



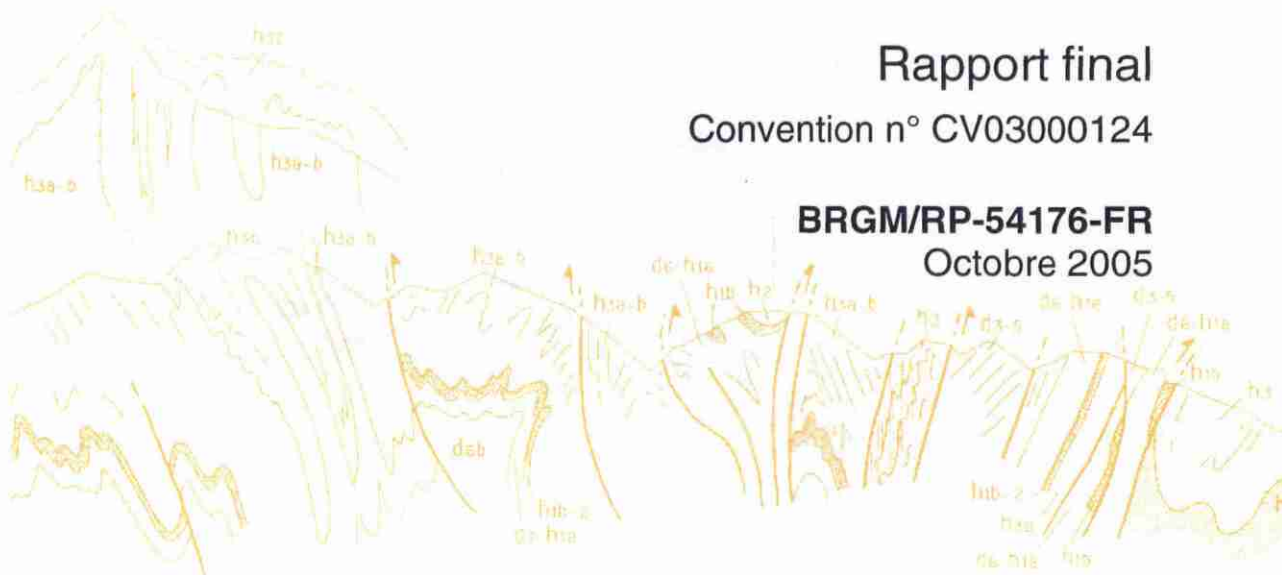
Inventaire départemental des Cavités souterraines du Gard (30)

Rapport final

Convention n° CV03000124

BRGM/RP-54176-FR

Octobre 2005





Inventaire départemental des Cavités souterraines du Gard (30)

Rapport final

BRGM/RP-54176-FR
Octobre 2005

Etude réalisée dans le cadre des opérations
de service public du BRGM PSP03LRO40

B. Colas

Vérificateur :

Exemplaire original signé par
J-L. NEDELLEC

Approbateur :

Exemplaire original signé par
M. AUDIBERT



Avertissement

Ce rapport est adressé en recommandé avec accusé de réception en 5 exemplaires en communication exclusive au demandeur : Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable.

Le demandeur s'engage à organiser dans un délai de 15 jours à dater de la réception du présent rapport une réunion afin d'en préciser conjointement la diffusion et le plan de communication s'y rattachant. Le BRGM, exerçant les droits moraux dont il est titulaire en tant qu'auteur du rapport, validera les conditions de sa diffusion compte tenu des souhaits exprimés à l'occasion de la réunion.

Passé ce délai, le BRGM ne saurait être tenu comme responsable du porté à connaissance d'un tiers de son contenu qui ne soit pas de son fait, et des éventuelles conséquences pouvant en résulter.

* * * * *

Mots clés : Mots clés : Base de données, inventaire, département du Gard, cavités souterraines, carrières souterraines abandonnées, cavités naturelles, ouvrages civils et militaires

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

Colas B., avec la collaboration de D. Chopin (2005) – Inventaire départemental des cavités souterraines du Gard (30). Rapport final. BRGM/RP-54176-FR. 59 p., 30 ill., 2 ann., 1 carte h.-t

© BRGM, 2005, 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 abandonnées (hors mine) d'origine anthropique ou naturelle sur le département du Gard (convention n° CV03000124 du 21 octobre 2003).

L'inventaire départemental des cavités souterraines a pour objectif de recenser, localiser et caractériser les principales cavités souterraines présentes sur ce territoire, puis d'intégrer l'ensemble de ces informations dans la base de données nationale (BDCS : Base de Données sur les Cavités Souterraines). Un canevas méthodologique est défini à l'échelle nationale, intégrant les phases de collecte des données, validation sur le terrain, valorisation des données et saisie, synthèse des données.

L'inventaire réalisé sur le département permet le recensement de 2415 cavités souterraines réparties comme suit :

- 321 cavités liées à l'existence de carrières souterraines anciennes, pour la plupart localisés en majeure partie dans la région d'Uzès pour l'exploitation de terres réfractaires (argiles et sable), et ponctuellement dans d'autres secteurs (sépiolite à Salinelles, gypse à Monoblet ...),
- 2085 cavités (ou orifices de cavités) se rattachant à des cavités souterraines d'origine naturelle liées à la dissolution de roches calcaires (karstiques) et gypsifères. La localisation des cavités liées aux formations karstiques se rencontrent majoritairement dans la moitié sud du département (avens, grottes...) dans les secteurs des Causses et des Garrigues,
- 9 cavités de type ouvrage civil abandonné dont les tunnels rattachés à l'aqueduc antique du Pont du Gard.

Dans le département 204 communes (58%) sont concernées par la présence de cavités souterraines dont 63 par plus de 10 cavités.

Cet inventaire départemental permet d'actualiser les données existantes en matière d'information préventive.

En terme de prévention du risque associé à ces cavités, l'état de connaissance faible de la plupart des cavités anthropiques recensées, du fait de leur vétusté, et le contexte géologique favorable à la stabilité générale des cavités naturelles en milieu karstique rend délicat toute approche de l'aléa d'effondrement ou d'affaissement associé. Néanmoins, il apparaît que dans certains secteurs, sous réserve d'une pression urbanistique avérée, des enquêtes relatives aux désordres de surface associés aux exploitations souterraines, pouvant le cas échéant déboucher sur une cartographie d'aléa, mériterait d'être entreprise.

Concernant les cavités naturelles, les cavités liées au karst ne semblent pas poser de problème majeur de mouvement de terrain de type affaissement ou effondrement. La connaissance des orifices fournira néanmoins un outil de prévention aux services de la protection civile. Concernant les cavités naturelles liées aux phénomènes de dissolution de gypse, il s'avère que des désordres, parfois importants ont été relevés dans plusieurs communes (Laval-Pradel, Les salles-du-Gardon, Boucoiran-et-Nozières, Alès).

L'inventaire départemental des cavités souterraines abandonnées (hors mines) servira de point d'appui à l'établissement éventuels de zonages en terme d'aléa mouvement de terrain ou en base d'information pour l'élaboration de documents d'urbanisme (DCS, DICRIM, PPR). Mais compte tenu du contexte géologique du département du Gard et de son passif minier important, l'intégration des cavités et des désordres liés à cette activité constitue, à notre sens, le préalable à toute proposition de programmation de documents d'urbanisme tels que les PPR.

Sommaire

1. INTRODUCTION.....	9
2. CADRE GENERAL DU PROGRAMME	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.....	12
2.3.1. Présentation.....	12
2.3.2. Architecture et champs de base de BDCavité	13
2.3.3. Acquisition des données	16
2.3.4. Mise à disposition de l'information	17
2.4. PRINCIPALES ETAPES DE LA METHODOLOGIE DES INVENTAIRES	17
2.4.1. Typologie.....	17
2.4.2. Recueil des données.....	18
2.4.3. Validation sur le terrain – Valorisation des données et saisie	19
2.4.4. Synthèse des données.....	20
2.4.5. Limites de l'étude	21
3. CONTEXTE.....	23
3.1. PRESENTATION GENERALE DU DEPARTEMENT	23
3.1.1. Géographie - Morphologie	23
3.1.2. Géologie.....	24
3.1.3. Hydrogéologie.....	26
3.2. UNITES GEOLOGIQUES PROPICES A L'EXISTENCE DE CAVITES SOUTERRAINES	27
4. RECUEIL DES DONNEES	29
4.1. DONNEES D'ARCHIVES	29
4.1.1. Données IGN.....	29
4.1.2. Archives BSS (BRGM)	30
4.1.3. Archives de la DRIRE Languedoc-Roussillon.....	31
4.1.4. Archives municipales	31
4.1.5. Rapports et synthèses BRGM.....	31
4.1.6. Données bibliographiques spéléologiques	32
4.1.7. Données bibliographiques d'ouvrage divers	32
4.1.8. Données collectées par Internet	32

4.1.9. Synthèse des données d'archives.....	33
4.2. ENQUETES COMMUNALES ET VISITES DE TERRAIN	33
4.3. MOUVEMENTS DE TERRAIN	35
4.4. SYNTHESE DE LA PHASE DE RECUEIL DE DONNEES.....	36
5. VALIDATION ET VALORISATION DES DONNEES	37
5.1. ELIMINATION DES DOUBLONS – VALIDATION DES DONNEES D'ARCHIVES	37
5.2. VALIDATION DE TERRAIN	38
5.3. SYNTHESE DES DONNEES VALIDEES	39
5.4. INTEGRATION DANS LA BASE CAVITES	39
6. ANALYSE DES RESULTATS	41
6.1. QUALITE ET REPRESENTATIVITE DES INFORMATIONS RECUEILLIES.....	41
6.1.1. Exhaustivité	41
6.1.2. Qualité des données.....	41
6.2. TYPOLOGIE DES CAVITES.....	43
6.2.1. Nature et distribution par type.....	43
6.2.2. Cavités naturelles	43
6.2.3. Carrières souterraines	46
6.2.4. Ouvrages civils	48
6.3. REPARTITION	48
6.3.1. Répartition par type de cavités.....	48
6.3.2. Répartition par grands ensembles géologiques.....	50
7. RECOMMANDATIONS EN MATIERE DE PREVENTION DES RISQUES	53
7.1. GENERALITES	53
7.2. REPARTITION GENERALE DES CAVITES ET RECOMMANDATIONS EN TERME DE PREVENTION DES RISQUES	55
7.2.1. Répartition générale des cavités	55
7.2.2. Recommandations en terme de prévention des risques.....	58
8. CONCLUSIONS.....	59

ANNEXES

Liste des illustrations

illustration 1 – Thème « identification/localisation » de la base de données	14
illustration 2 – Autres thèmes spécifiques à chaque type de cavité	15
illustration 3 – Cas d'une carrière ou d'une cave.....	16
illustration 4 – Ouvrage civil	16
illustration 5 – Présentation du site Internet	17
illustration 6 – Cadre morphologique.....	23
illustration 7 – Cadre géologique (extrait carte de la France 1/1 000 000 ©brgm)	25
illustration 8 – Cartographie synthétique des formations aquifères karstiques du Gard.....	27
illustration 9 – Exploitation des données IGN © Scan 25	30
illustration 10 – Répartition par source de l'origine des données d'archives.....	33
illustration 11 – Enquêtes communales.....	34
illustration 12 – Cartographie des mouvements de terrain	35
illustration 13 – Répartition par source de l'origine des données collectées	36
illustration 14 – Sources d'informations, cas de la Grotte Event de Bel-Fournet (commune de Blandas)	37
illustration 15 – Représentation cartographique, cas de la Grotte Event de Bel-Fournet (commune de Blandas)	38
illustration 16 – Distribution des sources de données par site	39
illustration 17 – Précision des coordonnées en plan des sites inventoriés.....	42
illustration 18 – Qualité d'information relative aux carrières souterraines	42
illustration 19 – Distribution des cavités par famille.....	43
illustration 20 – Bloc diagramme représentant un paysage karstique synthétique (M. Bakalowicz – 1999)	44
illustration 21 – Cavités naturelles : distribution par type	45
illustration 22 – Cavités naturelles : diagramme de distribution par type	46
illustration 23 – Carrières souterraines : distribution des substances exploitées	46
illustration 24 – Répartition géographique par grande famille de cavités	48
illustration 25 – Répartition géographique par type de cavité.....	49
illustration 26 – Répartition géographique par type des cavités recensées	50
illustration 27 – Répartition géologique des cavités recensées.....	51
illustration 28 – Densités de cavités recensées par ensemble géologique	52
illustration 29 – Synthèse des communes les plus concernées par la présence de cavités (naturelles et anthropiques).....	56
illustration 30 – Densités de cavités par commune	57



1. Introduction

Le présent rapport présente une synthèse finale de l'opération d'inventaire des cavités souterraines abandonnées (hors mines) du département du Gard cofinancé par le Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable (convention référencée MEDD DPPR/BRGM n° CV03000124 signée le 21 octobre 2003). On soulignera qu'il s'agit d'un inventaire dont la validité s'applique à la date à laquelle il a été réalisé et ne pouvant prétendre à une exhaustivité totale.

Ce programme, prévu sur une durée de six ans, comprend des inventaires départementaux, suivant un cahier des charges général défini en accord avec le MEDD (Annexe 1). L'ensemble des informations collectées doit ensuite être intégré à la base de données nationale qui sera consultable sur Internet (www.bdcavite.net).

Le Gard, dont le territoire comprend un nombre important de cavités souterraines, fait partie des départements sélectionnés pour faire l'objet d'un inventaire spécifique. Le présent document constitue le rapport final des travaux engagés sur ce programme.

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



2. Cadre général du programme

2.1. OBJECTIF DES INVENTAIRES

2.1.1. Généralités

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

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

Par extension, cette démarche s'applique également aux autres type 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 une meilleure connaissance du risque (compte tenu des mouvements de terrain qui peuvent être occasionnés et donc sa prévention, et l'organisation des secours en cas de crise.

Elle peut en particulier permettre l'élaboration de cartes de l'aléa associé à la présence des cavités souterraines, et ainsi participer en tant que telle à celle de documents à usage réglementaire, de type PPR, comme à l'information préventive du public(DDRM, DICRIM, DCS).

2.1.3. Objectifs à l'échelle nationale

Il s'agit d'initier une démarche globale 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 s'agit de rassembler la totalité des informations disponibles (sans qu'il soit possible de prétendre à l'exhaustivité en la matière) et de la stocker, sous forme homogène, dans une base unique et fédérative de données géoréférencées : la Base de Données nationale dont les développements informatiques ont été cofinancés par le MEDD de 1999 à 2001.

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

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 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 de programmation 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 des inventaires départementaux, se finalise le développement par le BRGM de l'outil informatique Base de Données nationale sur les Cavités souterraines,

BDCavité. Cette base 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 variable en fonction du type de cavité étudié.

Deux grands types de cavités souterraines sont à distinguer : les cavités d'origine naturelle et les cavités d'origine anthropique, et parmi celles-ci les types déclinés ci-dessous.

a) Cavités souterraines abandonnées d'origine anthropique

- 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.

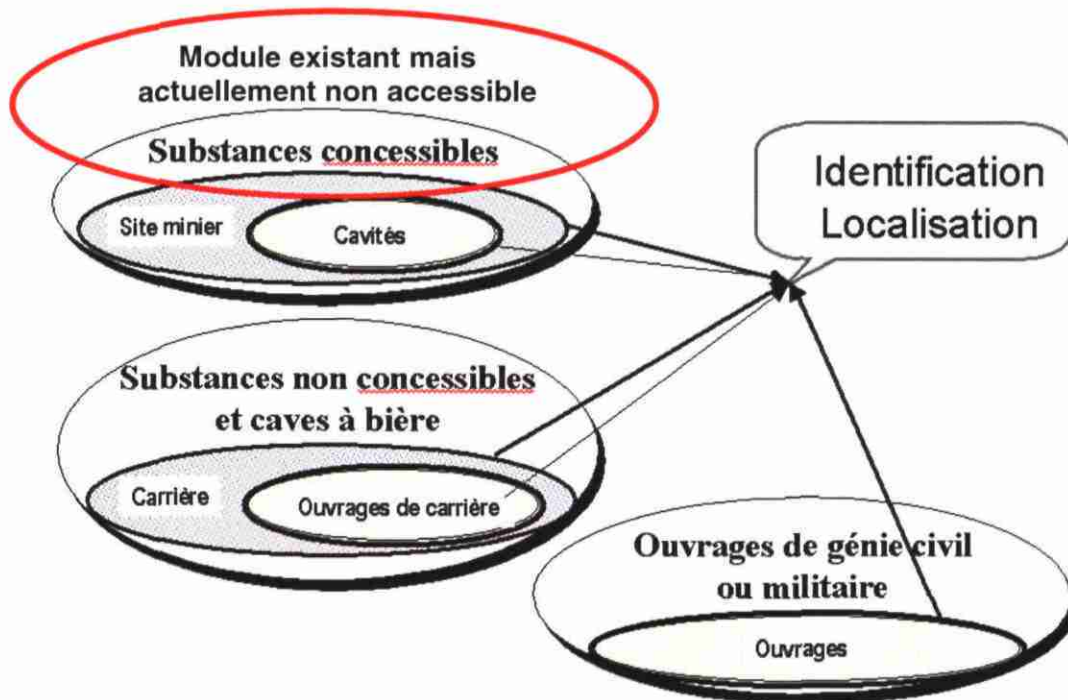
b) Cavités souterraines d'origine naturelle

Pour modéliser ces différents types de cavités, deux notions, ou entités, distinctes ont été dégagées :

- une entité localisée par l'enveloppe simplifiée (site) de son emprise au sol (carrière, cave) ou par un réseau de segments (réseau de cavités naturelles) ;
- une entité localisée par un seul point (ouvrage de carrière, de cave, orifice de cavité naturelle, ouvrage souterrain civil ou militaire).

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

a) Cavités anthropiques



b) Cavités naturelles

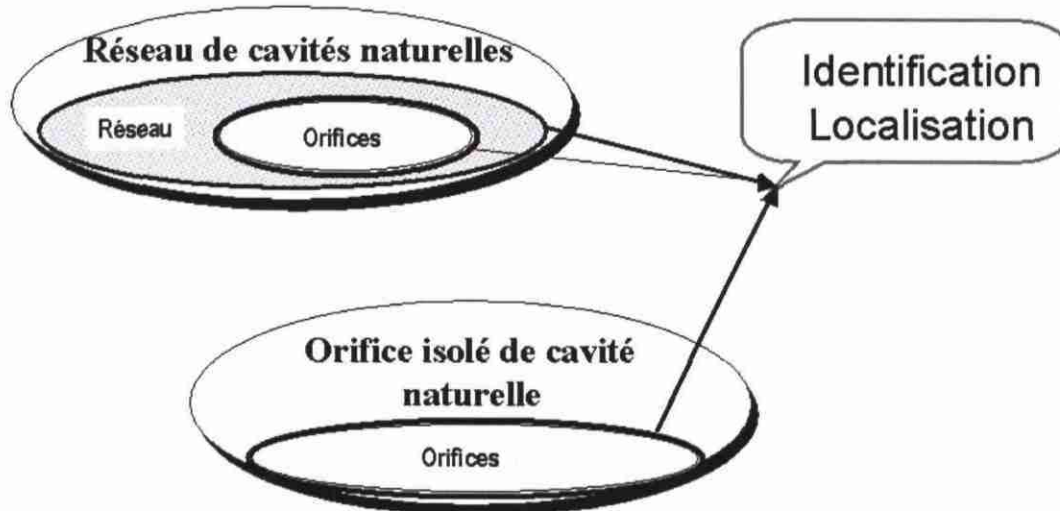
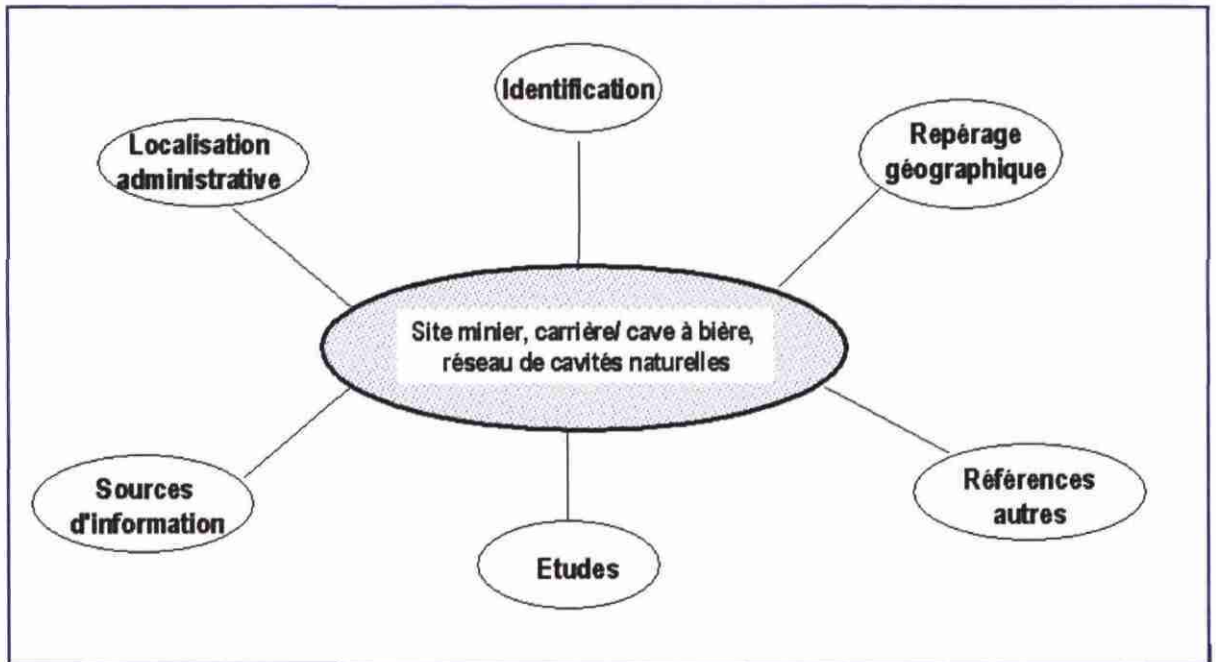


illustration 1 – Thème « identification/localisation » de la base de données

a) Sites



b) Cavités isolées identifiées

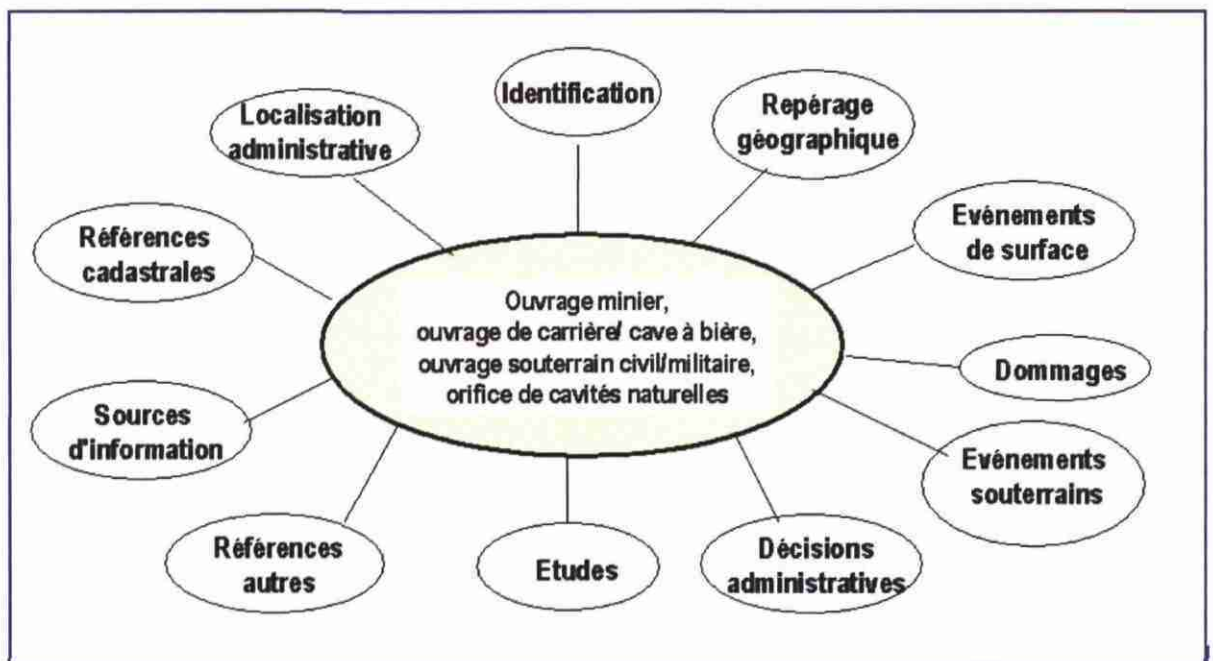


illustration 2 – Autres thèmes spécifiques à chaque type de cavité

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

Les illustrations suivantes (illustration 3 et illustration 4) donnent quelques exemples de descriptions synthétiques de cavités de type anthropique.

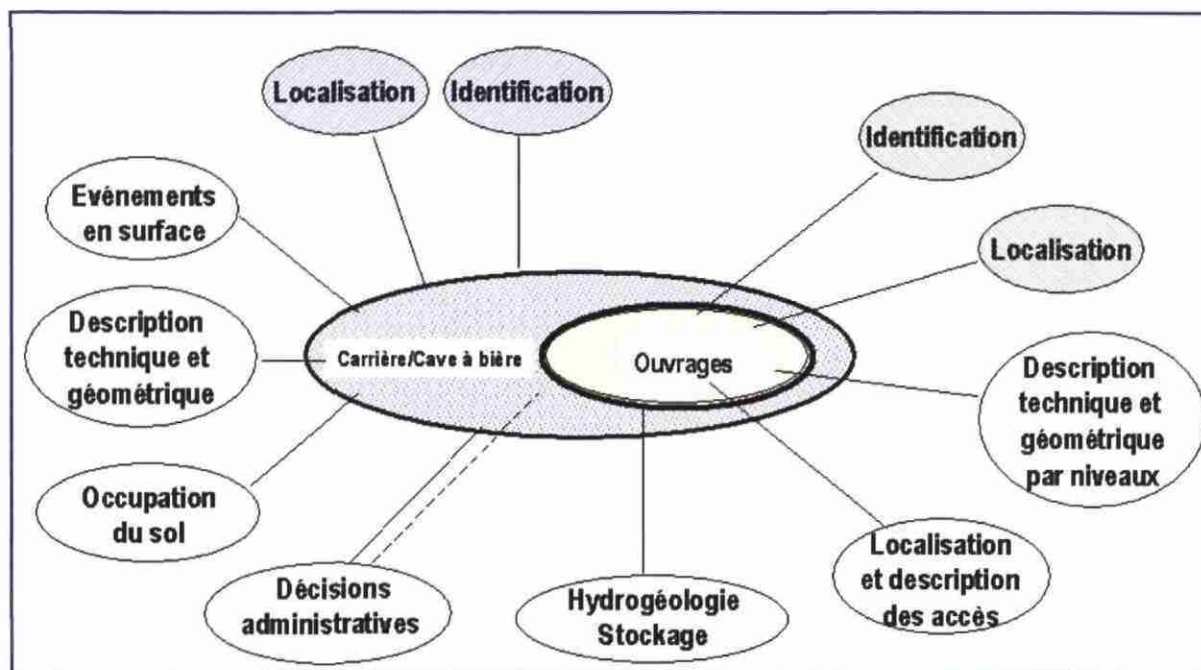


illustration 3 – Cas d'une carrière ou d'une cave

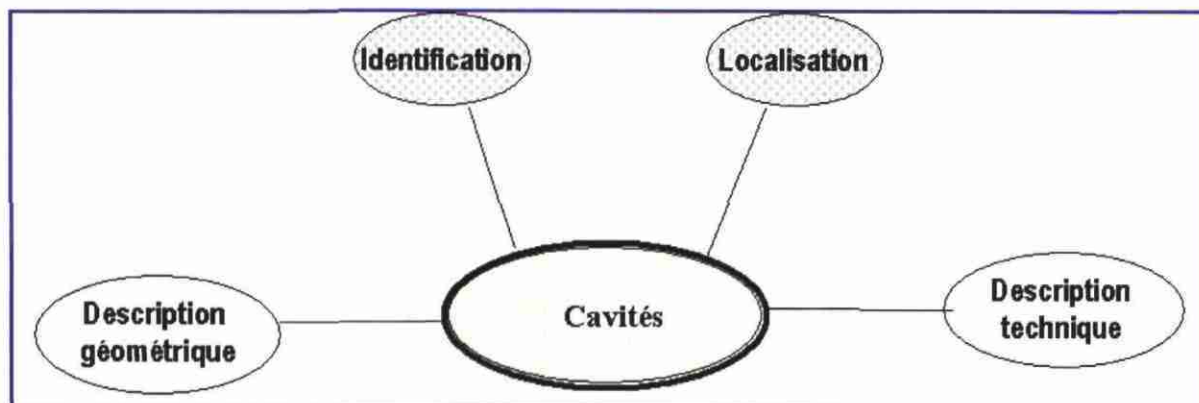


illustration 4 – Ouvrage civil

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 ...) 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 les Services Géologiques Régionaux 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 5 montre l'interface d'accueil du site ainsi que ses principales fonctionnalités.

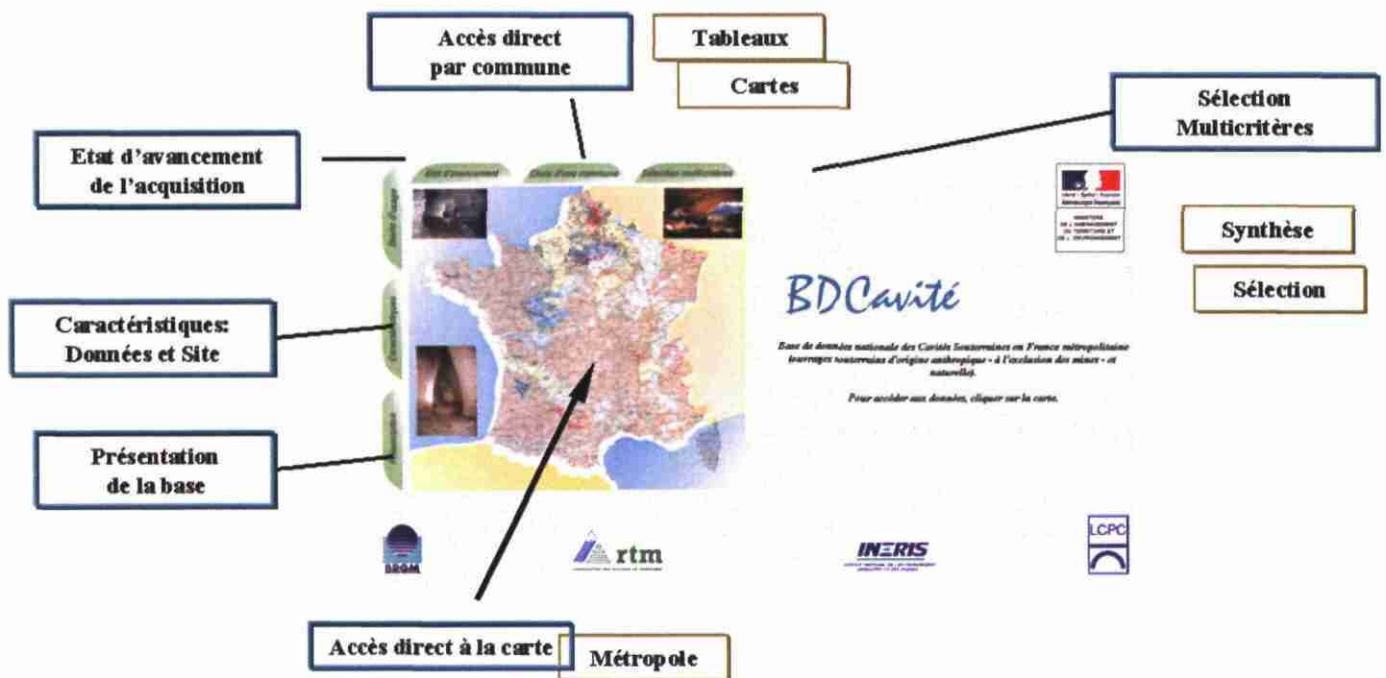


illustration 5 – Présentation du site Internet

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 fût l'extraction de matériaux ; à savoir les exploitations en souterrain de substances non concessibles (pierre de taille, craie, gypse, ardoise, argile, ocre, etc.) et dont l'exploitation est désormais arrêtée ;

- les 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 (abris , souterrain refuge, troglodytes) ;
- les ouvrages abandonnés de génie civil : cavités à usage de transport (aqueducs, tunnels routiers, tunnels ferroviaires, souterrains pour les piétons) ;
- les ouvrages militaires abandonnés ;
- les cavités naturelles (karsts calcaire, poches de dissolution ou d'effondrement des évaporites, gouffres de quartzites précambriens, cavités volcaniques, grottes marines, ...) ;
- les cavités abandonnées indéterminées : s'applique aux cavités pour lesquelles on ne connaît ni l'origine ni l'utilisation principale.

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.

Cette recherche bibliographique se fait par l'intermédiaire de la bibliothèque centrale du BRGM. Elle comporte notamment une analyse d'éventuels rapports d'étude concernant des sites déjà suivis par le BRGM dans le cadre de sa mission de service public. Une recherche spécifique auprès des archives départementales est également menée. Toutefois, cette recherche se borne à l'extraction des données déjà disponibles sous forme de synthèse thématique ou accessibles par l'utilisation de mots clés. Les données départementales déjà saisies dans BDCavités font évidemment l'objet d'une extraction au cours de cette phase.

b) Questionnaire d'enquête auprès des communes

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

c) Recueil des données auprès 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, 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, champignonnistes, conservateurs de musée, archéologues, etc....

Les associations locales et départementales de spéléologie (CDS) sont systématiquement mises à contribution, à la fois pour les cavités naturelles et les cavités anthropiques, et certaines de leurs publications font l'objet d'une analyse bibliographique. En matière de cavités naturelles les services de la protection civile sont interrogés.

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

Validation sur le terrain :

- caractérisation des cavités recensées,
- repérage fortuit de cavités non archivées.

Valorisation des données et saisie :

- géoréférencement des cavités,
- descriptif (fiches de saisie),
- saisie dans BDCavité.

a) Validation sur le terrain – Caractérisation des cavités recensées

Toutes les carrières souterraines recensées par l'intermédiaire de la recherche bibliographique, des enquêtes auprès des communes et des contacts avec les différents interlocuteurs locaux font l'objet d'une visite sur le terrain, hormis ceux pour lesquels la documentation disponible est jugée suffisante pour permettre une localisation et une description fiable.

Cette visite sur le terrain a pour objectif principal de localiser précisément la situation des cavités (repérage sur carte topographique à l'échelle 1/25 000), soit à partir de l'observation directe lorsque des accès sont encore praticables ou au moins visibles, soit à partir de témoignages concordants recueillis sur place. Il s'agit aussi de compléter, par une observation rapide, les informations déjà disponibles sur l'environnement du site (nature de l'occupation du sol en surface et position des éléments éventuellement exposés). Lorsque des accès sont connus, qu'il s'agisse d'orifices karstiques ou de bouches de cavages / puits de carrière, leur position exacte est notée par rapport à des repères jugés pérennes et déterminée quand c'est possible à l'aide d'un GPS. Les éléments sont accompagnés d'une description (géométrie, état, accessibilité, etc....). Lorsque la cavité est encore accessible, une visite rapide des

galeries est effectuée afin d'évaluer, globalement, l'extension des zones sous-cavées et leur état général de stabilité. La finalité d'une telle visite n'est pas d'aboutir à un diagnostic complet de stabilité, mais de permettre une caractérisation globale de la carrière identifiée (validation des plans quand ils sont disponibles). En matière de karst, ce genre de visite est l'exception.

b) Validation sur le terrain – Repérage de cavités non archivées

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

c) Valorisation des données et saisie – Géoréférencement des cavités

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

d) Valorisation des données et saisie – Descriptif (fiches de saisie)

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

e) Valorisation des données et saisie – Saisie dans BDCavité

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

2.4.4. Synthèse des données

Synthèse des données :

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

a) Analyse critique des données

Une fois que les phases de recueil, de validation et de valorisation des données sont achevées pour l'ensemble du département, une synthèse des cavités recensées est effectuée. Une analyse critique des données recueillies est menée pour déterminer la représentativité des résultats de l'inventaire, en tenant compte des spécificités du

département et des éventuelles difficultés rencontrées (défaut de réponse de certains acteurs lors des enquêtes, absence d'information dans certains secteurs, imprécision dans la localisation de carrières dont les traces ne sont plus visibles sur le terrain, etc.). Cette analyse critique est indispensable pour évaluer la fiabilité des résultats de l'opération et la représentativité de l'échantillon recueilli (qui ne pourra en aucun cas être considéré comme définitivement exhaustif).

b) Caractérisation des cavités recensées

Une typologie -caractérisation quand il s'agit de cavités naturelles- des cavités recensées dans le département est effectuée à l'aide des résultats de l'inventaire départemental. La typologie s'appuiera non seulement sur le mode d'exploitation employé, mais tiendra compte aussi de la nature des matériaux extraits, de l'extension des cavités, de leur mode d'utilisation 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 figure, outre les cavités elles-mêmes (classées par type), les principaux repères géographiques nécessaires (limites départementales et communales, villes principales, voies de communication et cours d'eau principaux). Cette carte synthétique permettra de visualiser les zones a priori les plus exposées au vu des connaissances actuelles et pour lesquelles des analyses plus spécifiques devront être menées, pour aboutir à l'élaboration de cartes d'aléa.

2.4.5. Limites de l'étude

La base de données sur les cavités souterraines du département du Gard est conforme au modèle de la base de données nationale sur les cavités souterraines développé par le BRGM pour le compte du MEDD. Les données inventoriées par l'étude seront intégrées dans la base de données nationale sur les cavités souterraines accessible sur internet.

A l'instar de toute base de données numérique, la base de données sur les cavités souterraines du département du Gard est destinée à être enrichie ou précisée dans le temps, le cas échéant, par des données portées à la connaissance du gestionnaire de la base par les utilisateurs et autres acteurs concernés (clubs de spéléologie, protection civile, etc.). Les données collectées n'ont ainsi pas un caractère d'exhaustivité absolue, l'inventaire ayant cependant été conduit pour être le plus complet possible.

Le chapitre suivant donne une description synthétique de l'état final de l'étude concernant l'inventaire cavités souterraines pour le département du Gard.



3. Contexte

3.1. PRESENTATION GENERALE DU DEPARTEMENT

Un préambule nécessaire à la description de l'état d'avancement du projet est la définition du contexte géographique et géologique du département qui conditionne directement l'adaptation de la méthodologie départementale.

3.1.1. Géographie - Morphologie

Le département du Gard est rattaché administrativement à la région Languedoc-Roussillon. Sa préfecture est Nîmes, ses sous-préfectures sont les villes de Alès et Le Vigan. Le département du Gard, d'une superficie de 5 853 km², compte 353 communes, dont 71 communes urbaines.

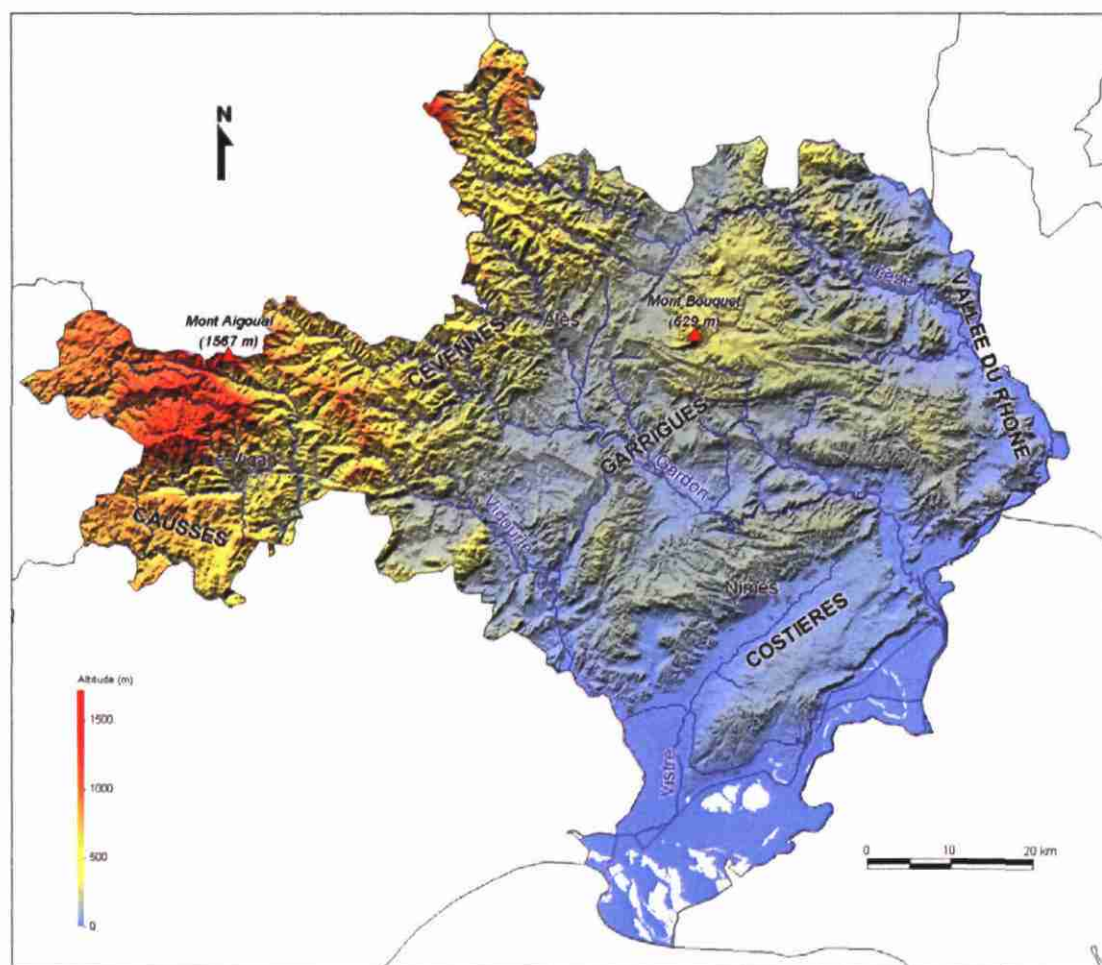


illustration 6 – Cadre morphologique

On distingue globalement trois ensembles géomorphologiques (illustration 6) :

- la zone cévenole "montagneuse" sur la partie nord-ouest du département, marquée par des reliefs accidentés et des vallées encaissées, s'articulant autour des massifs granitiques et de leurs auréoles de terrains métamorphiques (gneiss, micaschistes), limitée à l'ouest par les puissants plateaux calcaires du Causse Noir et du Causse du Larzac (calcaires jurassiques),
- la zone des "garrigues" marquée par la présence de plateaux calcaires d'âge crétacé, séparée de la zone cévenole par les bassins de remplissage tertiaires (fossé d'Alès-Barjac),
- la zone de plaine alluviale, au sud-est du département, en rive droite du delta du Rhône (Costières, Vistrenque et vallée rhodanienne).

Plus de la moitié du département est à une altitude inférieure à 200 m. Seules les régions cévenoles et caussenardes excèdent 500 m d'altitude. Le climat méditerranéen se fait sentir sur l'ensemble du département, néanmoins, l'influence continentale est sensible sur les Cévennes et les Causses.

Les conditions climatiques dépendent essentiellement de l'altitude. Dans les Cévennes, la pluviométrie annuelle moyenne dépasse 1000 à 1200 mm alors qu'elle est inférieure à 600 mm sur le littoral. La distribution des pluies est très variable, caractéristique du climat méditerranéen :

- variations extrêmes des précipitations mensuelles moyennes,
- précipitations très importantes sur des périodes très courtes (régime d'averse).

Le réseau hydrographique est constitué par un chevelu très dense ayant pour exutoire la Méditerranée sauf pour les affluents de la Dourbie qui se dirigent vers l'Atlantique. Le régime des cours d'eau est extrêmement irrégulier avec des débits très faibles voire nuls pendant de longues périodes (essentiellement en été) et des débits considérables en période de crue provoquant l'inondation des vallées et des basses plaines.

3.1.2. Géologie

Dans le département on distingue deux principales unités géologiques et structurales que sont le socle et une couverture sédimentaire. A ces deux unités s'ajoutent les terrains dits "récents" des formations alluviales. L'illustration 7, extrait de la carte géologique de la France à l'échelle 1/1 000 000, présente de façon synthétique la géologie du département.

Le socle, d'âge primaire, est constitué par les massifs cristallins, d'abord (granites), et les ensembles métamorphiques cévenols. Les terrains sédimentaires d'âge secondaire comprennent la bordure triasique au contact des terrains primaires, les massifs jurassiques (limites ouest des grands causses) et crétacés (zones des garrigues). Les remplissages tertiaires sont isolés au niveau des fossés d'effondrement et de la vallée du Gardon. En limite sud-est du département, on note la présence des dépôts quaternaires (alluvions récentes et anciennes reposant sur la terminaison pliocène).

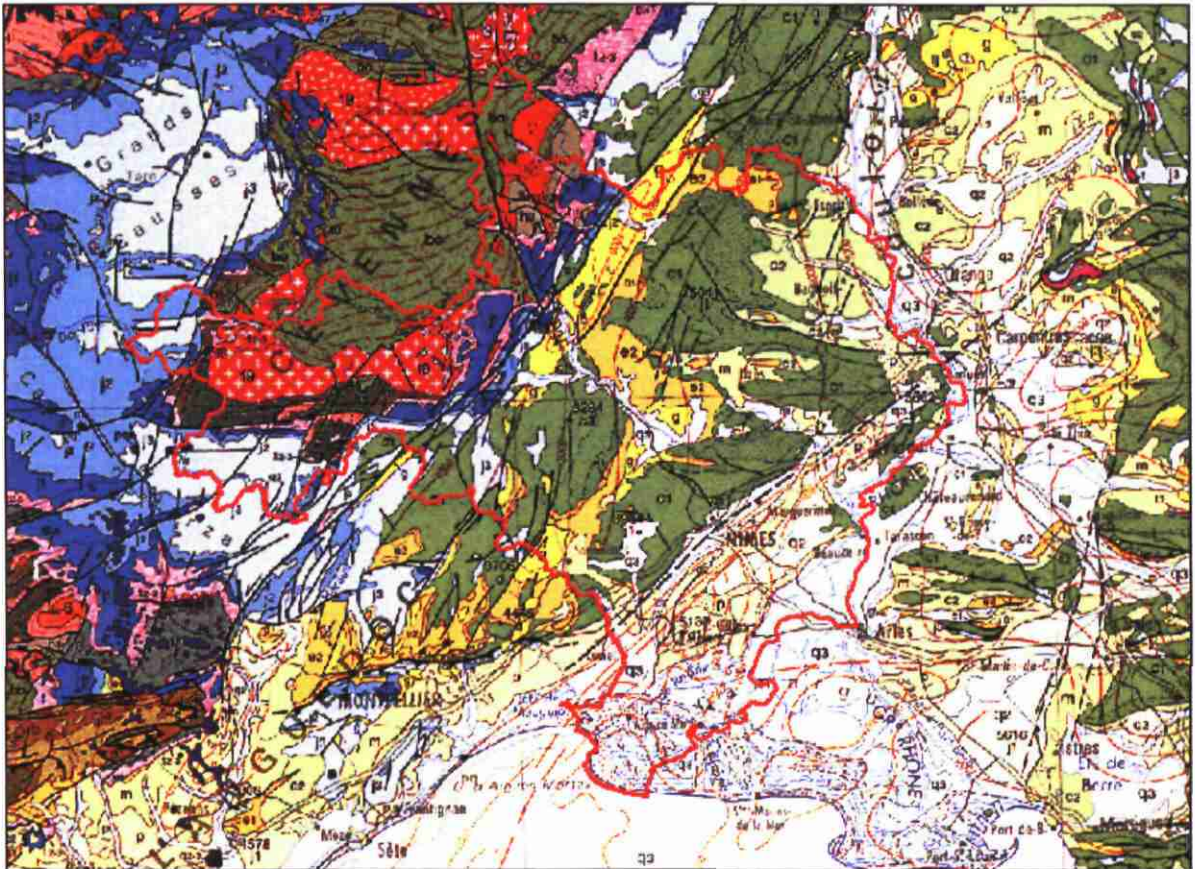


illustration 7 – Cadre géologique (extrait carte de la France 1/1 000 000 ©brgm)

a) Les terrains du socle

Le massif des Cévennes est constitué par un batholite granitique affleurant dans la digitation ouest et nord du département (massifs entre le Lingas et le Haut Vidourle et limite orientale du Mont Lozère).

La bordure de ces massifs est marquée par la présence de terrains métamorphiques (schistes, gneiss et micaschistes) et de dépôts sédimentaires anciens du carbonifère (grès, conglomérats et schistes houillers : bassins charbonniers de la Grand Combe, d'Alès et du Vigan).

b) Les terrains sédimentaires

Les terrains sédimentaires affleurent sur la majeure partie du département, associés à des objets structuraux, orientés NE-SW, et liés à la formation de la chaîne nord pyrénéenne.

Les terrains triasiques et liasiques affleurent en bordure de la zone cévenole, au niveau d'une zone fortement tectonisée. Les faciès associés sont très variés :

- Trias : argiles, marnes, calcaires et dolomies, constituant un ensemble hétérogène,

- Lias : dolomies, calcaires marneux et marnes annonçant les formations massives du jurassique moyen et supérieur (calcaires et dolomies) qui forment les Causses.

Les terrains crétacés affleurent sur près de la moitié du département suivant une large bande NE-SW. A dominante calcaire, ils sont représentés par des calcaires argileux et des marnes au crétacé inférieur, par des calcaires massifs du crétacé moyen et par les faciès très variés au crétacé supérieur (sables, argiles, grès, calcaires gréseux) au nord-est du département entre Uzès et Pont Saint Esprit.

Les bassins de remplissage tertiaires sont présents au pied de la zone cévenole au niveau des fossés d'Alès et d'Uzès-Sommières reliés par la vallée du Gardon. Les faciès sont très variés (sables, grès et argiles de l'éocène inférieur, calcaires lacustres de l'éocène moyen, sables argileux, grès, conglomérats et calcaires en plaquettes de l'éocène supérieur, grès et marnes oligocène, molasses miocène).

c) Les formations récentes

Les formations récentes sont représentées par les dépôts récents (plio-quadernaire) :

- alluvions récentes au niveau des vallées en aval du Gardon, de la Cèze, du Vidourle et en rive droite du Rhône,
- alluvions anciennes et formations pliocènes au niveau de la plaine côtière et de la zone occidentale du delta rhodanien.

3.1.3. Hydrogéologie

Le contexte hydrogéologique du département du Gard peut être présenté de façon synthétique par la description des systèmes aquifères principaux :

- les aquifères karstiques :
 - dolomies, calcaires et marnes du Jurassique drainé par les cours d'eau de la Cèze, du Vidourle et des Gardons d'Alès et d'Anduze, formant l'aquifère karstique compartimenté de la bordure cévenole,
 - calcaires, calcaires argileux et marnes du Crétacé inférieur et moyen (Urgonien), au sud-est de la Faille des Cévennes, de structure karstique complexe,
 - calcaires des Causses à l'extrémité ouest du département.
- les aquifères « multi-couche » :
 - sables, grès, quartzites et argiles du Crétacé supérieur au sein duquel se rencontre des contrastes de niveaux plus ou moins perméables,
 - molasse marno-sableuse et marnes Miocène notamment au niveau du bassin d'Uzès.
- les aquifères « monocouche » :
 - cailloutis du Villafranchien au sud de la Faille de Nîmes,
 - alluvions récentes en rive droite du Rhône, et dans les sections aval des rivières cévenoles.

3.2. UNITES GEOLOGIQUES PROPICES A L'EXISTENCE DE CAVITES SOUTERRAINES

Le contexte géologique particulier du département du Gard permet de dégager des unités géologiques propices à la présence de cavités souterraines. Il s'agit :

- des formations karstiques favorables à l'existence de cavités d'origine naturelle créées par phénomènes de dissolution des roches carbonatées (calcaire, dolomies) par l'eau rendue acide par le dioxyde de carbone,
- des formations propices à l'exploitation souterraine en carrière (non concessibles) des matériaux tels que les argiles et sables réfractaires, le gypse et les phosphates notamment.

La carte de l'illustration 8 présente les principales formations karstiques du département du Gard.

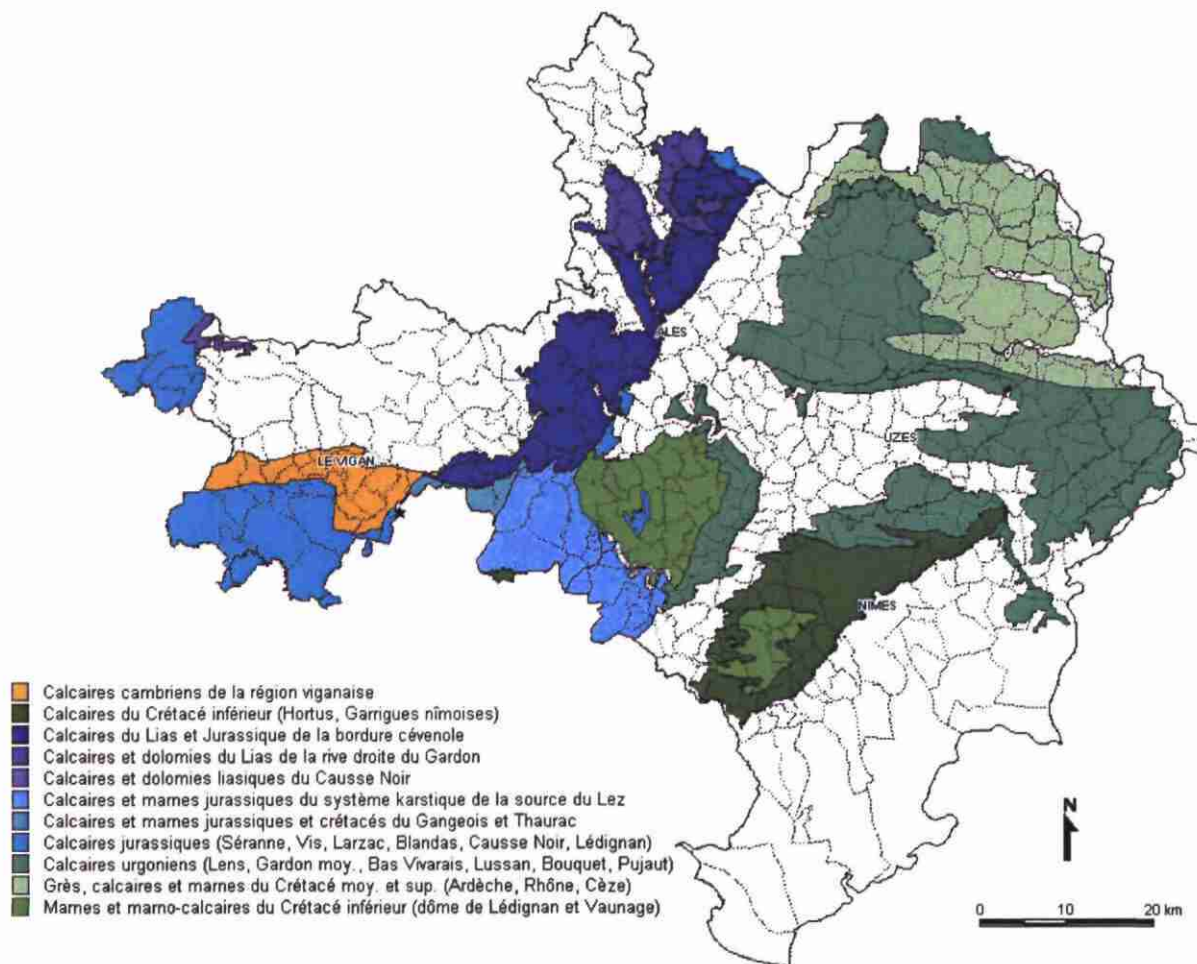


illustration 8 – Cartographie synthétique des formations aquifères karstiques du Gard

Compte tenu de ces observations, l'intégration spécifique de cavités d'origine karstique particulière a été réalisée. Il s'agit :

- des sources karstiques : orifice témoin d'un réseau souterrain en milieu calcaire karstique, donc nécessairement rattaché à une cavité en tant qu'orifice naturel,
- des dolines : témoin de l'affaissement de sol par soutirage de matériau vers une zone de cavité (comblée ou non) en tant qu'orifice présumé.

Le département du Gard, notamment dans sa moitié Est recèle une grande variété de substances susceptibles d'être utilisées dans l'industrie et dans l'agriculture. Ces principales substances (non concessibles donc hors exploitation minière de type houille, lignite et métaux) ont fait l'objet d'exploitations anciennes et actuelles, à ciel ouvert et en souterrain. On distingue principalement :

- Les argiles et sables réfractaires : d'âge Cénomaniens moyen ces argiles ont été exploitées par puits et galeries entre la Capelle-et-Masmolène et Saint-Quentin-la-Poterie et dans le secteur de Serviers-et-Labaume. Entre Serviers et Argelliers un gisement d'âge Eocène a été exploité également. Ces argiles très fines sont utilisées pour la fabrication des tuiles, briques, carrelages et céramique notamment. Des sables sont associés au Cénomaniens supérieur, au Turonien et à l'Eocène inférieur, exploités dans le secteur d'Uzès et de Saint-Laurent-la-Vernède pour la fabrication de produits réfractaires. Les marnes et argiles du Plaisancien furent également exploitées à Fournès et à Meynes pour la fabrication de tuiles et briques.
- La sépiolite fut également exploitée en souterrain dans le secteur de Sommières, à Salinelles, dans les marnes de l'Oligocène supérieur. Communément connue sous le nom de « Terre de Sommières », cette substance est utilisée comme épurateur de liquide et dégraissant. La production atteignait encore 10 000 tonnes en 1979.
- Le gypse, utilisé essentiellement comme amendement et plus accessoirement pour la fabrication de plâtre, a été exploité dans le Trias jusque 1975 dans la commune de Monoblet, mais il faut aussi citer les anciennes exploitations de Générargues et de Saint-Jean-du-Gard.
- Enfin, il faut signaler les exploitations nombreuses de phosphates essentiellement liés aux formations de Crétacé inférieur à l'ouest de Pont-Saint-Esprit et sur la périphérie du bassin d'Uzès. Le plus souvent ces phosphates constituent des remplissages de karst des calcaires urgoniens.

4. Recueil des données

4.1. DONNEES D'ARCHIVES

Le recueil des données d'archives s'est effectué suivant plusieurs axes et en consultation de plusieurs organismes. L'ensemble des sources de données traitées sont reportées en Annexe 2.

Les sources de données d'archives sont les suivantes :

- archives municipales : consultées dans le cadre de visite de terrain auprès des communes,
- archives du BRGM avec notamment l'exploitation des données présentes dans les rapports d'étude et des cartes géologiques (feuille 1/50 000) couvrant le département du Gard,
- données d'archives de la Banque de Données du Sous-Sol (BSS), gérée par le BRGM (<http://infoterre.brgm.fr/>),
- archives de la DRIRE Languedoc-Roussillon,
- données issues des cartes IGN à l'échelle 1/25 000 couvrant le département du Gard,
- données d'archives des ouvrages, bulletins et synthèses publiées par les clubs et associations spéléologiques,
- ouvrages bibliographiques sur la thématique « géologie » ou « hydrogéologie » du Gard,
- données directement consultées sur Internet.

4.1.1. Données IGN

Les données IGN sont des données recensées à partir des cartes topographiques à l'échelle du 1/25 000, balayage systématique, par commune, des cartes du département, avec report des localisations des indices de cavités.

Cette analyse a permis d'identifier **847 sites** après élimination des sites non localisés dans un environnement géologique à potentiel "karstique" (cf. § 3.2), donc susceptible d'être en relation avec des cavités souterraines d'origine naturelle. Ces éliminations concernent essentiellement les sources d'origine non-karstique. L'illustration 9 présente le type d'information recueillie par ce travail de numérisation.



illustration 9 – Exploitation des données IGN © Scan 25

4.1.2. Archives BSS (BRGM)

Les données BRGM issues de la BSS (banque de données du sous-sol) sont extraites localement au service géologique Languedoc-Roussillon. Ces données à caractère public intègrent entre autres les "ouvrages" souterrains (forages, puits, galeries ...), les points d'eau (source, captages ...) et les cavités souterraines.

Le recensement s'effectue sur la base de l'identification de ces dossiers disponibles sur le département. L'extraction des données BSS du Gard fournit 6554 dossiers dont **708 sites** ont été retenus comme se rattachant à une cavité (source karstique par exemple).

4.1.3. Archives de la DRIRE Languedoc-Roussillon

En 2002, un dépouillement des archives de la DRIRE a été réalisé afin de pérenniser l'information relative à la présence de carrière souterraines dans le département. Cette analyse a mis en évidence la présence d'anciens sites exploités. Il est à noter que la plupart des sites répertorie des exploitations anciennes entre 1890 et 1930 environ.

Au total on recense **237 sites** dans le département. Le géoréférencement des sites a été réalisé, à l'appui d'enquêtes de terrain menées par le BRGM et initiées par la Préfecture du Gard en août 2003 par un courrier adressé aux mairies des communes potentiellement concernées.

Les informations collectées sont de nature et de qualité très variables. On y retrouve présents ou non :

- commune et lieu dit,
- situation cadastrale de la fin du XIXème siècle,
- propriété de la parcelle concernée,
- exploitant,
- nature du matériau exploité,
- volumes et profondeur d'exploitation,
- déclarations, procès verbaux, synthèses communales d'époque.

4.1.4. Archives municipales

Valorisées dans le cadre des visites de terrain en vue de valider les sites d'anciennes carrières souterraines, les archives de communes sont en général peu riches sur le sujet. L'exploitation des données a cependant permis d'enrichir les informations relatives à **61 sites**.

4.1.5. Rapports et synthèses BRGM

L'exploitation des données archivées au BRGM (Service Géologique Régional Languedoc-Roussillon) concerne la valorisation des informations contenues :

- sur les cartes géologiques (report de cavités – aven, grotte – et d'exploitations souterraines), 120 sites ;
- sur les cartes hydrogéologiques (synthèse de domaines), 909 sites ;
- dans les rapports d'étude (principalement inventaires anciens existants et documents de synthèse), 877 sites.

L'exploitation de ces données a permis de recenser **1906 sites**. Les principales sources exploitées sont les suivantes (liste complète des références bibliographiques présentée en Annexe 2) :

Ref. 258 BRGM, Carte hydrogéologique de la région des Grands Causses (H. PALOC), 1972

- Ref. 119 BRGM, Carte hydrogéologique de la région Nord-Montpellieraine (H. PALOC), 1966
- Ref. 157 BRGM, Catalogue régional des cavités naturelles, Région des Grands Causses- Languedoc - Inventaire au 31-12-1964, Rapport DS.65.A74 (H.PALOC, J. MARGAT), 1965
- Ref. 154 BRGM, Inventaire national des cavités naturelles - Dossiers établis en 1967 (J. MARGAT, L.J. MOLINARD, H. PALOC), 1967
- Ref. 255 BRGM, Carte hydrogéologique de la région des Grands Causses (H. PALOC), 1972
- Ref. 259 BRGM; Inventaire national des cavités naturelles - Dossiers et additifs établis en 1968 (J. MARGAT, L.J. MOLINARD, H. PALOC), 1969
- Ref. 256 BRGM, Inventaire des cavités naturelles, 1972

4.1.6. Données bibliographiques spéléologiques

Les données bibliographiques spéléologiques sont issues des informations collectées et publiées par les associations et clubs spéléologiques de la région. On a notamment valorisé les informations des bulletins de club spéléologique, des ouvrages de synthèse et des revues spéléologiques disponibles au BRGM.

Les principales sources exploitées sont les suivantes (liste complète des références bibliographiques présentée en Annexe 2) :

- Ref. 164 Bulletin du groupe Saint Mauriçois N°1, Mont Bouquet (Groupe spéléologique Saint-Mauriçois), 1979
- Ref. 178 Bulletin Spéléo-Club Lassalien N°11 et 12 (Spéléo-Club Lassalien), 1983
- Ref. 262 Eaux souterraines des massifs de Lozère (Spéléo-Club de Lozère), 1993

Ces données ont fourni des informations sur **134 sites** localisés dans le département.

4.1.7. Données bibliographiques d'ouvrage divers

Ces données bibliographiques sont issues des informations collectées au travers d'ouvrage de synthèse géologique ou hydrogéologique. Les principales sources exploitées sont les suivantes (liste complète des références bibliographiques présentée en Annexe 2) :

- Ref. 264 Carte hydrogéologique de la région des Garrigues (DI LUCA), 1974
- Ref. 265 Statistique géologique, minéralogique, métallurgique et paléontologique du département du Gard (DUMAS), 1876

Ces données ont fourni des informations sur **13 sites** dans le département.

4.1.8. Données collectées par Internet

Enfin certaines données ont été collectées via Internet, notamment auprès du site du GERSAM (Groupe d'Etudes et de Recherches Spéléologiques et Archéologiques de

Montpellier). Ces données ont fourni des informations sur **64 sites** dans le département. Ci-dessous sont présentées quelques adresses remarquables :

- <http://www.chez.com/gersam/>
- <http://www.ema.fr/~jprolley/Dumas.html> documents AGAR 2003 (www.geolales.net)
- <http://bxl3.free.fr/4634.htm>

4.1.9. Synthèse des données d'archives

La synthèse des données d'archives permet le recensement de 3970 sites, localisés et renseignés plus ou moins précisément. La répartition de l'origine des données (données brutes avant élimination de doublons éventuels) est présentée sur l'illustration 10.

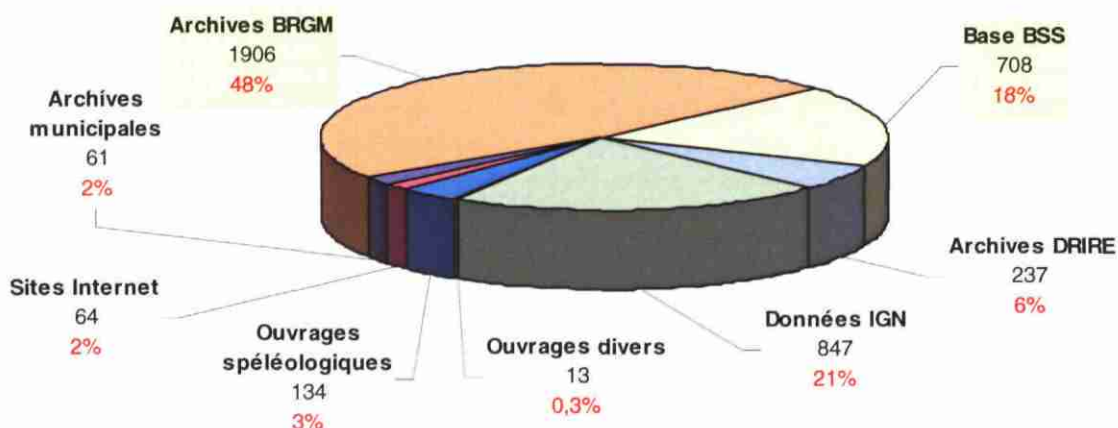


illustration 10 – Répartition par source de l'origine des données d'archives

On note la forte proportion de sites signalés au sein des archives du BRGM (y compris BSS). Cette constatation est en partie liée au fait que nombreux points de BSS sont reportés sur les cartes géologiques par exemple et sur l'existence d'inventaire anciens réalisés à l'échelle nationale sur la thématique des cavités souterraines. Les données IGN sont précieuses notamment pour le repérage de dolines ou de cavités naturelles de type « grotte » ou « aven ». Les données de la DRIRE concernent exclusivement les cavités d'origine anthropique.

4.2. ENQUETES COMMUNALES ET VISITES DE TERRAIN

Compte tenu de la masse d'informations disponibles relativement aux cavités naturelles, la procédure d'enquêtes communales a été limitée aux communes potentiellement concernées par la présence de cavités anthropiques.

Cette analyse s'est appuyée sur les enquêtes menées par la DRIRE sous couvert de la Préfecture du Gard concernant la présence de carrières souterraines abandonnées. Les substances concernées par ces exploitations, pour la plupart anciennes, sont en grande majorité les argiles et sables réfractaires, le gypse (plâtrières) et les phosphates.

Le taux de réponse des communes concernées par la présence de carrières souterraines (54) est moyen (43%). Néanmoins, les visites de terrain engagées pour validation des sites compilés à partir des archives (DRIRE notamment) ont concerné 54% des communes pressenties.

Les communes non visitées concernent en majeure partie les sites exploitant des substances concessibles (lignite, plomb, zinc, cuivre pour l'essentiel) ou des communes pour lesquelles aucune information sur les sites inventoriés n'est disponible.

Ces visites ont permis d'enrichir le niveau d'information de **88 sites** (exclusivement des sites de carrières souterraines).

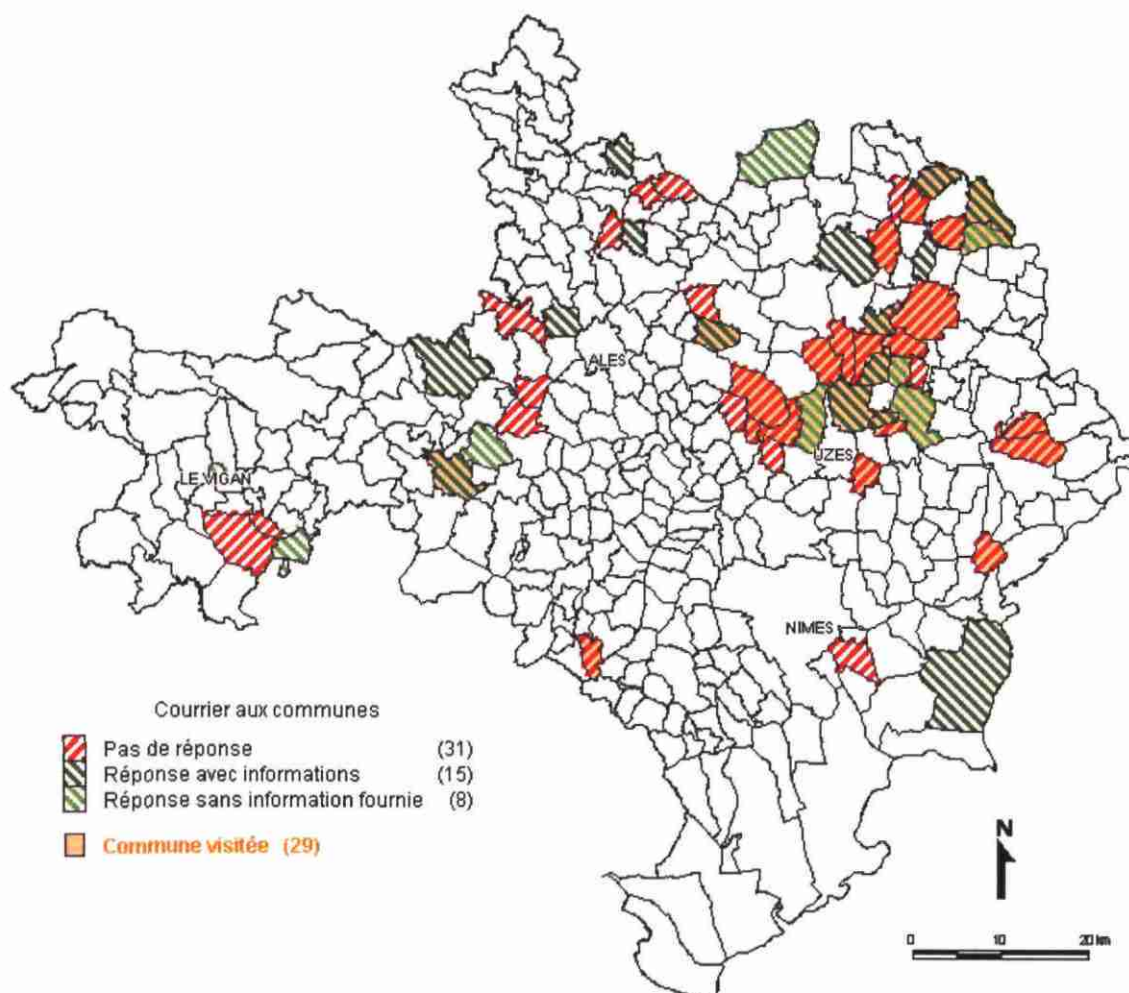


illustration 11 – Enquêtes communales

4.3. MOUVEMENTS DE TERRAIN

Les données sont issues de la base de données nationale sur mouvements de terrain (www.bdmvt.net). La valorisation de ces données pour le département du Gard est réalisée par extraction des évènements de type « Effondrement » qui sont liés à la présence de cavités souterraines et par l'affichage d'évènements recensés mais non validés lors de l'inventaire départemental. Ces mouvements se caractérisent par l'affaissement, l'effondrement de sols ou l'apparition de fontis en surface (illustration 12).

Le caractère minier du département du Gard a conduit à de nombreuses exploitations souterraines (lignite, houille, métaux). En vue du recensement des cavités « hors mine », objet du programme, on a distingué l'origine des 96 évènements répertoriés à l'échelle départementale. On recense finalement 48 sites de mouvements de terrain liés *a priori* à la présence de cavités souterraines d'origine autre que « minière ». Le regroupement de ces évènements liés à des objets souterrains communs – géographiquement parlant – conduit au final à la retenue de **24 sites**.

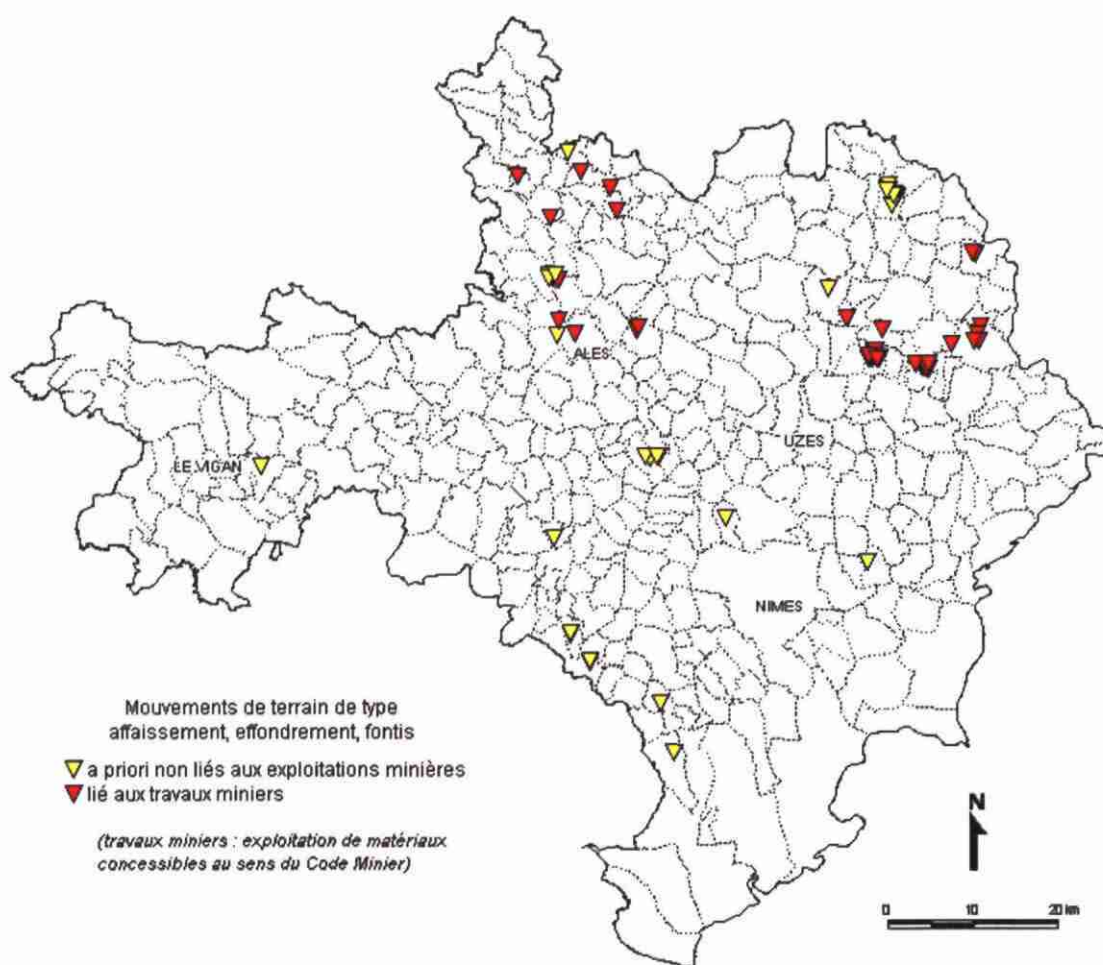


illustration 12 – Cartographie des mouvements de terrain

4.4. SYNTHÈSE DE LA PHASE DE RECUEIL DE DONNÉES

La répartition de l'origine des données collectées se rapportant à chaque site de cavité est présentée de façon synthétique sur l'illustration 13. On note la très large prédominance (76%) des données d'archives d'ouvrages (BRGM et autres). Les données IGN constituent une source intéressante puisque 21% des données collectées s'y réfèrent. Enfin, les visites de terrain et les données relatives aux mouvements de terrain ne concernent que 3% des données recensées (112 cas).

Au total l'ensemble des données collectées identifie **4082 sites** caractérisant des cavités souterraines, naturelles ou anthropiques – hors mines.

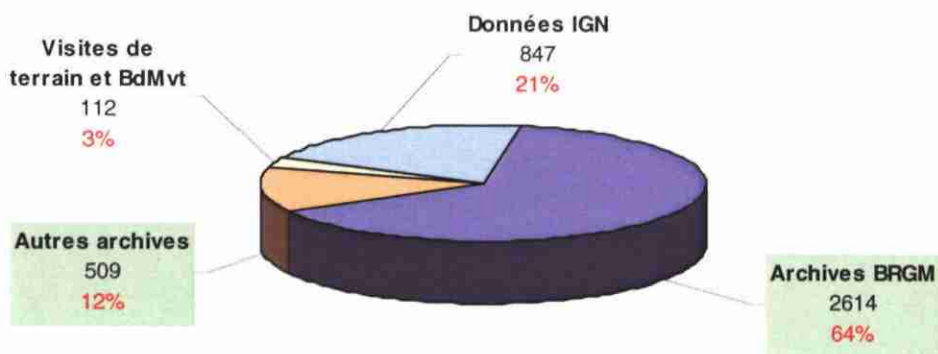


illustration 13 – Répartition par source de l'origine des données collectées

5. Validation et valorisation des données

La validation et la valorisation des données est traitée différemment selon le type de cavité. Pour les cavités naturelles, le travail essentiel a porté sur :

- l'élimination de doublons et la recherche des synonymies,
- le géoréférencement des données recensées avec notamment l'attribution du critère portant sur la qualité du positionnement des orifices ou des cavités recensées.

Pour les cavités d'origine anthropique (carrières souterraines), des visites de terrain ont été organisées de façon quasi-systématique.

5.1. ELIMINATION DES DOUBLONS – VALIDATION DES DONNEES D'ARCHIVES

La phase d'élimination des doublons et de validation des données d'archives relatives au recensement des cavités naturelles est réalisée par synthèse des données bibliographiques, reportées sur support cartographique (logiciel © MapInfo). En effet, il s'est avéré de façon systématique que les données renseignées sont de qualité variable tant sur la précision des coordonnées que sur le taux de renseignement associé. La validation des sites a été réalisée par recoupement des informations recueillies, suivant deux axes principaux de travail :

- recherche des synonymies (nombreuses dans le cas des cavités naturelles),
- définition de la qualité de positionnement (précision XY) du site recensé.

Dans la plupart des cas où un recensement BSS est noté, on a opté de façon préférentielle pour ce positionnement en renseignant au mieux la précision sur les coordonnées fournies. La qualité du positionnement est définie en fonction des sources d'informations disponibles. Un exemple de la démarche est présenté sur l'illustration 14 et l'illustration 15.

	Référence bibliographique	Nom	X LIII sud	Y LIII sud	Z	Info
157	Catalogue régional des cavités naturelles, Région des Grands Causses-Languedoc	Grotte – Event de Bel Fournet	694.4	178.1		
258	Carte hydrogéologique de la région des Grands Causses, 1972	Grottes événements de Bel Fournet et de Trouchenques	694.7 (carte)	178.1 (carte)	400 m	D = 150
134	Carte hydrogéologique de la France. Région karstique nord-montpelliéraine, 1967	Grotte de Bel Fournet	694.65	178		L = 150 m
BSS	09624X0002	FOURNE	694.4	178.1		
	Point Retenu	Grotte – Event de Bel	694.4	178.1	400 m	L = 150 m

illustration 14 – Sources d'informations, cas de la Grotte Event de Bel-Fournet (commune de Blandas)

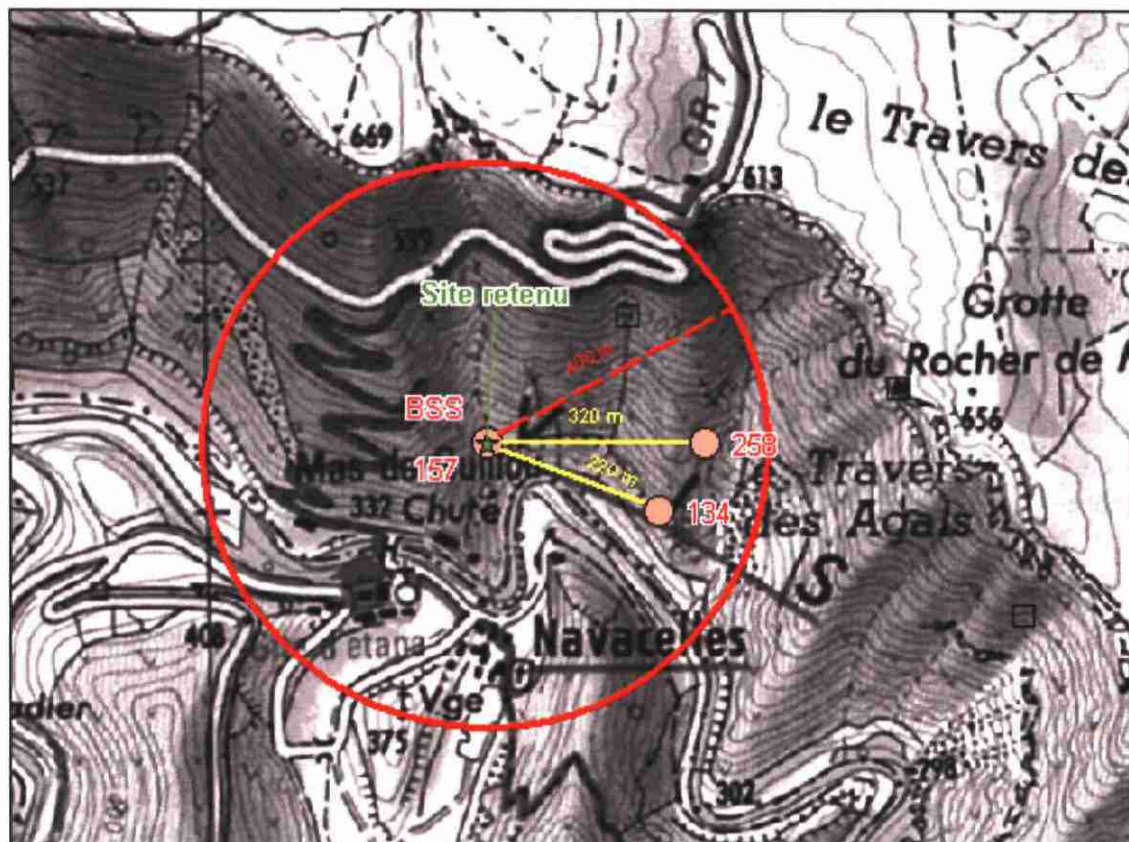


illustration 15 – Représentation cartographique, cas de la Grotte Event de Bel-Fournet (commune de Blandas)

En l'absence de sources d'informations multiples, des choix se sont imposés en fonction de la qualité générale de l'origine de la donnée de base. Ces parti-pris ont pour conséquence de fournir très ponctuellement quelques données erronées mais garantissent une meilleure qualité d'information dans la plupart des cas traités et donc une fiabilité d'ensemble accrue de la base. On citera principalement :

- origine BSS : précision XY de 200 m,
- origine IGN : précision XY de 50 m.

5.2. VALIDATION DE TERRAIN

La validation de terrain des données est entreprise uniquement pour les cavités d'origine anthropique. En effet, pour les cavités naturelles, très fortement représentées sur le département, la phase de validation de terrain n'est pas envisageable (cf. § 5.1).

Cette phase a donc concerné uniquement les sites de carrières souterraines dont les informations sont collectées en grande partie auprès de la DRIRE Languedoc-

Roussillon. Au total 29 communes ont été visitées mais peu de sites ont pu être validés très précisément.

En effet, les travaux souterrains liés aux carrières du département et recensées dans les archives sont anciens (XVIII et XIX^{ème} siècle pour la grande majorité), si bien que les vestiges (entrées de puits et de galeries) ont quasiment tous disparu. Cependant, la phase de validation de terrain a permis de définir les localisations (ou la précision de localisation) des différents sites d'exploitation et le cas échéant d'enrichir les données relatives au mode d'exploitation (cf. § 6.2.3).

5.3. SYNTHÈSE DES DONNÉES VALIDÉES

Le travail de validation des données d'archives par élimination des doublons et recoupement des informations des différentes sources consultées et les visites de terrain engagées ont permis la validation au final de **2415 sites de cavités souterraines** dans le département du Gard.

Cette synthèse, au regard des 4082 sources de données identifiant un site, met en évidence la relativement bonne caractérisation des sites de cavités (illustration 16) :

- 50% des sites sont identifiés par 2 sources de données au moins,
- 16% des sites sont identifiés par 3 sources de données ou plus,
- 50% des sites (1213) sont identifiés par une seule source de données dont 60% (741) proviennent de données IGN (dolines et sources pour l'essentiel), 8% (95) de données relatives à l'inventaire des sources dans le département et 9% (113) des archives de la DRIRE.

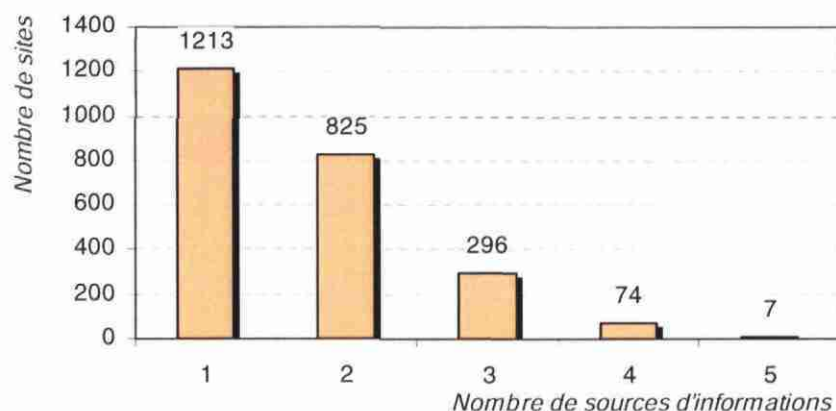


illustration 16 – Distribution des sources de données par site

5.4. INTÉGRATION DANS LA BASE CAVITES

Compte tenu du nombre important de données collectées, l'intégration des données à la base nationale (www.bdcavite.net) s'est organisée par :

- transfert de données directe pour les champs de renseignement principaux de la base locale départementale vers les bases Access ©,
- enrichissement ponctuel pour le champs marginaux à partir de l'applicatif de saisie développé par le BRGM (cavisout).

L'ensemble des données validées est ensuite basculé vers la base de données nationale sous environnement Oracle. Au final de ce travail, l'enrichissement de la base nationale est de 2415 sites de cavités souterraines, tous implantés dans le département du Gard.

6. Analyse des résultats

6.1. QUALITE ET REPRESENTATIVITE DES INFORMATIONS RECUEILLIES

6.1.1. Exhaustivité

La démarche d'inventaire des cavités souterraines regroupe les cavités d'origine naturelle et anthropique. Le recensement des cavités naturelles ne peut, par définition, être exhaustif, compte tenu de la connaissance partielle du sous-sol du département et des découvertes permanentes sur le sujet, notamment par les clubs et associations spéléologiques.

Cependant l'objectif de recensement des orifices de cavités existantes ou présumées, par un important travail de synthèse des documents bibliographiques en notre possession tend à estimer cet inventaire relativement complet. A cet égard, on peut sans doute regretter le manque d'intérêt du Comité Départemental de Spéléologie sur le sujet, bien que destinataire du rapport d'avancement (BRGM RP-53369-FR) du programme. Néanmoins, des actualisations futures pourront toujours être entreprises, en fonction des informations et communications réalisées sur le sujet.

Concernant les cavités d'origine anthropiques, il semble que les communes cernées et les sites identifiés sont assez représentatives des exploitations souterraines existantes, même si dans de nombreux cas la présence actuelle de cavités n'est pas levée puisque les orifices sont rarement encore présents. Pour cette partie du travail, le manque d'information et surtout de mémoire a été le principal obstacle à la démarche d'inventaire tel qu'entrepris et si de nombreux sites sont effectivement recensés, la multitude des exploitations particulières réalisées à la fin du XIX^{ème} siècle laissent penser que des traces de puits ou de galeries non répertoriées doivent exister.

6.1.2. Qualité des données

La qualité des données recensées se décline suivant plusieurs aspects et suivant le type de cavités effectivement recensées.

L'illustration 17 synthétise la qualité de précision des coordonnées en plan des cavités recensées. On note que 55% des cavités recensées ont une précision en plan inférieure à 50 m et 3% (69 sites) la précision « communale ».

Concernant les cavités naturelles, si on exclut les dolines et les sources karstiques, on recense 1269 cavités (grottes, aven ...). Des paramètres de géométrie (développement, hauteur, profondeur) sont collectés pour 655 d'entre elles (52%).

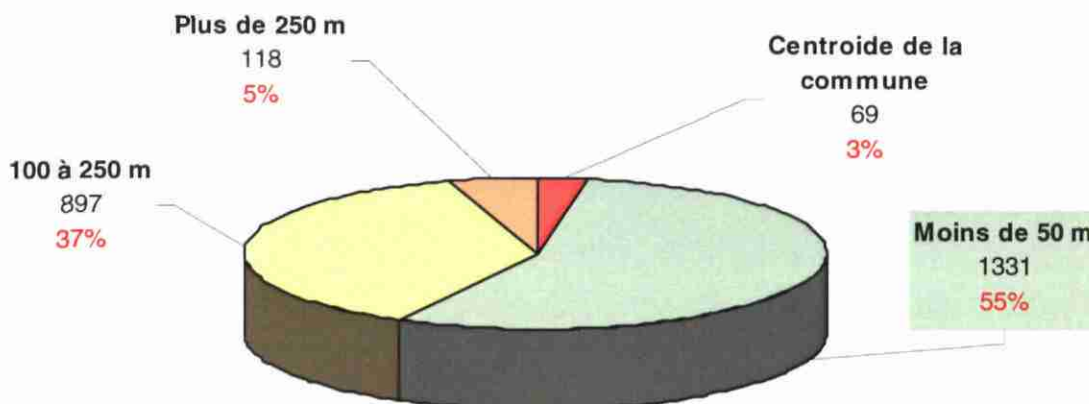


illustration 17 – Précision des coordonnées en plan des sites inventoriés

Concernant les cavités anthropiques liées aux exploitations souterraines de carrières (321 sites ; cf. § 6.2.3), outre la nature des matériaux exploités quasi-systématiquement renseignée, le taux de renseignement est moyen en raison de la pauvreté des archives et du manque de mémoire sur le sujet lors des visites de terrain organisées. Néanmoins, si on considère les informations pertinentes que sont la profondeur d'exploitation ou les informations relatives au mode d'extraction, 65% (210 cas) des sites de carrières recensés sont renseignés (illustration 18).

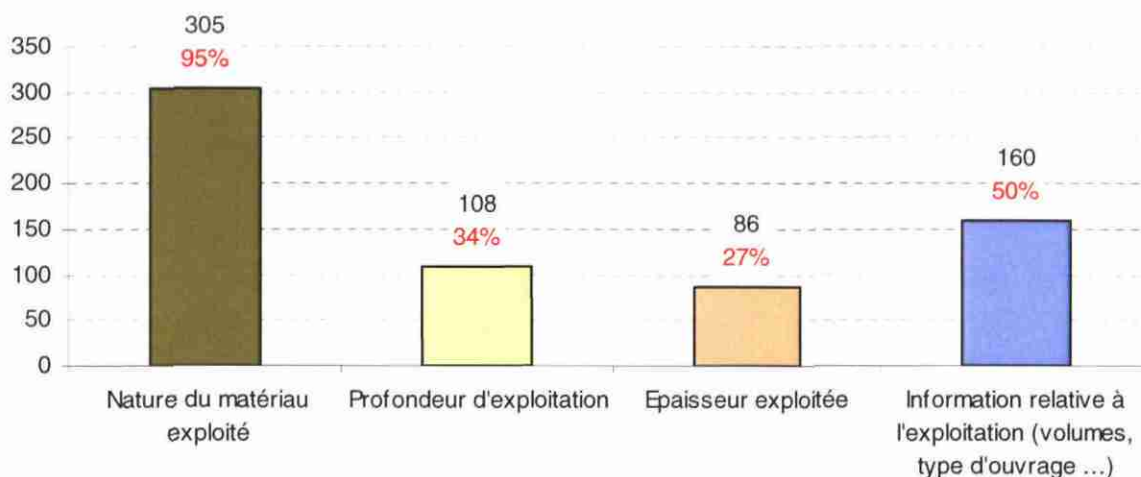


illustration 18 – Qualité d'information relative aux carrières souterraines

6.2. TYPOLOGIE DES CAVITES

6.2.1. Nature et distribution par type

Le recensement des cavités souterraines du département du Gard met en évidence 3 familles de cavités répartis comme figuré sur l'illustration 19 :

- cavités naturelles : liées aux phénomènes de dissolution des formations calcaires et gypseuses (grotte, aven...),
- carrières : liées à l'exploitation souterraine de matériaux non-concessibles (puits, galeries...),
- ouvrage civil : cavités anthropiques valorisées dans le domaine civil (tunnel, galeries, caves ...).

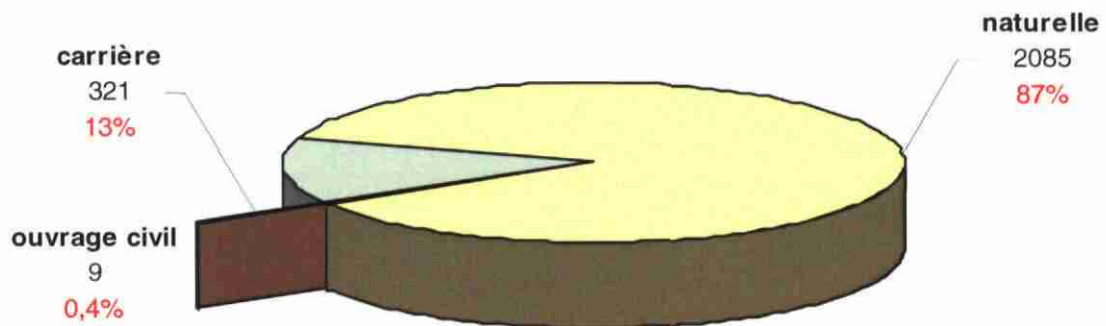


illustration 19 – Distribution des cavités par famille

On note la large prépondérance des cavités naturelles (87%) des cavités recensées en raison de la large présence sur le territoire départemental des formations de susceptibilité karstique (cf. § 3.2).

6.2.2. Cavités naturelles

L'inventaire permet le recensement de 2085 cavités naturelles. Les cavités naturelles sont systématiquement la conséquence de phénomènes de dissolution de matériaux rocheux : calcaires dans la grande majorité, gypsifères ponctuellement.

En environnement karstique (calcaire) les types de cavités sont très variés. La typologie établie se base sur l'activité hydrologique, sur le type d'orifice et sur la présence de désordres en surface associés à la cavité.

En préambule, l'illustration 20 présente de façon synthétique un paysage karstique « type » sous forme de bloc diagramme. On y repère les différents principaux types de cavités effectivement recensés dans le cadre du programme.

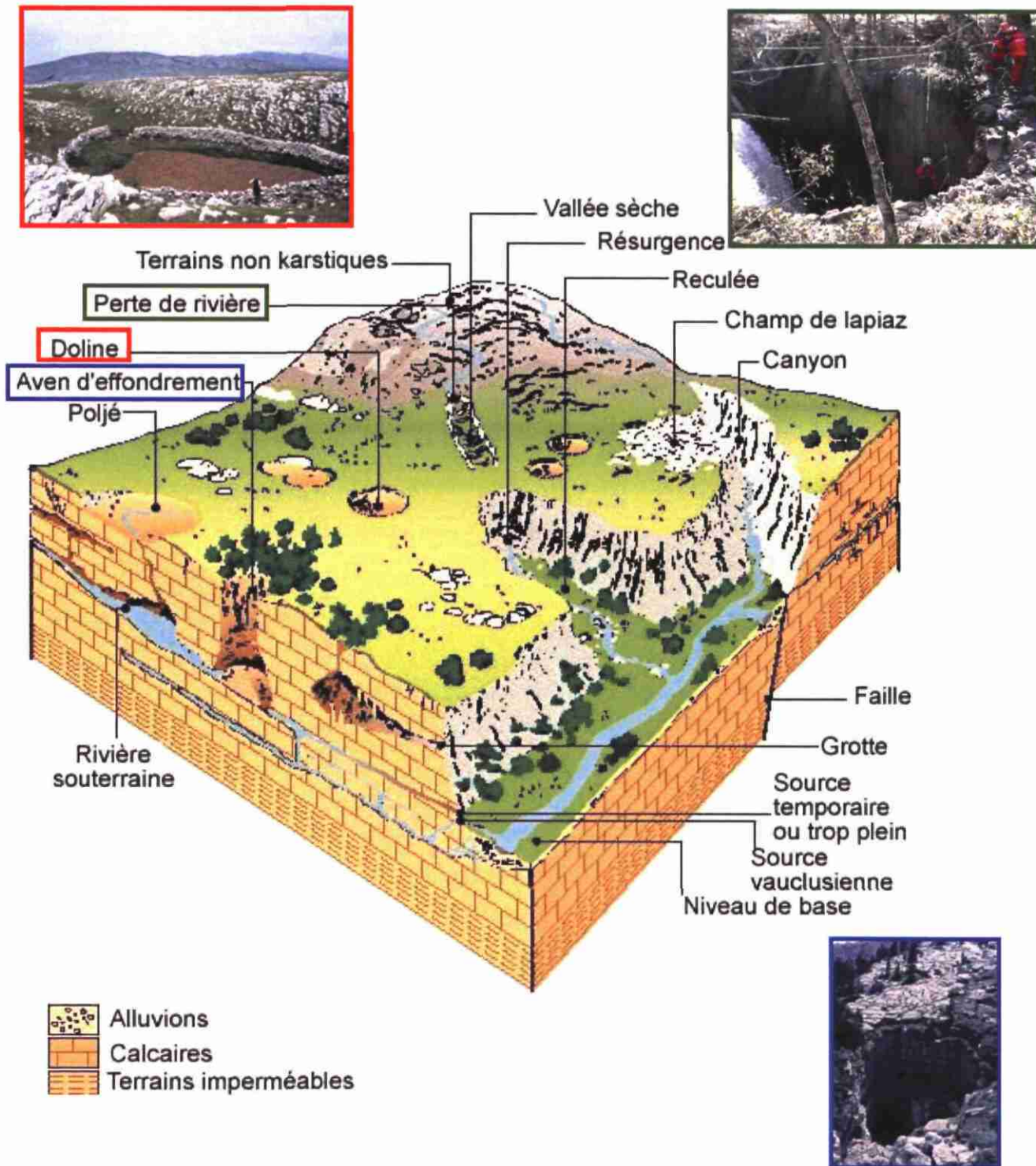


illustration 20 – Bloc diagramme représentant un paysage karstique synthétique (M. Bakalowicz – 1999)

La distribution par type de cavités est présentée sur l'illustration 21.

Type de cavités	Nombre de cavités	Type d'orifice	Nombre de sites
avec activité hydrogéologique avérée	460	Boulidou	11
		Emergence	9
		Event	21
		Exsurgence	19
		Fontaine	5
		Gour	2
		Perte	63
		Résurgence	30
		Rivière	3
		Source	297
cavités (fossiles ou non)	1083	Aven	545
		Baume	40
		Galerie	3
		Gouffre	7
		Grotte	456
		Ouverture	6
		Puits	7
		Trou	19
Indéterminées	18	Indéterminé	18
avec manifestations de surface	524	Doline	520
		Effondrement	4
Total de cavités naturelles recensées			2085

illustration 21 – Cavités naturelles : distribution par type

Cette distribution est schématisée sur le diagramme de l'illustration 22. On note la proportion importante des cavités au sens strict du terme (aven, baumes, grottes ...) qui représentent 1083 sites recensés soit environ 50% des cavités naturelles.

Les manifestations de surface associées à des cavités souterraines d'origine naturelle dont l'extension est inconnue en profondeur, représentent 25% des cavités recensées. Les effondrements répertoriés correspondent à des cavités souterraines liées à des dissolutions de gypse probable.

Les cavités liées au karst et révélant une activité hydrogéologique constituent environ 22% de l'inventaire avec une prédominance des cavités de type « source » et « perte ».

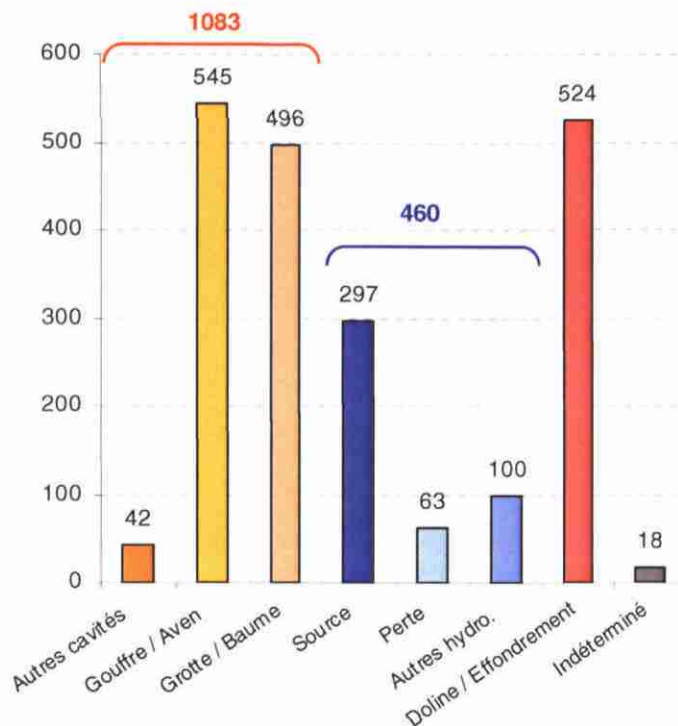


illustration 22 – Cavités naturelles : diagramme de distribution par type

6.2.3. Carrières souterraines

Les cavités liées à la présence de carrières souterraines représentent 321 sites (13% de l'inventaire). Les cavités sont de type « puits » ou « galerie », même si les deux types peuvent naturellement être associés.

Les exploitations recensées correspondent exclusivement à des sites de carrières abandonnées, et pour leur très grande majorité exploitées à la fin du XIX^{ème} siècle et au début du XX^{ème} siècle. A cet égard, les orifices encore existants sont rarissimes et par conséquent, l'état des galeries et puits d'exploitation ne peut être évalué.

Les substances exploitées sont très variables avec une large prédominance pour les argiles (153 sites), valorisées pour la réalisation de produits réfractaires et les phosphates (59 sites).

Substance	Nb de sites
Argile	153
Barytine	17
Calcaire	5
Carbonate de chaux	1
Craie	6
Gravier, cailloutis	6
Grès - Quartzite	1
Gypse	6
Kaolin	1

Substance	Nb de sites
Molasse	2
Ocre	11
Phosphate	59
Pierre de taille	3
Sable	12
Silice, sable siliceux	2
Sépiolite	13
Non définie	23

illustration 23 – Carrières souterraines : distribution des substances exploitées

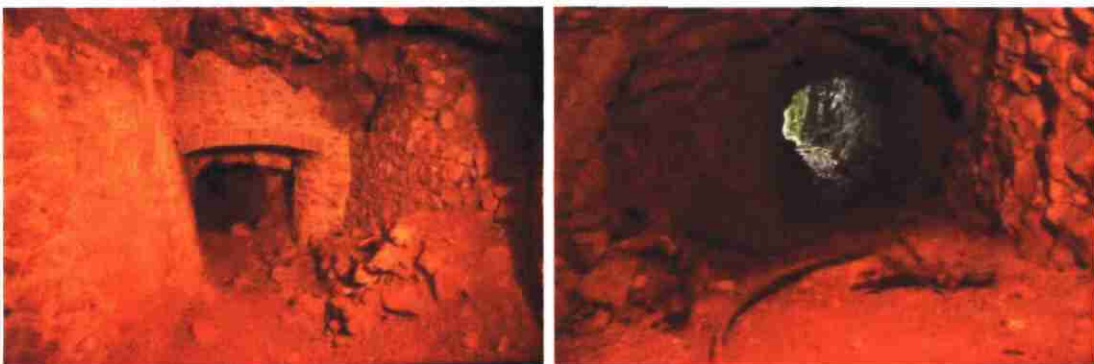
Les modes d'exécution sont très variables, liés aux moyens d'extraction de l'époque. On citera quelques cas remarquables, issus de la bibliographie (Dumas, 1876) :

« L'extraction des argiles de Saint-Victor se fait au moyen de puits ronds de un mètre de diamètre. Au Grand-Terrier, ces puits, pour atteindre la plus basse couche exploitée (la terre de pipe), ont une profondeur de 14 à 16 mètres ; lorsqu'un puits est complètement foncé, l'extraction a lieu au moyen de galeries poussées dans les diverses couches d'argile. Ces galeries sont d'abord ouvertes dans la partie inférieure du puits, et successivement en remontant à mesure que l'on veut abandonner les travaux. Au Terrier de Saint-Victor, les ouvriers terriers poussent au fond du puits plusieurs galeries de 2m50 de hauteur, laissant pour toit la Pèga négra, et enlèvent toutes les couches inférieures d'argile jusqu'à la couche inexploitée. Ces galeries sont souvent poussées jusqu'à 15 ou 20 mètres de profondeur, c'est-à-dire jusqu'à ce que l'air ou la solidité du toit viennent à manquer. En battant en retraite, l'ouvrier mineur a soin d'enlever la Pèga négra qu'il avait laissée pour toit de la mine. Les ouvriers abandonnent alors le fond du puits et poussent, un peu plus haut en remontant dans le blanc gras et la blanquette, de nouvelles galeries d'extraction. Enfin ils enlèvent de la même manière, et toujours en remontant, d'abord le Blanc maigre et puis la Terre rousse. Ces diverses opérations terminées, l'ouvrier abandonne définitivement son puits pour en creuser un nouveau. »

« À Théziers, vers l'Est, au pied du village, situé aussi sur un îlot de molasse, il existe une carrière souterraine qui a été successivement exploitée en s'enfonçant dans le sol et en suivant l'inclinaison des couches qui plongent au N.O. Cette carrière est très vaste et s'enfonce sous la montagne jusqu'à une distance d'environ 40 mètres sur une largeur à peu près égale ; elle appartient à la commune, qui l'affermait au prix de 60 fr. par an. Mais comme on ne laissait point de piliers pour soutenir cette immense voûte, et les travaux commençant à s'étendre sous les premières maisons du village, l'exploitation fut suspendue en 1843 par arrêté préfectoral rendu sur la plainte de quelques habitants. »

Un autre exemple particulier concerne les exploitations de phosphates de Tavel (mine de la Vaute – Base Mérimée, Wienin Michel, 1989) :

« Gisement de phosphate constituant le remplissage d'anciennes grottes découvert et mis en exploitation en 1878 en même temps que celui de Lirac. Produits traités à Lirac. Puits de 465 m creusé vers 1890 pour accéder aux parties profondes du gisement, comblé en grande partie vers 1975 par suite d'une affaire criminelle. Fin au début du 20e siècle. Principale entrée de galerie conservée ainsi que chevalement en maçonnerie. En 1881 : Lirac et Tavel réunies emploient 465 ouvriers et produisent 3478 tonnes de phosphate. En 1889 : 1 contremaître, 64 hommes et 4 femmes. 1899 : 2 mines employant 52 hommes »



Crédit photographique (<http://bxl2.free.fr/vaucluse.htm>) (c) TCHORSKI)

6.2.4. Ouvrages civils

Les ouvrages civils répertoriés sont des tunnels et galeries anciennes. On dénombre 9 sites, dont les tunnels anciens liés à l'aqueduc antique du Pont du Gard, une poudrière souterraine ou une ancienne galerie de captage des eaux notamment.

6.3. REPARTITION

6.3.1. Répartition par type de cavités

Les illustrations 24 et illustration 25 présentent la répartition géographique des grandes familles et des types de cavités recensées (2415) définies au paragraphe 6.2. Cette représentation est également reportée sur la carte hors texte n°1 (échelle 1/150 000).

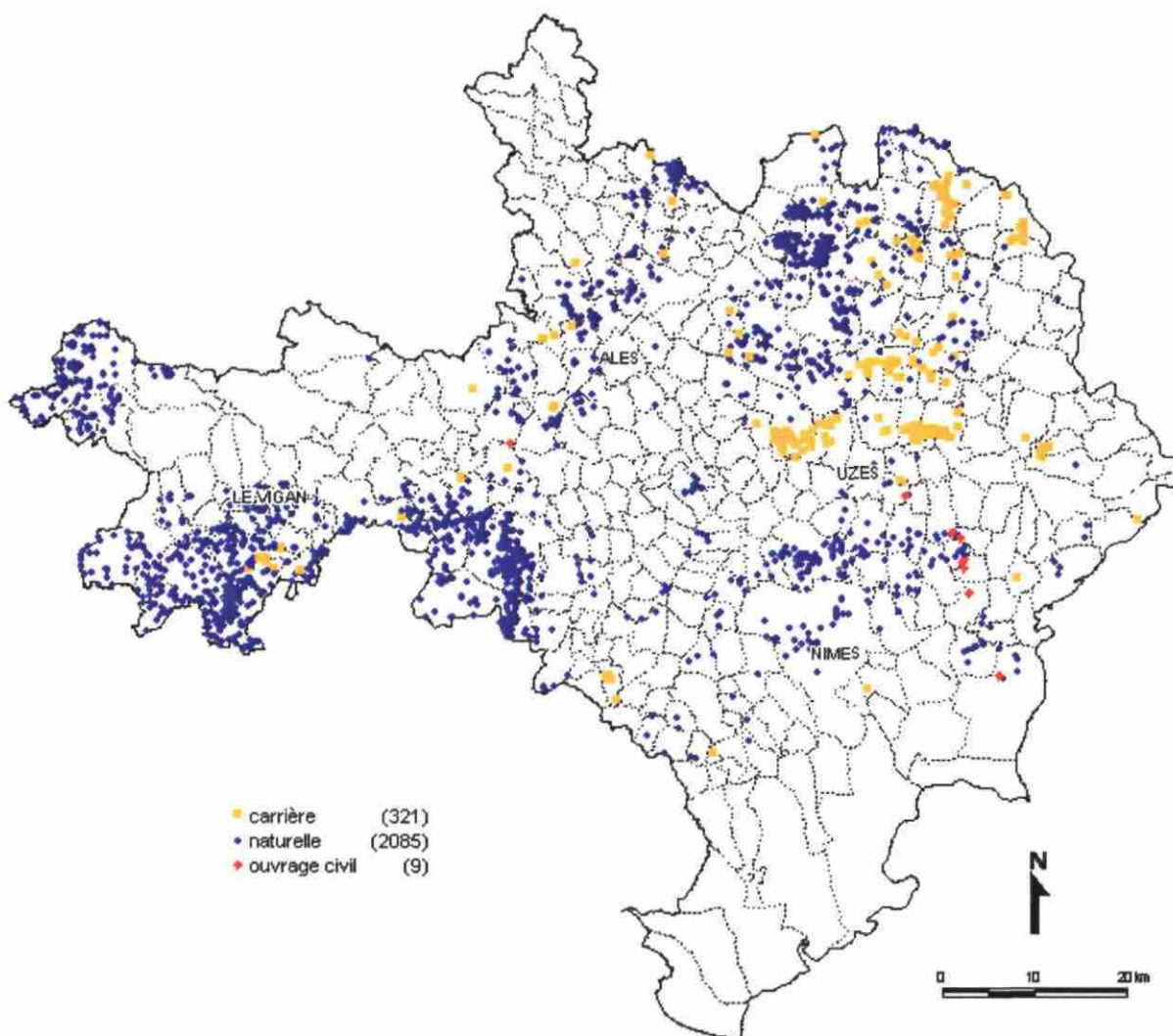


illustration 24 – Répartition géographique par grande famille de cavités

On note plusieurs éléments :

- concentration des cavités naturelles dans les zones karstiques des Causses à l'Ouest du département, sur la bordure cévenole, dans les Garrigues Nîmoises et au nord-Ouest du département,
- présence de cavités anthropiques plus diffuse avec des concentrations élevées dans l'Uzégais, et dans les bassins versant de la basse Cèze et de la basse Ardèche.

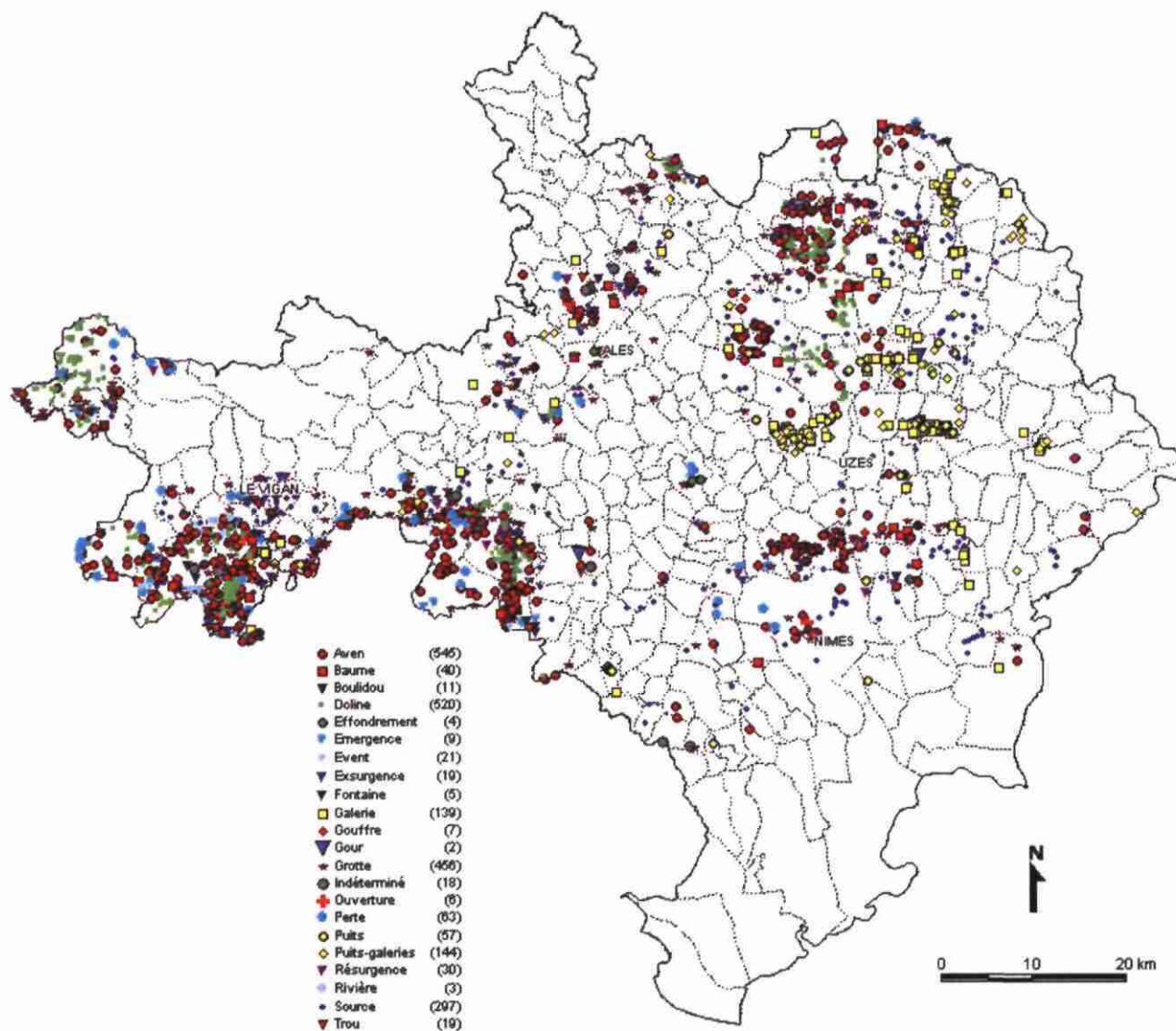


illustration 25 – Répartition géographique par type de cavité

L'illustration 26 synthétise ces données à l'échelle communale, en présentant la densité de relative de cavités par famille et par commune. Cette analyse recoupe les observations formulées ci-dessus en terme de concentrations de cavités par zone géographique.

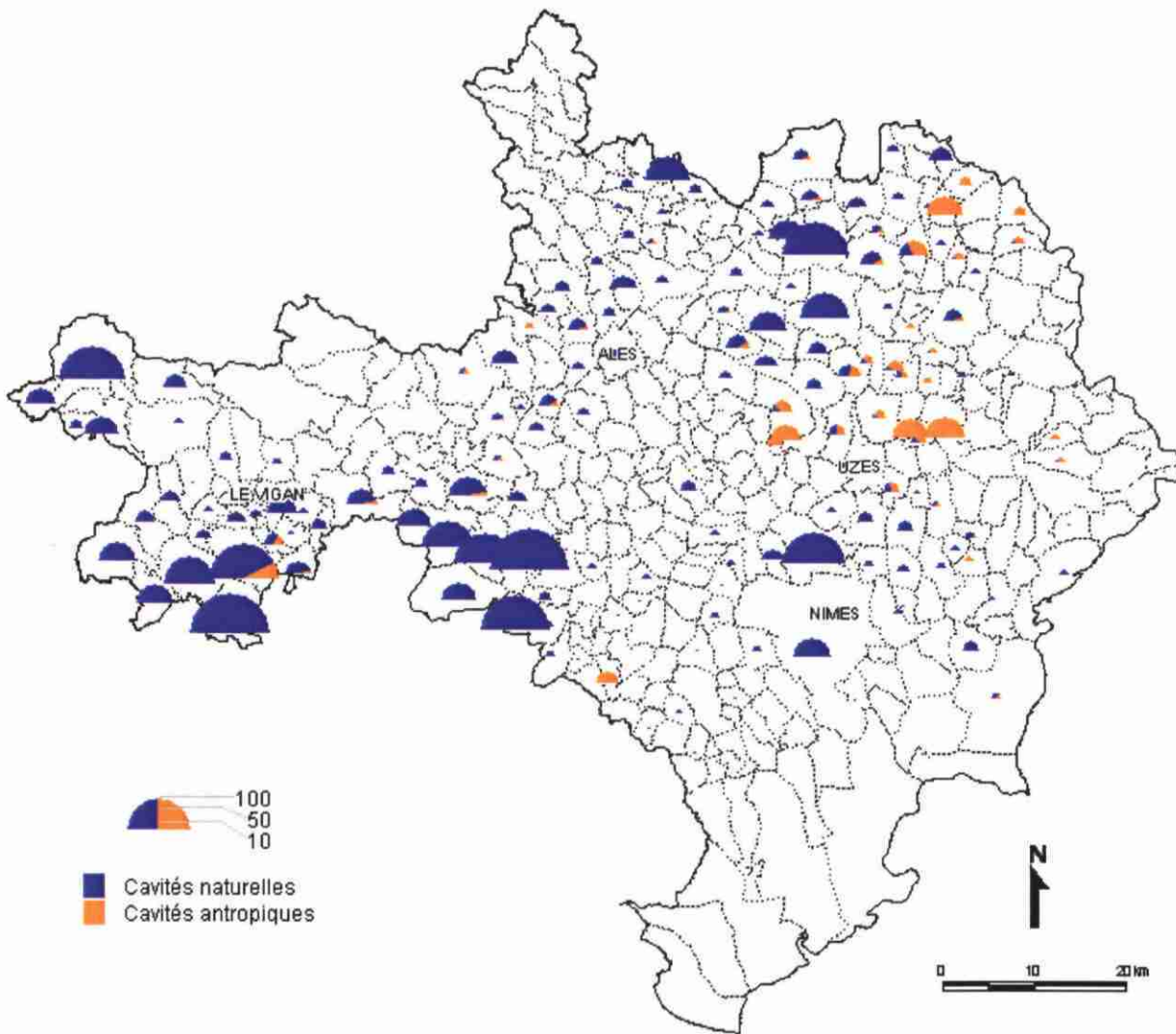


illustration 26 – Répartition géographique par type des cavités recensées

6.3.2. Répartition par grands ensembles géologiques

Le report géographique des cavités recensées par entité géologique est présenté sur l'illustration 27. La base de travail est la cartographie de la France (à l'échelle 1/1 000 000 – illustration 7). On note :

- la forte concentration de cavités naturelles en zones à potentiel karstique (cf. 3.2),
- la présence de cavités anthropiques (carrières souterraines en grande majorité) dans les formations marneuses du Crétacé supérieur, et argileuses tertiaires (paléocène, éocène inférieur et oligocène notamment).

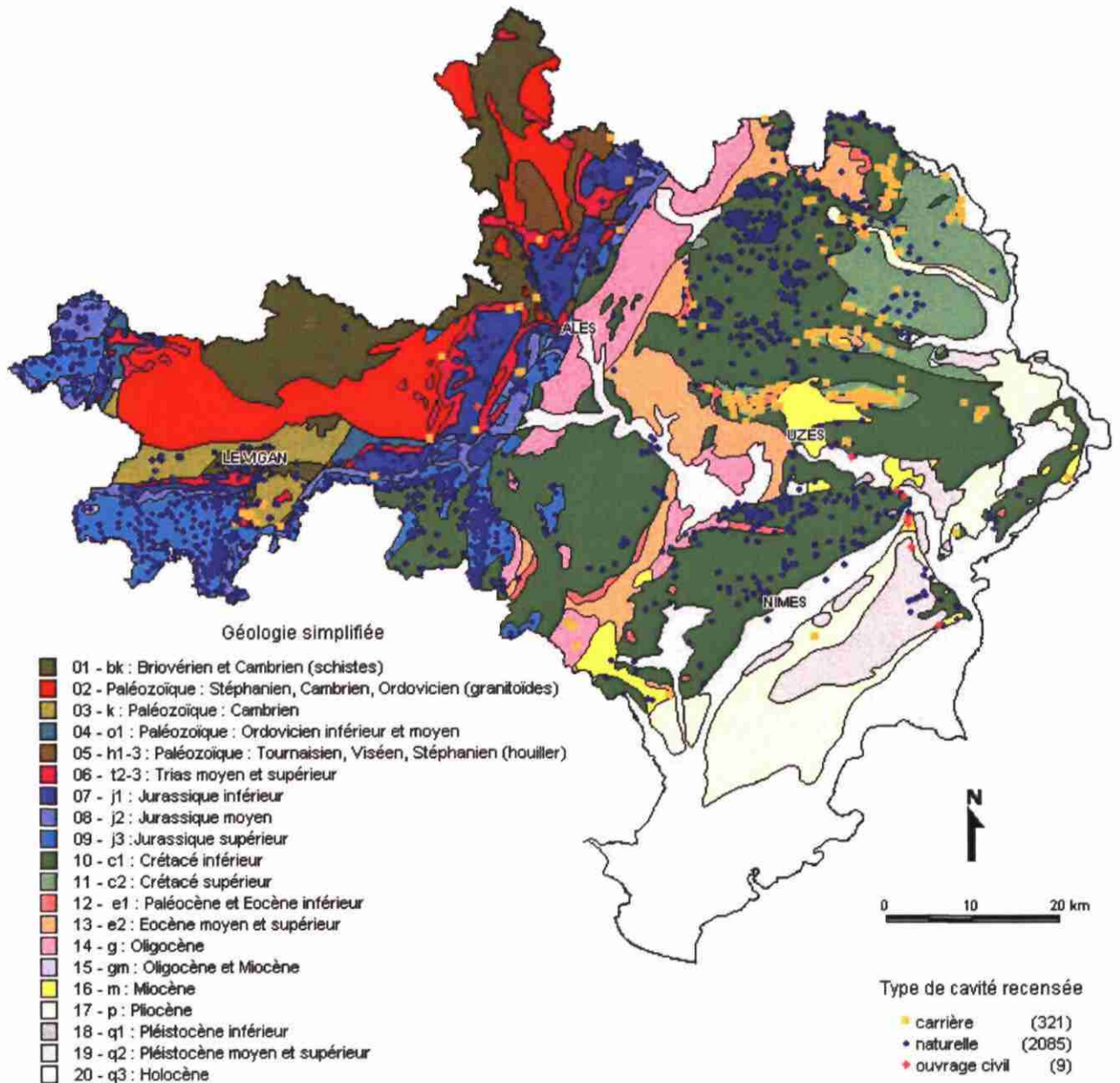


illustration 27 – Répartition géologique des cavités recensées

A partir de la géologie simplifiée du département (carte de la France à l'échelle 1/1 000 000), une approche par densité de cavités, naturelles et anthropique, a été entreprise. Les résultats sont présentés sur l'illustration 28. Ces cartographies reflètent l'analyse de répartition et précisent une hiérarchisation de la potentialité de présence de cavités souterraines selon les grands ensembles géologiques identifiés. Ces cartes doivent demeurer indicatives, en raison de la précision d'échelle du fonds géologique valorisé (kilométrique) et de la qualité relative des positionnements des cavités recensées.

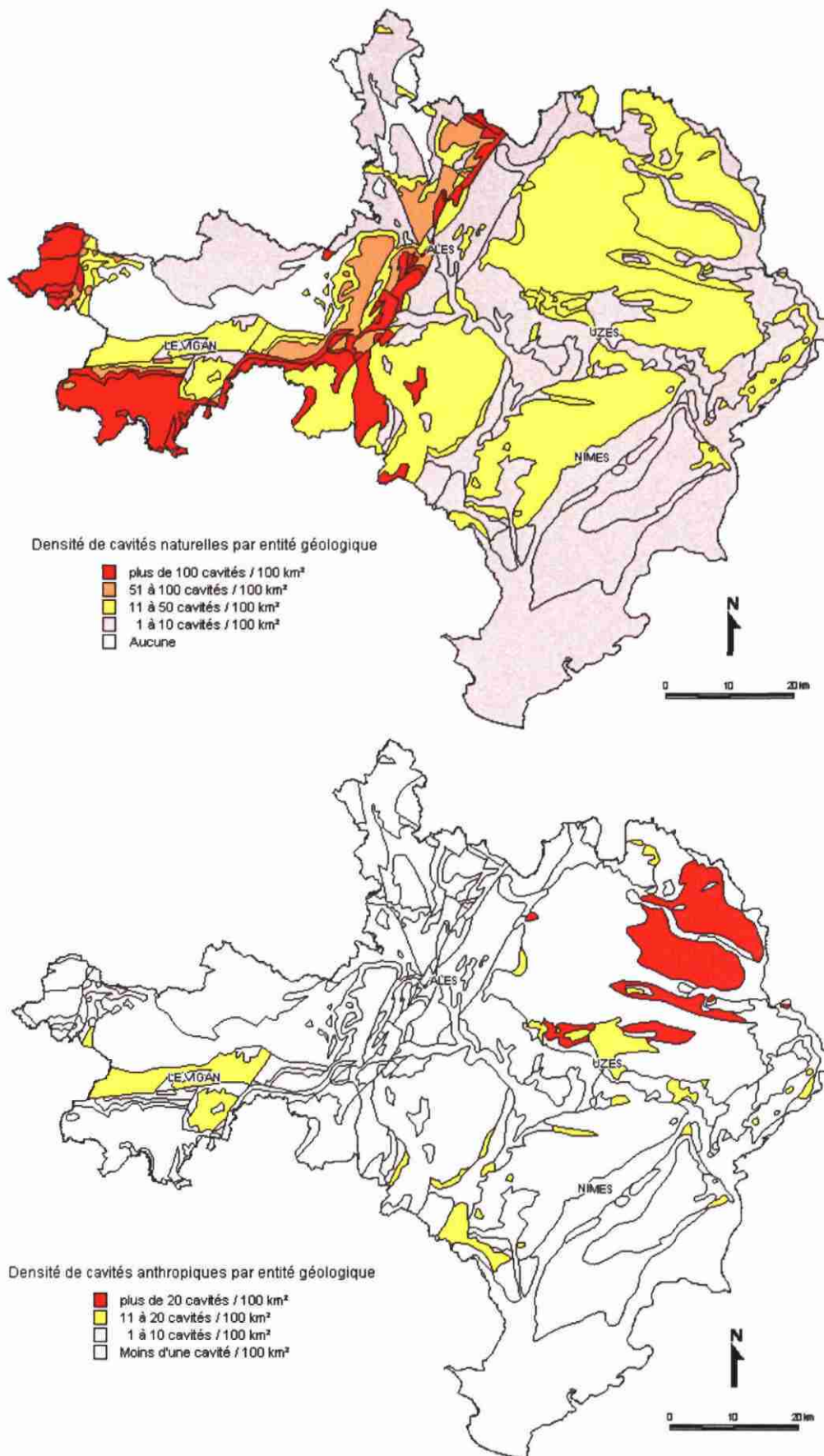


illustration 28 – Densités de cavités recensées par ensemble géologique

7. Recommandations en matière de prévention des risques

7.1. GENERALITES

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

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

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

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

- Le Dossier Départemental des Risques Majeurs (DDRM) : il s'agit d'un document de sensibilisation, illustré par des cartes d'aléas (atlas des risques) et fixant les priorités communales. Il regroupe les principales informations sur les risques majeurs naturels et technologiques du département.
Il peut comprendre :
 - un rapport de présentation justifiant les mesures envisagées ;
 - une carte par bassin de risque et type de risque ;
 - l'historique des évènements antérieurs principaux ;
 - la réglementation relative aux risques (périmètre de risque, plans d'urgence) ;
 - les mesures collectives prises (aménagement, surveillance, alerte, plans de secours ..) ;
 - les mesures individuelles à connaître.
- Les documents Communaux Synthétiques (DCS) : ces documents spécifiques à chaque commune ont exclusivement une vocation d'information et de sensibilisation des populations. Ils constituent un document de base du droit à l'information fixé par la loi. Ils présentent les risques naturels et technologiques encourus par les habitants d'une commune.
Généralement, à partir du DDRM, sont extraits les éléments relatifs à la commune (information, cartes), avec éventuellement des ajouts (particularisme de la commune). Les DCS, élaborés par les services de l'Etat, sont notifiés au maire par arrêté préfectoral.
- Les Documents d'Information Communal sur les Risques Majeurs (DICRIM) : Il 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, 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 ..).

- 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 à l'initiative du préfet. Ils sont instruits par l'Etat et soumis à enquête publique. Après avis des communes concernées, les PPR sont approuvés par arrêté préfectoral et obligatoirement annexés au PLU.

Les PPR peuvent s'étendre à plusieurs communes.

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

- Les Plans Locaux d'Urbanisme (PLU) : ces documents, entrés en vigueur en avril 2001, se substituent progressivement aux Plans d'Occupation des Sols (POS). Ils expriment le projet d'aménagement et de développement durable de la commune. Ils fixent les affectations du sol au regard des prévisions économiques et démographiques et des besoins répertoriés en matière de développement économique, d'aménagement de l'espace, d'environnement, d'équilibre social de l'habitat, de transport, d'équipements et de services.

La prévention des risques naturels prévisibles reste un des objectifs des documents d'urbanisme au terme de l'article L.121-1 du code d'urbanisme. A ce titre, les PPR, qui valent servitudes d'utilité publique, doivent être annexés aux POS, révisés en PLU, en vertu de l'article L. 562-4 du Code de l'Environnement. De même, les POS, révisés en PLU, doivent permettre de déterminer les conditions dans lesquelles les risques naturels peuvent être prévenus, conformément à l'article L.121-10.

- La loi n°2003-699 du 30 juillet 2003 relative à la prévention des risques technologiques et naturels et à la réparation des dommages – titre II – article 42 :

Article L 563-6 du code de l'environnement

I – Les communes ou leurs groupements compétentes en matière de documents d'urbanisme élaborent, en tant que besoin, des cartes délimitant les sites où sont situés des cavités souterraines et des marnières susceptibles de provoquer l'effondrement du sol.

II – Toute personne qui a connaissance de l'existence d'une cavité souterraine ou d'un marnière dont l'effondrement est susceptible de porter atteinte aux personnes ou aux biens, ou d'un indice susceptible de révéler cette existence, en informe le maire, qui communique, sans délai, au représentant de l'Etat dans le département et au président du conseil général les éléments dont il dispose à ce sujet.

La diffusion d'informations manifestement erronées, mensongères ou résultant d'une intention dolosive relatives à l'existence d'une cavité souterraine ou d'une marnière est punie d'une amende de 30 000 €.

III – Le représentant de l'Etat dans le département publie et met à jour, selon les modalités fixées par décret en Conseil d'Etat, la liste des communes pour lesquelles il a été informé par le maire de l'existence d'une cavité souterraine ou d'une marnière et de celles où il existe une présomption réelle de l'existence d'une telle cavité.

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

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

7.2.1. Répartition générale des cavités

Dans le département 204 communes (58%) sont concernées par la présence de cavités souterraines. La répartition géographique des cavités recensées est exprimée en terme de densité par commune (nombre de cavités répertoriées sur surface communale), comme opéré pour la répartition par ensemble géologique. Compte tenu des conditions de formation et des évolutions dans le temps très différentes des cavités d'origine anthropique et naturelle, la distinction entre les deux grandes familles de cavités est conservée (illustration 30).

L'analyse de ces cartes confirme les points évoqués aux paragraphes 6.3.1 et 6.3.2. Le tableau de l'illustration 29 présente les communes les plus concernées par la présence de cavités (naturelles et anthropiques).

Inventaire des cavités souterraines du Gard (30)

INSEE	COMMUNE	Sup. (km ²)	Nb cavité	Nb cavité naturelle	Dens. cavité naturelle (nb / km ²)	Nb cavité anthropique	Dens. cavité anthropique (nb / km ²)
30001	AIGALIERS	27.85	15	3	0.11	12	0.43
30016	ARRE	6.98	11	11	1.58	0	0.00
30026	AVEZE	4.11	6	6	1.46	0	0.00
30040	BLANDAS	37.27	58	58	1.56	0	0.00
30048	BOUQUET	30.10	32	32	1.06	0	0.00
30055	BROUZET-LES-ALES	13.08	18	15	1.15	3	0.23
30064	CAMPESTRE-ET-LUC	37.87	35	35	0.92	0	0.00
30076	CAVILLARGUES	11.11	5	1	0.09	4	0.36
30077	CENDRAS	13.03	15	14	1.07	1	0.08
30093	CONQUEYRAC	27.61	76	76	2.75	0	0.00
30095	CORCONNE	13.15	91	91	6.92	0	0.00
30096	CORNILLON	15.52	24	9	0.58	15	0.97
30097	COURRY	8.35	44	44	5.27	0	0.00
30111	FOISSAC	3.91	9	0	0.00	9	2.30
30115	FONTARECHES	13.25	7	2	0.15	5	0.38
30129	GENERARGUES	10.64	14	12	1.13	2	0.19
30031	LA BASTIDE-D'ENGRAS	9.77	8	4	0.41	4	0.41
30056	LA BRUGUIERE	16.46	12	7	0.43	5	0.30
30058	LA CADIERE-ET-CAMBO	11.92	28	28	2.35	0	0.00
30067	LA CAPELLE-ET-MASMOLENE	24.72	36	0	0.00	36	1.46
30139	LANUEJOLS	62.67	85	85	1.36	0	0.00
30350	LE VIGAN	17.19	21	21	1.22	0	0.00
30149	LIRAC	9.80	5	0	0.00	5	0.51
30151	LUSSAN	46.67	53	53	1.14	0	0.00
30164	MEJANNES-LE-CLAP	38.31	84	84	2.19	0	0.00
30170	MOLIERES-CAVAILLAC	7.68	11	11	1.43	0	0.00
30172	MONOBLLET	21.39	33	31	1.45	2	0.09
30174	MONTAREN-ET-SAINT-MEDIERS	19.30	11	6	0.31	5	0.26
30176	MONTDARDIER	35.41	90	78	2.20	12	0.34
30185	MUS	2.66	1	0	0.00	1	0.38
30189	NIMES	160.87	34	34	0.21	0	0.00
30199	POMMIERS	6.51	13	9	1.38	4	0.61
30200	POMPIGNAN	41.31	27	27	0.65	0	0.00
30202	PONT-SAINT-ESPRIT	18.59	6	0	0.00	6	0.32
30205	POUGNADORESSE	7.67	5	0	0.00	5	0.65
30213	REVENS	13.93	24	24	1.72	0	0.00
30219	ROGUES	30.62	121	121	3.95	0	0.00
30226	SAINT-ALEXANDRE	12.95	8	1	0.08	7	0.54
30262	SAINT-HIPPOLYTE-DE-MONTAIGU	4.09	10	3	0.73	7	1.71
30263	SAINT-HIPPOLYTE-DU-FORT	29.36	61	61	2.08	0	0.00
30273	SAINT-JULIEN-DE-PEYROLAS	12.53	7	0	0.00	7	0.56
30274	SAINT-JULIEN-LES-ROSIERS	14.26	19	19	1.33	0	0.00
30279	SAINT-LAURENT-LA-VERNEDE	11.76	15	2	0.17	13	1.11
30280	SAINT-LAURENT-LE-MINIER	13.17	17	16	1.21	1	0.08
30282	SAINT-MARCEL-DE-CAREIRET	10.21	3	0	0.00	3	0.29
30286	SAINT-MAXIMIN	10.02	9	4	0.40	5	0.50
30287	SAINT-MICHEL-D'EUZET	10.31	8	1	0.10	7	0.68
30291	SAINT-PAUL-LA-COSTE	19.06	5	0	0.00	5	0.26
30293	SAINT-PRIVAT-DE-CHAMPCLLOS	11.83	14	13	1.10	1	0.08
30295	SAINT-QUENTIN-LA-POTERIE	24.01	8	1	0.04	7	0.29
30301	SAINT-VICTOR-DES-OULES	4.78	30	0	0.00	30	6.28
30228	SAINTE-ANASTASIE	43.76	71	71	1.62	0	0.00
30304	SALAZAC	9.93	33	0	0.00	33	3.32
30306	SALINELLES	8.91	13	0	0.00	13	1.46
30311	SAUVE	31.62	122	122	3.86	0	0.00
30317	SERNHAC	9.02	3	0	0.00	3	0.33
30319	SERVIERS-ET-LABAUME	12.46	20	0	0.00	20	1.61
30325	SUMENE	36.69	20	19	0.52	1	0.03
30327	THARAUX	9.56	31	31	3.24	0	0.00
30332	TREVES	27.11	29	29	1.07	0	0.00
30353	VISSEC	21.87	34	34	1.55	0	0.00

illustration 29 – Synthèse des communes les plus concernées par la présence de cavités (naturelles et anthropiques)

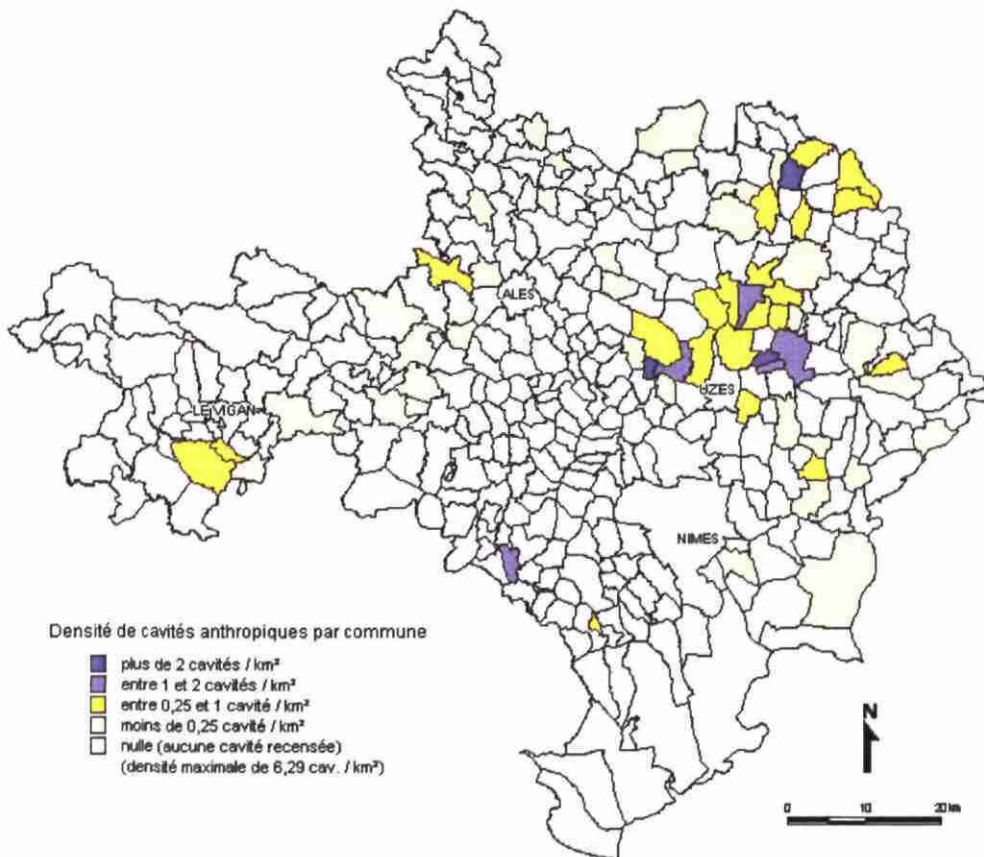
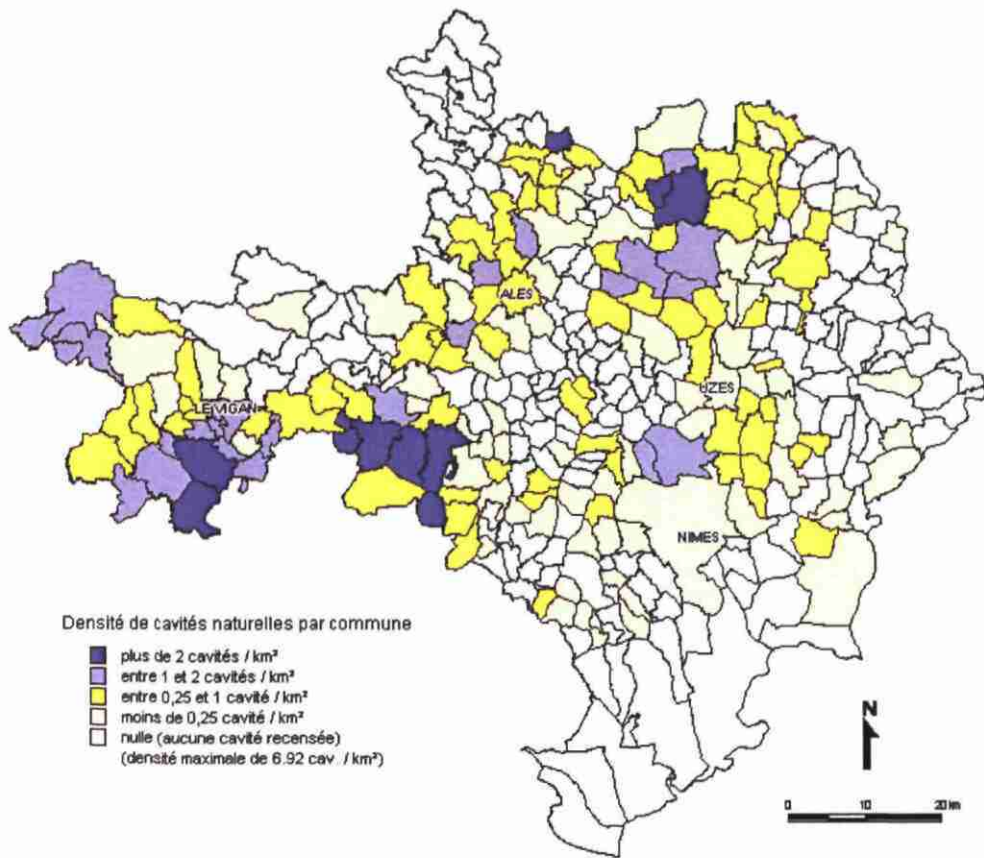


illustration 30 – Densités de cavités par commune

7.2.2. Recommandations en terme de prévention des risques

L'inventaire départemental permet d'actualiser les données existantes en matière d'information préventive, relatives à la présence des cavités souterraines. La valorisation immédiate pourra être entreprise en complément d'information et actualisation éventuelle du DDRM.

L'inventaire des cavités souterraines du département a recensé les cavités dites « hors mine ». La vision départementale proposée exclut donc les nombreux vestiges (puits, galeries ...) liés aux exploitations minières particulièrement développées dans le département.

En terme de prévention des risques, il s'avère délicat de tirer des enseignements directs des cavités recensées. En effet, la méconnaissance de l'état actuel de la plupart des cavités anthropiques recensées et le contexte géologique favorable à la stabilité générale des cavités naturelles en milieu karstique empêche tout diagnostic d'aléa d'effondrement ou d'affaissement associé aux sites répertoriés.

Néanmoins, en fonction de ces données il apparaît qu'une enquête sérieuse des désordres de surface liées aux exploitations souterraines, pouvant, le cas échéant déboucher sur une cartographie d'aléa, mériterait d'être entreprise sur les communes de l'Uzégais (exploitations de terres réfractaires et d'ocres), à Salinelles et dans une moindre mesure à Salzac (exploitations de phosphates) sous réserve que la pression urbanistique soit avérée.

Concernant les cavités naturelles, les cavités liées au karst ne semblent pas poser de problème majeur de mouvement de terrain de type affaissement ou effondrement. La connaissance des orifices fournira néanmoins un outil de prévention aux services de la protection civile. Concernant les cavités naturelles liées aux phénomènes de dissolution de gypse, il s'avère que des désordres, parfois importants ont été relevés dans plusieurs communes (Laval-Pradel, Les salles-du-Gardon, Boucoiran-et-Nozières, Alès).

Il va de soit que cet inventaire servira de point d'appui à l'établissement éventuels de zonages en terme d'aléa mouvement de terrain ou en base d'information pour l'élaboration de documents d'urbanisme (DCS, DICRIM, PPR).

Mais compte tenu du contexte géologique du département du Gard et de son passif minier, l'intégration des cavités et des désordres liés à cette activité constitue le préalable à toute proposition de programmation de documents d'urbanisme tels que les PPR.

8. Conclusions

L'inventaire départemental des cavités souterraines abandonnées (hors mine) a conduit au recensement de 2415 cavités (ou orifices associés à des cavités souterraines). Ce recensement s'est basé sur un travail bibliographique et des phases de validation sur terrain pour les cavités d'origine anthropique au moins.

La collecte des données a conduit initialement à 4082 sites de cavités pour aboutir après validation et élimination de doublons aux 2415 sites évoqués. Ces cavités se répartissent en trois grandes familles :

- cavités liées à l'existence de carrières souterraines anciennes (321), pour la plupart localisés en majeure partie dans la région d'Uzès pour l'exploitation de terres réfractaires (argiles et sable), et ponctuellement dans d'autres secteurs (sépiolite à Salinelles, gypse à Monoblet ...),
- cavités (ou orifices de cavités) se rattachant à des cavités souterraines d'origine naturelle liées à la dissolution de roches calcaires (karstiques) et gypsfères (2085). La localisation des cavités liées aux formations karstiques se rencontrent majoritairement dans la moitié sud du département (avens, grottes...) dans les secteurs des Causses et des Garrigues,
- cavités de type ouvrage civil abandonné (9) dont les tunnels rattachés à l'aqueduc antique du Pont du Gard.

Le recensement des cavités ne peut être considéré comme exhaustif, compte tenu de la connaissance partielle du sous-sol du département et des découvertes permanentes sur le sujet, notamment par les clubs et associations spéléologiques.

Cependant l'objectif de recensement des orifices de cavités naturelles existantes ou présumées, par un important travail de synthèse des documents bibliographiques tend à estimer cet inventaire relativement complet tant du point de vue de son exhaustivité que de la qualité des données collectées. En outre, concernant les cavités d'origine anthropiques, il semble que les communes et les sites identifiés sont assez représentatifs des exploitations souterraines ayant existé, même si dans de nombreux cas les orifices sont rarement encore présents. Il est à noter que, par sa conception, la base de données des cavités souterraines se veut évolutive, et que des actualisations futures pourront toujours être entreprises.

La répartition des sites identifiés met en évidence que 58% des communes du département (204 communes) sont concernées par la présence de cavités souterraines (hors mine). Cet inventaire départemental servira de point d'appui à l'établissement éventuels de zonages en terme d'aléa mouvement de terrain ou en base d'information pour l'élaboration de documents d'urbanisme (DCS, DICRIM, PPR). Mais compte tenu du passif minier important du département, l'intégration des cavités et des désordres liés à cette activité constitue, à notre sens, le préalable à toute proposition de programmation de documents d'urbanisme tels que les PPR.

Annexe 1

Cahier des charges du programme

CAHIER DES CHARGES

Inventaire départemental des cavités: Département du Gard (30)

1. OBJET

Cette étude s'inscrit dans le cadre d'un programme pluriannuel sur une durée de six ans visant à réaliser un recensement des cavités sur le territoire métropolitain.

Les choix et la programmation des inventaires départementaux à réaliser sont présentés ci avant.

2. OBJECTIFS

Il s'agit de recenser, localiser et caractériser les principales cavités souterraines (hors mines) présentes dans le département du Gard, puis d'intégrer l'ensemble de ces données factuelles dans la base de données nationale sur les cavités souterraines (BDCavité) gérée par le BRGM à la demande du MEDD, les organismes extérieurs associés étant à ce jour l'INERIS, le réseau des CETE et les services RTM.

Le but de cette opération est multiple.

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

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

À l'échelle nationale, il s'agit d'initier une démarche globale de recensement des cavités souterraines d'origine anthropique, et naturelle, ce qui suppose de réaliser ce travail d'inventaire départemental sur l'ensemble du territoire (ou au moins sur les secteurs potentiellement les plus concernés). La connaissance des zones sous-cavées est jusqu'à présent diffuse, hétérogène et incomplète. Il s'agit donc de rassembler la totalité des informations disponibles (sans qu'il soit possible de prétendre à l'exhaustivité en la matière)

et de la stocker, sous forme homogène, dans une base unique et fédérative de données géoréférencées : la Base de Données nationale cofinancée par le MEDD.

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

3. CONTENU DE L'ETUDE

L'opération comportera les phases suivantes :

Collecte des données :

- recherche bibliographique,
- questionnaires d'enquête auprès des communes,
- recueil de données auprès des services techniques concernés.

Validation sur le terrain :

- caractérisation des cavités recensées,
- repérage fortuit de cavités non archivées.

Valorisation des données et saisie :

- géoréférencement des cavités,
- descriptif (fiches de saisie),
- saisie dans BDCS.

Synthèse des données :

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

Les cavités souterraines concernées par cet inventaire départemental sont :

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

2.1 Recueil des données

2.1.1 Recherche bibliographique

Le but de cette phase est de rassembler toutes les informations déjà publiées concernant des vides souterrains abandonnés, ou les cavités naturelles (travaux de thèses), dans le département étudié, sachant que dans certains départements les deux types d'inventaires seront dissociés.

Cette recherche bibliographique se fera par l'intermédiaire de la bibliothèque centrale du BRGM. Elle comportera 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 sera également menée. Toutefois, cette recherche se bornera 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 BDCS feront évidemment l'objet d'une extraction au cours de cette phase.

2.1.2 Questionnaire d'enquête auprès des communes

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

2.1.3 Recueil de données auprès d'organismes compétents

Des enquêtes plus spécifiques seront 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) seront systématiquement dépouillées, comme les archives départementales. Selon le contexte local, d'autres organismes seront 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 seront menées auprès de personnes-ressources susceptibles de fournir des informations pertinentes de par leur connaissance du milieu souterrain : anciens carriers, champignonnistes, conservateurs de musée, archéologues, etc...

Les associations locales et départementales de spéléologie (CDS) seront systématiquement mises à contribution, à la fois pour les cavités naturelles et les cavités anthropiques, et certaines de leurs publications feront l'objet d'une analyse bibliographique. En matière de cavités naturelles les services de la protection civiles seront interrogés.

2.2 Validation des données sur le terrain

2.2.1 Caractérisation des cavités recensées

Toutes les carrières souterraines recensées par l'intermédiaire de la recherche bibliographique, des enquêtes auprès des communes et des contacts avec les différents interlocuteurs locaux feront l'objet d'une visite sur le terrain, hormis ceux pour lesquels la documentation disponible est jugée suffisante pour permettre une localisation et une

description fiable, et ceux pour lesquels les conditions d'accès ne sont pas possibles avec des moyens courants (ex: accès par cordes, échelles, bateau, plongée).

Le nombre maximum d'évènements faisant l'objet d'une visite de terrain est estimé à 200 unités par département. Au delà de ce nombre, les évènements recensés ne seront pas systématiquement validés. Cependant, ce fait sera explicitement mentionné dans la BD CS.

Cette visite sur le terrain aura 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'agira 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 sera notée par rapport à des repères jugés pérennes et déterminée quand c'est possible à l'aide d'un GPS, et décrits (géométrie, état, accessibilité, etc...). Lorsque la cavité est encore accessible, une visite rapide des galeries sera effectuée afin d'évaluer, globalement, l'extension des zones sous-cavées et leur état général de stabilité. La finalité d'une telle visite n'est pas d'aboutir à un diagnostic complet de stabilité, mais de permettre une caractérisation globale de la carrière identifiée (validation des plans quand ils sont disponibles). En matière de karst, ce genre de visite sera l'exception.

2.2.2 Repérage de cavités non archivées

À l'occasion des visites de terrain et de rencontres avec des témoins locaux, il peut arriver que des carrières souterraines abandonnées non signalées dans les archives soient repérées. Ces cavités seront également localisées sur carte topographique à l'échelle 1/25 000 et feront l'objet des observations minimales comme définies ci-dessus.

2.2.3 Information aux mairies

Suite à la phase de validation de terrain, le BRGM s'engage à signaler par courrier au maire concerné tout risque imminent relatif aux sites visités.

2.3 Valorisation des données et saisie

2.3.1 Géoréférencement des cavités

Toutes les cavités recensées feront 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.

2.3.2. Descriptif (fiches de saisie)

Pour chacune des cavités recensées, une fiche de saisie sera remplie afin de renseigner les différents champs la décrivant dans la BDCS, 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, débousses de karst, chute de blocs près des entrées, etc...), dommages éventuels causés, nature des études et travaux éventuellement réalisés (avec références bibliographiques). Les renseignements saisis seront qualifiés en terme de précision et de fiabilité.

2.3.3 Saisie dans BDCS

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

2.4 Synthèse des données

2.4.1 Synthèse géologique

Ce document permet de mettre en évidence de façon synthétique l'ensemble des formations géologiques présentant une susceptibilité vis à vis de la présence de cavités.

2.4.2 Analyse critique des données

Une fois que les phases de recueil, de validation et de valorisation des données seront achevées pour l'ensemble du département, une synthèse des cavités recensées sera effectuée. Une analyse critique des données recueillies sera 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).

2.4.3 Carte de synthèse

L'ensemble des cavités recensées sera reporté sur une carte synthétique présentée à l'échelle 1/ 100 000 et sur laquelle figureront, outre les cavités elles-mêmes (classées par type d'exploitation ou selon la nature des matériaux extraits), 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.

2.4.4 Caractérisation des cavités recensées

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

2.4.5 Rédaction d'un rapport de synthèse

Le rapport de synthèse qui sera rédigé en fin d'inventaire comportera un tableau récapitulatif avec les principales caractéristiques des cavités identifiées dans le département, ainsi que la carte de localisation. Le rapport lui-même précisera notamment les sources d'information qui auront été exploitées, les principales difficultés rencontrées, le degré de représentativité des données recueillies, le type des cavités identifiées ainsi que leur répartition géographique. L'attention des décideurs sera notamment attirée sur l'existence éventuelle de cavités susceptibles de s'étendre sous des zones urbanisées ou sous des voies de communication. A ce titre, un récapitulatif des courriers adressés aux mairies sera présenté en annexe.

3. CHRONOGRAMME

Le chronogramme détaillé de l'étude sera le suivant (sachant que des modifications sont susceptibles de se produire en fonction des spécificités d'un département) :

Tâche	18 mois																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	■	■																
2	■	■	■	■	■													
3			■	■	■													
4						■	■	■	■	■	■	■	■	■				
5									■									
6									■									
7									■	■	■	■	■	■				
8										■	■	■	■	■				
9															■			
10																■		
11																	■	
12																		■

Tâches

- | | |
|-----------------------------------|---------------------------------------|
| 1 : Recherche bibliographique | 7 : Fiches de synthèse |
| 2 : Questionnaire d'enquête | 8 : Saisie dans BDCS |
| 3 : Contacts avec organismes | 9 : Cartographie |
| 4 : Visites de terrain | 10 : Analyse critique des données |
| 5 : Première synthèse des données | 11 : Synthèse des données recueillies |
| 6 : Remise du rapport provisoire | 12 : Remise du rapport de synthèse |

4. DELIVRABLE

Un rapport d'avancement fera le point sur les données recueillies en fonction : des résultats de la recherche bibliographique, du questionnaire envoyé aux communes et des contacts pris avec les organismes locaux compétents. Le nombre total de cavités qui figureront dans l'inventaire départemental sera estimé en fonction des informations disponibles à ce stade de l'étude. Ce rapport sera fourni en trois exemplaires, dont un reproductible.

Le rapport de synthèse rédigé en fin d'inventaire précisera notamment les sources d'information qui auront été exploitées, les principales difficultés rencontrées, le degré de représentativité des données recueillies, le type des cavités identifiées ainsi que leur répartition géographique et la nature des principaux éléments exposés. Il sera accompagné d'une carte de localisation des cavités recensées, classées en fonction du mode d'exploitation ou de la nature des matériaux extraits. Cette carte sera présentée à l'échelle 1/100 000, sur fond topographique comportant les principaux repères géographiques nécessaires (limites départementales et communales, villes principales, voies de communication et cours d'eau principaux). Un tableau synthétique avec les principales caractéristiques des cavités identifiées sera fourni en annexe du rapport. Ce rapport sera fourni en trois exemplaires, dont un reproductible.

Toutes les cavités recensées dans le cadre de l'inventaire seront saisies dans la base de données nationale BDCS et accessibles librement sur le site internet correspondant. Un Cédé Rom contenant le texte du rapport (au format Word) et les documents cartographiques édités (au format MapInfo) sera fourni en un exemplaire.



Annexe 2

Sources de données d'archives
Références bibliographiques

Bibliographie valorisée dans le cadre du programme
Association Spéléologique Nîmoise (1967), Association Spéléologique Nîmoise (A.S.N.) : NEMAUSA Bulletin N°1 (Bulletin / Revue)
BIGOT (2001), Site Internet : Bibliographie des inventaires spéléologiques (Adresse) http://perso.wanadoo.fr/04as/listspele/listdep/biblinvent1.htm#30
BRGM (1968), BRGM : Catalogue régional des cavités naturelles, Région du Languedoc Roussillon (Rapport)
BRGM (1969), BRGM : Inventaire national des cavités naturelles - Dossiers et additifs établis en 1968 (Rapport)
BRGM (1972), BRGM : Inventaire des cavités naturelles (Rapport)
BRGM (1972), BRGM : Inventaire des sources (Rapport)
BRGM (Variable), BRGM : Cartes géologiques (feuilles 1/50 000) couvrant le département du Gard (Carte)
BRUNEL, FABRE, LAPORTERIE (1974), Section Spéléologique et Préhistoire de l' Association Sportive de la C.N.A.R.B.R.L. - Association Spéléologique Nimoise (A.S.N.) : Bulletin n°1, NEMAUSA Bulletin spécial n°4 (Bulletin / Revue)
BUNIS, FABRE (1970), Fédération Spéléologique du Gard : Bulletin 1969-1970 (Bulletin / Revue)
CANLER (1980), Club loisirs et plein air (C.L.P.A.) : Bulletin : SERANNE N°3 (Bulletin / Revue)
CANLER (1984), Club loisirs et plein air (C.L.P.A.) : Bulletin : SERANNE N°2 (Bulletin / Revue)
CANLER (1988), Club loisirs et plein air (C.L.P.A.) : Bulletin : SERANNE N°4 (Bulletin / Revue)
CLPA (), Club loisirs et plein air (C.L.P.A.) : Souternet (Internet) http://membres.lycos.fr/clpa/topographie/toposdunet/toposdunetpage2.htm
CLPA (1990), Club loisirs et plein air (C.L.P.A.) : Cardabelle N°1 (Ouvrage)
CLPA (1992), Club loisirs et plein air (C.L.P.A.) : Cardabelle N°2 (Ouvrage)
CO.S.OC. (2004), Cordée Spéléo Occitane (CO.S.OC.) : Les classiques (Adresse) http://membres.lycos.fr/speleocosoc/Palm2.htm
CO.S.OC. (2004), Cordée Spéléo Occitane (CO.S.OC.) : Les grottes aménagées (Adresse) http://membres.lycos.fr/speleocosoc/Palm6.htm
CO.S.OC. (2004), Cordée Spéléo Occitane (CO.S.OC.) : Les grottes préhistoriques et les abris (Adresse) http://membres.lycos.fr/speleocosoc/Palm5.htm
COSTE (1972), Association Spéléologique Nîmoise (A.S.N.) : NEMAUSA Bulletin N°5 (Bulletin / Revue)
DILUCA (1974), Atlas Hydrogéologique LRO : Carte hydrogéologique de la région des Garrigues (Ouvrage)
DOUAT (1994), Spelunca : n°53 - Echos des profondeurs, France (Bulletin / Revue)
DRIRE (), DRIRE : Archives DRIRE Languedoc-Roussillon (Alès) (Archives)
DRIRE (2001), DRIRE : Schéma des carrières du département du Gard, rapport BRGM (Rapport)
DUMAS (1876), documents AGAR 2003 (http://www.geolales.net) : Statistique géologique, minéralogique, métallurgique et paléontologique du département du Gard (Ouvrage) http://www.ema.fr/~jprolley/Dumas.html
FABRE, BUNIS, DUREPAIRE (1968), Fédération Spéléologique du Gard : Bulletin FS Gard N° 11 (Bulletin / Revue)
FABRE, PEY, LANDRY (1976), Association Spéléologique Nîmoise (A.S.N.) : NEMAUSA Bulletin N°10 (Bulletin / Revue)
Fédération Spéléologique du Gard (1962), Fédération Spéléologique du Gard : Bulletin FS Gard N° 4 (Bulletin / Revue)
Fédération Spéléologique du Gard (1971), Fédération Spéléologique du Gard : Bulletin FS Gard N° 15 (Bulletin / Revue)
Fédération Spéléologique du Gard (1972), Fédération Spéléologique du Gard : Bulletin FS Gard N° 17 (Bulletin / Revue)
FOUCHER, LECLERCQ (1995), BRGM : Inventaire des anciennes carrières non-réaménagées et présentant un fort impact sur l'environnement - Région LRO, rapport RR-38745-FR (Rapport)
G.S. NIMOIS (1969), Association Spéléologique Nîmoise (A.S.N.) : NEMAUSA Bulletin N°3 (Bulletin / Revue)

Bibliographie valorisée dans le cadre du programme
G.S. NIMOIS (1971), Association Spéléologique Nîmoise (A.S.N.) : NEMAUSA Bulletin N°4 (Bulletin / Revue)
G.S. NIMOIS (1974), Association Spéléologique Nîmoise (A.S.N.) : NEMAUSA Bulletin N°8 (Bulletin / Revue)
GERSAM (1992), Groupe d'études et de recherches spéléologiques et archéologiques de Montpellier (GERSAM) : Document de synthèse confidentiel sur l'inventaire spéléologique du Larzac et de la Seranne (Ouvrage)
GIRAULT, VESINET, LAFAYE (1966), Fédération Spéléologique du Gard : Bulletin FS Gard N° 8 (Bulletin / Revue)
GROUPE SPELEOLOGIQUE SAINT MAUCOIS (1979), Groupe Saint Mauriçois : Bulletin n°1 - Le Mont BOUQUET (Bulletin / Revue)
IGN (), IGN : Cartes topographiques à l'échelle 1/25 000 ign@scan25 (Carte)
JOUBE (1967), Fédération Spéléologique du Gard : Bulletin FS Gard N° 10 (Bulletin / Revue)
LACOUR, COSTE (1962), Fédération Spéléologique du Gard : Bulletin FS Gard N° 3 (Bulletin / Revue)
LE STRAT (1997), BRGM : Carrières souterraines de Salazac (Gard). Etat des lieux, rapport /RR-39654-FR (Rapport)
MARGAT, MOLINARD, PALOC (1967), BRGM : Inventaire national des cavités naturelles - Dossiers établis en 1967, rapport 68DGL013HYD (Rapport)
MARGAT, MOLINARD, PALOC (1967), BRGM : Inventaire national des cavités naturelles - Dossiers et additifs établis en 1966, rapport DS.67.A3 (Rapport)
MARGAT, PALOC (1965), BRGM : Catalogue régional des cavités naturelles, Région des Grands Causses- Languedoc - Inventaire au 31-12-1964, rapport DS.65.A74 (Rapport)
MARGAT, PALOC (1966), BRGM : Inventaire national des cavités naturelles - Dossiers et additifs établis en 1965, rapport DS.66.A1 (Rapport)
MARTIN (1966), Fédération Spéléologique du Gard : Bulletin FS Gard N° 9 (Bulletin / Revue)
MARTIN (1983), Spéléo-Club Lassalien : Bulletin n°11 et 12 - Contribution à l'étude du karst barré en pays alean (Bulletin / Revue)
MAURIN, WIENIN (1989), Spelunca : (4e Serie), vol.34 - Grottes de la region de Boucoiran (Gard) (Bulletin / Revue)
MONTEILS (1968), Association Spéléologique Nîmoise (A.S.N.) : NEMAUSA II et III - Exploration de la fontaine de Nimes (Bulletin / Revue)
NOURRISSAT, PAUL (1973), Association Spéléologique Nîmoise (A.S.N.) : NEMAUSA Bulletin N°6 (Bulletin / Revue)
NURIT (1992), Club loisirs et plein air (C.L.P.A.) : La montagne de la Seranne (Ouvrage)
PALOC (1966), BRGM : Carte hydrogéologique de la France, Région karstique Nord-Montpellieraine, rapport BRGM/RR-24428-FR (Rapport)
PALOC (1967), BRGM : Carte hydrogéologique de la France. Région karstique nord-montpelliéraine. Mémoires du BRGM n°50 (Rapport)
PALOC (1972), Atlas Hydrogéologique LRO : Carte hydrogéologique de la région des Grands Causses, feuille N°2 de la carte hydrogéologique du Languedoc- Roussillon au 1/ 200.000 (Carte)
ROUIRE, MARIE (1960), BRGM : Etude de cavités naturelles dans les départements des Bouches du Rhone, Vaucluse, Gard et Ardèche (Rapport)
Site Internet (2005), Web : (Adresse) http://bxl2.free.fr/
Site Internet (2005), Web : (Adresse) http://bxl3.free.fr
Site Internet (2005), Web : (Adresse) http://compo.free.fr/fontaine/
Site Internet (2005), Web : (Adresse) http://membres.lycos.fr/clpa/
Site Internet (2005), Web : (Adresse) http://rlwat.free.fr/ptgard/
Site Internet (2005), Web : (Adresse) http://speleoressac.free.fr/
Site Internet (2005), Web : (Adresse) http://www.bdmvt.net
Site Internet (2005), Web : (Adresse) http://www.chez.com/gersam/
Site Internet (2005), Web : (Adresse) http://www.culture.gouv.fr/public/mistral/merimee_fr
Site Internet (2005), Web : (Adresse) http://www.mescevennes.com/decouvertes/

Bibliographie valorisée dans le cadre du programme
Site Internet (2005), Web : (Adresse) http://www.netnimes.com/
Site Internet (2005), Web : (Adresse) http://www.nimausensis.com/
Site Internet (2005), Web : (Adresse) http://www.plongeesout.com
Site Internet (2005), Web : (Adresse) http://www.pontdugard.fr
SPELEO-CLUB DE LOZERE (1993), Spéléo Club de la Lozère : Eaux souterraines des massifs de Lozère (Ouvrage)
SPELEO-CLUB DES CAUSSES (1978), Spéléo- club des Causse : Bulletin n°1 - Contribution à l'étude de la base vallée du Trévezel (Bulletin / Revue)
Spéluncamundi (2002), Site Internet : Spéluncamundi (Adresse) http://www.speluncamundi.com/
VASSEUR (1994), Association CELADON - Comité départemental de spéléologie de l'Hérault (CDS 34) : Inventaire spéléologique des siphons héraultais et des secteurs limitrophes- Tome 1
VILLEMEJEANNE (2001), Comité Départemental de Spéléologie du Gard (CDS 30) : Avens de plus de 100m de dénivellation (Adresse) http://cds30.free.fr/grottes.html
VILLEMEJEANNE (2001), Comité Départemental de Spéléologie du Gard (CDS 30) : Grottes de plus de 100m de développement (Adresse) http://cds30.free.fr/aven.html



Géosciences pour une Terre durable

brgm

Centre scientifique et technique
3, avenue Claude-Guillemain
BP 6009 - 45060 Orléans Cedex 2 - France
Tel. 02 38 64 34 34

Service géologique Languedoc-Roussillon
1039, rue de Pinville
34 000 Montpellier – France
Tél. : 04 67 15 79 80










INVENTAIRE DEPARTEMENTAL CAVITES SOUTERRAINES ABANDONNÉES DU GARD

Inventaire de octobre 2005

CAVITÉS SOUTERRAINES ABANDONNÉES AVÉRÉES

Cavités ponctuelles :

-  Carrières
-  Cavités naturelles
-  Ouvrages civils

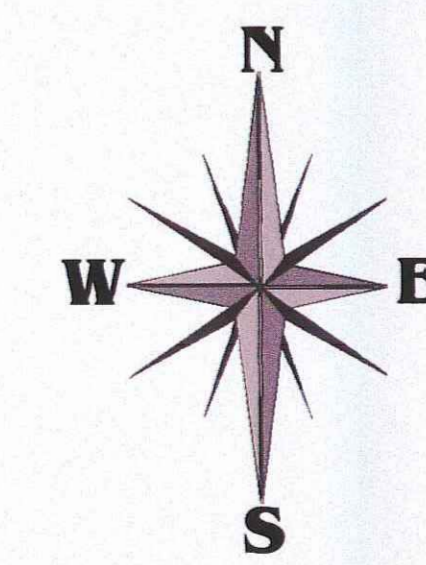
-  Zones urbaines
-  Communes
-  Départements
-  Autoroutes
-  Routes nationales
-  Principales routes départementales
-  Voies ferrées
-  Réseau hydrographique
-  Zones boisées

Nota : cette carte repose sur un inventaire non exhaustif, certaines cavités étant inconnues ou non identifiées à la date de l'étude.
BDCARTO unités administratives © IGN - Nota : les contours administratifs et la position des réseaux sont imprécis



Inventaires départementaux des cavités souterraines abandonnées Département du Gard

Rapport BRGM-RP-54176-FR
Octobre 2005



0 10 20 km
Echelle 1:150 000