

Inventaire des cavités souterraines du département du Lot

Rapport final

BRGM/RP-55445-FR

Mai 2007

Étude réalisée dans le cadre des projets
de Service public du BRGM 2006 06RISB10



Inventaire des cavités souterraines du département du Lot

Rapport final

BRGM/RP-55445-FR

Mai 2007

Étude réalisée dans le cadre des projets
de Service public du BRGM 2006 06RISB10

Convention MEDD-BRGM n° CV 05000195

**MARTY Freddy, BOUROLLEC Isabelle, DELPONT Georges,
GANDELLI Aurélia**

Vérificateur :

Original signé par :

Lembezat Carole

Approbateur :

Original signé par :

Roubichou Philippe

Le système de management de la qualité du BRGM est certifié AFAQ ISO 9001:2000.



Mots clés : Cavités souterraines, Carrières souterraines, Cavités naturelles, Karst, Ouvrages civils abandonnés, Inventaire, Base de données, Système d'information géographique, Lot

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

MARTY Freddy, BOUROULLEC Isabelle, DELPONT Georges, GANDELLI Aurélia (2007) – Inventaire des cavités souterraines du département du Lot (46) – Rapport final – BRGM/RP-55445-FR, 69 pages, 13 illustrations, 4 annexes.

© BRGM, 2007, ce document ne peut être reproduit en totalité ou en partie sans l'autorisation expresse du BRGM.

Synthèse

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 une cinquantaine de départements, pendant la période 2001-2006. Le Lot, qui comprend un nombre important de cavités souterraines, fait partie des départements concernés, dont l'inventaire doit être réalisé entre décembre 2005 et juin 2007 (convention MEDD CV 05000195).

L'inventaire départemental des cavités souterraines abandonnées a pour objectif de recenser, localiser et caractériser les principales cavités souterraines présentes sur ce territoire, à l'exception de celles appartenant au domaine minier concessible, puis d'intégrer l'ensemble de ces informations dans la base de données nationale (**Bdcavité** : **B**ase de **D**onnées sur les **C**avités souterraines abandonnées en France métropolitaine). Cette dernière s'intègre dans la politique de prévention des risques naturels mise en place depuis 1981, en permettant le recueil, l'analyse et la restitution des informations de base nécessaires à la connaissance et à l'étude préalable des phénomènes liés à la présence de cavités.

Pour réaliser ce recensement, selon une méthodologie commune à l'échelle nationale, le projet a comporté les différentes phases suivantes :

- la collecte des données,
- la validation sur le terrain,
- la valorisation des données et la saisie,
- la synthèse des données.

Ce travail a permis de recenser au total 2316 cavités représentées par les **ouvrages souterrains d'origine anthropique - à l'exclusion des mines de matériaux concessibles** - et les **cavités naturelles**. Sur le département du Lot, ces cavités sont réparties en quatre catégories :

- les carrières souterraines abandonnées,
- les ouvrages civils abandonnés,
- les cavités naturelles,
- les ouvrages militaires.

La majorité des occurrences correspond à des cavités naturelles liées aux karsts qui affectent les formations calcaires des Causses. Elles sont donc concentrées dans les grands ensembles carbonatés qui couvrent la majeure partie du département. Il est en

outre probable qu'une relation existe entre la tectonique de la zone et la présence de ces cavités, puisque certaines d'entre-elles se concentrent le long de failles qui affectent les calcaires.

L'analyse de la densité surfacique des cavités a permis de mettre en évidence 35 communes présentant des densités moyennes à fortes. Dans le cadre de l'étude, plusieurs occurrences de désordres associés à des cavités (effondrement, affaissement...) ont pu être mises en évidence. La majorité d'entre elles correspond à des dolines liées aux circulations d'eau dans les massifs carbonatés.

L'ensemble des informations a été intégré dans la base de données nationale consultable sur Internet (www.bdcavite.net).

Sommaire

1. Introduction	9
2. Cadre général de l'étude	11
2.1. OBJECTIF DES INVENTAIRES	11
2.1.1. Généralités	11
2.1.2. Objectifs à l'échelle locale (départementale)	11
2.1.3. Objectifs à l'échelle nationale	12
2.2. CADRE CONTRACTUEL	12
2.3. BASE DE DONNEES NATIONALE BDCAVITE	13
2.3.1. Présentation	13
2.3.2. Architecture et champs de base de BDCavité	13
2.3.3. Acquisition des données	14
2.3.4. Mise à disposition de l'information	14
2.4. PRINCIPALES ETAPES DE LA METHODOLOGIE DES INVENTAIRES	15
2.4.1. Typologie	15
2.4.2. Recueil des données	16
2.4.3. Validation sur le terrain, valorisation des données et saisie	17
2.4.4. Synthèse des données	19
3. Contexte géographique et géologique	21
3.1. CONTEXTE GEOGRAPHIQUE ET CLIMATIQUE	21
3.2. CONTEXTE HYDROLOGIQUE	22
3.3. CONTEXTE GEOLOGIQUE	23
3.3.1. Les formations anté-triasiques	23
3.3.2. Le Trias	25
3.3.3. Le Lias	26
3.3.4. Le Jurassique moyen-supérieur	26
3.3.5 Le Crétacé	26
3.3.5. La sédimentation tertiaire	27
3.3.6. Les alluvions quaternaires	27
3.3.7. Structure et fracturation	27

4. Recueil des données	29
4.1. RAPPEL DE LA TYPOLOGIE. DESORDRES POTENTIELS	29
4.2. COLLECTE DES DONNEES.....	30
4.2.1. Recherches bibliographiques	30
4.2.2. Recueil des données auprès d'organismes, d'associations, de particuliers.....	31
4.2.3. Questionnaire d'enquête auprès des communes	34
4.2.4. Géoréférencement initial des données.....	36
4.2.5. Synthèse de la phase de recueil des données.....	37
5. Validation et valorisation des données.....	39
5.1. ELIMINATION DES DOUBLONS ET DES DONNEES INEXPLOITABLES, INFORMATION FINALE	39
5.2. CARTE DE L'INVENTAIRE DEPARTEMENTAL DES CAVITES SOUTERRAINES	40
5.3. VALIDATION DES DONNEES SUR LE TERRAIN - VISITE DES CAVITES « A RISQUE ».....	42
5.4. VALORISATION DES DONNEES	43
5.5. SAISIE DANS LA BASE LOCALE	43
5.6. EXEMPLES DES PRINCIPAUX TYPES DE CAVITES RENCONTRES DANS LE DEPARTEMENT	43
5.6.1. Les cavités naturelles :	45
5.6.2. Les ouvrages civils abandonnés :	46
5.6.3. Les carrières :	47
6. Analyse des résultats.....	49
6.1. EXHAUSTIVITE DES DONNEES	49
6.2. ANALYSE CRITIQUE DES DONNEES	49
7. Recommandations en matière de prévention des risques.....	51
7.1. LES SUPPORTS INFORMATIFS OU REGLEMENTAIRES	51
7.2. REPARTITION DES CAVITES ET RECOMMANDATIONS EN TERME DE PREVENTION DES RISQUES	54
7.2.1. Répartition générale des cavités.....	54
7.2.2. Recommandations en termes de prévention des risques.....	55

8. Conclusions	57
Bibliographie.....	58

Liste des illustrations

Illustration 1 - Présentation du site Internet	15
Illustration 2 – Carte de présentation du Lot (extrait du MNT IGN)	22
Illustration 3 – Découpage géologique régulier sur le département du Lot	24
Illustration 4 - Carte géologique du département du Lot (extrait de la carte géologique de la France à l'échelle du 1/1 000 000ème).....	25
Illustration 5 - Participation des communes à l'enquête départementale	35
Illustration 6 - Bilan de l'enquête communale	36
Illustration 7- Typologie des cavités souterraines du Lot recensées par l'enquête communale.....	40
Illustration 8 - Répartition typologique des cavités souterraines recensées dans le département du Lot	41
Illustration 9 – Localisation des communes visitées	44
Illustration 10 – Les cavités naturelles : communes de Frontenac et Issendolus.....	45
Illustration 11 – Tunnels ferroviaires abandonnés (communes de Bouziès et Montbrun).....	46
Illustration 12 - Carrière de chaux abandonnée (commune de Cénevières)	47
Illustration 13 - Densité des cavités dans les communes du département.....	54

Liste des annexes

Annexe1	: Lettre du Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement.
Annexe 2	: Programmation des inventaires départementaux des cavités souterraines.
Annexe 3	: Notice et questionnaire destinés aux communes.
Annexe 4	: Exemple de courrier envoyé aux deux mairies concernées par des cavités susceptibles d'être dangereuses.

1. Introduction

Le présent rapport constitue une synthèse finale de l'opération d'inventaire des cavités souterraines abandonnées (hors mines de matériaux concessibles) du département du Lot, cofinancée par le Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable (convention référencée MEDD DPPR/BRGM n° CV 05000195 et signée le 15/12/2006). Il s'agit d'un inventaire dont la validité s'applique à la date à laquelle il a été réalisé et qui ne peut prétendre à l'exhaustivité, dans la mesure où certaines données (essentiellement privées) n'étaient pas accessibles, et d'autres sont totalement inconnues.

Le fait que le département du Lot soit affecté périodiquement par des mouvements de terrain liés à la présence de cavités souterraines souligne l'intérêt d'un tel inventaire. Il apparaît d'autant plus que l'on recense sur bon nombre des 340 communes du département, de nombreuses cavités dont la présence est due au contexte géologique favorable du département.

En effet, le Lot est composé d'une grande variété de faciès géologiques parmi lesquels peuvent être distingués, concernant les cavités, les faciès suivant :

- les calcaires qui, affectés de phénomènes karstiques, voient se former des cavités naturelles isolées ou en réseaux. Ils sont également exploités en carrière pour la production de matériaux de construction,
- les marnes et argiles, utilisées par les tuileries et les poteries ou encore pour l'amendement des sols.

Le présent rapport montrera tout d'abord le programme d'inventaire et la banque de données associée, puis le contexte géographique et géologique du département et enfin la synthèse des résultats.

2. Cadre général de l'étude

2.1. OBJECTIF DES INVENTAIRES

2.1.1. Généralités

Il s'agit de recenser, localiser et caractériser les principales cavités souterraines abandonnées (hors mines de matériaux concessibles) présentes dans le département du Lot, puis d'intégrer l'ensemble de ces informations factuelles dans la base de données nationale sur les cavités souterraines (<http://www.bdcavite.net>). Cette base est gérée par le BRGM à la demande du Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable (cf. annexe 1). Les organismes associés à ce programme 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.

2.1.2. Objectifs à l'échelle locale (départementale)

Ces objectifs visent prioritairement à conserver la mémoire des carrières souterraines, désormais, pour la plupart, abandonnées et dont 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, producteurs de champignons, etc...), ce qui la rend fragile et difficilement accessible. Les mouvements de population 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.

Par extension, cette démarche s'applique également aux autres types de cavités souterraines anthropiques abandonnées (abris civils ou militaires, caves, ouvrages civils ...).

Une telle information concernant la localisation et l'extension des cavités souterraines, lorsqu'elle est disponible, permet, en un second lieu, une meilleure connaissance du risque, lié aux mouvements de terrain qui peuvent en être la conséquence, et donc sa prévention ainsi que l'organisation des secours en cas de crise.

Cette même information 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 la réalisation de documents à usage réglementaire, de type Plan de Prévention des Risques (PPR), tout comme à l'information préventive du public (DDRM, DICRIM, DCS).

2.1.3. Objectifs à l'échelle nationale

Ces objectifs s'inscrivent dans une démarche globale (annexes 1 et 2) de recensement des cavités souterraines abandonnées, d'origine anthropique (hors mines) 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 convient 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 dans le département 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 informations (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.

2.2. 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 abandonnées sur le territoire métropolitain.

La programmation, en termes de choix, des départements à inventorier, tout comme le 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 du programme, 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.

2.3. BASE DE DONNEES NATIONALE BDCAVITE

2.3.1. Présentation

En parallèle aux inventaires départementaux, le BRGM a développé l'outil informatique Base de Données nationale sur les Cavités souterraines, *BDCavité*. La base *sensus stricto* 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.

2.3.2. 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 évidemment variable en fonction du type de cavité étudié et en l'occurrence, deux grands types sont à distinguer, les cavités d'origine naturelle et les cavités d'origine anthropique :

- **Cavités souterraines d'origine naturelle**, pour l'essentiel liées à des phénomènes karstiques,
- **Cavités souterraines abandonnées d'origine anthropique**, déclinées selon les variantes suivantes :
 - carrières (intègrent les différents modes d'exploitation, la présence éventuelles de plusieurs étages, leur état, ...),
 - caves (cavités à usage industriel ou agricole),
 - ouvrages souterrains spécifiques à usage civil (abris, tunnels, aqueducs ...),
 - ouvrages souterrains militaires.

Pour modéliser ces différents types de cavités, deux modes de représentation ont été dégagés :

- une entité localisée par l'enveloppe simplifiée (polygone) 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 modes permet une identification et une localisation par entité, indépendamment du type de cavité. Le thème « identification/localisation » est le « tronc commun » du modèle conceptuel de données des divers types de cavités souterraines. Bien évidemment chacun de ces modes peut être décrit par des informations spécifiques à chaque type de cavité. Peuvent être cités par exemple :

- existence d'évènements en surface,
- occupation du sol,
- hydrogéologie du site,
- le cas échéant, une description géométrique et technique de chaque niveau,
- etc.

La base BDCavité dont il est question ici ne concerne pas les cavités d'origine minière.

2.3.3. 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'Équipement, et les services RTM. D'autres sources de données sont exploitées, que celles-ci soient publiques (archives départementales, services déconcentrés de l'État, Conseils généraux et régionaux, ...) ou privées (associations).

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 le Service Géologique Régional Midi-Pyrénées du BRGM.

2.3.4. Mise à disposition de l'information

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

L'illustration 1 montre l'interface d'accueil du site ainsi que ses principales fonctionnalités.

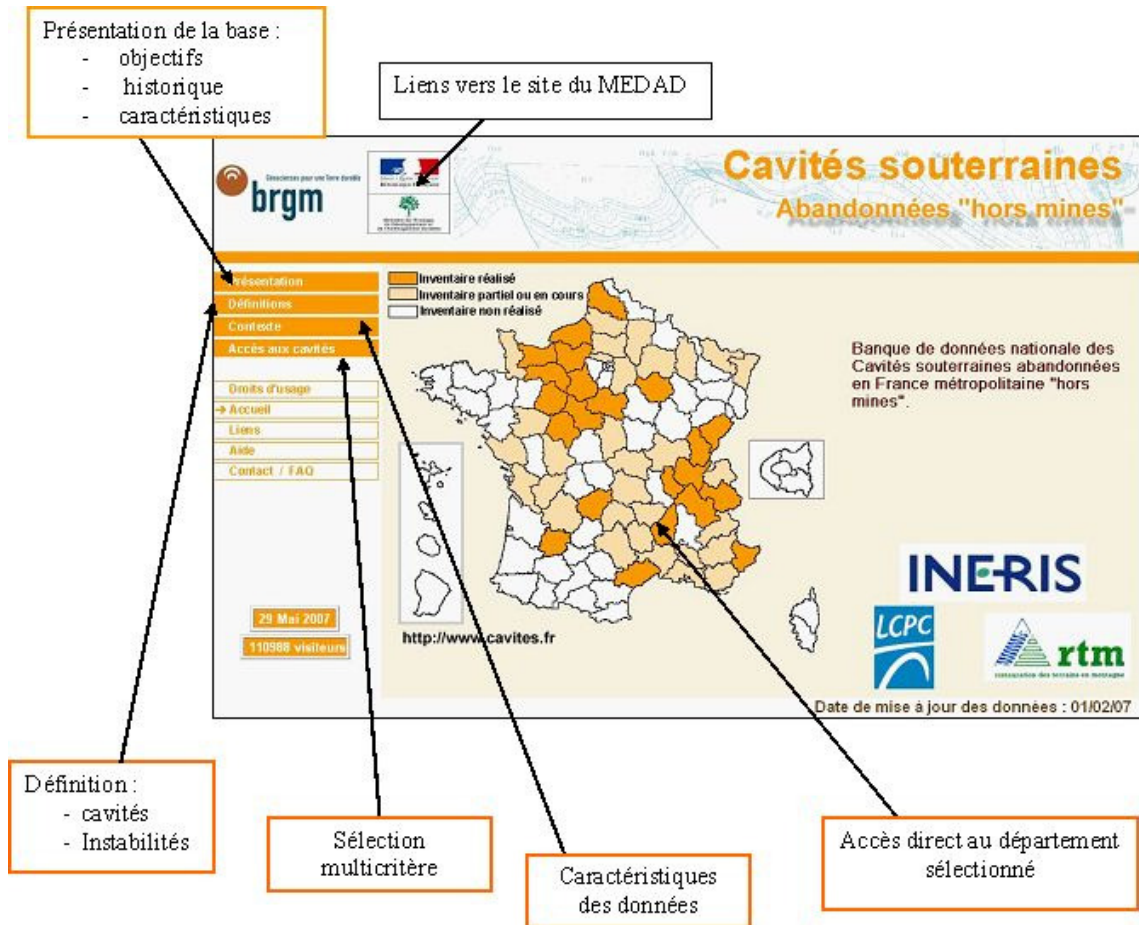


Illustration 1 - Présentation du site Internet

2.4. PRINCIPALES ETAPES DE LA METHODOLOGIE DES INVENTAIRES

2.4.1. Typologie

Les cavités souterraines concernées par cet inventaire départemental sont :

- les carrières abandonnées : cavités ou site anthropiques dont l'activité principale fut l'extraction de matériaux, à savoir les exploitations en souterrain de substances non concessibles (pierre de taille, craie, argile, etc.) et dont l'exploitation est désormais arrêtée,
- les caves abandonnées : cavités ou sites naturels ou anthropiques dont l'usage principal était soit le remisage ou le stockage, soit une activité industrielle (hors extraction de matériaux) ou agricole (champignonnière), soit un abri civil (abri souterrain, refuge troglodyte),

- les ouvrages abandonnés de génie civil : cavités à usage de transport (aqueducs, tunnels routiers, tunnels ferroviaires, souterrains pour piétons),
- les ouvrages militaires abandonnés,
- les cavités naturelles (karsts calcaires, gouffres ...),
- les cavités abandonnées indéterminées : s'applique aux cavités pour lesquelles on ne connaît ni l'origine ni l'utilisation principale.

2.4.2. Recueil des données

La collecte des données se fait en 3 étapes :

- recherche bibliographique de base,
- questionnaires d'enquête auprès des communes,
- recueil de données auprès des services techniques concernés, d'organismes, d'associations ou de particuliers.

a) Recherche bibliographique de base

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 via internet. 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 BDCavité 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 postale est effectuée par le BRGM un mois après envoi du questionnaire et ensuite à intervalles réguliers, par téléphone, jusqu'à obtenir un nombre de réponses jugé représentatif à l'échelle départementale.

c) Recueil des données auprès d'organismes compétents, d'associations, voire de particuliers

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, tout comme les archives départementales. Selon le contexte local, d'autres organismes sont aussi consultés : DDE, laboratoires régionaux de l'Équipement, 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, producteurs de champignons, conservateurs de musée, archéologues, etc....

Les associations locales et départementales de spéléologie (CDS) sont systématiquement sollicitées et les services de la protection civile sont interrogés.

2.4.3. Validation sur le terrain, valorisation des données et saisie

La validation sur le terrain, la valorisation des données et leur saisie comprend les étapes suivantes:

- la caractérisation des cavités recensées,
- le repérage fortuit de cavités non archivées.
- le géoréférencement des cavités,
- le descriptif (fiches de saisie),
- la saisie dans BDCavité.

a) Caractérisation des cavités recensées

Les carrières souterraines et les cavités à risque 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 cavité identifiée (validation des plans quand ils sont disponibles). En zone de karst, ce genre de visite est l'exception.

b) 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, parfois non signalées dans les archives, soient repérées. Ces cavités sont également localisées sur carte topographique à l'échelle 1/25 000 et à l'aide du GPS et font l'objet des observations minimales comme définies ci-dessus.

c) 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) 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, déboulements de karst, chute de blocs près des entrées, etc...), dommages éventuels causés, nature des études et travaux éventuellement réalisés (avec références bibliographiques).

e) 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).

2.4.4. Synthèse des données

La synthèse des données est articulée de la façon suivante :

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

a) Analyse critique des données

Une fois les phases de recueil, de validation et de valorisation des données 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 passé (voire actuel), 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 sur laquelle figurent, 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 cavités souterraines pour le département du Lot.

3. Contexte géographique et géologique

3.1. CONTEXTE GEOGRAPHIQUE ET CLIMATIQUE

Le département du Lot (illustration 2) est situé en bordure nord-orientale de la région Midi-Pyrénées, en limite du Bassin d'Aquitaine et du Massif Central. D'une superficie de 5 216 km², il comptait 166 804 habitants, lors du recensement de 2004 (INSEE) : la densité de population y est de 32 hab./km², soit environ le quart de la moyenne nationale. Le département du Lot est subdivisé en 340 communes. Il est administré par une préfecture, Cahors (environ 20 000 habitants) et deux sous-préfectures, Figeac (environ 10 000 habitants) et Gourdon (environ 5 000 habitants).

La géographie du département est partagée, du sud-ouest vers le nord-est, en cinq domaines très différents, conditionnés chacun par les grands traits de la géologie (Astruc, 2003) :

- Le Quercy blanc constitue le prolongement des pays molassiques de l'agenais. Son paysage, réglé par les molasses, est fait de collines arrondies entaillées par des petites vallées faiblement encaissées,
- La Bourianne, dans la partie ouest du département, est constituée d'un sol à matériaux rubéfiés par des oxydes de fer. Ce sol est caractéristique d'une ancienne altération très marquée,
- Les Causses occupent la partie centrale du département et sont constituées par des plateaux calcaires jurassiques compartimentés, limités par les principales rivières qui provoquent les contrastes morphologiques les plus marqués. La karstification très développée est marquée par la présence de nombreux gouffres et dolines et une circulation de l'eau souvent souterraine qui ressort par résurgence,
- La Limargue au nord de Figeac, correspond à une bande de 10 km de largeur entre les Causses et le Ségala. C'est un paysage vallonné conditionné par les différentes formations marneuses liasiques qui le constitue,
- Enfin, le Ségala est une partie de la bordure ouest du Massif Central, formé par des roches éruptives et métamorphiques, au paysage plus montagneux (altitude maximale de l'ordre de 800 m).

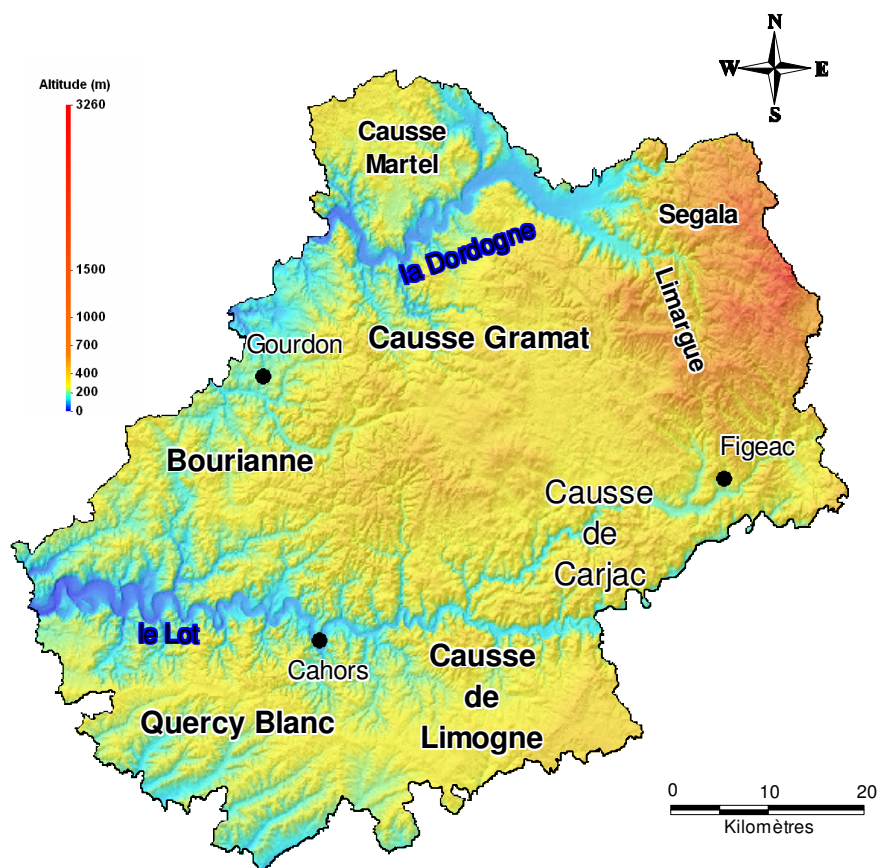


Illustration 2 – Carte de présentation du Lot (extrait du MNT IGN)

Le département du Lot, par sa situation en bordure est du Bassin Aquitain, est affecté par un climat tempéré à tendance océanique, caractérisé par des hivers doux et humides, alors que les étés sont relativement secs. Toutefois la proximité du Massif Central, à l'est du département, fait qu'une influence continentale se fait sentir.

Ce climat lotois se caractérise par son irrégularité pluviométrique, tout comme l'ensemble du climat aquitain. Le mélange de l'influence continentale et océanique se traduit par des précipitations fortes avec deux maxima (printemps et automne) et un minimum peu marqué en été.

3.2. CONTEXTE HYDROLOGIQUE

Le département du Lot est divisé en deux parties à peu près égales par les bassins de la Dordogne, pour la moitié nord, et du Lot, pour la moitié sud :

- **le bassin de la Dordogne** : la Dordogne coule du nord-est vers le sud-ouest et s'infléchit en entrant dans le département pour prendre une direction est-ouest. Ses affluents principaux sont la Cère, la Bave et le Céou. La Dordogne traverse le département sur 55 km de cours,
- **le bassin du Lot** : le Lot traverse le département dans une direction d'écoulement sensiblement est-ouest sur une longueur d'environ 170 km. Les méandres y sont nombreux et fortement accentués. Les affluents de rive gauche sont courts et peu nombreux tandis que ceux de rive droite sont plus nombreux. Parmi eux, le Célé est le plus important.

Toutes ces rivières ont une assez forte empreinte morphologique sur le paysage

3.3. CONTEXTE GEOLOGIQUE

La synthèse géologique de ce département nécessite la prise en compte de 20 cartes géologiques, à l'échelle du 1/50 000, dont le découpage est présenté sur l'illustration 3. La lecture minutieuse de leur notice est à la base de la description des formations lithologiques et ultérieurement à la compréhension de leur sensibilité à la présence de cavités.

Le département du Lot, situé sur la bordure nord-est du Bassin d'Aquitaine, regroupe un nombre de formations géologiques importantes. D'est en ouest et du nord au sud, celles-ci comprennent le substratum cristallophyllien anté-houiller et les séries sédimentaires du Carbonifère au Miocène, avec en particulier la quasi-totalité des formations jurassiques qui sont à l'origine du caractère morphologique spécifique du Quercy (illustration 4).

Des cavités d'origine minière sont aussi présentes sur le département : principalement des phosphatières et parfois des gisements non industriels métalliques. Ces cavités minières ne sont pas comptabilisées dans le présent inventaire dans la mesure où, générées par l'exploitation de matériaux concéssibles, elles sont inventoriées par un organisme spécialisé, complémentaire du BRGM : GEODERIS.

3.3.1. Les formations anté-triasiques

La bordure est du département est constituée de terrains cristallophylliens, injectés de roches plutoniques, et de terrains carbonifères interstratifiés avec des roches volcaniques d'épanchement.

Les terrains cristallophylliens et les roches magmatiques : les plus grandes surfaces d'affleurement sont dues à des roches métamorphiques qui constituent des bandes orientées NNW-SSE d'origine structurale, stigmates

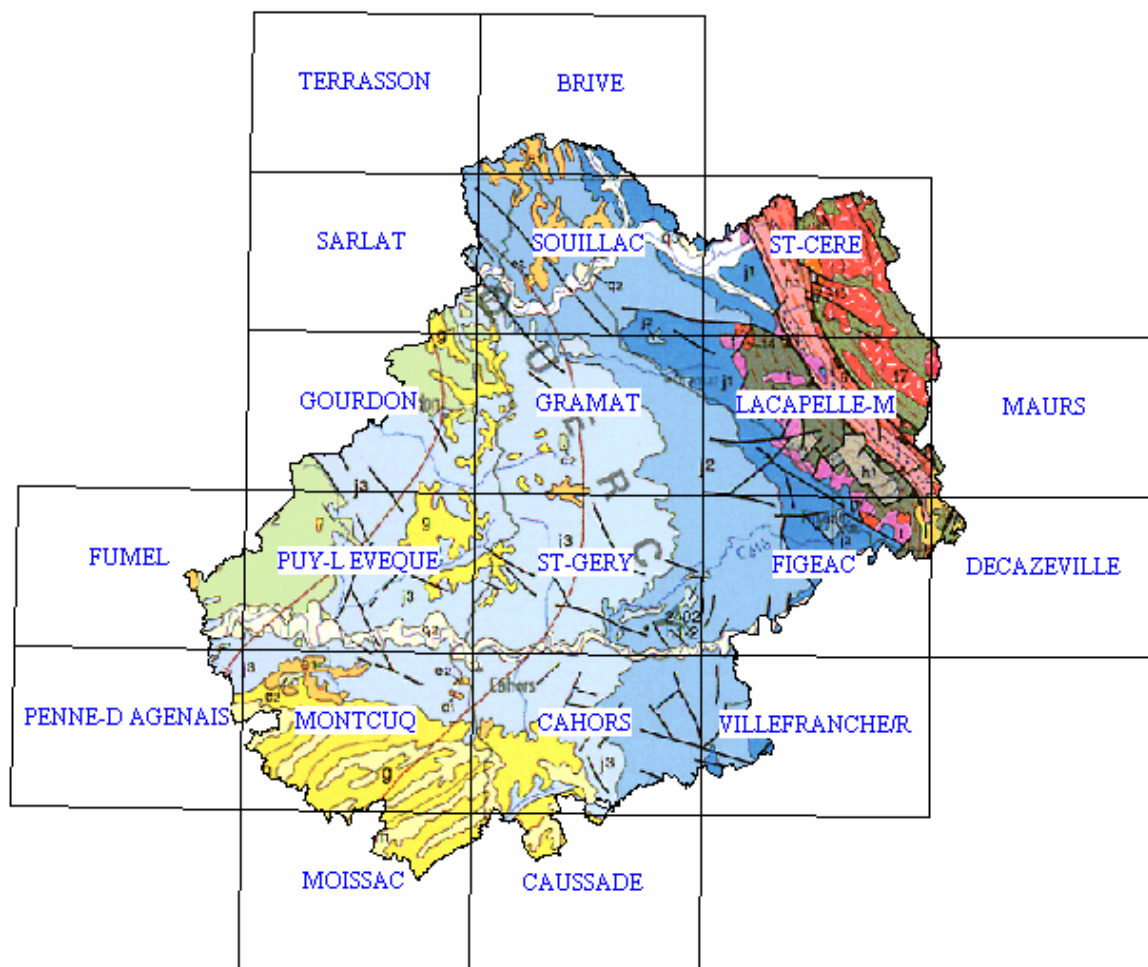


Illustration 3 – Découpage géologique régulier sur le département du Lot

des anciens plissements qui donnèrent naissance à la fin de l'aire primaire à la chaîne hercynienne. On y distingue des schistes, des micaschistes, des gneiss.

Deux massifs importants, au nord-est, sont formés de granites à micas.

Cet ensemble est considéré comme imperméable. Cependant, il n'est pas exclu qu'une infiltration d'eau vers la profondeur puisse se produire à la faveur de la partie superficielle altérée ainsi que des fractures importantes dans cette région tectonisée. Cette infiltration d'eau favoriserait alors l'existence d'un phénomène appelé « suffosion », correspondant à l'entraînement hydraulique de matériaux fins laissant en place le squelette instable, qui peut s'effondrer au passage d'un objet pesant. Un tel cas a été observé dans le sud-est du département. A compter dans les cavités ?

Légende:

- Q : Formations quaternaires
- Ter : Formations tertiaires
- C : Formations crétacées
- J : Formations jurassiques
- T : Formations triasiques
- HP : Formations carbo-permiennes
- CM : Formations crystallophylliennes et magmatiques

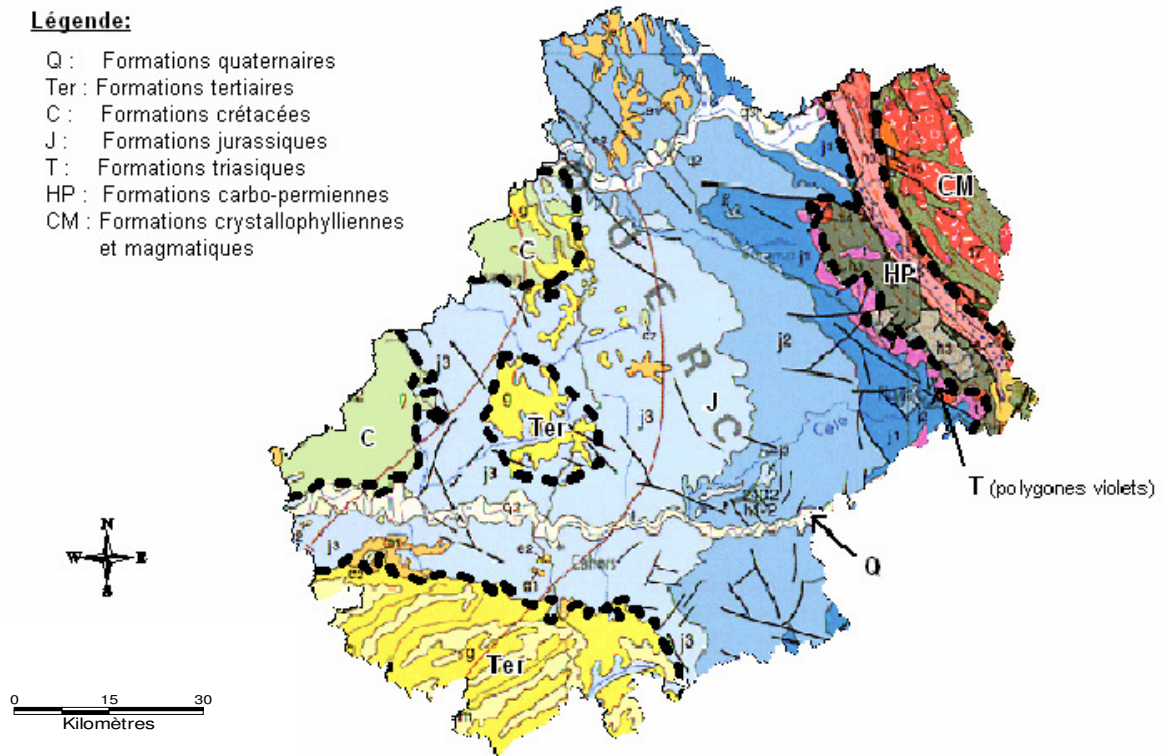


Illustration 4 - Carte géologique du département du Lot (extrait de la carte géologique de la France à l'échelle du 1/1 000 000ème)

- **Les formations carbonifères** : ces terrains sont généralement représentés à l'affleurement par le Stéphien. Les épontes sont formées de grès, de poudingues et de schistes, dans lesquelles sont interstratifiées des roches volcaniques (andésite).
- **Le Permien** : il est constitué de séries faisant alterner argilites et grès psammitiques pour le Saxonien (1000 à 3000 m d'épaisseur), et grès, schistes et conglomérats grossiers, en particulier à la base pour l'Autunien sous-jacent.

3.3.2. Le Trias

Tous les grès de la base du Mésozoïque sont considérés comme triasiques et les premiers bancs de dolomies qui alternent avec des argiles vertes ou rouges sont affectés d'un âge hettangien. Toutefois, la limite entre le sommet du Trias et le Lias inférieur reste délicate à localiser.

Cet ensemble triasique est constitué par des grès souvent rougeâtres à éléments grossiers et ciments carbonatés ou siliceux. Des intercalations lenticulaires d'argiles et marnes versicolores et d'argilites sont présentes.

3.3.3. Le Lias

On distingue le Lias calcaire (basal) et le Lias marneux (sommatal). L'appellation lithologique « Lias calcaire » concerne essentiellement l'Hettangien et le Sinémurien plus localement le Carixien (Pliensbachien inférieur). Ces niveaux correspondent à une succession de calcaires, marno-calcaires et dolomies. L'Hettangien (Lias calcaire) est fissuré et karstifié et seule la partie supérieure est considérée comme terrain aquifère. Aussi peut-on s'attendre à des phénomènes d'effondrements dans les zones karstiques, laissant apparaître ainsi des dolines.

L'Hettangien est très localement recouvert par le « Lias marneux » du Toarcien, qui correspond à une succession de marnes noires à bleutées et de schistes cartons, de 70 à 100 m d'épaisseur.

3.3.4. Le Jurassique moyen-supérieur

Ce dernier correspond, en affleurement, aux Causses du Quercy. Cette appellation lithologique s'applique aux niveaux géologiques jurassiques moyen et supérieur allant de l'Aalénien au Portlandien.

Ces niveaux représentent une succession de calcaires francs et massifs, parfois marneux, avec localement des passages plus gréseux et des intercalations plus argileuses. Les épaisseurs varient de 600 à 1000 m sur le territoire du département.

L'ensemble des terrains sédimentaires du Jurassique moyen et supérieur est le siège de circulations d'eaux souterraines grâce à un système karstique très développé. Aussi peut-on s'attendre à des phénomènes d'effondrements dans ces terrains par rupture de toit de cavités, celles-ci étant très présentes dans ces formations.

3.3.5 Le Crétacé

A l'ouest et au nord-ouest du département, le Jurassique est recouvert par les formations crétacées, qui vont du Cénomaniens au Sénonien. Le Crétacé inférieur est absent, ce qui correspond à une longue période d'émersion post-jurassique qui s'est terminée par la transgression cénomaniens.

Les calcaires grossiers du Cénomaniens supérieur recouvrent en discordance le Jurassique sur une vaste zone située à l'ouest du département. Les calcaires turoniens et sénoniens n'apparaissent qu'à la limite ouest du département.

Ces terrains ont des propriétés mécaniques relativement médiocres et sont sensibles aux phénomènes de gélifraction, outre la possibilité, là encore en milieu

carbonaté, de dissolutions karstiques ; on peut donc s'attendre à ce qu'ils soient affectés de cavités, ainsi que d'effondrements associés.

3.3.5. La sédimentation tertiaire

Toute la partie sud-ouest du département est couverte par les dépôts tertiaires molassiques. La formation stampienne, oligocène (calcaire), discordante sur le Jurassique, forme une étendue importante au sud de Cahors.

Vers l'ouest et vers le sud-ouest, ce calcaire est recouvert par les marnes aquitaniennes qui constituent les sommets des coteaux. L'érosion fluviale ayant entaillé cette région, le calcaire stampien forme des corniches surmontées de ces molasses.

3.3.6. Les alluvions quaternaires

Seules les deux rivières principales du département, le Lot et la Dordogne sont le siège de dépôts alluvionnaires suffisamment étendus pour mériter l'appellation de plaine alluviale.

Les dépôts alluviaux ne présentent d'extension notable, de l'ordre du kilomètre, que dans les principales vallées où ils occupent généralement la partie concave des méandres.

3.3.7. Structure et fracturation

Deux directions principales commandent la structure des terrains secondaires du Quercy : la direction armoricaine (NW-SE à NNW-SSE) et la direction du faisceau tectonique de Villefranche (NNE-SSW). Ces directions déterminent les accidents majeurs (faille de Villefranche, faille de Brive) qui se croisent au nord-est de Capdenac.

A ces lignes majeures, de nombreuses fractures viennent s'ajouter, dont les plus nombreuses sont celles de direction pyrénéenne (WNW-ESE).

Des plis à grand rayon de courbure viennent compléter cette structure. Ils sont orientés selon les trois directions précitées. On distingue :

- deux axes synclinaux de direction NW-SE à l'Ouest du département, affectant les dépôts Crétacés du Périgord et de la Bourianne,
- des plis de direction pyrénéenne sur la bordure nord-est du Quercy.

La fracturation forme le passage privilégié pour les infiltrations d'eau météoritique en particulier. Elle va donc pouvoir guider les axes de dissolution. De fait l'observation des plateaux calcaires montre souvent des alignements de dolines selon ces structures (M. Juillet - 2003 ; Gandelli A. - 2006).

4. Recueil des données

L'inventaire départemental des cavités souterraines de la Lot a débuté en janvier 2006 par l'envoi, sous couvert du Service Interministériel de Défense et de Protection Civile (SIDPC) de la préfecture du Lot, d'un formulaire d'enquête aux 340 communes du département. Un envoi équivalent était réalisé en direction des services de l'état et d'organismes compétents susceptible de détenir ces informations (DDE, DRAC, SDIS, Conseil Général, associations de spéléologues, etc)

Parallèlement étaient dépouillées les archives disponibles au SGR-MPY.

Ce premier travail a donc permis d'effectuer la première phase de collecte de données conformément à la méthodologie décrite dans le cahier des charges national.

4.1. RAPPEL DE LA TYPOLOGIE. DESORDRES POTENTIELS

Comme évoqué ci-dessus, les cavités souterraines (hors mines concessibles) concernées par cet inventaire départemental sont d'origine, soit naturelles, soit anthropiques. Leur type est résumé dans le tableau suivant :

Cavités naturelles	Les cavités naturelles (karsts, poches de dissolution ou d'effondrement des évaporites, gouffres, grottes, ...)
Cavités anthropiques abandonnées	Les carrières souterraines , hors mine métalliques concessibles (carrières de marnes, de gypse, ...)
	Les caves et les champignonnières (cavités à vocation d'utilisation industrielle, agricole, de stockage, ou abris civils)
	Les ouvrages de génie civil (parkings, tunnels, aqueducs, ...)
	Les ouvrages militaires (sapes, galeries, ...)
	Les cavités indéterminées : cavités pour lesquelles on ne connaît ni l'origine ni l'utilisation principale.

Les principaux types de désordres de surfaces liés à la présence de ces cavités sont définis de la manière suivante :

- **Affaissement** : déformation souple et progressive, sans rupture, de la surface du sol se traduisant par une dépression en forme de cuvette, généralement à fond plat et bords fléchis en «S». Pas de victimes en raison de la progressivité du phénomène.

- **Fontis** : effondrement brutal mais localisé se manifestant sous la forme d'un entonnoir ou d'un cratère. Le diamètre et la profondeur du cône peuvent varier de quelques mètres à plusieurs mètres. Il peut faire des victimes, du fait de son caractère soudain, notamment.

- **Effondrement** : abaissement violent de la surface pouvant atteindre plusieurs hectares de surface et plusieurs mètres de profondeur. Il est spécifique des mines et des carrières exploitées par chambres et par piliers. Il peut faire de nombreuses victimes et sinistrés.

4.2. COLLECTE DES DONNEES

La collecte des données se fait en 4 étapes :

- recherche bibliographique générale,
- questionnaires d'enquête auprès des communes,
- recueil de données auprès des services techniques concernés, d'organismes, d'associations ou de particuliers,
- enfin, consultation des cartes topographiques (essentiellement Topographiques 1/25000 de l'IGN) et des cartes géologiques régulières à l'échelle du 1/50 000.

4.2.1. Recherches bibliographiques

Le but de cette phase est de rassembler toutes les informations déjà publiées concernant les vides souterrains abandonnés ou les cavités naturelles (travaux de thèses), dans le département étudié.

Cette recherche bibliographique s'est d'abord faite par l'intermédiaire de la bibliothèque centrale du BRGM, via l'interrogation des bases de données bibliographiques internes Saphir (rapports du BRGM), et externes :

- Conference Papers à partir de 1982,
- Environmental Sciences and Pollution Mgmt à partir de 1967,
- GeoRef à partir de 1963.

Elle se traduit par l'analyse d'éventuels rapports d'étude concernant des phénomènes déjà suivis par le BRGM dans le cadre de sa mission de service public ainsi que la documentation obtenue

Une seconde recherche a été réalisée par le biais d'Internet aux adresses suivantes :

- <http://cds46.free.fr/index.htm>
- <http://comite.speleo.midipy.free.fr>
- <http://ffspeleo.fr>
- <http://euopreart.net>
- <http://quercy.net/pechmerle>
- <http://membres.lycos.fr/speleocausse>
- <http://perso.wanadoo.fr/scf>
- <http://perso.wanadoo.fr/thierry.maillard>
- <http://lecrad.free.fr>
- <http://afegc.cyberkata.org/région/lot.html>
- <http://christian.marandea.free.fr>

Les trois premiers sites sont des sites de spéléologues, qui ont permis de recenser directement plusieurs cavités. Les autres sites sont des sites de recherche bibliographique sur lesquels ont été récupérés des ouvrages ou publications traitant des cavités souterraines.

Ces recherches ont ensuite été complétée par la consultation des archives (rapports et numériques) du Service géologique régional de Midi-Pyrénées, notamment les données inventoriées dans la Banque de Données du Sous-sol (B.S.S). La plupart des ouvrages traitant de la géologie départementale a également été consultée.

Les données départementales déjà saisies dans BDCavité ont également fait l'objet d'une extraction au cours de cette phase aux fins de vérification et de validation.

Enfin, l'étude détaillée des cartes topographiques (échelle 1/25 000) et géologiques (1/50 000) a permis de localiser des cavités qui n'auraient sans cela pas été inventoriées.

4.2.2. Recueil des données auprès d'organismes, d'associations, de particuliers

Les organismes contactés par courrier ou par téléphone sont les suivants :

- au niveau national :, Centre d'Étude des Tunnels (CETU), Société Préhistorique de France, Réseau ferré de France (RFF).
- au niveau régional : DIREN, DRAC, DRAF, Laboratoire Régional des Ponts et Chaussées (LPC), UNICEM Carrières et Matériaux Midi-Pyrénées, Comité Régional de Spéléologie 46, SNCF / Direction Régionale à l'Infrastructure, CETE du Sud-Ouest, Électricité De France (EDF) région Midi-Pyrénées, INERIS Sud-Ouest, Société Méridionale de Spéléologie et de Préhistoire.

- au niveau départemental : Conseil Général du Lot, DDAF du Lot, DDE du Lot, DRIRE subdivision Lot, Préfecture du Lot, Archives Départementales du Lot, Agence de l'Eau Adour-Garonne, Service Départemental d'Incendie et de Secours (SDIS), Comité Départemental de Spéléologie 46, Délégation Militaire Départementale du Lot, Parc Naturel Régional des Causses du Quercy, Association Spéléologique de Figeac, Groupe spéléologique du Quercy, Spéléo-club de Figeac, Spéléo-club de Souillac, Spéléos du Causse de Limogne-en-Quercy, Spéléo-club Caniac-du-Causse, Spéléo-club de Miers, Spéléo-club de Saint-Céré, La Roche aux Dracs, Spéléo club Causséen, Spéléo-club Cabrerétien, les Nyctalopes Ambidextres
- au niveau individuel : des enquêtes sont menées auprès de personnes-ressources susceptibles de fournir des informations pertinentes en raison de leur connaissance du milieu souterrain : anciens carriers, producteurs de champignons, conservateurs de musée, archéologues, etc....,

Le résultat de ces contacts, à ce jour, est présenté dans le tableau ci-dessous :

Organismes consultés	Documents récupérés ou en cours de récupération
Conseil Général du Lot	Données disponibles auprès de la DDE du Lot. Voir aussi le SDIS .
DDAF du Lot	Pas de réponse .
DDE du Lot	Pas de réponse.
DRIRE -Subdivision Lot	Pas de données.
Préfecture du Lot	Données dont celles de la Délégation Départementale Militaire
Archives Départementales	Pas de données.
Comité Départemental de Spéléologie 46	Pas de réponse.
SDIS (Service Départemental d'incendie et de Secours)	Données non récupérées.
Agence de l'Eau Adour-Garonne (Délégation de Rodez)	Données récupérées auparavant sur l'« Inventaire des sources potentielles de pollution de l'eau en zone karstique », 2 ^{ème} version, 2002, FFS et CSR.
Délégation Militaire Départementale du Lot	Pas de réponse.
Parc Naturel Régional des Causses du Quercy	Des données mais non communiquées en raison du « respect de propriété intellectuelle des données ».

Organismes consultés	Documents récupérés ou en cours de récupération
Association Spéléologique de Figeas	Pas de réponse
Groupe Spéléologique du Quercy	Pas de réponse
Spéléo-club de Figeac	Pas de réponse
Spéléo-club de Souillac	Pas de réponse
Spéléos du causse de Limogne-en-Quercy	Pas de réponse
Spéléo-club Caniac-du-Causse	Pas de réponse
Spéléo-club de Miers	Pas de réponse
Spéléo-club de Saint-Céré	Pas de réponse
Spéléo-club Causséen	Pas de réponse
Spéléo-club Cabrerétien	Pas de réponse
Trias	Pas de réponse
Roche aux Dracs	Pas de réponse
Les Nyctalopes Ambidextres	Pas de réponse
DRE	Pas de réponse .
DIREN	« Liste nationale des cavités protégées » récupérées auparavant. Conseillent certains ouvrages. Validation en fin d'Inventaire
DRAC	Validation en fin d'Inventaire.
DRAF	Pas de données.
Laboratoire Régional des Ponts et Chaussées (LRPC)	Pas de données.
UNICEM Carrières et Matériaux Midi-Pyrénées	Pas de données après sollicitation des adhérents.
Comité Régional de Spéléologie	Attente de la fin des négociations entre le BRGM et FFS en vue d'établir une convention cadre.
SNCF / Direction Régionale à l'infrastructure	Pas de données

Organismes consultés	Documents récupérés ou en cours de récupération
Réseau ferré de France (RFF)	Pas de réponse.
CETE du Sud-Ouest	Pas de réponse.
Centre d'Etude des Tunnels (CETU)	Pas de réponse.
EDF Midi-Pyrénées	Pas de données.
Société Préhistorique de France	Pas de données. Conseillent certains sites Internet.
INERIS Sud-Ouest	Pas de réponse.
Société Méridionale de Spéléologie et de Préhistoire	Pas de réponse.
3 personnes « sachantes »	Données récupérées.

4.2.3. Questionnaire d'enquête auprès des communes

Un questionnaire d'enquête type a été adressé à l'ensemble des communes du département, sous couvert de la Préfecture (cf. annexe 3).

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 la carte topographique numérique de l'IGN (Scan25), relatif à la commune, est joint au questionnaire afin de permettre leur localisation par les maires ou leur service technique.

Une relance postale est effectuée par le BRGM un mois environ après envoi du questionnaire. Elle est complétée au besoin par des appels téléphoniques, jusqu'à obtenir un nombre de réponses jugé représentatif à l'échelle départementale (minimum 60%).

A ce jour, comme l'indiquent les illustrations 5 et 6, plus de 86 % des communes ont répondu à l'enquête communale, ce qui amène à considérer que l'échantillon obtenu est représentatif du département.

L'illustration 6 montre l'utilité de la relance postale puisqu'elle a permis 35 % de réponses complémentaires.

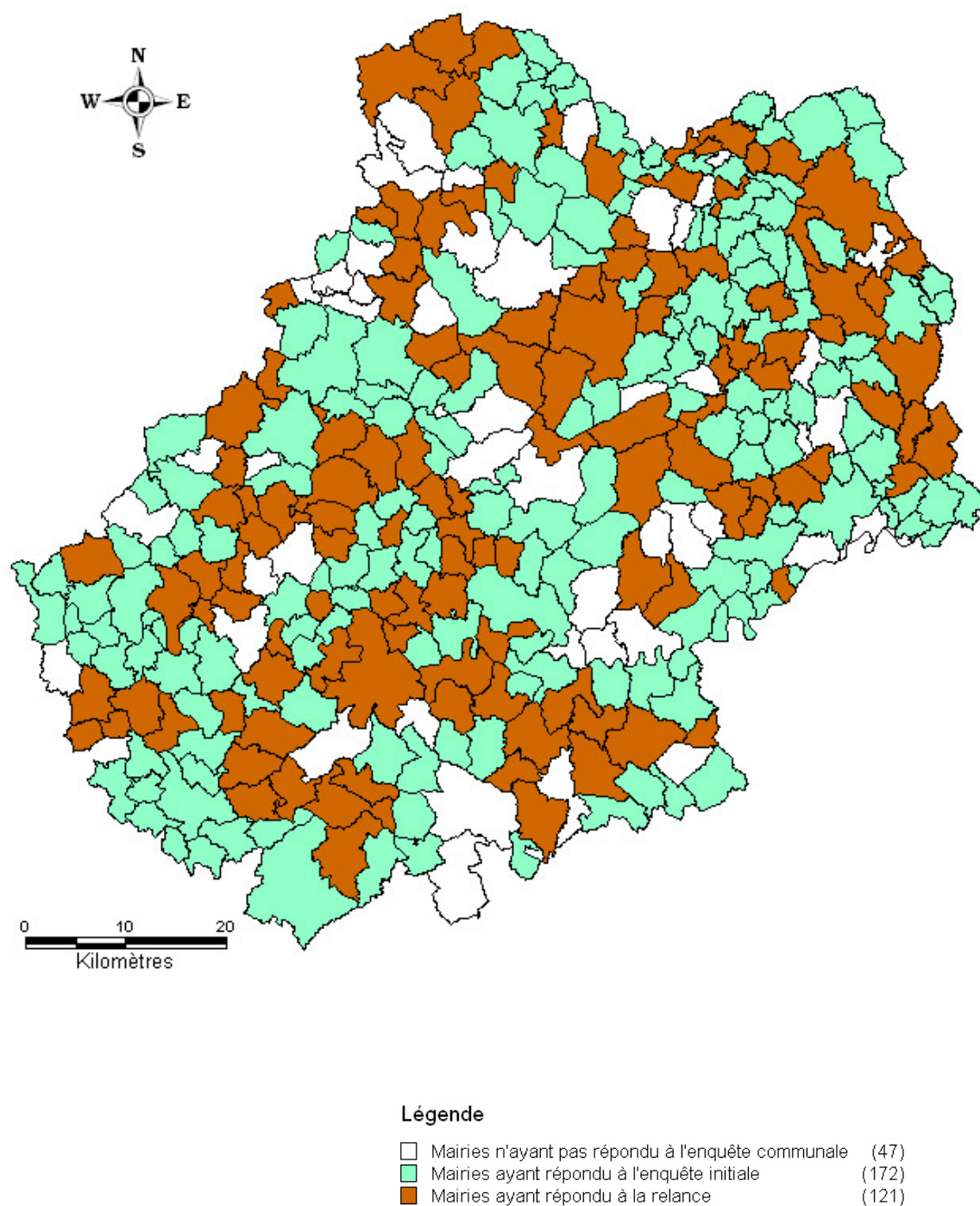


Illustration 5 - Participation des communes à l'enquête départementale

Nombre de communes contactées	340	100 %
Nombre de réponses au 1er courrier	172	50,6 %
Nombre de réponses suite à la relance	121	35,6 %
Total réponses	293	86,2 %
Nombre de communes n'ayant pas répondu à l'enquête	47	13,8 %
Nombre de communes déclarant des cavités souterraines	117	34,4 %

*Illustration 6 - Bilan de l'enquête communale
(les pourcentages indiqués se rapportent à l'ensemble des communes du département)*

L'enquête communale est considérée comme terminée, même si des relances par courrier et par téléphone sont toujours à envisager afin d'obtenir des informations complémentaires (localisation, domaine public ou privé, etc.) sur des cavités recensés par le biais des recherches bibliographiques.

Le choix des communes faisant l'objet de relances, téléphoniques ou par courriers, est fortement influencé par la nature géologique du sous-sol dans lequel se développe les cavités dont un complément d'information est souhaité. En effet, les cavités situées sur des communes, dont le sous-sol géologique (calcaire fracturé, etc.) est susceptible de favoriser des dommages en surface ou en sous-sol, sont prioritaires.

A ce jour, le nombre d'occurrences de cavité déclarées par les communes s'élève à 455, dont la composition du sous-sol, calcaire pour la majorité, justifie géologiquement cette densité.

4.2.4. Géoréférencement initial des données

Tous les événements recensés font l'objet d'un premier géoréférencement (calcul des coordonnées dans le système de projection du projet : Lambert II étendu) par superposition au fond topographique numérique Scan25 de l'IGN.

4.2.5. Synthèse de la phase de recueil des données

Les informations recueillies au cours du présent inventaire ont été saisies au fur et à mesure dans une base de données map-info des cavités souterraines du département. Outre la localisation définie lors du géoréférencement, y sont indiqués les données relatives aux communes sur lesquelles elles se trouvent, au lieu dit le plus proche, au type de cavité, etc.

5. Validation et valorisation des données

5.1. ELIMINATION DES DOUBLONS ET DES DONNEES INEXPLOITABLES, INFORMATION FINALE

Lors de la collecte des données, les multiples sources d'informations utilisées ont parfois entraîné une répétition des informations recueillies. Un tri de ces doublons a donc dû être réalisé afin de rendre compte au plus juste de la répartition des cavités souterraines sur le territoire. Les problèmes posés pour réaliser ce travail sont liés notamment à l'imprécision de la localisation, différente selon les sources :

- soit des coordonnées différentes, mais proches, sont liées à un même nom de cavité,
- soit des noms différents sont associés au même point géographique, ceci étant particulièrement vrai pour les grottes et autres cavités naturelles. Là encore une attention toute particulière a dû être apportée sur la base de différents recoupements, sans jamais pouvoir être totalement sûr de la décision finale prise.

Les informations relatives à l'enquête communale ont également fait l'objet d'une recherche de doublons mais ont également été triées pour des raisons plus particulières :

- quelques informations ont été rapportées sous forme de « on-dit », ces données se révélant non valides après vérification,
- certaines cavités ont été déclarées confidentielles, par la préfecture et la DRAC notamment, et transmises au BRGM avec pour seule localisation le centroïde des communes : elles ne sont de ce fait que difficilement exploitables et n'ont pas été prises en compte,
- certaines cavités (mines, tunnels ferroviaires ou aqueducs souterrains) ont été initialement déclarées au BRGM comme abandonnées alors qu'elles se sont révélées, au cours de l'enquête, comme faisant l'objet d'un suivi régulier par certains organismes,
- certaines déclarations concernaient des carrières encore en activité ou, dans certains cas, non souterraines,
- certains glissements de terrains, qui correspondaient à des affaissements de versant causés par des glissements de terrain, ont été déclarés comme des cavités.

Au final, 2316 cavités ont été sélectionnées, typologiquement réparties selon le tableau suivant (illustration 7).

NOMBRE DE CAVITES SOUTERRAINES (total au 15/04/2007)				
Cavités Naturelles	Ouvrages de Génie Civil abandonnés	Caves abandonnées	Carrières abandonnées	Total
2236	47	23	10	
Cavités souterraines recensées sur 276 communes				2316

Illustration 7- Typologie des cavités souterraines du Lot recensées par l'enquête communale

5.2. CARTE DE L'INVENTAIRE DEPARTEMENTAL DES CAVITES SOUTERRAINES

L'illustration 8 montre la carte géologique synthétique sur laquelle figure l'ensemble des événements recensés sur le Lot.

Cette carte synthétique permet de visualiser la répartition des cavités en fonction de la nature des roches :

- la majeure partie des cavités recensées sont localisées sur les formations calcaires qui occupent la plus grande part du département. Ce sont, en particulier, les calcaires du Jurassique (ill. 8) qui s'avèrent les plus affectés par des cavités naturelles, logiquement dues au phénomène de karstification. C'est en particulier le Jurassique moyen et le Jurassique supérieur qui sont les plus affectés avec respectivement 41 % et 32 % du total de cavités. Les formations jurassiques dans leur ensemble, avec le Jurassique inférieur, recèlent 79,5 % des cavités.
- dans une bien moindre mesure les formations molassiques (Eocène, Oligocène et Miocène) sont les secondes les plus affectées avec 6,4 % des cavités,
- le restant des cavités, soit 14,1 % est réparti sur les formations restantes.

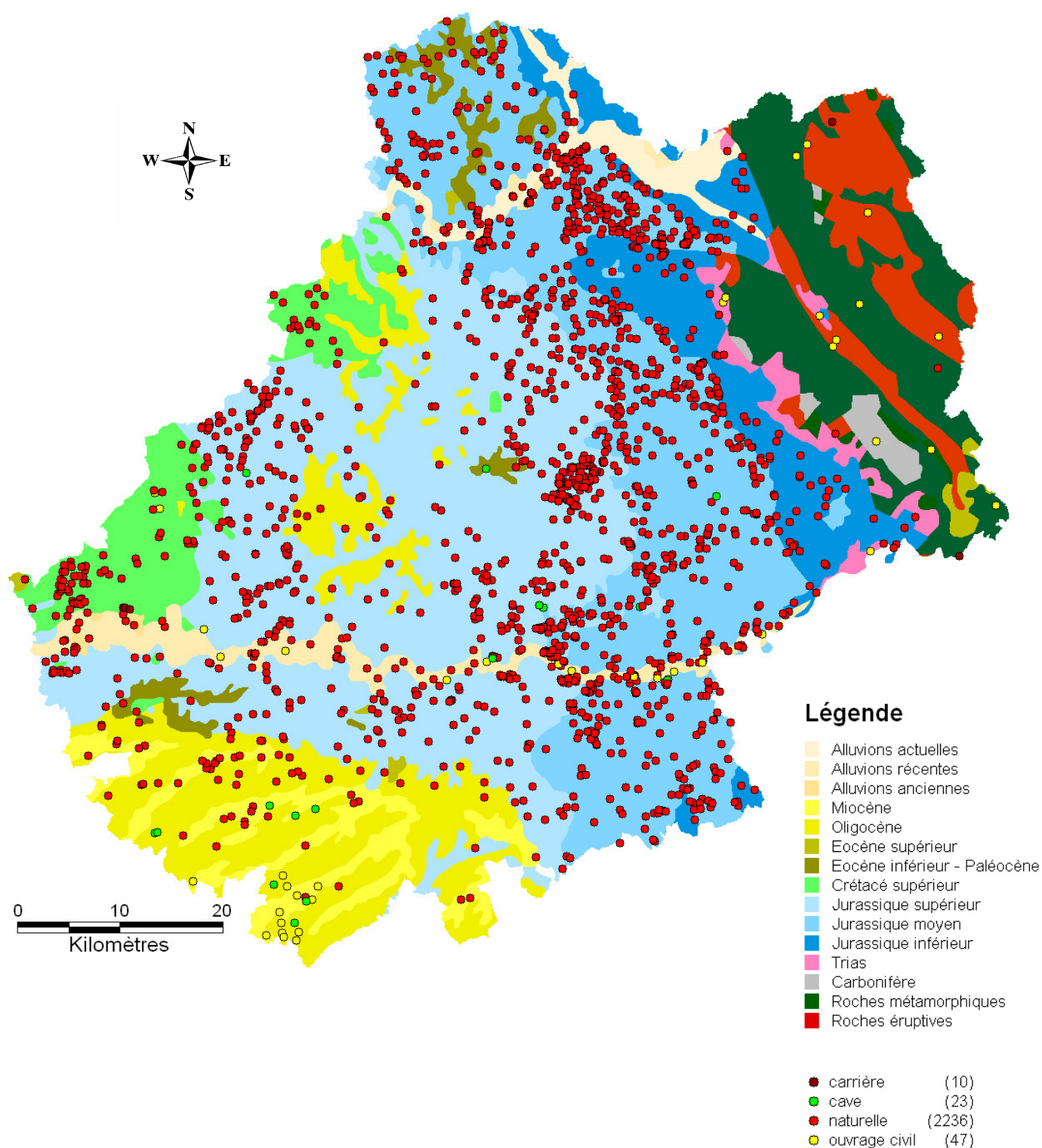


Illustration 8 - Répartition typologique des cavités souterraines recensées dans le département du Lot

5.3. VALIDATION DES DONNEES SUR LE TERRAIN - VISITE DES CAVITES « A RISQUE »

Les cavités anthropiques font l'objet d'une attention toute particulière en raison du caractère potentiellement dangereux de celles qui ont été abandonnées en fin d'exploitation, sans mise en sécurité. Elles sont donc l'objet principal des travaux de terrain. Cependant, certaines d'entre-elles n'ont pas été visitées lorsque leur état a été jugé satisfaisant au vu des données disponibles qui permettaient une localisation et une description répondant aux critères de la BDCavité,

Cette étude de terrain des cavités, *a priori* à risque, a deux objectifs principaux :

- localiser précisément ces cavités : le repérage se fait soit sur carte topographique à l'échelle du 1/25 000 (ou par le biais d'un GPS classique, précision ~10/15 m, si un tel repérage sur carte est impossible). Le géoréférencement initial est, au besoin, corrigé à l'issue de cette localisation,
- réaliser une description rapide de la cavité (ou la compléter si des informations sont déjà disponibles), concernant en particulier :
 - la nature de la ou des roches encaissantes, (la nature exacte du matériau exploité dans le cas de carrières),
 - son extension géométrique (largeur de l'orifice, de la cavité, etc.),
 - les caractéristiques du contexte géologique (lithologie des terrains concernés, pendage et puissance des couches, degré de fracturation, granulométrie des blocs, etc.),
 - l'évolution probable des parois de l'ouvrage (risques d'effondrements, épaisseur et stabilité de la couverture, etc.),
 - la position des éléments exposés (routes, maisons, voies ferrées, etc.) et tout particulièrement l'accessibilité au site (mesures de protection existante ou non, signalisation du danger, etc.) afin d'évaluer le risque aux personnes.

Cette visite de terrain est essentielle car elle permet une authentification des phénomènes décrits, même si elle ne permet pas d'aboutir à un diagnostic de stabilité. En effet, elle ne correspond pas une étude géotechnique mais a pour principal but de permettre une caractérisation du risque potentiel.

Chaque phénomène est illustré à l'aide de photographies, répertoriées dans un premier temps dans une base externe à BDCavité, mais qui lui sera à terme associée de façon dynamique.

La diversité des matériaux exploités (calcaire, grès, marbre, etc.) et les méthodes d'extraction de ceux-ci, rendent ces sites particulièrement vulnérables à des désordres d'ordre géologique (chute de blocs, effondrements du toit de la cavité, développement de fontis en surface, etc.). Ces ouvrages représentent souvent un danger réel aux

personnes et, au terme de ces visites, il est donc nécessaire d'informer les élus par envoi de courriers spécifiques (cf. annexe 4). Il apparaît donc nécessaire d'effectuer un travail de sensibilisation de ces mêmes élus et d'encourager le signalement de ce type de cavités.

22 communes ont été visitées à la date du rapport (illustration 9), le plus souvent en présence d'un représentant de la municipalité et/ou de la DRIRE du département (en particulier, visite d'anciennes carrières souterraines). Parmi celles-ci, 2 ont été averties que certaines cavités présentaient un risque éventuel, le plus souvent lié à la chute possible de blocs composant le toit de l'entrée de la cavité (toit peu compétent ou fracturé) ou lié à la morphologie abrupte et mal visible de l'entrée susceptible de provoquer la chute de personnes non informées (annexe 4).

5.4. VALORISATION DES DONNEES

Pour chacun des événements recensés, les informations recueillies sur le terrain sont notées sur une fiche de saisie normalisée afin de renseigner les différents champs décrivant la cavité identifiée : type de cavité, localisation (commune, lieu-dit, coordonnées géographiques, etc.), origine de l'information, descriptif (géométrie, contexte géologique, photos du site, etc.), indices d'instabilités, dommages causés, nature des études et travaux éventuellement réalisés (avec références bibliographiques), etc.

5.5. SAISIE DANS LA BASE LOCALE

Les fiches ainsi remplies serviront de support pour la saisie des informations dans la base de données locale sur les cavités souterraines.

5.6. EXEMPLES DES PRINCIPAUX TYPES DE CAVITES RENCONTRES DANS LE DEPARTEMENT

Les cavités souterraines du département appartiennent à 3 types principaux, les cavités naturelles, les ouvrages civils abandonnés et les carrières.

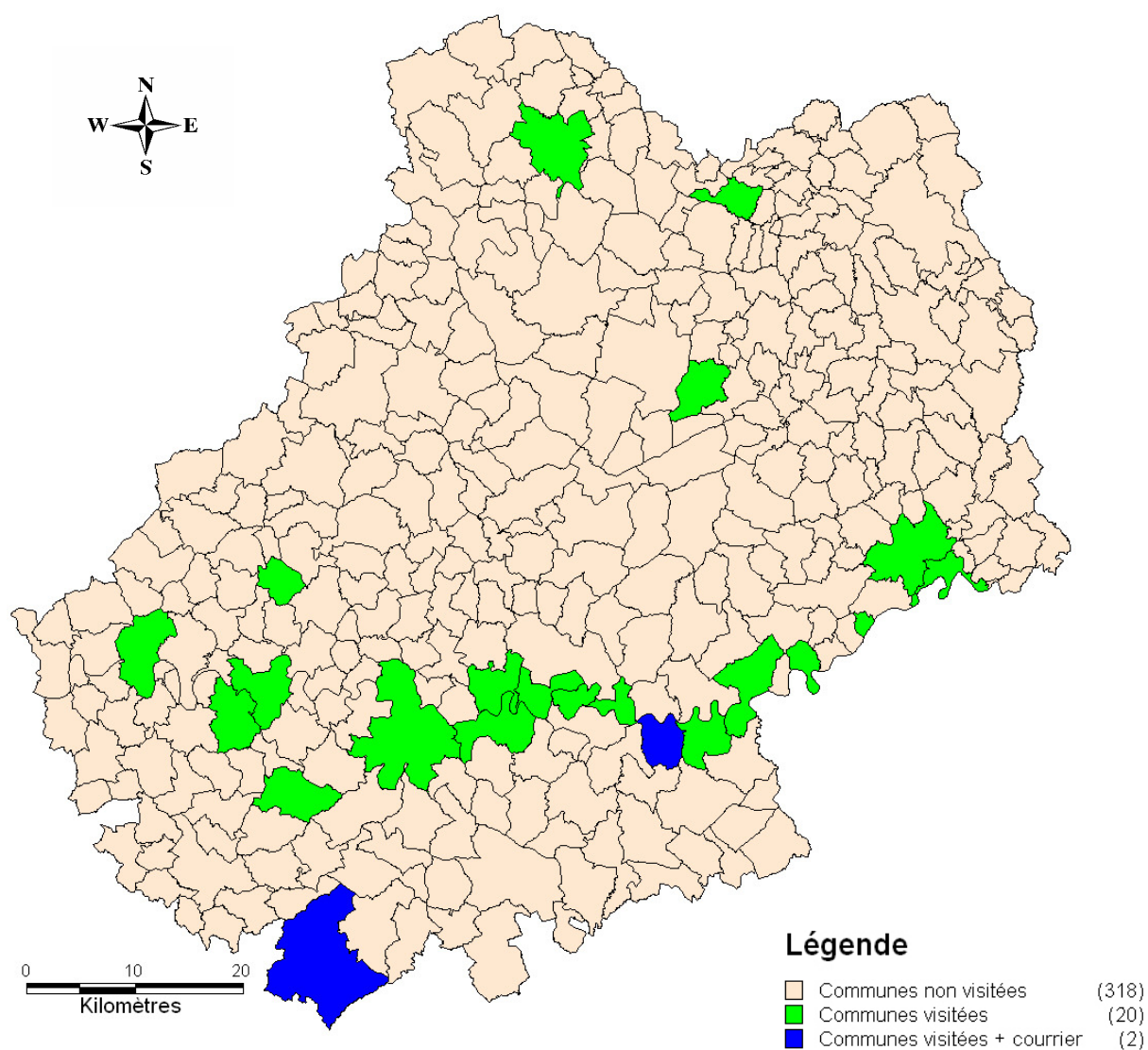


Illustration 9 – Localisation des communes visitées

5.6.1. Les cavités naturelles :

Elles constituent la plus grande part des occurrences inventoriées dans le département (illustration 8), constatation en accord avec la présence majoritaire de formations carbonatées sensibles aux phénomènes de dissolution. Ces formations sont en effet affectées par une altération karstique qui ménage grottes et réseaux de tunnels en leur sein.

La traduction naturelle de ces phénomènes à la surface du sol correspond à des dolines, des fontis voire des gouffres qui se sont formés au cours du temps et qui sont en évolution constante.(illustration10).



Illustration 10 – Les cavités naturelles : communes de Frontenac et Issendolus

Il est indéniable que l'activité humaine, avec l'extension des zones bâties et l'intensification des activités industrielles et touristiques prend un rôle non négligeable dans cette évolution. Deux exemples allant dans le même sens illustrent ce propos :

- le développement des cavités karstiques pourra être accéléré par les rejets d'eau en sous-sol,
- le pompage d'eau entraînant l'abaissement du toit de nappes karstiques pourra provoquer une diminution de pression interne pouvant aboutir à l'effondrement de cavités ouvertes sous des roches peu cohérentes.

Une nouvelle fois, la prévention du risque de désordres rend nécessaire la reconnaissance de l'emplacement et de l'importance des cavités.

5.6.2. Les ouvrages civils abandonnés :

Ces ouvrages se rencontrent en nombre relativement faible dans le département. Ils correspondent essentiellement à d'anciens tunnels ferroviaires, aujourd'hui inusités, qui doivent être surveillés. (illustration11).



Illustration 11 – Tunnels ferroviaires abandonnés (communes de Bouziès et Montbrun)

5.6.3. Les carrières :

Les carrières souterraines abandonnées, comme la carrière de chaux de Cénevières, (illustration 12 et annexe 4) sont présentes en nombre relativement limité sur le département .Elles sont en revanche susceptibles de provoquer à terme des dégâts importants dans la mesure où il s'agit d'exploitations anciennes, parfois non déclarées, seulement connues d'une population âgée, et réalisées dans des conditions de sécurité parfois insuffisantes. Il paraît primordial de les localiser précisément du fait de l'évolution qu'elles peuvent présenter vers la surface en étant à l'origine de fontis d'apparence identique à ceux d'origine naturelle.



Illustration 12 - Carrière de chaux abandonnée (commune de Cénevières)

6. Analyse des résultats

Une fois que les phases de recueil, de validation et de valorisation des données sont achevées pour l'ensemble du département, une synthèse des événements recensés est effectuée. Cette phase comprend une analyse critique de la représentativité des informations recueillies ainsi que la réalisation de cartes de synthèse.

L'analyse critique est menée afin de déterminer l'exhaustivité et la représentativité des résultats de l'étude, 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 des secteurs faiblement urbanisés, imprécision dans la localisation d'événements dont les traces ne sont plus visibles sur le terrain, etc.).

Cette analyse critique est indispensable afin d'évaluer la fiabilité des résultats de l'étude et la représentativité des informations recueillies.

6.1. EXHAUSTIVITE DES DONNEES

Comme évoqué précédemment, le résultat du présent travail vise à être aussi exhaustif que possible. Toutefois, dans la mesure où il repose essentiellement sur des enquêtes (municipalité, services techniques et associations divers, etc) et non sur une connaissance continue du territoire, il reste toujours potentiellement incomplet. L'inventaire présenté ici doit être donc vu comme la mise en place d'une base de données qui devrait être, dans le futur, actualisée au fur et à mesure des découvertes et constatations qui ne manqueront pas d'avoir lieu.

Toutefois, le taux de réponse des communes (>86%) ainsi que la densité des résultats de l'ensemble des recherches effectuées en parallèle, laisse supposer une bonne représentativité des résultats en terme de quantité pour les cavités naturelles. La consultation de nombreux ouvrages bibliographiques et sites internet (spéléologie) permet de penser que l'essentiel de l'information relative aux grands réseaux karstiques du Lot a pu être récupéré. Pour les cavités anthropiques, le peu d'information récupérée ne donne pas une bonne représentativité de la donnée.

6.2. ANALYSE CRITIQUE DES DONNEES

A la date du rapport, le taux de réponses des communes est jugé comme très satisfaisant avec plus de 86 % ce qui correspond à 293 réponses sur un total de 340 communes qui constituent le département du Lot.

De nombreux organismes sollicités n'ont toutefois toujours pas répondu.

La principale difficulté réside dans la disparité des données relatives à la présence de cavités souterraines, certainement due à une absence d'informations archivées ou même à la réticence de certaines communes à vouloir fournir les informations :

Disparités géographiques

Elles se traduisent de deux façons opposées :

- l'absence de localisation ou une localisation imprécise (zone de plusieurs dizaines de m², où se situerait une cavité souterraine),
- à l'extrême inverse, la fourniture d'un plan détaillé, à l'échelle cadastrale, sans repérage au niveau communal.

Dans les deux cas, des compléments d'information sont alors nécessaires alors même qu'ils peuvent ne pas exister.

Disparités dans la qualité des informations

La nature des cavités ainsi que leur taille est souvent mal évaluée (cavités bouchées, mention de « trous » d'origine naturelle alors qu'il s'agit de souterrains, mauvaise évaluation des dimensions de carrières souterraines, etc....).

Par ailleurs, la qualité de l'information dépend de la nature de la cavité concernée, et peut aller de l'absence complète de données à la fourniture de dossier complet comme par exemple dans le cas de souterrains refuges explorés à des fins archéologiques.

L'intérêt de la personne contactée quant à la problématique conditionne fortement la qualité des réponses. L'intérêt communal intervient également : les secteurs à forts enjeux actuels sont généralement bien décrits alors que les zones non urbanisées sont négligées.

7. Recommandations en matière de prévention des risques

7.1. LES SUPPORTS INFORMATIFS OU REGLEMENTAIRES

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 essentiel 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 événements 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 (reconnaisances 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. De plus, conformément à l'article R.111-3 du code de l'urbanisme, les maires peuvent assujettir à certaines contraintes la construction dans les zones exposées aux risques majeurs.

- 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 situées 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'une 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.

7.2. REPARTITION DES CAVITES ET RECOMMANDATIONS EN TERME DE PREVENTION DES RISQUES

7.2.1. Répartition générale des cavités

L'identification et la hiérarchisation des communes les plus exposées aux conséquences possibles de la présence de cavités souterraines peuvent être approchées par le calcul de la densité de cavités par unité de surface et par commune, aux limitations près de l'inventaire. Cette hiérarchisation est indicative et ne saurait se substituer à une évaluation de l'aléa. En outre, le fait d'une densité faible n'empêche pas que localement puissent se produire des effondrements importants.

Le calcul réalisé a permis de mettre en évidence une commune présentant une forte densité (ill.13), à savoir Bouziès, et 34 cavités présentant une densité moyenne.

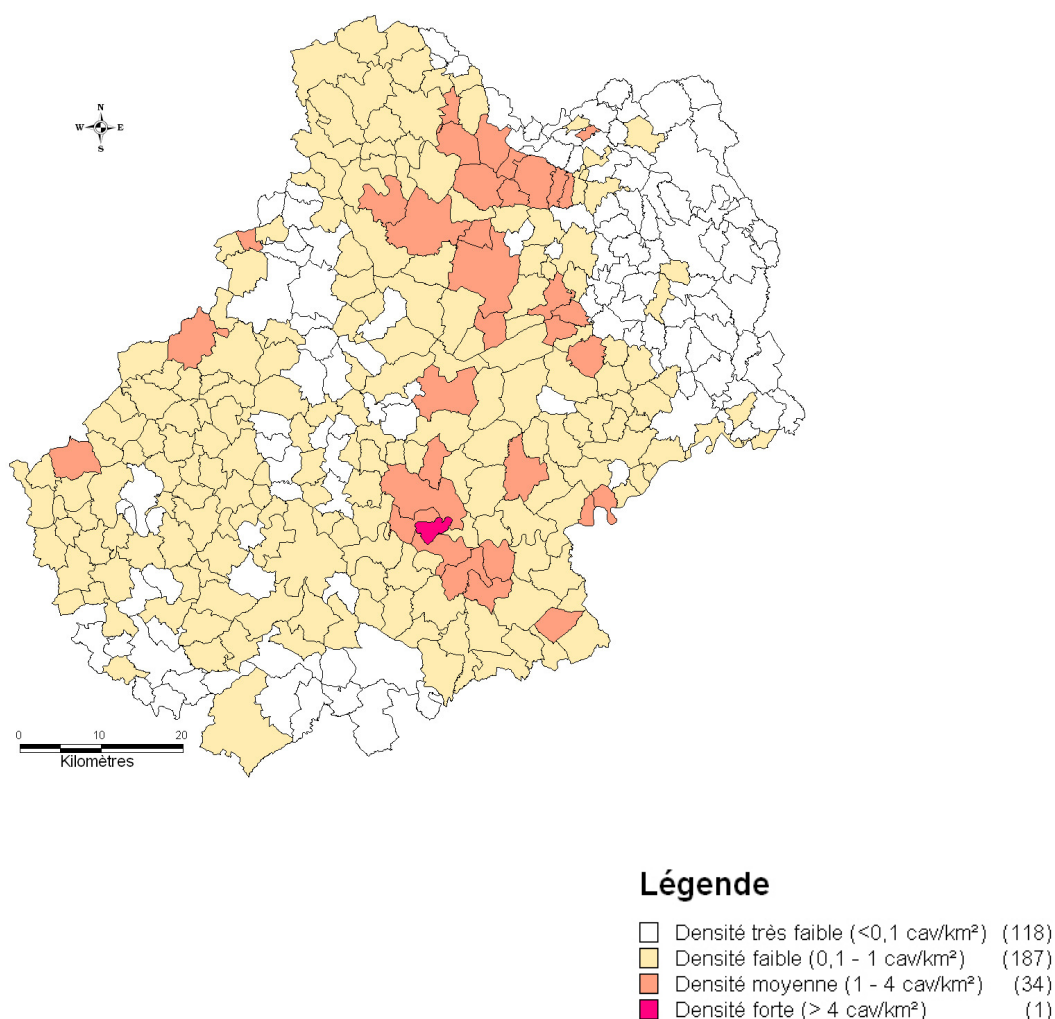


Illustration 13 - Densité des cavités dans les communes du département

7.2.2. Recommandations en termes de prévention des risques

Afin d'avoir une vision plus précise du degré d'exposition des communes et de pouvoir ainsi mieux hiérarchiser les démarches de prévention, il serait vivement souhaitable de procéder à une cartographie de l'aléa lié aux cavités souterraines de l'ensemble du département, en prenant en compte les causes tant naturelles qu'anthropiques. Une attention particulière serait toutefois portée aux formations géologiques carbonatées karstifiables qui sont le siège d'une très forte densité de cavités naturelles.

En fonction des résultats d'une telle étude pourraient être sélectionnées les communes susceptibles de faire l'objet d'un PPR, document réglementaire permettant une meilleure gestion de l'urbanisation face à l'aléa.

A défaut d'une telle cartographie, les mesures suivantes pourraient être prises :

- les communes à forte densité de cavités bénéficieraient d'un PPR, pour autant que leur densité de population le justifie ;
- les communes de moyenne et faible densité, mais possédant plus de 10 cavités, ne disposeraient que de documents informatifs comme les DCS ou DICRIM, annexés aux plans d'urbanisme et accompagnés d'une carte à l'échelle du 1/10 000^{ème}.
- enfin les communes de densité faible à moyenne, possédant moins de 10 cavités, seraient informées via un DCS accompagné d'une carte à l'échelle du 1/25 000^{ème} montrant les orifices et les centres des cavités.

8. Conclusions

L'inventaire départemental des cavités souterraines (hors cavités minières) du Lot a permis de recenser 2316 occurrences dont la grande majorité correspond à des cavités naturelles.

Les différentes représentations de la donnée n'ont pas permis de mettre en évidence un bassin particulier des risques liés aux vides souterrains. Néanmoins, il existe une relation claire entre les cavités et la géologie :

- les formations calcaires affectées de fractures et de failles sont, pour la plus grande majorité, sujettes au phénomène de dissolution karstique, avec pour conséquence la formation d'une forte densité de vides (grottes, conduits, etc). Ce contexte va donc conduire à la présence d'une forte densité de cavités dans les formations jurassiques qui constituent les plateaux des Causses,
- les formations molassiques, qui occupent le sud-ouest du département, présentent une texture relativement tendre. Elles sont donc localement propices au creusement, ce qui induit la présence de quelques vides.

Les informations concernant la présence et l'extension des ouvrages anthropiques restent à l'issue du présent travail au mieux très incomplètes. Il serait en ce sens nécessaire d'approfondir cette recherche afin de dégager des informations qui permettraient de mieux cartographier les galeries souterraines.

Les cavités naturelles connues par les associations départementales et locales de spéléologie bénéficient d'une information souvent complète et précise. La transmission de cette information aux services du BRGM n'est toutefois pas directe et elle ne se fera que dans le cadre d'un accord général, toujours en discussion, avec la fédération nationale française de spéléologie. Cette importante difficulté a toutefois pu être pour partie contournée via la consultation des sites internet. Il n'en reste pas moins probable que la quantité de données collectées par ces moyens est probablement inférieure à celle qui est réellement connue.

Enfin, il est vraisemblable qu'un nombre non négligeable de cavités ne présentant pas d'intérêt spéléologique reste totalement ignoré à cette date :

- les cavités naturelles ne sont, logiquement, bien visibles, et donc connues, que le long des vallées entaillées par les cours d'eau au sein des massifs calcaires. Il est vraisemblable que leur densité ne diminue pas à distance des vallées, comme la présence de dolines au sein de ces mêmes massifs le suggère,
- les cavités anthropiques ne figurent non plus toutes dans cet inventaire. L'exemple des souterrains refuges mis au jour régulièrement, au cours de labours ou de travaux divers, laisse penser que nombreux sont ceux qui restent encore à découvrir.

L'ensemble des informations sera mis à disposition du public en 2007, après validation de la Préfecture, de la DIREN et de la DRAC, à travers la base de données Bdcavité (<http://www.bdcavite.net>).

Bibliographie

ASTRUC J.G. (2003) – Géologie en Quercy. www.quercy.net/geologie

ASTRUC J.G. (1996) – Les dépressions karstiques sur les causses du Quercy – Publication Quercy Recherche n° 83

ASTRUC J.G, BAKALOWICZ M., BISCALDI R., MANGIN A. (1988) - Etude des possibilités de surexploitation des aquifères karstiques de Midi-Pyrénées - Rapport n°88 SGN 781 MPY du BRGM.

ASTRUC J.G., COUSTOU JC., CUBAYNES R., GALHARAGUE J., LORBLANCHET M., MARCOULY R., PELISSIE T., REY J. (1994) - Notice explicative de la feuille Gramat à 1/50 000 (n°833)

ASTRUC J.G., REY J., PELISSIE T., LORBLANCHET M., VIANEY-LIAUD J., GALHARAGUE J. (1992) - Notice explicative de la feuille Saint-Géry à 1/50 000 (n°857)

ASTRUC J.G, SOULE J.C. (1977) – Hydrogéologie du Quercy –Les suppléments de Quercy Recherche, vol.3

ASTRUC J.G. et TARRISSE A. (1986) – Hydrogéologie des formations kimméridgiennes à l'ouest de Cahors et au sud de la rivière Lot - in Recherches sur les karsts du Quercy et du SO de la France - Comité régional de Spéléologie (F.S.S.).

BARET Ch (1968) - Souterrains aménagés en Quercy-Blanc (canton de Castelnau-Montratier) - Bulletin de la société des études du Lot.

BELLIER A. (2006) – Cartographie de l'aléa retrait- gonflement des argiles dans les départements des Hautes-Pyrénées et du Lot – Mémoire d'ingénieur de l'IGAL

BRGM – Notices des cartes géologiques de la France à l'échelle du 1 /50 000ème : 784, 785, 808, 809, 810, 832, 833, 834, 835, 855, 856, 857, 858, 859, 879, 880, 881, 882, 904, 905

BOUROULLEC I., DELPONT G., GRONDIN V. (2006) – Inventaire des cavités souterraines du département de l'Ariège – Rapport final – BRGM/RP-54503-FR, 71 pages, 17 illustrations, 4 annexes.

BOUROULLEC.I., LAGOIN.R. (2006) - Inventaire des cavités souterraines du département du Tarn-et-Garonne. Rapport final - BRGM/RP-55135-FR

BOUROULLEC.I., MARTY.F., GANDELLI.A. (2006) - Inventaire départemental des cavités souterraines du Lot (46). Rapport d'avancement. BRGM/RP-54874-FR

ESPERET (1995) – Recueil de topographies : 400 cavités du Lot à l'usage des spéléos- Spéléo-Club de Saint-Céré.

DELPONT.G., GOUPILLOT.M., DOMERGUE.S. (2006) - Inventaire des cavités souterraines du département de Haute-Garonne (31). Rapport final. BRGM/RP-55155-FR.

GALAN A. (1998) – Cavités du Bassin Inférieur de l'Aveyron (CD-ROM)

GANDELLI A. (2006) - Inventaires départementaux des cavités souterraines dans le Lot et le Tarn : *évaluation des facteurs pertinents pour la réalisation d'une carte de susceptibilité*. Rapport de fin d'études - Master 2 « Aménagement et Géo-Ingénierie » - Université de Nice – Sophia-Antipolis

JUILLET M. (2003) – Inventaire départemental des mouvements de terrain du Lot – Rapport de fin d'études Master2 - Polytech'Grenoble

MANGIN A., ROCHE J. (1986) - Evaluation des potentiels en eau des karsts situés entre les vallées de la Garonne et de l'Aude. (Rapport établi à partir du mémoire de thèse présenté par C.Salic en novembre 1982). Rapport n° 86 DGN 096 MPY du BRGM.

PELISSIE Th. (1986) – Le système karstique de Lantouy (Causse de Limogne – Lot) - in Recherches sur les karsts du Quercy et du SO de la France - Comité régional de Spéléologie (F.S.S.).

PHILIPPE M. (1986) – Les cavités du Lot et la paléontologie du Quaternaire - in Recherches sur les karsts du Quercy et du SO de la France - Comité régional de Spéléologie (F.S.S.).

POMEROL, C., LAGABRIELLE, Y. et RENARD, M. - Eléments de Géologie. Masson Sciences.

RAUCH W.H., WHITE B.W. (1977) – Dissolution kinetics of carbonates rocks 1. Effects of lithology on dissolution rate – Water Resources Research, vol. 13

SOULE J.C. (1981) – Réseau karstique de l'Ouyse. Projet de réserve naturelle – Rapport BRGM n° 81 SGN 630 MPY.

Soulé J.C. (1976) - Evaluation des ressources hydrauliques de la France - Etat des connaissances et synthèse hydrogéologique du département du Lot BRGM – Rapport BRGM n° 76 SGN 001 MPY.

TAISNE J. (1995) – Contribution à un inventaire spéléologique du département du Lot- Comité Départemental de Spéléologie du Lot - Librairie Spelunca.

ZHANG D., FISHER H., BAUER B., PAVUZA R., MAIS K. (1995) – Field tests of limestone dissolution rates in karstic Mt. Kraüterin, Austria – Cave and Karst Sciences, vol. 21 (2)

Sites internet

www.quercy.net ; www.insee.fr ; christian.manrandeau.free.fr ;

perso.orange.fr/thierry.maillard/fr/services/issendolus/sites.htm#R103

lecrad.free.fr

Annexe 1

Lettre du Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement

**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

Programmation des inventaires départementaux des cavités souterraines

RÉCAPITULATIF PROGRAMMATION CAVITÉS 2001-2006 – Mise à jour fin 2005

INVENTAIRES TERMINÉS À FIN 2001	INVENTAIRES TERMINÉS À FIN 2002	INVENTAIRES PROGRAMMES EN 2002-2003
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) HÉRAULT (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) RHÔNE (69) SARTHE (72)
* inventaires partiels ** complétés partiellement entre 2002 et 2005 suite à étude influence remontées de nappe sur les MVT. *** bassin de risque de 8 communes.	* inventaires partiels hors convention MATE	
INVENTAIRES PROGRAMMES EN 2003-2004	INVENTAIRES PROGRAMMES EN 2004-2005	INVENTAIRES PROGRAMMES EN 2005-2006
AUBE (10) ARDECHE (07) GARD (30) HAUTE-LOIRE (43) LOZERE (48) PAS-DE-CALAIS (62) * SEINE ET MARNE (77)	ALLIER (03) ALPES-MARITIMES (06) ARIEGE (09) AUDE (11) CANTAL (15) EURE-ET-LOIR (28) LOT-ET-GARONNE (47) SAONE-ET-LOIRE (71) HAUTE-SAVOIE (74)	BOUCHES DU RHONE * CHER (18) HAUTE-GARONNE (31) MAINE ET LOIRE (49) SAVOIE (73) TARN-ET-GARONNE (82) VAR (83) * VAUCLUSE (84) * TERRITOIRE DE BELFORT (80)** LOT (46)
* convention spécifique MEDD		* compléments d'inventaire ** inventaire mixte cavités / mouvements de terrain
INVENTAIRES PROGRAMMES EN 2006-2007	INVENTAIRES ENVISAGES POST 2006	

Annexe 3

Notice et Questionnaire destinés aux communes



Inventaire départemental des cavités souterraines du département du Lot

Notice relative à l'enquête auprès des communes

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, aussi exhaustif que possible, des **cavités souterraines** du territoire métropolitain. Le département du Lot a été programmé pour l'année 2006. Votre commune est donc concernée.

L'information recherchée correspond aux **principaux types** suivants :

1. les cavités d'origine humaine, **abandonnées** :
 - les carrières souterraines, à savoir les exploitations en souterrain de substances non concessibles (pierre de taille, craie, gypse, ardoise, argile, ocre, etc...). Les mines de substances métalliques sont exclues,
 - les ouvrages tels que tunnels, galeries, aqueducs et caves à usage industriel, civils ou militaires.
2. les cavités naturelles (grottes, gouffres, habitat troglodite, etc).

Chaque cavité répertoriée fera l'objet d'une fiche descriptive complète et ensuite, dans la mesure du possible, d'une visite de terrain. Le BRGM a donc besoin d'une localisation précise de tous ces phénomènes. Il vous demande :

1. de localiser, le plus précisément possible sur la carte jointe, la ou les cavités connues, en affectant à chaque point un numéro séquentiel (1, 2, 3,...). En ce qui concerne les ensembles de cavités, type habitats troglodytiques ou caves à flanc de coteaux, il vous est seulement demandé de tracer sur la carte IGN l'enveloppe globale de la zone,
2. en rappelant le numéro séquentiel utilisé sur la carte, d'ajouter les renseignements suivants, si bien sûr vous les possédez, sur la fiche jointe, que vous pouvez photocopier au besoin :

<i>Type de cavité</i>	selon la nomenclature ci-dessus
<i>Nom de la cavité ou du lieu dit</i>	si existant
<i>Existence de plans</i>	si les plans existent, indiquez s'ils sont disponibles et précisez le lieu de consultation
<i>Géométrie de la cavité</i>	description très générale (forme générale puis longueur, largeur, hauteur et profondeur approximatives, si vous les connaissez)
<i>Accès depuis la surface et Protection de l'accès</i>	signalez le point d'accès éventuel et s'il est fermé au public ou non. S'il est fermé, indiquez la personne à contacter pour l'ouverture
<i>Nombre de niveaux dans le sol</i>	par exemple lorsque la cavité présente plusieurs étages de galerie
<i>Confortement existant</i>	existence et type du confortement de la cavité
<i>Usage actuel</i>	le cas échéant
<i>Evènement en surface</i>	signalez les désordres (effondrements,...) qui ont pu se produire en relation, au moins supposée, avec la cavité
<i>Dommages, Travaux</i>	le cas échéant, causés par les évènements en surface
<i>Occupation du sol</i>	au droit de la cavité (zone urbaine, cultures, forêt, etc)
<i>Domaine public ou privé</i>	cette information est importante pour organiser nos travaux de terrain
<i>Propriétaire (si domaine privé)</i>	nom et n° de téléphone
<i>Commentaires</i>	toute information dont vous disposeriez et qui n'entre pas dans les rubriques ci dessus. Si la place vous manque, vous pouvez ajouter une feuille complémentaire en mentionnant le n° séquentiel de la cavité que vous décrivez

3. d'indiquer les jours et heures d'ouverture de la Mairie et le numéro de téléphone,

4. de répondre à cette enquête même si votre commune n'est pas affectée par ces cavités (une absence de cavité, en particulier naturelle, dans telle ou telle zone est géologiquement intéressante).

Personne à contacter :
 Freddy Marty - BRGM - SGR/MPY,
 3, rue Marie Curie – Bâtiment Aruba, BP 49
 31527 Ramonville St Agne Cedex,
 Tel : 05 62 24 14 63 ; Télécopie : 05 62 24 14 69 ; courriel : f.marty@brgm.fr

Inventaire des cavités souterraines du Lot : Fiche de renseignements

Dossier suivi par :
Freddy Marty
05 62 24 14 63
f.marty@brgm.fr

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

n° séquentiel de Cavité	1	2	3	4	5
Type de cavité					
Nom de la cavité ou du lieu dit					
Existence de plans. Indiquez la disponibilité					
Géométrie de la cavité					
Accès depuis la surface					
Protection de l'accès					
Nombre de niveaux dans le sol					
Confortement existant					
Usage actuel					
Evènement en surface (effondrement?)					
Dommages(date si connue), Travaux					
Occupation du sol					
Domaine public ou privé (pour notre visite)					
Propriétaire (le cas échéant)					
Commentaires					

Annexe 4

Exemple de courrier envoyé aux mairies concernée par des cavités susceptibles d'être dangereuses

et photographies des deux sites ayant justifié l'envoi de courrier



Madame le Maire

Mairie

1, Place Gambetta

46170 CASTELNAU-MONTRATIER

Ramonville, le 05/07/06

Madame le Maire,

Dans le cadre de l'inventaire des cavités souterraines du Lot ordonné par le Ministère de l'Environnement, nous avons sollicité de votre part des informations à travers un questionnaire auquel vous avez eu l'amabilité de répondre et nous vous en remercions. Sur la base des informations qui nous étaient disponibles, nous avons procédé à une inspection de site sur votre commune le 12/06/06 accompagnée de la propriétaire de la parcelle.

Il s'avère qu'une cavité connue au lieu-dit « Marcaix » présente à court terme un risque pour les personnes et/ou pour les biens. En effet, cette cavité dite du « Souterrain du Cornus », dont l'orifice est mal protégé et mal repéré, peut être à l'origine de chutes sur une profondeur qui reste à déterminer, mais qui semble cependant importante.

Par conséquent, nous vous recommandons de procéder à un diagnostic précis de cette cavité souterraine afin de définir les moyens de mise en sécurité à mettre en œuvre. A titre d'information, sachez que dans la majorité des cas la mise en place de panneaux suffisent à réduire le risque dans des proportions raisonnables.

Dans l'immédiat, nous vous préconisons d'implanter des panneaux d'avertissement du danger à l'entrée de la cavité ou au niveau de l'entrée du chemin desservant les habitations du lieu-dit « Marcaix », et de rapidement protéger l'orifice par une dalle d'obstruction ou une clotûre.

Restant à votre entière disposition pour toute information complémentaire, nous vous prions de croire, Madame le Maire, en l'expression de notre considération distinguée.

Philippe Dutartre

Directeur du Service Géologique Régional Midi-Pyrénées

P.J. : - carte de localisation de la cavité à risques

- photos de la cavité



Entrée du souterrain de Cournus , commune de Castelnau-Montratier



Carrières de chaux de Cénevières

(vue extérieure sur l'illustration 12)



Géosciences pour une Terre durable

brgm

Centre scientifique et technique

3, avenue Claude-Guillemin
BP 6009
45060 – Orléans Cedex 2 – France
Tél. : 02 38 64 34 34

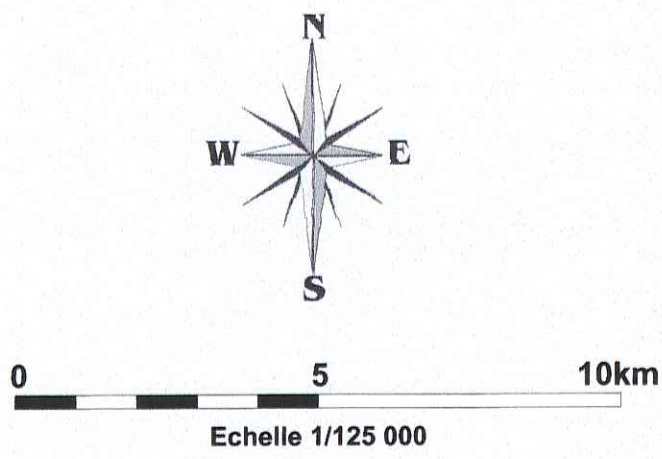
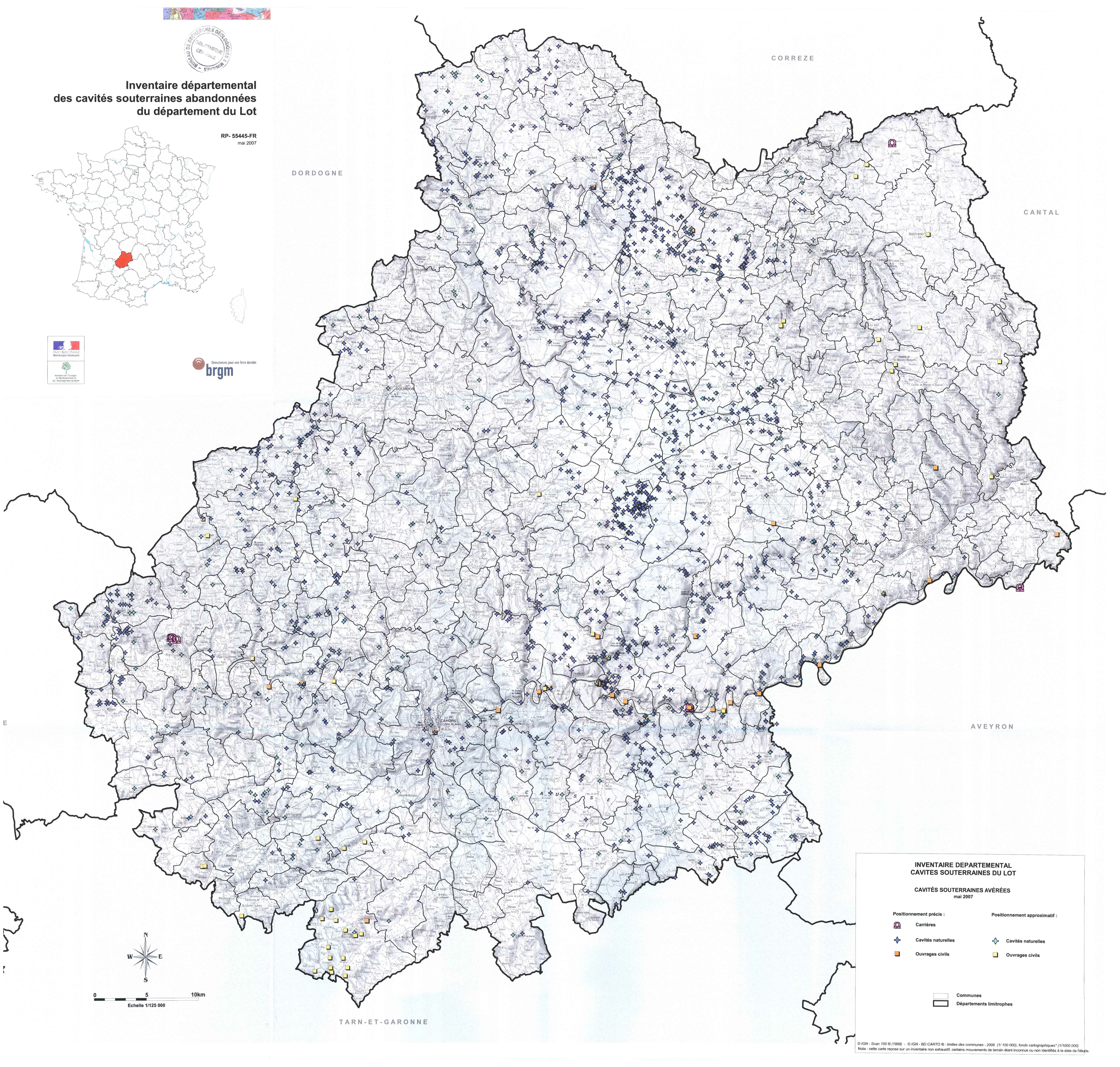
Service géologique régional Midi-Pyrénées

3, rue Marie Curie
Bâtiment ARUBA BP 49
31527 – RAMONVILLE SAINT-AGNE CEDEX - France
Tél. : 05 62 24 14 51



**Inventaire départemental
des cavités souterraines abandonnées
du département du Lot**

RP- 55445-FR
mai 2007



**INVENTAIRE DEPARTEMENTAL
CAVITES SOUTERRAINES DU LOT**

CAVITES SOUTERRAINES AVERÉES
mai 2007

Positionnement précis :

- Carrières
- Cavités naturelles
- Ouvrages civils

Positionnement approximatif :

- Cavités naturelles
- Ouvrages civils

Communes

Départements limitrophes

© IGN - Scan 100 @ (1999) - © IGN - BD CARTO @ : limites des communes - 2006 (1/100 000), fonds cartographiques* (1/1000 000)
Nota : cette carte repose sur un inventaire non exhaustif, certains mouvements de terrain étant inconnus ou non identifiés à la date de l'étude.