Document public

Inventaire départemental des cavités souterraines du Loir-et-Cher

Rapport final

BRGM/RP-52564-FR

Octobre 2003

Etude réalisée dans le cadre des opérations de Service public du BRGM 2002-RIS-417
Convention MEDD réf. CV 02 000003/2002

C. Trouillard-Perrot et N. Zornette

MINISTERE DE L'ECOLOGIE ET DU DEVELOPPEMENT DURABLE

Géosciences pour une Terre durable
brgm

Mots clés : inventaire, BdCavité, vide souterrain, carrière souterraine, cavité souterraine, Loir-et-Cher, Centre

En bibliographie, ce rapport sera cité de la façon suivante :

C. Trouillard-Perrot et N. Zornette (2003) – Inventaire des cavités souterraines du Loir-et-Cher – Rapport final. BRGM/RP-52564-FR. 63p, 32 fig, 2 tabl, 10 annexes.

© BRGM, 2003, ce document ne peut être reproduit en totalité ou en partie sans l'autorisation expresse du BRGM.

Synthèse

« La Politique que le gouvernement entend mener concernant la prévention des risques naturels fait appel à plusieurs démarches de recensement et d'évaluation des risques auxquels le BRGM est associé » d'après la lettre du Ministre de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement du 6 juin 2000 adressée au Président du BRGM.

C'est dans le cadre de la convention avec le Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable (MEDD), référencée MEDD n° CV 02000003/2002 et signée le 23 avril 2002 que le Service Géologique Régional du Centre (SGR/Centre) a engagé un recensement des carrières souterraines abandonnées (hors mines) et des cavités naturelles concernant le département du Loir-et-Cher (41).
Cette étude est référencée comme opération de service public sous le numéro 02RIS417.

Le présent rapport présente la synthèse des résultats atteint à la fin du projet « Inventaire des cavités souterraines du département du Loir-et-Cher». Toutes les informations descriptives recueillies ont été mises sous forme de fichiers Excel et MapInfo au niveau du SGR/Centre, elles y seront également conservées dans des dossiers papier. Les données numériques seront ultérieurement chargées dans une base locale puis transférées dans la base de données nationale « BdCavité ».

Au total, près de 4500 cavités et groupes de cavités (sites) ont été recensés, ce qui représente après estimation, un nombre de cavités entre 5500 et 6500.
La carte de synthèse met en évidence deux zones principales regroupant un grand nombre de cavités : la vallée du Loir (avec de nombreuses habitations troglodytiques) et la vallée du Cher.

Sur la base de l'analyse issue de cette opération, il est conseillé de faire des études approfondies (cartes d'aléa), menant à terme à un PPR, dans certaines communes où la densité de cavités souterraines est élevée (supérieure à 20 cavités par km²). Nous proposons de traiter en priorité les communes suivantes :

- Montoire-sur-le-Loir
- Thoré-la-Rochette
- Saint-Rimay
- Lavardin

Pour les communes ayant une densité comprise entre 10 et 20 cavités par km², nous recommandons de réaliser dans un premier temps des documents informatifs comme des DICRIM (voir §5.1.) :

- Naveil
- Les Essarts
- Thésée
- Angé
- Couture-sur-Loir
- Tréhet

D'autres communes dont les résultats ne sont pas représentatifs peuvent également faire d'objet d'investigations supplémentaires. Il s'agit des communes des Roches l'Evêque et de Chissay-en-Touraine.

Sommaire

Introduction **7**

1. Cadre général de l'étude **9**

1.1. Objectif des inventaires 9

1.1.1. A l'échelle locale (départementale) 9

1.1.2. A l'échelle nationale 9

1.2. Cadre contractuel 10

1.3. Base de données nationale BDcavité 10

1.3.1. Présentation 10

1.3.2. Architecture et champs de base de BDCavité 10

1.3.3. Acquisition des données 15

1.3.4. Mise à disposition de l'information 15

1.4. Principales étapes de la méthodologie des inventaires 15

1.4.1. Typologie 15

1.4.2. Recueil des données 16

1.4.3. Validation sur le terrain – Valorisation des données et saisie 17

1.4.4. Synthèse des données 18

2. Contexte départemental **21**

2.1. Présentation générale du département 21

2.1.1. Contexte géographique 21

2.1.2. Contexte géologique 21

2.1.3. Contexte hydrogéologique 25

2.2. Unités géologiques propices à l'existence de cavités 25

3. Recueil des données et validation de terrain **27**

3.1. Données de base 27

3.1.1. Données d'archives 27

3.1.2. Enquêtes communales 30

3.1.3. Visites sur le terrain 30

3.1.4. Mouvements de terrain 32

3.1.5. Traitement des données 33

3.2. Valorisation des données 33

3.2.1. Difficultés rencontrées 33

3.2.2. Validation des informations – Renseignement sur les cavités 34

3.2.3. Validation de terrain 35

3.2.4. Intégration dans BdCavité 35

4. Analyse critique des résultats **37**

4.1. Qualité et représentativité des informations recueillies 37

4.1.1. Exhaustivité 37

4.1.2. Représentativité 38
4.1.3. Typologie des cavités souterraines 38
4.2. Répartition des cavités 48
4.2.1. Répartition générale des cavités 48
4.2.2. Répartition par type de cavités 54
4.2.3. Répartition des caves 55
4.2.4. Répartition des habitations troglodytiques 56
4.2.5. Répartition des cavités naturelles 57
5. Recommandation en matière de prévention des risques 59
5.1. Généralités 59
5.2. Préconisation d'études de risques 61
Conclusion 63
Bibliographie 65

Liste des annexes

Annexe 1 - Lettre du MATE
Annexe 2 - Tableau de programmation des inventaires des cavités souterraines
Annexe 3 - Réseaux des caforts et de Lusignan, Troô
Annexe 4 - Questionnaire destiné aux communes
Annexe 5 - Typologie des mouvements de terrain
Annexe 6 - Tableau de la répartition des types de cavités par commune
Annexe 7 - Carte du recensement des caves du Loir-et-Cher (CETE, 1985)
Annexe 8 - Exemple de tableau Excel de saisie des informations
Annexe 9 - Lettre adressée au propriétaire d'une cavité souterraine
Annexe 10 - Carte de répartition des cavités souterraines

Liste des illustrations

fig. 1 - Thème « identification/localisation » de la base de données 12
fig. 2 - Autres thèmes spécifiques à chaque type de cavité 13
fig. 3 - Cas d'une carrière ou d'une cave 14
fig. 4 - Génie civil 14
fig. 5 - Présentation du site internet 15
fig. 6 - Situation géographique du Loir-et-Cher 21
fig. 7 - Extrait de la carte géologique 1/1 000 000 du BRGM 22
fig. 8 - Carte présentant les communes visitées 31
fig. 9 - Mouvements de terrain et événements de surface imputés à des cavités répértoriées 32
fig. 10 – Répartiton des sources des données de l'inventaire 33
fig. 11 –Réponses des communes à l'enquête communale 37
fig. 12 - Répartition des différents types de cavités souterraines sur le département du Loir-et-Cher 39
fig. 13 - Superposition d'habitations troglodytiques habitées (Montoire) 40
fig. 14 – Ancienne ferme troglodytique (Chateauvieux) 40
fig. 15 - Superposition d'habitations troglodytiques abandonnées (Les Roches l'Evêque) 41
fig. 16 - Habitations troglodytiques aux Roches l'Evêque 41
fig. 17 - Habitation troglodytique (Trôo) 42
fig. 18 - Entrée d'une carrière souterraine abandonnée (Noyers-sur-Cher) 43
fig. 19 - Exemple d'une ancienne carrière souterraine reconvertie pour le tourisme (Carrière de Tuffeau à Bourré) 43
fig. 20 - Coupe schématique d'une marnière 44
fig. 21 - Culture des champignons en caves (Bourré) 44
fig. 22 - Succesion de caves en pied de coteau (Lavardin) 45
fig. 23 - Souterrain-refuge de Balâtre 46
fig. 24 - Tunnel ferroviaire (St Rimay) 47
fig. 25 - Exemple de boyau karstique 48
fig. 26 - Entrée de la Grotte d'Orchaise 48
fig. 27 - Répartition des cavités (estimation faite à partir des cartes IGN 1/25 000) 49
fig. 28 - Carte de densité des cavités souterraines 51
fig. 29 - Carte géologique simplifiée du Loir-et-Cher présentant les zones d'affleurement des tuffeaux et craie 54
fig. 30 - Répartition des caves 55
fig. 31 - Répartition des habitations troglodytiques 56
fig. 32 - Répartition des cavités naturelles 57

Liste des tableaux

Tabl. 1 - Liste des communes visitées 32
Tabl. 2 - Distribution des cavités dans le département du Loir-et-Cher 38

Introduction

Le présent rapport présente les résultats finaux concernant le projet « Inventaire des cavités souterraines du Loir-et-Cher» (Centre) cofinancé par le Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable (convention référencée MEDD n° CV 02000003/2002 et signée le 23 avril 2002).

Le département du Loir-et-Cher est l'un des six départements de la région Centre. Il est situé dans le quart Centre-Ouest de la France. Connu pour ses habitations troglodytiques le long de la vallée du Loir, il renferme aussi un potentiel en grandes carrières souterraines à entrées latérales sur versant.

Ce potentiel en cavités souterraines diverses provient de la géologie du département. En effet, le substratum très calcaire, localement appelé « falun », a été très exploité et aménagé. Egalement, la craie du Turonien ou tuffeau a fait l'objet de nombreuses excavations.

Le présent rapport rappelle tout d'abord la procédure de programmes d'inventaires et la banque de données associée, puis le contexte géographique et géologique du département et se termine par la synthèse des résultats.

1. Cadre général de l'étude

1.1. OBJECTIF DES INVENTAIRES

Il s'agit de recenser, localiser et caractériser les principales cavités souterraines abandonnées (hors mines) présentes dans le département du Loir-et-Cher, puis d'intégrer l'ensemble de ces données factuelles dans la base de données nationale sur les cavités souterraines (BDCavité) gérée par le BRGM à la demande du Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable (Annexe 1). Les organismes extérieurs associés sont à ce jour l'INERIS (Institut National de l'Environnement industriel et des Risques), le LCPC (Laboratoire Central des Ponts et Chaussées) et les services RTM (Restauration des Terrains en Montagne).

Les objectifs de cette opération sont multiples.

1.1.1. A l'échelle locale (départementale)

Il s'agit en premier lieu de conserver la mémoire des carrières souterraines, désormais pour la plupart abandonnées. Les archives écrites concernant ces anciennes exploitations sont généralement incomplètes et dispersées. L'information est le plus souvent transmise oralement, par des témoins concernés à des titres divers (propriétaires fonciers, élus communaux, anciens carriers, champignonnistes, etc...), ce qui la rend fragile et difficilement accessible. Les mouvements de populations et la pression foncière conduisent à construire ou aménager dans des sites autrefois délaissés, car sous-cavés, mais dont l'historique n'est plus connu. Il est donc primordial, pour prévenir les accidents qui pourraient résulter de tels aménagements, de maintenir la mémoire de ces carrières souterraines abandonnées et de diffuser aussi largement que possible une information fiable et homogène les concernant.

Une telle information concernant la localisation et l'extension des carrières souterraines, lorsqu'elle est disponible, permet une meilleure connaissance du risque (compte tenu des mouvements de terrain qui peuvent être occasionnés - Annexe 5) et donc sa prévention, et l'organisation des secours en cas de crise. Elle peut en particulier permettre l'élaboration de cartes de l'aléa associé à la présence des cavités souterraines, et ainsi participer en tant que telle à celle de documents à usage réglementaire, de type PPR, comme à l'information préventive du public.

1.1.2. A l'échelle nationale

Il s'agit d'initier une démarche globale de recensement des cavités souterraines, d'origine anthropique ou naturelle, ce qui suppose de réaliser ce travail d'inventaire départemental sur l'ensemble du territoire (ou au moins sur les secteurs potentiellement les plus concernés). La connaissance des zones sous-cavées est jusqu'à présent diffuse, hétérogène et incomplète. Il s'agit donc de rassembler la totalité des informations disponibles (sans qu'il soit possible de prétendre à l'exhaustivité en la matière) et de la stocker, sous forme homogène, dans une base unique et fédérative de données géoréférencées : la Base de Données nationale dont les développements informatiques ont été cofinancés par le MEDD de 1999 à 2001.

L'opération d'inventaire départemental des cavités souterraines anthropiques abandonnées et des cavités naturelles permettra d'alimenter cette base avec l'ensemble des phénomènes connus à la date de l'étude. L'organisation de cette connaissance sous forme d'une base de données informatique gérée par un organisme public pérenne permettra de la mettre régulièrement à jour au fur et à mesure de l'acquisition de nouvelles données (l'existence de certaines cavités non mentionnées dans les archives et inconnues des acteurs locaux peut être révélée fortuitement à l'occasion d'un effondrement en surface). L'accès à cette base de données étant libre et gratuit, une large diffusion de cette connaissance sera possible, ce qui facilitera les politiques d'information et de prévention du risque.

1.2. CADRE CONTRACTUEL

Cette étude s'inscrit dans le cadre d'un programme pluriannuel -2001 à 2006- demandé par le MEDD visant à réaliser un bilan aussi exhaustif que possible de la présence de cavités souterraines sur le territoire métropolitain.
La programmation, en termes de choix des départements à inventorier comme de calendrier de leur traitement, résulte d'une démarche logique s'appuyant sur l'Inventaire National de 1994 et la cartographie de l'aléa qui en a découlée, ainsi que sur divers épisodes événementiels en matière d'effondrements de terrain tels ceux de l'hiver 2000-2001.

Sachant que des évolutions sont possibles au cours des 6 ans en fonction des critères cités préalablement, la programmation résultant des divers choix effectués fait l'objet du tableau et de la carte fournis en Annexe 2.

La méthodologie de ces inventaires est présentée dans le cahier des charges type. Elle permet d'homogénéiser la représentation des résultats obtenus.

1.3. BASE DE DONNEES NATIONALE BDCAVITE

1.3.1. Présentation

En parallèle des inventaires départementaux, se finalise le développement par le BRGM de l'outil informatique Base de Données nationale sur les Cavités souterraines, *BDCavité*. La base *s.s.* est gérée par le BRGM en collaboration -pour ce qui concerne la fourniture de données- avec l'INERIS, le LCPC et les services RTM avec le soutien du Ministère de l'Education Nationale, de la Recherche et de la Technologie et de celui de l'Ecologie et du Développement Durable.

Ce projet doit répondre à la fois à un besoin national et local, et a pour objectif de centraliser et de mettre à disposition, via Internet et dans le réseau d'agences régionales du BRGM, l'information concernant les cavités souterraines sur le territoire métropolitain.

1.3.2. Architecture et champs de base de BDCavité

Parmi les outils informatiques développés, se distinguent, dans la base centrale (sous Oracle) à partir de laquelle sont faites les interrogations du site Internet, l'interface Web

du site correspondant et un applicatif local permettant les saisies régionales ainsi qu'une interface de saisie centralisée via le réseau interne BRGM.

Le contenu thématique sera variable en fonction du type de cavité étudié.
Deux grands types de cavités souterraines sont à distinguer : les cavités d'origine naturelle et les cavités d'origine anthropique, et parmi celles-ci les types déclinés ci-dessous.

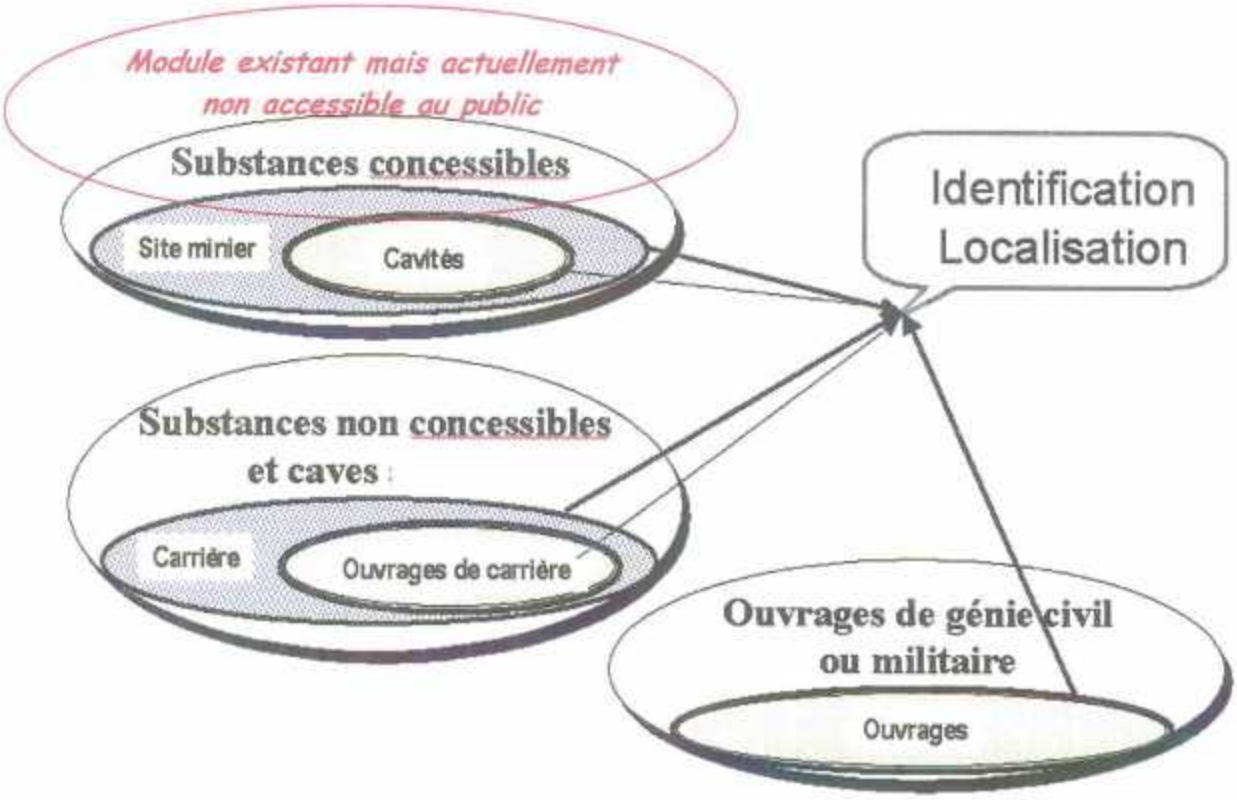
a) Cavités souterraines d'origine anthropique

❖ Cavités souterraines abandonnées :
- carrières (intègrent les différents modes d'exploitation, la présence éventuelles de plusieurs étages, leur état, ...) ;
- caves ;
- ouvrages souterrains de génie civil ;
- ouvrages souterrains militaires.

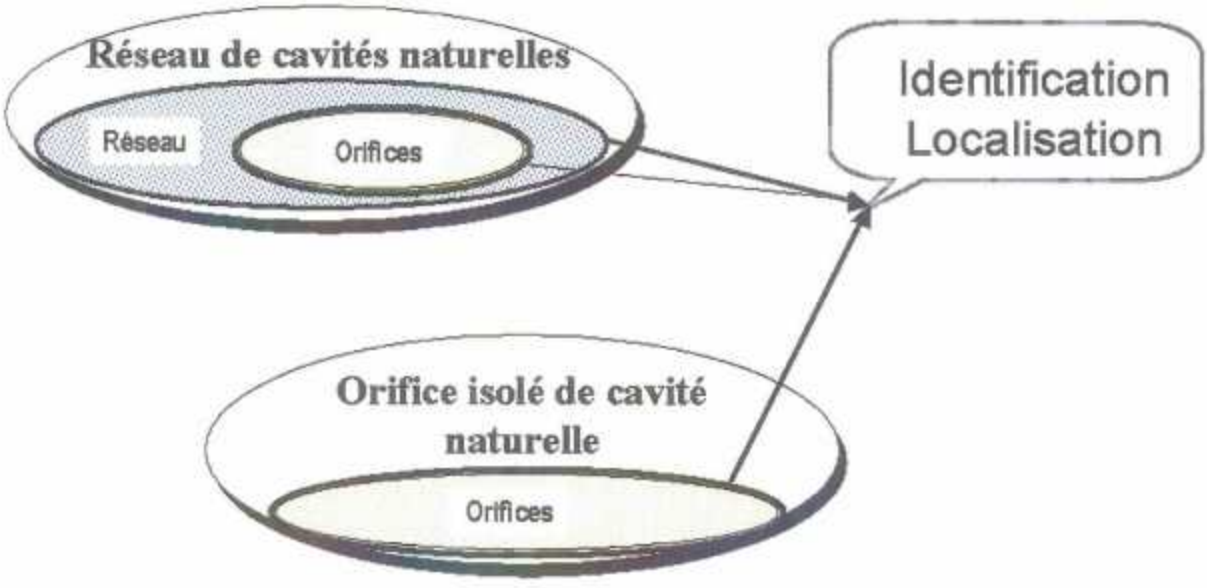
b) Cavités souterraines d'origine naturelle

Pour modéliser ces différents types de cavités, deux notions, ou entités, distinctes ont été dégagées :
- une entité localisée par l'enveloppe simplifiée (site) de son emprise au sol (carrière, cave) ou par un réseau de segments (réseau de cavités naturelles) ;
- une entité localisée par un seul point (ouvrage de carrière, de cave, orifice de cavité naturelle, ouvrage souterrain civil ou militaire).

L'utilisation de ces deux notions permet une identification et une localisation par entité, indépendamment du type de cavité telle que le montre fig. 1. Le thème « identification/localisation » est le « tronc commun » du modèle conceptuel de données des divers types de cavités souterraines. D'autres thèmes spécifiques à chaque type de cavité sont accessibles (fig. 2)

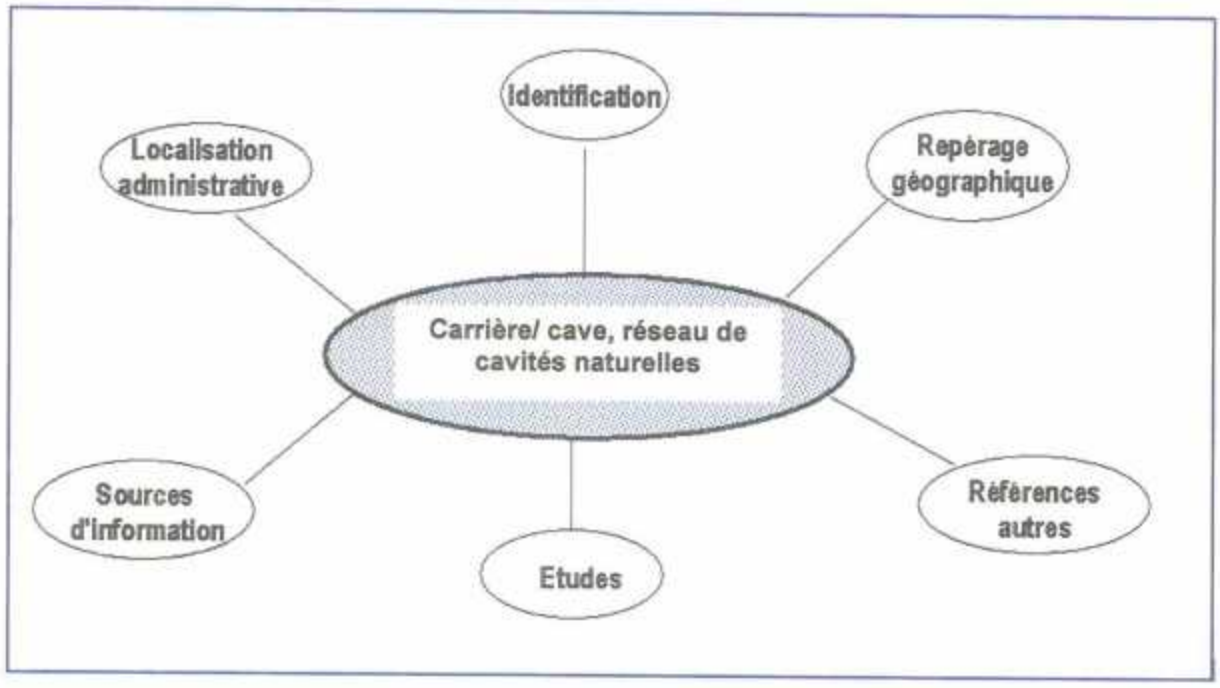


- Cavités anthropiques

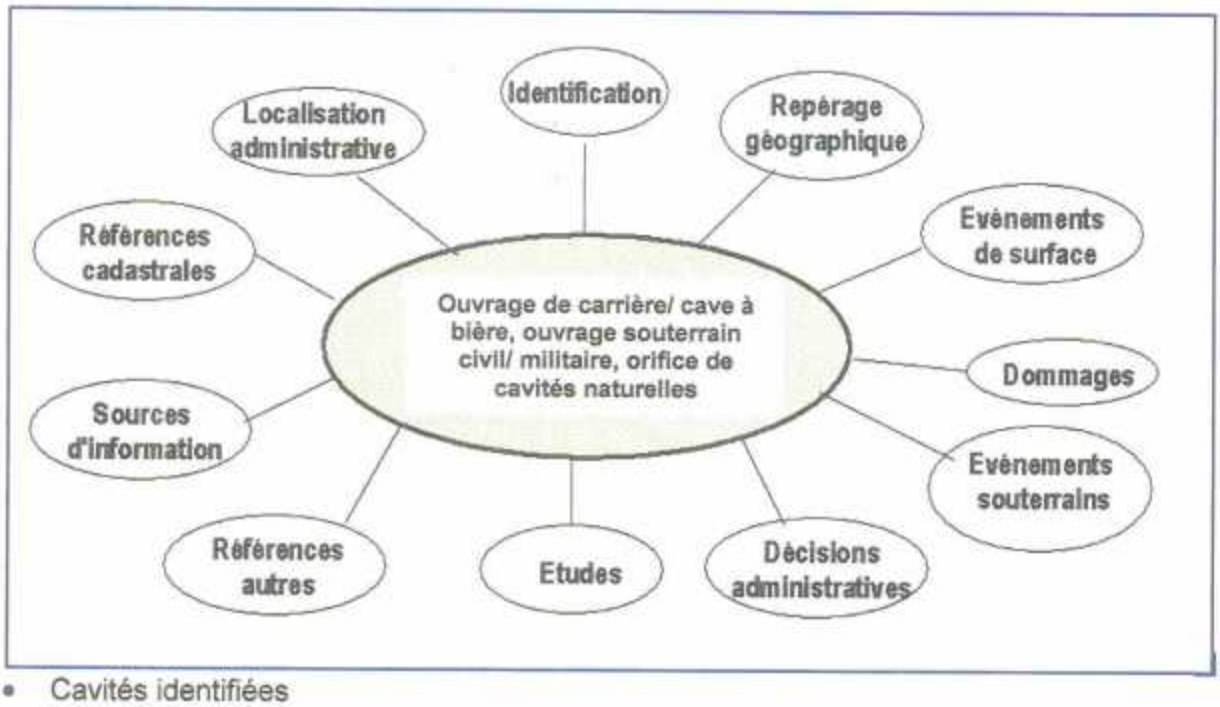


- Cavités naturelles

fig. 1 - Thème « identification/localisation » de la base de données



- Sites



- Cavités identifiées

fig. 2 - Autres thèmes spécifiques à chaque type de cavité

La base BDCavité dont il est question ici ne concerne pas les cavités d'origine minière. Les figures suivantes (fig. 3 et fig. 4) donnent quelques exemples de descriptions synthétiques de cavités de type anthropique.

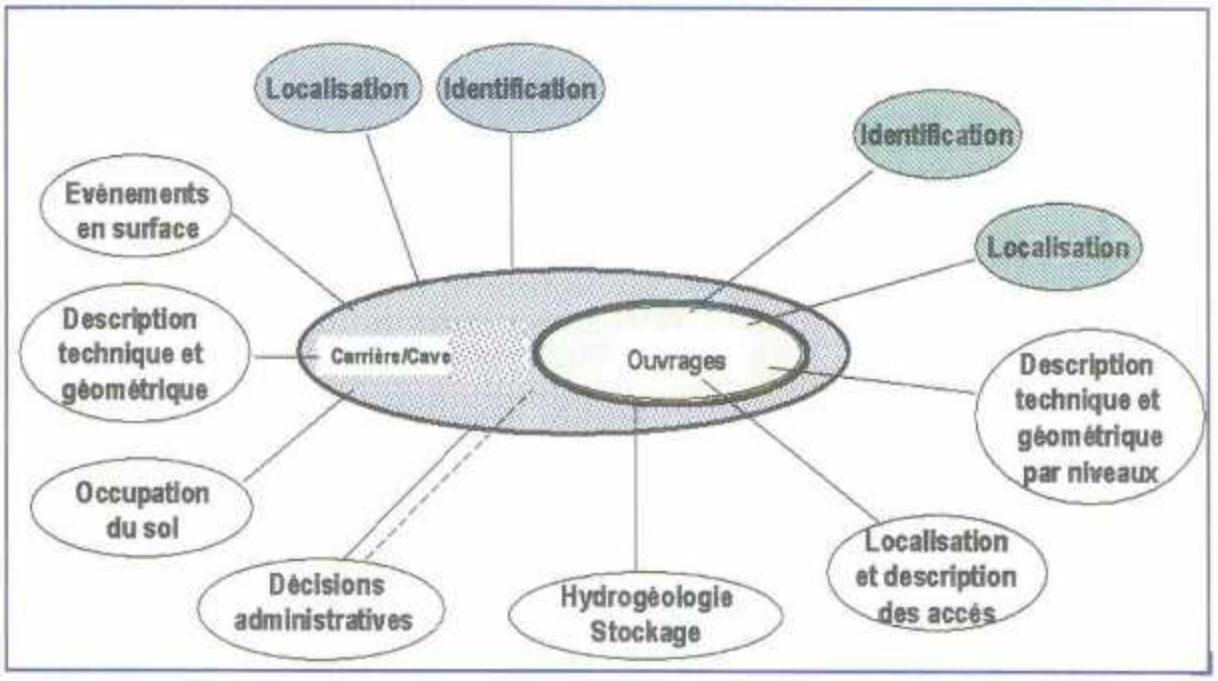


fig. 3 - Cas d'une carrière ou d'une cave

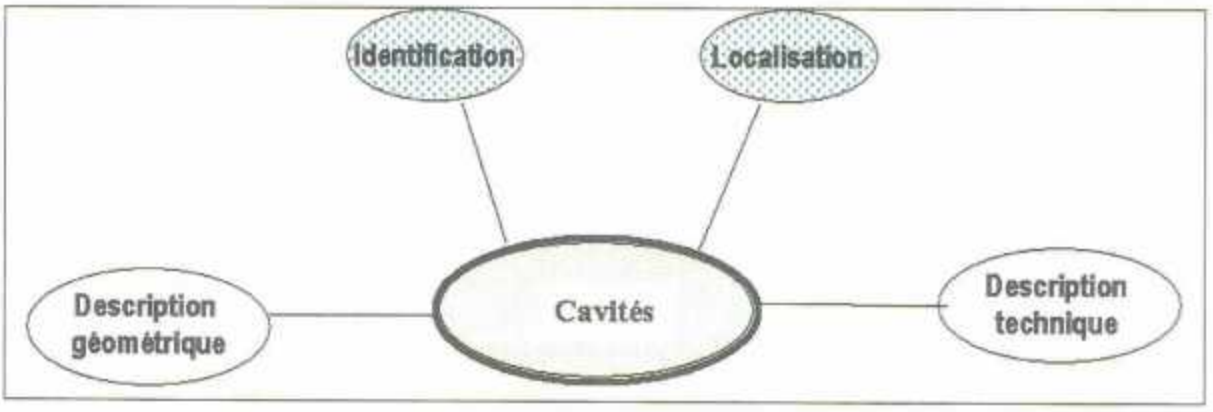


fig. 4 - Génie civil

1.3.3. Acquisition des données

L'acquisition des données se fait essentiellement à partir d'inventaires effectués par le BRGM, avec à terme la collaboration de l'INERIS, du LCPC à travers le réseau des Laboratoires Régionaux de l'Equipement et les services RTM.

L'origine des informations est diverse, leur provenance peut aller d'un simple dépouillement d'archives plus ou moins complètes, à des visites de terrain.

La saisie des données est réalisée par les Services Géologiques Régionaux du BRGM.

1.3.4. Mise à disposition de l'information

La mise à disposition de l'information s'effectue grâce au site Internet www.bdcavite.net.

La fig. 5 montre l'interface d'accueil du site ainsi que ses principales fonctionnalités.



fig. 5 - Présentation du site internet

1.4. PRINCIPALES ETAPES DE LA METHODOLOGIE DES INVENTAIRES

1.4.1. Typologie

Les cavités souterraines concernées par cet inventaire départemental sont :

- les carrières souterraines abandonnées, à savoir les exploitations en souterrain de substances non concessibles (pierre de taille, craie, gypse, ardoise, argile, ocre, etc.) et dont l'exploitation est désormais arrêtée ;
- les ouvrages civils abandonnés tels que tunnels, aqueducs, « caves » à usage industriel ou agricole ;
- les galeries et les caves abandonnées de stockage de substances diverses (déchets, matériel, ...) ;

- les habitations troglodytiques abandonnées ;
- les ouvrages militaires abandonnés ;
- les cavités naturelles (karsts calcaires, poches de dissolution ou d'effondrement des évaporites, gouffres de quartzites précambriens, cavités volcaniques, grottes marines, ...) ;
- les cavités abandonnées indéterminées : s'applique aux cavités pour lesquelles on ne connaît ni l'origine ni l'utilisation principale.

1.4.2. Recueil des données

La collecte des données se fait en 3 étapes :
- recherche bibliographique,
- questionnaires d'enquête auprès des communes,
- recueil de données auprès des services techniques concernés, d'organismes, d'associations ou de particuliers.

a) Recherche bibliographique

Le but de cette phase est de rassembler toutes les informations déjà publiées concernant des vides souterrains abandonnés ou les cavités naturelles (travaux de thèses), dans le département étudié, (dans certains départements les deux types d'inventaires sont dissociés).
Cette recherche bibliographique se fait par l'intermédiaire de la bibliothèque centrale du BRGM. Elle comporte notamment une analyse d'éventuels rapports d'étude concernant des sites déjà suivis par le BRGM dans le cadre de sa mission de service public. Une recherche spécifique auprès des archives départementales est également menée. Toutefois, cette recherche se borne à l'extraction des données déjà disponibles sous forme de synthèse thématique ou accessibles par l'utilisation de mots clés. Les données départementales déjà saisies dans BDCavités font évidemment l'objet d'une extraction au cours de cette phase.

b) Questionnaire d'enquête auprès des communes

Un questionnaire d'enquête type est adressé à l'ensemble des communes du département, sous couvert de la Préfecture (sous réserve de l'accord de cette dernière). Les maires sont invités à fournir au BRGM tous les éléments dont ils ont connaissance concernant les cavités souterraines abandonnées anthropiques et les cavités naturelles présentes dans leur commune. Un extrait de carte topographique est joint au questionnaire afin de faciliter leur repérage par les maires (ou leurs services techniques). Une relance téléphonique est effectuée par le BRGM un mois après envoi du questionnaire et ensuite à intervalles réguliers jusqu'à obtenir un nombre de réponses jugé représentatif à l'échelle départementale.

c) Recueil des données auprès des organismes compétents

Des enquêtes plus spécifiques sont orientées vers les organismes techniques locaux, en vue de recueillir les informations qu'ils détiennent. Les archives des anciens Services des Mines (détenues par les DRIRE ou versées aux archives départementales) sont systématiquement dépouillées, comme les archives départementales. Selon le contexte local, d'autres organismes sont aussi consultés : DDE, laboratoires régionaux de l'Equipement, Conseils Généraux (direction chargée de l'environnement et éventuellement celle chargée de l'entretien des routes), DDAFF, DIREN, DRAC, etc. Enfin, des enquêtes orales sont menées auprès de personnes-ressources susceptibles de fournir des informations pertinentes en raison de leur

connaissance du milieu souterrain : anciens carriers, champignonnistes, conservateurs de musée, archéologues, etc...
Les associations locales et départementales de spéléologie (CDS) sont systématiquement mises à contribution, à la fois pour les cavités naturelles et les cavités anthropiques, et certaines de leurs publications font l'objet d'une analyse bibliographique. En matière de cavités naturelles les services de la protection civile sont interrogés.

1.4.3. Validation sur le terrain – Valorisation des données et saisie

Validation sur le terrain :
- caractérisation des cavités recensées,
- repérage fortuit de cavités non archivées.

Valorisation des données et saisie :
- géoréférencement des cavités,
- descriptif (fiches de saisie),
- saisie dans BDCavité.

a) Validation sur le terrain – Caractérisation des cavités recensées
Toutes les cavités souterraines recensées par l'intermédiaire de la recherche bibliographique, des enquêtes auprès des communes et des contacts avec les différents interlocuteurs locaux font l'objet d'une visite sur le terrain, hormis celles pour lesquelles la documentation disponible est jugée suffisante pour permettre une localisation et une description fiable.

Cette visite sur le terrain a pour objectif principal de localiser précisément la situation des cavités (repérage sur carte topographique à l'échelle 1/25 000), soit à partir de l'observation directe lorsque des accès sont encore praticables ou au moins visibles, soit à partir de témoignages concordants recueillis sur place. Il s'agit aussi de compléter, par une observation rapide, les informations déjà disponibles sur l'environnement du site (nature de l'occupation du sol en surface et position des éléments éventuellement exposés). Lorsque des accès sont connus, qu'il s'agisse d'orifices karstiques ou de bouches de cavages / puits de carrière, leur position exacte est notée par rapport à des repères jugés pérennes et déterminée quand c'est possible à l'aide d'un GPS. Les éléments sont accompagnés d'une description (géométrie, état, accessibilité, etc....). Lorsque la cavité est encore accessible, une visite rapide des galeries est effectuée afin d'évaluer, globalement, l'extension des zones sous-cavées et leur état général de stabilité. La finalité d'une telle visite n'est pas d'aboutir à un diagnostic complet de stabilité, mais de permettre une caractérisation globale de la carrière identifiée (validation des plans quand ils sont disponibles). En matière de karst, ce genre de visite est l'exception.

b) Validation sur le terrain – Repérage de cavités non archivées
À l'occasion des visites de terrain et de rencontres avec des témoins locaux, il peut arriver que des carrières souterraines abandonnées non signalées dans les archives soient repérées. Ces cavités sont également localisées sur carte topographique à l'échelle 1/25 000 ou à l'aide du GPS et font l'objet des observations minimales comme définies ci-dessus.

c) Valorisation des données et saisie – Géoréférencement des cavités
Toutes les cavités recensées font l'objet d'un géoréférencement (calcul des coordonnées dans un système de projection Lambert), à partir des cartes topographiques IGN à l'échelle 1/25 000 ou de mesures GPS quand c'est possible.

d) Valorisation des données et saisie – Descriptif (fiches de saisie)
Pour chacune des cavités recensées, une fiche de saisie est remplie afin de renseigner les différents champs la décrivant dans la BdCavité, soit (énumération non exhaustive) : type d'exploitation, localisation (commune, lieu-dit, coordonnées géographiques, etc.), origine de l'information, descriptif (géométrie, contexte géologique, nature des matériaux exploités, photos du site, état de stabilité apparent, utilisation actuelle, etc...), nature, localisation et date d'occurrence des désordres éventuels associés (fontis, effondrement généralisé, débourrages de karst, chute de blocs près des entrées, etc...), dommages éventuels causés, nature des études et travaux éventuellement réalisés (avec références bibliographiques).

e) Valorisation des données et saisie – Saisie dans BDCavité
Les fiches ainsi remplies servent de support pour la saisie des informations dans la base de données nationale sur les cavités souterraines (BDCavité).

1.4.4. Synthèse des données

Synthèse des données :
- analyse critique de la représentativité des données recueillies,
- réalisation d'une carte de synthèse,
- typologie des cavités repérées,
- rédaction d'un rapport de synthèse.

a) Analyse critique des données
Une fois que les phases de recueil, de validation et de valorisation des données sont achevées pour l'ensemble du département, une synthèse des cavités recensées est effectuée. Une analyse critique des données recueillies est menée pour déterminer la représentativité des résultats de l'inventaire, en tenant compte des spécificités du département et des éventuelles difficultés rencontrées (défaut de réponse de certains acteurs lors des enquêtes, absence d'information dans certains secteurs, imprécision dans la localisation de carrières dont les traces ne sont plus visibles sur le terrain, etc.). Cette analyse critique est indispensable pour évaluer la fiabilité des résultats de l'opération et la représentativité de l'échantillon recueilli (qui ne pourra en aucun cas être considéré comme définitivement exhaustif).

b) Caractérisation des cavités recensées
Une typologie -caractérisation quand il s'agit de cavités naturelles- des cavités recensées dans le département est effectuée à l'aide des résultats de l'inventaire départemental. La typologie s'appuiera non seulement sur le mode d'exploitation employé, mais tiendra compte aussi de la nature des matériaux extraits, de l'extension des cavités, de leur mode d'utilisation actuelle, de leur état de stabilité apparente et de la nature des éléments exposés. La caractérisation des cavités naturelles se fait sur la base de critères tels que l'extension et le régime hydraulique.

c) Carte de synthèse

L'ensemble des cavités recensées est reporté sur une carte synthétique et sur laquelle figure, outre les cavités elles-mêmes (classées par type), les principaux repères géographiques nécessaires (limites départementales et communales, villes principales, voies de communication et cours d'eau principaux). Cette carte synthétique permettra de visualiser les zones a priori les plus exposées au vu des connaissances actuelles et pour lesquelles des analyses plus spécifiques devront être menées, pour aboutir à l'élaboration de cartes d'aléa.

Le chapitre suivant donne une description synthétique de l'état final de l'étude concernant l'inventaire des carrières et des cavités souterraines pour le département du Loir-et-Cher.

2. Contexte départemental

2.1. PRESENTATION GENERALE DU DEPARTEMENT

2.1.1. Contexte géographique



Le Loir-et-Cher est l'un des six départements composant la région Centre. Il a pour préfecture la ville de Blois (fig. 6) et est composé de 291 communes (390 968 habitants) réparties sur une surface de 6 343 km^2. Le Loir-et-Cher est un département contrasté : au sud, la Sologne, au nord, le pays du Perche vallonné et la vallée du Loir que commande Vendôme ; au centre, Blois surplombant la Loire. D'un côté une partie du département possède un paysage assez plat peu propice au développement de cavités et de l'autre, un système de vallées bordant des cours d'eau (principalement la Loire, le Cher et le Loir) où ont été creusées des cavités dans le tuffeau. Il existe ainsi des villages creusés dans la roche, comme le célèbre village de Trôo.

fig. 6 - Situation géographique du Loir-et-Cher

2.1.2. Contexte géologique

a) Histoire géologique

Fin du Permien : La région est exondée et soumise à une érosion active des formations mises en place au Carbonifère sur le socle antémésozoïque.
Trias : Au Trias moyen-supérieur se produit une transgression marine. La sédimentation Triasique (lagunaire, marine, continentale) marque l'individualisation du Bassin de Paris.
Au Jurassique : La transgression amorcée au Trias va s'accentuer. La sédimentation est argileuse (indiquant une mer peu profonde) au nord-est du bassin et plutôt calcaire au sud-ouest (indiquant une mer plus profonde). A la fin du Dogger une émersion temporaire provoque un arrêt de la sédimentation, la mer revient à l'Oxfordien puis se retire à la fin du Jurassique initiant ainsi une longue période d'érosion.
Au Crétacé : Au Crétacé inférieur une nouvelle transgression survient entraînant des dépôts détritiques tranchant franchement avec la sédimentation calcaire du Jurassique. Au cours du Turonien et du Sénonien la sédimentation est carbonatée, entraînant la mise en place des craies tufeuses. La régression s'amorce au Campanien, à la fin du Sénonien s'installe un régime continental.
Au Tertiaire : Les conditions climatiques sont très agressives, durant l'Eocène les formations continentales vont s'édifier à partir de produits d'altération. Des dépôts détritiques (sables quartzeux fins) purement fluviatiles y sont associés. Des lacs vont

s'installer dans des dépressions synclinales et seront comblés par des sédiments marneux et calcaires. Le lac de Beauce occupe le centre du Bassin de Paris au cours de l'Oligocène, son comblement est à l'origine de la mise en place du calcaire de Beauce. Il va s'étendre pour occuper la majeure partie de la région à l'Aquitanien. Au Burdigalien les dépôts carbonatés (calcaire de Beauce) vont interférer avec les premières décharges venues du Massif Central. Ces apports sablo-argileux prévaudront par la suite et formeront les formations de Sologne. Au Miocène la région Tourangelle bascule vers l'ouest ce qui permet la dernière incursion marine vers l'est (mer des Faluns), qui érode les sables de l'Orléanais et du Blésois de l'ouest Solognot et abandonne, au Langhien, des sables fossilifères (faluns). Le retrait progressif de la mer à l'Helvétien, entraîne la généralisation du régime continental et la mise en place à partir du Pliocène d'épandage détritique de sables et graviers qui couvrent les plateaux des cours actuels.

Au Quaternaire : La pré-Loire possède un cours Atlantique. Puis la région acquiert sa morphologie actuelle avec le creusement par saccade des vallées durant les périodes glaciaires.

b) Stratigraphie

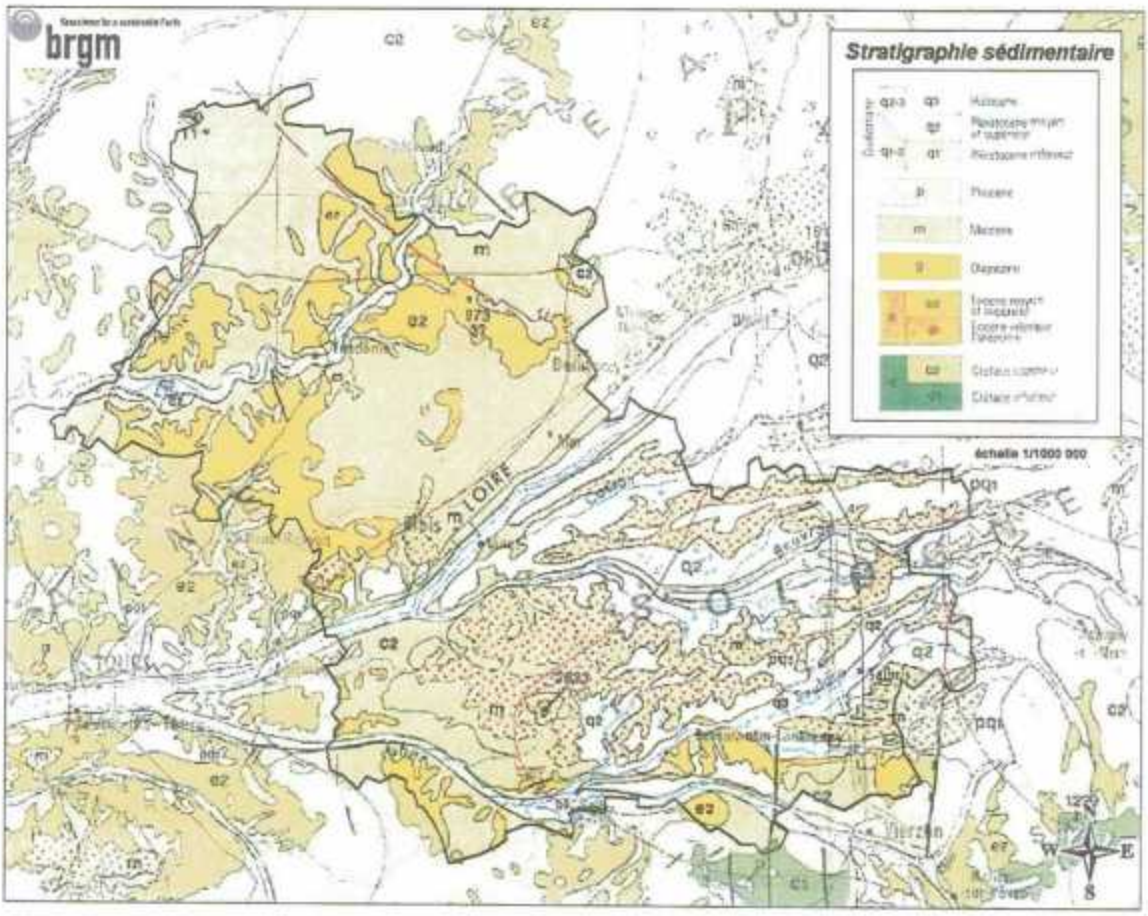


fig. 7 - Extrait de la carte géologique 1/1 000 000 du BRGM

Le Loir-et-Cher se trouve au milieu de la région Centre et au croisement des géologies particulières des autres départements. Sa géologie (fig. 7) est liée à l'histoire des bassins continentaux éocènes, du lac de Beauce oligocène et miocène, de la mer des

faluns et de la Sologne miocène, de la Loire du Miocène au Quaternaire. Ainsi les tuffeaux, craies et calcaires lacustres constituent le substratum d'une large partie du département. Les surfaces d'affleurement sont très importantes au nord de la Loire, des secteurs plus réduits bordent la Sologne.
Le sud du département est caractérisée par une hydrographie plus dense au long de laquelle les formations alluvionnaires déposées en terrasses sont importantess. Apparaissent également les sédiments fluvio-lacustres du bassin de Paris. Ils recouvrent les formations calcaires, du Miocène essentiellement.
Au Nord de la Loire on peut observer le Miocène, essentiellement le calcaire du plateau de Beauce.
Le long du cours de la Loire, du Loir et du Cher, affleurent les formations du Crétacé (Cénomanien, Turonien et Sénonien) avec les craies tufeuses, roches très propices au creusement de cavités.

Terrains affleurants de la base au sommet :

- **Cénomanien (Crétacé sup., Secondaire)**
  - ***Marnes inférieures ou gaize (jusqu'à 40 m) :*** La base du Cénomanien est souvent représentée par des marnes ou des argiles gris foncés à noirâtres, silteuses, irrégulièrement consolidées, parfois pyriteuses, plus souvent glauconieuses. Il apparaît également des calcaires tendres, gris-jaune à verdâtres, plus ou moins sableux, et les faciès « gaize », roche argilo-siliceuse assez tendre, micacée, souvent silteuse, de couleur blanc-gris verdâtre.
  - ***Sables du Perche (25 à 30 m)*** : sables quartzeux fins à moyens, bancs de grès calcareux, accessoirement bioclastiques, glauconieux et micacés, brun-beige à roux ; d'origine marine (dépôts littoraux à forte influence continentale).
  - ***Marnes à ostracées (30 à 45 m)*** : ces marnes sont de couleur blanche à beige grisâtre, plus rarement gris foncé noirâtre, à petite fraction sableuse, et irrégulièrement glauconieuses. Fréquemment, elles s'interstratifient dans des argiles (essentiellement des smectites) de couleur vert clair, toujours légèrement glauconieuses et qui s'indurent parfois en argilolites satinées au toucher.

- **Turonien-Sénonien (Crétacé sup., Secondaire)**
  - ***Craie argileuse, craie marneuse (30 m) :*** craie argileuse (« marne ») gris clair à grains de glauconie et débris coquilliers, craie argileuse (« marne ») grisâtre à blanche, petits silex cornus disséminés ; origine marine, dépôts de bassin.
  - ***Craie micacée (tuffeau de Bourré) (20 m) :*** craie argileuse à rares silex noirs, craie blanche à silex noirs en rognons et dalles abondantes, craies sableuses quarzo-micacées ; origine marine; dépôts de bassin.
  - ***Tuffeaux blancs et jaunes (0 à 80 m) :*** craies et calcaires tendres stratifiés en horizons (10 cm à 2m) mal délimités, détritiques, quartzo-micacés, à débris bioclastiques disséminés ou concentrés en bancs, aspects rognoneux très fréquent lié à des terriers et bioturbations préférentiellement calcitisées, silex bruns et noirs rognoneux disséminés ou disposés en lits ; origine marine, dépôts de plate-forme.
    Ces niveaux ont jadis avec le tuffeau de Bourré, constitués une pierre de taille très largement employée en Touraine. L'extraction était réalisées en carrières souterraines.
  - ***Craie de Villedieu (partie inférieure) (0 à 25 m), calcaire de Fortan (0 à 10 m) :*** craie glauconieuse et bioclastiques, blanches, stratifiées en bancs métriques mal délimités, silex fréquents en rognons et petites dalles ; origine marine, dépôts de bassin. Calcaires et marnes beige verdâtre, en petits bancs, souvent coquilliers, à

niveaux perforés et concentration glauconieuse représentant des épisodes d'arrêt de sédimentation ; origine marine, dépôt de haut fond.

- ***Craie de Villedieu (partie supérieure) (0 à 25 m) :*** craies blanches, détritiques quartzo-micacées, légérement glauconnieuses, bioclastiques, à silex noir et bruns, en bancs métriques mal délimités ; origine marine, dépôts de bassin.
- ***Calcaire de Sasnières (0 à 15 m) :*** calcaires bioclastiques à niveaux lumacheliques coquilliers, glauconieux, partiellement recristalisés en carbonates et silice, en bancs massifs mal délimités, à bancs de silex brun incluant des macrofossiles, sables calcareux quartzeux fins et micacés ; origine marine, dépôts de haut fond.
- ***Craie de Blois (0 à 50 m) :*** craies blanches détritiques quartzo-micacées peu bioclastiques à silex noirs, craie blanche tendre à pulvérulente à silex rognoneux noirs ; origine marine, dépôts de bassin.

– **Sénonien-Eocène (Paléogène, Tertiaire)**
- ***Formations argilo-sableuses (0 à 30 m) :*** argiles, argiles sableuses, sables argileux hétérométriques, silex entiers et brisés, parfois à patine rouge, de teinte beige à rouge. C'est le résultat de la silicification sur place des dépôts marins carbonatés turoniens et sénonien ; origine marine, altération.

– **Eocène-Oligocène (Paléogène, Tertiaire)**
- ***Marnes et calcaires lacustres de Touraine*** : ce complexe lacustre est formé par le calcaire de Morancez-Marnes de Villeau (5-10m) et de calcaires à meulière et marnes (10-15m)

– **Miocène (Néogène, Tertiaire)**
- ***Calcaires et marnes de Beauce (20 à 40 m) :*** alternance et répartition lenticulaire d'argiles vertes à rognons calcaires, de marnes beiges et vertes, de calcaires beiges tendres ou pulvérulents finement cristallisés, de calcaires indurés massifs ou vacuolaires, de silicifications irrégulières (meulières) ; origine continentale lacustre. Une intense fissuration peut conduire à la création de véritables réseaux karstiques.
- ***Sables et argiles de Sologne (0 à 10 m) :*** dépôts détritiques fluviatiles gris, verdâtres ou brun clair à grain moyen, dépôts alluviaux les plus anciens qui ont comblé les irrégularités du Calcaire de Beauce. Ils sont gris verdâtres ou brun clair.
- ***Falun de Touraine (8 à 12 m) :*** sables fins jaunes coquilliers.
- ***Sable de Montreuil :*** correspond à l'Hélvètien continental. Ce sont des formations argilo-sableuses et graveleuses fluviatiles. On distingue trois faciès : un faciès sableux, un faciès graveleux et un faciès argileux. Souvent remanié au sein des limons sus-jacents, les sables sont mélangés à de l'argile riche en limonite qui leur confère une teinte gris roussâtre à ocre.

– **Alluvions (Quaternaire) :** sables graviers et galets déposés au cours du temps par les cours d'eau

2.1.3. Contexte hydrogéologique

Les trois principaux cours d'eau du Loir-et-Cher sont le Loir, le Cher et la Loire. La partie Solognotte du département est couverte d'étangs.
Les réservoirs aquifères principaux sont représentés par les formations suivantes :
- les sables et formations du groupe de Sologne
- le calcaire de Beauce
- la craie du Sénonien
- les sables du Perche
- les calcaires du Dogger
- les sables et grès du Trias
- les sables des formations de Sologne

L'eau est en général très peu profonde (pas plus de 10 m), et la productivité plutôt faible.

- ***Calcaire de Beauce***

Le Calcaire de Beauce de l'Oligo-Miocène présent de part et d'autre de la Loire constitue un réservoir de première importance du fait de son intense fissuration qui se développe jusqu'à une karstification en Beauce.

- ***Craie Séno-Turonienne***

Cette série est constituée de craie franche jusqu'au Turonien moyen et d'une craie sableuse à l'ouest pouvant renfermer de l'eau. Cette eau n'est mobilisable que lorsque la craie est fracturée (conditions rencontrées le long des failles géologiques ou sur les bombements anticlinaux, ou altérée sous les plaines alluviales des grands cours d'eau). La base de la craie devient marneuse et imperméable. Dans les secteurs où le flux est important, il se développe de véritables réseaux karstiques, comme la rivière souterraine d'Orchaise, près de Cisse. La craie est recouverte par une couche d'argile qui forme une couche protectrice imperméable.

- ***Sables du Cénomanien***

Constitués par le sable du Perche, le sable du Maine et au sud, le sable de Vierzon. Profonde et protégée naturellement par les séries marneuses sus-jacentes, l'eau y est de bonne qualité.

- ***Autres réservoirs aquifères***

Captifs et de grandes profondeurs dans le département, on rencontre deux aquifères, le Calcaire du Dogger et les sables et grès du Trias. Ce dernier trop profond pour pouvoir offrir une eau potable est utilisé sur la structure de Chémery-Soings-en-Sologne pour le stockage de gaz. Une utilisation comme source de chaleur est envisagée à Romorantin.

2.2. UNITES GEOLOGIQUES PROPICES A L'EXISTENCE DE CAVITES

Comme il a déjà été vu dans les paragraphes précédents, les unités susceptibles de contenir des cavités souterraines sont :
- **les formations calcaires Tertiaire**, notamment les calcaires de Beauce et les calcaires lacustres de Touraine, qui peuvent contenir des réseaux karstiques naturels.
- **les formations calcaires Secondaire**, parmi lesquelles les tuffeaux (jaunes et de Bourré) et les craies (de Blois et de Villedieu) peuvent quant à elles accueillir des

cavités anthropiques. Ces formations affleurantes en coteau le long des cours d'eau du département sont facilement exploitables en carrière ou utilisables en habitations troglodytiques par creusement.

3. Recueil des données et validation de terrain

3.1. DONNEES DE BASE

Dans un premier temps, les données d'archives ont été exploitées, puis dans un second temps, un maximum (dans la mesure du possible) des sites recensés ont été validés.

3.1.1. Données d'archives

a) Archives du BRGM

Les archives du BRGM sont assez variées, ce sont des rapports à finalités multiples (expertise géotechnique pour la plupart). Les informations obtenues par ces archives sont très différentes d'un rapport à l'autre.
Au total 10 rapports ont été consultés, permettant de localiser plus ou moins précisément 273 cavités souterraines.

b) Archives de la DDE

Nous avons contacté le service des PPR de la DDE du Loir-et-Cher. Il n'y a que peu d'informations disponibles actuellement. De plus, des PPR sont en cours au sein de certaines communes :
- Troô : PER réalisé par le BRGM ;
- Vendôme : PPR terminé, une carte de localisation des cavités est disponible ;
- Bourré-Montrichard-Monthou-sur-Cher : PPR en cours, il est réalisé par le CETE. Des informations semblent déjà avoir été collectées par le CETE ;
- Mennetou-sur-Cher (hameau) : PPR en cours. Le CETE est chargé de sa réalisation. Aucune information n'est disponible actuellement.

Ces archives se présentent sous la forme de dossiers des plans de prévention des risques (PPR) de certaines communes. Les études menant au PPR sont réalisées. par un bureau d'étude (souvent le CETE). Chaque PPR est constitué de plusieurs rapports rédigés, de cartes d'aléas et de localisation des cavités souterraines (ex : PER de Troô, réseau des Caforts, Annexe 3). Ce sont ces dernières cartes qui sont les plus intéressantes pour notre étude.
Les informations obtenues sur ces cavités sont leur emplacement précis (avec souvent leur adresse, référence cadastrale...) et les mouvements de terrain liés.
Les archives de la DDE ont permis de localiser 128 cavités souterraines.

c) Documents des Archives Départementales

Les archives départementales du Loir-et-Cher possèdent un grand nombre de documents divers. Les documents concernant les cavités sont situés dans la série 8S :
- Mines et Energie (fond de la Préfecture), 8s 10 à 8s 16 : carrières et sablières de 1812 à 1939, concernant les autorisations d'ouverture de carrière et de sablières, les plans, l'interdiction d'exploitation, les mesures de sécurité concernant les caves et roches menaçant de ruine, et des correspondances. Il s'agit de documents très anciens, souvent il n'est pas précisé s'il s'agit de carrière souterraine ou de carrière à ciel ouvert.
- La série 8s30, fonds des Ponts et Chaussées, statistiques sur les carrières du département de 1840 à 1912.

L'exploitation de ces archives n'a pas été faite car jugée peu intéressante pour notre enquête. En effet les renseignements peu nombreux sont souvent très imprécis.

Les archives départementales font référence à un ouvrage a priori très intéressant auquel nous n'avons pas pu avoir accès :
Coudrec J.M (1970), Inventaire descriptif des sources d'hydrologie karstique en Touraine – Etude Ligérienne n°5 Janvier-Mars 1970. Association pour le développement du Centre d'Etudes Supérieures Ligériennes.

Nous avons aussi remarqué la présence de plusieurs publications de J.M Lorain, ancien hydrogéologue du CETE.

d) Autres sources d'informations

Observation des cartes IGN au 1/25 000^{ième} :

Les cartes IGN permettent également de compléter nos données, en effet les zones de caves, les champignonnières, sont parfois repérées sur les cartes par des figurés en points noirs portant la mention « caves » ou « champignonnière ».
Cela permet en général de vérifier les informations données par les mairies et de noter les éventuels oublis. De ces cartes, ne sont determiné que les coordonnées de la cavité sans avoir plus de précision sur la géométrie, le type de matériau, l'utilisation...
L'observation des cartes IGN a permis de répertorier 373 cavités souterraines.

Observation des cartes géologiques :

Des indications de cavités naturelles, carrières, ont été reprises des cartes géologiques au 1/50 000 couvrant le département du Loiret. Cela a permis de repérer 89 cavités

Consultation d'ouvrages en librairie :

Des ouvrages concernant les souterrains, les habitations troglodytiques, les réseaux karstiques... du département ont été consultés. Les informations obtenues sont très diverses et plus ou moins complètes. Un ouvrage intéressant est « Troglos et Perreyeux en vallée du Loir », de Henri Mésange (Edition du Cherche-Lune). Cet ouvrage assez complet, traite des habitations troglodytiques, des lieux de cultes, des souterrains refuges et des carrières situés le long du Loir.
L' étude des ouvrages en librairie a permis d'inventorier 5 cavités.

Consultations d'articles de journaux locaux :

La Nouvelle République (dont le service de documentation est basé à Tours) a fourni des articles concernant les cavités souterraines. Ces articles concernent des faits divers (effondrement de cavités...), des découvertes, des informations touristiques...

Consultation de sites Internet :

« L'internet » permet de trouver des informations très variées et souvent assez précise. Par exemple le site http://perso.wanadoo.fr/04as/ fourni une liste quasi exhaustive des réseaux spéléologiques donc karstiques (8 au total) du département du Loir-et-Cher, ainsi que des informations concernant la profondeur, la longueur, en revanche la localisation s'avère imprécise.

Clubs de Spéléologie :

Il n'existe plus de Club de Spéléologie dans le département du Loir-et-Cher, le spléléo-club de Blois ayant fermé récemment.

Nous avons pris contact avec le Service de Secours Spéléologique (SSF) de la région Centre basé à Tours qui possède des données sur le département du Loir-et-Cher. Ce service n'a pas souhaité nous donner accès à ses archives, en revanche les 18 bulletins annuels « *Ad Augusta Per Angusta* » édités par le Spéléo-Club de Touraine ont pu être consulté. Ces bulletins fournissent des informations souvent très précises sur certaines cavités naturelles du département.

Les bulletins du Groupe Spéléologique de l'Orléanais (GSO) ont également été consultés. Nous y avons trouvé quelques articles concernant des cavités naturelles du département du Loir-et-Cher.

L'étude des bulletins de ces spéléo-clubs a permis de répertorier 30 cavités naturelles.

d) Administrations ayant refusées l'accès à leurs archives

Archives de la préfecture - SIDPC :

Les archives que possède la Préfecture sont des dossiers visant à la reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle (mouvements de terrain) de certaines zones ou propriétés. Ces dossiers sont appuyés par une étude technique réalisée par des bureaux d'études (quasi exclusivement réalisées par le CETE basé à Blois).

La Préfecture nous a fourni une simple liste des dossiers (soit 41 dossiers allant de 1995 à 2002) de demande de reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle sur le département. Ces dossiers traitent d'éboulements en cave, de glissements de terrain, d'éboulements de coteau et concernent en particulier les communes de :

Angé, Authon, Bourré, Brevainville, Chaumont sur Loire, Couture, Fontaine les Coteaux, Freteval, Gombergean, Lance, Lavardin, Les Essarts, Les Roches l'Evêque, Lunay, Mazange, Mer, Montrichard, Montoire, Montrouveau, Naveil, Pezou, Romorantin, Saint-Arnoult, Saint-Rimay, Sasnières, Ternay, Vendôme, Villechauve, Villedieu-le-Château, Villiersfaux.

La Préfecture n'a pas souhaité nous donner accès à ces dossiers sans l'accord préalable des bureaux d'études qui les ont réalisés. Compte tenu des délais de réalisation de cet inventaire nous avons donc pas pu avoir accès à ces informations.

Archives du CETE de Blois – Service géotechnique :

Le CETE à Blois réalise des études ponctuelles sur des cavités ou groupes de cavités, des études plus générales comme des PPR ou les rapports techniques pour les dossiers de reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle. En particulier, parmi les anciens géologues du CETE, J.M. Lorain semble avoir fait un certain nombre de publications sur les cavités anthropiques et les karsts du département. Ainsi le CETE dispose de nombreuses archives sur le département ainsi que sur l'Indre-et-Loire, mais le CETE n'a pas souhaité nous donner accès à ses archives.

Cependant nous avons eut accès, par l'intermédiaire de la DDE ou la ville de Vendôme, à quelques rapports[1] rédigés par le CETE, qui nous ont permis d'identifier précisément des cavités. De plus, l'étude, datant de 1985, comprend un inventaire global des cavités du département, effectué à partir des données du Cadastre du

[1] "Etude générale des mouvements de terrain en Loir-et-Cher - Localisation des zones à risques" (1985),
"Cartographie de l'aléa dû aux mouvements de terrain - commune des Roches l'Evêque",
"Etude de la stabilité du coteau de la Pointe - commune de Montoire",
"P.P.R. Mouvements de terrain - commune de Vendôme,
note technique concernant un effondrement - commune de Chateauvieux.

XIX^{ième} siècle. Ainsi ce rapport contient une carte récapitulative du nombre approximatif de cavités (Annexe 7) par communes, qui a été comparé aux résultats de cet inventaire.

e) Administrations ne possédant pas d'archives

Certaines administrations que nous avons contactées ne possédaient pas d'archives utiles pour cet inventaire :

- Conseil Général du Loir-et-Cher, Service Environnement, et Service Direction des routes
- Direction Régionale de l'Industrie, de la Recherche et de l'Environnement (DRIRE)
- Direction Régionale de l'Environnement (DIREN) à Orléans

3.1.2. Enquêtes communales

Le projet a débuté en juillet 2002. Ainsi un courrier a été envoyé à chaque mairie des 291 communes du Loir-et-Cher le 24 juillet 2002. Chaque courrier (voir Annexe 4) est composé :

- d'une lettre du BRGM
- de la lettre de mission du MATE (Annexe 1)
- d'un tableau (et de sa notice explicative)
- d'un extrait de carte IGN de la commune à l'échelle 1/25 000

Le but de ce questionnaire est de récolter toutes les informations en possession des mairies. Les mairies sont censées renvoyer une réponse même en cas d'absence de cavités. Elles doivent répertorier les cavités présentes sur leur commune et remplir un maximum d'informations les concernant dans le tableau. Chaque cavité doit être affectée d'un numéro qui sera indiqué au niveau de leur emplacement sur la carte IGN. Il est important de signaler que, pour les communes qui possèdent un nombre de cavités trop grand (par rapport à la précision de la carte), la possibilité a été donnée de les regrouper par secteur. Ainsi ces secteurs apparaîtront sous la forme d'enveloppe sur la carte de localisation, et une seule colonne sera alors consacrée pour un secteur de cavités dans le tableau. Ainsi dans le cas d'une enveloppe regroupant plusieurs cavités (souvent des habitations troglodytiques ou des caves), une seule fiche, dénommée « site », sera créée dans la BdCavité.
Environ deux mois après l'envoi du courrier aux mairies, une relance téléphonique des communes n'ayant pas encore répondu a été faite, suivie d'une deuxième quelques mois plus tard.
L'enquête communale a permis de répertorier 1288 cavités souterraines.

3.1.3. Visites sur le terrain

Les visites sur le terrain ont concerné 48 communes (soit 16.5%) reparties sur l'ensemble du territoire du département (fig. 8). Cela a permis de d'inventorier 2331 cavités souterraines. Ces visites se sont bornées dans certain cas à l'observation et l'inventaire de cavités non répertoriées, sans entrer dans les cavités, compte tenu notamment de leur nombre trop important, de leur inaccessibilité, et des questions de sécurité des personnes. Dans d'autres cas des visites de cavités ont pu être effectuées, permettant ainsi d'avoir des informations plus précises concernant la géométrie et l'état des cavités.

Le choix des communes ayant fait l'objet d'une visite de terrain s'est fait à partir de l'observation des questionnaires renvoyés par les mairies en comparaison avec d'autres sources d'informations comme les cartes IGN. Lorsque des différences voire des contradictions apparaissaient une visite de terrain a été faite pour vérifier les informations. Nous avons également visité des communes n'ayant pas souhaité répondre et qui été considéré comme ayant un fort potentiel à posséder des cavités souterraines.

Grâce aux photographies prises pendant les missions de terrains, une petite base photographique présente les différents types de cavités présents dans chaque commune visitée.

Compte tenu du nombre important de cavités dans le département et du budget imparti, l'ensemble des cavités répertoriées grâce aux archives et aux réponses des mairies n'a pu être raisonnablement vérifié.



fig. 8 - Carte présentant les communes visitées

NOM	NOM	NOM	NOM
ANGE	FONTAINE-LES-COTEAUX	RILLY-SUR-LOIRE	TROO
ARTINS	FRETEVAL	SAINT-FIRMIN-DES-PRES	VILLAVARD
AZE	HOUSSAY	SAINT-JACQUES-DES-GUERETS	VILLEDIEU-LE-CHATEAU
BINAS	LAVARDIN	SAINT-JULIEN-DE-CHEDON	VILLERMAIN
BONNEVEAU	LES ESSARTS	SAINT-MARTIN-DES-BOIS	VILLIERSFAUX
BOURRE	LES HAYES	SAINT-OUEN	
CANDE-SUR-BEUVRON	LUNAY	SAINT-RIMAY	
CHAMBON-SUR-CISSE	MARCILLY-EN-BEAUCE	SAINT-ROMAIN-SUR-CHER	
CHATEAUVIEUX	MAREUIL-SUR-CHER	SASNIERES	
CHATILLON-SUR-CHER	MAZANGE	SAVIGNY-SUR-BRAYE	
CHAUMONT-SUR-LOIRE	MONTROUVEAU	SOUGE	
CHOUZY-SUR-CISSE	NAVEIL	TERNAY	
COUFFI	NOYERS-SUR-CHER	THORE-LA-ROCHETTE	
COUTURE-SUR-LOIR	POUILLE	TREHET	
FAVEROLLES-SUR-CHER	RILLY-SUR-LOIRE	TROO	

Tabl. 1 - Liste des communes visitées

3.1.4. Mouvements de terrain

Au fur et à mesure de l'étude les mouvements de terrain et les évènements de surface associés aux cavités ont été répertoriés. Cela représente 307 éboulements, affaissements, effondrements ou fontis . Sur la fig. 9 présente ces mouvements de terrain placés sur une carte des communes.
Les différents événements liés aux cavités sont présentés dans Annexe 5.

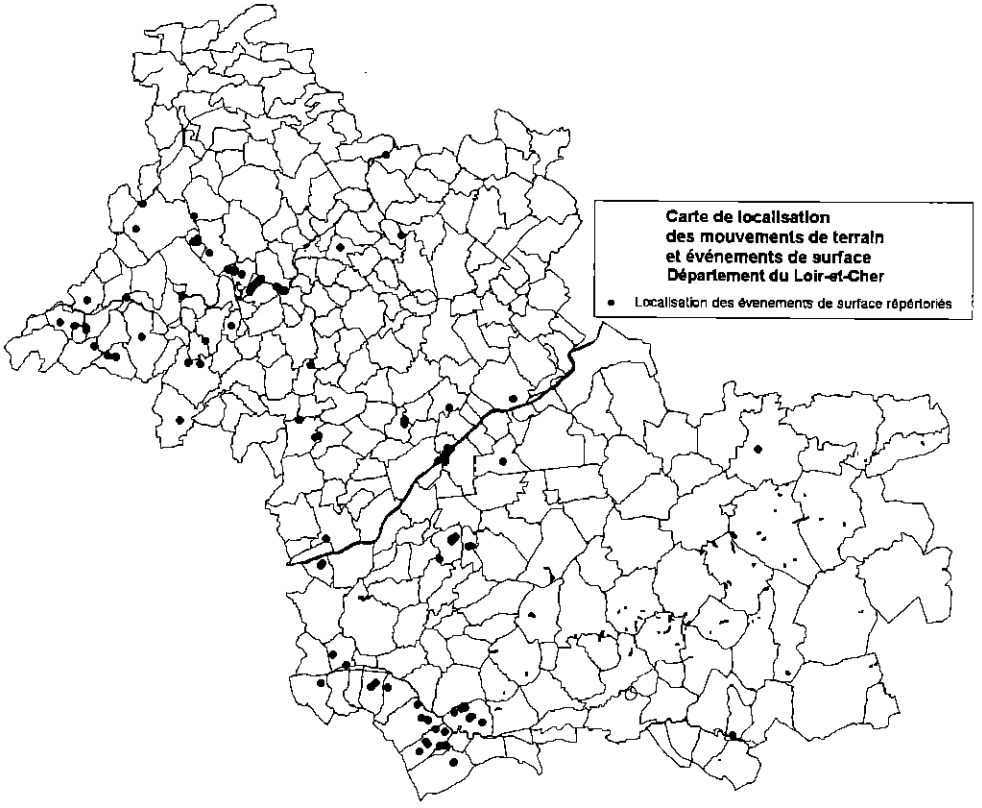


fig. 9 - Mouvements de terrain et événements de surface imputés à des cavités répértoriées

3.1.5. Traitement des données

Finalement, il n'a été possible de consulter que très peu d'archives, alors que beaucoup existent.

- les premières archives à avoir été complètement traitées sont celles du BRGM, un total de 10 rapports a été étudié.
- les documents fournis par la DDE ont été etudiés.
- la consultation des archives départementales n'a pas été poursuivie ayant considéré qu'elle n'apporterait pas d'informations complémentaires et intéressantes dans le cadre de cette étude.
- les visites sur le terrain sont utilisées comme une source de vérification et d'information supplémentaire.
- au fur et à mesure de leurs arrivées, les réponses envoyées par les mairies ont été traitées.

La fig. 10 présente en proportion les différentes sources des données répertoriées au cours de cet inventaire. Il arrive souvent que des cavités inventoriées soient renseignées depuis plusieurs sources d'informations (ex : cavité citée dans la réponse à l'enquête communale, repérée sur la carte IGN et vérifiée par une visite de terrain).

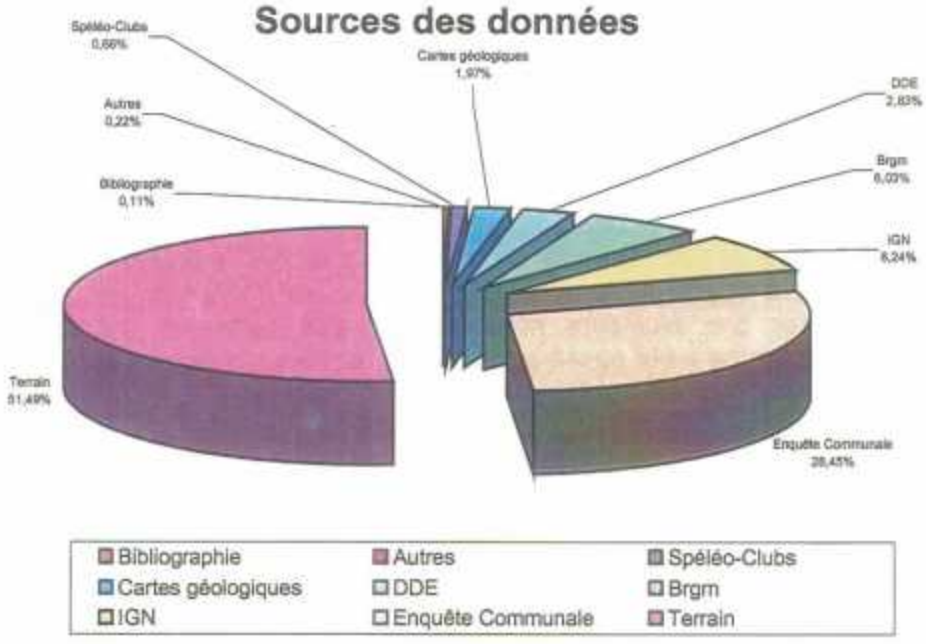


fig. 10 – Répartiton des sources des données de l'inventaire

3.2. VALORISATION DES DONNEES

3.2.1. Difficultés rencontrées

La difficulté majeure rencontrée sur le département du Loir-et-Cher au cours de cette enquête, est le manque d'archives dû au refus de certaines administrations d'ouvrir leurs archives. Une grande masse d'informations qui aurait été sans doute très utile a ainsi été perdue.

Il est également difficile de ne répertorier exclusivement que les cavités souterraines abandonnées, car il est souvent difficile de savoir si une cavité est abandonnée. Des habitations troglodytiques ou des caves semblant en bon état peuvent être abandonnées, alors que d'autres en mauvais état appartiennent à un propriétaire qui ne les entretient pas. Il n'est pas aisé et surtout il aurait été très long de vérifier si chaque cave ou habitation troglodytique possède un propriétaire. des caves qui ne sont pas abandonnées mais qui sont susceptibles à terme d'amener un risque ont donc été répertoriées sciemment.
Dans toutes les communes c'est la mémoire collective qui nous a permis de repérer des cavités abandonnées qui tendent à être perdues, d'autres sont totalement oubliées et il est donc quasiment impossible de les répertorier. Elles ne sont identifiées que lors d'effondrements. D'autres cavités sont comblées ou murées, sans plus d'informations sur leur extension et leur état.

Selon les archives utilisées, les difficultés rencontrées sont différentes exceptée une qui est commune à toutes les archives : l'échelle utilisée pour la carte IGN est mal adaptée à un inventaire aussi précis.

Les archives du BRGM permettent d'avoir des informations sur les cavités mais présentent l'inconvénient de ne pas toujours indiquer très précisément leur emplacement.
Au contraire, les archives de la DDE nous donnent peu d'informations sur les cavités mais permettent de les replacer très précisément sur la carte.

Pour l'enquête menée auprès des mairies, les questionnaires n'ont pas toujours été correctement remplis. Les termes utilisés ne respectent pas forcément ceux de la notice explicative et ne sont pas toujours employés dans le bon sens. De plus, le nombre de renseignements demandé aux mairies est si important que des communes ont parfois préféré ne pas répondre du tout que de répondre partiellement. Ainsi, cela a considérablement augmenté le nombre de communes à relancer par téléphone. Il faut également noter que plusieurs mairies n'ont pas conservé le questionnaire, par conséquent, du temps a été passé pour leur en renvoyer un autre exemplaire.
Nous remarquons que ce sont les communes possédant le plus grand nombre de cavités qui souvent ne répondent pas à l'enquête communale.

Un autre problème se pose, il s'agit des multiples utilisations qui sont faite des cavités souterraines. En effet une ancienne carrière peut être aussi une ancienne champignonnière, ou bien être devenue un ensemble de caves. Des anciennes caves peuvent avoir été transformées par la suite en habitations troglodytiques ou semi-troglodytiques. Ainsi il est parfois difficile de donner la nature et le type (Annexe 6 et Annexe 8) d'une cavité souterraine.

3.2.2. Validation des informations – Renseignement sur les cavités

Toutes les informations récoltées sont rentrées dans un tableau Excel (Annexe 8) comportant une trentaine de champs similaires à ceux de la base BDCav. Chacun de ces champs doit être rempli avec des termes contenus dans la base, il existe donc un lexique (Annexe 4) permettant de choisir les termes appropriés.
Parfois les termes de ce lexique ne sont pas tout à fait appropriés aux situations particulières rencontrées. Par exemple, dans le Loir-et-Cher, les caves, carrières et

habitations troglodytiques ont des ouvertures généralement situées en pied de coteau, mais dans des zones sans coteau l'accès se fait par des coursoirs, sorte de couloirs à l'air libre s'enfonçant de quelques mètres dans le sol afin de dégager une zone d'affleurement de la roche. Cette caractéristique locale n'est pas prise en compte dans la base BDCav.
Comme il a été dit précédemment, la possibilité de faire figurer les cavités sous formes d'enveloppes englobant des groupes de cavités, plutôt que sous forme de point individuel pour chaque cavité, a été donnée aux mairies. Ces enveloppes forment des sites, zones de présence de plusieurs cavités.
Le problème de doublons ne s'est pas posé pour cette étude. Toutes les données ont été traitée en parallèle avec les données déjà existantes. Au contraire de doublons, des cavités signalées par plusieurs archives nous ont permis de compléter des champs d'informations supplémentaires.

3.2.3. Validation de terrain

48 communes ont été visitées soit 16.5% du nombre total des communes du département. Ces visites ont permis de vérifier les informations fournies par les mairies, dans certains cas de les compléter. Dans d'autres communes, un simple inventaire (avec localisation) des cavités visibles a été effectué.

a) Validation des données d'archives
Les visites de terrain peuvent servir dans un premier temps à vérifier et souvent à compléter les informations issues des archives.

b) Diagnostic de stabilité
Lorsque les cavités sur le terrain sont accessibles, la stabilité a été estimée de façon globale.
En particulier, le propriétaire d'une ancienne champignonnière de la commune des Essarts nous a convié pour visiter sa cavité, d'une surface de 40 Ha environ. Nous avons en partie vérifié et corrigé le plan de la cavité et donné notre avis sur la stabilité d'ensemble de la cavité. L'Annexe 9 présente la lettre adressée au propriétaire de la champignonnière.

c) Cavités non recensées dans les archives
A l'occasion des visites de terrain, des cavités qui n'étaient pas signalées dans les archives ou les réponses des mairies ont été repérées.
Ainsi, compte tenu du manque d'archives ou d'accès aux archives, les visites de terrain ont permis de compenser cette lacune.

3.2.4. Intégration dans BdCavité

Toutes les informations contenues dans les tableaux Excel vont être transférées dans la base BdCav. Cette opération nécessite des traitements informatiques permettant de placer les données dans une base de données Oracle pouvant ensuite être intégrée dans la base BdCav. Une phase de vérification des données ainsi entrées dans BDCav doit être faite. Toutes ces opérations assez difficiles et longues sont en cours actuellement.

4. Analyse critique des résultats

4.1. QUALITE ET REPRESENTATIVITE DES INFORMATIONS RECUEILLIES

Au 30 septembre 2003, le nombre de communes ayant répondu au questionnaire s'élève à 241 (sur un total de 291 communes), soit un pourcentage de 83% de réponses. Ce résultat a été obtenu après deux relances téléphoniques des communes n'ayant pas répondues au cours des mois d'octobre et de mars. A ces moments les pourcentages de réponses étaient respectivement de 50% et 70% environ. Parmi ces communes, 154 (soit 53% des communes du département) ont répondu ne pas avoir de cavités abandonnées sur leur territoire.

4.1.1. Exhaustivité

Les résultats de cet inventaire ne sont pas exhaustifs puisque malgré les relances, aucune d'information concernant certaines communes où il y a, a priori, de nombreuses cavités n'ont été collectées.
Nous avons également « perdu » de l'information à cause du refus de certaines administrations de donner accès à leurs archives.
De plus, toutes les communes n'ont pas pu être raisonnablement visiter afin de vérifier la présence ou pas de cavités.

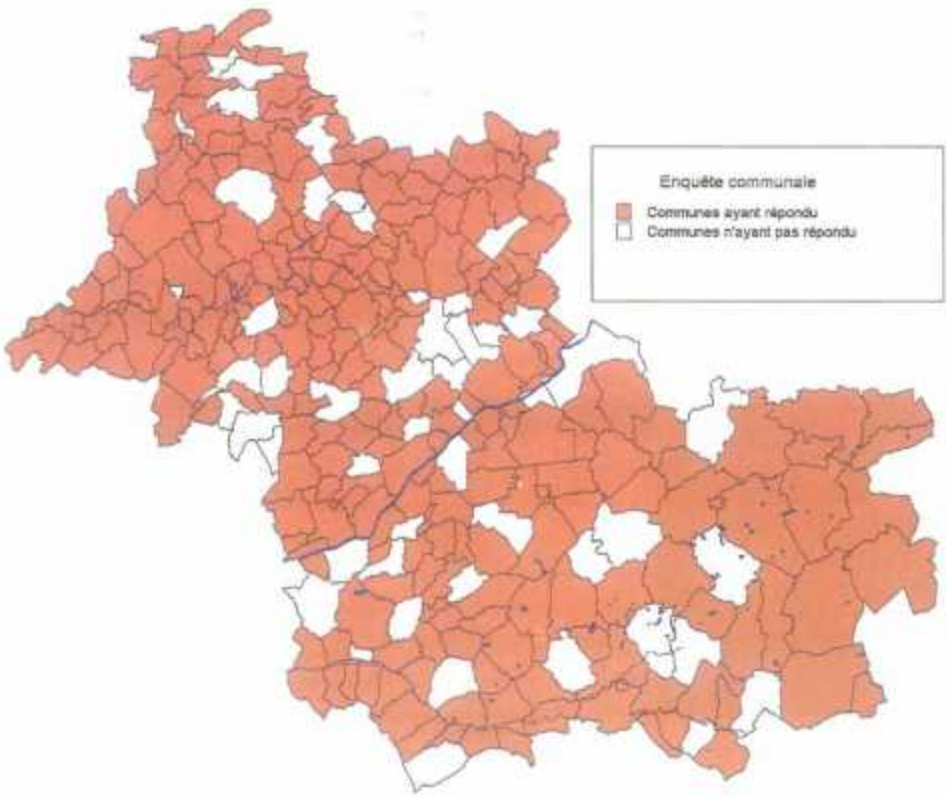


fig. 11 –Réponses des communes à l'enquête communale

4.1.2. Représentativité

Au total, près de 4500 cavités et groupes de cavités (sites) ont été recensés, ce qui représenterait après estimation, un nombre de cavités situé entre 5 500 et 6 555. Cette estimation qui permet de mieux apprécier le nombre réel de cavités s'appuie sur les règles suivantes : lorsqu'une commune a répondu par exemple « caves » sans en préciser le nombre, nous avons compté au minimum deux caves sur cette commune, sauf si une information complémentaire, en provenance de la carte IGN par exemple, nous permettait de compter le nombre de caves.
La plupart de ces cavités répertoriées sont individuelles et de faibles dimensions (20 à 30 m²), elles sont creusées en pied de coteau.
Ces résultats, nous le rappelons, ne concernent pas uniquement des cavités abandonnées mais également des cavités souterraines non abandonnées (majoritairement non entretenues).
Les résultats ont été saisis dans un tableau Excel (Annexe 8) comportant de nombreux attributs dont certains n'ont pu être valorisés, les mairies ne possédant souvent pas les informations. En particulier lorsque la localisation (positionnement X, Y) d'un certain nombre de cavités n'est pas connue, elle a été rapportée au centroïde de la commune.
En général uniquement une petite partie des champs du tableau Excel sont remplis, il s'agit le plus souvent de la localisation, du repérage, de la nature du matériau, du recouvrement et de l'accessibilité.

4.1.3. Typologie des cavités souterraines

L' Annexe 6 présente le tableau des résultats en terme de typologie sur les différentes communes du département. Toutes les cavités ont été regroupées en 8 typologies.
Dans cette même Annexe 6, en violet, sont notés, des chiffres identiques pour plusieurs types de cavités, cela provient du fait que certaines communes ont répondu qu'elles possédaient un certain nombre de cavités, sans en préciser le type.

Les cartes de localisation des cavités souterraines, indiquent une répartition le long des cours d'eau, principalement le Loir et le Cher. Très peu de caves existent en dehors des coteaux.

La fig. 12, montre la répartition des différents types de cavités répertoriées, ce sont les caves qui sont les plus représentées, puis les habitations troglodytiques, ensuite les cavités naturelles.

Nature des données	Nombre	%
caves	4938	75.33%
troglodytes	1254	19.13%
cavités naturelles	138	2.11%
carrières	108	1.65%
souterrains	88	1.34%
ouvrages civils	14	0.21%
champignonnière	12	0.18%
ouvrages militaires	3	0.05%
TOTAL	6555	100%

Tabl. 2 - Distribution des cavités dans le département du Loir-et-Cher

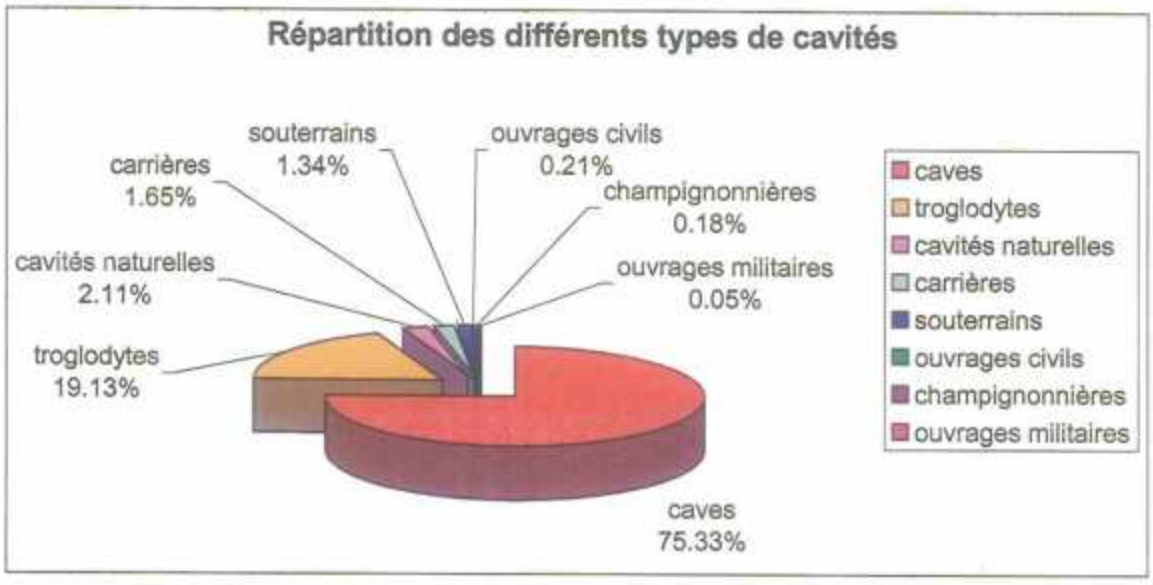


fig. 12 - Répartition des différents types de cavités souterraines sur le département du Loir-et-Cher

Les 8 typologies sont :

- Habitations troglodytiques :

L'utilisation des cavités souterraines pour l'habitat remonte au Néolithique avec la sédentarisation de l'Homme par l'aménagement de sites naturels favorables. Leur prédisposition favorable a permis à des collectivités de s'installer dans des caves creusées en pied de coteau abrupt ou de falaise naturelle franche (fig. 13 et fig. 15). Par ailleurs, nombre de ces aménagements ont été réalisés par des agriculteurs qui ont créé en sous-sol de nouveaux espaces nécessaires à leur exploitation, creusés dans des roches tendres. Ces cavités sont parfois superposées, cela conduit à un important volume de vides. De nombreux villages troglodytiques sont observable en bordure des plaines alluviales du Loir (communes de Montoire sur le Loir, Les Roches l'Evêques, Trôo...).

En général les habitations troglodytiques sont peu profondes, et peuvent se superposer sur plusieurs étages.

Beaucoup d'habitations troglodytiques ont été au fil du temps abandonnées. En effet ces habitations étaient humides, mal chauffées, petites et mal éclairées. Mais avec le développement de nouvelles techniques, l'apparition des façades rapportées (fig. 16 et fig. 17), des cheminées, les habitations troglodytiques connaissent un nouvel essor, les espaces s'agrandissent, et les pièces s'éclairent. A notre époque ce sont les habitats semi- troglodytiques, constitués de quelques pièces creusées dans la roche et de pièces en dur, qui se développent le plus.



fig. 13 - Superposition d'habitations troglodytiques habitées (Montoire[2])



fig. 14 – Ancienne ferme troglodytique (Chateauvieux)

[2] Photo tirée de Troglodytes du Val de Loire de L. Triolet



fig. 15 - Superposition d'habitations troglodytiques abandonnées (Les Roches l'Evêque)



fig. 16 - Habitations troglodytiques aux Roches l'Evêque



fig. 17 - Habitation troglodytique (Trôo)

- Carrières souterraines, marnières :

L'extraction dans les carrières souterraines a débuté pendant l'époque romaine et s'est arrêtée au moment de la Première Guerre Mondiale. Les carrières souterraines sont maintenant abandonnées. L'exploitation des matériaux destinés à la construction a été de tous temps une source de développement économique pour les régions possédant ces richesses. Dès l'Antiquité, le calcaire fut utilisé pour la pierre à bâtir ou le ciment, le gypse pour la fabrication du plâtre, la craie pour la chaux et l'amendement des sols, l'argile pour la fabrication des tuiles et des briques. La présence de très nombreuses carrières souterraines souvent étendues marque désormais le sous-sol du Loir-et-Cher et de biens d'autres départements. Presque partout, la profondeur habituelle des exploitations est comprise entre 5 et 50 mètres. Les carrières souterraines du Loir-et-Cher sont généralement accessibles par une entrée à flanc de coteau (fig. 18) dite entrée en cavage, depuis les fonds de vallées ou depuis un front de taille marquant la fin d'une première phase d'extraction à ciel ouvert. Il existe d'anciennes carrières souterraines sur les communes de Vendôme et de Bourré par exemple. Ces carrières sont souvent réutilisées, soit pour une division en caves privées, soit pour un usage vini-viticole, soit pour un usage en champignonnières, ou simplement à des fins touristiques (fig. 19).

Les carrières souterraines peuvent avoir des dimensions impressionnantes, des réseaux des Caforts (contraction pour « caves fortes ») et de Lusignan à Troô, anciennes carrières s'étendant sous toute la ville, est un des exemples les plus marquants. Le plan des deux réseaux est présenté dans l'Annexe 3.

Il existe également en nombre assez restreint sur le département du Loir-et-Cher, des marnières. Ce sont des carrières souterraines servant à l'amendement des cultures, dont l'accès ne se fait pas en pied de coteau. Le plus souvent exploitées en chambres et piliers, on y accédait par un puits d'environ 1 m de diamètre, creusé à la verticale

des terres à amender. Les puits, traversent un recouvrement qui peut exceptionnellement atteindre 60 m. La fig. 20 présente une coupe schématique de marnière.



fig. 18 - Entrée d'une carrière souterraine abandonnée (Noyers-sur-Cher)

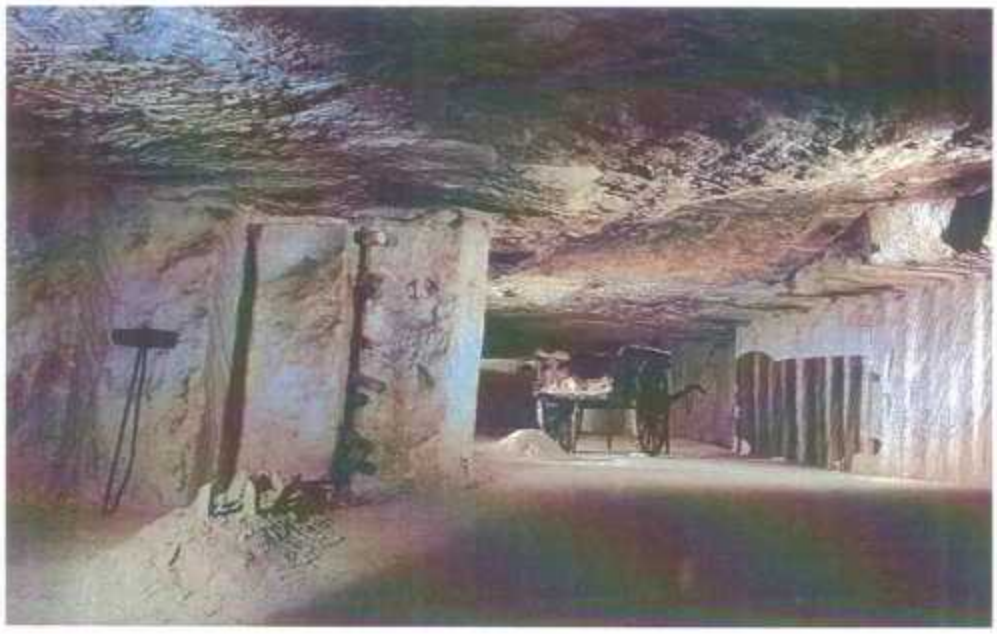


fig. 19 - Exemple d'une ancienne carrière souterraine reconvertie pour le tourisme (Carrière de Tuffeau à Bourré)[3]

[3] Photo tirée de Troglodytes du Val de Loire de L. Triolet

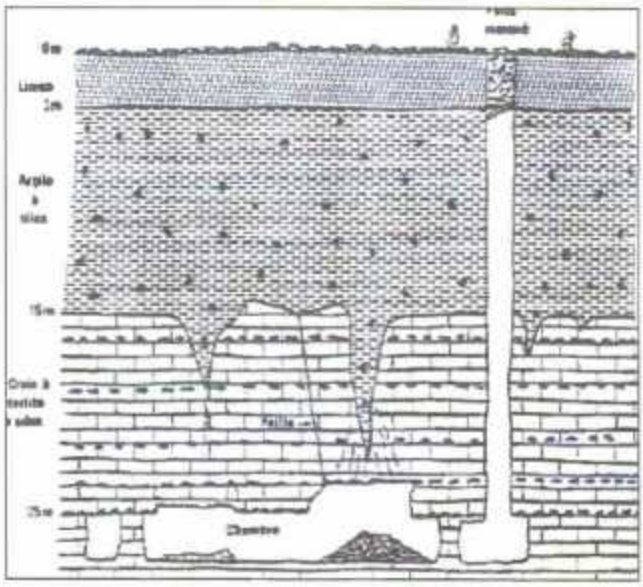


fig. 20 - Coupe schématique d'une marnière

- Caves vinicoles, champignonnières :
Les cavités situées en site urbanisé ou en périphérie des agglomérations, en particulier les carrières souterraines abandonnées, sont très souvent réutilisées à des fins de stockage ou de fabrication de produits, notamment dans l'industrie agroalimentaire. Les conditions très particulières de température et d'hygrométrie des cavités ont permis des réutilisations valorisantes de l'espace souterrain dont les exemples traditionnels les plus connus sont : les caves vinicoles aux dimensions parfois imposantes (entrepôts), les champignonnières (comme sur la commune de Villiers-sur-le-Loir, Montrichard, Bourré (fig. 21)) et à moindre titre, affinages souterrains (fromages).
Les caves à vins et les champignonnières sont en général d'anciennes carrières, elles possèdent donc les même caractéristiques que celles-ci.



fig. 21 - Culture des champignons en caves (Bourré)[4]

[4] Photo tirée de Troglodytes du Val de Loire de L. Triolet

- Cavités à usage de remise :

On appelle ces cavités « caves », elles sont très nombreuses dans la région. Elles sont localisées en bordure des vallées, elles correspondent à un développement de l'espace habitable ou utilisable qui préservait les espaces cultivables. Leurs dimensions en longueur sont modestes. Ces caves constituaient autrefois le refuge d'une population pauvre ; chacun agrandissait sa demeure au gré de ses besoins, sans prendre la moindre précaution. Ainsi, les caves ont été creusées de manière anarchique dans les coteaux des trois principaux cours d'eau du département.
En général les caves sont de dimensions modestes, leur profondeur n'excède pas 15 m et leur largeur 7 m.



fig. 22 - Succesion de caves en pied de coteau (Lavardin)

- Souterrains ou refuge :

- Défense passive :

Dans la plupart des cités historiques, des sites souterrains de tous types ont été utilisés à des fins militaires ou de stockage comprenant de nombreux souterrains reliant les caves des villages et le château. On appelle ces abris « souterrains refuges ». Ils ont été creusés pour se protéger des pillards lors des invasions ou des conflits qui dévastèrent régulièrement la région durant près de dix siècles, entre le VI^{ième} et le XVI^{ième} siècle. Pour certains, la mémoire en est perdue et leur existence n'apparaît qu'à la faveur de leur effondrement. Le Loir-et-Cher semble bien pauvre en souterrains comparé aux autres départements de la région. Mais les souterrains qu'il renferme sont d'un intérêt historique et archéologique assez important. On peut citer le souterrain de Balâtre (fig. 23) sur la commune de Suevres qui possède pratiquement tous les aménagements typiques des souterrains-refuges (aménagement de défense : trou de visée, chatière, feuillures... de survie (silos de stockage de céréales, cheminée, puits).



***fig. 23 - Souterrain-refuge de Balâtre*[5]**

- Cavités servant aux cultes (usage religieux, culte Terre-Mère) :

Il existerait plusieurs chapelles souterraines dans le Loir-et-Cher mais, la seule que nous avons répertorié est une ancienne chapelle troglodytique sur le coteau St-Gervais-les-Roches dans la commune des Roches l'Evêques.

Par ailleurs, il existe également des cavités ayant servi au culte Terre-Mère. Il s'agit de souterrains annulaires, dont les entrées, souvent en plaine, ne sont pas dissimulées. Ils sont parfois situés en dessous de lieu de culte chrétien et contiennent parfois des sources. Le couloir d'accès s'enfonce dans le sol avant de se diviser pour former un, deux ou même trois anneaux selon les réseaux. Ces souterrains semblent avoir été creusés entre le XI ième et le début du XIV ième siècle. Ils ont été utilisés jusqu'au XVI ième siècles alors que certains d'entre eux ont été condamnés, bouchés et interdits avec soin dès la fin du XII ième siècle. Ces souterrains sont associés à un contexte mythologique marqué par les traditions issues du vieux fonds de croyance en la Terre-Mère et renforcés par le symbolisme de l'anneau. Ces ouvrages sont liés aux rites de la mort et de la fécondité. Des pratiques de circumanbulation sont envisageables sans pouvoir préciser si elles s'adressaient à des vivants, des esprits ou des êtres surnaturels.
On trouve deux exemples de ces souterrains annulaires dans le département du Loir-et-Cher, l'un sous l'église de Vineuil et l'autre au lieu dit Ruaubourg à Suevres.

- <u>Ouvrages civils :</u>
- Transport, stockage et évacuation de l'eau

De nombreux ouvrages souterrains ont été construits au cours des siècles en vue de capter, transporter ou évacuer l'eau. Parmi ces ouvrages on peut trouver des

[5] Tirée de Souterrains de Touraine, Blésois et Vendômois de J et L Tiolet

aqueducs souterrains, des puits, des galeries de recherche et de collecte des eaux, des réserves souterraines, des citernes à eaux, des égouts... Ce type d'ouvrage est observable sur les communes de Chambord et de Montrichard par exemple.

- Circulation de véhicules

Ceci correspond aux tunnels ferroviaires, routiers et autoroutier. On peut citer le tunnel ferroviaire de St Rimay (fig. 24)

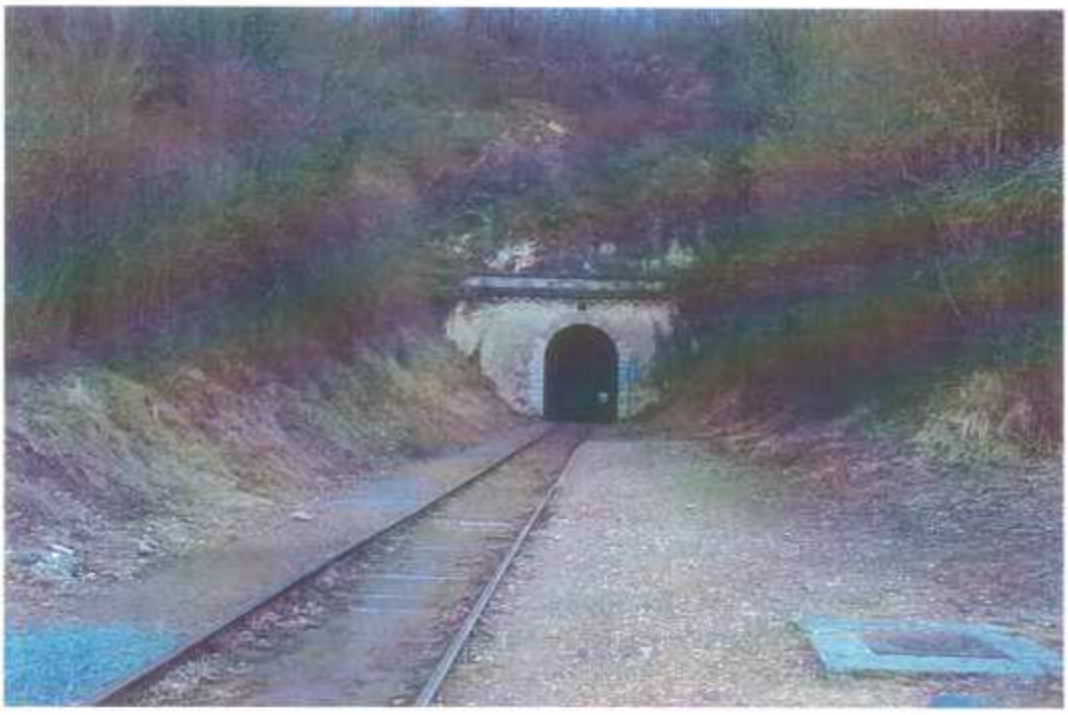


fig. 24 - Tunnel ferroviaire (St Rimay)

- Cavités à usages militaires :

Ce sont des caves et des souterrains qui ont été creusés à des fins militaires ainsi que des ouvrages enterrés comme les blockhaus de la Seconde Guerre Mondiale. Nous n'avons répertorié que peu d'ouvrages militaires (deux blockhaus à St Rimay, et deux autres ouvrages datant de la guerre 39-45), et souvent les informations dont nous disposons sont très incomplètes.

- Cavités d'origine naturelle : karsts

Les karsts (fig. 25) sont dus, généralement, à la dissolution des carbonates ou des sulfates par des circulations d'eau dans les calcaires, la craie et le gypse. L'eau à l'origine de ces circulations peut provenir des eaux météoriques ou de la condensation interne aux cavités. Les karsts du Val de Loire ont été formés sous des climats chauds et humides durant l'ère Tertiaire puis pendant les alternances de phases froides et chaudes du Quaternaire. La dimension de ces cavités est très variable. Les karsts peuvent se développer selon un réseau kilométrique constitué d'une série de salles et boyaux. La hauteur des salles peut atteindre plusieurs dizaines de mètres, et leur extension plusieurs dizaines de mètres carrés. Ces karsts peuvent être vides, noyés ou comblés par des sédimentations secondaires. Dans le gypse, la cinétique actuelle de

dissolution reste significative et une cavité est susceptible d'évoluer rapidement, en particulier dans le cas de reprise de circulations d'eaux.
Par ailleurs, des phénomènes d'érosion interne (suffosion), liés à des circulations d'eaux souterraines, peuvent parfois affecter des formations sédimentaires.



fig. 25 - Exemple de boyau karstique[6]

Huit réseaux karstiques ont été répertoriés sur le département du Loir-et-Cher, ils sont tous situés dans les formations du Calcaire de Beauce et les calcaires de Touraine, qui peuvent par une intense fissuration former des réseaux karstiques de grande extension. Ces karsts constituent les axes privilégiés pour les rivières souterraines comme à Orchaise, Morée, St-Georges-sur-Cher, Lunay, Vendôme, La Bosse, St Gervais la Forêt et Vallière-les-Grandes.



fig. 26 - Entrée de la Grotte d'Orchaise[7]

4.2. REPARTITION DES CAVITES

4.2.1. Répartition générale des cavités

La lecture de la fig. 27 doit être prudente. En effet, cette carte est basée sur une estimation du nombre de cavités recensées. Les réponses des mairies comportent des groupes de cavités (dans des secteurs à forte densité) pour le nombre précis de cavités inclus dans ce site est rarement connu. Ainsi, ce nombre de cavités a été estimé à partir d'informations extérieures comme les archives, l'observation de la carte

[6] Photo de droite issue de http://www.speleo.chat.ru
[7] Photo de gauche issue de http://perso.wanadoo.fr/04as

IGN 1/25 000 de la commune ou des visites de terrain. Lorsque aucune information n'était disponible, deux cavités par enveloppe ont été comptabilisées.

Finalement, cette estimation (du nombre de cavités par site non renseigné) a été faite "au minimum". Cette carte permet une meilleure appréciation de la répartition des cavités sur le département.

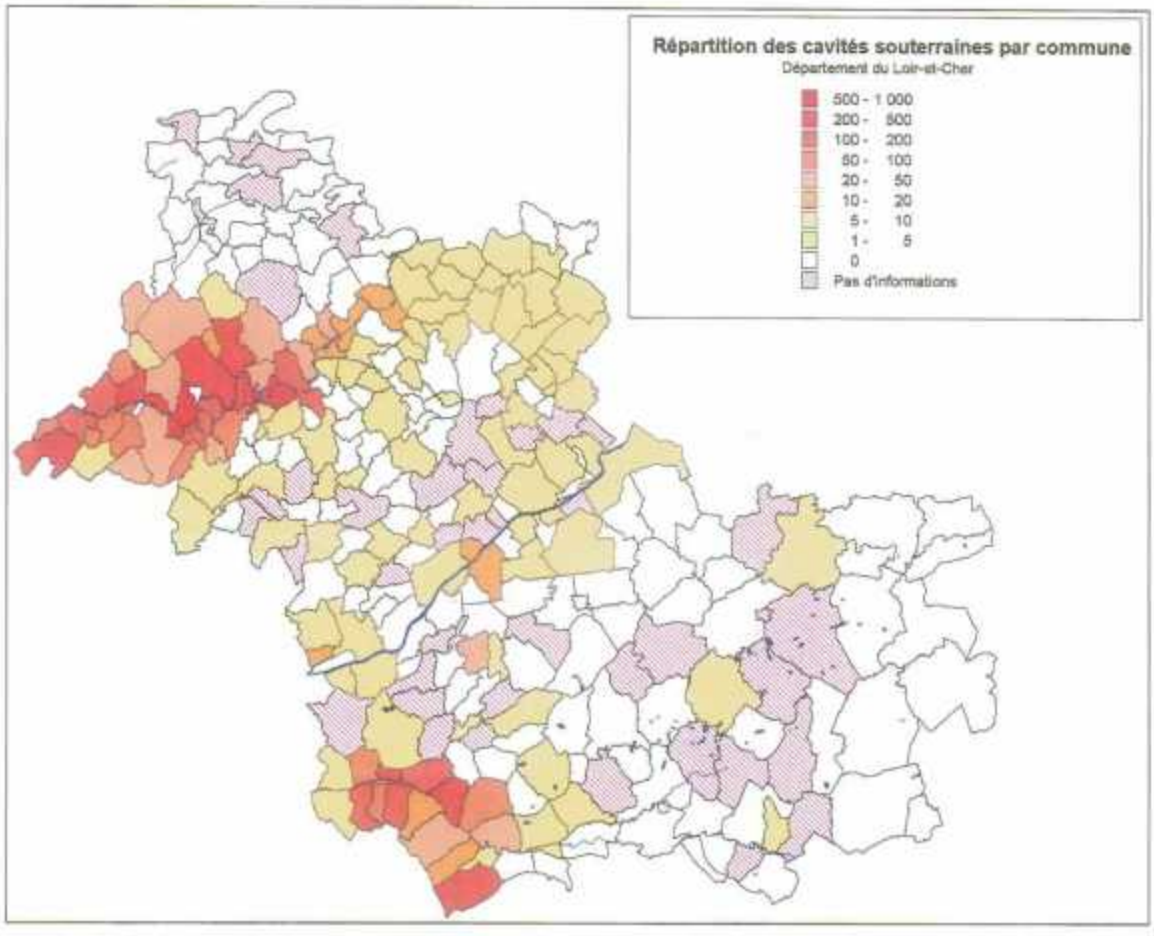
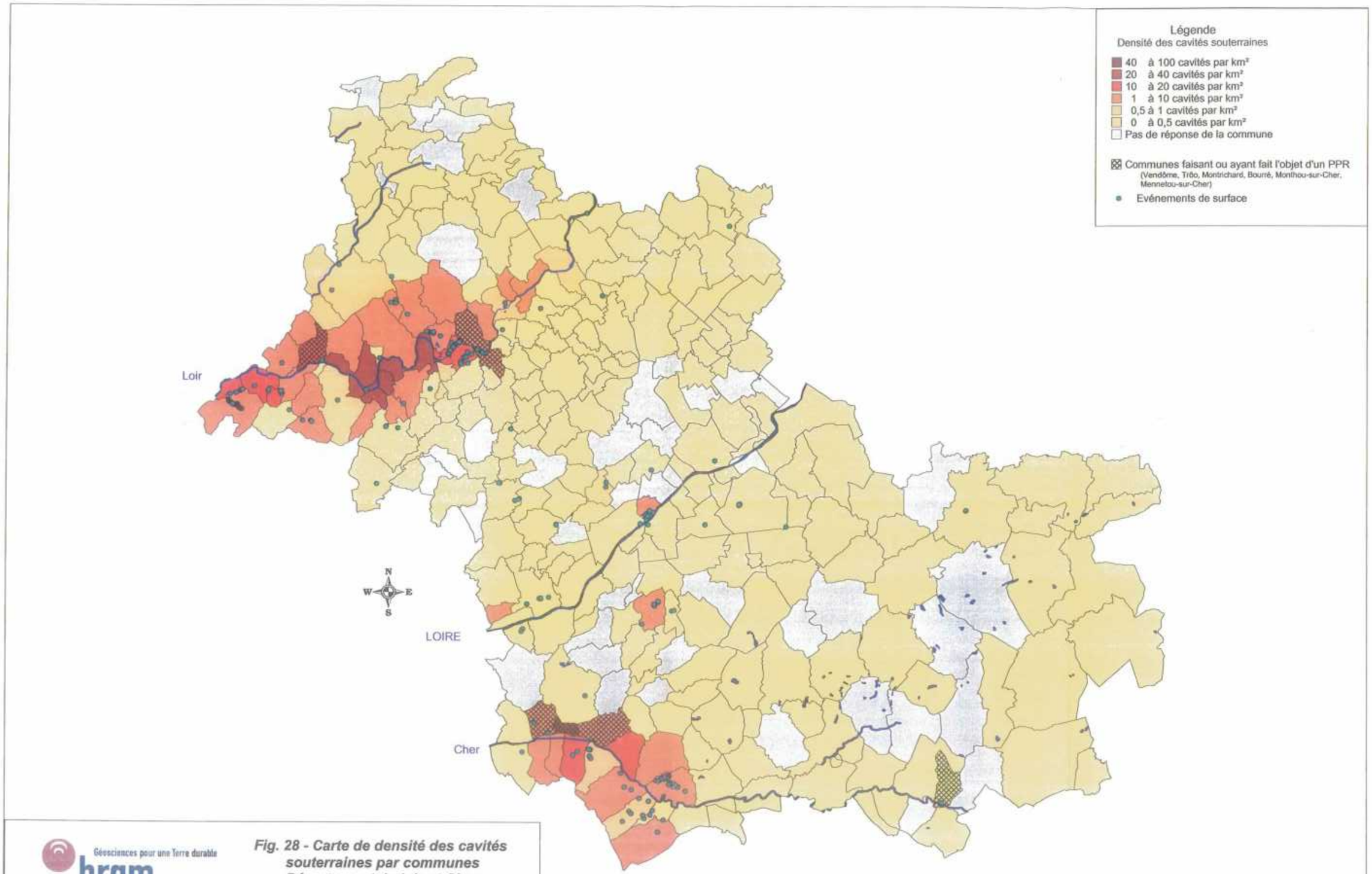


fig. 27 - Répartition des cavités (estimation faite à partir des cartes IGN 1/25 000)

La fig. 28 présente la répartition des densités de cavités souterraines au km² par commune. Les résultats sont quasiment identiques à ceux observés dans la fig. 27. Sur cette carte de densité figurent les cavités ayant connu des évènements de surface (effondrements, fontis...), ainsi que les communes ayant fait ou faisant l'objet d'un PER ou PPR[8]. Seulement quelques communes ayant une forte densité de cavités souterraines ont été étudiée lors d'un PER ou PPR.

[8] Trôo, Vendôme, Montrichard, Bourré, Monthou-sur-Cher, Mennetou-sur-Cher



Géosciences pour une Terre durable
brgm

Fig. 28 - Carte de densité des cavités souterraines par communes Département du loir-et-Cher Echelle 1/500 000

On peut comparer cette carte (fig. 28) à la carte présentée dans l' Annexe 7 (inventaire réalisé par le CETE en 1985 à partir des données du cadastre du XIX^{ième} siècle). Cependant des imprécisions subsistent concernant la légende. En effet nous ne savons pas à quoi correspondent les communes ne contenant aucun figuré (soit il s'agit de communes n'ayant pas été étudiées, soit des communes ne possédant pas de cavités, cette dernière solution semble la moins probable), et la couleur « jaune » ne précise pas s'il s'agit de communes ayant de 1 à 10 cavités ou de 0 à 10 cavités.

Il apparaît des convergences entre ces deux cartes, les communes possédant beaucoup de cavités sont les mêmes (Troô, Bourré...). Des divergences existent néanmoins notamment sur les communes possédant peu de cavités. Quelques fois des communes nous ont répondu n'avoir aucune cavité alors qu'il semblerait selon la carte du CETE qu'elles en possèdent quelques-unes (avec l'hypothèse que la légende "jaunes" de l' Annexe 7 correspond à la classe [1-10] cavités). Il apparait également des différences sur le nombre de cavités dans les communes en possédant plus de 10, il s'agit souvent d'une sous-estimation de notre part. En effet de forts écarts apparaissent pour les communes de Chissay-en-Touraine, Montrichard, Villiers-sur-Loir, les Roches l'Evêque. Ces communes possèdent d'après l'Annexe 7 de nombreuses cavités. Cette sous-estimation est due à l'absence de réponse des mairies au questionnaire. Pour ces communes, les seules sources d'informations sont donc les archives.

A l'observation de cette carte (fig. 28), il est possible de définir :
- deux zones présentant de nombreuses cavités
  - **la Vallée du Loir**, au nord, essentiellement des habitations troglodytiques et des caves.
  - **la Vallée du Cher**, au sud, essentiellement des caves à vins, des carrières souterraines d'extraction de tuffeau abandonnées pour la plupart et réhabilitées en caves et des habitations troglodytiques.

- deux zones intermédiaires présentant des cavités en moins grand nombre :
  - **la Vallée de la Loire**, essentiellement des caves à vins, caves à usages privés, et habitations troglodytiques. On remarque également la présence de souterrains.
  - **le plateau de Beauce** où nous avons noté la présence d'un ou de plusieurs karsts, indiqués par une "rivière souterraine" de grande extension à Orchaise ainsi qu'à Morée, et des effondrements dans une propriété de la commune d'Authon, interprétés comme des fontis au niveau d'un réseau karstique.

Entre la Loire et le Cher, à l'est, se développe **la Sologne,** paysage assez plat couvert d'étangs. Ici on ne trouve ni habitations troglodytiques ni caves en pied de coteau. On observe essentiellement des caves de plaine et des souterrains.

Ces zones sont calées la géomorphologie du département. Les cavités ont été creusées préférentiellement en pied de coteau et donc le long de cours d'eau, zones d'affleurement du tuffeau (fig. 29) mais aussi les calcaires lacustres de Touraine (Tertiaire).
Les cavités naturelles quant à elles sont présentes dans les calcaires de Beauce (Tertiaire) et la craie (Secondaire).

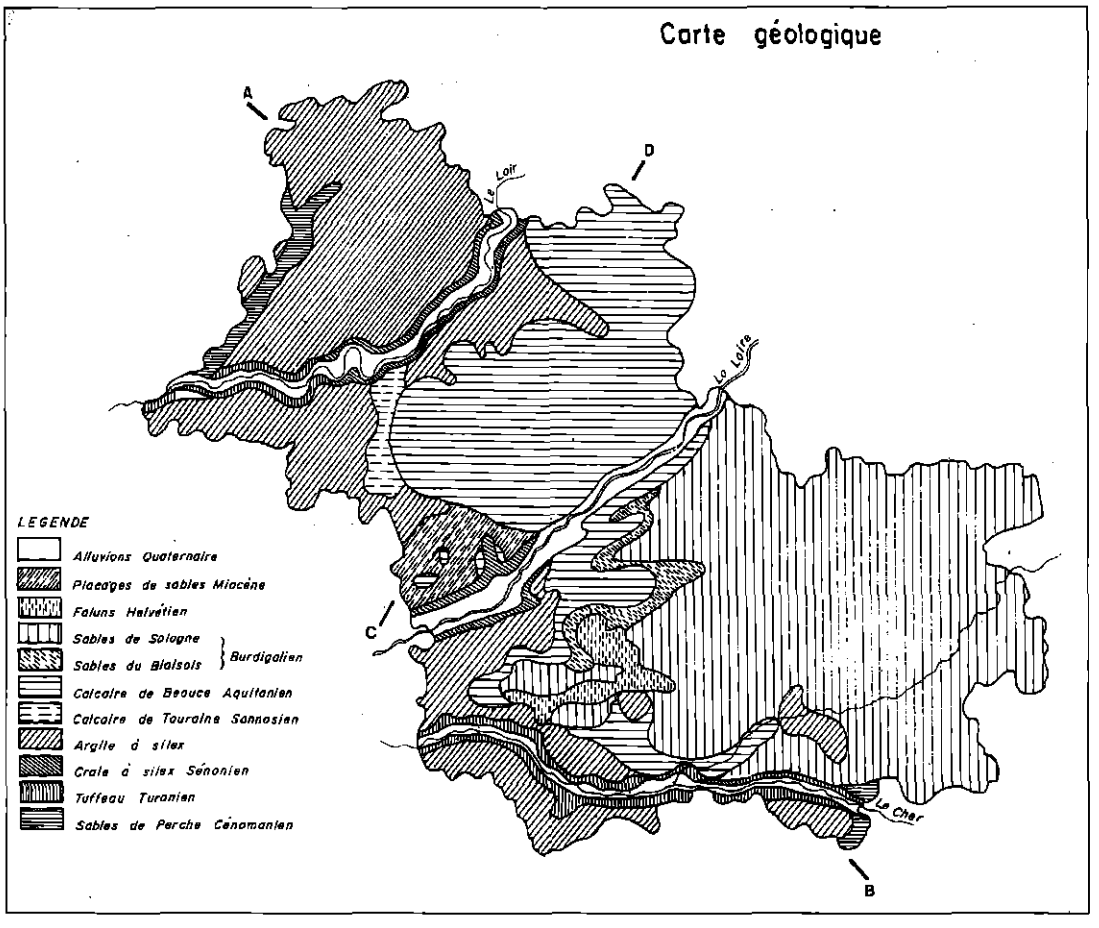


fig. 29 - Carte géologique simplifiée du Loir-et-Cher présentant les zones d'affleurement des tuffeaux et craie[9]

4.2.2. Répartition par type de cavités

L'Annexe 6 présente le tableau des résultats en terme de typologie sur les différentes communes du département. Comme indiqué dans la typologie précédente on y retrouve 8 grandes classes.
Dans cette même Annexe 6 on peut voir apparaître en violet des chiffres identiques pour plusieurs types de cavités, en fait certaines communes répondent qu'elles possèdent un certain nombre de cavités, précisant que ce sont des caves, des habitations troglodytiques et des carrières, mais sans préciser le type de cavités.

Les cartes présentées ci-dessous sont la répartition des caves (fig. 30), des habitations troglodytiques (fig. 31) et des cavités naturelles (fig. 32). Nous ne présentons pas les cartes pour tous les autres types de cavités car, soit le nombre de ces cavités est trop faible, soit la répartition est relativement homogène sur le territoire du département.
Les cartes de répartition des caves et des habitations troglodytiques, montrent bien une répartition le long des cours d'eau, principalement le Loir et le Cher. Très peu de caves existent en dehors des coteaux.

[9] Tirée de "Etude générale des mouvements de terrain en Loir-et-Cher"

4.2.3. Répartition des caves

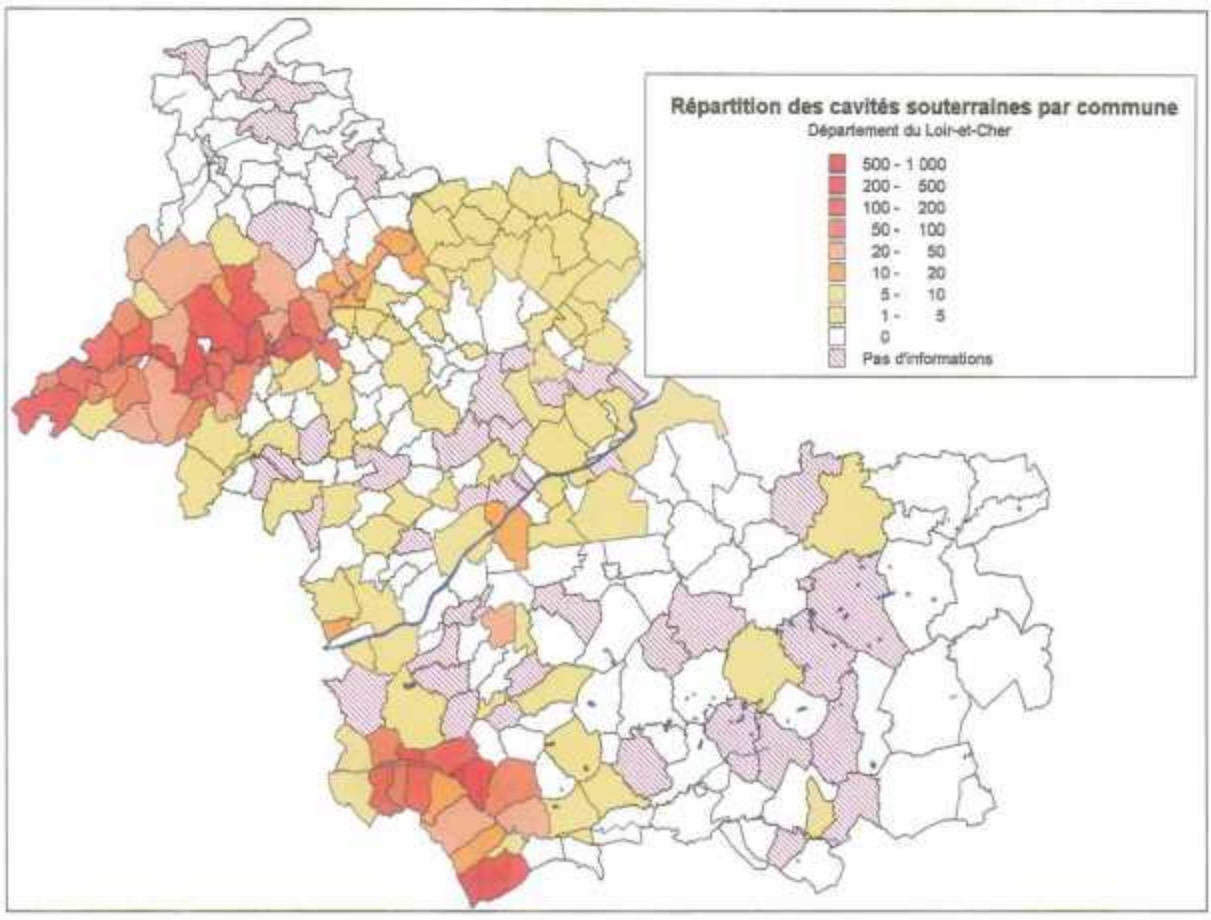


fig. 30 - Répartition des caves

Les caves sont de loin les cavités souterraines les plus représentées sur le département du Loir-et-Cher. Les caves sont concentrées dans la vallée du Loir et la vallée du Cher, et dans les vallées sèches de ces cours d'eau.
Ces caves sont en général de faibles dimensions, leur accès se fait généralement en pied de coteau mais également, comme c'est le cas dans un hameau de la commune de Savigny-sur-Braye par des coursoirs.

4.2.4. Répartition des habitations troglodytiques

Les habitations troglodytiques se repartissent majoritairement sur les bords du Loir. Très peu d'habitations troglodytiques n'apparaissent sur les bords de la Loire, alors qu'il en existe beaucoup sur ses coteaux dans le département de l'Indre-et-Loire. On remarquera néanmoins que peu de communes du bord de Loire ont répondu.
Les bords du Cher possèdent beaucoup d'habitations troglodytiques. Or on remarque qu'un certain nombre de commune ont répondu n'avoir aucun habitat troglodytique. Par contre elles déclarent avoir des caves. On peut penser que la réponse "caves" englobait des habitations troglodytiques.

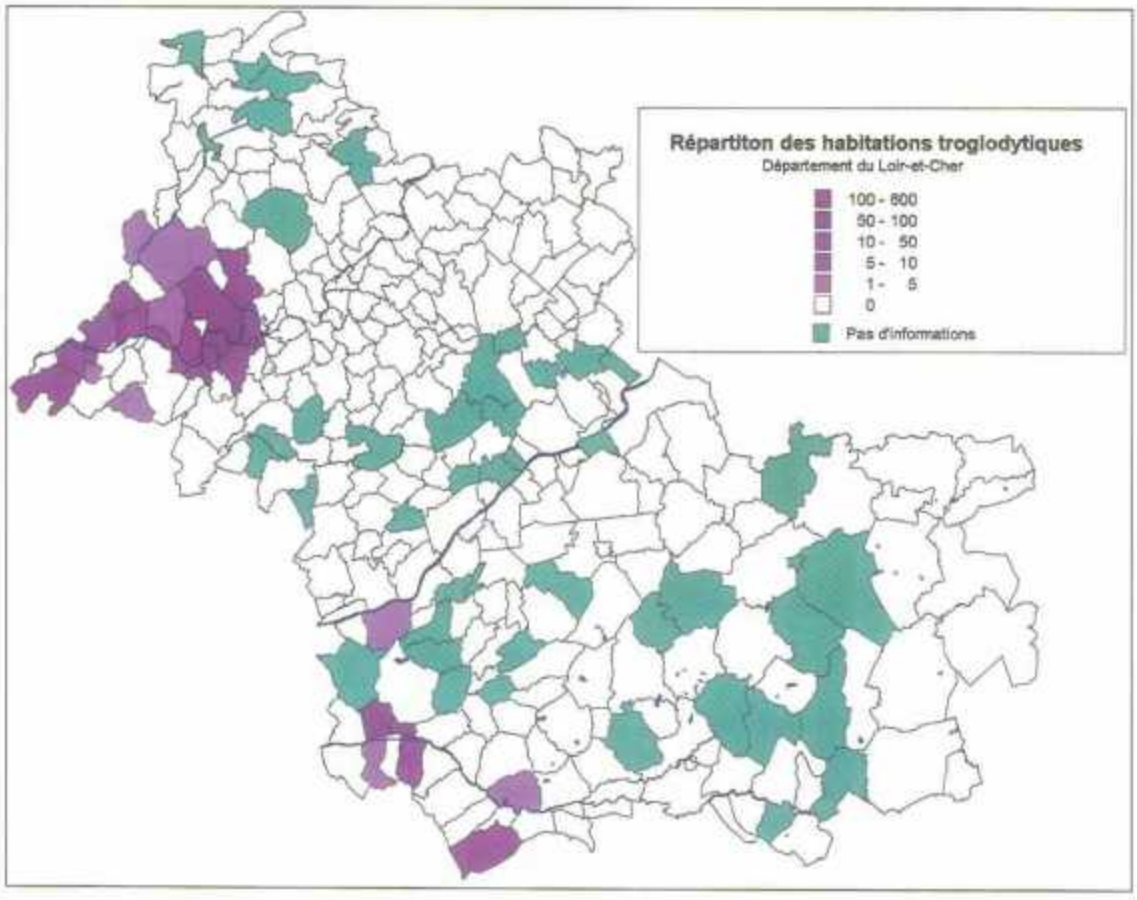


fig. 31 - Répartition des habitations troglodytiques

4.2.5. Répartition des cavités naturelles

Les cavités naturelles sont concentrées au Nord-Est du département et le long de la Loire en aval de Blois, dans les zones d'affleurement des Calcaires de Beauce et de la Craie. Ces formations, du fait de leur intense fracturation sont susceptibles de former de véritables réseaux karstiques. Nous en avons la preuve avec les rivières souterraines de Parcé (Saint-Georges-sur-Cher), Orchaise.
Beaucoup d'indices de cavités naturelles d'origine karstique existent près de Blois sur les levés de la Loire (sources, pertes, gouffres, grottes de l'Ermitage à La Chaussée Saint-Victor).

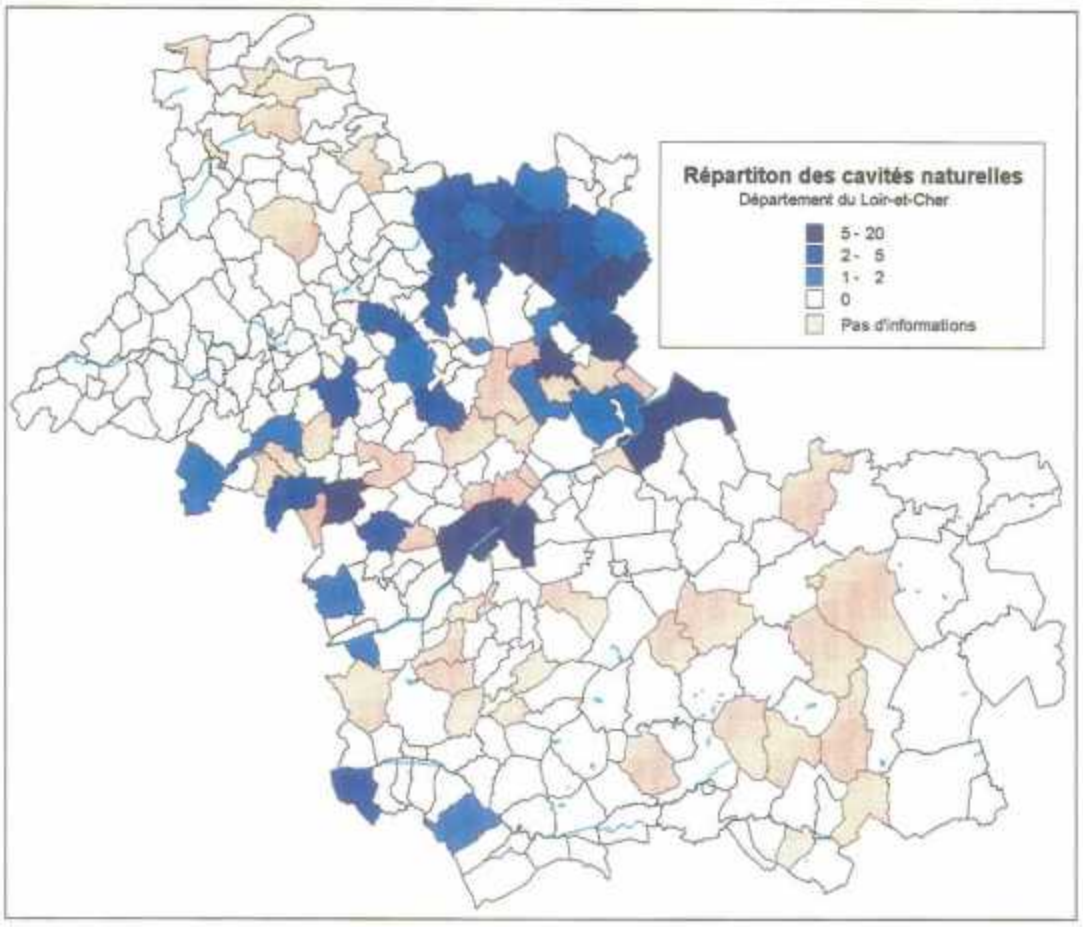


fig. 32 - Répartition des cavités naturelles

5. Recommandation en matière de prévention des risques

5.1. GENERALITES

D'une manière générale, la présence de cavités naturelles ou anthropiques dans le sous-sol est associée à un aléa, qui en fonction des enjeux de surface, constitue un risque non négligeable pour les biens et les personnes.

Les cartes de répartition des cavités souterraines permettent de faire une hiérarchisation préliminaire des communes sur lesquelles il conviendrait d'envisager des mesures de prévention au travers des documents d'urbanisme ou d'information.

A ce titre, plusieurs types de documents officiels servent directement ou indirectement à la prévention des risques naturels. Certains d'entre eux ont uniquement un but d'information, tandis que d'autres ont un impact direct sur l'aménagement du territoire.

On citera cinq documents officiels, ainsi qu'un texte de loi, essentiels pour la prévention des risques :

- *Le Dossier Départemental des Risques Majeurs (DDRM) :* il s'agit d'un document de sensibilisation, illustré par des cartes d'aléas (atlas des risques) et fixant les priorités communales. Il regroupe les principales informations sur les risques majeurs naturels et technologiques du département.
  Il peut comprendre :
- un rapport de présentation justifiant les mesures envisagées ;
- une carte par bassin de risque et type de risque ;
- l'historique des évènements antérieurs principaux ;
- la réglementation relative aux risques (périmètre de risque, plans d'urgence) ;
- les mesures collectives prises (aménagement, surveillance, alerte, plans de secours ..) ;
- les mesures individuelles à connaître.

- *Les documents Communaux Synthétiques (DCS) :* ces documents spécifiques à chaque commune ont exclusivement une vocation d'information et de sensibilisation des populations. Ils constituent un document de base du droit à l'information fixé par la loi. Ils présentent les risques naturels et technologiques encourus par les habitants d'une commune.
  Généralement, à partir du DDRM, sont extraits les éléments relatifs à la commune (information, cartes), avec éventuellement des ajouts (particularisme de la commune).

  Les DCS, élaborés par les services de l'Etat, sont notifiés au maire par arrêté préfectoral.

  Dans la pratique, une fois le DDRM établi, les DCS sont généralement dressés assez rapidement pour les communes exposées du département.

- *Les Documents d'Information Communal sur les Risques Majeurs (DICRIM)* : Ils correspondent aux DCS, enrichis de mesures de prévention ou de protection qui auraient été prises par les communes, complétés par des informations nécessaires à la mise en œuvre de l'information préventive dans la commune ou des fiches ou plaquettes d'information destinées aux citoyens.
  Les DICRIM sont établis par les maires.
  Il s'agit alors, en plus de sensibiliser les citoyens, d'établir un catalogue de recommandations de base permettant de limiter les risques en matière de désordres afférents aux cavités souterraines (périmètres de sécurité autour des cavités connues, protection des accès, entretien de la signalisation préventive, maîtrise des rejets d'eau, inspections régulières, rappel des techniques de recherches de cavités..).

  Dans la pratique, dans la mesure où les DICRIM sont directement élaborés par les mairies, relativement peu de municipalités en ont rédigé. Cet outil est généralement réservé aux municipalités importantes possédant des moyens conséquents ou à des municipalités particulièrement exposées aux risques naturels ou technologiques.

- *Les plans de Prévention des Risques (PPR)* : ce type de document, promulgué par la loi n° 95-101 du 2 février 1995, permet de prévenir les risques naturels en s'appuyant sur une politique précise d'aménagement du territoire. Il a une portée réglementaire. En effet, à partir d'une évaluation détaillée de l'aléa (à l'échelle 1/10 000 ou 1/5 000), il conduit à établir un zonage réglementaire sur chaque commune concernée. Chaque zone est associée à un règlement qui prescrit les mesures de prévention retenues. Celles-ci vont d'un simple rappel des règles de l'art en matière de construction dans les zones blanches, à une interdiction de construire la plupart des édifices neufs en zone rouge, en passant par des obligations en terme de dispositions constructives en zone bleu (reconnaissances géotechniques obligatoires, fondations sur radier, interdiction de piscines ou de bassins, etc ...).

  Les PPR se déclinent en 3 parties :
- la note de présentation ;
- le zonage graphique ;
- le règlement.

  Les PPR sont prescrits par arrêté sur l'initiative du préfet. Ils sont instruits par l'Etat et soumis à enquête publique. Après avis des communes concernées, les PPR sont approuvés par arrêté préfectoral et obligatoirement annexés au PLU.
  Les PPR peuvent s'étendre à plusieurs communes.

  On notera que le passage du DDRM aux PPR peut se faire via des études d'aléa plus précises sur les bassins de risques permettant d'affiner d'une part les contours des zones exposées et d'autre part la quantification de l'aléa en procédant à des visites systématiques des cavités visitables ce qui permettra d'apprécier la tenue des souterrains. Une fois cette étape intermédiaire achevée, l'Etat pourra plus précisément choisir ses priorités en terme de lancement de PPR et soulager d'autant le travail d'évaluation de l'aléa au 1/10 000.

- *Les Plans Locaux d'Urbanisme (PLU) :* Ces documents, entrés en vigueur en avril 2001, se substituent progressivement aux Plans d'Occupation des Sols (POS). Ils expriment le projet d'aménagement et de développement durable de la commune. Ils fixent les affectations du sol au regard des prévisions économiques et démographiques et des besoins répertoriés en matière de développement économique, d'aménagement de l'espace, d'environnement, d'équilibre social de l'habitat, de transport, d'équipements et de services.
  La prévention des risques naturels prévisibles reste un des objectifs des documents d'urbanisme au terme de l'article L.121-1 du code d'urbanisme. A ce titre, les PPR, qui valent servitudes d'utilité publique, doivent être annexés aux POS, révisés en PLU, en vertu de l'article L. 562-4 du Code de l'Environnement. De même, les POS, révisés en PLU, doivent permettre de déterminer les conditions dans lesquelles les risques naturels peuvent être prévenus, conformément à l'article L.121-10.

- *La loi n°2003-699 du 30 juillet 2003 relative à la prévention des risques technologiques et naturels et à la réparation des dommages – titre II – article 42 :*
  Article L 563-6 du code de l'environnement
  I – Les communes ou leurs groupements compétentes en matière de documents d'urbanisme élaborent, en tant que besoin, des cartes délimitant les sites où sont situés des cavités souterraines et des marnières susceptibles de provoquer l'effondrement du sol.
  II – Toute personne qui a connaissance de l'existence d'une cavité souterraine ou d'un marnière dont l'effondrement est susceptible de porter atteinte aux personnes ou aux biens, ou d'un indice susceptible de révéler cette existence, en informe le maire, qui communique, sans délai, au représentant de l'Etat dans le département et au président du conseil général les éléments dont il dispose à ce sujet.
  La diffusion d'informations manifestement erronées, mensongères ou résultant d'une intention dolosive relatives à l'existence d'une cavité souterraine ou d'une marnière est punie d'une amende de 30 000 €.
  III – Le représentant de l'Etat dans le département publie et met à jour, selon les modalités fixées par décret en Conseil d'Etat, la liste des communes pour lesquelles il a été informé par le maire de l'existence d'une cavité souterraine ou d'une marnière et de celles où il existe une présomption réelle de l'existence d'une telle cavité.

  On notera que ce texte de loi avait déjà au préalable été présenté dans la loi "Démocratie de proximité" du 27 Février 2002.

5.2. PRECONISATION D'ETUDES DE RISQUES

Six communes ont fait ou font l'objet d'un PPR ou PER :

- Trôo
- Montrichard
- Bourré
- Monthou-sur-Cher
- Mennetou-sur-Cher
- Vendôme

A l'observation des cartes de densité (fig. 28), de répartition générale des cavités souterraines (fig. 27) et de répartition des cavités par type (Annexe 10), il est possible de définir des communes pouvant faire l'objet d'études plus approfondies en matière de risques naturels liés aux cavités souterraines.

Sur la base de la carte de la fig. 28, il est recommandé :

- Pour les communes ayant une densité de cavités souterraines comprise entre 20 et 40 cavités par km², de réaliser des études approfondies (type cartes d'aléa) menant à un PPR. Cela concerne 4 communes :
  - Montoire-sur-le-Loir
  - Thoré-la-Rochette
  - Saint-Rimay
  - Lavardin

- Pour les communes ayant une densité comprise entre 10 et 20 cavités par km², il est recommandé de réaliser dans un premier temps des documents informatifs comme des DIRCRIM (voir §5.1.) et à terme des études pouvant mener à un P.P.R.
  Ces communes sont :
  - Naveil
  - Les Essarts
  - Thésée
  - Angé
  - Couture-sur-Loir
  - Tréhet

D'autres communes dont les résultats ne sont pas représentatifs peuvent également faire d'objet d'investigations supplémentaires. Il s'agit des communes des Roches l'Evêque et de Chissay-en-Touraine.

Conclusion

Cet inventaire se conclu par un bon taux de réponse des communes à l'enquête (83 % des communes) après plus d'un an de travail.
Toutes les archives disponibles ont été étudiées.
Au total, près de 4 500 cavités et groupes de cavités (sites) ont été recensés ce qui représenterait après estimation, un nombre de cavités entre 5 500 et 6 500.
Ces cavités sont localisées le long des cours d'eau, et dans les vallées sèches, elles sont situées en pied de coteau.

Toutes les descriptions obtenues ont été, d'une part mises sous forme de fichiers Excel et MapInfo au niveau du Service Géologique Régional Centre et d'autre part les informations ont été conservées dans des dossiers papier.
Les données numériques ont été en fin d'opération chargées dans une base locale puis transférées dans la banque nationale « BdCavité ».

- Il est recommandé de faire des études approfondies menant à terme à un PPR dans certaines communes où la densité de cavités souterraines est élevée (supérieure à 20 cavités par km²). Après étude des résultats de l'inventaire, nous proposons de traiter en priorité les communes suivantes:
  - Montoire-sur-le-Loir
  - Thoré-la-Rochette
  - Saint-Rimay
  - Lavardin

- Pour les communes ayant une densité comprise entre 10 et 20 cavités par km², il est recommander de réaliser dans un premier temps des documents informatifs comme les DIRCRIM (voir §5.1.).
  Ces communes sont :
  - Naveil
  - Les Essarts
  - Thésée
  - Angé
  - Couture-sur-Loir
  - Tréhet

D'autres communes dont les résultats ne sont pas représentatifs, peuvent également faire d'objet d'investigations supplémentaires. Il s'agit des communes de Les Roches l'Evêque et Chissay-en-Touraine.

Bibliographie

Documents BRGM :

- GIOT .D. (1999) – SCHEMA DES CARRIERES DU LOIR-ET-CHER. BRGM
- GIOT .D. (1999) – S.D.C - 41. BRGM
- PASQUET .R., HUMEAU .O. (1988) – MISE EN SECURITE DU SITE DE TROO (LOIR-ET-CHER). ETUDE GENERALE DES RISQUES DE MOUVEMENTS DE TERRAIN. BRGM/RR-26312-FR. 1988, SGN, 782, CEN.
- PASQUET .R., HUMEAU .O. (1988) – MISE EN SECURITE DU SITE DE TROO (LOIR-ET-CHER). ETUDE GENERALE DES RISQUES DE MOUVEMENTS DE TERRAIN – FICHIER. BRGM/RR-26312-FR. 1988, SGN, 782, CEN.
- PASQUET .R. (1992) – MISE EN SECURITE DU QUARTIER DE LA BOULE BLANCHE MONTRICHARD (LOIR-ET-CHER) – DEFINITION DES TRAVAUX DE CONFORTEMENT – AVANT PROJET SOMMAIRE. BRGM/RR-35682-FR. 1992, 4S, CEN.
- PASQUET .R. (1992) – MISE EN SECURITE DU QUARTIER DE LA BOULE BLANCHE MONTRICHARD (LOIR-ET-CHER) – DOSSIER DE CONSULTATION DES ENTREPRISE. BRGM/RR-35681-FR. 1992, 4S, CEN.
- PASQUET.R. (1993) – CONFORTEMENT DE LA PROPRIETE TROGLODYTIQUE CADASTREE AL 307 A TROO (41) - EXPERTISE GEOTECHNIQUE. BRGM/RR-36745-FR. 1993, 4S, CEN.
- GIOT .D. (1997) – EFFONDREMENT DE BLOCS DE LA FALAISE DES COTEAUX DE SAINT-ANDRE. COMMUNE DE VILLEIRS-SUR-LOIR (LOIR-ET-CHER). COMPTE RENDU DE VISITE. BRGM/RR-39841-FR. 1997, SGN, CEN.
- PASQUET.R. (1986) – SOCIETE BEL – EXPERTISE GEOTECHNIQUE DE LA CARRIERE SOUTERRAINE A VENDOME (41). BRGM/RR-12645-FR. 86, SGN, 659, CEN.
- PASQUET.R. (1983) – ETUDE DU COTEAU DU LOIR RIVE GAUCHE DANS LE PERIMETRE URBAIN DE VENDOME (LOIR-ET-CHER). BRGM/RR-13321-FR. 83, SGN, 782, CEN.
- PASQUET.R. (1986) – COMMUNE DE CHAULONT-SUR-LOIRE (41) – CARTOGRAPHIE DETAILLEE DES RISQUES DE MOUVEMENTS DE TERRAIN. BRGM/RR-12667-FR. 86, SGN, 461, CEN.
- PASQUET.R. (1986) – COMMUNE DE CHAULONT-SUR-LOIRE (41) – ETUDE GENERALE DES RISQUES DE MOUVEMENTS DE TERRAIN. BRGM/RR-12718-FR. 86, SGN, 357, CEN.
- MANIVIT . J. (1988) – COMPTE-RENDU DE VISITE D'UN EFFONDREMENT SUR LA PROPRIETE DE L'ETOILE C. AUTHON (LOIR-ET-CHER). BRGM/12325-FR. 1988, SGN, 040, GEO.

CARTES GEOLOGIQUES A 1/50 000 ET NOTICES EXPLICATIVES :

- N° 395 VENDOME (GIOT .D)
- N° 428 BLOIS (CAUDRON ET AL)
- N° 459 MONTRICHARD (FLEURY)
- N° 489 ST-AIGNAN (ALCAYDE G.)

BIBLIOGRAPHIE AUTRE :

CETE (1985) - "Etude générale des mouvements de terrain en Loir-et-Cher - Localisation des zones à risques".
- CETE - "Cartographie de l'aléa dû aux mouvements de terrain - commune des Roches l'Evêque".
- CETE - "Etude de la stabilité du coteau de la Pointe - commune de Montoire".
CETE - "P.P.R. Mouvements de terrain - commune de Vendôme.
- CETE - note technique concernant un effondrement - commune de Chateauvieux.

- LORAIN .J.M (1993) – VILLE DE VENDOME, ETUDE DE STABILITE DU COTEAU SUD. RUE DE LA GREVE, RUE FERME, FBG ST BIENHEURE – CETE SERVICE ETUDES GENERALES – 19p.
- LORAIN .J.M (1993) – VILLE DE VENDOME, ETUDE DE STABILITE DU COTEAU SUD. RUE DE LA GREVE, RUE FERME, FBG ST BIENHEURE – FICHIER DE DONNEES - CETE SERVICE ETUDES GENERALES.
- SYNDICAT INTERCOMMUNAL POUR LA SURVEILLANCE DES CAVITES SOUTERRAINES ET DES MASSES ROCHEUSES D'INDRE-ET-LOIRE « CAVITES 37 » - PLAQUETTE DE PRESENTATION. HTTP://WWW.CATP-ASSO.ORG/CAVITES37/INDEX.HTML (CAVITES37@WANADOO.FR). CENTRE TECHNIQUE MUNICIPAL 27, RUE FREDERIC JOLIOT-CURIE 37550 SAINT-AVERTIN.
TRIOLET .L. (2001) – TROGLODYTES DU VAL DE LOIRE. EDITION ALAN SUTTON. 96P.
TRIOLET .J, TRIOLET.L. (2002) – SOUTERRAINS DE TOURAIEN, BLESOIS, VENDOMOIS. EDITION ALAN SUTTON. 127P

Sites Internet :

- http://perso.wanadoo.fr:04as/listdep/list41.htm
- http://www.lochesentouraine.com:francais:tourisme:sites-monuments:nature:troglos.htm
- http://www.culture.fr/culture/conservation/preventi/tuffeau/chapitre_02.htm
- http://ww.speleo.chat.ru

Annexe 1

Lettre du MATE

Extraits de la lettre adressée par Madame le Ministre de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement au BRGM en date du 6 juin 2000

Monsieur le Président,

La politique que le gouvernement entend mener concernant la prévention des risques naturels fait appel à plusieurs démarches de recensement et d'évaluation des risques auxquelles le BRGM est associé.

La mise en place d'outils de référence destinés à garder une mémoire sur les phénomènes et les aléas naturels d'origine géologique constitue une nécessité pour mener à bien toute politique de prévention : connaissance des aléas, information du citoyen, prise en compte des risques dans l'aménagement du territoire, développement de mesures de réduction de la vulnérabilité, retour d'expérience sur les événements passés.

Votre établissement peut jouer un rôle essentiel en ce domaine et a déjà engagé, en relation avec mes services, plusieurs actions à cet effet.

Je me réjouis que plusieurs réunions aient permis de dégager un accord entre toutes les parties prenantes et au premier chef avec votre établissement afin de compléter et de pérenniser les actions déjà engagées.

Il s'agit en particulier du recueil et de l'analyse de données, de la gestion et de la diffusion des quatre bases de données nationales relatives aux aléas géologiques :

- la base de données nationale sur les mouvements de terrain, avec notamment les services de restauration des terrains en montagne, le laboratoire central des ponts et chaussées et le réseau scientifique et technique de l'équipement ;
- la base de données nationale sur les cavités souterraines abandonnées, en liaison avec notamment l'INERIS, les services d'inspection des carrières, les DRIRE ;
- la base de données SIRENE sur les séismes historiques en liaison avec l'IPSN et EDF ;
- la base de données NEPAL sur les indices néotectoniques et paléosismiques, en liaison notamment avec le CEA, EDF, l'IPSN, et l'IPGP.

Fondées sur l'examen d'archives ou sur la collecte d'informations tant privées que publiques, ces bases ont pour finalité première la diffusion des données vers les citoyens et les différents acteurs professionnels de la prévention des risques aménageurs, services déconcentrés en charge de la réalisation des plans de prévention des risques, bureaux d'études, etc.

Si vous en êtes d'accord, il me semblerait utile que cette diffusion des données soit généralisée via Internet et qu'elle soit gratuite. J'ai bien noté que les données diffusées seront disponibles sous forme brute ou sous forme analysée, et qu'une représentation cartographique conviviale permettra d'y accéder facilement.

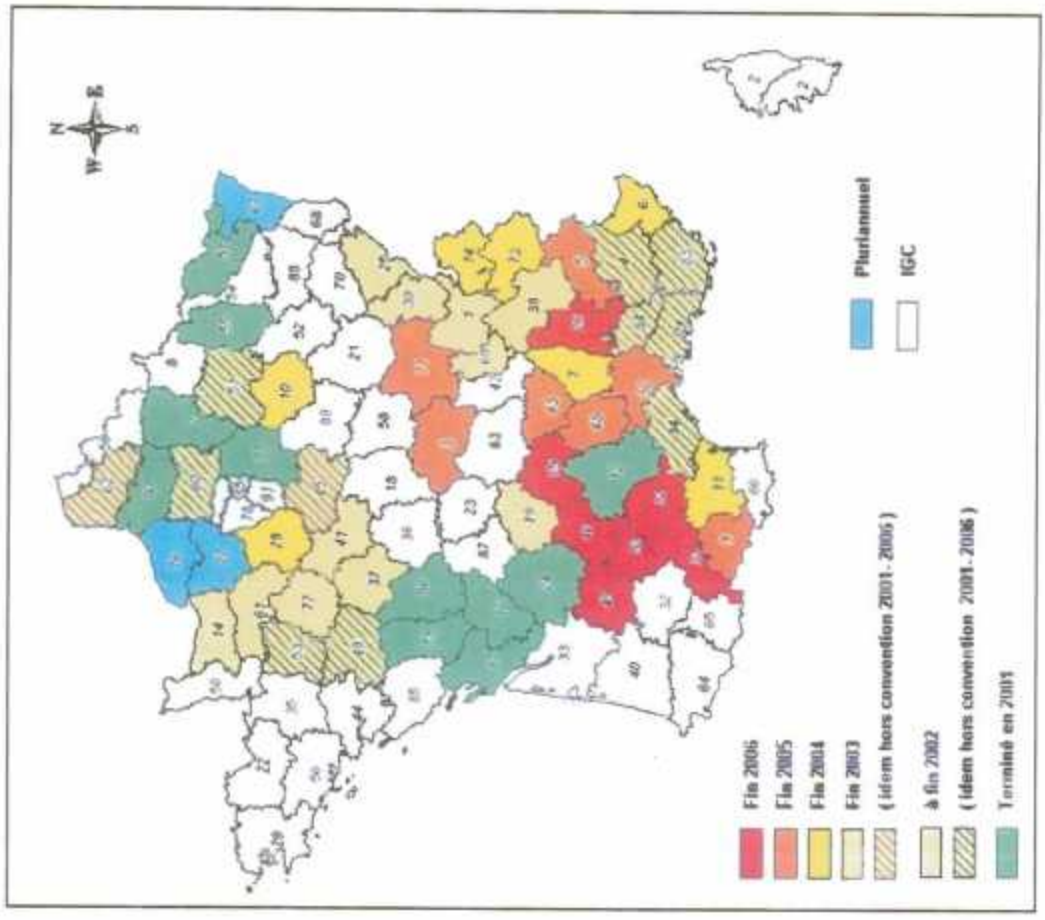
Il m'apparaîtrait par ailleurs souhaitable que le BRGM, dans le cadre de ses activités de service public et en coordination avec les partenaires concernés, puisse terminer les actions de modernisation et de mise à disposition en cours, et établir un programme à deux ans visant à assurer une couverture géographique ou thématique exhaustive pour le recueil et l'intégration de l'ensemble de l'information existante.

Je vous prie de croire, Monsieur le président, à l'assurance de ma considération distinguée.

Dominique VOYNET

Annexe 2

Tableau et carte de programmation des inventaires des cavités souterraines



RÉCAPITULATIF PROGRAMMATION CAVITÉS 2001-2006

INVENTAIRES TERMINES A FIN 2001	INVENTAIRES TERMINES A FIN 2002	INVENTAIRES REALISES A FIN 2003
AISNE (02) AVEYRON (12) CHARENTE (16) CHARENTE-MARITIME (17) DORDOGNE (24) MEUSE (55) MOSELLE (57) OISE* (60) SEINE-ET-MARNE (77) DEUX-SÈVRES (79) SOMME (80) * VIENNE(86)	ALPES-DE-HAUTE-PROVENCE (04) BOUCHES-DU-RHÔNE (13) **DOUBS (25)** HERAULT (34) **INDRE-ET-LOIRE (37)** **ISÈRE (38)** MAINE-ET-LOIRE (49) MARNE (51) MAYENNE (53) **ORNE (61)** VAR (83) VAUCLUSE (84)	**AIN (01)** **CALVADOS (14)** **CORRÈZE (19)** JURA (39) **LOIR-ET-CHER (41)** **LOIRET (45)** PAS-DE-CALAIS (62) **RHÔNE (69)** **SARTHE (72)**
* complétés partiellement à fin 23/2002 suite à étude influence remontées de nappe sur les MVT.	**DOUBS (25)** : réalisés en 2001/2002	**CALVADOS (14)** : réalisés en 2002/2003
INVENTAIRES REALISES EN 2004	**INVENTAIRES REALISES EN 2005**	**INVENTAIRES REALISES EN 2006**
AUBE (10) AUDE (11) ALPES-MARITIMES (06) ARDECHE (07) EURE-ET-LOIR (28) SAVOIE (73) HAUTE-SAVOIE (74)	ALLIER (03) HAUTES-ALPES (05) ARIEGE (09) GARD (30) HAUTE-LOIRE (43) LOZERE (48) SAONE-ET-LOIRE (71)	CANTAL (15) DRÔME (26) HAUTE-GARONNE (31) LOT (46) LOT-ET-GARONNE (47) TARN (81) TARN-ET-GARONNE (82)

Annexe 3

Réseaux des caforts et de Lusignan, Troô

Commune de TROO

D.D.E. 41 S.A.E.C.

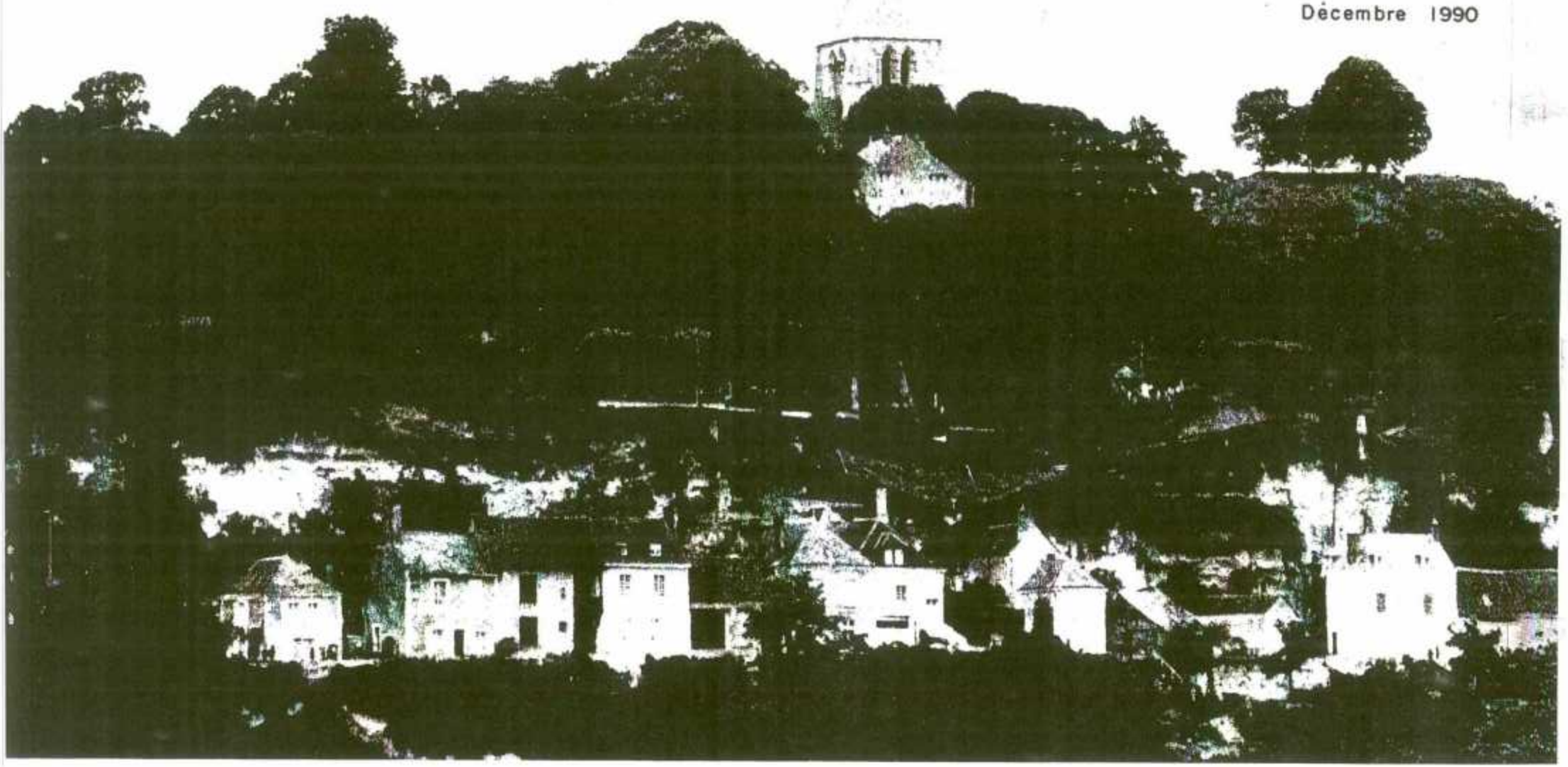
Délimitation d'un périmètre de risques

au titre de l'article R 111 - 3

du code de l'urbanisme

Note de présentation

Décembre 1990



On peut comparer cette carte (fig. 28) à la carte présentée dans l' Annexe 7 (inventaire réalisé par le CETE en 1985 à partir des données du cadastre du XIX^{ième} siècle). Cependant des imprécisions subsistent concernant la légende. En effet nous ne savons pas à quoi correspondent les communes ne contenant aucun figuré (soit il s'agit de communes n'ayant pas été étudiées, soit des communes ne possédant pas de cavités, cette dernière solution semble la moins probable), et la couleur « jaune » ne précise pas s'il s'agit de communes ayant de 1 à 10 cavités ou de 0 à 10 cavités.

Il apparaît des convergences entre ces deux cartes, les communes possédant beaucoup de cavités sont les mêmes (Troô, Bourré...). Des divergences existent néanmoins notamment sur les communes possédant peu de cavités. Quelques fois des communes nous ont répondu n'avoir aucune cavité alors qu'il semblerait selon la carte du CETE qu'elles en possèdent quelques-unes (avec l'hypothèse que la légende "jaunes" de l' Annexe 7 correspond à la classe [1-10] cavités). Il apparait également des différences sur le nombre de cavités dans les communes en possédant plus de 10, il s'agit souvent d'une sous-estimation de notre part. En effet de forts écarts apparaissent pour les communes de Chissay-en-Touraine, Montrichard, Villiers-sur-Loir, les Roches l'Evêque. Ces communes possèdent d'après l'Annexe 7 de nombreuses cavités. Cette sous-estimation est due à l'absence de réponse des mairies au questionnaire. Pour ces communes, les seules sources d'informations sont donc les archives.

A l'observation de cette carte (fig. 28), il est possible de définir :

- deux zones présentant de nombreuses cavités
  - **la Vallée du Loir**, au nord, essentiellement des habitations troglodytiques et des caves.
  - **la Vallée du Cher**, au sud, essentiellement des caves à vins, des carrières souterraines d'extraction de tuffeau abandonnées pour la plupart et réhabilitées en caves et des habitations troglodytiques.

- deux zones intermédiaires présentant des cavités en moins grand nombre :
  - **la Vallée de la Loire**, essentiellement des caves à vins, caves à usages privés, et habitations troglodytiques. On remarque également la présence de souterrains.
  - **le plateau de Beauce** où nous avons noté la présence d'un ou de plusieurs karsts, indiqués par une "rivière souterraine" de grande extension à Orchaise ainsi qu'à Morée, et des effondrements dans une propriété de la commune d'Authon, interprétés comme des fontis au niveau d'un réseau karstique.

Entre la Loire et le Cher, à l'est, se développe **la Sologne**, paysage assez plat couvert d'étangs. Ici on ne trouve ni habitations troglodytiques ni caves en pied de coteau. On observe essentiellement des caves de plaine et des souterrains.

Ces zones sont calées la géomorphologie du département. Les cavités ont été creusées préférentiellement en pied de coteau et donc le long de cours d'eau, zones d'affleurement du tuffeau (fig. 29) mais aussi les calcaires lacustres de Touraine (Tertiaire).
Les cavités naturelles quant à elles sont présentes dans les calcaires de Beauce (Tertiaire) et la craie (Secondaire).

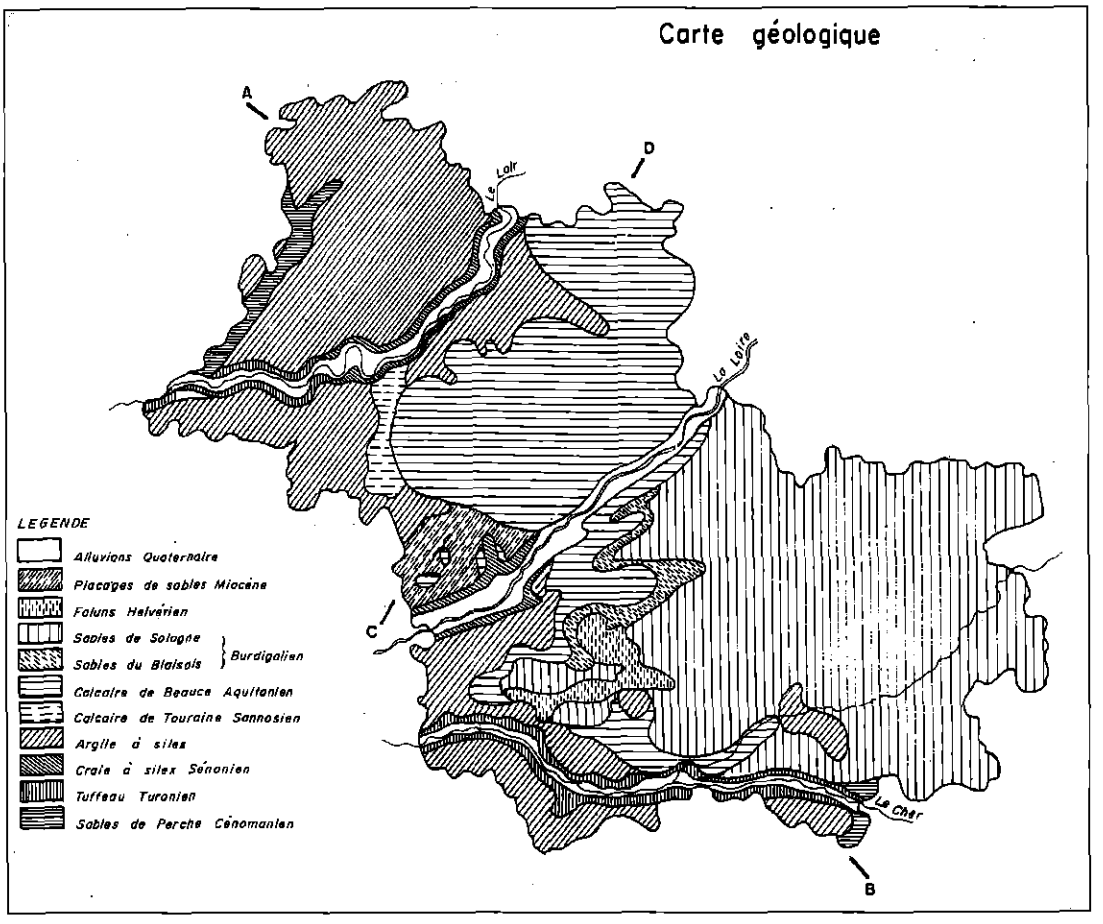


fig. 29 - Carte géologique simplifiée du Loir-et-Cher présentant les zones d'affleurement des tuffeaux et craie[9]

4.2.2. Répartition par type de cavités

L'Annexe 6 présente le tableau des résultats en terme de typologie sur les différentes communes du département. Comme indiqué dans la typologie précédente on y retrouve 8 grandes classes.
Dans cette même Annexe 6 on peut voir apparaître en violet des chiffres identiques pour plusieurs types de cavités, en fait certaines communes répondent qu'elles possèdent un certain nombre de cavités, précisant que ce sont des caves, des habitations troglodytiques et des carrières, mais sans préciser le type de cavités.

Les cartes présentées ci-dessous sont la répartition des caves (fig. 30), des habitations troglodytiques (fig. 31) et des cavités naturelles (fig. 32). Nous ne présentons pas les cartes pour tous les autres types de cavités car, soit le nombre de ces cavités est trop faible, soit la répartition est relativement homogène sur le territoire du département.
Les cartes de répartition des caves et des habitations troglodytiques, montrent bien une répartition le long des cours d'eau, principalement le Loir et le Cher. Très peu de caves existent en dehors des coteaux.

[9] Tirée de "Etude générale des mouvements de terrain en Loir-et-Cher"

4.2.3. Répartition des caves

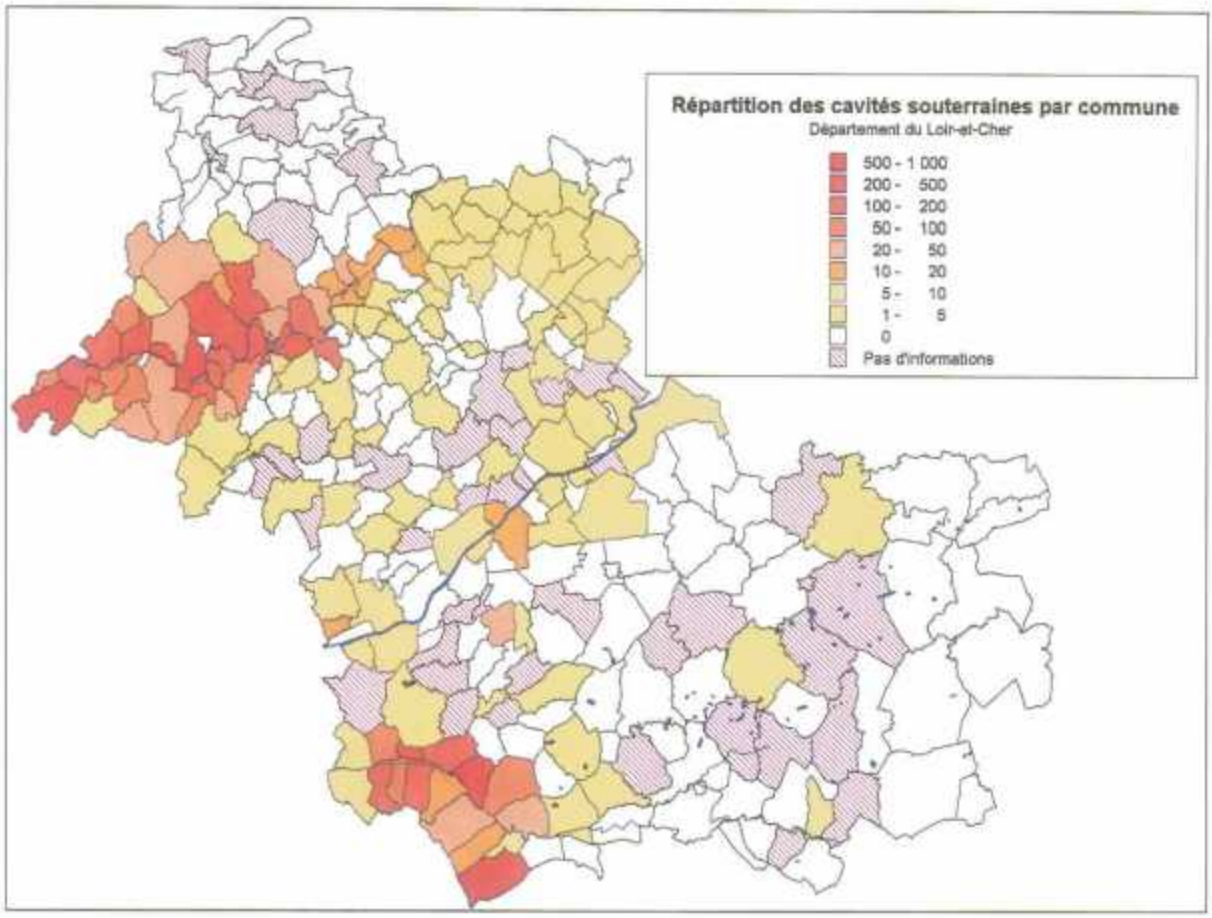


fig. 30 - Répartition des caves

Les caves sont de loin les cavités souterraines les plus représentées sur le département du Loir-et-Cher. Les caves sont concentrées dans la vallée du Loir et la vallée du Cher, et dans les vallées sèches de ces cours d'eau.
Ces caves sont en général de faibles dimensions, leur accès se fait généralement en pied de coteau mais également, comme c'est le cas dans un hameau de la commune de Savigny-sur-Braye par des coursoirs.

4.2.4. Répartition des habitations troglodytiques

Les habitations troglodytiques se repartissent majoritairement sur les bords du Loir. Très peu d'habitations troglodytiques n'apparaissent sur les bords de la Loire, alors qu'il en existe beaucoup sur ses coteaux dans le département de l'Indre-et-Loire. On remarquera néanmoins que peu de communes du bord de Loire ont répondu.
Les bords du Cher possèdent beaucoup d'habitations troglodytiques. Or on remarque qu'un certain nombre de commune ont répondu n'avoir aucun habitat troglodytique. Par contre elles déclarent avoir des caves. On peut penser que la réponse "caves" englobait des habitations troglodytiques.

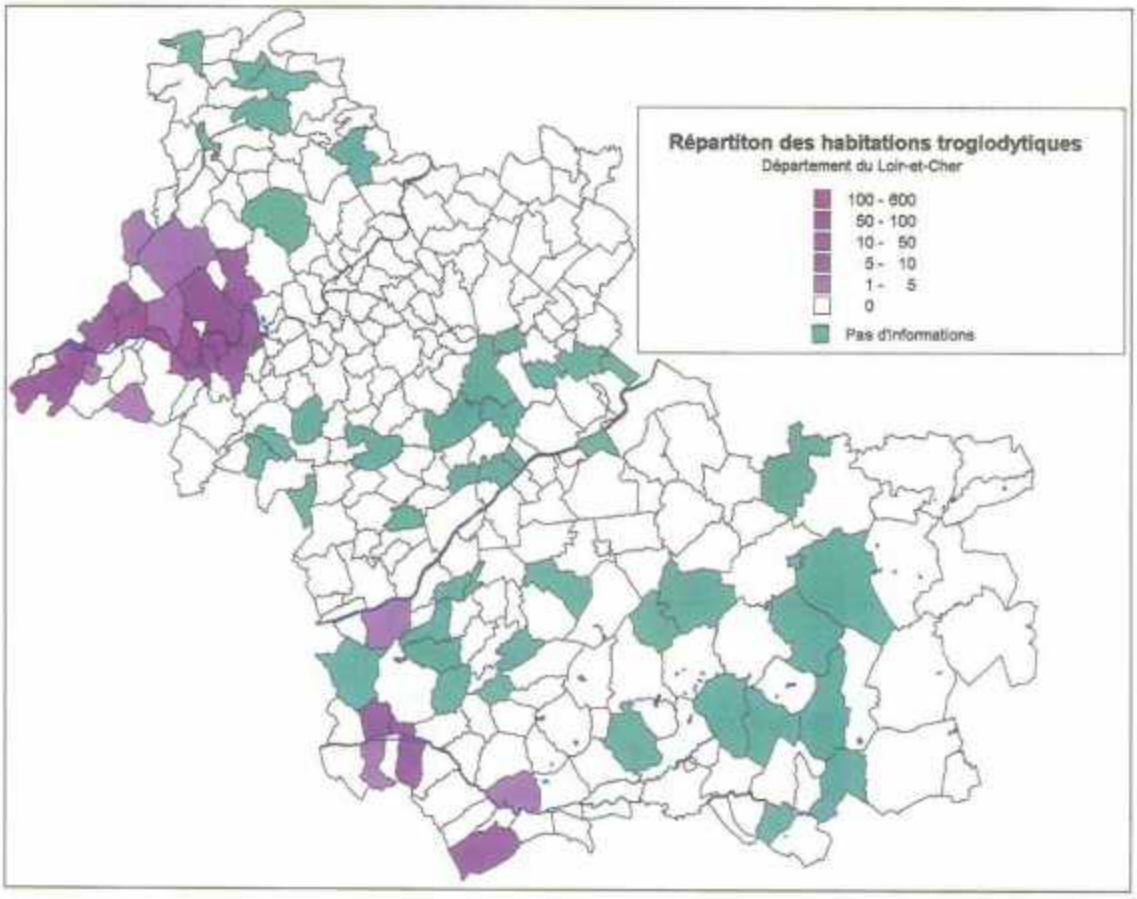


fig. 31 - Répartition des habitations troglodytiques

4.2.5. Répartition des cavités naturelles

Les cavités naturelles sont concentrées au Nord-Est du département et le long de la Loire en aval de Blois, dans les zones d'affleurement des Calcaires de Beauce et de la Craie. Ces formations, du fait de leur intense fracturation sont susceptibles de former de véritables réseaux karstiques. Nous en avons la preuve avec les rivières souterraines de Parcé (Saint-Georges-sur-Cher), Orchaise.
Beaucoup d'indices de cavités naturelles d'origine karstique existent près de Blois sur les levés de la Loire (sources, pertes, gouffres, grottes de l'Ermitage à La Chaussée Saint-Victor).

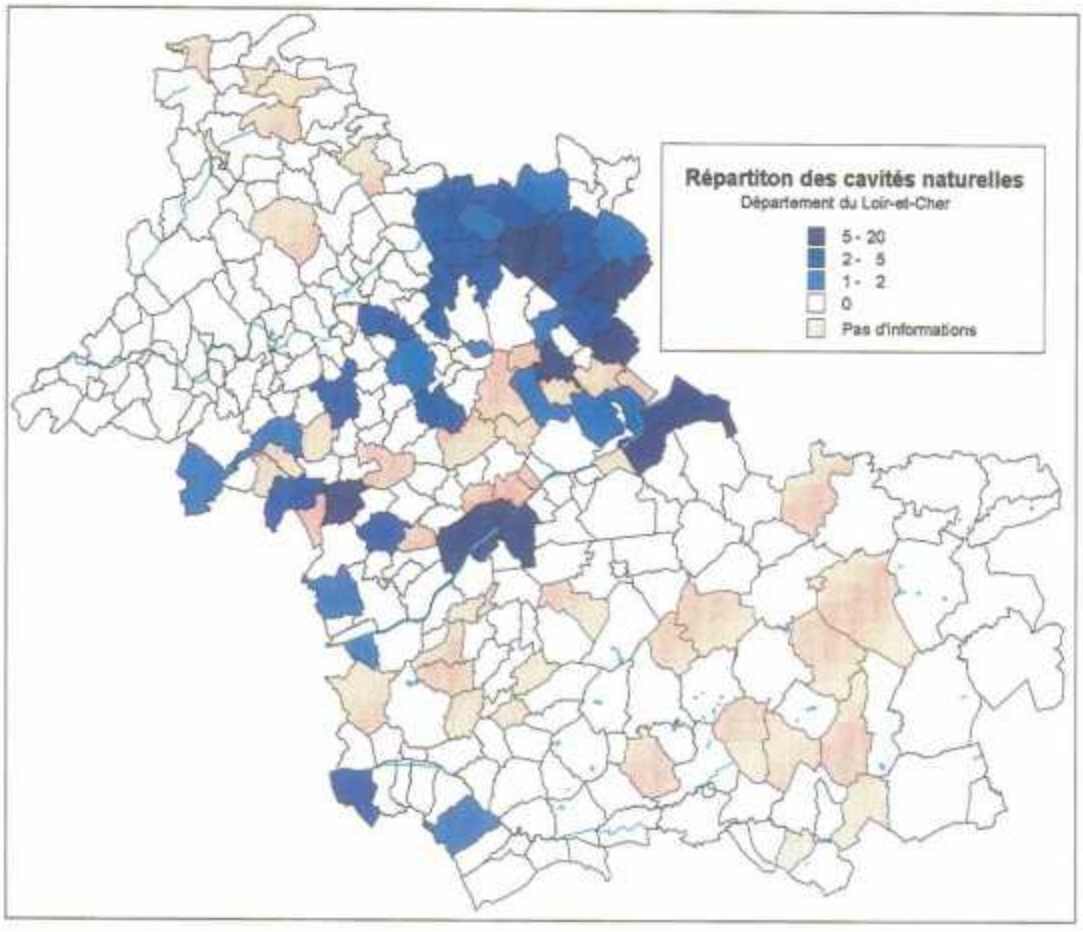


fig. 32 - Répartition des cavités naturelles

5. Recommandation en matière de prévention des risques

5.1. GENERALITES

D'une manière générale, la présence de cavités naturelles ou anthropiques dans le sous-sol est associée à un aléa, qui en fonction des enjeux de surface, constitue un risque non négligeable pour les biens et les personnes.

Les cartes de répartition des cavités souterraines permettent de faire une hiérarchisation préliminaire des communes sur lesquelles il conviendrait d'envisager des mesures de prévention au travers des documents d'urbanisme ou d'information.

A ce titre, plusieurs types de documents officiels servent directement ou indirectement à la prévention des risques naturels. Certains d'entre eux ont uniquement un but d'information, tandis que d'autres ont un impact direct sur l'aménagement du territoire.

On citera cinq documents officiels, ainsi qu'un texte de loi, essentiels pour la prévention des risques :

- *Le Dossier Départemental des Risques Majeurs (DDRM)* : il s'agit d'un document de sensibilisation, illustré par des cartes d'aléas (atlas des risques) et fixant les priorités communales. Il regroupe les principales informations sur les risques majeurs naturels et technologiques du département.
  Il peut comprendre :
- un rapport de présentation justifiant les mesures envisagées ;
- une carte par bassin de risque et type de risque ;
- l'historique des évènements antérieurs principaux ;
- la réglementation relative aux risques (périmètre de risque, plans d'urgence) ;
- les mesures collectives prises (aménagement, surveillance, alerte, plans de secours ..) ;
- les mesures individuelles à connaître.

- *Les documents Communaux Synthétiques (DCS)* : ces documents spécifiques à chaque commune ont exclusivement une vocation d'information et de sensibilisation des populations. Ils constituent un document de base du droit à l'information fixé par la loi. Ils présentent les risques naturels et technologiques encourus par les habitants d'une commune.
  Généralement, à partir du DDRM, sont extraits les éléments relatifs à la commune (information, cartes), avec éventuellement des ajouts (particularisme de la commune).

  Les DCS, élaborés par les services de l'Etat, sont notifiés au maire par arrêté préfectoral.

  Dans la pratique, une fois le DDRM établi, les DCS sont généralement dressés assez rapidement pour les communes exposées du département.

- *Les Documents d'Information Communal sur les Risques Majeurs (DICRIM)* : Ils correspondent aux DCS, enrichis de mesures de prévention ou de protection qui auraient été prises par les communes, complétés par des informations nécessaires à la mise en œuvre de l'information préventive dans la commune ou des fiches ou plaquettes d'information destinées aux citoyens.
  Les DICRIM sont établis par les maires.
  Il s'agit alors, en plus de sensibiliser les citoyens, d'établir un catalogue de recommandations de base permettant de limiter les risques en matière de désordres afférents aux cavités souterraines (périmètres de sécurité autour des cavités connues, protection des accès, entretien de la signalisation préventive, maîtrise des rejets d'eau, inspections régulières, rappel des techniques de recherches de cavités..).

  Dans la pratique, dans la mesure où les DICRIM sont directement élaborés par les mairies, relativement peu de municipalités en ont rédigé. Cet outil est généralement réservé aux municipalités importantes possédant des moyens conséquents ou à des municipalités particulièrement exposées aux risques naturels ou technologiques.

- *Les plans de Prévention des Risques (PPR)* : ce type de document, promulgué par la loi n° 95-101 du 2 février 1995, permet de prévenir les risques naturels en s'appuyant sur une politique précise d'aménagement du territoire. Il a une portée réglementaire. En effet, à partir d'une évaluation détaillée de l'aléa (à l'échelle 1/10 000 ou 1/5 000), il conduit à établir un zonage réglementaire sur chaque commune concernée. Chaque zone est associée à un règlement qui prescrit les mesures de prévention retenues. Celles-ci vont d'un simple rappel des règles de l'art en matière de construction dans les zones blanches, à une interdiction de construire la plupart des édifices neufs en zone rouge, en passant par des obligations en terme de dispositions constructives en zone bleu (reconnaissances géotechniques obligatoires, fondations sur radier, interdiction de piscines ou de bassins, etc ...).

  Les PPR se déclinent en 3 parties :
  - la note de présentation ;
  - le zonage graphique ;
  - le règlement.

  Les PPR sont prescrits par arrêté sur l'initiative du préfet. Ils sont instruits par l'Etat et soumis à enquête publique. Après avis des communes concernées, les PPR sont approuvés par arrêté préfectoral et obligatoirement annexés au PLU.
  Les PPR peuvent s'étendre à plusieurs communes.

  On notera que le passage du DDRM aux PPR peut se faire via des études d'aléa plus précises sur les bassins de risques permettant d'affiner d'une part les contours des zones exposées et d'autre part la quantification de l'aléa en procédant à des visites systématiques des cavités visitables ce qui permettra d'apprécier la tenue des souterrains. Une fois cette étape intermédiaire achevée, l'Etat pourra plus précisément choisir ses priorités en terme de lancement de PPR et soulager d'autant le travail d'évaluation de l'aléa au 1/10 000.

- *Les Plans Locaux d'Urbanisme (PLU) :* Ces documents, entrés en vigueur en avril 2001, se substituent progressivement aux Plans d'Occupation des Sols (POS). Ils expriment le projet d'aménagement et de développement durable de la commune. Ils fixent les affectations du sol au regard des prévisions économiques et démographiques et des besoins répertoriés en matière de développement économique, d'aménagement de l'espace, d'environnement, d'équilibre social de l'habitat, de transport, d'équipements et de services.
  La prévention des risques naturels prévisibles reste un des objectifs des documents d'urbanisme au terme de l'article L.121-1 du code d'urbanisme. A ce titre, les PPR, qui valent servitudes d'utilité publique, doivent être annexés aux POS, révisés en PLU, en vertu de l'article L. 562-4 du Code de l'Environnement. De même, les POS, révisés en PLU, doivent permettre de déterminer les conditions dans lesquelles les risques naturels peuvent être prévenus, conformément à l'article L.121-10.

- *La loi n°2003-699 du 30 juillet 2003 relative à la prévention des risques technologiques et naturels et à la réparation des dommages – titre II – article 42 :*
  Article L 563-6 du code de l'environnement
  I – Les communes ou leurs groupements compétentes en matière de documents d'urbanisme élaborent, en tant que besoin, des cartes délimitant les sites où sont situés des cavités souterraines et des marnières susceptibles de provoquer l'effondrement du sol.
  II – Toute personne qui a connaissance de l'existence d'une cavité souterraine ou d'un marnière dont l'effondrement est susceptible de porter atteinte aux personnes ou aux biens, ou d'un indice susceptible de révéler cette existence, en informe le maire, qui communique, sans délai, au représentant de l'Etat dans le département et au président du conseil général les éléments dont il dispose à ce sujet.
  La diffusion d'informations manifestement erronées, mensongères ou résultant d'une intention dolosive relatives à l'existence d'une cavité souterraine ou d'une marnière est punie d'une amende de 30 000 €.
  III – Le représentant de l'Etat dans le département publie et met à jour, selon les modalités fixées par décret en Conseil d'Etat, la liste des communes pour lesquelles il a été informé par le maire de l'existence d'une cavité souterraine ou d'une marnière et de celles où il existe une présomption réelle de l'existence d'une telle cavité.

  On notera que ce texte de loi avait déjà au préalable été présenté dans la loi "Démocratie de proximité" du 27 Février 2002.

5.2. PRECONISATION D'ETUDES DE RISQUES

Six communes ont fait ou font l'objet d'un PPR ou PER :

- Trôo
- Montrichard
- Bourré
- Monthou-sur-Cher
- Mennetou-sur-Cher
- Vendôme

A l'observation des cartes de densité (fig. 28), de répartition générale des cavités souterraines (fig. 27) et de répartition des cavités par type (Annexe 10), il est possible de définir des communes pouvant faire l'objet d'études plus approfondies en matière de risques naturels liés aux cavités souterraines.

Sur la base de la carte de la fig. 28, il est recommandé :

- Pour les communes ayant une densité de cavités souterraines comprise entre 20 et 40 cavités par km², de réaliser des études approfondies (type cartes d'aléa) menant à un PPR. Cela concerne 4 communes :
  - Montoire-sur-le-Loir
  - Thoré-la-Rochette
  - Saint-Rimay
  - Lavardin

- Pour les communes ayant une densité comprise entre 10 et 20 cavités par km², il est recommandé de réaliser dans un premier temps des documents informatifs comme des DIRCRIM (voir §5.1.) et à terme des études pouvant mener à un P.P.R.
  Ces communes sont :
  - Naveil
  - Les Essarts
  - Thésée
  - Angé
  - Couture-sur-Loir
  - Tréhet

D'autres communes dont les résultats ne sont pas représentatifs peuvent également faire d'objet d'investigations supplémentaires. Il s'agit des communes des Roches l'Evêque et de Chissay-en-Touraine.

Conclusion

Cet inventaire se conclu par un bon taux de réponse des communes à l'enquête (83 % des communes) après plus d'un an de travail.
Toutes les archives disponibles ont été étudiées.
Au total, près de 4 500 cavités et groupes de cavités (sites) ont été recensés ce qui représenterait après estimation, un nombre de cavités entre 5 500 et 6 500.
Ces cavités sont localisées le long des cours d'eau, et dans les vallées sèches, elles sont situées en pied de coteau.

Toutes les descriptions obtenues ont été, d'une part mises sous forme de fichiers Excel et MapInfo au niveau du Service Géologique Régional Centre et d'autre part les informations ont été conservées dans des dossiers papier.
Les données numériques ont été en fin d'opération chargées dans une base locale puis transférées dans la banque nationale « BdCavité ».

- Il est recommandé de faire des études approfondies menant à terme à un PPR dans certaines communes où la densité de cavités souterraines est élevée (supérieure à 20 cavités par km²). Après étude des résultats de l'inventaire, nous proposons de traiter en priorité les communes suivantes:
  - Montoire-sur-le-Loir
  - Thoré-la-Rochette
  - Saint-Rimay
  - Lavardin

- Pour les communes ayant une densité comprise entre 10 et 20 cavités par km², il est recommander de réaliser dans un premier temps des documents informatifs comme les DIRCRIM (voir §5.1.).
  Ces communes sont :
  - Naveil
  - Les Essarts
  - Thésée
  - Angé
  - Couture-sur-Loir
  - Tréhet

D'autres communes dont les résultats ne sont pas représentatifs, peuvent également faire d'objet d'investigations supplémentaires. Il s'agit des communes de Les Roches l'Evêque et Chissay-en-Touraine.

Bibliographie

Documents BRGM :

- GIOT .D. (1999) – SCHEMA DES CARRIERES DU LOIR-ET-CHER. BRGM
- GIOT .D. (1999) – S.D.C - 41. BRGM
- PASQUET .R., HUMEAU .O. (1988) – MISE EN SECURITE DU SITE DE TROO (LOIR-ET-CHER). ETUDE GENERALE DES RISQUES DE MOUVEMENTS DE TERRAIN. BRGM/RR-26312-FR. 1988, SGN, 782, CEN.
- PASQUET .R., HUMEAU .O. (1988) – MISE EN SECURITE DU SITE DE TROO (LOIR-ET-CHER). ETUDE GENERALE DES RISQUES DE MOUVEMENTS DE TERRAIN – FICHIER. BRGM/RR-26312-FR. 1988, SGN, 782, CEN.
- PASQUET .R. (1992) – MISE EN SECURITE DU QUARTIER DE LA BOULE BLANCHE MONTRICHARD (LOIR-ET-CHER) – DEFINITION DES TRAVAUX DE CONFORTEMENT – AVANT PROJET SOMMAIRE. BRGM/RR-35682-FR. 1992, 4S, CEN.
- PASQUET .R. (1992) – MISE EN SECURITE DU QUARTIER DE LA BOULE BLANCHE MONTRICHARD (LOIR-ET-CHER) – DOSSIER DE CONSULTATION DES ENTREPRISE. BRGM/RR-35681-FR. 1992, 4S, CEN.
- PASQUET.R. (1993) – CONFORTEMENT DE LA PROPRIETE TROGLODYTIQUE CADASTREE AL 307 A TROO (41) - EXPERTISE GEOTECHNIQUE. BRGM/RR-36745-FR. 1993, 4S, CEN.
- GIOT .D. (1997) – EFFONDREMENT DE BLOCS DE LA FALAISE DES COTEAUX DE SAINT-ANDRE. COMMUNE DE VILLEIRS-SUR-LOIR (LOIR-ET-CHER). COMPTE RENDU DE VISITE. BRGM/RR-39841-FR. 1997, SGN, CEN.
- PASQUET.R. (1986) – SOCIETE BEL – EXPERTISE GEOTECHNIQUE DE LA CARRIERE SOUTERRAINE A VENDOME (41). BRGM/RR-12645-FR. 86, SGN, 659, CEN.
- PASQUET.R. (1983) – ETUDE DU COTEAU DU LOIR RIVE GAUCHE DANS LE PERIMETRE URBAIN DE VENDOME (LOIR-ET-CHER). BRGM/RR-13321-FR. 83, SGN, 782, CEN.
- PASQUET.R. (1986) – COMMUNE DE CHAULONT-SUR-LOIRE (41) – CARTOGRAPHIE DETAILLEE DES RISQUES DE MOUVEMENTS DE TERRAIN. BRGM/RR-12667-FR. 86, SGN, 461, CEN.
- PASQUET.R. (1986) – COMMUNE DE CHAULONT-SUR-LOIRE (41) – ETUDE GENERALE DES RISQUES DE MOUVEMENTS DE TERRAIN. BRGM/RR-12718-FR. 86, SGN, 357, CEN.
- MANIVIT . J. (1988) – COMPTE-RENDU DE VISITE D'UN EFFONDREMENT SUR LA PROPRIETE DE L'ETOILE C. AUTHON (LOIR-ET-CHER). BRGM/12325-FR. 1988, SGN, 040, GEO.

CARTES GEOLOGIQUES A 1/50 000 ET NOTICES EXPLICATIVES :

- N° 395 VENDOME (GIOT .D)
- N° 428 BLOIS (CAUDRON ET AL)
- N° 459 MONTRICHARD (FLEURY)
- N° 489 ST-AIGNAN (ALCAYDE G.)

BIBLIOGRAPHIE AUTRE :

- CETE (1985) - "Etude générale des mouvements de terrain en Loir-et-Cher - Localisation des zones à risques".
- CETE - "Cartographie de l'aléa dû aux mouvements de terrain - commune des Roches l'Evêque".
- CETE - "Etude de la stabilité du coteau de la Pointe - commune de Montoire".
- CETE - "P.P.R. Mouvements de terrain - commune de Vendôme.
- CETE - note technique concernant un effondrement - commune de Chateauvieux.

- LORAIN .J.M (1993) – VILLE DE VENDOME, ETUDE DE STABILITE DU COTEAU SUD. RUE DE LA GREVE, RUE FERME, FBG ST BIENHEURE – CETE SERVICE ETUDES GENERALES – 19p.
- LORAIN .J.M (1993) – VILLE DE VENDOME, ETUDE DE STABILITE DU COTEAU SUD. RUE DE LA GREVE, RUE FERME, FBG ST BIENHEURE – FICHIER DE DONNEES - CETE SERVICE ETUDES GENERALES.
- SYNDICAT INTERCOMMUNAL POUR LA SURVEILLANCE DES CAVITES SOUTERRAINES ET DES MASSES ROCHEUSES D'INDRE-ET-LOIRE « CAVITES 37 » - PLAQUETTE DE PRESENTATION. HTTP://WWW.CATP-ASSO.ORG/CAVITES37/INDEX.HTML (CAVITES37@WANADOO.FR). CENTRE TECHNIQUE MUNICIPAL 27, RUE FREDERIC JOLIOT-CURIE 37550 SAINT-AVERTIN.
- TRIOLET .L. (2001) – TROGLODYTES DU VAL DE LOIRE. EDITION ALAN SUTTON. 96P.
- TRIOLET .J, TRIOLET.L. (2002) – SOUTERRAINS DE TOURAIEN, BLESOIS, VENDOMOIS. EDITION ALAN SUTTON. 127P

Sites Internet :

- http://perso.wanadoo.fr:04as/listdep/list41.htm
- http://www.lochesentouraine.com:francais:tourisme:sites-monuments:nature:troglos.htm
- http://www.culture.fr/culture/conservation/preventi/tuffeau/chapitre_02.htm
- http://ww.speleo.chat.ru

Annexe 1

Lettre du MATE

Extraits de la lettre adressée par Madame le Ministre de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement au BRGM en date du 6 juin 2000

Monsieur le Président,

La politique que le gouvernement entend mener concernant la prévention des risques naturels fait appel à plusieurs démarches de recensement et d'évaluation des risques auxquelles le BRGM est associé.

La mise en place d'outils de référence destinés à garder une mémoire sur les phénomènes et les aléas naturels d'origine géologique constitue une nécessité pour mener à bien toute politique de prévention : connaissance des aléas, information du citoyen, prise en compte des risques dans l'aménagement du territoire, développement de mesures de réduction de la vulnérabilité, retour d'expérience sur les événements passés.

Votre établissement peut jouer un rôle essentiel en ce domaine et a déjà engagé, en relation avec mes services, plusieurs actions à cet effet.

Je me réjouis que plusieurs réunions aient permis de dégager un accord entre toutes les parties prenantes et au premier chef avec votre établissement afin de compléter et de pérenniser les actions déjà engagées.

Il s'agit en particulier du recueil et de l'analyse de données, de la gestion et de la diffusion des quatre bases de données nationales relatives aux aléas géologiques :

- la base de données nationale sur les mouvements de terrain, avec notamment les services de restauration des terrains en montagne, le laboratoire central des ponts et chaussées et le réseau scientifique et technique de l'équipement ;
- la base de données nationale sur les cavités souterraines abandonnées, en liaison avec notamment l'INERIS, les services d'inspection des carrières, les DRIRE ;
- la base de données SIRENE sur les séismes historiques en liaison avec l'IPSN et EDF ;
- la base de données NEPAL sur les indices néotectoniques et paléosismiques, en liaison notamment avec le CEA, EDF, l'IPSN, et l'IPGP.

Fondées sur l'examen d'archives ou sur la collecte d'informations tant privées que publiques, ces bases ont pour finalité première la diffusion des données vers les citoyens et les différents acteurs professionnels de la prévention des risques aménageurs, services déconcentrés en charge de la réalisation des plans de prévention des risques, bureaux d'études, etc.

Si vous en êtes d'accord, il me semblerait utile que cette diffusion des données soit généralisée via Internet et qu'elle soit gratuite. J'ai bien noté que les données diffusées seront disponibles sous forme brute ou sous forme analysée, et qu'une représentation cartographique conviviale permettra d'y accéder facilement.

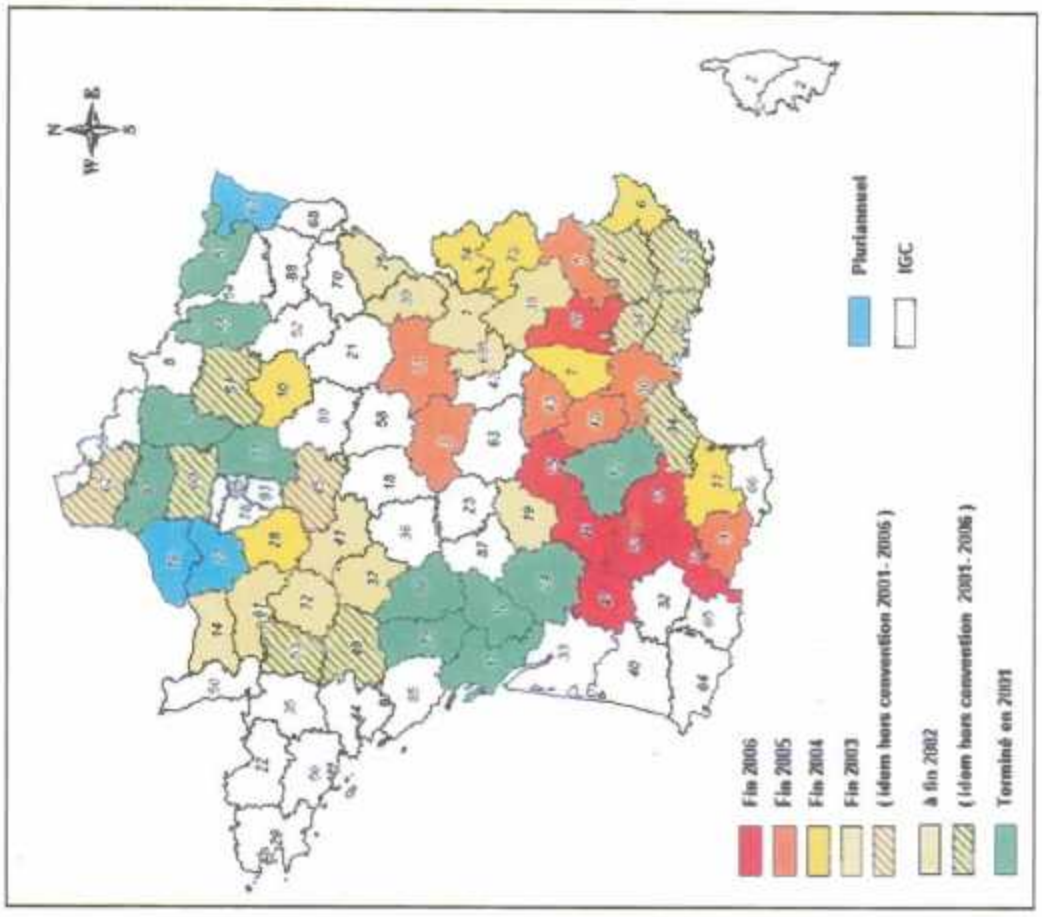
Il m'apparaîtrait par ailleurs souhaitable que le BRGM, dans le cadre de ses activités de service public et en coordination avec les partenaires concernés, puisse terminer les actions de modernisation et de mise à disposition en cours, et établir un programme à deux ans visant à assurer une couverture géographique ou thématique exhaustive pour le recueil et l'intégration de l'ensemble de l'information existante.

Je vous prie de croire, Monsieur le président, à l'assurance de ma considération distinguée.

Dominique VOYNET

Annexe 2

Tableau et carte de programmation des inventaires des cavités souterraines



RÉCAPITULATIF PROGRAMMATION CAVITÉS 2001-2006

INVENTAIRES TERMINES A FIN 2001	INVENTAIRES TERMINES A FIN 2002	INVENTAIRES REALISES A FIN 2003
AISNE (02) AVEYRON (12) CHARENTE (16) CHARENTE-MARITIME (17) DORDOGNE (24) MEUSE (55) MOSELLE (57) OISE* (60) SEINE-ET-MARNE (77) DEUX-SÈVRES (79) SOMME (80) * VIENNE(86)	ALPES-DE-HAUTE-PROVENCE (04) BOUCHES-DU-RHÔNE (13) **DOUBS (25)** HERAULT (34) **INDRE-ET-LOIRE (37)** **ISÈRE (38)** MAINE-ET-LOIRE (49) MARNE (51) MAYENNE (53) **ORNE (61)** VAR (83) VAUCLUSE (84)	**AIN (01)** **CALVADOS (14)** **CORRÈZE (19)** JURA (39) **LOIR-ET-CHER (41)** **LOIRET (45)** PAS-DE-CALAIS (62) **RHÔNE (69)** **SARTHE (72)**
* complétés partiellement à fin 23/2002 suite à étude influence remontées de nappe sur les MVT.	**DOUBS (25) :** réalisés en 2001/2002	**CALVADOS (14) :** réalisés en 2002/2003

INVENTAIRES REALISES EN 2004	INVENTAIRES REALISES EN 2005	INVENTAIRES REALISES EN 2006
AUBE (10) AUDE (11) ALPES-MARITIMES (06) ARDECHE (07) EURE-ET-LOIR (28) SAVOIE (73) HAUTE-SAVOIE (74)	ALLIER (03) HAUTES-ALPES (05) ARIEGE (09) GARD (30) HAUTE-LOIRE (43) LOZERE (48) SAONE-ET-LOIRE (71)	CANTAL (15) DRÔME (26) HAUTE-GARONNE (31) LOT (46) LOT-ET-GARONNE (47) TARN (81) TARN-ET-GARONNE (82)

Annexe 3

Réseaux des caforts et de Lusignan, Troô

Commune de TROO

D.D.E. 41 S.A.E.C.

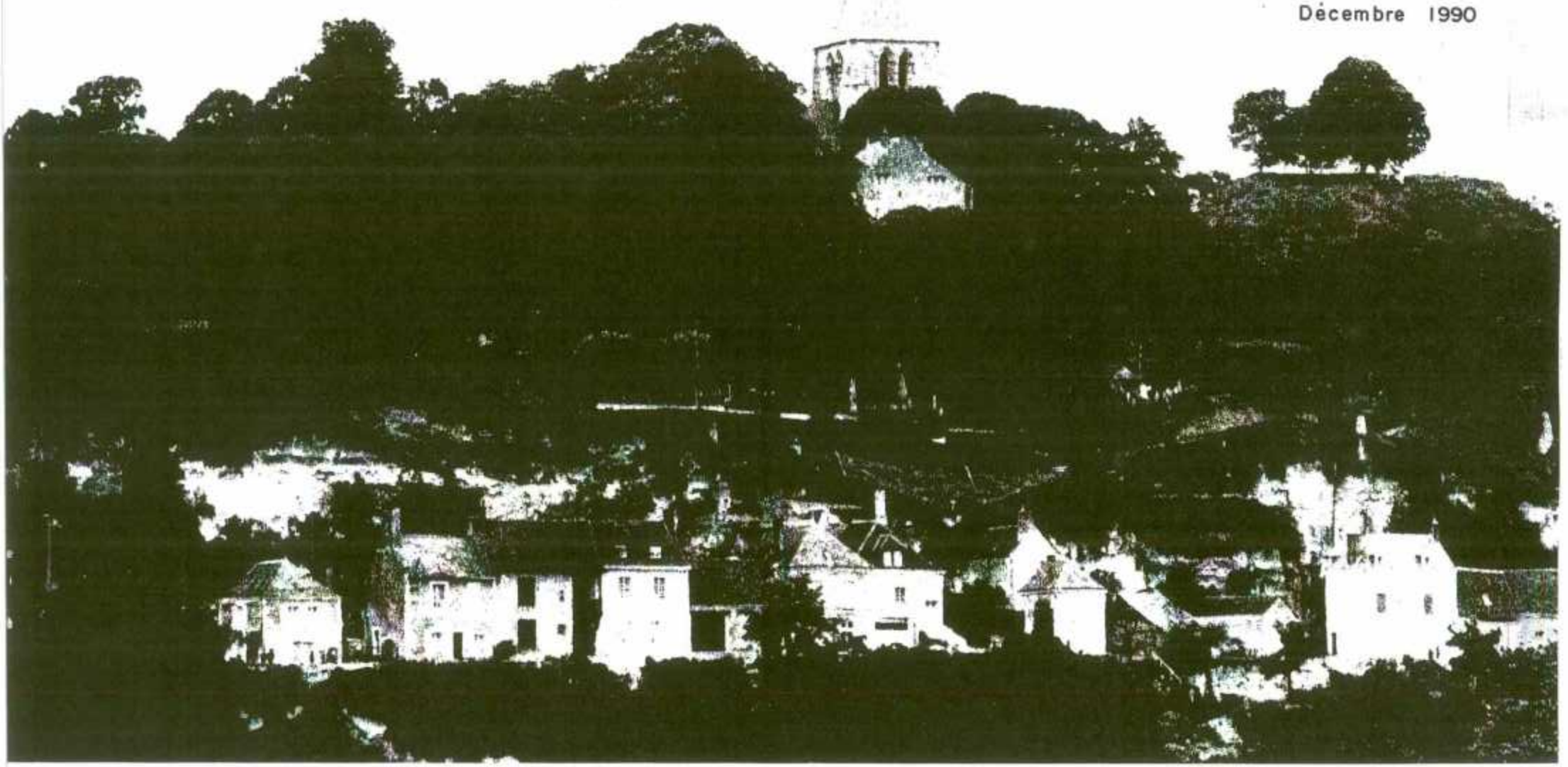
Délimitation d'un périmètre de risques

au titre de l'article R 111 - 3

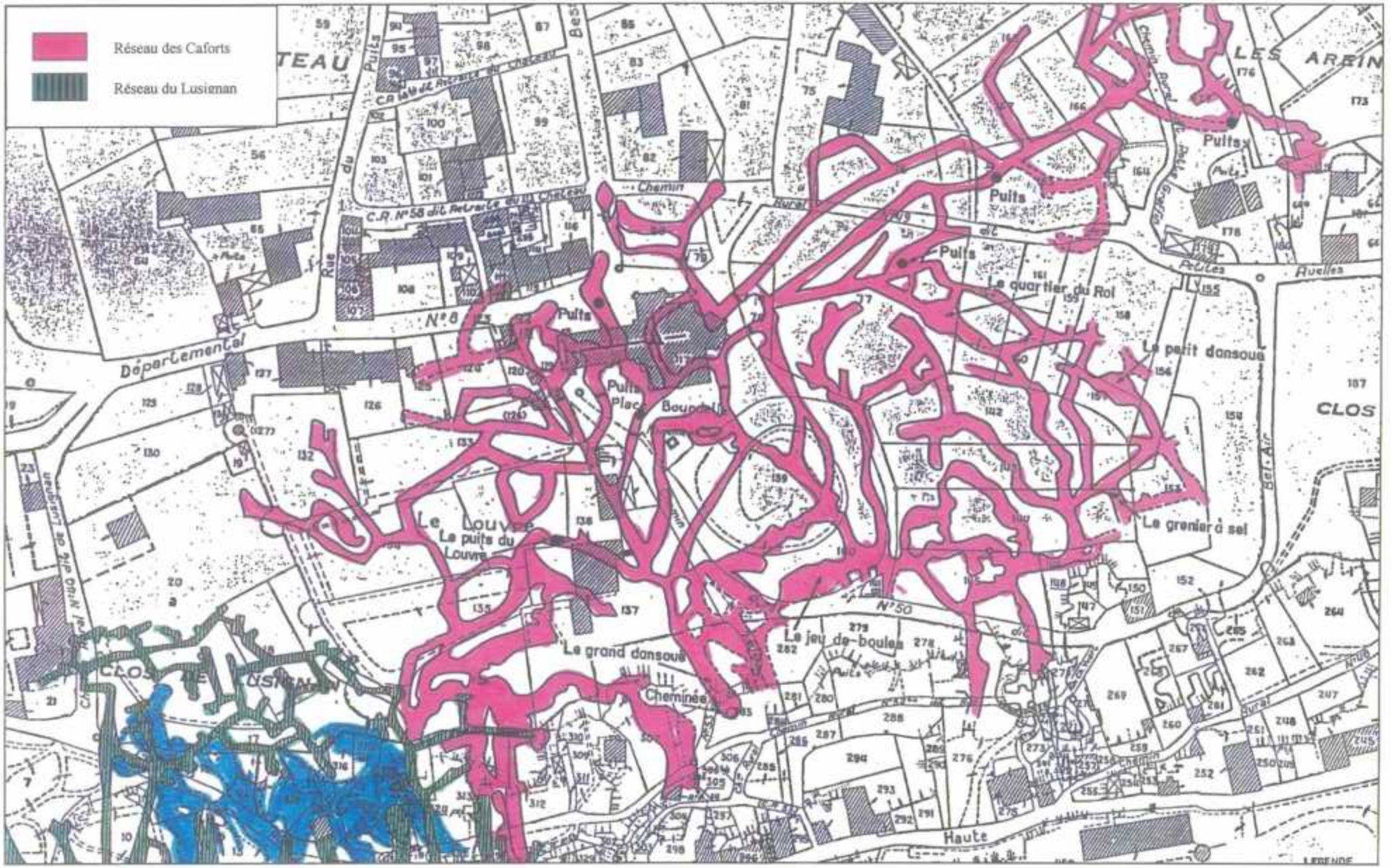
du code de l'urbanisme

Note de présentation

Décembre 1990



Commune de TROO (41)
Réseaux des Caforts et de Lusignan



Annexe 4

Questionnaire destiné aux communes

1. Lettre destinée aux communes
2. Tableau type envoyé à l'ensemble des communes
3. Notice explicative du tableau

Orléans, le 24 juillet 2002

A l'attention de Monsieur le Maire

Affaire suivie par : *N. Zornette*
04.91.17.22.94. *n.zornette@brgm.fr*
Corinne Trouillard-Perrot
02.38.64.38.92. *06.85.64.15.99.*

Objet : **Inventaire départemental des cavités souterraines** (hors mines)
Département du Loir-et-Cher

Monsieur le Maire,

A la demande du Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable (MEDD), le BRGM, dans le cadre de ses activités de service public, est chargé de réaliser un inventaire des cavités souterraines sur l'ensemble du territoire métropolitain. Ce programme, prévu sur six ans, comprend des inventaires départementaux, suivant un cahier des charges général défini en accord avec le MEDD. L'ensemble des phénomènes est ensuite intégré à une base de données nationale (*www.bdcavite.net*) gérée par le BRGM en collaboration avec l'INERIS, le LCPC, les services RTM…

Le département du Loir-et-Cher est inscrit à la programmation 2002. L'objectif est de **recenser, localiser et caractériser** les cavités souterraines (hors mines) présentes dans le département du Loir-et-Cher. Cette démarche vise deux objectifs principaux :

- A l'échelle départementale, il s'agit de conserver la mémoire des cavités souterraines afin de prévenir les accidents qui pourraient résulter d'aménagements de sites sous-cavés et dont l'historique n'est plus connu ;
- A l'échelle nationale, il s'agit d'initier une démarche globale de recensement des cavités souterraines, d'origine anthropique ou naturelle, pour rassembler les informations disponibles sous forme homogène dans une base unique et fédérative de données géoréférencées.

L'organisation de cette connaissance sous forme d'une base de données informatique gérée par un organisme public permettra de mettre régulièrement à jour l'acquisition de nouvelles données. L'accès à cette base étant libre et gratuit, une large diffusion de cette connaissance sera possible, ce qui facilitera les politiques d'information et de prévention du risque.

Les cavités souterraines concernées par cet inventaire départemental sont :

- les carrières souterraines abandonnées, à savoir les exploitations en souterrain de substances non concessibles (pierre de taille, craie, gypse, ardoise, argile, ocre, etc…) et dont l'exploitation est désormais arrêtée ;
- les cavités naturelles ;
- les ouvrages civils tels que tunnels, galeries, aqueducs et caves à usage industriel ;
- les ouvrages militaires dans la mesure du possible.

Chaque cavité répertoriée fait l'objet d'une fiche descriptive complète et ensuite d'une visite de terrain.

Afin d'aboutir à un recensement **le plus exhaustif et le mieux renseigné possible**, nous sollicitons votre commune pour nous fournir le maximum d'informations à votre connaissance.

Par soucis d'homogénéiser les informations recueillies, une fiche de recensement type est jointe à ce courrier ainsi qu'un descriptif sommaire des champs à renseigner. Les critères de base pour l'identification retenus sont :

- numérotation, nature de la cavité, type de l'ouvrage, nombres de niveaux en profondeur et surface occupée ;
- localisation de la cavité sur l'extrait de la carte IGN ;
- dommages, travaux et études engagées ;
- source de l'information fournie.

En ce qui concerne les ensembles de cavités, type habitats troglodytiques ou caves à flanc de coteaux, seule une enveloppe globale d'extension maximale est sollicitée sur la carte IGN.

Nous vous remercions donc pour le retour d'information que vous nous fournirez. Les **fiches et extraits de carte topographique renseignés** sont à retourner au :

BRGM SGR/CEN
A l'attention de Mlle Corinne Trouillard-Perrot
BP 6009
45060 ORLEANS Cedex 02

Le renseignement complet des cavités ainsi identifiées sera réalisé ensuite par nos soins après visite de terrain avec l'accord du propriétaire.
Nous restons bien entendu à votre entière disposition pour toute information complémentaire.
En vous remerciant par avance, nous vous prions de croire, Monsieur le Maire, en l'expression de notre considération distinguée.

Jean-Pierre Leprêtre
Directeur du Service Géologique Régional
Centre du BRGM

P.J. : lettre du MEDD (anciennement MATE)
extrait de carte IGN
fiche de renseignement et définition des critères retenus

Inventaire départemental des cavités souterraines
Fiche de recensement
Département du Loir-et-Cher (41)

Commune :
N° INSEE :
Contact :
Tel :
E-mail :

Dossier suivi par : C.Trouillard 02.38.64.46.33.
06.61.97.80.85.
N. Zornette 04.91.17.22.94.
n.zornette@brgm.fr

Dossier suivi par : C.Trouillard 02.38.64.46.33.
06.61.97.80.85.
N. Zornette 04.91.17.22.94.
n.zornette@brgm.fr

	N° Cavité	1	2	3	4	5	...	...	...	...	...
Identification / Localisation	Type de cavité										
	Nature de la cavité										
	Nom de la cavité										
	Repérage										
	Positionnement sur la carte										
	Précision										
	Sources de l'information										
	Existence de plans										
	Réf. biblio										
Description	Nature du matériau / géologie										
	Géométrie										
	Surface										
	Nombre de niveau										
	Contexte morphologique d'accès										
	Accessibilité										
	Confortement existant										
	Usage actuel										
	Evènement en surface										
	Occupation du sol										
	Proprétaire										
	Commentaires										

Inventaire départemental des cavités souterraines
Notice de la fiche de recensement
Département du Loir-et-Cher (41)

Commune :
N° INSEE :
Contact :
Tel :
E-mail :

Dossier suivi par : C.Trouillard 02.38.64.46.33.
06.85.64.15.98
N. Zornette 04.91.17.22.94.
n.zornette@brgm.fr

	N° Cavité		
Identification / Localisation	**Type de cavité**	Carrière Souterraine (abandonnée) Troglodyte Ouvrage civil (cave, aqueduc, tunnel...)	Ouvrage militaire Cavité naturelle réseau
	Nature de la cavité	cave tunnel routier tunnel ferroviaire aqueduc souterrain refuge	ouvrage linéaire ouvrage surfacique ouvrage linéaire et surfacique réseau spéléologique autre
	Nom de la cavité		
	Repérage	Lieu-dit RN ou RD rue, n°	
	Positionnement sur la carte	Une cavité est positionnée sur la carte par un point. Un ensemble de cavités (ex: troglodytes) est positionné sur la carte par une enveloppe globale.	
	Précision	métrique, décamétrique, kilométrique, communale	
	Sources de l'information	Syndicat Intercommunal "Cavités37" archives communales archives départementales	DDE, DRIRE... association de spéléologie autre
	Existence de plans	Oui / Non	
	Réf. biblio	n° étude Base de données livre	
Description	**Nature du matériau / géologie**	sable grès meulière calcaire craie	argile craie phosphatée silex autre
	Géométrie	largeur (m) longueur hauteur profondeur	
	Surface	< 1000m² 1000 à 10000m² > 10000m²	Si la surface exacte est connue, la préciser
	Nombre de niveau		
	Contexte morphologique d'accès	pied de falaise plaine plateau	talweg vire flanc de coteau
	Accessibilité	possible libre réglementé impossible	
	Confortement existant	Oui / Non	
	Usage actuel	stockage champignonnière tourisme	autre non utilisée
	Evènement en surface	Oui / Non affaissement effondrement/fontis éboulement par accès effondré glissement par accès effondré	
	Occupation du sol	culture/prairie ferme forêt habitat dispersé hameau urbanisation dense urbanisation diffuse zone artisanale zone commerciale zone industrielle	autoroute canalisations chemin chemin vicinal lignes électriques lignes ferroviaires route départementale route nationale voie communale autre
	Propriétaire	Nom, tél Ces informations seront utilisées pour prendre contact avec les personnes. Elles ne seront pas dévoilées dans la base conformément à la loi "informatique et liberté"	
	Commentaires		

Annexe 5

Typologie des mouvements de terrain associés aux cavités souterraines

Typologie des mouvements de terrain associés aux cavités souterraines[10]

Facteurs de déstabilisation des cavités souterraines

Nombre de cavités révèlent leur présence lors de travaux ou bien lors d'accidents. Plusieurs facteurs sont à l'origine des mouvements de terrain :

a) Facteurs anthropiques

Parmi les facteurs anthropiques, on peut citer :

- les conditions sauvages de creusements des carrières : en effet, dans beaucoup de cas, les piliers sont en nombre insuffisant, de plus ils peuvent être mal dimensionnés, les galeries sont parfois trop longues...
- le manque de précaution : par exemple en réutilisant les carrières abandonnées en champignonnières ou en habitation, de nombreuses erreurs ont été commises. Parmi ces erreurs, on peut mentionner l'enlèvement de remblais ou encore l'abattage de certains piliers...
- le mauvais entretien des cavités : pour rester en bon état, les cavités nécessitent d'être entretenues et surveillées en permanence, la végétation sus-jacente doit toujours être contrôlée, les venues d'eau importantes doivent être régulées dès leur apparition.

b) La lithologie

Les mouvements de type effondrement et écroulement surviennent en majorité dans les étages géologiques du Turonien et du Sénonien. Cela ne dépend pas uniquement de la lithologie mais aussi en grande partie de la teneur en eau de la roche (voir paragraphe suivant).

c) L'eau

Elle élargit les diaclases et exerce une pression sur les blocs désolidarisés. En Touraine, le tuffeau est la roche dans laquelle sont creusées la plupart des cavités souterraines. Le tuffeau, lorsqu'il est gorgé d'eau peut voir sa masse augmenter de 80%, et sa résistance à l'écrasement diminuer de 40%.

d) La végétation

Une absence ou un surplus de végétation sont deux facteurs néfastes à la stabilité des cavités souterraines. Les arbres des rebords de coteaux dont les racines sont ancrées dans les fissures peuvent agir en véritables leviers en cas de vents violents. Quant aux espèces à racines pivotantes, elles peuvent faire pression sur les blocs désolidarisés en jouant le rôle de vérin.

e) Les failles, fractures et diaclases

Ces discontinuités peuvent s'élargir du fait de la pression de l'eau ou de la présence de racines.

f) Le relief

Les falaises et les versants raides sont des facteurs favorables aux écroulements.

---

[10] Source : plaquette du syndicat « Cavité 37 ».

Le foudroyage spontané

C'est la rupture subite de tous les piliers due à la pression du toit dont les diaclases sont chargées en eau.

d) Désordres en cave

Il en existe de deux types :

Le faux-ciel

Cet accident n'apparaît pas toujours à la surface du sol. Il se caractérise par la chute entre les piliers du banc formant le toit. Si l'épaisseur des bancs sus-jacents est insuffisante, si leur rigidité est faible et si les dimensions des galeries le permettent, des vides peuvent remonter jusqu'à la surface.

L'épaufrure

Sous l'effet de la charge qui leur est appliquée, les piliers subissent au cours du temps une diminution de la résistance à l'écrasement. Par ailleurs, la répartition inégale des contraintes dans les piliers, les variations d'humidité et de température, conduisent à un écaillage des piliers dont le résultat est une diminution de leur section donc une augmentation de la contrainte à laquelle ils sont soumis. Finalement ou bien les piliers s'enfoncent dans le sol de la carrière, ou bien ils se fracturent par compression.

Annexe 6

Tableau de la répartition des types de cavités souterraines par commune

COMMUNES 41	Cave	Souterrain	Troglodyte	Carrière	Champignons	Naturelle	Civil	Militaire	TOTAL
AMBLOY									0
ANGE	165	2	12						179
AREINES									0
ARTINS	71			1					72
ARVILLE									
AUTAINVILLE						9			9
AUTHON						1			1
AVARAY						1			1
AVERDON									
AZE	30	1		1					32
BAIGNEAUX									0
BAILLOU									0
BAUZY									0
BEAUCHENE									0
BEAUVILLIERS						2			2
BILLY		1		1					2
BINAS						4			4
BLOIS						6			6
BOISSEAU									0
BONNEVEAU	65		13						78
BOUFFRY									0
BOURRE	353		46	6	6				405
BOURSAY									
BRACIEUX									0
BREVAINVILLE						4			4
BRIOU						2			2
BUSLOUP									0
CANDE-SUR-BEUVRON									0
CELLE	6	2							8
CELLETTES									0
CHAILLES									0
CHAMBON-SUR-CISSE									0
CHAMBORD	1						8		9
CHAMPIGNY-EN-BEAUCE						3			3
CHAON									0
CHATEAUVIEUX	209		30	1					240
CHATILLON-SUR-CHER	2								2
CHATRES-SUR-CHER									
CHAUMONT-SUR-LOIRE	5		1						6
CHAUMONT-SUR-THARONNE		1					1		2

COMMUNES 41	Cave	Souterrain	Troglodyte	Carrière	Champignons	Naturelle	Civil	Militaire	TOTAL
CHAUVIGNY-DU-PERCHE									0
CHEMERY				1					1
CHEVERNY									0
CHISSAY-EN-TOURAINE		9							9
CHITENAY	27								27
CHOUE									0
CHOUSSY									0
CHOUZY-SUR-CISSE									0
CONAN									0
CONCRIERS									0
CONTRES		1							1
CORMENON									0
CORMERAY							2		2
COUDDES									0
COUFFI									0
COULANGES									0
COULOMMIERS-LA-TOUR									0
COURBOUZON									0
COUR-CHEVERNY									
COURMEMIN									
COUR-SUR-LOIRE									0
COUTURE-SUR-LOIR	147		10						157
CROUY-SUR-COSSON									0
CRUCHERAY						2			2
DANZE									
DHUIZON									0
DROUE									0
EPIAIS						2			2
EPUISAY				1					1
FAVEROLLES-SUR-CHER	133		2						135
FAYE						2			2
FEINGS									0
FONTAINE-LES-COTEAUX	47		2						49
FONTAINE-RAOUL									
FONTAINES-EN-SOLOGNE									0
FORTAN	14								14
FOSSE	6								6
FOUGERES-SUR-BIEVRE									0
FRANCAY						5			5
FRESNES									

COMMUNES 41	Cave	Souterrain	Troglodyte	Carrière	Champignons	Naturelle	Civil	Militaire	TOTAL
FRETEVAL		13							13
GIEVRES									
GOMBERGEAN									0
GY-EN-SOLOGNE									
HERBAULT									0
HOUSSAY	40		15						55
HUISSEAU-EN-BEAUCE									0
HUISSEAU-SUR-COSSON		1							1
JOSNES						5			5
LA CHAPELLE-ENCHERIE									0
LA CHAPELLE-MONTMARTIN									0
LA CHAPELLE-SAINT-MARTIN-EN-PLAINE						1			1
LA CHAPELLE-VENDOMOISE									0
LA CHAPELLE-VICOMTESSE									0
LA CHAUSSEE-SAINT-VICTOR						19			19
LA COLOMBE						5			5
LA FERTE-BEAUHARNAIS									
LA FERTE-IMBAULT									0
LA FERTE-SAINT-CYR									0
LA FONTENELLE									
LA MADELEINE-VILLEFROUIN									
LA MAROLLE-EN-SOLOGNE									0
LA VILLE-AUX-CLERCS									0
LAMOTTE-BEUVRON									0
LANCE									
LANCOME									0
LANDES-LE-GAULOIS									
LANGON									0
LASSAY-SUR-CROISNE									0
LAVARDIN	163		20	7					190
LE GAULT-PERCHE									0
LE PLESSIS-DORIN									
LE PLESSIS-L'ECHELLE						1			1
LE POISLAY									0
LE TEMPLE									0
LES ESSARTS	76		2	1	1				80
LES HAYES	27		2						29
LES MONTILS									
LES ROCHES-L'EVEQUE									
LESTIOU									

COMMUNES 41	Cave	Souterrain	Troglodyte	Carrière	Champignons	Naturelle	Civil	Militaire	TOTAL
LIGNIERES									0
LISLE	23								23
LOREUX									0
LORGES						4			4
LUNAY	184		91	5					280
MARAY									0
MARCHENOIR									0
MARCILLY-EN-BEAUCE	6								6
MARCILLY-EN-GAULT									
MAREUIL-SUR-CHER	36			3		1			40
MAROLLES									0
MASLIVES									0
MAVES									
MAZANGE	207		50	3					210
MEHERS									0
MEMBROLLES									0
MENARS									
MENNETOU-SUR-CHER		1							1
MER	?					1			1
MESLAND						1			1
MESLAY							1		1
MEUSNES									0
MILLANCAY		1							1
MOISY						1			1
MOLINEUF									
MONDOUBLEAU									
MONTEAUX	15								15
MONTHOU-SUR-BIEVRE									
MONTHOU-SUR-CHER	128								128
MONTLIVAULT				1					1
MONTOIRE-SUR-LE-LOIR	500		500						500
MONT-PRES-CHAMBORD									0
MONTRICHARD	50	50	50	50			2		52
MONTRIEUX-EN-SOLOGNE									0
MONTROUVEAU	1								1
MOREE						2			2
MUIDES-SUR-LOIRE									
MULSANS									
MUR-DE-SOLOGNE									0
NAVEIL	202								202

COMMUNES 41	Cave	Souterrain	Troglodyte	Carrière	Champignons	Naturelle	Civil	Militaire	TOTAL
NEUNG-SUR-BEUVRON									0
NEUVY									0
NOUAN-LE-FUZELIER									0
NOURRAY									0
NOYERS-SUR-CHER	30	1	1	13					41
OIGNY									0
OISLY									
ONZAIN	5								5
ORCAY									0
ORCHAISE						2			2
OUCHAMPS									0
OUCQUES									?
OUZOUER-LE-DOYEN						3			3
OUZOUER-LE-MARCHE						1			1
PERIGNY									0
PEZOU	17								17
PIERREFITTE-SUR-SAULDRE									0
PONTLEVOY								1	1
POUILLE	17								17
PRAY				1					1
PRENOUVELLON									0
PRUNAY-CASSEREAU		1		1					2
PRUNIERS-EN-SOLOGNE									0
RAHART									0
RENAY		1							1
RHODON									0
RILLY-SUR-LOIRE	1	3				1			5
ROCE						3			3
ROCHES									0
ROMILLY									0
ROMORANTIN-LANTHENAY									
ROUGEOU									0
RUAN-SUR-EGVONNE									0
SAINT-AGIL									0
SAINT-AIGNAN	12								12
SAINT-AMAND-LONGPRE						1			1
SAINT-ARNOULT	60								60
SAINT-AVIT									0
SAINT-BOHAIRE									0
SAINT-CLAUDE-DE-DIRAY									0

COMMUNES 41	Cave	Souterrain	Troglodyte	Carrière	Champignons	Naturelle	Civil	Militaire	TOTAL
SAINT-CYR-DU-GAULT						2			2
SAINT-DENIS-SUR-LOIRE									
SAINT-DYE-SUR-LOIRE				1					1
SAINTE-ANNE									0
SAINTE-GEMMES									0
SAINT-ETIENNE-DES-GUERETS									
SAINT-FIRMIN-DES-PRES	10	1							11
SAINT-GEORGES-SUR-CHER						3			6
SAINT-GERVAIS-LA-FORET									0
SAINT-GOURGON									
SAINT-HILAIRE-LA-GRAVELLE									0
SAINT-JACQUES-DES-GUERETS									0
SAINT-JEAN-FROIDMENTEL									0
SAINT-JULIEN-DE-CHEDON	63			1					64
SAINT-JULIEN-SUR-CHER									0
SAINT-LAURENT-DES-BOIS						4			4
SAINT-LAURENT-NOUAN						5			5
SAINT-LEONARD-EN-BEAUCE									0
SAINT-LOUP									
SAINT-LUBIN-EN-VERGONNOIS		1							1
SAINT-MARC-DU-COR									0
SAINT-MARTIN-DES-BOIS	25								25
SAINT-OUEN	37								37
SAINT-RIMAY	143		50				1	2	196
SAINT-ROMAIN-SUR-CHER	62								62
SAINT-SULPICE									0
SAINT-VIATRE									
SALBRIS									0
SAMBIN									
SANTENAY									0
SARGE-SUR-BRAYE									0
SASNIERES	36			1					37
SASSAY									0
SAVIGNY-SUR-BRAYE	34	1	2						37
SEIGY	4								4
SEILLAC									0
SELLES-SAINT-DENIS									
SELLES-SUR-CHER									0
SELOMMES						1			1
SEMERVILLE						3			3

COMMUNES 41	Cave	Souterrain	Troglodyte	Carrière	Champignons	Naturelle	Civil	Militaire	TOTAL
SERIS									
SEUR									
SOINGS-EN-SOLOGNE									0
SOUDAY									0
SOUESMES									0
SOUGE	130		7						137
SOUVIGNY-EN-SOLOGNE									0
SUEVRES		3							3
TALCY	1					5			6
TERNAY	75				1				76
THEILLAY									0
THENAY									
THESEE	294								294
THORE-LA-ROCHETTE	216		30						216
THOURY									0
TOURAILLES									1
TOUR-EN-SOLOGNE									0
TREHET	78								78
TRIPLEVILLE				1					1
TROO	197		197	2					200
VALAIRE									0
VALLIERES-LES-GRANDES									
VEILLEINS									0
VENDOME	100			1					101
VERDES						1			1
VERNOU-EN-SOLOGNE									
VEUVES									0
VIEVY-LE-RAYE		1				4			5
VILLAVARD	104		61	1	1				166
VILLEBAROU									
VILLEBOUT									0
VILLECHAUVE									0
VILLEDIEU-LE-CHATEAU	220		60	3	3				283
VILLEFRANCHE-SUR-CHER									0
VILLEFRANCOEUR									0
VILLEHERVIERS									
VILLEMARDY									0
VILLENEUVE-FROUVILLE						1			1
VILLENY									0
VILLEPORCHER									

COMMUNES 41	Cave	Souterrain	Troglodyte	Carrière	Champignons	Naturelle	Civil	Militaire	TOTAL
VILLERABLE	6								6
VILLERBON	1								1
VILLERMAIN						5			5
VILLEROMAIN									0
VILLETRUN									0
VILLEXANTON									
VILLIERSFAUX									0
VILLIERS-SUR-LOIR	48								48
VINEUIL		1				9			10
VOUZON									0
YVOY-LE-MARRON									
Total par type	4965	97	1254	108	12	138	15	3	
%	75,32%	1,47%	19,02%	1,64%	0,18%	2,09%	0,23%	0,05%	6592

Légende

pas de réponse de la commue

cavités comptées deux fois

Annexe 7

Carte du recensement des caves du Loir-et-Cher (CETE, 1985)

étude générale des risques de terrain en loir.et.cher

localisation des zones de risques



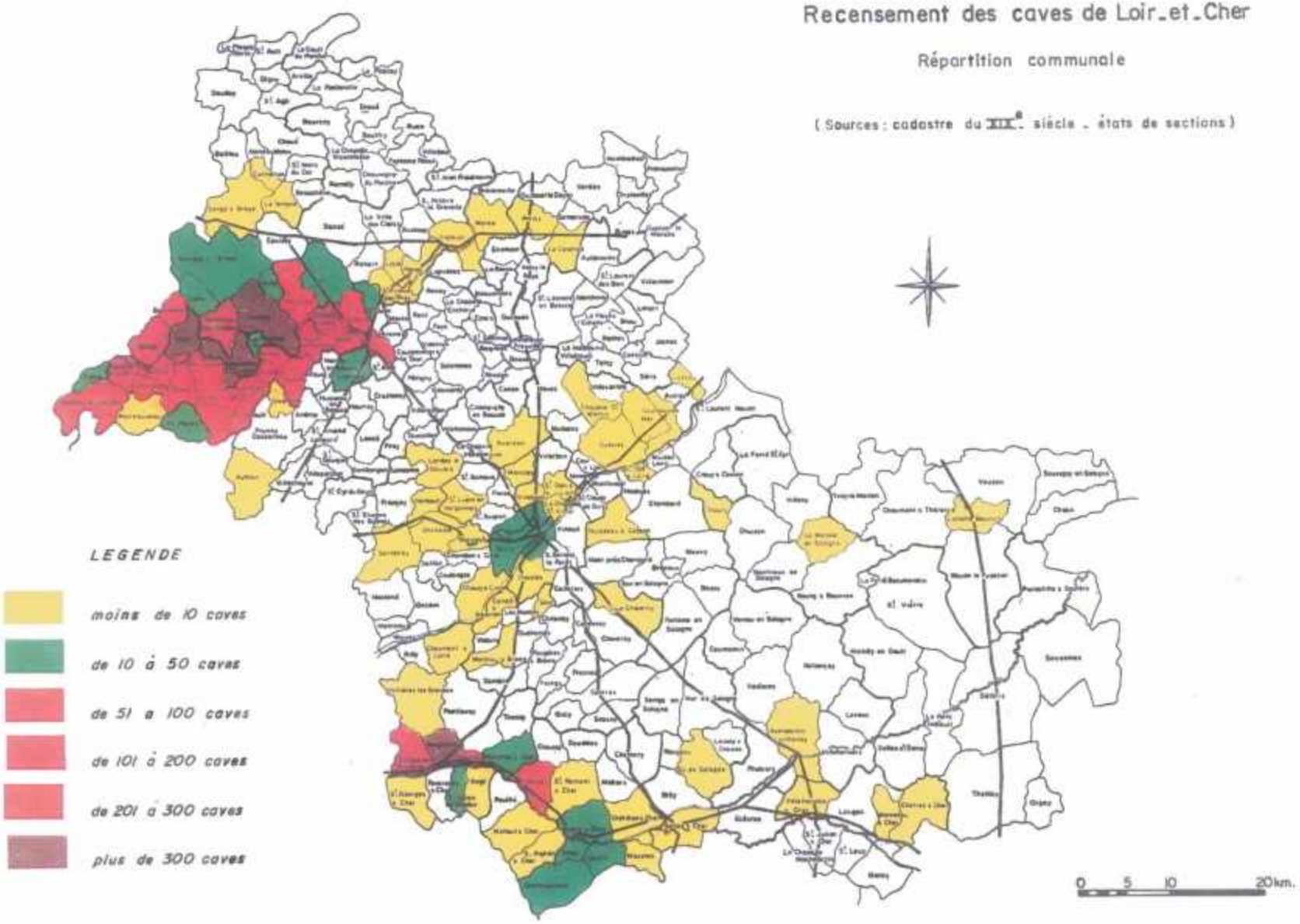
laboratoire régional de blois

direction départementale de l'équipement de loir.et.cher

Recensement des caves de Loir-et-Cher

Répartition communale

(Sources : cadastre du XIX^e siècle - états de sections)



Annexe 8

Exemple de tableau Excel de saisie des informations

1	noyers-sur-cher	carrière souterraine	souterrain refuge	"Cave de la Demoiselle"	section C parcelle 17	point	529 238	2 255 573		hectométrique	mairie	non		calcaire		2,5			1000 à 10000	1	plateau	réglementé	non	protection des chauve-souris	oui, effondrements	forêt	Marquis de la Roche	
2	noyers-sur-cher	carrière souterraine	cave		"Hermitage" proximité section C parcelle 17	point	529 204	2 255 782		hectométrique	mairie	non		calcaire					1000 à 10000	1	flanc de coteau	impossible	non	ancienne champignonnière	oui, effondrement en entrée	forêt	Marquis de la Roche	ramifications
3	noyers-sur-cher	carrière souterraine	cave		"Le Petit Noyer" section C parcelle 17	point	529 109	2 255 700		hectométrique	mairie	non		calcaire					<1000	1	flanc de coteau	possible	non	ancienne champignonnière	non	forêt	Marquis de la Roche	
4	noyers-sur-cher	carrière souterraine	cave		"Le Petit Noyer" section C parcelle 17	point	529 079	2 255 516		hectométrique	mairie	non		calcaire					1000 à 10000	1	flanc de coteau	possible	oui	ancienne champignonnière	non	forêt	Marquis de la Roche	
5	noyers-sur-cher	carrière souterraine	cave		"Le Huro" section C parcelle 17	point	528 052	2 255 441		hectométrique	mairie	non		calcaire					1000 à 10000	1	flanc de coteau	possible	oui	ancienne champignonnière	non	forêt	Marquis de la Roche	
6	noyers-sur-cher	carrière souterraine	cave	"Cave Blanche les Crocs"	section C parcelle 17	point	528 993	2 255 339		hectométrique	mairie	non		calcaire					1000 à 10000	1	flanc de coteau	possible	oui	ancienne champignonnière	non	culture (jachère)	Ms Gauthiers frères	nombreuses ramifications
7	noyers-sur-cher	carrière souterraine	cave		"Les Crocs" section R parcelle 53	point	528 868	2 255 239		hectométrique	mairie	non		calcaire					<1000	1	flanc de coteau	possible	non	domestique	non	culture	Mme Magnon	
8	noyers-sur-cher	carrière souterraine	cave	"Cave de Monplaisir"	section D parcelle 675	point	528 415	2 255 324		hectométrique	mairie	non		calcaire					<1000	1	flanc de coteau	possible	oui	non utilisée	non	forêt	Marquis de la Roche	
9	noyers-sur-cher	carrière souterraine	cave		section D parcelle 675	point	528 341	2 255 340		hectométrique	mairie	non		calcaire					1000 à 10000	1	flanc de coteau	possible	oui	stockage	non	forêt et vigne	plusieurs propriétaires: M Bonneau, M Bernoni	nombreuses ramifications
10	noyers-sur-cher	carrière souterraine	cave	"Cave du Gibet"	section D parcelle 675	point	528 207	2 255 242		hectométrique	mairie	non		calcaire					1000 à 10000	1	flanc de coteau	possible	oui	ancienne champignonnière	non	forêt et vigne	M Narcy	nombreuses ramifications

Annexe 9

Lettre adressée au propriétaire d'une cavité souterraine

Géosciences pour une Terre durable
brgm

M. et Mme Deparis Jean

100, rue J.P. Timbaud
75011 PARIS

N. Réf : ARN/RGC/NZ/L03.263
Objet : Visite de terrain du 10 septembre 03
Champignonnière du Haut Vauméant - Les Essarts (41)

Le 22 septembre 2003

Madame, Monsieur,

Suite à la visite de terrain effectuée en date du 10 septembre 03, avec ma collègue-stagiaire Mlle Corinne Trouillard-Perrot, je vous retourne ci-joint l'ensemble des documents (plan de cadastre et esquisse de plan de la champignonnière) que vous m'aviez confiés et dont j'ai gardé une copie. Egalement, je vous fais part de mon avis concernant la stabilité de votre champignonnière.

La cavité est globalement dans un très bon état : le calcaire exploité est très peu fracturé et l'on n'observe ni fissures d'origine mécanique ni infiltration d'eaux météoriques. Deux zones (indiquées lors de la visite) présentent néanmoins un état de stabilité plus précaire, voire des instabilités avérées comme en attestent l'état des piliers :

- fissures de compression,
- allure de diabolo correspondant à un état de post-rupture,
- écaillage avancé,

ainsi que les chutes du premier banc de toit. De plus, quelques poches d'argiles de remplissage de karst, qu'il faudra confiner pour limiter leur débourrage dans la carrière, sont présentes au sein du calcaire.

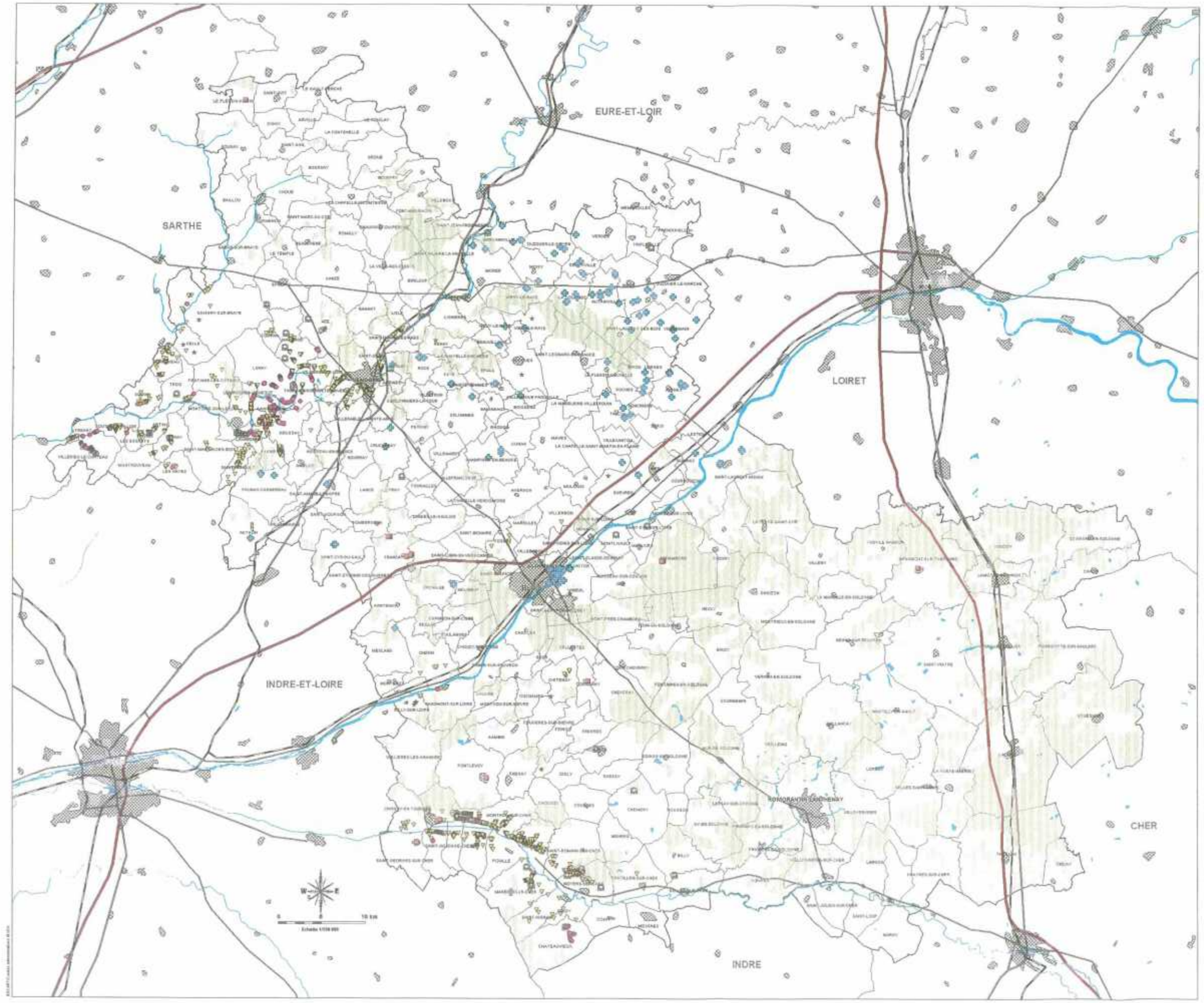
Il convient donc de prévoir la mise en œuvre de travaux de confortement visant à palier au défaut de portance des piliers endommagés dans les deux secteurs concernés, pour éviter leur rupture à moyen terme, laquelle, outre la fragilisation des secteurs limitrophes, pourrait se traduire par des effondrements dans les terrains sus-jacents à la champignonnière, et en particulier affecter l'habitation troglodytique présente à l'aplomb d'un des secteurs critiques. Les travaux de confortement en question, à définir par un bureau d'étude spécialisé, pourraient consister à fréter les piliers les moins endommagés, construire des piliers en maçonnerie ou en béton se substituant aux piliers en état de post-rupture ou plus radicalement à combler avec du sable ou un coulis sable/ciment les deux zones instables que l'on aura délimitées par une enceinte maçonnée. En attendant, il est nécessaire de faire surveiller régulièrement l'état de ces piliers, par une personne compétente, afin de prévenir toute évolution défavorable.

A terme, il est souhaitable de dresser un plan précis de l'emprise de la cavité -notamment vis-à-vis du lieu-dit *La Crouzillerie* a priori proche- et de le fournir à la mairie pour qu'elle puisse intégrer la présence de la carrière dans ses éventuelles instructions de permis de construire et d'une manière générale dans tout schéma d'aménagement de la commune.

BRGM
UNITE EVALUATION DES RISQUES ET GESTION DE CRISES
SERVICE AMÉNAGEMENT ET RISQUES NATURELS
117, avenue de Luminy - B.P. 167 - 13276 Marseille Cedex 9, France
Tél 04 91 17 74 74 - Fax 04 91 17 74 75

Annexe 10

Carte de répartition des cavités souterraines



INVENTAIRE DEPARTEMENTAL
CAVITES SOUTERRAINES DU LOIR-ET-CHER

CAVITÉS SOUTERRAINES AVÉRÉES
septembre 2003

Carrières
Cavités naturelles
Ouvrages civils

Caves
Souterrains
Habitations troglodytiques

Zones urbaines
Communes
Départements limitrophes

Autoroutes
Routes nationales
Principales routes départementales
Voies ferrées
Réseau hydrographique
Zones boisées

Inventaires départementaux cavités souterraines

du département du Loir-et-Cher

Annexe 10
Octobre 2003



MINISTERE DE L'ECOLOGIE ET DU DEVELOPPEMENT DURABLE

brgm — Géosciences pour une Terre durable

EURE-ET-LOIR

SARTHE

LOIRET

INDRE-ET-LOIRE

CHER

INDRE

BLOIS

VENDOME

ROMORANTIN-LANTHENAY

INVENTAIRE DEPARTEMENTAL
CAVITES SOUTERRAINES DU LOIR-ET-CHER

CAVITÉS SOUTERRAINES AVÉRÉES

septembre 2003

- Carrières
- Cavités naturelles
- Ouvrages civils
- Caves
- Souterrains
- Habitations troglodytiques
- Zones urbaines
- Communes
- Départements limitrophes
- Autoroutes
- Routes nationales
- Principales routes départementales
- Voies ferrées
- Réseau hydrographique
- Zones boisées

W E S

0 5 10 km

Echelle 1/150 000