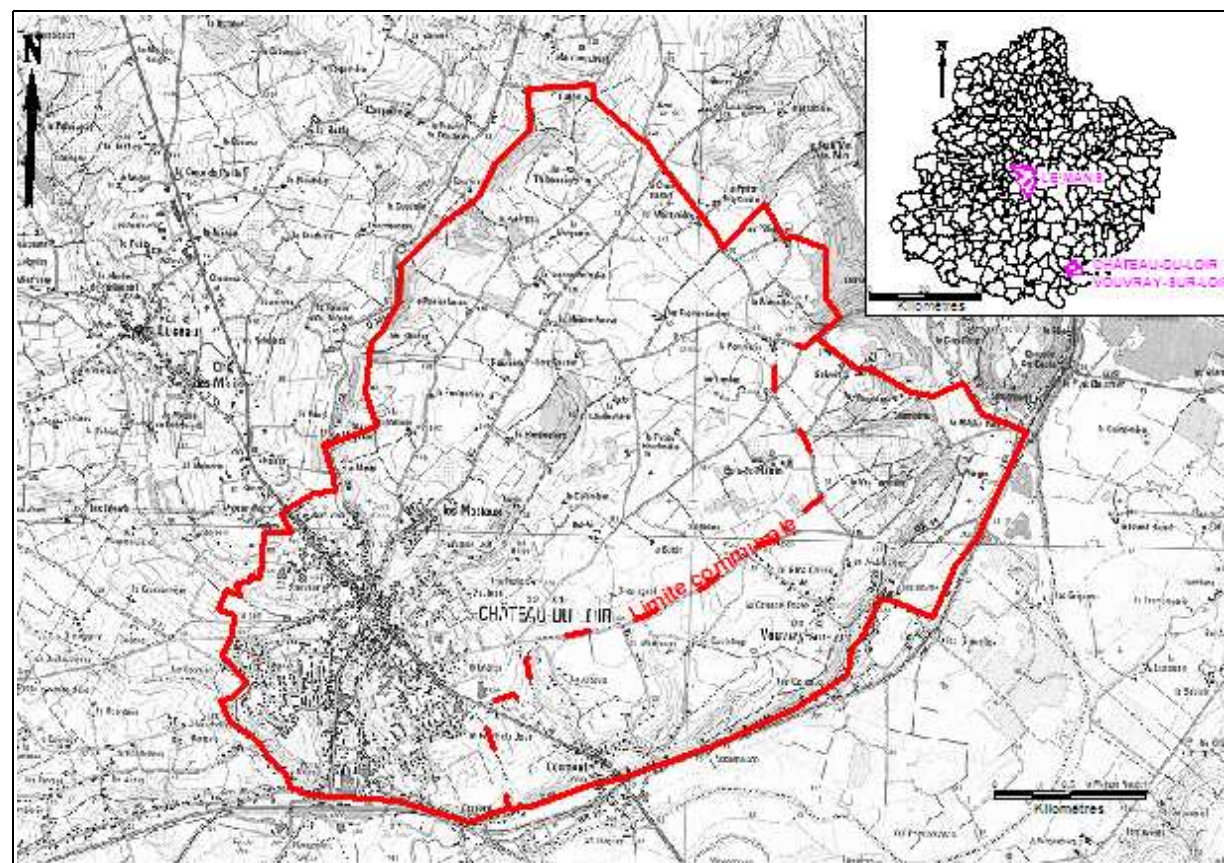


Figure 1 : Périmètre d'étude

La zone d'étude se développe principalement sur un plateau peu ondulé d'altitude moyenne 100-120 m, entaillé par la vallée du Loir, dont la large vallée (1 km en moyenne) se développe 55 m en contrebas suivant une orientation d'abord nord – est / sud – ouest puis globalement est / ouest. Sur le périmètre de l'étude, deux affluents du Loir entaillent également le plateau : l'Ire à Château-du-Loir et le Dinan qui marque la limite entre Vouvray-sur-Loir et Flée. De nombreuses vallées sèches se développent dans le plateau et rejoignent soit la vallée du Loir, soit les vallées de ses affluents.

La limite sud de la zone d'étude est matérialisée par le coteau qui domine la vallée du Loir. Ce coteau se présente soit sous la forme d'un versant de pente assez prononcée, soit sous la forme d'une série de paliers séparés par des pans de falaise sub-verticaux de quelques mètres de hauteur.

Mis à part les bourgs de Château-du-Loir et de Vouvray-sur-Loir, l'occupation du sol reste rurale : terres agricoles, pâturages et forêts sur le plateau et les versants, pâturages, étangs et peupleraies dans les fonds de vallées. Sur le coteau principal surplombant la vallée du Loir, la viticulture s'est développée jusqu'au milieu du 20<sup>ème</sup> siècle, mais a aujourd'hui disparu.

### 1.2 - HISTOIRE DU SITE

Le plateau domine la vallée du Loir avec un dénivelé d'environ 50 m présentant une inclinaison de 70 à 80°. Cette configuration s'intercale avec des séries de paliers séparés par des parois sub-verticales de quelques mètres de hauteur dont l'origine est anthropique. En effet, l'homme a dès le Moyen-Age entrepris l'aménagement du coteau en réalisant petit à petit une succession de plateformes destinées à servir d'assises aux habitations. Pour ce faire, l'homme a entaillé le coteau et a façonné, entre deux plateformes, des falaises de 6 à 8 m de hauteur, dans lesquelles ont pu être creusées dépendances et habitations troglodytiques. Ainsi, chaque habitation a été dotée d'une ou plusieurs caves à flanc de coteau (figure 2). Ce phénomène a été répété à plusieurs niveaux, ce qui fait qu'on observe aujourd'hui des caves sur plusieurs paliers (jusqu'à quatre dans le quartier de Coëmont à Vouvray-sur-Loir), entre les cotes +50 et +100 m NGF.



Figure 2 : Habitation et dépendance creusées dans le coteau à partir d'une plateforme – Château-du-Loir [AD Sarthe, cote 2Fi 3313]



Cette configuration se rencontre également le long des affluents du Loir et des vallées sèches qui entaillent le plateau, ce qui explique la présence de caves le long de quasiment tous les versants dans les zones urbanisées ou rurales de Château-du-Loir et de Vouvray-sur-Loir.

Sur le plateau, un certain nombre de caves a été également creusé, en profitant d'un dénivelé de terrain ponctuel, voire même parfois en enterrant une cave maçonnée sous un remblai.

Enfin, le plateau est concerné par l'existence de marnières, anciennes extractions de calcaire utilisé pour l'amendement des terres agricoles, dont l'accès se faisait par un puits vertical.

## 2. CONTEXTES GEOLOGIQUE ET GEOMORPHOLOGIQUE

### 2.1 - GEOLOGIE

Le périmètre du PPRMT est situé entièrement dans les assises sédimentaires tabulaires du Bassin Parisien, l'ossature du plateau dominant la vallée du Loir à cet endroit étant constitué par des formations calcaires datées du Turonien (ère Secondaire), qui reposent sur des marnes crayeuses cénomaniennes. Ces formations, de pendage assez faible (environ 10° orienté vers le nord-est) se développent sur une épaisseur d'environ 80 mètres. Le calcaire est également appelé tuffeau.

Entre les bancs calcaires s'intercalent des niveaux argileux tendres, formant des discontinuités sub-horizontales.

Au-dessus des formations calcaires du Turonien, s'est développée au Tertiaire une formation résiduelle argileuse d'altération des calcaires, constituée par une argile sableuse gris-blanche à brune riche en fragments de silex, de quelques mètres d'épaisseur.

En sommet de plateau, se sont déposées au cours de l'ère Tertiaire des formations détritiques continentales (argile sableuses à silex et conglomérats quartzitiques à silex) puis au Quaternaire des dépôts limoneux éoliens (limons argileux brun-roux localement sableux). Leur épaisseur cumulée atteint quelques mètres.

L'ère Quaternaire connaît une alternance de phases de réchauffement et de refroidissement intenses concourant à une érosion très active du substratum. Les matériaux érodés, constitués principalement d'argiles sableuses avec débris de silex, se mettent en place par **solifluxion**<sup>1</sup> et ruissellement sur les pentes et dans les fonds des vallées et vallons. Leur épaisseur est de quelques mètres.

Enfin, le fond des vallées actives est tapissé par des alluvions récentes, constituées de sables, graviers et galets pouvant atteindre quelques mètres d'épaisseur.

Dans l'ensemble, le massif calcaire est peu fissuré mais présente toutefois une série de fractures importantes en bordure du plateau, que ce soit le long de la vallée principale du Loir ou des vallées secondaires adjacentes, orientées parallèlement à la vallée. Il s'agit de fractures de décompression, liées à un phénomène d'appel au vide, d'ouverture variable (de 1 à 20 cm en général, exceptionnellement 1 à 2 m) et le plus souvent colmatées par de l'argile de décalcification. Elles sont donc le siège de circulations d'eau et de dissolutions karstiques. Ces fractures, sub-verticales

<sup>1</sup> Mécanisme de glissement sur un versant de matériaux gorgés d'eau suite à l'augmentation de leur teneur en eau, par exemple sous l'effet du dégel.

ou à fort pendage (55 à 85°) en direction de la vallée, déterminent une succession de pans de quelques mètres d'épaisseur, pouvant se rencontrer jusqu'à une vingtaine de mètres à l'intérieur du coteau. Elles sont visibles dans la plupart des caves creusées dans le coteau.

On observe également des fissures verticales ou obliques, orientées perpendiculairement au plan de falaise ; conjuguées aux fractures de décompression parallèles à la direction de la vallée et aux discontinuités lithologiques horizontales (intercalations argileuses), elles découpent le massif rocheux en éléments (dièdres) plus ou moins solidaires entre eux. Ces dièdres fragilisent les voûtes des caves, favorisent les infiltrations et accélèrent l'effritement du tuffeau. Ce phénomène est amplifié à l'intersection de deux vallées, leurs propres fractures de décompression se conjuguant (figure 3).

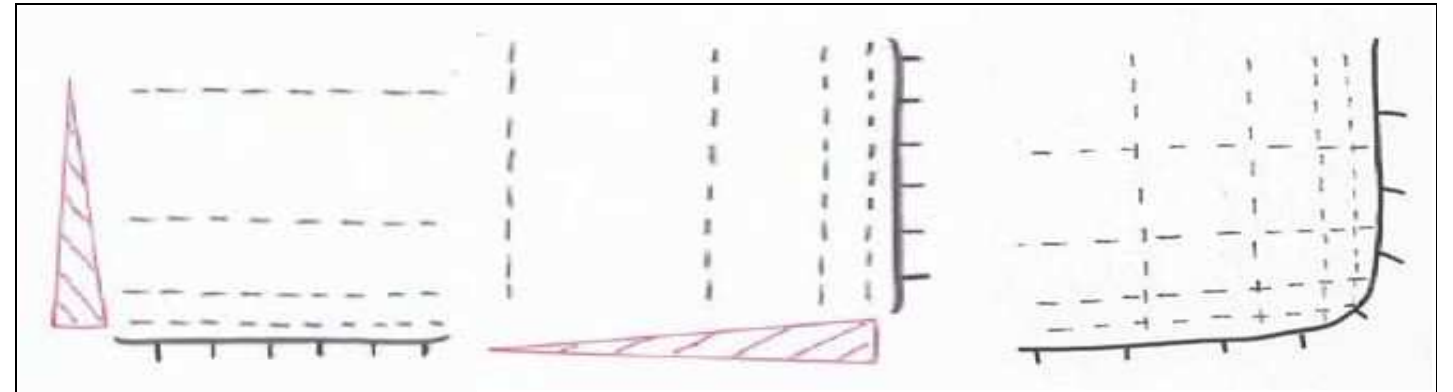


Figure 3 : Schéma expliquant la conjugaison des fractures de décompression à l'intersection de deux vallées [Rapport synthèse Méthodologie PPR coteau – LRPC Blois]

Le tuffeau est constitué principalement de quartz et de carbonate de calcium mais contient également des éléments argileux. La forte porosité du tuffeau ainsi que la faible cohésion entre ses constituants font que sa structure est lâche et sa résistance à l'écrasement faible en moyenne (2 à 3 MPa). Sa forte porosité en fait également une roche très sensible à l'eau : son poids peut ainsi augmenter de 80% après imbibition. De plus elle peut perdre jusqu'à 50% de sa résistance mécanique sous l'effet d'une imprégnation par l'eau.

### 2.2 - HYDROGEOLOGIE

Trois **aquifères**<sup>2</sup> sont différenciés sur la zone d'étude, le principal est représenté par les calcaires du Turonien, qui forment un milieu discontinu de forte perméabilité en raison d'une importante fissuration. La karstification du massif se manifeste par des cavités naturelles en flanc de vallées et des entonnoirs de dissolution à la transition entre toit du calcaire et formation résiduelle à silex. Ces poches de dissolution de plusieurs mètres de profondeur atteignent dans certains cas le toit des caves les plus élevées de Vouvray-sur-Loir. Cet aquifère repose sur les marnes cénomaniennes sous-jacentes imperméables.

La nappe du Turonien est une nappe libre drainée par le Loir. Son débit moyen est de 20 m³/h et varie peu. La karstification de son aquifère en fait une nappe très vulnérable aux pollutions. Néanmoins, la nappe a été exploitée pour l'irrigation des cultures et l'alimentation en eau potable des particuliers vivant sur le coteau, par captages en fond des caves (figure 4) situées à la cote piézométrique de la nappe (+60 m NGF) ou, pour les caves et les terrains situés plus en hauteur,

<sup>2</sup> Terrain perméable contenant une nappe d'eau souterraine (définition issue du Dictionnaire de Géologie – A. Foucault, J-F. Raoult, 2è édition, 1984).

par puits pompant directement dans la nappe. Les débits constants ont longtemps suffi à assurer l'alimentation en eau potable de la commune de Vouvray-sur-Loir. Aujourd'hui, les habitations sont raccordées au réseau d'eau potable, mais certains particuliers continuent à consommer l'eau captée dans leur cave.



Figure 4 : Captage de la nappe en fond de cave - Vouvray-sur-Loir

A noter que les caves situées à la cote piézométrique de la nappe et dans lesquelles l'eau est captée directement sont localisées exclusivement autour du bourg de Vouvray. Ces caves sont situées à l'émergence de la nappe, donc très proches de l'interface craie du Turonien – marnes du Cénomanien, on peut en déduire une probabilité très faible de niveaux de caves inférieurs à leur aplomb.

## 2.3 - GEOMORPHOLOGIE

En liaison d'une part, avec la structure tabulaire à faible pendage des assises sédimentaires crétacées et d'autre part, avec l'érosion du plateau calcaire par le Loir, le coteau présente une forme dissymétrique appelée **cuesta**<sup>3</sup> (figure 5).

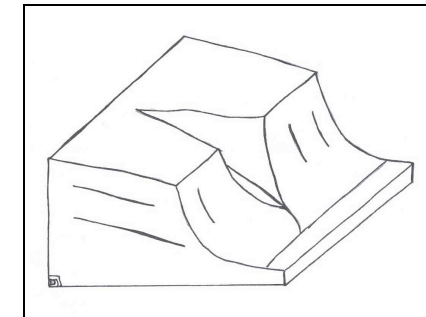


Figure 5 : Schéma d'une cuesta

C'est cette cuesta que l'homme a aménagée jusqu'à former une succession de paliers horizontaux séparés par des pans de falaise verticaux (figure 6). Ce schéma illustre certains des facteurs qui auront une influence sur la stabilité du coteau : sous-cavages anthropiques, fractures de décompression parallèles à la vallée, battements d'une nappe souterraine, entonnoirs de dissolution par lesquels s'infiltrent les eaux de surface, végétation développée en bordure du plateau.

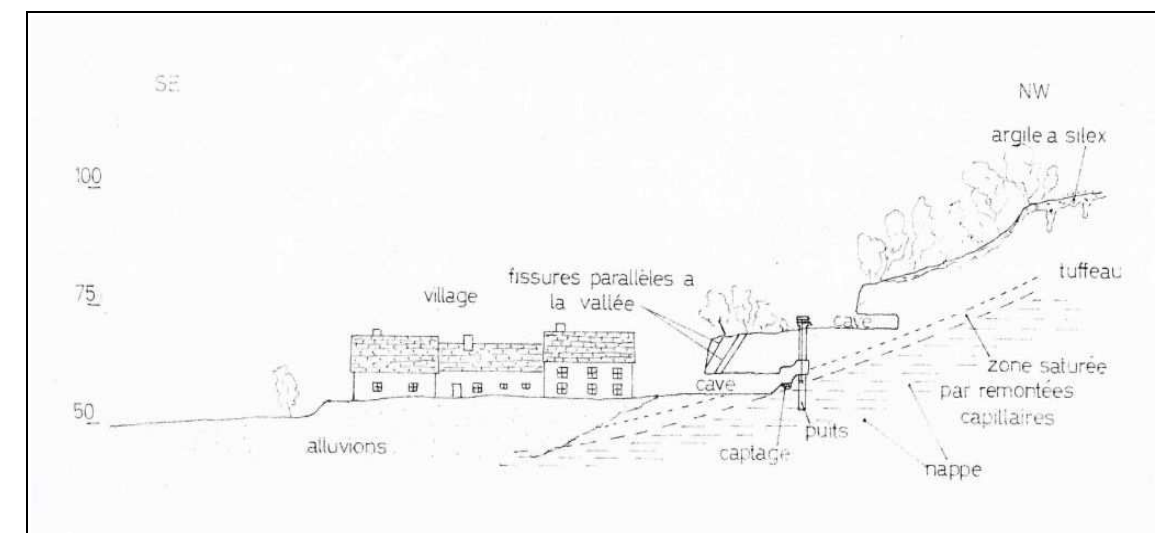


Figure 6 : Coupe schématique du coteau [Extrait rapport BRGM n° DS-67-A115, septembre 1967]

A noter que tout le versant dominant la vallée du Loir et ses vallées affluentes n'est pas rocheux, il reste une surface conséquente qui n'a pas été aménagée par l'homme et qui présente un versant meuble.

## 3. LES CAVITES

### 3.1 - USAGES ET FONCTIONS

Les plus anciennes cavités semblent être les **souterrains-refuges**. Dès la Préhistoire, l'homme a creusé dans le coteau abris et refuges, en utilisant préférentiellement les cavités karstiques préexistantes. L'aménagement ultérieur du coteau en série de plateformes a fait disparaître la majeure partie de ces premiers abris, dont l'existence est confirmée par les découvertes fortuites d'objets préhistoriques.

<sup>3</sup> Forme du relief monoclinale, constituée par les couches les plus dures (ici le calcaire du Turonien), qui ressortent en saillie du fait de l'érosion des couches les plus tendres sous-jacentes (ici les marnes du Cénomanien). Une cuesta se caractérise par un côté raide, le front, et un côté moins abrupt, le revers (définition issue du Dictionnaire de Géologie – A. Foucault, J-F. Raoult, 2<sup>e</sup> édition, 1984).



Composés de petits couloirs sinueux et munis d'entrées secrètes, ces abris ont assuré un rôle de refuge et de défense lors des invasions des premiers siècles de notre ère, ainsi que contre les pillards et les persécutions religieuses ou politiques. Cette fonction de refuge s'est perpétuée au travers des siècles en particulier au Moyen-âge.

Dès l'époque gauloise, l'homme extrait la pierre calcaire pour la construction et creuse des **carrières souterraines** dans le coteau. L'apogée de cette activité est atteint au 19<sup>ème</sup> siècle. Dans la zone d'étude, ces carrières sont de volume modeste (quelques centaines de mètres cube), en liaison avec la faible hauteur de recouvrement résistant (quelques mètres généralement). Une seule carrière aujourd'hui abandonnée a été localisée sur le périmètre du PPRMT (figure 7).



Figure 7 : Chambre d'extraction d'une ancienne carrière de pierres de taille - Vouvray-sur-Loir

Sur le plateau en arrière du coteau, l'extraction du calcaire par le biais d'un puits vertical avait pour but l'utilisation du matériau en amendement des terres agricoles. Ces exploitations dénommées **marnières**<sup>4</sup> existent depuis le Moyen-Age et se sont principalement développées au cours du 19<sup>ème</sup> siècle, pour disparaître progressivement pendant la première moitié du 20<sup>ème</sup> siècle.

Parallèlement à l'activité d'extraction, le **troglodytisme** (c'est à dire le fait d'habiter une cavité) se développe, atteignant son apogée à la fin du 18<sup>ème</sup> siècle. La technique consistait à creuser les pièces à partir de larges ouvertures dans le coteau ou à réutiliser d'anciennes galeries d'extraction murées à une certaine distance de l'entrée. A partir du 18<sup>ème</sup> siècle et selon la catégorie sociale du propriétaire, la façade est soit laissée nue, soit maçonnée de façon plus ou moins travaillée, donnant ainsi à l'habitation l'apparence d'une maison traditionnelle (figure 8). A partir du 20<sup>ème</sup> siècle, la partie troglodytique est souvent prolongée à l'extérieur par une partie maçonnée et charpentée traditionnelle, avec une toiture accotée à la falaise (**habitation semi-troglodytique**).

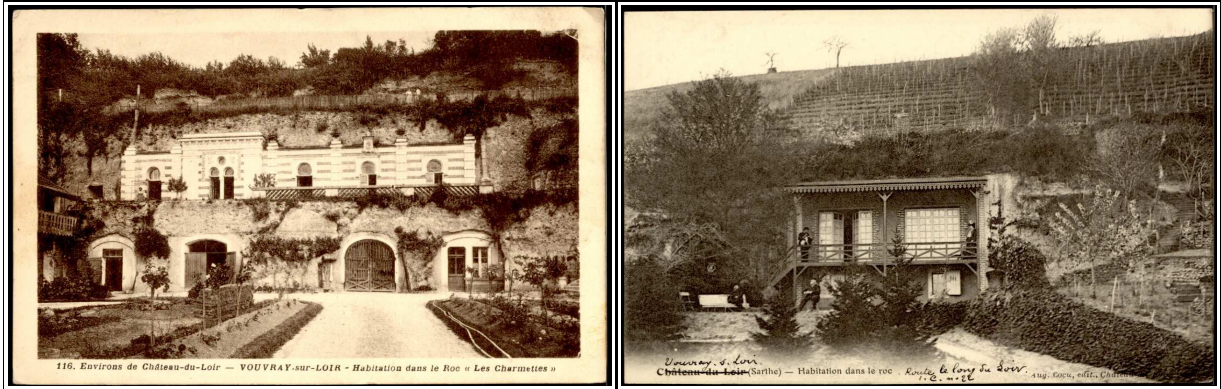


Figure 8 : Deux habitations troglodytiques avec façade revêtue – Vouvray-sur-Loir [AD Sarthe, cotes 2Fi 4038 et 2Fi 5531]

Outre la maison d'habitation proprement dite, l'habitat troglodytique comprend les dépendances (étables, celliers, puits, etc.). L'habitation n'est pas le seul usage des troglodytes, qui ont pu servir de lieux de travail pour les artisans mais aussi de lieux publics (chapelles, églises, débits de boissons, etc.). L'amélioration des conditions de vie, les progrès de l'hygiène et l'arrêt de l'exploitation des carrières sont à l'origine de l'abandon progressif dans les années 1920-1930 des habitations troglodytiques, considérées à juste titre comme des habitations précaires et sans confort. Aujourd'hui, rénovés et aménagés selon les standards du confort moderne, certains troglodytes sont à nouveau occupés, soit par des particuliers qui y habitent, soit par des artisans, des associations ou des collectivités qui y reçoivent du public.

En général, toute habitation proche du coteau, qu'elle soit troglodytique ou non, possède une **cave** annexe creusée dans le coteau, dont l'usage principal était et reste lié à la viticulture. On relève ainsi dans les caves de nombreux vestiges témoignant d'une activité de vinification (pressoirs, cheminées reliées au plateau par où le raisin était déversé, etc.) et l'une des principales utilisations des caves reste aujourd'hui le stockage du vin. Ces caves présentent très souvent une disposition adaptée à cette activité, avec d'abord une pièce de grande taille destinée au travail de vinification et un caveau plus étroit au fond présentant des casiers creusés dans la roche pour le vieillissement des bouteilles. Ces caves annexes se rencontrent également en-dehors des zones urbanisées, regroupées autour d'une cour commune (**le cavier**) qui dessert généralement 5 ou 6 caves (figure 9).



Figure 9 : Cour commune desservant quelques caves - Château-du-Loir

<sup>4</sup> Terme probablement tiré du mot gaulois « marga » signifiant argile calcaire (définition extraite du dictionnaire Robert historique).



La majeure partie des caves rencontrées sur le périmètre du PPRMT présente une galerie principale avec un prolongement étroit en fond et parfois une ou deux chambres annexes. Exceptionnellement, une galerie étroite et basse (largeur 1 m, hauteur entre 1,50 et 2 m) se développe après la première cave jusqu'à atteindre 50 m de longueur. La destination originelle de ce type de cave n'est pas élucidée.

### 3.2 - TPOLOGIE

Pour les cavités accessibles à flanc de coteau (caves et habitations troglodytes), le type le plus souvent rencontré sur les communes de Château-du-Loir et Vouvray-sur-Loir correspond au creusement de chambres ou de galeries à partir de l'entrée, sans piliers de soutènement. Les cavités n'étant généralement pas creusées par des professionnels (en particulier les habitations troglodytiques), leur répartition, fonction de la densité des habitations dont elles dépendent, est anarchique et elles présentent des formes géométriques très variables. La forme de cave la plus couramment rencontrée est une galerie rectiligne, à section en plein-cintre ou elliptique, de 20 à 30 m de longueur, pour 2 à 6 m de large et 2,5 à 4 m de hauteur (figure 10). Les chambres annexes communicantes ainsi que les dépendances sont en général plus petites (longueur et largeur comprises entre 1 et 5 m, hauteur 1 à 2 mètres).

Pour les cavités accessibles en plateau (marnières), l'exploitation a pu être soit de type puits et galeries, soit de type puits et chambres. Le puits d'accès, de diamètre métrique, était foncé à la main à travers les formations superficielles et une certaine épaisseur de calcaire, de façon à assurer une certaine stabilité aux excavations souterraines. Les dimensions des marnières sont variables et leurs caractéristiques sont peu connues dans la Sarthe. Si l'on se réfère aux marnières de Haute-Normandie, on peut estimer leur extension à 20 m en moyenne pour des hauteurs de chambres atteignant 2,50 mètres. Compte-tenu de la faible épaisseur de recouvrement au-dessus du calcaire exploité, leur profondeur ne doit pas dépasser 10 à 20 mètres.

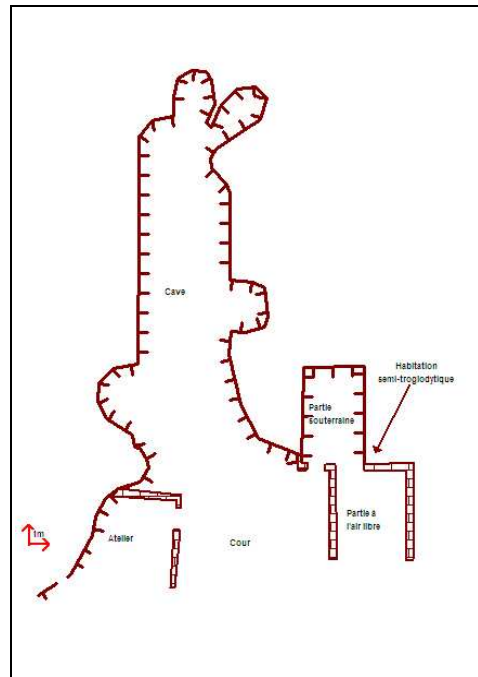


Figure 10 : Cave type et habitation semi-troglodytique - Château-du-Loir

## 4. LES MOUVEMENTS DE TERRAIN

### 4.1 - INSTABILITES ET DESORDRES AFFECTANT LE COTEAU

Les phénomènes affectant le coteau rocheux sont distingués en fonction des volumes instables concernés :

- Chutes de pierres, volumes unitaires inférieurs à 1 dm<sup>3</sup> (figure 11) ;
- Chutes de blocs, volumes unitaires compris entre 1 dm<sup>3</sup> et 1 m<sup>3</sup> (figure 12) ;
- Éboulements en masse, volumes unitaires supérieurs à 1 m<sup>3</sup> ;
- Éboulements en grande masse ou écroulements, qui affectent des pans de falaise entiers et concernent de gros volumes de matériaux ainsi que des chutes de blocs.



Figure 11 : Chute de pierres - Vouvray-sur-Loir



Figure 12 : Chute de blocs - Vouvray-sur-Loir

Ces différents termes caractérisent les conséquences (en terme de volume de masses instables) de phénomènes de dégradation du coteau qui sont les suivants :

- Ruptures de surplomb ou de dalles en toit (figure 13) ;
- Ruptures en pied de colonne (figure 14) ;
- Ruptures d'écailles en parois (figure 15) ;
- Basculements de blocs ou de colonnes (figure 16).



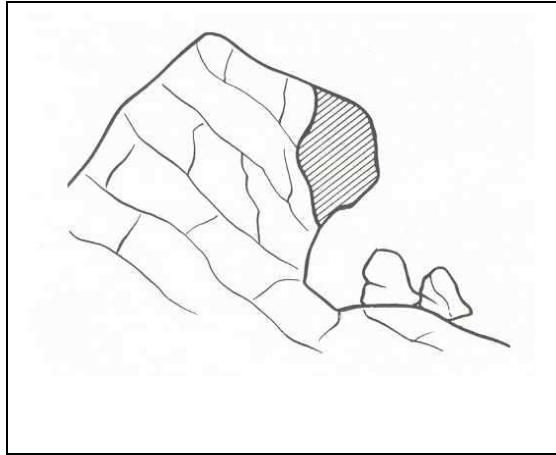


Figure 13 : Surplomb rocheux : mécanisme de rupture et illustration - Vouvray-sur-Loir

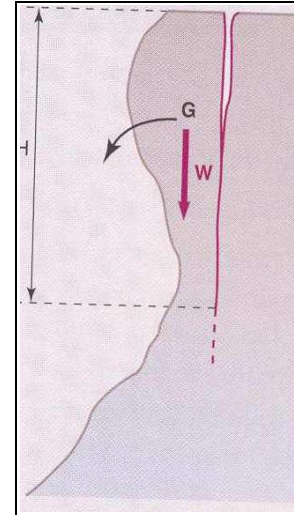


Figure 16 : Bascullement d'une colonne : mécanisme et illustration - Vouvray-sur-Loir

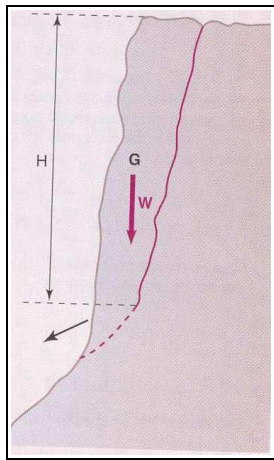


Figure 14 : Rupture en pied de colonne : mécanisme et illustration - Vouvray-sur-Loir



Ces mécanismes de rupture relèvent de la mécanique des roches, cependant, le tuffeau est considéré comme une roche tendre et on peut observer des chutes de pierres ou de blocs liées à la **dégradation de surface** du tuffeau. La **vidange de poches karstiques** ou une instabilité des terrains de recouvrement du tuffeau peut également provoquer des chutes de matériaux meubles ou des éboulements.

Enfin, la végétation en surplomb peut représenter une instabilité, en particulier sous l'action du vent, les arbres faisant bras de levier sur les pans de falaise. Ce phénomène est aggravé par le fait que l'arbre ou arbuste entraîne dans sa chute la portion de coteau dans laquelle se développent ses racines (figure 17).

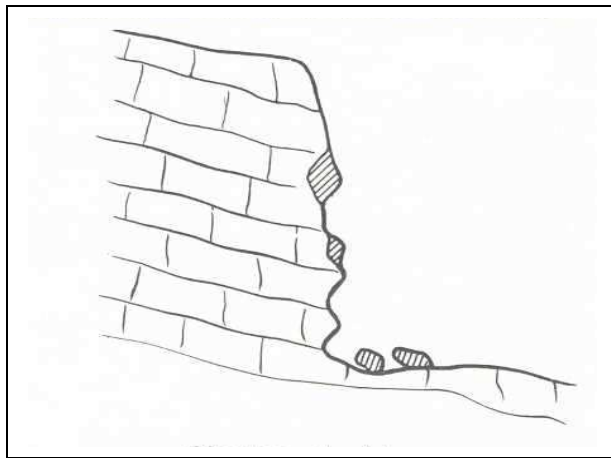


Figure 15 : Rupture d'écailles en paroi : mécanisme et illustration - Château-du-Loir

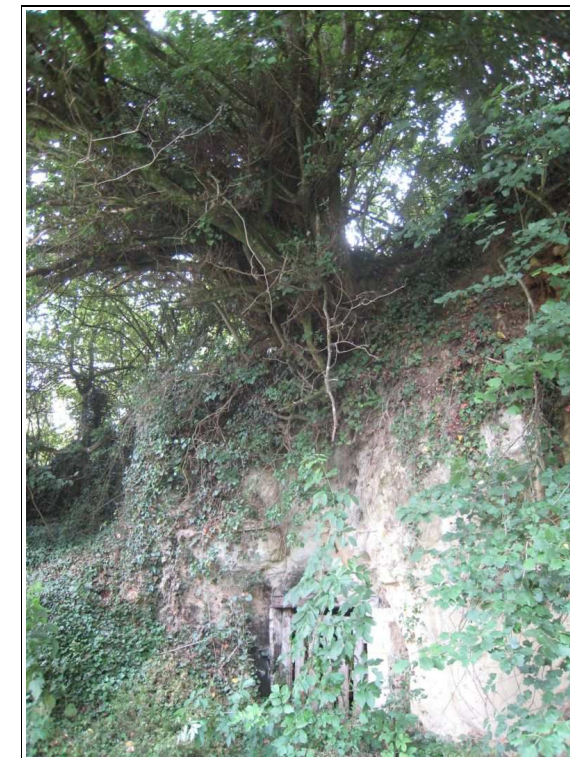
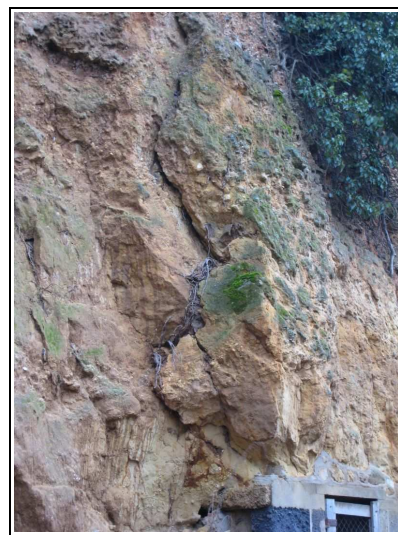


Figure 17 : Arbre en surplomb - Vouvray-sur-Loir



## 4.2 - INSTABILITES ET DESORDRES AFFECTANT LES CAVITES

Parmi les phénomènes pouvant affecter la surface située à l'aplomb d'une cavité, on distinguera :

- Les effondrements et affaissements généralisés (figure 18) qui constituent des déformations topographiques de surface, affectant des superficies notables (échelle d'une ou plusieurs parcelles) avec, pour les effondrements, les bords marqués par des fractures nettes ;
- Les effondrements ponctuels ou fontis (figure 19), désordres localisés débouchant soudainement en surface en créant un entonnoir ou un cratère pseudo-circulaire ;
- Les ouvertures des puits d'accès des cavités de plateau, désordres très localisés (diamètre métrique) et circulaires survenant à l'aplomb des puits quand le bouchon mis en place pour les combler s'effondre.

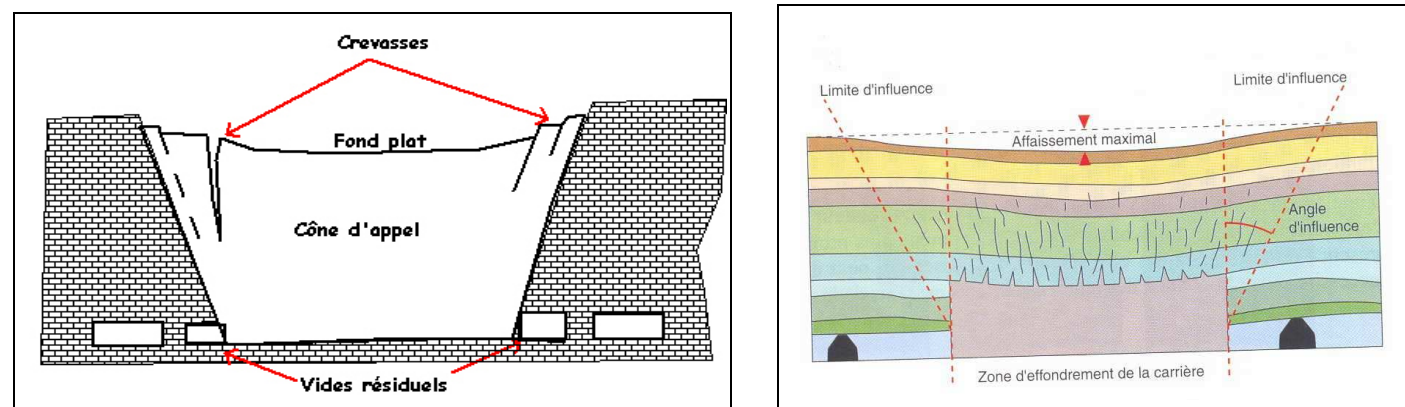


Figure 18 : Schémas de l'effondrement généralisé et de l'affaissement généralisé d'une carrière souterraine

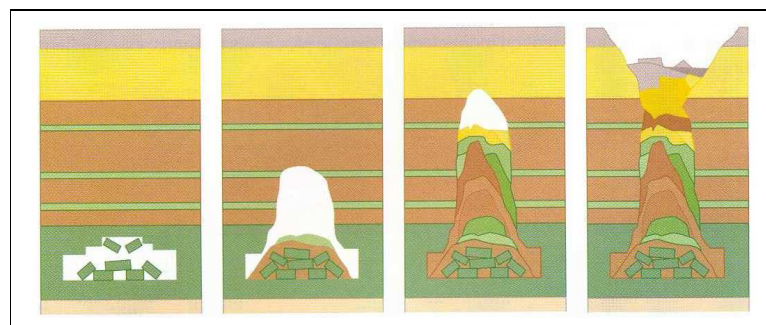


Figure 19 : Fontis : mécanisme d'apparition (gauche) et illustration (droite, fontis à l'aplomb d'une cave - Vouvray-sur-Loir)

Ces désordres de surface sont les conséquences de dégradations sur les parties "porteuses" des cavités que sont le toit et les piliers. Ils répondent à différents mécanismes de rupture :

- Les ruptures locales des toits des cavités, qui se manifestent tout d'abord par des chutes de toit plus ou moins localisées. Selon l'ampleur du phénomène, on parlera soit de chute de toit soit d'éboulement localisé. Une chute de toit ne génère pas directement de mouvement de terrain en surface. Elle se produit par rupture du premier banc du toit (ou ciel) lorsque celui-ci

présente des caractéristiques mécaniques insuffisantes ou est affecté par des discontinuités (fractures, diaclases, etc.). Le processus de chute de toit peut se propager en direction de la surface jusqu'à une hauteur correspondant à la voûte stable. Il peut également se développer verticalement sous la forme d'une **cloche de fontis** (figure 20) et atteindre dans certains cas la surface.

- Les ruptures des piliers, qui peuvent dans certaines conditions (piliers sous-dimensionnés, fracturés, etc.) ne plus supporter le poids du recouvrement. La rupture d'un ou plusieurs piliers peut entraîner une chute de toit susceptible d'évoluer selon l'importance du phénomène soit en cloche de fontis locale soit en **effondrement généralisé** de la zone concernée. Sur le périmètre du PPRMT, ce type de rupture est inexistant en raison de l'absence de piliers dans les caves.



Figure 20 : Cloche de fontis qui a évolué jusqu'en surface - Vouvray-sur-Loir

## 4.3 - FACTEURS D'INSTABILITE DES CAVITES ET DU COTEAU

Les facteurs d'instabilité propres au massif rocheux sont multiples et sont à la fois endogènes (dont la nature est propre au tuffeau) et exogènes (origine externe à la roche).

Les facteurs endogènes sont les suivants :

- Structure et caractéristiques topographiques du coteau, qui évolue vers une pente d'équilibre théorique de l'ordre de 45°, liée aux caractéristiques mécaniques du tuffeau.

Le coteau a en effet été progressivement façonné par l'Homme, jusqu'à le décomposer en une succession de paliers horizontaux séparés par des pans sub-verticaux de plusieurs mètres de hauteur. La présence de la vallée en contrebas entraîne la désagrégation du coteau sous l'effet de la décompression des terrains (poussée au vide). Cette décompression est un caractère évolutif inéluctable entraînant des éboulements réguliers. Elle se manifeste par l'existence dans le massif rocheux de fractures obliques inclinées vers la vallée et parallèles à la direction du coteau, qui recoupent les pans sub-verticaux, créant une succession de volumes rocheux prismatiques plus ou moins solidaires entre eux. Certaines de ces fractures de décompression sont largement ouvertes et remplies d'argile de décalcification, qui, faisant office de lubrifiant, constitue un facteur aggravant de la désolidarisation des blocs. Enfin, l'absence de butée en pied de coteau aggrave également l'instabilité des différents blocs.



Les fractures de décompression sont parfaitement visibles dans les entrées des caves et ont tendance à s'amenuiser voire disparaître après quelques mètres. Toutefois, il n'est pas rare d'en rencontrer jusqu'à 20 m de distance à l'intérieur des caves. Leur ouverture est en général centimétrique à pluri-centimétrique et atteint exceptionnellement 2 m, comme constaté en amont de l'éboulement survenu à Vouvray-sur-Loir en 1961 : cette fracture se développe sur environ 200 m de long à une vingtaine de mètres en arrière du bord du coteau, sa profondeur est également importante (environ 15-20 m) et la base de la fracture atteint le pied du coteau, traversant les caves qui se sont effondrées lors de l'éboulement de 1961.

- **Fissuration du massif rocheux**, en lien avec la géologie structurale du site.

Différents types de discontinuités (fractures, fissures, failles) affectent le coteau. Ces discontinuités d'origine géologique, couplées aux fractures de décompression du coteau, composent un système de fractures qui fragilise énormément le coteau (figure 21) et les caves (figure 22), non seulement en découpant des blocs rocheux mais aussi en favorisant les infiltrations d'eau et la pénétration de la végétation entre ces blocs.

- **Propriétés mécaniques de la roche**, le tuffeau possédant une résistance mécanique relativement faible, comprise entre 2 et 3 Mpa.

La roche étant très sensible à l'eau et au vieillissement, ses caractéristiques mécaniques vont diminuer progressivement dans le temps, avec des pointes plus marquées en périodes humides et dans les zones concernées par l'émergence de la nappe phréatique (cote +60 m NGF).



Figure 21 : Discontinuités découpant des écaïlles sur le coteau - Château-du-Loir



Figure 22 : Réseau de trois discontinuités à l'origine de la chute d'un dièdre rocheux dans une cave - Château-du-Loir

Les facteurs exogènes sont les suivants :

- **Agents climatiques**, représentés par les précipitations, les alternances de gel-dégel et le vent, qui sont les trois agents atmosphériques ayant le plus d'influence sur la diminution des caractéristiques mécaniques de la falaise.

**Les précipitations** agissent par lessivage des fissures et fragilisent le tuffeau en accélérant le processus de déconsolidation de la roche par décalcification. Par ailleurs, elles diminuent les caractéristiques mécaniques de cette roche. Les fortes précipitations provoquent également des ruissellements en plateau dans les formations de recouvrement (argile résiduelle à silex, *colluvions*<sup>5</sup>), qui peuvent glisser sous forme de loupes de solifluxion et de coulées boueuses.

**Le gel** combiné à la présence d'eau dans la roche provoque une gélifraction. L'eau en gelant se dilate appliquant des sur-contraintes au sein du tuffeau à l'origine de l'apparition de fractures.

**Le vent** exerce une force sur la végétation de surface qui agit alors comme un bras de levier.

L'observation de la répartition des périodes d'apparition des événements historiques de date connue collectés dans la première phase d'étude du PPRMT corrobore tout à fait ces informations (figure 23) : la majorité des sinistres observés (85%) se passe en hiver et au début du printemps, lorsque le tuffeau (poreux) a emmagasiné une grande quantité d'eau et devient à la fois plus dense et plus fragile. En revanche, l'automne, pourtant traditionnellement pluvieux, n'est pas marqué par un nombre de phénomènes élevé (moins de 10%), ceci est certainement dû à l'inertie hygrométrique de l'été causant une humidification progressive et lente du tuffeau et décalant l'action effective de l'eau.

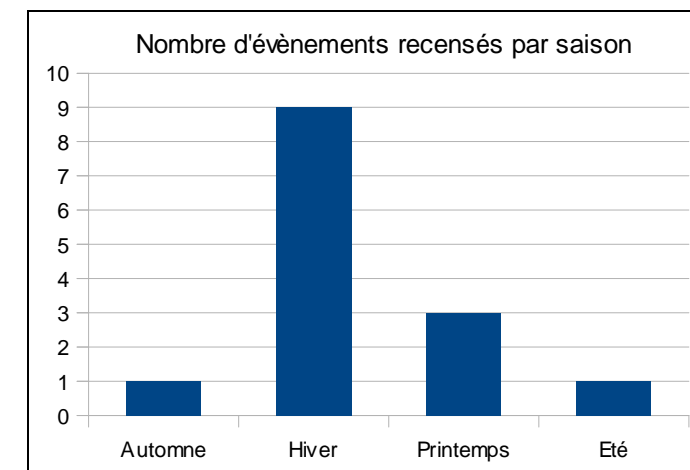


Figure 23 : Diagramme représentant la répartition par saison pour 14 événements de date connue

Si l'on observe maintenant la répartition des événements en fonction des années, on s'aperçoit que certaines années ont été plus touchées que d'autres (figure 24). On constate que le nombre d'événements augmente régulièrement depuis 1961, année où l'éboulement le plus important en terme de surface touchée et de conséquences sur les biens s'est produit à Vouvray-sur-Loir. A noter que l'évènement de 1961 est directement corrélé avec les quantités de pluie tombées cette année-là (930 mm d'eau, alors que la moyenne annuelle du département de la Sarthe est de 690 millimètres).

<sup>5</sup> Dépôt de bas de pente, relativement fin, dont les éléments ont subi un faible transport (définition issue du Dictionnaire de Géologie – A. Foucault, J-F. Raoult, 2è édition, 1984).

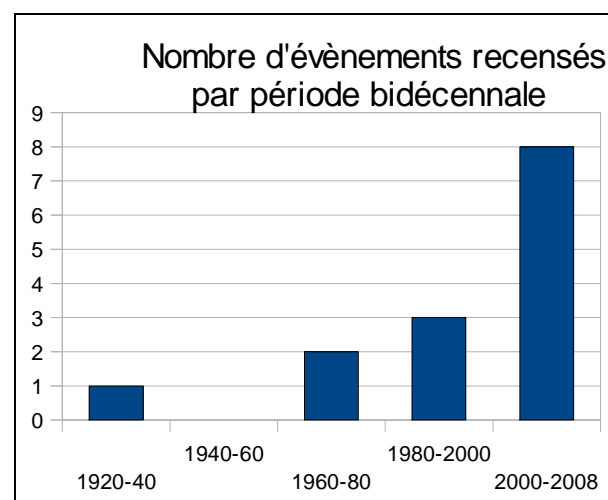


Figure 24 : Diagramme représentant le nombre d'évènements survenus pendant une période de 20 ans, de 1920 à 2008

On constate également un accroissement plus important d'évènements depuis les années 2000, à mettre en relation avec deux éléments :

- x Cinq années (1997-2001) marquées par des excédents pluviométriques très prononcés, à l'origine d'une saturation rapide des sols et de ruissellements très importants.
- x La **mémoire encore vive** des évènements les plus récents (2007-2008) même peu importants, qui fait qu'ils ont été rapportés par les habitants lors des visites de terrain ; dans ce cas, l'étude est à l'origine de la découverte des informations, les faits n'auraient certainement pas été signalés en temps normal compte-tenu de leur faible incidence.

Les évènements des années à venir devront permettre de déterminer si l'accroissement des désordres persiste et quelles en sont les causes.

- **Présence de végétation**, qui peut avoir des effets positifs ou négatifs.

**Effets positifs**, en évapotranspirant une partie des eaux infiltrées. Ainsi, une végétation basse, de type herbacée, a un effet bénéfique en retenant la couche de terre superficielle et en empêchant le ruissellement des eaux vers le front du coteau.

**Effets négatifs**, causés par la pénétration des racines dans les fissures préexistantes à partir desquelles elles appliquent des surcontraintes dans le massif. Ainsi, une végétation haute, de type arbustive ou arborescente, possède des racines qui, atteignant en général en profondeur l'équivalent d'une fois et demi la hauteur de l'arbre, élargissent les fissures et dégradent la roche (figure 25), favorisant la pénétration et la circulation d'eau en son sein. De plus, la végétation peut induire des processus chimiques agressifs qui ont pour effet une décarbonatation (et donc une dissolution partielle) de la roche.



Figure 25 : Décollement de voûte d'une cave sous l'action de racines - Vouvray-sur-Loir

#### • **Activités anthropiques**

Outre la déstabilisation du coteau engendrée naturellement par la présence de vides qui le fragilisent, la **répartition anarchique** des caves constitue un facteur aggravant. Les caves ont en effet été pour la plupart creusées sans plan établi, avec souvent des **piédroits**<sup>6</sup> trop minces (inférieurs à 10 cm dans certains cas). Elles peuvent également se superposer sans qu'un banc suffisamment épais ait été laissé entre les deux étages. Cette disposition explique que la charge supportée par ces caves est, dans certaines zones à forte densité de cavités, trop importante par rapport à la résistance du matériau. La faible épaisseur des piédroits est d'ailleurs l'une des causes de l'écroulement du coteau survenu en 1961 à Vouvray-sur-Loir.

Un autre facteur aggravant lié au sous-cavage est représenté par le **captage de la nappe phréatique** dans certaines des caves situées à la cote piézométrique de la nappe, ces captages générant une forte humidité qui, concentrée dans un espace réduit, sature le matériau et diminue sa résistance.

Une **méthode d'extraction souterraine mal menée** (galeries trop larges, trop faible épaisseur de recouvrement, habitation troglodytique non voûtée présentant un plafond droit sans confortements), constitue également un facteur aggravant l'instabilité du coteau et des cavités.

Autre facteur potentiellement aggravant, les **méthodes d'agriculture modernes**. Elles induisent un drainage médiocre des eaux de surface sur le plateau, ces eaux vont ruisseler au lieu de s'infiltrer et peuvent provoquer des coulées de boue plus ou moins importantes entraînant des mises en charge et des chutes de blocs en aval. A noter que le coteau est moins dégradé par le ravinement si les terres sont travaillées parallèlement à la direction de la crête de falaise, ce qui n'est pas toujours le cas aujourd'hui.

<sup>6</sup> Massif rocheux séparant deux caves. Sachant que les caves de Vouvray et Château ne possèdent pas dans leur grande majorité de piliers, toutes les charges sont reprises par ces piédroits.

A noter également que le coteau, autrefois cultivé, est aujourd'hui généralement **peu entretenu** et de plus en plus envahi par une végétation arbustive non maîtrisée.

Les **vibrations**, engendrées par certaines activités telles que la circulation de véhicules et d'engins sur les routes montant à travers le coteau ou le surplombant, peuvent avoir un effet néfaste sur la stabilité. Ainsi, certaines caves situées sous des routes peuvent se trouver fragilisées et menacer en retour la stabilité de l'infrastructure.

Enfin, l'utilisation ou la non utilisation des cavités peut être à l'origine de leur dégradation accélérée, par **défaut de surveillance et d'entretien**, par déstabilisation lors de **travaux ultérieurs** au creusement (enlèvement de remblais, suppression de piliers, création de nouvelles ouvertures, etc.), etc.



# PLAN DE PREVENTION DU RISQUE MOUVEMENT DE TERRAIN : METHODOLOGIE

## 1. METHODOLOGIE GENERALE

L'élaboration d'un PPRMT se traduit par quatre étapes principales qui donnent lieu à la réalisation de plusieurs cartes techniques et d'une carte réglementaire :

- une carte informative des phénomènes naturels
- une carte des aléas
- une évaluation des enjeux
- le plan de zonage réglementaire du PPRMT

### 1.1 - CARTE INFORMATIVE DES PHENOMENES NATURELS

La carte informative des phénomènes naturels a vocation à informer et sensibiliser les élus et la population. Elle restitue sur un fond de plan topographique la manifestation des phénomènes significatifs, c'est à dire leur type, leur extension et les principales conséquences sur les hommes et les biens.

Elle résulte d'une exploitation minutieuse de toutes les informations disponibles : archives, études, coupures de presse, cartes, iconographie, ainsi que d'une enquête auprès de la population et des élus. Les reconnaissances de terrain réalisées pour caractériser les aléas alimentent également la connaissance des événements.

A Château-du-Loir – Vouvray-sur-Loir, les événements qui ont été recensés concernent des phénomènes d'instabilité du coteau, de sous-cavages ainsi que des marnières souterraines en plateau. C'est à l'appui des investigations de recherche bibliographiques, de témoignages et de reconnaissances de terrain que 94 événements ont été répertoriés.

### 1.2 - CARTE DES ALEAS

La carte des aléas localise et hiérarchise les zones exposées à des phénomènes naturels. Elle classe les aléas en plusieurs niveaux en tenant compte de la nature de ces aléas, de leur probabilité d'occurrence et de leur intensité.

A Château-du-Loir – Vouvray-sur-Loir, la combinaison entre l'intensité de l'aléa coteau et cave et son occurrence dans le temps (à court, moyen ou long terme) a permis de qualifier l'aléa selon un

gradient allant de faible à très fort. Du point de vue cartographique, le zonage de l'aléa tient compte d'une zone de recul et d'épandage pour le coteau ainsi qu'une enveloppe d'effondrement sous forme d'un demi-cercle autour de l'entrée de la cave.

### 1.3 - CARTE DES ENJEUX

La carte des enjeux répond à plusieurs objectifs :

- vérifier que le niveau de précision des études est adapté aux réalités du terrain,
- orienter les prescriptions réglementaires.

A Château-du-Loir – Vouvray-sur-Loir, les principaux enjeux consistent à limiter la population exposée aux risques, ne pas geler l'urbanisation existante et préserver le patrimoine et l'environnement.

### 1.4 - PLAN DE ZONAGE REGLEMENTAIRE

Le plan de zonage réglementaire délimite le risque en réglementant l'occupation et l'utilisation des sols. Les zones ainsi délimitées définissent des interdictions, des prescriptions réglementaires homogènes, ou des mesures de prévention et de sauvegarde.

Il est destiné à être annexé au Plan Local d'Urbanisme et doit être suffisamment précis et lisible pour être applicable en droit des sols.

## 2. HISTORIQUE DES PHENOMENES NATURELS

Le recensement des phénomènes géologiques qui ont affecté le périmètre d'étude constitue une phase importante de l'élaboration du PPRMT. Il permet en premier lieu la prise de conscience du danger trop souvent oublié par les riverains. Ce n'est qu'à la faveur d'événements tel que celui qui affecta en 1961 le coteau au-dessus du bourg de Vouvray-sur-Loir qu'une prise de conscience du risque peut s'amorcer. Pourtant, le coteau a de tout temps été responsable de phénomènes le plus souvent sans conséquence mais aussi impliquant des dommages humains et matériels, même si dans le cadre de cette étude aucune information recueillie ne fait mention de victimes.

En second lieu, cette recherche permet d'identifier les facteurs ayant favorisé l'apparition des phénomènes.

Enfin, ce recensement constitue la base du travail réalisé lors des phases ultérieures du PPRMT pour la qualification des aléas, les aléas de référence étant classiquement déterminés à partir des événements connus les plus importants ou les plus dommageables.

### 2.1 - LA RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE

Une des principales difficultés d'un recensement est l'obtention de documents signalant les phénomènes, en particulier pour les plus anciens. En effet, l'archivage et les documents relatant des phénomènes affectant le coteau ne remontent pas au-delà du 19<sup>ème</sup> siècle. Ces anciens documents ont été recherchés aux Archives Départementales de la Sarthe.



Pour les évènements plus récents, le nombre de documents est plus grand sans être pour autant complètement exhaustif. Les documents sont de types très variés : il peut s'agir d'archives départementales et communales, d'archives de services de l'État (DDT, Préfecture...), d'études géologiques ou géotechniques émanant de bureaux d'étude, de coupures de presses, de documents fournis par les riverains, etc.

- Archives Départementales

Les Archives Départementales de la Sarthe conservent plusieurs séries susceptibles de contenir des informations relatives à des mouvements de terrain liés à des instabilités de coteau ainsi que les collections plus ou moins complètes de nombreux périodiques régionaux et locaux, dans lesquels peuvent se retrouver des articles concernant des évènements survenus dans le passé. Outre l'emplacement et le tracé des caves figurant sur les cadastres napoléoniens, les documents retrouvés donnent des informations sur deux évènements touchant le coteau à Vouvray-sur-Loir.

Le premier évènement (figure 26) concerne l'**éboulement d'un mur soutenant le CVO n° 7** (aujourd'hui rue du Coteau à hauteur des parcelles n° 854-855), survenu le **7 septembre 1927**. Cet évènement a tué deux bêtes et provoqué des dégâts matériels assez importants en contrebas (3 caves écrasées, 200m<sup>3</sup> de décombres évacués).

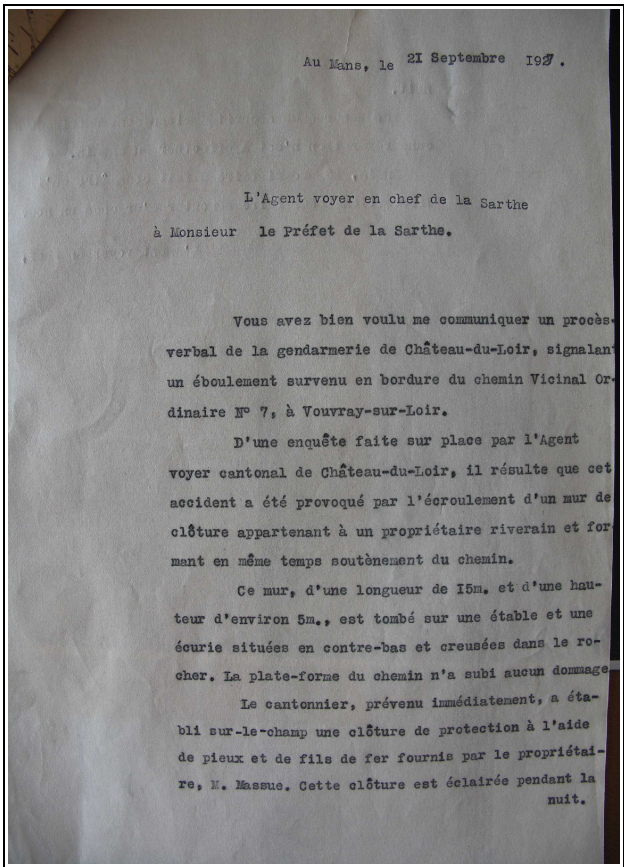


Figure 26 : Extrait du rapport du Service Vicinal du Département rendant compte de l'éboulement du mur – AD Sarthe, cote 30 2862

Le deuxième évènement concerne l'**écroulement en masse d'une portion du coteau** surplombant ce même chemin, survenu le **27 février 1961**, à une centaine de mètres de l'évènement de 1927. Ce nouvel évènement de très grande ampleur (le volume de matériaux éboulés a été estimé à 3 000m<sup>3</sup>) n'a pas fait de victime humaine ni animale mais a causé de gros dégâts matériels (13 caves écrasées, 1 hangar menacé, 3 maisons évacuées en urgence) et engendré des travaux de consolidation lourds (minage du pan de coteau resté menaçant) et coûteux (environ 5 500 F de l'époque).

- Archives communales

La commune de Château-du-Loir a fourni des données (photographies et localisation sur le cadastre) concernant un évènement ayant touché le coteau le **8 janvier 2009**, chez un particulier habitant chemin de Goulard (parcelle n° 86). Un **bloc de volume estimé à 2 m<sup>3</sup>** s'est détaché de la paroi rocheuse et a défoncé le mur de la maison accolée au coteau. Il n'y a heureusement pas eu de victimes.

La commune de Vouvray-sur-Loir, dont les archives ont été classées par le personnel des Archives Départementales de la Sarthe, a fourni des documents intéressant cette étude.

Le premier document est un courrier des Ponts et Chaussées, daté du **15 novembre 1949**, relatant les constats effectués suite à la **visite d'une cave située à Coëmont et s'étendant sous le CR 7**. L'aspect très fissuré du rocher et le peu de recouvrement sous chaussée ont conduit le service des Ponts et Chaussées à conseiller la prise d'un arrêté municipal limitant le tonnage des véhicules à 10 T sur le CR 7. Ce courrier ne fait donc pas référence à un évènement survenu, son objectif est de prévenir un risque d'effondrement.

Le deuxième document est un courrier de la Mairie à l'Association des Maires, daté du 1er juin 1995, établi suite à un **glissement du talus du CR7** expertisé par le LRPC d'Angers en **avril 1995**, dans l'espoir d'obtenir une subvention destinée à compléter le financement des travaux nécessaires à son traitement, estimés à environ 100 000 F. Cet évènement survenu après des pluies exceptionnelles a fait l'objet d'une reconnaissance de la commune en état de catastrophe naturelle (arrêté du 31 juillet 1995).

- Archives de la DDT 72

L'Unité Territoriale de la Vallée du Loir a fourni des données (photographies) sur un **éboulement important du coteau** (volume estimé à plusieurs mètres cube, figure 27) survenu en début d'année 2010 à quelques dizaines de mètres de la RD 61, à la sortie du bourg de Vouvray-sur-Loir (parcelles 540-541).



Figure 27 : Éboulement du coteau à Vouvray-sur-Loir [DDT 72/UT Vallée du Loir]

#### • Archives préfectorales

En consultant le site internet Prim.net, huit arrêtés de catastrophe naturelle pris pour des risques de mouvements de terrain ont été répertoriés pour les communes de Château-du-Loir et Vouvray-sur-Loir. La Préfecture a fourni les documents concernant deux évènements survenus à Vouvray-sur-Loir.

Les premiers documents concernent l'**évènement de 1961** survenu à Vouvray-sur-Loir. Il s'agit de plusieurs courriers abordant le problème des travaux à réaliser sur le coteau, aussi bien sur les plans techniques (avis sur les préconisations du BRGM, constitution d'un dossier d'avant-projet), que sur les plans financiers (montant des travaux estimés à 100 000 F) et juridiques (à qui incombent le financement et la mise en œuvre des travaux, comment se répartissent les responsabilités). Ces courriers montrent bien la complexité du problème (coteau appartenant à de multiples petits propriétaires, coût important des travaux, impossibilité d'obtenir des subventions publiques) qui a d'ailleurs conduit à ce qu'aucune opération en domaine privé n'a été menée à ce jour.

Les deuxièmes documents concernent l'**effondrement d'une habitation troglodyte** survenue en 1983. Il s'agit de pièces écrites qui donnent une idée de la gravité de cet événement, survenu le **18 février 1983**, qui n'a pas occasionné de victime, mais a entraîné la prise de mesures d'urgence importantes : évacuation immédiate et relogement des habitants, arrêté de péril. Le rapport préconise également de faire réaliser une étude spécialisée par un organisme compétent et de demander au Maire de Vouvray de produire rapidement les devis de réparation et de mise en sécurité de l'habitation et du coteau ainsi que l'estimation de l'habitation avant sinistre, ceci dans le but de faire constater l'état de catastrophe naturelle. Le montant des dommages, chiffré à 420 000 F, montre bien l'ampleur du sinistre.

#### • Archives de bureaux d'études

Ces documents rendent compte d'études spécifiques menées par des bureaux d'études géologiques ou géotechniques.

Le plus ancien est un rapport du **Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM)** daté de **septembre 1967** et intitulé « *Étude de stabilité des caves de Vouvray-sur-Loir* ». Il s'agit de l'étude la plus poussée menée sur le coteau de Vouvray suite à l'important éboulement de 1961, qui a été suivi d'autres éboulements en 1962 et 1965. Pour le compte de la Mairie de Vouvray-sur-Loir, **quatre-vingt caves** ont fait l'objet d'un **levé topographique détaillé** (échelle 1/200) et précis (+/- 5 cm) et d'un **diagnostic de stabilité**. Le BRGM a pu déterminer les facteurs principaux d'instabilité des caves (qualité du matériau, répartition anarchique, découpage de blocs rocheux par les fractures de versant, nappe phréatique affleurante et piédroits entre caves trop minces), détailler les zones les plus dangereuses et proposer, en fonction de l'état de chaque cave, des mesures complémentaires (surveillance, travaux de confortement ou fermeture définitive).

Le deuxième rapport émane du **Laboratoire Régional des Ponts et Chaussées (LRPC) d'Angers**, il est daté du **21 avril 1987** et s'intitule « *Château-du-Loir – Éboulement de la cave au lieudit Goulard – Étude géotechnique et de confortation* ». Cette étude, réalisée à la demande de la Subdivision de l'Équipement de Château-du-Loir et pour le compte de la Mairie de Château-du-Loir, consiste en une **étude géotechnique d'une cave et d'un pan de coteau à Goulard**, concernés par un **éboulement survenu pendant l'hiver 1986-87**. L'objectif principal de l'étude est de déterminer les travaux de confortement nécessaires d'une part, à la sécurité des habitations contigües à la cave et d'autre part, à la sécurité des usagers du chemin rural sus-jacent.

L'évènement constaté a mobilisé un volume rocheux d'environ 50 m<sup>3</sup>, qui constituait l'entrée d'une cave. Le recul de la falaise consécutif à l'éboulement menace directement le chemin de Goulard sus-jacent. Le rapport propose deux solutions de confortation, conservant ou non l'usage de la cave (confortement de la voûte avec ou sans remplissage partiel de la cave).

Le troisième document provient du **LRPC d'Angers**, il a été réalisé en **1990-91** et s'intitule « *Carte des risques mouvements de terrain dans la Sarthe* ». Réalisée pour le compte de la DDE de la Sarthe, cette étude a permis d'élaborer un **atlas départemental du risque mouvements de terrain** au sens général (instabilités de falaises et de cavités, glissements de terrain). Basée sur l'exploitation des cartes géologiques, des archives existantes et des informations collectées par les subdivisions auprès des communes, elle a conduit à cartographier des zones concernées par un ou plusieurs risques. Ainsi sur Château-du-Loir et Vouvray-sur-Loir, sont zonés les bords de coteau pour les caves et les falaises rocheuses ainsi que des emplacements ponctuels sur le plateau en liaison avec la présence de marnières.

Le quatrième document émane du **LRPC d'Angers**, il est daté du **19 avril 1995** et s'intitule « *Glissement de talus de déblais sur le CR7 – 72-Vouvray-sur-Loir – Note technique* ». L'étude, réalisée à la demande et pour le compte de la Mairie de Vouvray-sur-Loir a pour objectifs d'une part, de déterminer les causes du **glissement du talus du CR 7** survenu en mars 1995 et d'autre part, de proposer des solutions de confortement destinés à traiter le problème. Le talus haut de quelques mètres a glissé sur environ 40 m de longueur, suite à des phénomènes de ravinements. La principale cause identifiée des désordres est la pluviométrie anormale (intensité et quantité) constatée en janvier 1995. La pose de masques drainants végétalisés est préconisée. Ces travaux ont été réalisés, les factures afférentes sont conservées en Mairie.



Le cinquième document provient du bureau d'études **ANTEA**, il est daté de **mars 1998** et s'intitule « Expertise géotechnique des caves municipales de Vouvray-sur-Loir (Sarthe) ». Cette expertise a été réalisée à la demande et pour le compte de la Mairie de Vouvray-sur-Loir qui ouvre au Public deux des caves lui appartenant. Ces caves faisaient partie de celles visitées en 1967 par le BRGM. Bien qu'aucun désordre majeur n'ait été relevé lors des nouvelles visites, des instabilités liées à l'évolution de la roche sous l'effet des agents climatiques ont été relevées principalement en voûtes. Ces instabilités engendrant décolllements de voûtes et déboulements du remplissage argileux de certaines fractures, ANTEA préconise quelques travaux de confortement, principalement dans l'entrée des caves (purge des décolllements, pose de quelques ancrages et d'un grillage en voûte). Les travaux préconisés ont été réalisés, les factures afférentes sont conservées en Mairie.

Le sixième document émane du **LRPC d'Angers**, il est daté du **25 janvier 2000** et s'intitule « Éboulement coteau du Haut-Goulard – Compte-rendu visite technique du 21 janvier 2000 ». Ce compte-rendu a été établi suite à un **éboulement du coteau** survenu courant janvier 2000 au Haut-Goulard, commune de Château-du-Loir. L'éboulement a concerné un volume rocheux d'environ 1 à 1,5 m<sup>3</sup>, tombé à proximité d'une maison habitée et ayant entraîné un recul de la falaise menaçant la stabilité du chemin communal sus-jacent. Le compte-rendu préconise des mesures d'urgence (interdiction de circulation automobile sur le chemin communal, pose d'un grillage en haut et en pied de falaise pour la protection des piétons et riverains) ainsi que la réalisation d'une étude détaillée de la falaise.

Le septième document provient du **LRPC d'Angers**, il est daté du **27 octobre 2003** et s'intitule « RN 138 – Déviation de Château-du-Loir – Étude géotechnique complémentaire – Phase 2 : Visites et cartographies des caves ». Il s'agit d'une étude géotechnique routière, réalisée pour le compte de la DDE 72. Cette étude géotechnique comporte une partie spécifique pour la **reconnaissance des caves** situées à l'aplomb du tracé. L'étude a pour objectifs de répertorier les caves concernées par le tracé, de les lever sommairement et les reporter sur les plans du projet, de réaliser leur diagnostic sommaire de stabilité et enfin d'établir les recommandations relatives à la présence de ces cavités sous le projet. Les quatre caves concernées sont situées sur la commune de Château-du-Loir, vallée du Beudron. Quatre autres caves situées à Coëmont, commune de Vouvray-sur-Loir ont été également visitées et diagnostiquées car situées à l'aplomb ou à proximité de la RN 138 existante. Des événements récents ont été constatés sur trois caves (décollement de voûte et chutes de blocs). Les traitements préconisés ont été déterminés en fonction de l'état des caves et de leur situation par rapport au projet : effondrement de certaines caves peu profondes avant les terrassements, comblement partiel d'autres caves plus profondes. Enfin, il a été conseillé de combler partiellement l'une des caves s'étendant sous l'actuelle RN 138 et présentant des signes d'instabilité de voûte. D'après les renseignements obtenus lors des visites de terrain menées pour le PPRMT, ce comblement a été réalisé par le Conseil Général de la Sarthe.

Le huitième document émane du **LRPC d'Angers**, il est daté des **12 janvier et 7 mai 2004** (2 rapports) et s'intitule « Mission d'Assistance à Maîtrise d'Ouvrage (AMO) – Gestion des cavités situées à proximité de l'église – Compte-rendus des visites du 7 janvier 2004 et des 23 et 28 avril 2004 ». Ces compte-rendus, réalisés à la demande de la Subdivision de l'Équipement de Château-du-Loir et pour le compte de la Mairie de Château-du-Loir, concernent le suivi des reconnaissances menées pour **localiser une galerie souterraine** dont l'existence venait d'être avérée. Suite au constat d'un affaissement de surface à l'aplomb de cette galerie, le premier compte-rendu préconise des mesures d'urgence (restrictions de circulation et interdiction de stationnement). Le deuxième rapport rend compte du suivi des sondages à la pelle réalisés à l'aplomb de la galerie et de l'affaissement. Ces sondages ont mis en évidence une galerie passant sous l'église et semblant se poursuivre au-delà de l'affaissement, en direction d'une autre galerie connue (figure 28). Le rapport préconise le remblaiement de la galerie reconnue, le comblement par des matériaux appropriés et

bien compactés du sondage pratiqué sur l'affaissement et la vérification de l'étanchéité du dispositif d'évacuation des eaux pluviales attendant. Les conclusions n'excluent pas la survenue d'autres désordres à l'aplomb de l'extension non reconnue de la galerie.

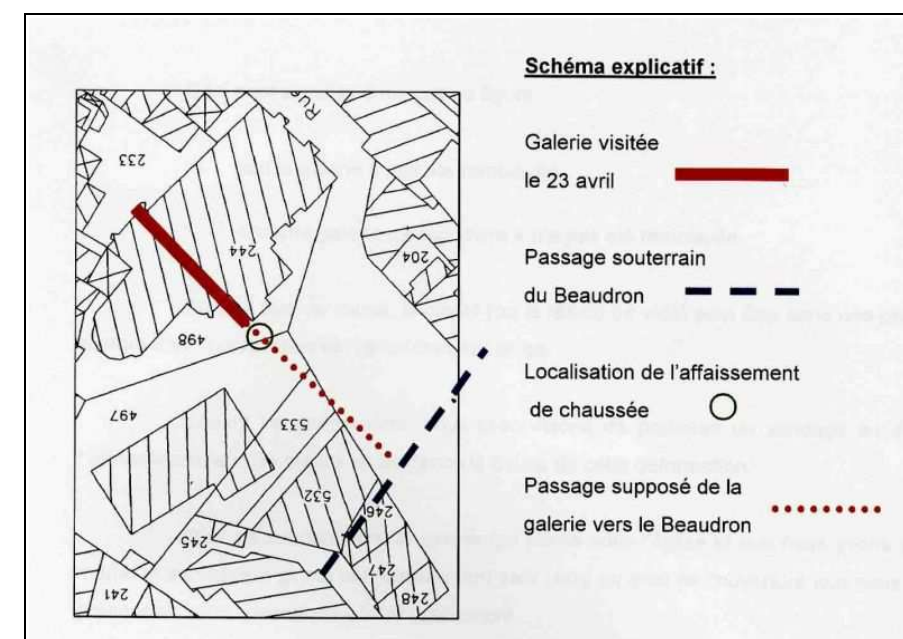


Figure 28 : Plan des galeries connues et supposées sous et à proximité de l'église – Extrait du rapport LRPC n° 12.04.72.101 - Château-du-Loir

Le neuvième et dernier document provient du **BRGM**, il est daté d'**avril 2004** et s'intitule « Inventaire des cavités souterraines du département de la Sarthe. Cette étude, réalisée pour le compte et en partenariat avec le Ministère de l'Environnement et du Développement Durable (MEDD), est un **inventaire des cavités souterraines hors mines**, réalisé sur l'ensemble du territoire départemental. Les investigations réalisées comportent un recueil de données (recherche bibliographique, enquête auprès des communes et des services techniques), une validation sur le terrain sur quelques points et la saisie des informations sur une base de données. D'après cet inventaire, Château-du-Loir et Vouvray-sur-Loir sont concernés par respectivement 22 et 13 cavités, soit des caves ou groupes de caves, soit des marnières.

#### • Archives de riverains

Lors des visites de terrain réalisées dans le cadre de ce PPRMT, certains riverains ont prêté des documents photographiques illustrant leurs témoignages relatifs aux événements qu'ils ont connus. Sept documents ont été prêtés, pour des événements relativement récents, survenus entre 2000 et 2008. La plupart concernent des chutes de pierres et de blocs ; l'évènement le plus important est un **éboulement du coteau** survenu en 2000 à Château-du-Loir (Les Gabones, section AC n° 97-334), pour lequel 7 camions ont été nécessaires à l'évacuation de la totalité des matériaux éboulés.

#### • Archives cartographiques

Différentes cartes ont été examinées pour cette étude : carte topographique IGN 1/25 000, cartes géologiques du BRGM au 1/80 000 (Le Mans) et 1/50 000 (Château-du-loir et La Chartre-sur-le-Loir), plans cadastraux.

Les informations recherchées concernent la toponymie (noms de lieux susceptibles d'évoquer la présence d'anciennes carrières ou d'effondrements, par exemple "La Fosse...", "Le Trou...", etc.), ainsi que des emplacements de caves, de carrières souterraines ou à ciel ouvert ou de puits de marnières.

La principale information donnée par la lecture des cartes concerne l'emplacement et, pour Vouvray-sur-Loir uniquement, l'enveloppe des caves figurant sur les plans cadastraux du 20<sup>ème</sup> siècle.

- **Synthèse de la recherche bibliographique**

En résumé, vingt évènements ont pu être répertoriés à partir de cette recherche documentaire. Plus de la moitié d'entre eux concerne le coteau (12 évènements, de la chute de pierres à l'éboulement mobilisant plusieurs mètres cube de matériaux).

On relève également un certain nombre d'évènements mixtes (4 touchant le coteau et les caves), tous de grande ampleur, de l'éboulement mobilisant quelques mètres cube et défonçant le toit d'une habitation troglodytique à l'écroulement généralisé d'un pan de falaise concernant plusieurs milliers de mètres cube de roche.

Les évènements touchant exclusivement les caves sont au nombre de trois, il s'agit de chutes de blocs et d'un affaissement de surface à l'aplomb d'une cave.

Enfin, un glissement de terrain dans les formations meubles de recouvrement a été identifié.

On constate que les évènements les plus graves qui ont touché le coteau de Château-du-Loir et Vouvray-sur-Loir possèdent tous une bibliographie, de la plus légère (anciens articles de presse relatant l'évènement) à la plus technique et détaillée (rapports de bureaux d'études). L'évènement le plus catastrophique (écroulement du coteau en 1961 à Vouvray-sur-Loir) est également celui qui a été le plus étudié (voir le rapport du BRGM) ; pourtant, l'origine de cet écroulement et le risque résiduel ne sont toujours pas clairement identifiés.

## 2.2 - LES ENQUETES ORALES

De nombreux renseignements sur les évènements passés sont apportés directement par les riverains, propriétaires et usagers de caves, "Anciens" détenteurs de la mémoire locale, exploitants agricoles rebouchant des effondrements sur le plateau, etc.

Dans le cadre du PPRMT, l'ensemble du coteau et un certain nombre de caves ont fait l'objet d'un diagnostic visuel. Lors de ces visites, de nombreux riverains ont été rencontrés et interrogés, ce qui a permis de recueillir 38 témoignages.

Plus de la moitié d'entre eux concerne des évènements survenus sur le coteau (23), de la chute de pierres à l'éboulement mobilisant plusieurs mètres cube.

Moins de 15% des témoignages (5 à 6) concernent soit des évènements mixtes (éboulements ou écroulements), soit des manifestations de surface des cavités de plateau (effondrements à l'aplomb de marnières).

Enfin, 10% des témoignages concernent des évènements survenus dans des caves (de la chute de blocs à l'effondrement partiel de la cave).

Il est intéressant de souligner qu'environ 75% des témoignages ne font pas référence à un évènement figurant en bibliographie. Ce chiffre montre l'importance d'une telle enquête pour obtenir

des informations sur les évènements passés, en particulier ceux de faible ampleur, ne laissant le plus souvent aucune trace écrite.

## 2.3 - LA RECONNAISSANCE DE TERRAIN

Cette reconnaissance a deux objectifs. Dans le cadre de la réalisation de la carte informative des évènements, elle permet d'observer in-situ les traces de désordres plus ou moins récents (éboulis du coteau ou en caves, affaissements ou effondrements sur le plateau, etc.). Dans le cadre de la suite des études techniques du PPRMT et en particulier pour la phase de zonage des aléas, cette reconnaissance est indispensable puisqu'elle concourt à qualifier en intensité, gravité et occurrence les aléas coteau et cavités ainsi qu'à définir leur extension prévisionnelle (épandage, recul).

La reconnaissance a consisté d'une part, à réaliser le diagnostic visuel de l'ensemble du coteau visible (c'est-à-dire coteau non revêtu et non masqué par la végétation) et d'autre part, à vérifier les informations relatives à des cavités souterraines en plateau.

Parallèlement au diagnostic du coteau, un certain nombre de caves a été visité, dans le but de valider la classification de ces caves en aléa fort par un premier bureau d'études SFRM. Des caves supplémentaires ont été également visitées, pour diverses raisons : pas de visites antérieures d'après les propriétaires, coteau masqué et non diagnosticable, caves ne figurant pas sur le plan de zonage de l'aléa réalisé par SFRM.

Au total, 164 pans de coteau et 163 caves ont été visités et diagnostiqués.

Cinquante-trois traces d'évènements passés ont été relevés lors de ces visites, répartis presque uniformément sur les caves et le coteau (40% chacun).

Pour le coteau, les désordres vont de la chute de matériaux meubles à l'éboulement de plusieurs mètres cube (figure 29), en passant par des chutes de pierres et de blocs.

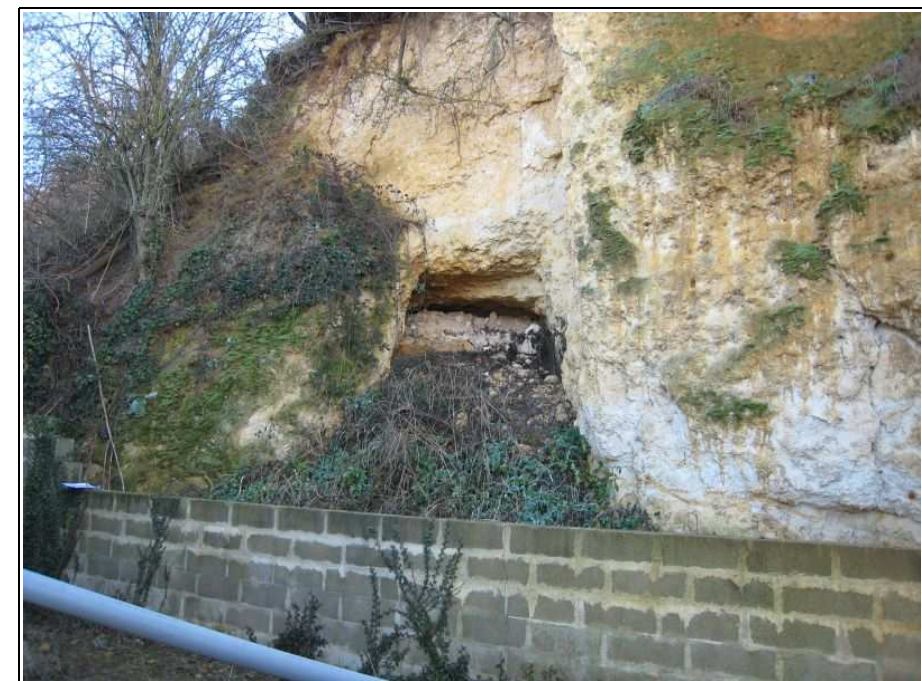


Figure 29 : Éboulement - Château-du-Loir



Pour les caves, les conséquences des instabilités souterraines dans les caves et en surface ont été relevées : chutes de matériaux meubles, de pierres, de blocs (figure 30), fontis, affaissements (figure 31).



Figure 30 : Chutes pierres et blocs consécutives à l'écaillage du piédroit - Vouvray-sur-Loir



Figure 31 : Affaissement à l'aplomb d'une cloche de fontis en évolution dans une cave - Vouvray-sur-Loir

Les 20% d'évènements restants sont soit des évènements mixtes de grande ampleur (éboulements ou écroulements de falaise et de caves), soit des glissements meubles de versant, soit des désordres de surface en rapport avec des cavités de plateau (marnières, figure 32).

A signaler que 90% des désordres relevés sur le terrain ne sont pas répertoriés en bibliographie et n'ont pas été signalés oralement. Cette reconnaissance est donc précieuse, en particulier pour l'observation des évènements les plus récents touchant des terrains inoccupés.

Les conséquences de l'un des évènements les plus importants (l'écrasement en 1983 d'une habitation troglodytique à Vouvray-sur-Loir) sont toujours visibles : l'habitation est aujourd'hui abandonnée et n'a pas fait l'objet de travaux. Le bloc qui a traversé le plafond est toujours présent



Figure 32 : Désordre remblayé à l'aplomb d'une cavité en plateau - Château-du-Loir

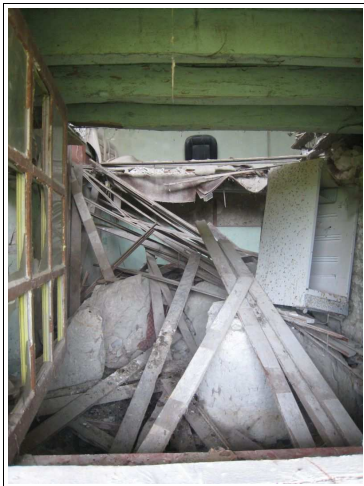


Figure 33 : Maison troglodytique ruinée - Vouvray-sur-Loir

dans les décombres de la maison (figure 33).

## 2.4 - SYNTHESE DES EVENEMENTS RECENSES

A l'issue des investigations réalisées, **quatre-vingt-quatorze (94)** évènements ont été recensés, répartis de façon quasi uniforme entre Château-du-Loir (48 évènements) et Vouvray-sur-Loir (46). Le plus vieux date de 1927, le plus récent a été relevé en début d'année 2010.

La figure 34 présente les évènements les plus importants ayant touché les deux communes.

Évènement	Date	Commune	Dégâts matériels (équipements publics)	Dégâts matériels (particuliers)
Écroulement mixte	07/09/1927	Vouvray	Aucun	3 caves détruites, 2 bêtes tuées
Écroulement mixte	27/02/1961	Vouvray	Aucun	13 caves et 1 hangar détruit, 3 maisons évacuées, coûts déblaiement et consolidation env 5 500 F
Effondrement toit troglodyte	18/02/1983	Vouvray	Aucun	1 maison troglodytique détruite, montant dégâts env 420 000 F
Écroulement mixte	?	Vouvray	Aucun	Plusieurs caves détruites
Effondrement cave	?	Vouvray	Aucun	2 caves abandonnées effondrées

Figure 34 : Tableau présentant les principaux évènements recensés

Ce recensement permet de faire ressortir certains éléments :

- Aucun des **accidents répertoriés n'a heureusement fait de victimes**, ce qui ne signifie pas qu'il n'y en pas eu dans le passé antérieurement à l'évènement répertorié le plus ancien (1927).
- Les **six évènements majeurs** (écroulements de pans de falaise et/ou de caves ou d'habitations troglodytiques) sont **tous localisés à Vouvray-sur-Loir** et pour plus de la moitié d'entre eux à proximité du principal évènement de 1961. Il semble que cette zone présente une sensibilité particulière à des risques d'instabilité généralisée.
- Vingt-huit évènements d'ampleur plus limitée** mais néanmoins importants (éboulements de coteau mobilisant plusieurs mètres cube, effondrements partiels de caves, manifestations de surface à l'aplomb de caves), sont **répartis de façon uniforme sur les deux communes**. Il semble dans ce cas que les facteurs d'instabilité internes et externes au coteau qui se retrouvent sur l'ensemble de la zone d'étude, jouent un rôle primordial. C'est le coteau qui est le plus concerné par ce type d'évènements (plus de la moitié des évènements recensés).
- Cinquante-deux évènements peu importants** (chutes de matériaux meubles, de pierres, de blocs concernant indifféremment caves et coteau) ont été relevés ; presque **70% sont localisés sur la commune de Vouvray-sur-Loir**. Cette différence entre les deux communes est principalement à mettre en relation avec le développement plus important du coteau rocheux sur la commune de Vouvray, avec parfois jusqu'à 4 niveaux de caves. La surface de coteau et le nombre de caves diagnostiqués sur Vouvray-sur-Loir étant deux fois plus importants que sur Château-du-Loir, il est logique que ces petits évènements aient été répertoriés en plus grand nombre sur Vouvray.



- Enfin, **huit évènements** concernent des manifestations de surface liées à la présence sous-jacente de cavités de plateau (type marnières). Elles sont **toutes localisées sur le plateau de la commune de Château-du-Loir**, ce qui ne veut pas dire qu'il n'y a pas de marnières à Vouvray-sur-Loir, mais plutôt qu'aucune recherche poussée de ces cavités de plateau n'a été encore menée.

### 2.5 - REPORT CARTOGRAPHIQUE

Six cartes informatives des évènements ont été élaborées à l'aide du logiciel Mapinfo. Les deux premières concernent la commune de Château-du-Loir, les quatre suivantes concernent la commune de Vouvray-sur-Loir. Un extrait d'une carte de Vouvray-sur-Loir est représenté sur la figure 35.

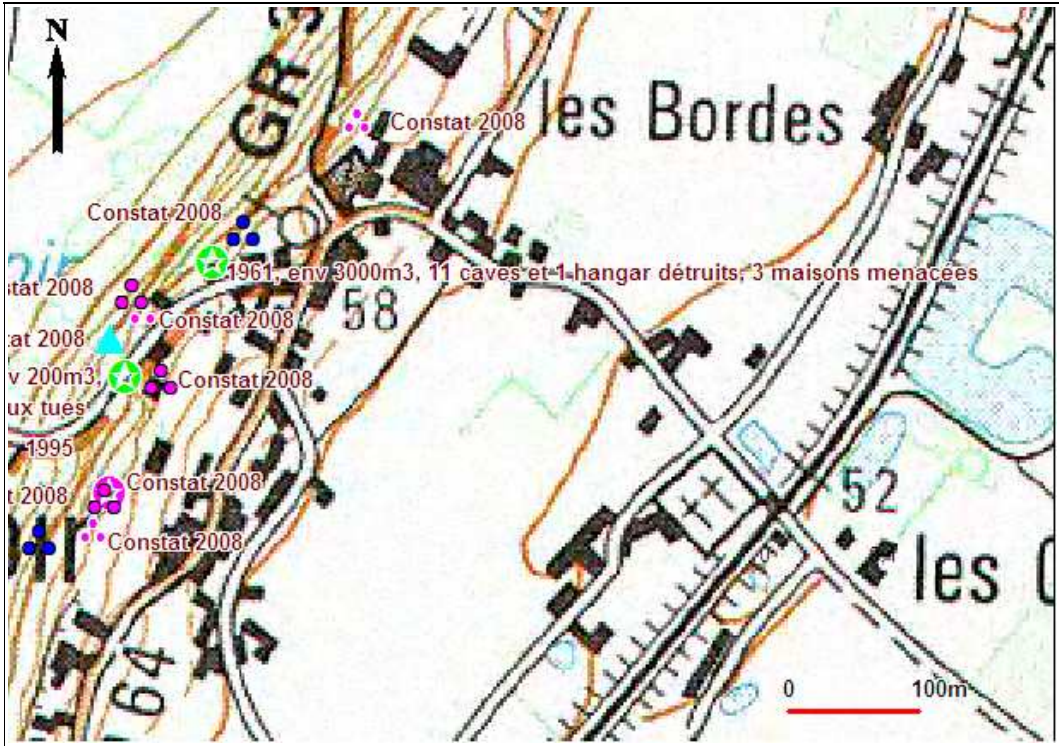


Figure 35 : Extrait de la carte informative des évènements sur Vouvray-sur-Loir

Les échelles retenues sont soit le 1/5000 (pour les évènements denses touchant le coteau sous-cavé), soit le 1/10000 (pour les évènements en plateau plus diffus).

Une légende accompagne chaque carte. Chaque évènement est identifié par un **code couleur**, expliquant **l'aléa concerné** (coteau, cave, coteau + cave, versant, cavité de plateau) et un **code forme**, expliquant le **type d'évènement** (chute de matériaux meubles, de pierres, de blocs, éboulement ou cave partiellement effondrée ou glissement, écroulement ou cave totalement effondrée, désordre de surface).

## 3. DETERMINATION DES ALEAS MOUVEMENTS DE TERRAIN

La détermination des aléas mouvements de terrain a été réalisée en deux temps. Une première étude, établie par le prestataire Société Française des Risques Majeurs (SFRM), a permis de diagnostiquer de nombreuses caves et de qualifier l'aléa effondrement de cavités souterraines. Une étude complémentaire menée par le Centre d'Études Techniques de l'Équipement de l'Ouest (CETE de l'Ouest-Laboratoire Régional d'Angers) a caractérisé l'aléa instabilité du coteau et réalisé la synthèse de ces deux aléas.

### 3.1 - QUALIFICATION DE L'ALEA EFFONDREMENT DE CAVITES

Le bureau d'études SFRM a localisé et expertisé l'état d'environ 200 cavités.

Pour chaque cavité, une fiche renseigne sur l'identité du propriétaire, l'adresse de la propriété, les dimensions de la cavité, son usage, l'état de dégradation mécanique et chimique du tuffeau, la présence éventuelle de végétation et d'eau, de surcharge pondérale, l'existence d'éléments de confortement et le constat éventuel de l'engagement du processus d'effondrement. Ces critères permettent à l'aide d'une grille de cotation d'affecter à chaque cavité un indice allant de 0 à 25. Cet indice traduit l'état de fragilité et d'instabilité de la cave, ainsi plus l'indice est fort, plus la cave est susceptible de s'effondrer (cf. exemple de fiche de renseignement en figure 36).

A l'indice de cotation de l'état des cavités correspond une classification d'aléa allant de faible à fort, selon le tableau de traduction suivant :

Cotation de la cavité	Aléa correspondant
Indice compris entre 0 et 6 inclus	Aléa faible
Indice compris entre 7 et 10 inclus	Aléa moyen
Indice compris entre 11 et 25 inclus	Aléa fort

En 1967, le **BRGM** a réalisé une étude de stabilité portant sur 80 caves de la commune de Vouvray sur Loir. L'étude a identifié, pour chaque cavité inspectée, les principaux facteurs d'instabilités afin de conseiller au cas par cas les mesures à mettre en œuvre pour s'en prémunir. En 2004, les prospections de terrain effectuées par SFRM ont montré que l'état des cavités expertisées en 2004 était analogue à celui des mêmes cavités expertisées en 1967. Ainsi, une classification de l'aléa des caves visitées uniquement par le BRGM a été établi par SFRM selon le tableau suivant :

Nature des prescriptions	Classe d'aléa
Cave à surveiller	Aléa faible
Cave à surveiller attentivement	Aléa moyen
Travaux confortatifs à prévoir ou cave dangereuse	Aléa fort

**FICHE DE RENSEIGNEMENT**  
**N° 5 b**

**LOCALISATION**

Propriétaire / Locataire : ?


Adresse : entre 1 et 3, rue Basse

**DIMENSIONS**

Longueur = 7 mètres

Largeur = 3 mètres

Hauteur = 2 mètres



		Grille de cotation	Cotation de la cavité
Usage de la cavité	Logement	0	
	Dépendance	1	
	Abandon	2	x
Dégradation mécanique du tuffeau	Néant	0	
	Fissurations	1	
	Fracturations	3	x
	Faïlles	4	
Dégradation chimique du tuffeau	Tuffeau sain	0	
	Tuffeau légèrement altéré	1	x
	Tuffeau très altéré	3	
Végétation	Sans racines apparentes	0	x
	Avec racines apparentes	3	
Eau	Sans	0	
	Présence au sol	1	x
	Suintement aux murs	2	
	Suintement au plafond	4	
Surcharge pondérale	Sans	0	x
	Constructions, routes, ...	2	
Éléments de confortement	Cavité maçonnée	0	
	Ouvrages ponctuels (piliers, projections, ...)	1	x
	Sans	2	
Processus d'effondrement engagé	Néant	0	
	Témoignage oral	2	
	Chute de blocs constatée	5	x
		<b>TOTAL = 13</b>	

Figure 36 : Exemple de fiche de renseignement cave établie par SFRM

La représentation cartographique de cet aléa effondrement de cavité correspond à un demi-cercle centré sur l'entrée de la cave et dont l'axe principal est généralement orthogonal au plan de la falaise dans laquelle est creusée la cave.

Selon la profondeur horizontale de la cave, deux rayons sont utilisés :

- les cavités de moins de 20 m sont retranscrites avec un secteur angulaire de rayon égal à 20 mètres ;
- les cavités de plus de 20 m sont retranscrites avec un secteur angulaire de rayon égal à 40 mètres.

En cas de superposition d'aléa, c'est la classe d'aléa la plus élevée qui s'impose.

Dans le cadre de l'étude d'instabilité du coteau et de la synthèse des deux aléas par le **CETE de l'Ouest**, des compléments ont été apportés. Ainsi, l'aléa a été déterminé pour une centaine de caves non prises en compte par SFRM et l'aléa a été soit modifié soit confirmé pour une cinquantaine de caves prises en compte par SFRM et revisitées par le CETE de l'Ouest lors des diagnostics visuels du coteau. La qualification de l'aléa prend en compte l'estimation globale de l'état de la cavité après observation visuelle (voûte et piliers principalement) avec application éventuelle d'une majoration en fonction de l'environnement (épaisseur de recouvrement, niveaux excavés à l'aplomb...). Pour les galeries dépassant 50 m de longueur, le rayon du demi-cercle centré sur l'entrée de la cave a été augmenté de façon à ce que l'enveloppe des galeries soit contenue dans le zonage de l'aléa.

### 3.2 - QUALIFICATION DE L'ALEA INSTABILITE DU COTEAU

Les aléas associés aux différents phénomènes répertoriés dans la carte informative des événements correspondent à la **probabilité pour que l'un de ces événements, d'une intensité donnée, se produise à un instant donné**.

Pour qualifier les aléas, il est nécessaire au préalable de déterminer le ou les **aléas de référence**, qui visent à définir l'échelle des intensités des aléas rencontrés dans la zone d'étude.

L'aléa de référence correspond classiquement au **plus fort événement connu sur la zone d'étude**. Il peut donc correspondre à un **phénomène majeur**, sous l'action duquel la sécurité des personnes et des biens ne peut être assurée. A l'inverse, l'aléa de référence peut être associé à un phénomène très peu important voire dans certains cas inexistant.

Sur le périmètre du PPRMT, le plus fort événement historique connu est l'éboulement en masse (3 000 m<sup>3</sup> de matériaux éboulés) du coteau à l'aplomb de la rue du Coteau à Vouvray-sur-Loir, survenu le 27 février 1961. Suite à cet éboulement, la ligne de crête du coteau a reculé de 20 m par endroits (figure 37).

Cet événement s'est produit sur une partie du coteau qui **n'est pas représentative** de l'ensemble du périmètre d'étude. A cet endroit, de nombreux **facteurs externes** à la roche se conjuguent aux facteurs principaux d'instabilité liés à la structure et aux caractéristiques topographiques du coteau pour diminuer la stabilité d'ensemble du massif rocheux :

- Émergence, sous la zone effondrée en 1961, au niveau des paliers inférieurs du coteau, de la **nappe phréatique** contenue dans les formations calcaires du Turonien moyen et supérieur ;



- **Fluage** des calcaires marneux du Turonien inférieur constituant le soubassement du coteau à cet endroit ;
- **Hauteur** relativement importante du palier supérieur du coteau effondré en 1961 (15 à 20 mètres) ;
- **Forte densité** des caves très proches les unes des autres, avec parfois **superposition** sur les caves des niveaux inférieurs.

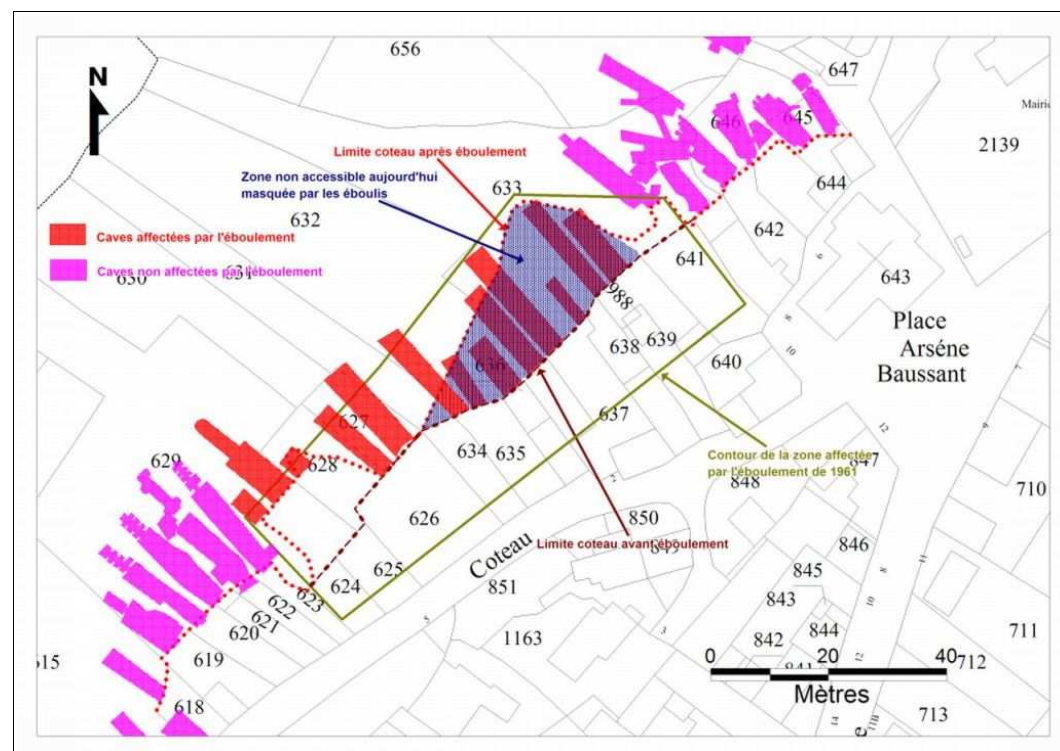


Figure 37 : Localisation de l'évènement de 1961 sur fond cadastral (Vouvray-sur-Loir)

Sur le reste du périmètre du PPRMT, les plus forts événements constatés sont de moindre ampleur (éboulements de blocs atteignant des volumes de quelques dizaines de mètres cube). Les facteurs listés ci-dessus n'influent pas ou peu sur la stabilité et les phénomènes constatés sont principalement liés aux **facteurs endogènes** d'instabilité propres au matériau calcaire constituant le coteau (propriétés mécaniques du tuffeau, fissuration et décompression du massif rocheux).

Deux aléas de référence ont donc été fixés :

- Un **éboulement en grande masse du coteau**, pouvant être à l'origine d'un recul de la falaise de quelques dizaines de mètres sur un linéaire d'environ 200 m à l'ouest du centre bourg de Vouvray-sur-Loir (figure 38) ;
- Un **éboulement rocheux de quelques dizaines de mètres cube**, pouvant être à l'origine d'un recul de la falaise de quelques mètres, pour le reste du périmètre du PPR.

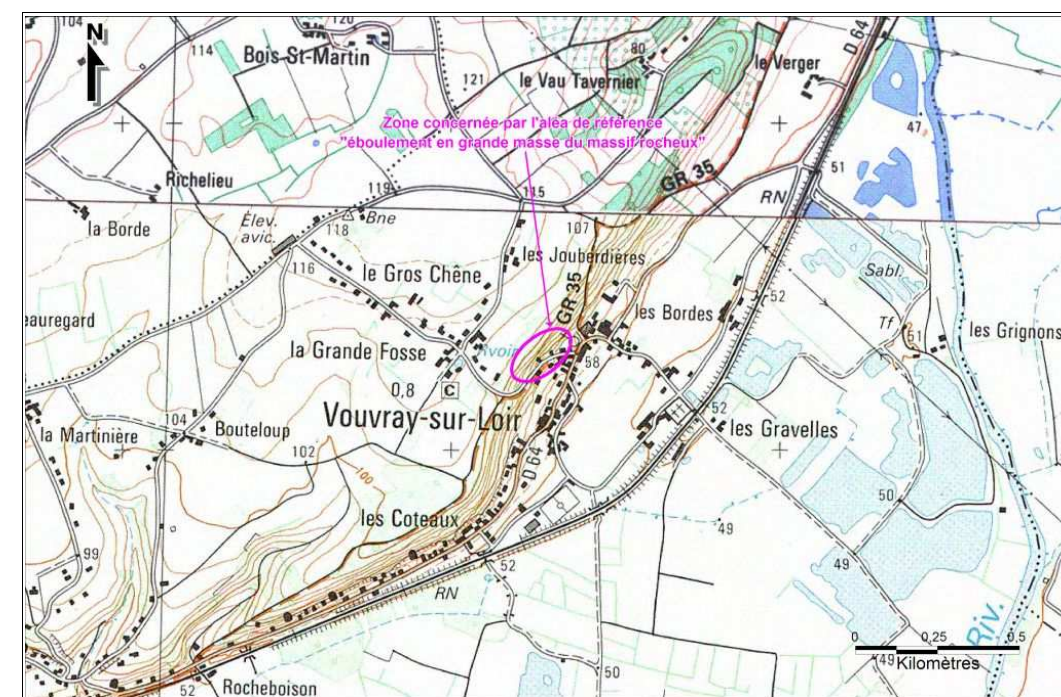


Figure 38 : Localisation de la zone concernée par l'aléa de référence "éboulement en grande masse" (Vouvray-sur-Loir)

Pour les phénomènes de mouvements de terrain, la **qualification d'un aléa** prend en compte principalement la notion **d'intensité**, reliée aux volumes instables mis en jeu. Cette approche est donc proposée pour la qualification des aléas, en ajoutant une pondération relative à **l'occurrence** de survenue d'un phénomène par rapport à un délai donné.

#### • Occurrence de l'aléa

Dans le domaine des instabilités rocheuses, l'occurrence ne peut être définie de façon quantitative : en effet, les phénomènes de rupture vont dépendre non seulement de paramètres intrinsèques au massif rocheux (structure et fracturation du massif, propriétés mécaniques de la roche, etc.) mais aussi de paramètres externes (agents climatiques, végétation, action de l'homme, etc.) **aléatoires**. Il est quasiment impossible d'avoir suffisamment de connaissances de ces différents facteurs pour évaluer de façon fiable une probabilité de rupture, d'autant plus que les mouvements peuvent s'initier très discrètement et évoluer imperceptiblement jusqu'à leur évolution brutale.

L'occurrence sera donc définie de **façon qualitative**, en se basant sur la notion de **prédisposition d'un site à produire un événement donné**. Cette prédisposition est déterminée à partir d'une démarche d'expert et de l'exploitation des informations recueillies sur les événements passés, à partir des recherches bibliographiques, des enquêtes et des observations de terrain. On cherche ainsi à qualifier les événements antérieurs, à déterminer les indices précurseurs (volumes instables visibles) ainsi que les signes d'évolution (fissures, fractures ouvertes et paraissant actives). Les paramètres défavorables, internes au massif (géologie, hydrogéologie) ou externes (action des précipitations, de la végétation, de l'homme), sont également étudiés et pris en compte à partir d'une approche naturaliste faisant appel à l'expérience et au ressenti de l'expert.



Ainsi, il a été distingué trois niveaux d'occurrence probable :

- Occurrence probable faible (O1) : l'évènement est susceptible de se produire à **long terme**, dans un délai **égal ou supérieur au siècle** ;
- Occurrence probable moyenne (O2) : l'évènement est susceptible de se produire à **moyen terme**, sous **quelques décennies** ;
- Occurrence probable forte (O3) : l'évènement est susceptible de se produire à **court terme**, sous **quelques années**.

Par exemple, les nombreuses chutes de pierre affectant le coteau sont classées pour la plupart en occurrence forte, avec une période de retour pouvant aller de quelques mois à quelques années.

• Intensité de l'aléa

L'intensité d'un phénomène sera définie en fonction d'une part, du **volume des masses instables** relevées et d'autre part, de **l'importance et de la grandeur du coût des mesures** à mettre en œuvre pour s'en prémunir. Ainsi, **quatre niveaux d'intensité** sont distingués :

- Intensité faible (I1) : existence d'un pan de coteau, sur lequel aucun **signe d'instabilité notable** n'a été constaté lors de la visite<sup>7</sup> ou **signes localisés d'instabilité d'ampleur très réduite** ; le coût des parades techniques pour se prémunir de l'évènement serait supportable financièrement par un propriétaire (**parade à l'échelle de la parcelle**) ;  
*(exemples : purge de quelques pierres déchaussées, d'un arbre ou deux en porte-à-faux, etc.)*
- Intensité moyenne (I2) : existence de **signes d'instabilité** (fissures actives, couverture meuble instable, blocs découpés) de **petite ampleur** (volumes instables inférieurs au m³) ; le coût des parades techniques serait supportable financièrement par un propriétaire (**parade à l'échelle de la parcelle**) ;  
*(exemples : purge de quelques blocs instables en falaise, d'un arbre en porte-à-faux avec système racinaire développé, etc.)*
- Intensité forte (I3) : existence de **signes d'instabilité** (gros blocs découpés, existence d'un surplomb, d'un sous-cavage, racines déstructurant le massif, ruissellement ou infiltration d'eau dégradant le massif), révélant un **risque de chute de gros blocs** (volumes de quelques m³ à quelques centaines de m³) ; le coût des parades à mettre en œuvre serait supportable par un petit groupe de propriétaires (association de riverains, immeubles collectifs, etc.), une **parade est donc envisageable à l'échelle de quelques parcelles** ;  
*(exemples : confortements d'un petit pan de falaise, revêtement d'un pan de falaise en béton projeté, drainage d'une petite zone instable, etc.)*
- Intensité très forte (I4) : existence de **signes d'instabilité** traduisant un risque **d'effondrement en grande masse du coteau** (plusieurs milliers voire dizaine de milliers de m³), pour lequel les parades techniques seraient techniquement très difficiles et/ou auraient un coût très important, dépassant les capacités financières d'un petit groupe de propriétaires ou d'une petite collectivité publique (**aire géographique débordant largement du cadre**

**parcellaire**).  
*(exemples : confortements d'un pan de falaise instable, drainage d'une zone instable, etc.)*

Par rapport à ce classement, l'aléa de référence du bourg de Vouvray-sur-Loir peut être considéré comme ayant une **intensité très forte** (*phénomène touchant une dizaine de parcelles et pour lequel aucune parade individuelle ne peut être envisagée ; seul un confortement étudié pour l'ensemble du coteau à cet endroit pourra permettre de stabiliser définitivement le massif rocheux*). L'aléa de référence du reste du périmètre du PPR a une **intensité forte**.

• Aléa résultant

L'aléa résultant est classiquement défini comme la **combinaison des intensités et des occurrences**.

Pour les aléas de forte intensité, il a été décidé de considérer le court terme (O3) comme un facteur d'aggravation du risque. A l'inverse et pour les aléas d'intensité moyenne, le long terme (O1) est pris en compte positivement.

Ainsi, **l'aléa résultant** est déterminé en combinant les intensités et occurrences selon la **matrice** présentée en figure 39.

		Intensité			
		I4 (Très Fort)	I3 (Fort)	I2 (Moyen)	I1 (Faible)
Occurrence	O3 (CT)	Aléa très fort	Aléa très fort	Aléa moyen	Aléa faible
	O2 (MT)	Aléa très fort	Aléa fort	Aléa moyen	Aléa faible
	O1 (LT)	Aléa très fort	Aléa fort	Aléa faible	Aléa faible

Figure 39 : Matrice d'évaluation de l'aléa résultant

• Représentation spatiale de l'aléa : zones d'épandage et de recul

Les phénomènes liés aux instabilités rocheuses se propagent à l'aval et conduisent au recul du coteau. Pour qualifier l'aléa associé, il est nécessaire de définir une **zone d'épandage (E)**, dans laquelle les blocs et matériaux éboulés sont susceptibles de se propager ainsi qu'une **zone de recul (R)**, marquant une bande de terrain en arrière de la crête de coteau susceptible de disparaître.

En fonction du type d'évènement pressenti, ces zones de recul et d'épandage n'auront pas la même valeur. La figure 40 explique la méthode de détermination des zones soumises à l'aléa instabilité du coteau.

Par exemple, pour une instabilité de type rupture de pied d'une colonne rocheuse, à l'origine d'une chute de gros blocs ou d'un éboulement du coteau, la zone d'épandage peut être estimée comme correspondant à la moitié de la hauteur totale du coteau. Dans le cas d'un phénomène de type basculement de blocs ou d'une colonne rocheuse, la zone d'épandage pourra être étendue à la hauteur du coteau. Dans certains cas (zone urbanisée, versant sous la paroi rocheuse en pente régulière), une marge de sécurité pourra être ajoutée afin de tenir compte du risque de propagation d'éboulis rocheux de petites tailles (pierres, petits blocs). Cette marge de sécurité est définie au cas par cas, à partir des observations de terrain et tient compte de la hauteur de coteau.

<sup>7</sup> Cette visite n'incluant pas systématiquement la visite des caves, certains pans de coteaux diagnostiqués sans signes d'instabilités sont susceptibles d'être déclassés lors d'une visite postérieure des caves, si leur état le justifie.

Les zones de recul vont dépendre pour les instabilités localisées du volume du bloc instable. Pour une instabilité générale du pan de coteau, en liaison avec les fractures de décompression du versant (fractures parallèles à la vallée), le recul peut être délimité approximativement par la position de la dernière fracture importante de décompression du coteau. A noter que ce recul est directement définissable si l'on peut visiter une cavité non revêtue, par la position de cette fracture dans le toit de la cavité et en mesurant son pendage apparent. Une marge de sécurité supplémentaire peut être appliquée pour tenir compte d'un éventuel pendage de la fracture de décompression (s'il n'est pas visible) ou du risque que des blocs situés en arrière de la fracture soient entraînés dans la chute initiale. Cette marge peut raisonnablement être fixée au tiers de la hauteur du coteau.

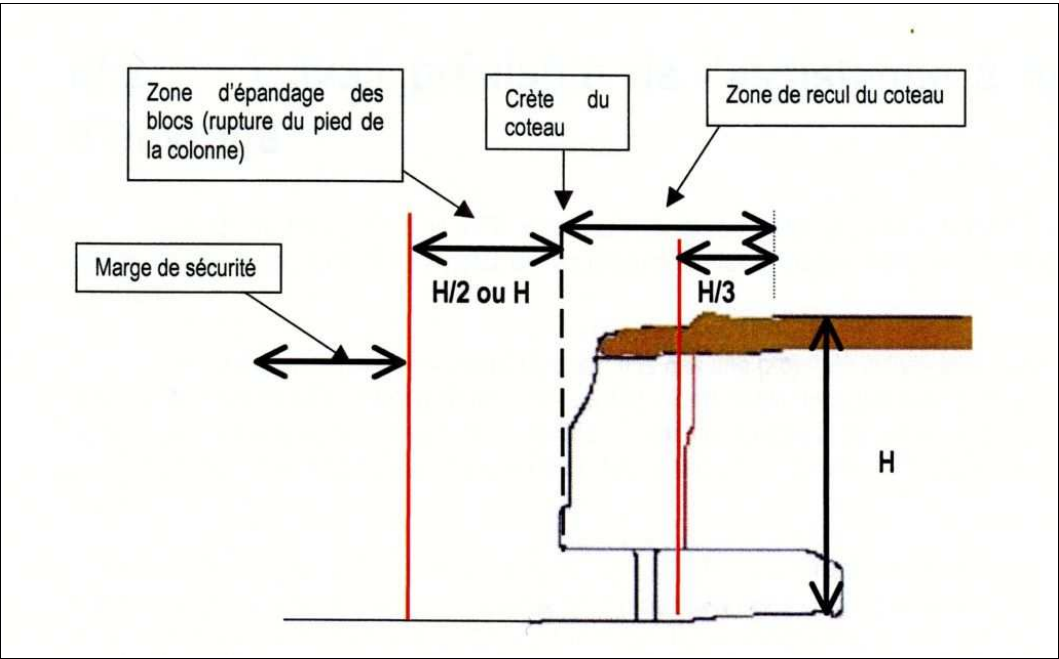


Figure 40 : Schéma explicatif de détermination spatiale des zones soumises à l'aléa instabilité du coteau [LRPC Blois]

Chaque pan de coteau **observable** sur le périmètre du PPRMT a fait l'objet d'un **diagnostic par un géologue du Laboratoire Régional d'Angers**. Ce diagnostic a donc été utilisé pour déterminer les zones d'épandage et de recul. En effet, chaque diagnostic comprend les éléments suivants, récapitulés sur une fiche de visite (figure 41) :

- Relevé de la crête de coteau et typologie (rocher, mur, habitation) ;
- Relevé et caractérisation des instabilités visibles ;
- Relevé des phénomènes avérés (actuels et anciens, par l'observation visuelle et le recueil de témoignages) ;
- Détermination de l'intensité et de l'occurrence des phénomènes potentiels ;
- Détermination de l'aléa résultant ;
- Détermination des zones d'épandage et de recul (à partir de l'observation du coteau et dans certains cas de l'entrée d'une ou plusieurs caves) ;

- Estimation sommaire du type de confortement envisageable.

Pour les pans de coteau **non observables** (coteau revêtu, masqué par de la végétation ou une habitation, accès impossible, etc.), trois solutions ont été retenues :

- Définition d'un aléa résultant avec une zone d'épandage et une zone de recul tenant compte de la réalité terrain grâce aux observations faites sur des parcelles proches : les diagnostics réalisés sur des **pans de coteau observables situés à proximité et encadrant le pan de coteau** étudié sont extrapolés ;
- Définition d'un aléa résultant avec une marge de recul tenant compte de la réalité terrain grâce à la visite d'une cave non revêtue se développant dans le pan de coteau : le **diagnostic de stabilité de l'entrée de la cave et la position de la dernière ou plus importante fracture de décompression** sont alors utilisés ; la zone d'épandage est estimée en fonction de la **pen**te et de la **hauteur du coteau** ;
- Définition d'un aléa résultant indéterminé, donc **présupposé fort**, pour certains pans de coteau non diagnosticables ; l'extension des zones d'épandage et de recul est alors estimée en fonction de la **pen**te et de la **hauteur du coteau**.

COMMUNE	ADRESSE	CADASTRE	PROPRIETAIRES, LOCATAIRES (à la date de la visite)	DATE VISITE
CHATEAU-DU-LOIR	50 rue des Martyrs de la Résistance	Section AB   Parcelle(s) 56-70	M. OLLIVIER	04/02/08

COTEAU		EAU	Autres
Non	Non	Non	Non
Ruissellement	Arrivée d'eau en fissures		

Herbée	Arbustive	VEGETATION	Arborée	Système racinaire

Hauteur coteau : 15 m	CONSTATATIONS				Recouvrement meuble : 7m		
	Intensité	Largueur de recul	Largueur d'épandage	Occurrence	CT	MT	LT
Éboulement en masse							
Chute de blocs : V1-V2		V1 2m, V2 ?	7-8m				
Chute de pierres							
Glissement matériaux meubles							
Chute végétation							

OBSERVATIONS COMPLÉMENTAIRES	
(conditions d'observation, confortations existantes, facteurs aggravants, témoignages, historique, etc.)	
Falaise visible, présence d'un système racinaire très puissant et développé qui constitue un facteur aggravant le recul de la falaise.	

Phénomènes avérés	Observations
Éboulement en masse	
Chute de blocs	
Chute de pierres	
Glissement matériaux meubles	Vidange poche (constat terrain)
Chute végétation	

NIVEAU D'ALÉA RESULTANT PRÉSENTI	
Recul : 10m	Épandage : 10m
<b>Très Fort</b>	

TRAITEMENTS ET CONFORTEMENT ENVISAGEABLES	
Dérouillage-partie-maquette	
Purge(s)	
Ancre(s) passif(s)	
Grillage(s) actif(s)	
Autres : ouvrage soutènement	

CROQUIS ET IMPLANTATION DES CLICHES PHOTOGRAPHIQUES

Photo 1 : Vue d'ensemble de la poche meuble vidangée

Photo 2 : Bloc V1 décapé

CETE Ouest - LRPC Angers - Affaire n° 43.07.72.105 - PPR MVT Vouvré-Château

02/10/09

Figure 41 : Exemple de fiche de renseignement coteau établie par le LR d'Angers

Des phénomènes de **glissement des terrains de recouvrement** sont susceptibles de se produire en certains endroits (ouest du bourg de Vouvré-sur-Loir, sommet du plateau des Hautes Lizardières au sud-ouest de Château-du-Loir). Pour ces zones, une intensité d'aléa ainsi qu'une



probabilité d'occurrence ont été déterminées à partir des constatations réalisées sur le terrain. Une marge de recul ainsi qu'une zone d'épandage ont été également définies, ces zones se rattachent à la cicatrice amont du glissement.

Conformément aux recommandations nationales, **les ouvrages de protection sont considérés comme transparents** vis-à-vis de l'aléa et ne sont donc pas pris en compte pour la détermination de l'aléa résultant.

En effet, un diagnostic visuel sommaire tel qu'il est réalisé dans le cadre d'un PPR est insuffisant pour pouvoir juger de la pertinence et de l'efficacité des confortements présents, en particulier lorsqu'il s'agit de travaux anciens (revêtements en maçonnerie par exemple).

Dans le cas particulier de **coteau masqué par un ouvrage de protection** (mur, revêtement en béton projeté), l'une des trois solutions expliquées précédemment est retenue : extrapolation des observations proches, utilisation des observations faites dans une cave ou application d'un aléa présumé fort.

Pour les cas de superposition de niveaux différents d'aléas, **l'aspect sécuritaire** est privilégié et **l'aléa le plus fort s'applique** à la zone considérée.

- **Résultats de la caractérisation de l'aléa coteau**

Sur le périmètre d'étude du PPRMT, la méthodologie retenue pour la qualification de l'aléa a donc conduit à distinguer quatre niveaux pour l'aléa instabilité du coteau :

- Aléa faible (Af) : pan de coteau sans instabilités relevées, ou instabilités de très faible ampleur susceptibles d'évoluer à court, moyen ou long terme (chutes de pierres, d'arbustes), ou instabilités de petite ampleur (chutes de petits blocs possibles) susceptibles d'évoluer à long terme (figure 42) ;
- Aléa moyen (AM) : pan de coteau présentant des instabilités de petite ampleur susceptibles d'évoluer à court ou moyen terme (figure 43) ;
- Aléa fort (AF) : pan de coteau présentant des instabilités importantes (chutes de gros blocs possibles) susceptibles d'évoluer à moyen ou long terme (figure 44) ;
- Aléa très fort (ATF) : pan de coteau présentant des instabilités importantes susceptibles d'évoluer à court terme, ou des instabilités très importantes (effondrement général du coteau possible) susceptibles d'évoluer à court, moyen ou long terme (figure 45).

En outre, pour les pans de coteau ne pouvant faire l'objet d'un diagnostic visuel (coteau revêtu, couvert par la végétation, etc.) et pour lequel aucune observation proche (d'une cave, d'un pan de coteau proche) n'a pu être extrapolée, une classe d'aléa Présumé Fort (APF) lui est attribuée (figure46).



Figure 42 : zone en aléa faible, petite falaise, pierres déchaussées, chutes de pierres - Château-du-Loir

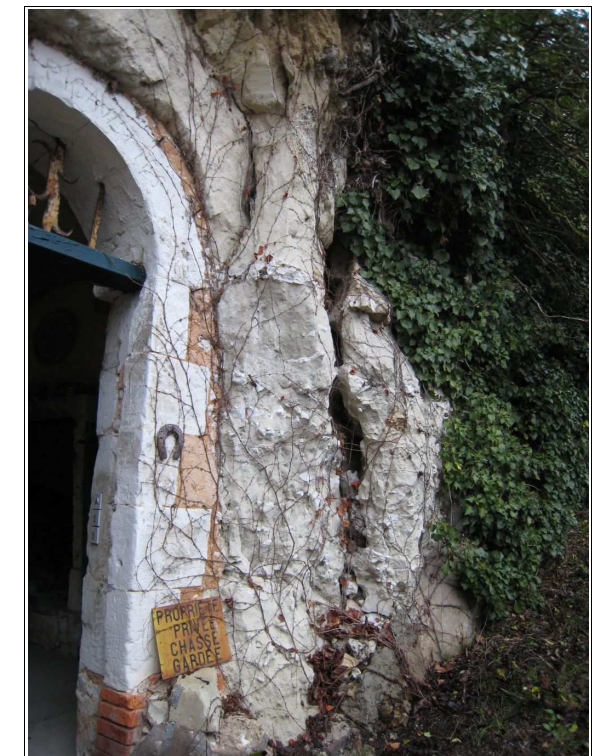


Figure 43 : zone en aléa moyen, coteau fracturé, risque de chutes de blocs à moyen terme - Château-du-Loir

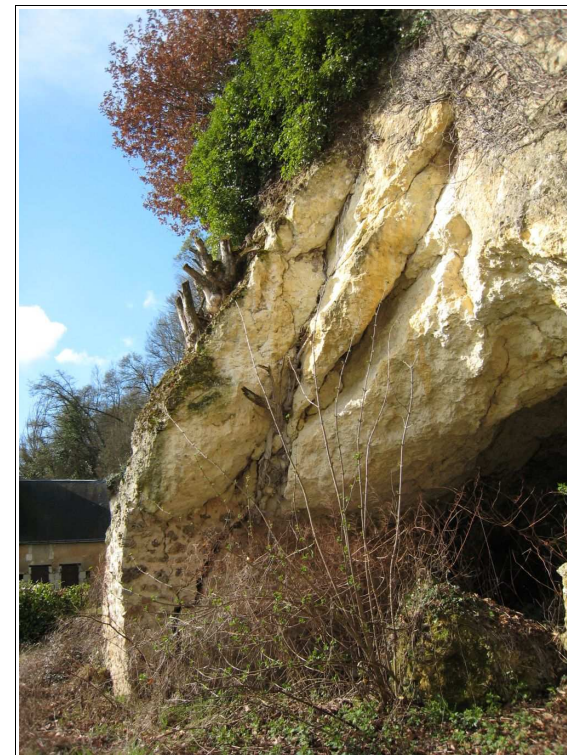


Figure 44 : Zone d'aléa fort, coteau très fracturé, risque de chutes de gros blocs à moyen terme - Vouvray-sur-Loir

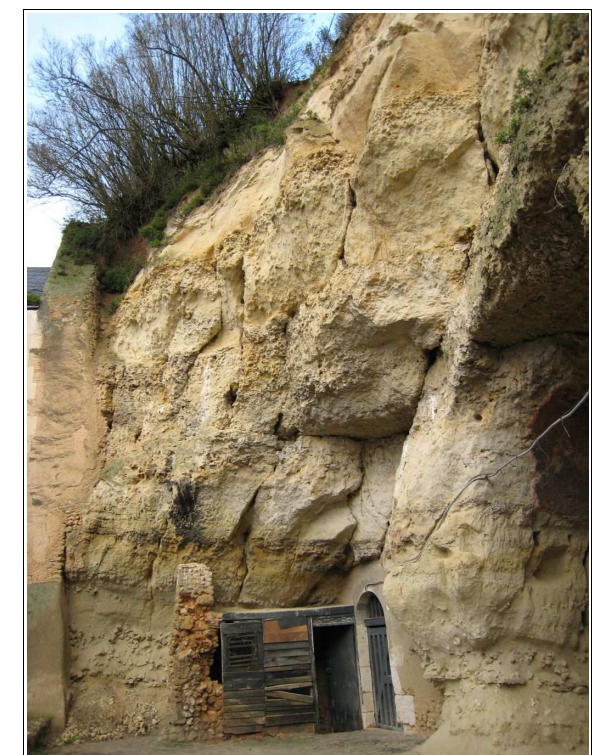


Figure 45 : Zone d'aléa très fort, coteau très fracturé, risque d'éboulement en masse à long terme - Château-du-Loir





Figure 46 : Zone d'aléa présumé fort : falaise non diagnosticable car masquée (végétation ou maçonnerie) – Vouvray-sur-Loir

#### • Cartographie de l'aléa

La cartographie de l'aléa coteau, dont la figure 47 montre un extrait, a été réalisée à l'aide du logiciel Mapinfo.

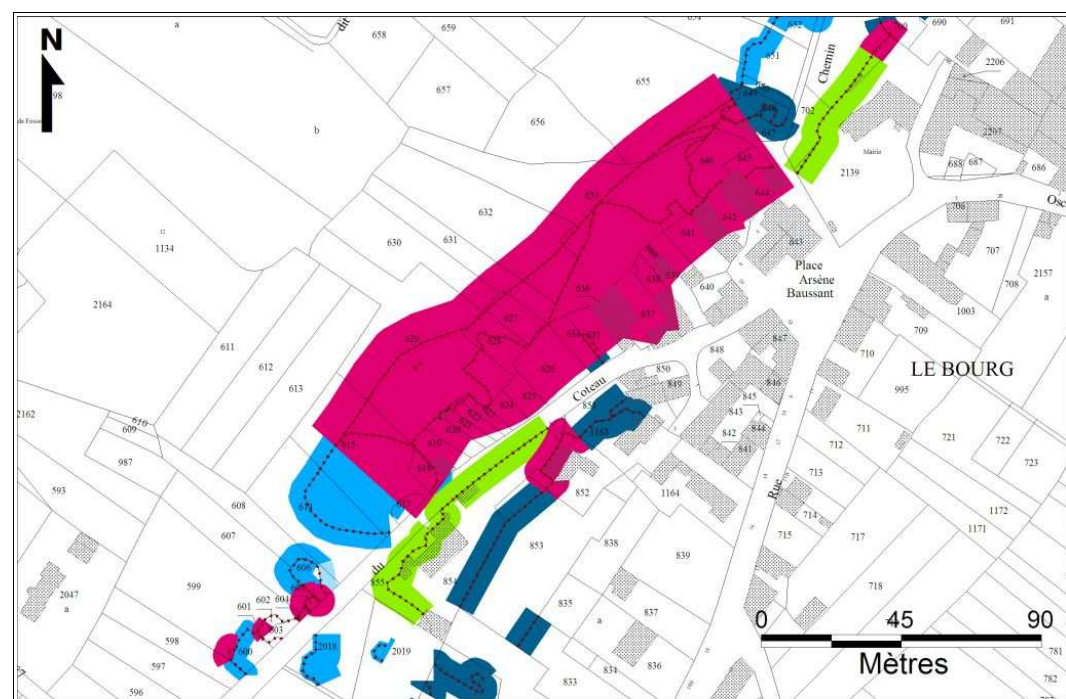


Figure 47 : Extrait de la cartographie des aléas coteau de Vouvray-sur-Loir

Sur chaque zone présentant un coteau rocheux (falaise), la ligne de rebord du coteau ainsi que les zones d'épandage et de recul ont été reportées sur le fond cadastral.

L'intensité de l'aléa instabilité du coteau est représenté par une couleur spécifique en dégradé de bleus :

Aléa faible **Af** ;  
 Aléa moyen **AM** ;  
 Aléa fort **AF** ;  
 Aléa très fort **ATF** ;  
 Aléa présumé fort **APF**.

### 3.3 - SUPERPOSITION DES ALEAS COTEAU ET CAVE

Les zonages des aléas coteau et cave ont été reportés ensemble sur fond cadastral à l'aide du logiciel Mapinfo.

Les couleurs choisies pour les deux aléas (dégradés dans les tons marrons pour les cavités, dégradés dans les tons bleus pour le coteau) permettent de bien les différencier.

En cas de superposition, l'aléa le plus élevé masque celui de niveau inférieur, quelque soit son origine (par exemple, un zonage cavité d'aléa fort masque un zonage coteau d'aléa moyen). Si les aléas sont de même niveau mais d'origine différente, l'aléa coteau masque l'aléa cavité (par exemple, un zonage coteau d'aléa fort masque un zonage cavité d'aléa fort).

La figure 48 montre un extrait de la cartographie des aléas coteau et cave. L'ensemble des planches cartographiques à l'échelle du 1/2000 (14 planches pour Château-du-Loir et 8 planches pour Vouvray-sur-Loir) est annexé à ce rapport.

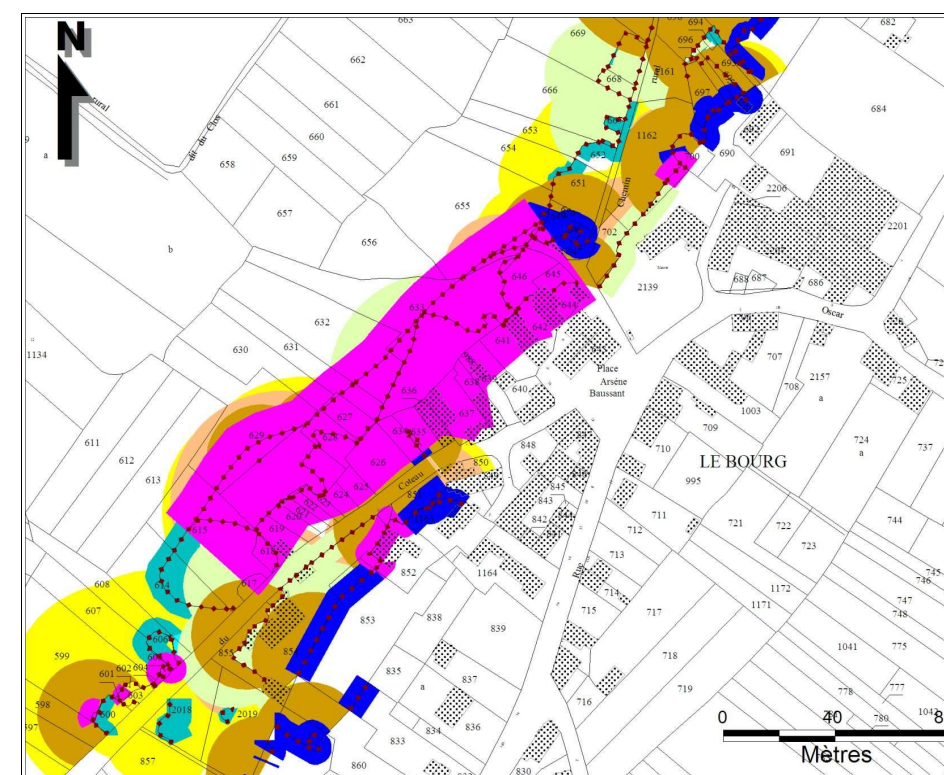


Figure 48 : Extrait de la cartographie des aléas coteau et caves - Vouvray-sur-Loir



4. DETERMINATION DES ENJEUX

Cette phase consiste à identifier et évaluer les enjeux qui sont soumis au risque de mouvements de terrain. Par définition, il s'agit de la présence dans les secteurs concernés, des personnes, des biens, des moyens, du patrimoine,... susceptibles d'être affectés par un phénomène naturel.

L'étude ne vise pas à apprécier la capacité des biens et des personnes à résister à la manifestation d'un phénomène pour un aléa retenu mais à dénombrer et à spécifier la nature de ceux-ci. Aussi, leur analyse est effectuée indépendamment de l'ampleur de l'aléa.

L'identification et la qualification des enjeux permet d'assurer la cohérence entre les objectifs de prévention des risques et des dispositions qui seront retenues. Elle sert donc d'interface avec la carte des aléas pour délimiter le plan de zonage réglementaire, préciser le contenu du règlement et formuler un certain nombre de recommandations sur les mesures de prévention, de protection et de sauvegarde.

La méthodologie retenue a permis de définir les enjeux à partir de visites de terrain, de l'examen des documents d'urbanisme et de questions posées aux communes. La carte vise à délimiter les espaces urbanisés des espaces naturels (peu ou pas urbanisés). Les espaces urbanisés comprennent les centres urbains, les zones périphériques au bâti moins dense (lotissement, faubourg...) et les hameaux. Parmi les zones urbanisées se distinguent les zones d'activités et les zones d'urbanisations futures cartographiées par le PLU et déjà en construction (zones qui ne sont pas encore urbanisées mais qui ont vocation à le devenir). Les zones naturelles sont constituées de boisements et de prairies et les zones agricoles concernent principalement les zones de cultures, prairies, pâturage, vignes...

Il s'agit donc de l'analyse des enjeux existants et futurs des secteurs couverts par l'aléa qui feront potentiellement l'objet d'une réglementation.

Ainsi, l'étude permettra d'évaluer la population en danger, de recenser les établissements recevant du public (école, hôpitaux, maisons de retraite, camping...), les équipements sensibles (centre de secours,...), d'identifier les voies de circulation mais également les zones d'urbanisation future, le patrimoine historique et les espaces naturels protégés.

4.1 - LES ENJEUX HUMAINS

Une partie de Château-du-Loir et Vouvray-sur-Loir se sont développés sur la rive nord du Loir, à flanc de coteau.

Pour Vouvray-sur-Loir, entre le centre bourg et le hameau de Coëmont, et pour Château-du-Loir, sur le coteau de Goulard, l'urbanisation a été favorisée linéairement le long des routes départementales n°64 et 10, sous la forme d'un « village-rue » en pied de coteau reliant ainsi les deux zones bâties.

Le long du coteau de nombreuses caves et habitations troglodytiques ont été creusées dans le calcaire tendre (tuffeau).

La population estimée pour 2011 affiche 4711 habitants pour Château-du-Loir et 822 habitants pour Vouvray-sur-Loir.

Si le recensement exhaustif de la population exposée au risque reste difficile à quantifier, le développement urbain de la commune de Vouvray-sur-Loir indique qu'une grande partie de ses habitants se situe dans la zone d'aléa mouvement de terrain. A la différence de Château-du-Loir dont la population est majoritairement répartie en dehors des zones d'aléa.

Le PPRMT doit donc veiller à ne pas augmenter la population dans les secteurs vulnérables tout en permettant l'évolution du bâti existant.

4.2 - LES ETABLISSEMENTS RECEVANT DU PUBLIC ET EQUIPEMENTS PUBLICS

Parmi les établissements recevant du public et les établissements sensibles, sur la commune de Vouvray-sur-Loir, seules la cave municipale et une boulangerie sont exposées à l'aléa. Sur la commune de Château-du-Loir, seule l'école privée St Jean est concernée.

	Château du Loir	Vouvray sur Loir
Établissements scolaires	1	0
Établissements recevant du public - ERP	0	2

S'il convient de ne pas autoriser la création d'établissements recevant du public dans les zones à risque, le PPRMT prévoit des mesures de prévention appliquées aux établissements existants.

4.3 - LES ENJEUX D'URBANISATION

Les Plans Locaux d'Urbanisme de Château-du-Loir révisé le 24/02/2006 et de Vouvray-sur-Loir révisé le 27/05/2006 prennent en compte le risque mouvement de terrain.

Un zonage « R » signale les secteurs soumis à ce risque, pour lesquels un règlement spécifique s'applique. Il s'agit principalement des zones urbaines et naturelles déjà urbanisées.

Concernant les zones d'urbanisation future, au total huit zones sont concernées par l'aléa mouvement de terrain. Situées sur les hauteurs du coteau, ces zones ne sont touchées que sur une frange où le respect d'un recul suffisant en limite de coteau permet, comme dans le cas du lotissement de la Lizardière sur Château-du-Loir, de sortir de la zone d'aléa du risque effondrement de coteau.

	Château du Loir	Vouvray sur Loir
Zone d'urbanisation future à vocation d'habitat AUh	-zone de la Lizardière -zone des Rognouses -zone des Gabones -zone de la Huppelière, la Motte, les Rochettes -zone de la Borde, Riablé	-zone Barboiseau-St Cloud -zone de la Grande Fosse
Zone d'urbanisation future à vocation d'activité AUz		-zone d'activités

Il convient alors d'autoriser sous condition les possibilités d'évolution du bâti existant et d'introduire des mesures particulières pour les zones d'urbanisation future. Ainsi, les règles appliquées à ces zones peuvent impacter l'implantation des constructions mais également, en raison de leur position sur les hauteurs du coteau, la gestion des eaux pluviales.

#### 4.4 - LES ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX ET PATRIMONIAUX

Les zones d'aléa mouvements de terrain des communes de Château-du-Loir et Vouvray-sur-Loir sont couvertes par des zones AOC relatives à l'appellation Coteaux du Loir ainsi que par des périmètres de protection des monuments historiques.

	Château du Loir	Vouvray sur Loir
Zone AOC	-coteau secteur des Rochettes, la Huppelière -coteau secteur des Gabones -coteau secteur de Bellevue -coteau secteur du Coëmont	-coteau secteur du Verger et de la ferme du Château -coteau secteur du Coëmont
Monuments historiques	-église Saint-Guingalois -manoir de Riablay -ancien logis Graslin -ancien hôtel Guillot de la Poterie -hôtel Maillard	

Bien qu'il ne bénéficie pas de protection particulière, l'habitat troglodytique, très répandu dans la vallée du Loir et notamment à Vouvray-sur-Loir, constitue également un enjeu patrimonial dans le cadre du PPR.

Ainsi, le règlement du PPR cherche à ne pas porter atteinte à l'activité viticole d'une part et au patrimoine historique des deux communes d'autre part.



# TRADUCTION REGLEMENTAIRE

Le croisement entre les aléas et les enjeux aboutit au zonage réglementaire, qui permet d'atteindre les objectifs recherchés par le PPRMT en définissant des zones sur lesquelles s'appliqueront des prescriptions et des recommandations dans les domaines de l'urbanisme et de la prévention, que ce soit pour les zones bâties ou non bâties.

## 1. OBJECTIFS ATTENDUS DE LA REGLEMENTATION

A l'issue de l'étude des enjeux, trois objectifs sont clairement identifiés :

- limiter la population exposée aux risques,
- ne pas geler l'urbanisation existante,
- préserver le patrimoine et l'environnement (viticulture et troglodytisme).

Pour atteindre ces objectifs, les enjeux sont regroupés en deux familles :

- **les zones urbanisées** qui comprennent les zones urbaines, les zones d'activités, les zones naturelles bâties ainsi que les établissements recevant du public (ERP), les établissements sensibles et les infrastructures lorsque ces enjeux sont situés dans une de ces zones ;
- **les zones non urbanisées** qui correspondent aux zones d'urbanisation future, aux zones agricoles, aux zones naturelles, ainsi qu'aux ERP, établissements sensibles et infrastructures lorsqu'ils sont couverts par l'une de ces zones.

## 2. DIFFERENTES ZONES REGLEMENTAIRES

Classiquement, deux types de zones sont réglementées dans les PPRMT. Les zones R, de couleur rouge, sont inconstructibles. Les zones B, de couleur bleue, sont constructibles. Outre cette disposition vis-à-vis de l'urbanisme futur, chaque zone peut se voir affecter des dispositions complémentaires, en fonction des objectifs recherchés en terme de prévention par le PPRMT.

La définition de ces zones est issue du croisement des aléas et des enjeux, selon une matrice qui tient également compte des objectifs recherchés.

Tableau : matrice de définition des zones règlementaires

	Zone urbanisée	Zone non urbanisée
Aléa très fort	R4	
Aléa fort et présumé fort	R3	
Aléa moyen	B2	R3
Aléa faible	B2	
Zone non directement exposée	B1	

Ainsi, selon l'intensité de l'aléa et la famille d'enjeux se distinguent les quatre zones suivantes :

- **La zone R4 (zone d'aléa très fort)** concerne les terrains soumis à un aléa qualifié de très fort vis-à-vis d'un effondrement général du coteau ;

- **La zone R3 (zone d'aléa fort à moyen et zone de présomption d'aléa fort)** concerne :

- en zone urbaine, les terrains soumis à un aléa fort vis-à-vis de l'instabilité du coteau et/ou des caves,
- en zone non urbaine, les terrains soumis à un aléa fort à moyen vis-à-vis de l'instabilité du coteau et/ou des caves,
- les terrains dont le coteau et/ou la cave n'ont pu faire l'objet d'un diagnostic.

- **La zone B2 (zone d'aléa moyen à faible)** concerne :

- en zone urbaine, les terrains soumis à un aléa moyen à faible vis-à-vis de l'instabilité du coteau et/ou des caves,
- en zone non urbaine, les terrains soumis à un aléa faible vis-à-vis de l'instabilité du coteau et/ou des caves.

- **La zone B1 (zone de protection des intérêts du voisinage)** concerne des terrains non directement exposés au risque de mouvement de terrain mais dont les aménagements potentiels ou existants peuvent aggraver le risque sur les secteurs voisins. Cette zone est délimitée à partir des limites des bassins et sous-bassins versants situés en arrière de la ligne de crête du coteau (lignes de partage des eaux de surface).

La cartographie du zonage réglementaire est annexée à ce dossier. Elle comprend 24 planches au 1/2000 (16 pour Château-du-Loir et 8 pour Vouvray-sur-Loir). Pour les zones B1 situées en plateau, 8 planches au 1/5000 ont été réalisées (5 pour Château-du-Loir et 3 pour Vouvray-sur-Loir).

### **3. GRANDS PRINCIPES REGLEMENTAIRES**

#### **3.1 - LES ZONES ROUGES**

Les zones rouges sont couvertes par une intensité d'aléa telle que la mise en œuvre de mesures de protection conséquentes est indispensable pour la sécurisation des personnes et des biens. Cette sécurisation nécessite en général des investissements coûteux presque impossibles à supporter par des particuliers et difficilement gérables par une collectivité.

L'implantation de nouvelles constructions ou d'extensions de constructions existantes y est donc interdite.

- **La zone R4 :**

Il s'agit d'une zone soumise à un aléa qualifié de très fort.

Le coteau est susceptible de s'effondrer en masse, ou présente un risque de chutes de gros blocs à court terme.

Des mesures d'évacuation ne s'imposent pas, toutefois, il est nécessaire de ne pas développer les enjeux humains et économiques sans mesures de protection adaptées.

Ainsi, toute construction nouvelle et extension des constructions existantes sont interdites dans cette zone, seuls des travaux d'entretien et de gestion des constructions existantes sont autorisés. De plus, dans une bande de 20 m à compter du rebord du coteau, les excavations de toutes natures sont interdites et dans une bande de 10 m les travaux agricoles sont interdits.

- **La zone R3 :**

Il s'agit d'une zone soumise à un aléa qualifié de fort (en zone urbaine) ou de fort à moyen (en zone non urbaine) ou encore de zone de présomption d'aléa fort.

En zone urbaine, le coteau présente des risques de chutes de gros blocs à plus ou moins long terme. Les caves ont été classées dangereuses par l'étude du BRGM ou elle ont été indicées supérieures à 11 par SFRM.

En zone non urbaine, le coteau présente des risques de chutes de blocs plus ou moins gros à tous les stades d'occurrence. Les caves ont été classées dangereuses et à surveiller attentivement par l'étude du BRGM, ou elles ont été indicées supérieures à 7 par SFRM.

En zone de présomption d'aléa fort, la présence d'un coteau et/ou d'une cavité étant avérée, un aléa existe de façon certaine. La difficulté est de qualifier cet aléa puisque coteau et/ou caves n'ont pas pu être diagnostiqués en raison de leur inaccessibilité (coteau revêtu ou végétalisé, accès au coteau impossible, etc...). Dans un objectif de prévention maximale, ces zones doivent être considérées comme étant affectées d'un aléa présumé fort.

Il est important dans cette zone de limiter les enjeux humains et économiques sans mesure de protection adaptée afin de ne pas augmenter le nombre de personnes soumises au risque.

Ainsi, dans cette zone, l'extension dans la limite de 20 m<sup>2</sup> de SHOB, l'aménagement de combles ou encore la reconstruction après sinistre (sauf pour les ERP de catégories 1, 2 et 3) sont autorisés sous réserve d'une attestation de l'architecte du projet ou d'un expert agréé certifiant la réalisation d'une étude préalable permettant de déterminer les conditions de réalisation, d'utilisation ou d'exploitation du projet et constatant que celui-ci prend en compte ces conditions au stade de la conception. De plus, dans une bande de 20 m à compter du rebord du coteau, les excavations de toutes natures sont interdites et dans une bande de 10 m les travaux agricoles sont interdits.

#### **3.2 - LES ZONES BLEUES**

Dans les zones bleues, eu égard à l'aléa existant, les mesures de protection sont économiquement plus supportables par les collectivités voire par les particuliers. La constructibilité n'y est donc pas interdite, mais doit être assortie de mesures définies en fonction des objectifs recherchés par le PPR.

- **La zone B2 :**

Il s'agit d'une zone soumise à un aléa moyen à faible en zone urbaine et à un aléa faible en zone non urbanisée.

En zone urbaine, le coteau présente des risques de chutes de pierres à tous les stades d'occurrence ou de chutes de petits blocs à plus ou moins long terme. Les caves ont été classées à surveiller attentivement par l'étude du BRGM ou elles ont été indicées inférieures à 11 par SFRM.

En zone non urbaine, le coteau présente des risques de chutes de pierres à tous les stades d'occurrence. Les caves ont été classées à surveiller par l'étude du BRGM, ou elles ont été indicées inférieures à 7 par SFRM.

Hors coteau, ces zones sont concernées par la présence d'indices de cavités souterraines.

Il est possible dans cette zone d'augmenter les enjeux humains, sous réserve de mettre en œuvre des mesures de protection adaptées.

Ainsi, toute construction, installation, occupation du sol est soumise à l'attestation par l'architecte du projet ou un expert agréé de la réalisation d'une étude préalable permettant de déterminer les conditions de réalisation, d'utilisation ou d'exploitation du projet et constatant que celui-ci prend en compte ces conditions au stade de la conception. Le projet doit également respecter des conditions d'étanchéité des réseaux d'eau et d'assainissement et l'entretien des parcelles afin de limiter les phénomènes de ruissellement des eaux en direction du coteau.

Dans une bande de 20 m à partir du rebord du coteau, les piscines enterrées ou hors-sol ainsi que les excavations de toutes natures sont interdites.

- **La zone B1 :**

Il s'agit d'une zone non directement exposée au risque de mouvement de terrain mais dont les aménagements potentiels ou existants sont susceptibles d'aggraver le risque sur les secteurs voisins.



Les enjeux de quelque nature qu'ils soient (humains, économiques, etc...) peuvent y être augmentés sans limitation, en respectant toutefois certaines mesures destinées à ne pas aggraver le risque de mouvement de terrain sur les secteurs en zone rouge ou B2 voisins.

Ainsi, dans une bande de 50 m à compter du rebord du coteau, tous les projets de constructions, installations et occupations du sol sont soumis aux conditions d'étanchéité des réseaux et de limitation du phénomène de ruissellement des eaux en direction du coteau. Dans une bande de 20 m à partir du rebord du coteau, les piscines enterrées ou hors-sol ainsi que les excavations de toutes natures sont interdites.

Enfin, sur l'ensemble de la zone la probabilité d'existence d'une cavité est faible mais non nulle. Il est donc recommandé au pétitionnaire de s'assurer, par la réalisation d'une enquête préalable (recherche de témoignages, de désordres de surface,...), qu'il n'existe aucun indice de présence de cavité au droit de la zone de construction. En cas de doute, il est conseillé de recourir à une étude géotechnique.

### 3.3 - LES MESURES RENDUES OBLIGATOIRES OU RECOMMANDEES

Ces mesures concernent soit l'ensemble des zones réglementées, soit certaines d'entre elles. Il s'agit de mesures de prévention, de protection et de sauvegarde qui peuvent être applicables aux biens existants.

Elles peuvent s'appliquer aux gestionnaires publics (l'État et les collectivités territoriales) ou aux propriétaires privés. On distingue des mesures obligatoires, qui doivent être mises en œuvre dans les cinq ans à compter de la date d'approbation du PPRMT, et des mesures recommandées.

Seules les mesures obligatoires sont susceptibles d'être financées partiellement par le fonds de prévention des risques naturels majeurs. Dans le cas de mesures applicables aux biens existants, leur réalisation ne s'impose que dans la limite d'un coût fixé à 10% de la valeur vénale ou estimée du bien en application de l'article 5 du décret n°95-1089 du 5 octobre 1995.

Parmi ces mesures, en domaine public, le contrôle des vides accessibles et du coteau sont rendues obligatoires en zone rouge et recommandées en zone bleue.

Dans le cadre des mesures obligatoires, tout espace accessible au public situé en zone rouge doit signaler le danger potentiel de mouvement de terrain.

Pour les particuliers, les mesures obligatoires visent à réduire le phénomène d'érosion touchant le front de coteau ainsi que la maîtrise de l'étanchéité des réseaux d'adduction d'eau potable, d'évacuation des eaux usées et pluviales. Sur les biens existants, les mesures obligatoires concernent la mise en sécurité des citernes à gaz.

Une mesure plus spécifique à la commune de Vouvray-sur-Loir, concerne la surveillance instrumentée (précision millimétrique) du coteau situé à l'aplomb de la rue du coteau. Il s'agit d'un secteur où un effondrement généralisé d'environ 3000 m<sup>3</sup> de matériaux s'est déjà produit en 1961. La présence d'une faille assez profonde dans ce secteur justifie la mise en place d'un suivi instrumenté.

Des mesures sont recommandées pour la maîtrise de l'état des réseaux de distribution de gaz, l'entretien du coteau et des caves, la réalisation d'une accessibilité de l'habitat par un cheminement exposé au risque minimum ainsi que la réalisation d'études et de travaux de protection des biens et des personnes.