

Document public

Inventaire des cavités souterraines du département des Alpes-Maritimes (06)

Rapport final

BRGM/RP-54135-FR

octobre 2005

Étude réalisée dans le cadre des projets
de Service public du BRGM 2005 04RISB11

Convention MEDD/BRGM : CV04000065

G. Gonzalez

Avec la collaboration de
P. PONCHANT

Vérificateur :

Original signé par J.L. Nedellec

Date : 25 octobre 2005

Approbateur :

Original signé par S. Solages

Date : 25 Octobre 2005



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



Géosciences pour une Terre durable

brgm

Mots clés : Base de données, inventaire, département des Alpes-Maritimes, cavités souterraines, carrières souterraines abandonnées, cavités naturelles, ouvrages civils, ouvrages militaires.

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

GONZALEZ G. et PONCHANT P. (2005) - Inventaire des cavités souterraines du département des Alpes-Maritimes (06) – Rapport final - BRGM/RP-54135-FR, 132 p., 16 ill., 14 ann.. Annexe Carte A0 - Cavités souterraines avérées.

© BRGM, 2005, ce document ne peut être reproduit en totalité ou en partie sans l'autorisation expresse du BRGM.

Synthèse

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

Le présent rapport présente une synthèse finale de l'opération d'inventaire des cavités souterraines abandonnées (naturelles et anthropiques, hors mines) du département des Alpes-Maritimes cofinancée par le Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable (convention référencée MEDD DPPR/BRGM n° CV04000065 et signée le 9 Avril 2004). 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 dans la mesure où certaines données (essentiellement privées) n'étaient pas accessibles.

Pour mener à bien cet inventaire, une soixantaine de dossiers ou de documents ont été retenus et exploités parmi de nombreux autres ouvrages consultés.

Le nombre de cavités recueillies avant élimination des doublons est de 2744 ; après élimination des doublons le nombre de cavités inventoriées est de 2108.

Le nombre potentiel de points restant n'ayant pu être traité faute d'autorisations est d'environ 600 pour les données du CDS ; pour celles de l'ONF le nombre potentiel de points restants ne peut être estimé.

Les plus fortes densités de cavités se trouvent :

- Dans les massifs calcaires karstiques que sont les montagnes du Cheiron, les massifs Tourettes-Chiers et le Plateau de Calern (sud-ouest, Cf. Annexe 12), les Préalpes de Nice (sud-est, Cf. Annexe 13) et le massif du Marguareïs (nord-est, Cf. Annexe 14).
- Dans les formations triasiques, se sont alors essentiellement des « fontis » de la région de Saint-Dalmas-Le-Selvage au Nord, de la région de Guillaume et Péone au Nord-Ouest et de la région de Levens au centre-est (Cf. §.Mouvements de terrain).

L'inventaire des ouvrages militaires de la ligne Maginot proches de la frontière italienne devra être complété selon une méthodologie à définir compte tenu de la complexité des ouvrages (réseaux de galeries desservant plusieurs blockhaus, forts partiellement enfouis, etc.).

Sommaire

1. INTRODUCTION	9
2. CADRE GENERAL DE L'ETUDE	11
2.1. OBJECTIF DES INVENTAIRES	11
2.1.1. Généralités.....	11
2.1.2. Objectifs à l'échelle locale (départementale)	11
2.1.3. Objectifs à l'échelle nationale	12
2.2. CADRE CONTRACTUEL	12
2.3. BASE DE DONNEES NATIONALE BDCAVITE	13
2.3.1. Présentation.....	13
2.3.2. Architecture et champs de base de BDCavité	13
2.3.3. Acquisition des données.....	17
2.3.4. Mise à disposition de l'information	17
2.4. PRINCIPALES ETAPES DE LA METHODOLOGIE DES INVENTAIRES	18
2.4.1. Typologie	18
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
3. CONTEXTE	21
3.1. PRESENTATION GENERALE DU DEPARTEMENT.....	21
3.1.1. Géographie	21
3.1.2. Géologie.....	22
3.1.3. Hydrogéologie et hydrologie	25
3.2. UNITES GEOLOGIQUES PROPICES A L'EXISTENCE DE CAVITES SOUTERRAINES ...	27
3.2.1. Les terrains anciens (granites, gneiss et micaschistes).....	27
3.2.2. Le Trias moyen et supérieur	27
3.2.3. Le Jurassique.....	27
3.2.4. Le Crétacé et le Lutétien.....	29
3.2.5. L'Oligocène détritique	29
3.3. RECUEIL DE DONNEES	29
3.3.1. Données d'archives	29
3.3.2. Enquêtes communales	32
3.3.3. Difficultés rencontrées (données d'archives, consultations).....	35
3.3.4. Visites de terrain	35
3.3.5. Mouvements de terrain	36
3.3.6. Synthèse de la phase de recueil de données.....	37
4. VALIDATION ET VALORISATION DES DONNEES.....	39
4.1. ELIMINATION DES DOUBLONS	39
4.2. ELIMINATION DES DONNEES INEXPLOITABLES.....	39
4.3. VALIDATION DE TERRAIN	39
4.4. INTEGRATION DANS LA BASE CAVITES	39

5. ANALYSE DES RESULTATS	41
5.1. QUALITE ET REPRESENTATIVITE DES INFORMATIONS RECUEILLIES.....	41
5.1.1. <i>Exhaustivité</i>	41
5.1.2. <i>Qualité des données</i>	41
5.2. TYPOLOGIE DES CAVITES.....	42
5.2.1. <i>Nature et distribution par type</i>	42
5.2.2. <i>Géométrie</i>	43
5.3. REPARTITION	43
5.3.1. <i>Répartition par type de cavités</i>	43
5.3.2. <i>Répartition par grand ensemble géologique</i>	43
5.4. GENERALITES EN MATIERE DE PREVENTION DES RISQUES.....	46
5.5. REPARTITION GENERALE DES CAVITES ET RECOMMANDATIONS EN TERME DE PREVENTION DES RISQUES	49
6. CONCLUSIONS.....	51
BIBLIOGRAPHIE	53

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 - Présentation géographique des Alpes-Maritimes	21
Illustration 7 - Schéma géologique des Alpes-Maritimes (extrait de la carte géologique à 1/250 000 de la région PACA).....	23
Illustration 8 - Résultat de l'enquête auprès des communes.....	33
Illustration 9 - Nombre de cavités renseignées par les communes	34
Illustration 10 - Evènements liés à la présence de cavités.....	36
Illustration 11 - Cavités souterraines (hors mines) des Alpes-Maritimes.....	38
Illustration 12 - Typologie des cavités des Alpes-Maritimes.....	42
Illustration 13 - Typologie des cavités des Alpes-Maritimes exprimée en pourcentage.....	42
Illustration 14 - Nombre de cavités naturelles au km ² par commune	44
Illustration 15 - Cavités souterraines/Géologie (carte géologique à 1/250 000).....	45
Illustration 16 - Densité de cavités souterraines par commune.....	50

Liste des annexes

Annexe 1 - Lettre du Ministère de l'aménagement du Territoire et de l'Environnement.....	57
Annexe 2 - Programmation des inventaires départementaux des cavités souterraines.....	61
Annexe 3 - Lettre du BRGM aux communes.....	67
Annexe 4 - Tableau réponses et notice explicative	71
Annexe 5 - Exemple de carte topographique envoyée aux communes	75
Annexe 6 - Visites des anciennes carrières souterraines.....	79
Annexe 7 - Nombre de cavités naturelles par commune.....	99
Annexe 8 - Nombre de carrières souterraines par commune.....	103
Annexe 9 - Nombre d'ouvrages civils par commune.....	107
Annexe 10 - Nombre d'ouvrages militaires par commune.....	111
Annexe 11 - Nombre de cavités indéterminées par commune.....	115
Annexe 12 - Carte des cavités souterraines situées dans les montagnes du Cheiron, les massifs Tourettes-Chiers et le Plateau de Calern	119
Annexe 13 - Carte des cavités souterraines situées dans les Préalpes de Nice	123
Annexe 14 - Carte des cavités souterraines situées dans le massif de Marguareis ..	127

1. Introduction

Le présent rapport présente une synthèse finale de l'opération d'inventaire des cavités souterraines abandonnées (naturelles et anthropiques, hors mines) du département des Alpes-Maritimes cofinancé par le Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable (convention référencée MEDD DPPR/BRGM n° CV04000065 et signée le 9 Avril 2004). On soulignera qu'il s'agit d'un inventaire dont la validité s'applique la date à laquelle il a été réalisé et ne pouvant prétendre à une exhaustivité totale dans la mesure où certaines données (essentiellement privées) n'étaient pas accessibles.

Le département des Alpes-Maritimes est un des six départements de la Région Provence-Alpes-Côte-d'Azur.

Situé à l'extrême sud-est de la France, ce département frontalier avec l'Italie est un département de montagnes élevées où les plaines côtières sont rares et toujours étroites et le relief très tourmenté. A relativement peu de distance du rivage, l'altitude s'élève aussitôt de plusieurs centaines de mètres.

L'altitude moyenne au Nord de la latitude de Grasse est de 1 000 mètres. Au Nord-Est, elle s'élève encore jusqu'à la chaîne frontalière qui oscille entre 2 000 et 3 000 mètres.

Les conditions géologiques et hydrogéologiques se montrent aussi complexes que les conditions topographiques.

Toutefois, l'inventaire montre que les plus fortes densités de cavités se trouvent :

- Dans les massifs calcaires karstiques que sont les montagnes du Cheiron, les massifs Tourettes-Chiers et le Plateau de Calern, les Préalpes de Nice et le massif du Marguareïs.
- Dans les formations triasiques, se sont alors essentiellement des « fontis » de la région de Saint-Dalmas-Le-Selvage au Nord, de la région de Guillaume et Péone au Nord-Ouest et de la région de Levens au centre-est.

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

2. Cadre général de l'étude

2.1. OBJECTIF DES INVENTAIRES

2.1.1. Généralités

Il s'agit de recenser, localiser et caractériser les principales cavités souterraines abandonnées (naturelles et anthropiques, hors mines) présentes dans le département des Alpes-Maritimes, 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, ils sont présentés dans le chapitre ci-après.

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, ...), à l'exception de celles relatives à l'exploitation minière qui sont traitées dans un cadre spécifique.

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, sur le département des Alpes-Maritimes, 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 de 2001 à 2006 demandé par le MEDD visant à réaliser un bilan aussi exhaustif que possible de la présence de cavités souterraines abandonnées et naturelles 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 aux inventaires départementaux, se finalise le développement par le BRGM de l'outil informatique Base de Données nationale sur les Cavités souterraines, *BDCavité*. La base s.s. est gérée par le BRGM en collaboration, pour ce qui concerne la fourniture de données, avec l'INERIS, le LCPC et les services RTM avec le soutien du Ministère de l'Education Nationale, de la Recherche et de la Technologie et de celui de l'Ecologie et du Développement Durable.

Ce projet doit répondre à la fois à un besoin national et local, il 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 différents types de cavités 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.

Ne sont pas traitées dans ce cadre les cavités à vocation minière.

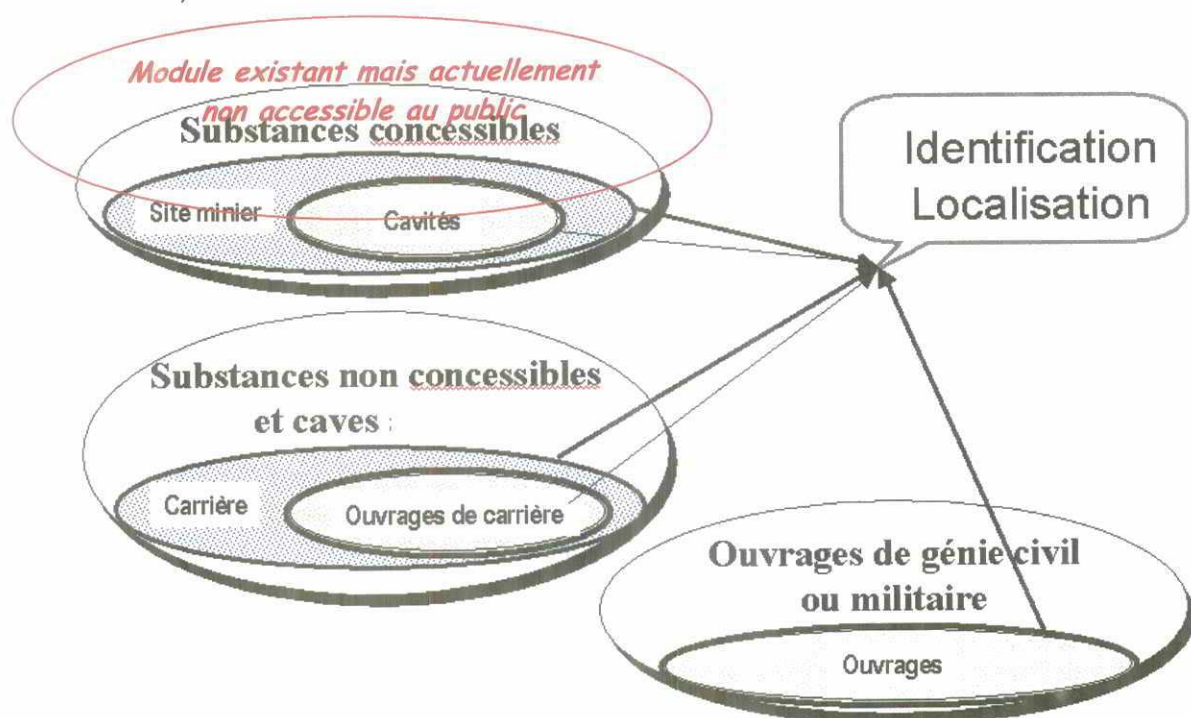
b) Cavités souterraines d'origine naturelle

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

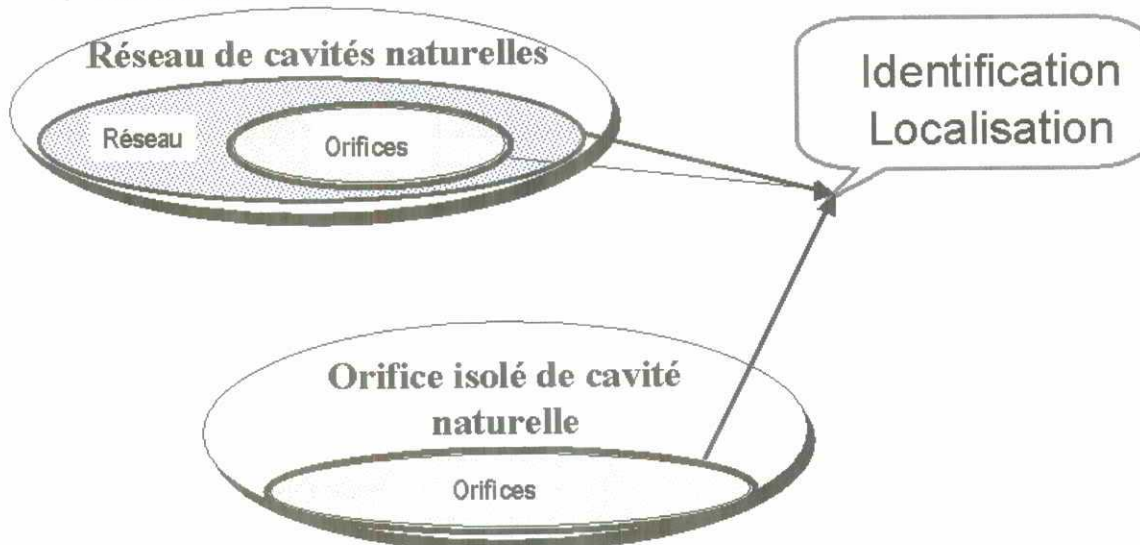
- une entité localisée par l'enveloppe simplifiée (site) de son emprise au sol (cavités) ou par un réseau de segments (réseau de cavités naturelles) ;
- une entité localisée par un seul point (ouvrage de carrière, de cave, orifice de cavité naturelle, ouvrage souterrain civil ou militaire).

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 (Cf. Illustration 2)

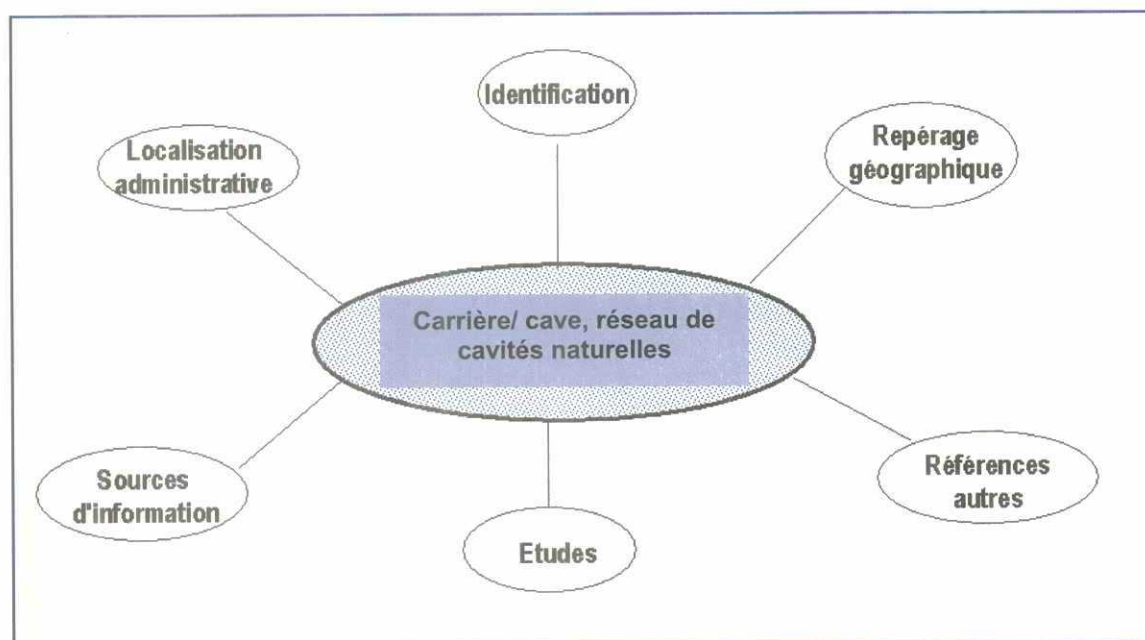


- a) Cavités anthropiques

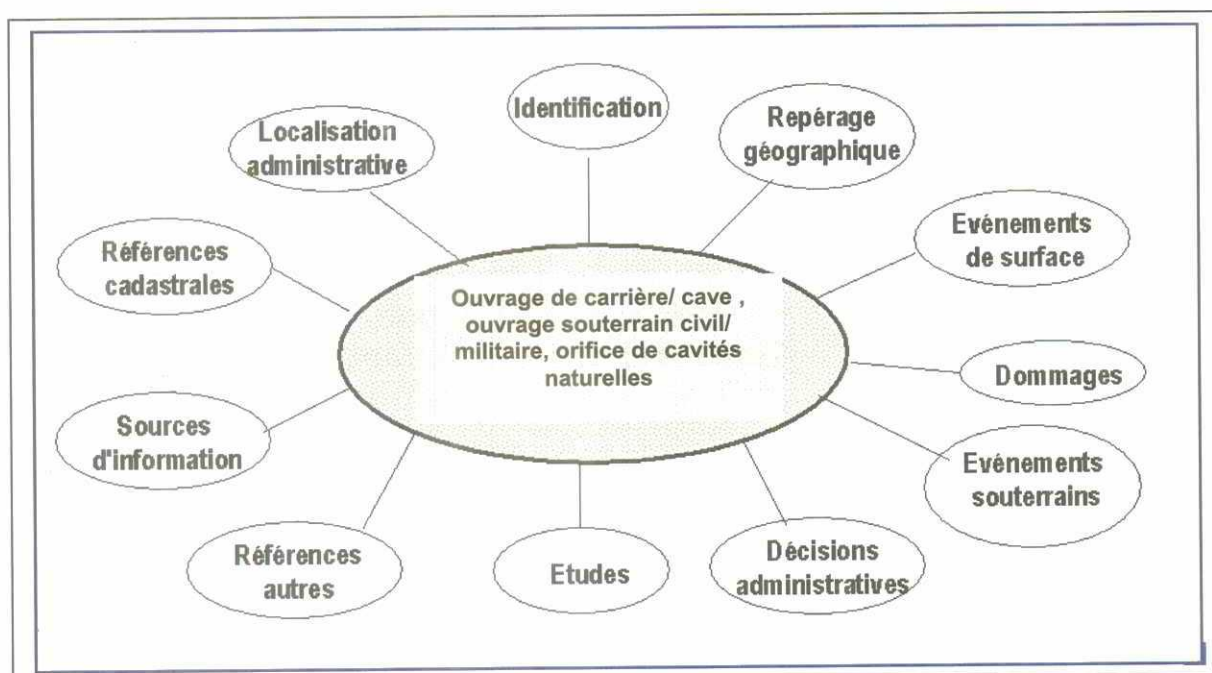


- b) Cavités naturelles

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 figures suivantes (Illustration 3 et Illustration 4) donnent quelques exemples de descriptions synthétiques de cavités de type anthropique.

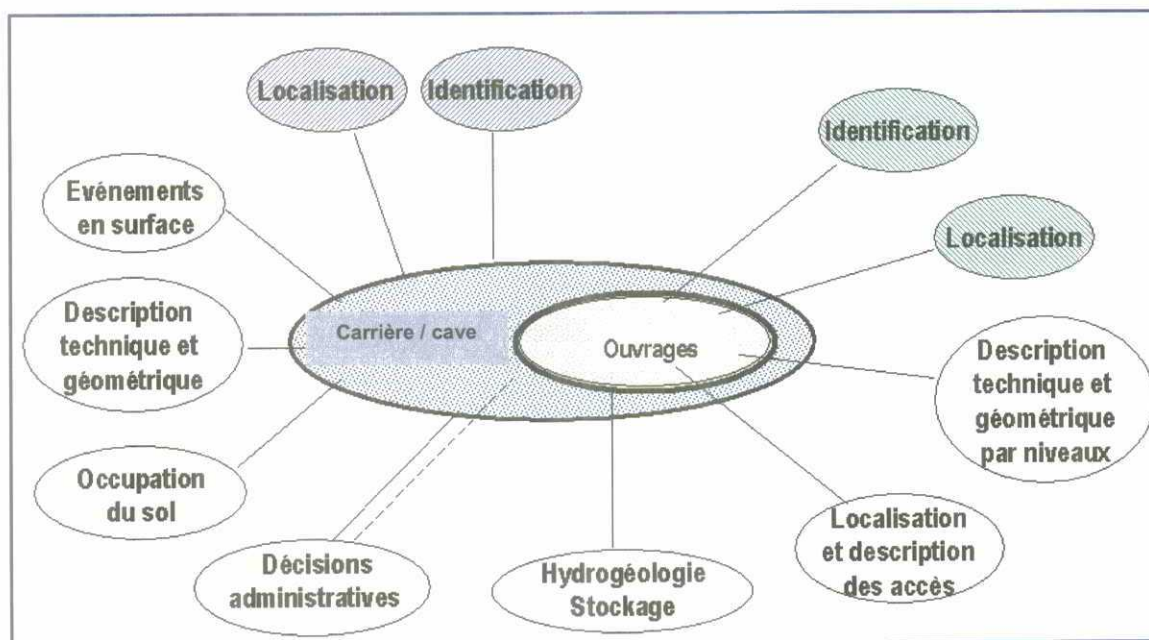


Illustration 3 - Cas d'une carrière ou d'une cave

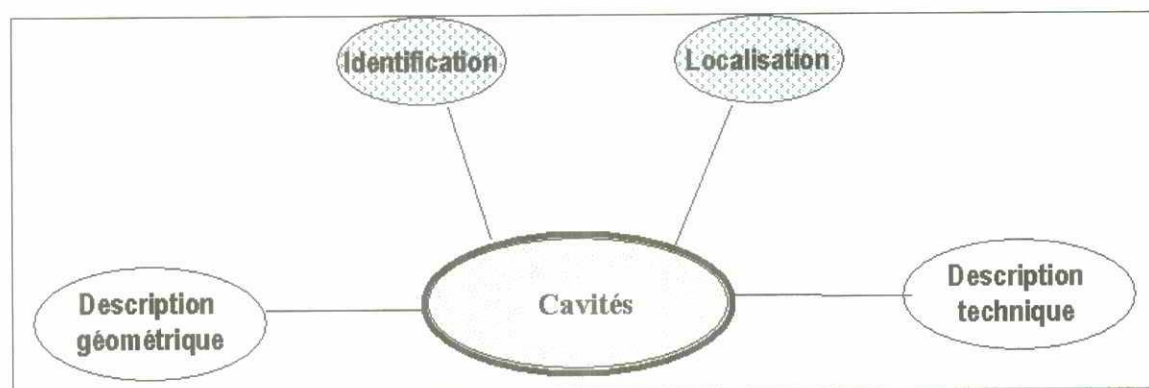


Illustration 4 – Ouvrage civil

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, clubs de spéléologie ...).

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.

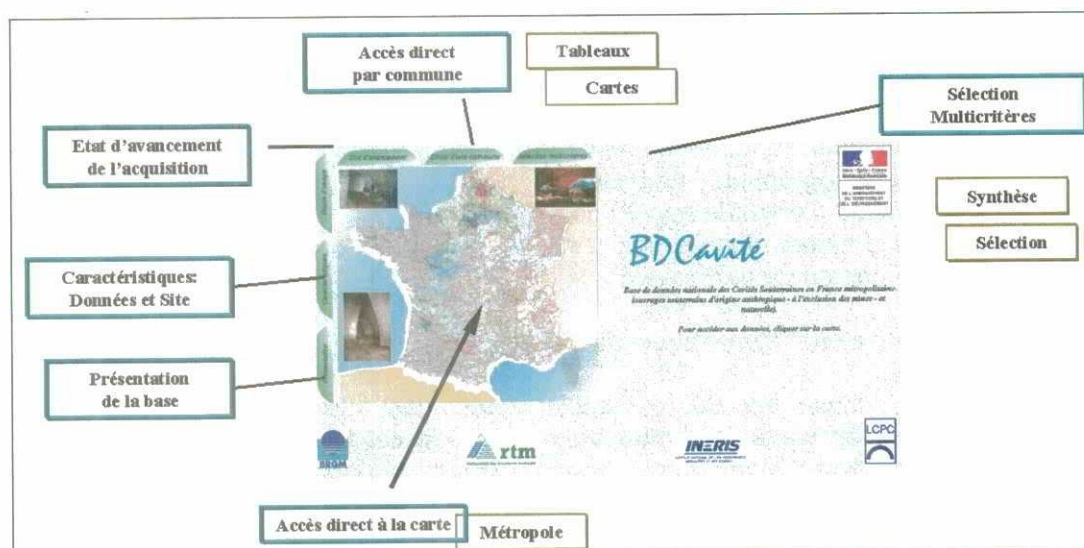


Illustration 5 - Présentation du site Internet

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 dans les quartzites du Précambrien, cavités volcaniques, grottes sous-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.

2.4.2.1. Recherche bibliographique de base

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

En Région Provence-Alpes-Côte-d'Azur, les cavités anthropiques (mines et carrières) ont été inventoriées par le BRGM à la demande de la DRIRE. Les données relatives à ces cavités anthropiques (cartographies et fiches descriptives) sont consultables sur un site spécifique : <http://carol.brgm.fr/>.

La 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. La Banque des données du Sous-Sol (BSS) du BRGM est également consultée.

Les données départementales déjà saisies dans BDCavités font évidemment l'objet d'une extraction au cours de cette phase.

2.4.2.2. Questionnaire d'enquête auprès des communes

Un questionnaire d'enquête type est adressé à l'ensemble des communes du département concerné, 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.

2.4.2.3. 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 liées à des anciennes carrières,
- repérage fortuit de cavités non archivées.

Valorisation des données et saisie :

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

2.4.4. Synthèse des données

La synthèse des données comporte :

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

a) Analyse critique des données

Une fois 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 à 1/100 000 et sur laquelle figure, outre les cavités elles-mêmes (classées par type), les principaux repères géographiques nécessaires (limites départementales et communales, villes principales). Cette carte synthétique permet de visualiser les zones a priori les plus exposées au vu des connaissances actuelles et pour lesquelles des analyses plus spécifiques devront être menées, pour aboutir à l'élaboration de cartes d'aléa.

Le chapitre suivant donne une description synthétique de l'état final de l'étude concernant l'inventaire cavités souterraines pour le département des Alpes-Maritimes.

3. Contexte

3.1. PRESENTATION GENERALE DU DEPARTEMENT

3.1.1. Géographie

Le département des Alpes-Maritimes (Cf. Illustration 6), appartenant à la Région Provence-Alpes-Côte-d'Azur, sa superficie est de 4 299 km². Il est composé de 163 communes et a pour chef-lieu de département la ville de Nice. La population enregistrée au recensement de 1999 est de 1 011 326 habitants soit une densité moyenne de 235 hab/km². Ces valeurs cachent des différences importantes. En effet, la population présente une répartition spatiale inégale. Dans la partie côtière, regroupant toutes les villes, les densités de population dépassent 5 500 hab/km² tandis que dans la partie montagneuse, plus étendue et entièrement rurale, elles sont inférieures à 10 hab./km², dans les communes alpines les moins peuplées.

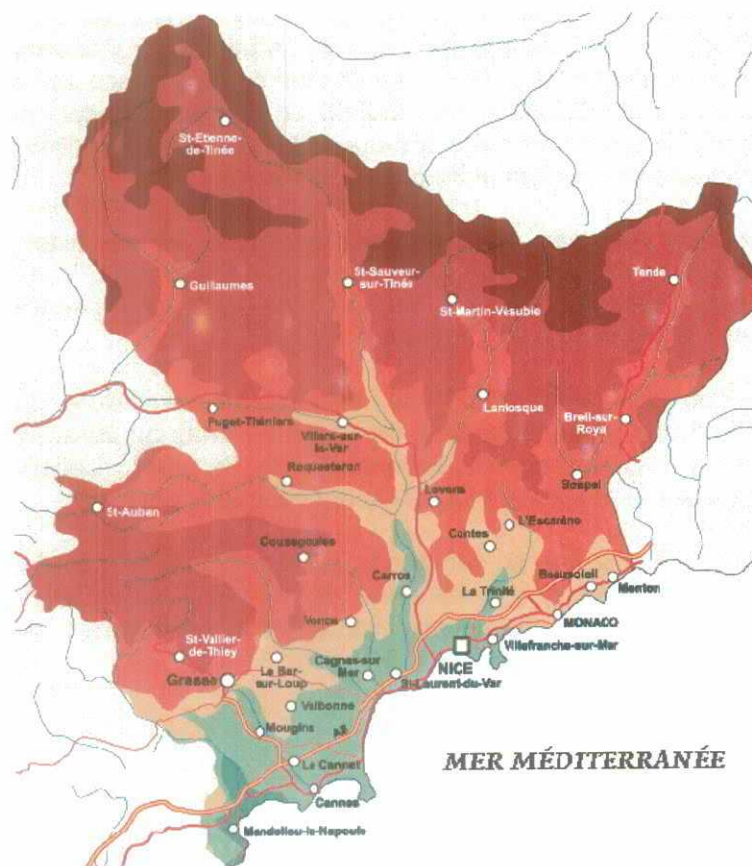


Illustration 6 – Présentation géographique des Alpes-Maritimes

Le département des Alpes-Maritimes présente du nord au sud les sommets du massif du Mercantour culminant à plus de 3 000 m (Mont Gelas 3 143 m), quatre vallées alpines (Var, Tinée, Vésubie et Roya) traversant 175 000 hectares de forêts méditerranéennes. Ces quatre vallées relient les montagnes au littoral, qui alterne caps, îles et corniches sur 155 km.

3.1.2. Géologie

3.1.2.1. Cadre géologique

(Cf. Illustration 7)

Le cadre géomorphologique du département comprend :

- au nord les massifs anciens de l'Argentera-Mercantour et le dôme du Barrot ;
- au sud de ces anciens terrains, s'étendent jusqu'à la mer un ensemble de chaînons calcaires très développés constituant les chaînes subalpines de Haute-Provence, l'Arc de Nice et l'Arc de Castellane.
- ces chaînons sont limités à l'ouest par les massifs volcaniques de l'Estérel et du Tanneron.

Le massif du Mercantour fait partie des massifs cristallins externes de la chaîne des Alpes avec son satellite le dôme de Barrot. La chaîne alpine dresse son socle cristallophylien à 3 297 m d'altitude à la cime sud de l'Argentera, sur le versant italien, la cime du Mercantour culminant à 2 772 m. Le massif de l'Argentera, qui forme donc la culmination orographique régionale, ne se situe en territoire français que pour la moitié de sa superficie, à savoir son flanc sud-ouest. Les massifs cristallins présentent des structures complexes de granites et de gneiss très variés.

Le secteur alpin maritime des terrains de couverture alpine externe couvre sensiblement plus des trois quarts de la superficie du département. Vue du sud, la ligne des falaises des Baous représente le front des chevauchements successifs de la couverture subalpine dans les arcs de Castellane et de Nice.

Le secteur alpin maritime de l'auréole des terrains de couverture des massifs provençaux comprend une série secondaire complète du Trias au Jurassique, qui ne se prolonge dans le Crétacé que partiellement vers le nord. L'éocène repose directement au sud, dans la région de Biot, sur le Jurassique supérieur.

Le socle provençal est représenté, au sud-ouest, par les gneiss du massif cristallin du Tanneron et le Permien détritique continental de l'Estérel, qui affleurent jusqu'à Cannes, et par les puissantes formations volcaniques permienes de l'Estérel, principalement rhyolitiques.

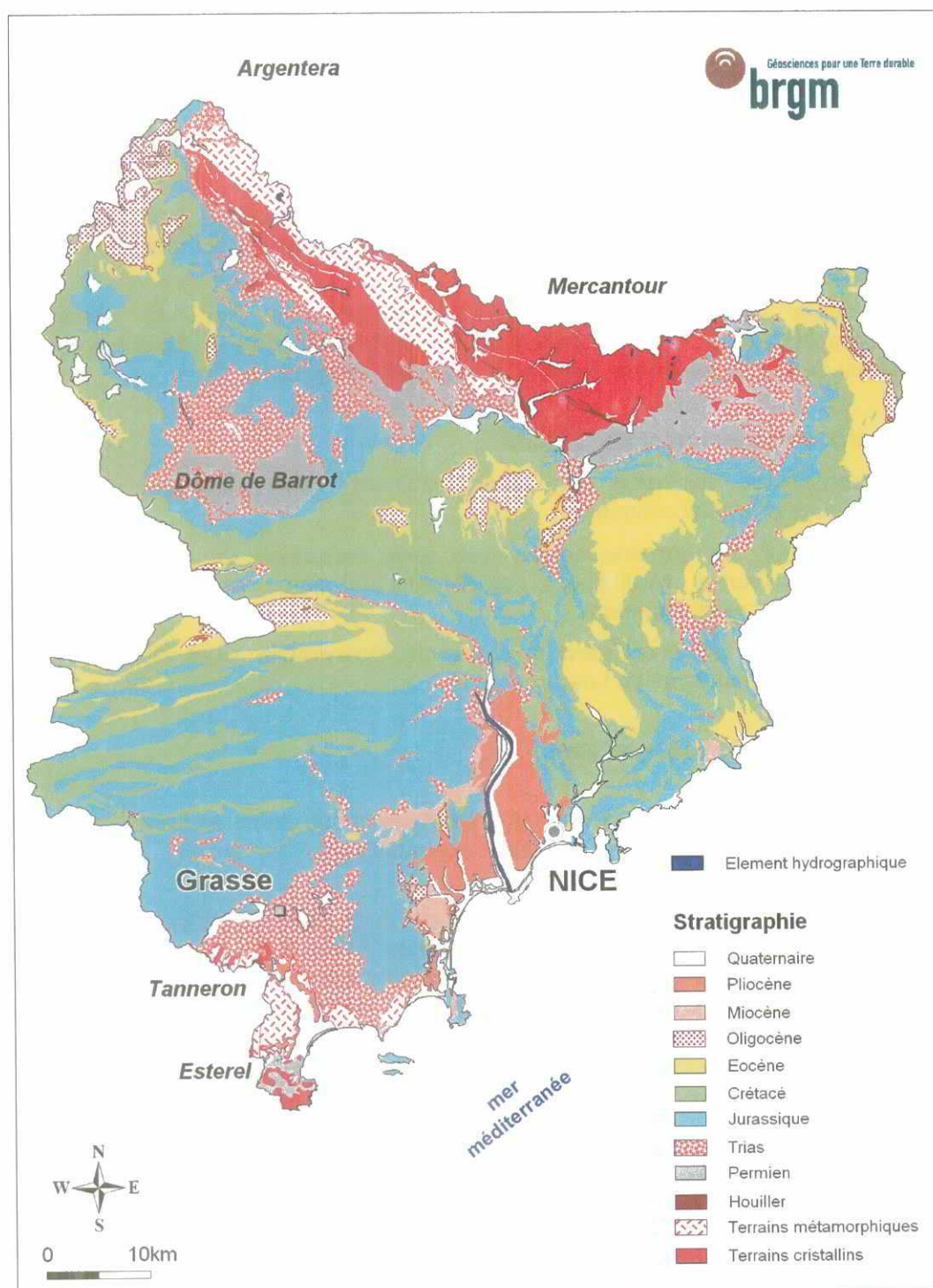


Illustration 7 – Schéma géologique des Alpes-Maritimes (extrait de la carte géologique à 1/250 000 de la région PACA)

3.1.2.2. Stratigraphie

(Cf. Illustration 7)

3.1.2.2.1 Les terrains du socle

Le massif du Mercantour –Argentera :

- Dans ce massif où les terrains métamorphiques dominent, trois principaux ensembles y sont représentés : la zone des micaschistes et des pélites, la zone des gneiss et le granite de l'Argentera.
- Les faciès cristallins de l'Argentera-Mercantour n'ont pas été distingués cartographiquement; sauf les bandes affleurantes de diorites et d'amphiboles au sud-est de Saint-Etienne-de-Tinée et le granite de l'Argentera.

Les massifs du Tanneron et de l'Esterel :

- Les terrains du Tanneron sont essentiellement métamorphiques, de faciès gneissiques et amphibolitiques.
- Dans l'Esterel, les terrains volcaniques sont constitués de rhyolites et de pyromérises (verres rhyolitiques); ces terrains de même nature n'ont pas été distingués cartographiquement.
- Les pyromérises affleurent dans la région de Maurevieille. Elles alternent avec d'importantes formations de tufs.

3.1.2.2.2 Les terrains sédimentaires

Le Permien affleure largement au nord du département ; au dôme de Barrot et au sud du massif du Mercantour. Il est constitué essentiellement de terrains détritiques : arkoses, argillites, pélites, quartzites.

Le Trias est principalement représenté au nord-est du massif du Tanneron –Esterel et au sud et sud-ouest du massif de l'Argentera-Mercantour. Le Trias moyen (Muschelkalk-Lettenkohle) présente des niveaux calcaires et dolomitiques puissants (épaisseur de 40 à 80 m). Le Trias supérieur (Keuper) renferme des marnes, dolomies, cargneules accompagnés de lits de lignites et d'amas gypseux.

Le Jurassique et le Crétacé constituent l'ensemble de chaînons calcaires des chaînes subalpines de Haute-Provence, de l'Arc de Nice et de l'Arc de Castellane.

Le Jurassique comprend :

- L'Infralias (épaisseur de 15 à 20 m) formé de calcaires peu puissants, très dolomitiques avec des intercalations argileuses parfois importantes
- Le Lias inférieur dolomitique à interlits argileux (épaisseur 10 à 20 m)
- Le Lias moyen calcaire et marneux

- Le Lias supérieur constitué de calcaires à silex avec intercalations marneuses (épaisseur de 40 m).
- Le Bajocien-Bathonien formé de calcaires sombres à silex et de marnes schisteuses ou argileuses (épaisseur 100 m).
- Le Callovo-Oxfordien constitué par des schistes calcaires clairs et des calcaires rognoneux gris sombre (épaisseur de 40 à 60 m).
- Le Séquanien formé de calcaires marron à pâte fine et à veinules calcitiques. Il se présente en petits bancs réguliers séparés par des petits lits argileux (épaisseur 50 m).
- Le Kimméridien et le Portlandien constitués de calcaire gris sombre et de dolomie massive formant des barres dans la topographie (épaisseur cumulée 150 m).

Le Crétacé

- La base du Crétacé (Berriasien, Valanginien, Hauterivien et Barrémien) comprend des calcaires massifs, puis des calcaires à intercalations argileuses prédominantes, des argiles calcaires et des marnes très épaisses (200 m).
- Le Cénomaniens et le Sénonien comprennent des bancs calcaires, argileux et des marnes glauconieuses (épaisseur 50 à 100 m).

L'Eocène et l'Oligocène comprennent des poudingues, des sables, des argiles bariolées, puis des calcaires nummulitiques et des marnes bleues. Les formations supérieures sont constituées de grès, de flysch gréseux et de sables.

Les variations latérales de faciès sont nombreuses entre la région de Vence, le col de Braus, Sospel et la frontière italienne.

Le Miocène est constitué de molasses gréso-calcaires à la base et de marnes dans sa partie supérieure (région de Vence et Saint-Jeannet).

Le synclinal de Villeneuve-Loubet présente des niveaux conglomératiques andésitiques et des cinérites. Celui de Saint-Vallier contient des poudingues silico-calcaires peu développés.

Le Pliocène comprend des argiles et marnes bleues (Biot, Cagnes, Saint-Martin), des sables, des brèches (Gattières). Il se termine par les poudingues dits "poudingues de la vallée du Var" (silico-calcaires).

Le Quaternaire

Les alluvions quaternaires sont relativement développées dans les basses vallées du Var et de la Siagne. Elles sont moins représentées dans la Tinée et le Haut-Var. Elles sont pratiquement inexistantes dans la Vesubie et l'Estéron.

3.1.3. Hydrogéologie et hydrologie

Le département des Alpes-Maritimes fait partie du territoire des "Côtiers Alpains Est" (aboutissement des Alpes en Méditerranée) qui appartient au bassin Rhône-Méditerranée-Corse.

A part le Var, aucun cours d'eau bien important n'existe. Tous ont un caractère torrentiel : leur débit est faible en été, voire à sec, grossissant parfois démesurément à

l'automne et au printemps qui sont les deux saisons de pluies. Ils circulent généralement dans des vallées très encaissées, formant souvent des gorges ou canyons avec des falaises de plusieurs centaines de mètres de haut.

Deux grands ensembles peuvent être individualisés :

- les rivières alpines du bassin versant du Var,
- les rivières alpines des bassins versants de la Roya-Bévéra au régime pluvio-nival.

Cours d'eau principaux en relation avec des ensembles karstiques :

- La Siagne :

La Siagne proprement dite est issue des massifs calcaires de l'Audiberghe et du They, qui présentent un certain nombre de résurgences (sources de la Pare, source des Galants) avec des débits appréciables pour en faire une rivière pérenne; la plupart des sources jaillissent à des altitudes de l'ordre de 700 m; certaines, beaucoup plus intermittentes, se situent à une altitude nettement supérieure, notamment dans le vallon de Nans et le secteur d'Escragnolles.

Dans son cours supérieur, la rivière a un profil très fort, de l'ordre de 35 m par kilomètre, et son profil en travers se présente le plus souvent sous la forme d'une gorge étroite, de 15 à 20 m de largeur.

Les terrains traversés par la Siagne et ses premiers affluents appartiennent essentiellement au Jurassique (à 95 %), et sont caractérisés par une très grande perméabilité.

- Le Loup :

Long de 48 km, le Loup prend naissance au nord du massif de l'Audiberghe, dans le cadre du polyèdre d'Andon, à une altitude d'environ 1 200 m.

Les affluents du Loup sont insignifiants; par contre, de puissantes résurgences karstiques, notamment dans la partie médiane du cours, lui apportent un complément non négligeable.

- La Cagne :

Issue du flanc sud oriental du Cheiron, à 1 000 m d'altitude, à proximité de Coursegoules, la Cagne draine un bassin versant d'environ 64 km².

Cette petite rivière d'une vingtaine de km de long traverse des régions très karstifiées : les plateaux de Saint-Barnabé et les hauteurs en arrière du Baou de Saint-Jeannet.

Elle constitue le collecteur de la région la plus arrosée des Alpes-Maritimes, celle de Coursegoules.

- L'Estéron

Né à l'ouest du département, dans les préalpes de Grasse, l'Estéron prend sa source à 1 130 m d'altitude. Son bassin versant de 457 km² a une altitude moyenne de 1 000 m. L'influence des zones karstiques qu'il traverse est considérable.

Ses pentes sont très variables : jusqu'à 9 % à Saint-Auban et moins de 2 % à quelques km en aval.

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

3.2.1. Les terrains anciens (granites, gneiss et micaschistes)

Aucune grotte véritable ne se rencontre dans **les terrains anciens (granites, gneiss et micaschistes)**, comme dans les schistes et rhyolites du Permien, les grès et quartzites du Trias inférieur. Seuls s'y observent des petits abris sous roche et **de rares formes pseudo-karstiques** (taffoni, fissures élargies, etc.).

3.2.2. Le Trias moyen et supérieur

Le **Trias moyen et supérieur** présente des faciès variés : calcaires gris, dolomies, cargneules, gypse, marnes et argiles. A toit de la formation imperméable argilo-gypseuse, se localisent la plupart des grosses sources résultant de l'infiltration des eaux dans les calcaires jurassiques. Toutefois de petites sources sont fréquentes à la base des intercalations calcaires, dolomitiques et gypseuses. Il peut ainsi s'établir localement de **petits réseaux karstiques ou pseudo-karstiques**. Les cavités demeurent cependant de faible ampleur ; les formes de dissolutions sont instables ; les **effondrements** provoquant l'apparition d'entonnoirs à la surface sont fréquents, notamment dans les zones gypseuses (par exemple aux environs d'Utelle et parfois même dans la ville de Nice).

3.2.3. Le Jurassique

Le **Jurassique** est dans les Alpes-Maritimes la seule formation hautement karstique.

Le Jurassique est essentiellement calcaire et dolomitique dans le Sud et l'Est, tandis qu'il passe à des calcaires marneux et marnes noires pour tous ses niveaux à l'exception de son étage terminal (la « corniche lithonique ») vers le Nord-Ouest. Le Jurassique inférieur (Lias) se réduit presque partout à des dolomies du Rhétien et de l'Hettangien (et à un peu de Sinémurien vers le NW) et n'est pas séparé du Jurassique moyen et supérieur par un Lias marneux, comme dans la plupart des autres régions de France. **L'ensemble Jurassique peut donc être karstifié dans toutes les zones où prédominent les faciès calcaires et dolomitiques.**

Cependant, les conditions structurales réduisant les affleurements à des arêtes rocheuses relativement étroites entre des terrains imperméables, le développement des réseaux souterrains se trouve limité presque partout en rive gauche du Var.

C'est seulement dans la nappe du Marguareis au Nord-Est et dans la zone des « Plans » depuis les chaînons et écaillles chevauchantes de l'arc de Castellane jusqu'à l'autochtone provençal dans le Sud-Ouest que les cavités de tous ordres peuvent atteindre une très grande ampleur.

Dans le Marguareis, à grande altitude (plus de 2 000 m), les lapiaz, dolines et puits à neige sont innombrables : les conditions topographiques et climatiques y jouent un rôle capital dans la genèse des cavernes. Dans le Sud-Ouest, les cavités ne sont guère présentes qu'au Sud du Var et surtout au Sud de l'Esteron où se dresse d'abord la Montagne du Cheiron, grande masse calcaire atteignant 1 778 m et encore peu prospectée en raison du manque de moyens d'accès.

Puis vient la zone des « Plans » proprement dits, qui est la plus riche en cavités souterraines. Il s'agit d'une série de plateaux arides, dont l'altitude moyenne est de 1 100 mètres et qui se succèdent en vagues chevauchantes vers le Sud. Toujours inclinés vers le Nord à cause de leur pendage, ils se joignent les uns aux autres par des lignes de falaises exposées au Sud et forment ainsi une sorte d'énorme escalier basculé vers le Nord.

C'est le cas des Plans de la Malle, Caussols, Calern, que prolongent à l'Ouest la Montagne de Thiey et l'Audibergue, déjà différents car les versants septentrionaux se raidissent et sont couverts de forêts.

La limite méridionale de la zone des Plans correspond à une dernière ligne de falaises, profondément entaillée par les vallées, qui forme de grands bastions calcaires dénommés « baous ». Ils dominent la zone provençale et littorale, dont l'altitude moyenne varie de 300 à 400 mètres, entre Grasse, Cannes et Antibes. Les couches calcaires y sont seulement ondulées, et renferment d'assez nombreuses petites cavités, presque toutes fossiles, généralement bien concrétionnées (surtout dans la région de Roquefort).

Les principales caractéristiques géologiques des étages du Jurassique du Sud-Ouest, du point de vue karstique et hydrogéologique sont les suivantes :

- Le Portlandien forme généralement la surface des hauts plateaux et du Cheiron, elle est riche en lapiaz avec des gouffres. La progression en profondeur est presque toujours arrêtée, pour l'exploration, par le Kimméridgien.
- Le Kimméridgien très dolomitique donne des fentes ou étroitures rarement pénétrables.
- Le Séquanien-Rauracien forme quelques lapiaz et est une zone de puits karstiques.
- L'Argovien-Oxfordien plus marno-calcaire, et le Callovien sont percés de petits gouffres ou grottes et de section tourmentée en raison de l'hétérogénéité des formations ; on y voit peu de grandes galeries comme celle du Revest.
- Le Bathonien forme les falaises limitant les plateaux ; on y trouve de nombreux gouffres qui s'interrompent près du voisinage du Bajocien, générateur de quelques cavités horizontales.
- Dans le Lias, à la base de l'Hettangien ou à la base du Rhétien, au-dessus des marnes triasiques, réapparaissent les eaux souterraines, souvent en rivières importantes, elles présentent presque toujours des voûtes mouillantes à peu de distance de leur sortie.

3.2.4. Le Crétacé et le Lutétien

Quelques petites cavités et de petits réseaux karstiques souterrains existent dans les horizons calcaires (Néocomien, Turonien, Lutétien) qui peuvent occasionner l'apparition de sources relativement importantes au contact de leur substratum marneux.

3.2.5. L'Oligocène détritique

L'Oligocène de faciès gréseux (Grès d'Annot, grès de Contes, grès de Menton, etc.), donne souvent des falaises au pied desquelles se localise la sortie des eaux qui ne peuvent pénétrer dans les marnes de l'Éocène supérieur. On y trouve des formes pseudokarstiques (larges fissures, abris sous roche) mais très peu de véritables cavernes.

L'Oligocène de faciès sableux et graveleux (région de Puget-Théniers et Saint-Antonin), le Miocène de faciès molassique, grésocalcaire, ou marneux (région de Vence), le Pliocène de faciès marneux ou sableux (vallée de la Siagne, régions d'Antibes et de Cagnes surtout) constituent aussi des formations non karstifiées dans leur ensemble, pseudo-karstiques seulement dans le cas où les molasses se montrent particulièrement riches en calcaire (Tourette-sur-Loup). Les horizons sableux ou graveleux constituent par contre de bons réservoirs pour des eaux souterraines qui peuvent parfois être artésiennes lorsque des marnes supérieures les maintiennent sous pression.

Des poudingues, quelquefois très compacts, apparaissent dans deux « golfes », celui de Roquebrune au Sud-Est (âge miocène), celui du Var inférieur dans le centre-sud du département (âge miocène, pliocène et quaternaire inférieur). Bien qu'il faille les considérer comme normalement non-karstiques, ces formations peuvent présenter des formes pseudo-karstiques et même de fortes circulations suivant des chenaux privilégiés, quelquefois pénétrables sur de faibles distances.

3.3. RECUEIL DE DONNEES

3.3.1. Données d'archives

Le Conseil général des Alpes-Maritimes

Le BRGM a consulté deux services du Conseil général des Alpes-Maritimes :

- la documentation ;
- les Subdivisions départementales d'aménagement (SDA).

Le service documentation nous a donné accès à leur base de donnée répertoriant les différents ouvrages concernant les Alpes-Maritimes et leur lieu de stockage (archives départementales, universités, service documentation du Conseil général etc.).

A partir de cette base, un millier d'ouvrages recensant les cavités a pu être inventorié. Un tri sélectif, basé sur le type de l'ouvrage et sur la qualité des informations (revue, livre spécialisé dans les cavités, l'archéologie ...), a permis de sélectionner pour une consultation approfondie 26 revues et livres (Cf. Bibliographie).

Ces ouvrages ont permis le recensement de 1893 cavités.

Les rapports d'expertise fournis par les SDA concernent les ouvrages d'art (Inspections détaillées des tunnels et paravalanches). Ces rapports qui mentionnent les éventuelles présences de cavités dans les tunnels ou leurs alentours n'ont put être mis à la disposition du BRGM à ce jour.

Le BRGM

La consultation de la Banque des données du Sous-Sol (BSS) a permis de recenser 74 cavités réparties sur 27 communes du département.

Les références bibliographiques relatives à ces cavités, citées en BSS, sont enregistrées dans la base de données nationale.

L'exploitation de 6 rapports du BRGM (Cf. Bibliographie), renseignant sur le thème des cavités souterraines a permis de recenser 75 cavités.

Le Service de Restauration des Terrains en Montagne (RTM)

Les données fournies par le Service RTM concernent les phénomènes de fontis¹.

Ces données qui se présentent sous la forme de cartes de PPR (Saint-Dalmas le Selva ; Guillaumes ; Péone ; Levens) nous ont permis de positionner 110 fontis. Des informations plus précises (notamment la géométrie des événements) ne nous ont pas été fournies.

Par ailleurs, le Service RTM a créé une base de données relatives aux événements naturels en montagne (avalanches, inondations, mouvements de terrains, etc.) qui contient la description détaillée de 3 fontis.

Ces informations seront intégrées, avec l'accord du Service RTM, dans la base « mouvements de terrain » du BRGM.

La Direction Départementale de l'Agriculture et de la Forêt (DDAF)

La DDAF nous a communiqué les données de « l'Inventaire des circulations souterraines en milieu karstique de la région Provence Cote d'Azur ».

Cette étude qui a été confiée par l'Agence de Bassin Rhône-Méditerranée-Corse à l'Association Française de Karstologie présente un bilan des connaissances concernant les circulations souterraines obtenues par traçage et réalisées notamment par les spéléologues sur les massifs calcaires.

L'exploitation de ce document a permis de recenser 16 cavités.

La consultation de sites Internet

Les coordonnées des différents organismes, ainsi que des informations générales sur les cavités (vocabulaire, archéologie ...) ont été fournies par l'Internet.

Les sites consultés (voir adresses ci-dessous) nous ont permis de mettre à jour les informations collectées relatives à 94 cavités.

¹ Un fontis est un effondrement du toit d'une cavité ou d'une galerie souterraine, naturelle ou non.

<http://www.plongeesout.com/>

Site dédié à la « Plongée souterraine »

<http://www-sop.inria.fr/agos-sophia/sis/>

Site de la section de spéléologie de l'Institut National de Recherche en Informatique et en Automatique (INRIA) à Sophia-Antipolis, France

<http://perso.wanadoo.fr/04as/carte/cartes/cartbi.htm>

Alpes Spéléo, un site qui traite de sujets très divers, mais se rapportant tous au monde des cavernes ou à ses explorateurs.

<http://cds06.free.fr/>

Site du Comité de Spéléologie des Alpes-Maritimes

<http://www.chez.com/crespe>

Site de l'association « Connaissance des Ressources en Eau, Spéléologie et Protection de l'Environnement » (CRESPE)

L'Office National des Forêts (ONF)

Les informations relatives aux cavités souterraines dont dispose l'ONF sont confidentielles et n'ont donc pas été communiquées au BRGM.

EDF GEH Var Roya

Les documents (cartes à 1/25000 et plans à plus grande échelle des constructions) fournis par EDF GEH, correspondent à des cavités souterraines (anthropiques et naturelles) encore en exploitation. De ce fait, elles ne seront pas prises en compte dans l'inventaire.

La DIREN

Une pré-sélection de 16 ouvrages disponibles au service de la documentation de la DIREN PACA a été réalisée dans un premier temps à partir d'une liste d'ouvrages (recherche bibliographique par mots-clés) établie par la DIREN. Sur ces 16 ouvrages, quatre ont permis de recenser 39 cavités.

La DRAC

La DRAC nous a communiqué un fichier issu de la « carte archéologique nationale » qui est établi à partir de la requête portant sur les champs « situation » et « grotte ou abri ».

Ce fichier a permis d'inventorier 198 cavités réparties sur 47 communes.

Autres organismes contactés

Les organismes suivants disposant d'archives ou d'informations sur des cavités ont été identifiés et contactés :

- Autoroute Estérel Provence-Alpes-Côte-d'Azur (Escota)
- SNCF
- Comité Départemental de Spéléologie des Alpes-Maritimes (CDS 06)

Nombres d'organismes contactés ont déclaré n'avoir aucune archive relative aux cavités souterraines, en nous renvoyant le plus souvent à des références bibliographiques, à des clubs de spéléologies ou encore au CDS (Comité Départemental de Spéléologie) :

- Préfecture
- Sous-Préfecture
- Chambre Départementale de l'Agriculture des Alpes-Maritimes
- Direction Régionale de l'Agriculture et de la Forêt (DRAF)
- Société du Canal de Provence (SCP)
- Institut de Recherche pour l'ingénierie de l'Agriculture et de l'Environnement (Cemagref)
- Direction Départementale de l'Équipement (DDE)
- Agence de Déplacements et d'Aménagement des Alpes-Maritimes (ADAM)
- Centre d'Études Techniques de l'Équipement (CETE)
- Institut National Environnement Industriel et Risques (INERIS)

Direction Régionale de l'Industrie, de la Recherche et de l'Environnement (DRIRE) :

Le site www.carol.brgm.fr, élaboré par le BRGM pour la DRIRE, a été consulté et ne comporte aucune information concernant les cavités souterraines pour les départements des Alpes-Maritimes (**hors mines**).

3.3.2. Enquêtes communales

La procédure d'enquête auprès des communes a été initiée en octobre 2004. Un courrier a été envoyé à chacune des mairies des 163 communes des Alpes-Maritimes le 18 octobre 2004. Chaque courrier comporte une lettre expliquant les objectifs de l'inventaire (Cf. annexe 3), un tableau réponse avec sa notice explicative (Cf. annexe 4), une carte topographique de la commune (Cf. annexe 5).

Sur les 163 communes du département des Alpes-Maritimes, 87 communes ont répondu (près de 53 %) à la fin de l'étude (2005).

En avril 2005, 65 communes avaient répondu à la consultation, une relance réalisée à l'été 2005 a permis d'obtenir 22 réponses supplémentaires (Cf. Illustration 8).

Le nombre de cavités renseignées par les communes (par classe) est représenté sur l'illustration 9.

Certaines communes nous ont renvoyés directement vers des organismes ou personnes compétents. Ainsi, M. VERDUCI (spéléologue amateur) nous a communiqué des informations précises (plans, descriptions) sur les 6 cavités inventoriées sur la commune du Rouret.

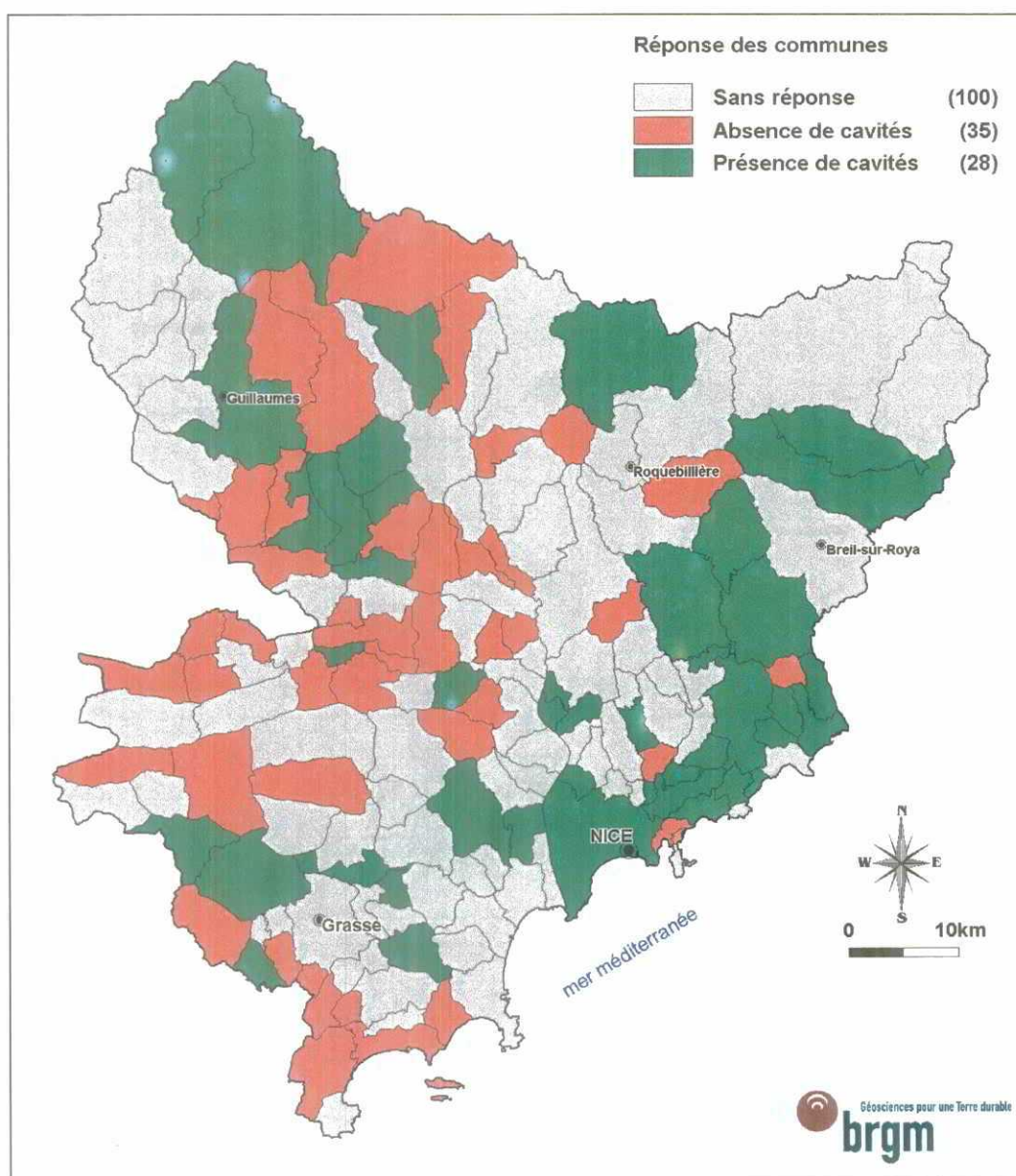


Illustration 8 : Résultat de l'enquête auprès des communes

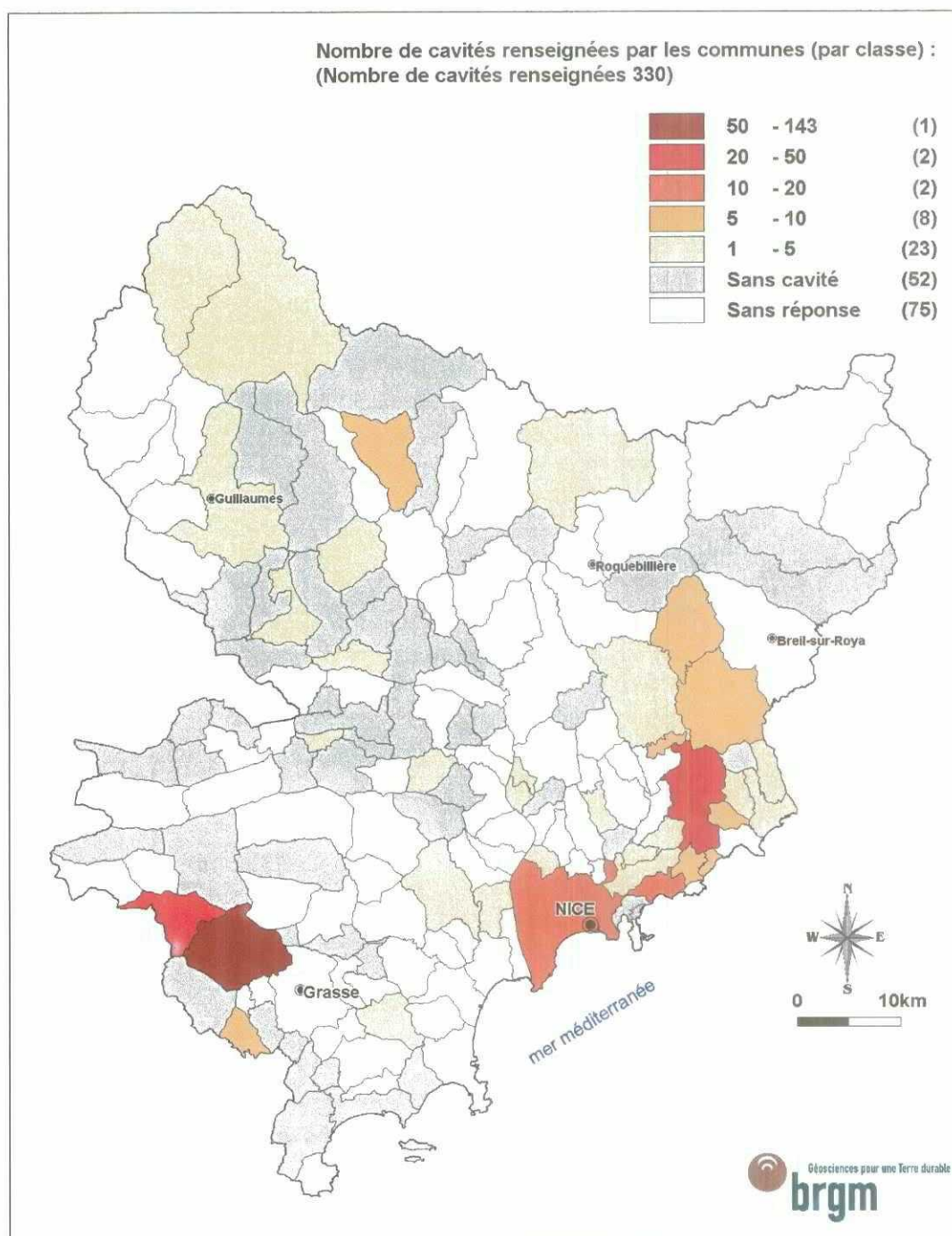


Illustration 9- Nombre de cavités renseignées par les communes

3.3.3. Difficultés rencontrées (données d'archives, consultations)

a) La qualité des réponses des mairies

Les réponses des communes ne sont pas homogènes et surtout très souvent incomplètes. En effet, toutes les informations ne sont pas connues des mairies.

Ainsi, certaines communes qui ont des cavités sur leur territoire (d'après d'autres sources d'informations) n'en ont pas connaissance et nous ont répondu par la négative.

b) Le caractère temporaire de l'occupation d'une cavité

Selon la méthodologie de l'inventaire, seules les cavités abandonnées doivent être répertoriées.

On entend par « abandonnée » les cavités qui n'ont pas d'exploitants. Or pour certaines d'entre elles, cette information ne nous est pas toujours connue.

De plus, les cavités encore exploitées (champignonnières, sites touristiques, sources et autres) peuvent à plus ou moins long terme être abandonnées avec le risque de « sortir de la mémoire collective ».

Pour cette raison, les cavités anthropiques ou naturelles utilisées ou réutilisées (champignonnières, sites touristiques, etc.) susceptibles à terme d'être abandonnées ont été, à titre de précaution, prises en compte dans l'inventaire.

c) Harmonisation des documents cartographiques fournis

L'harmonisation des données cartographiques concerne l'hétérogénéité des échelles utilisées des documents fournis et la précision des localisations des sites.

De plus, les documents fournis sont des extraits cadastraux ou de cartes IGN plus ou moins « agrandis » dont les échelles ne nous sont pas communiquées.

Faute de pouvoir répondre précisément, certaines mairies ont localisé les sites de façon approximative sur les cartes qu'ils nous fournissent (pastilles, patatoïdes, enveloppes,...).

L'harmonisation consiste à reporter l'ensemble des informations sur les cartes topographiques de l'IGN à 1/25 000. Lors du report cartographique, on pallie l'imprécision de certaines données par l'examen de la topographie et autres informations géographiques.

3.3.4. Visites de terrain

D'une manière générale, compte tenu de la nature des observations (karst, gouffres et souterrains ayant fait l'objet de reconnaissance précises), il n'a été procédé qu'à peu de visites de terrains.

Cependant, 11 sites dont les cavités présentes liées à des anciennes exploitations de carrières ont été visités (Cf. Annexe 6).

3.3.4.1. Cavités inventoriées lors des visites

A la demande des services techniques de la mairie de Beausoleil, leurs archives ont été exploitées sur place. Lors de cette visite, deux cavités nouvelles ont été inventoriées et repérées. Ce qui élève le nombre de cavités de cette commune à 11.

3.3.5. Mouvements de terrain

Le nombre de mouvements de terrains (fontis, effondrements) recensés dans le département au cours de cette étude est de 122 répartis sur 10 communes (données RTM et Carte des Risques des Alpes-Maritimes « CRAM »).

Ces mouvements de terrain sont localisés (Cf. Illustration 10) principalement sur les formations triasiques, accessoirement sur les formations calcaires des environs du Cheiron (Cf. § Répartition par grand ensemble géologique)

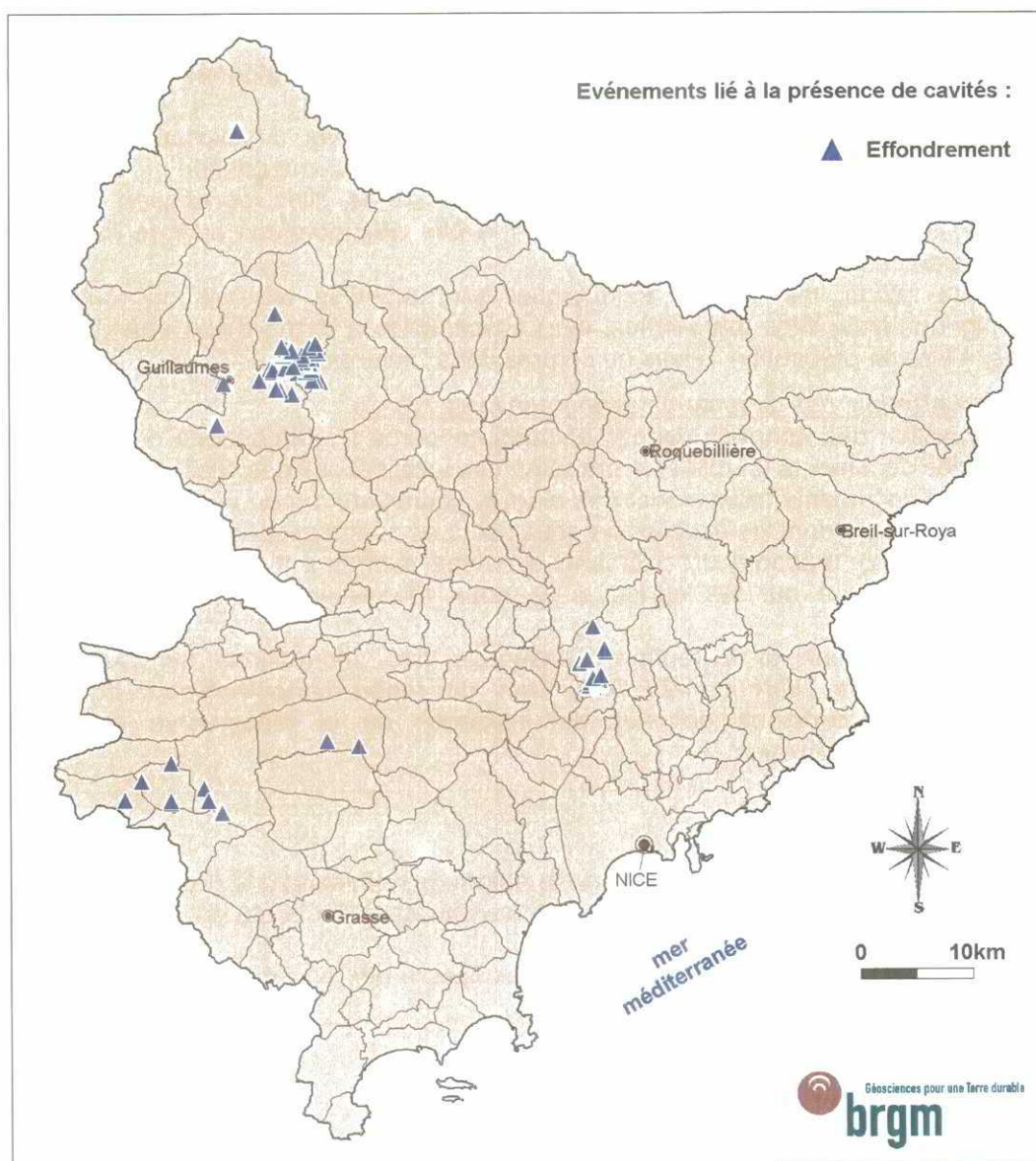


Illustration 10 – Evènements liés à la présence de cavités

3.3.6. Synthèse de la phase de recueil de données

Le nombre d'organismes, d'association et de personnes privés consultés est 22.
Sur les 163 communes du département, toutes consultées, 87 ont répondu au courrier de consultation.

Pour mener à bien cet inventaire, une soixantaine de dossiers ou de documents ont été retenus et exploités parmi de nombreux autres ouvrages consultés.

Le nombre de cavités recueillies avant élimination des doublons est de 2744 ; après élimination des doublons le nombre de cavités inventoriées est de 2108.

Le nombre potentiel de points restant n'ayant pu être traité faute d'autorisations est d'environ 600 pour les données du CDS ; pour celles de l'ONF le nombre potentiel de points restants ne peut être estimé.

A ce jour, après élimination des doublons, 2108 cavités souterraines ont été reconnues dans le département (Cf. Illustration 11).

Inventaire des cavités souterraines des Alpes-Maritimes (hors mines)

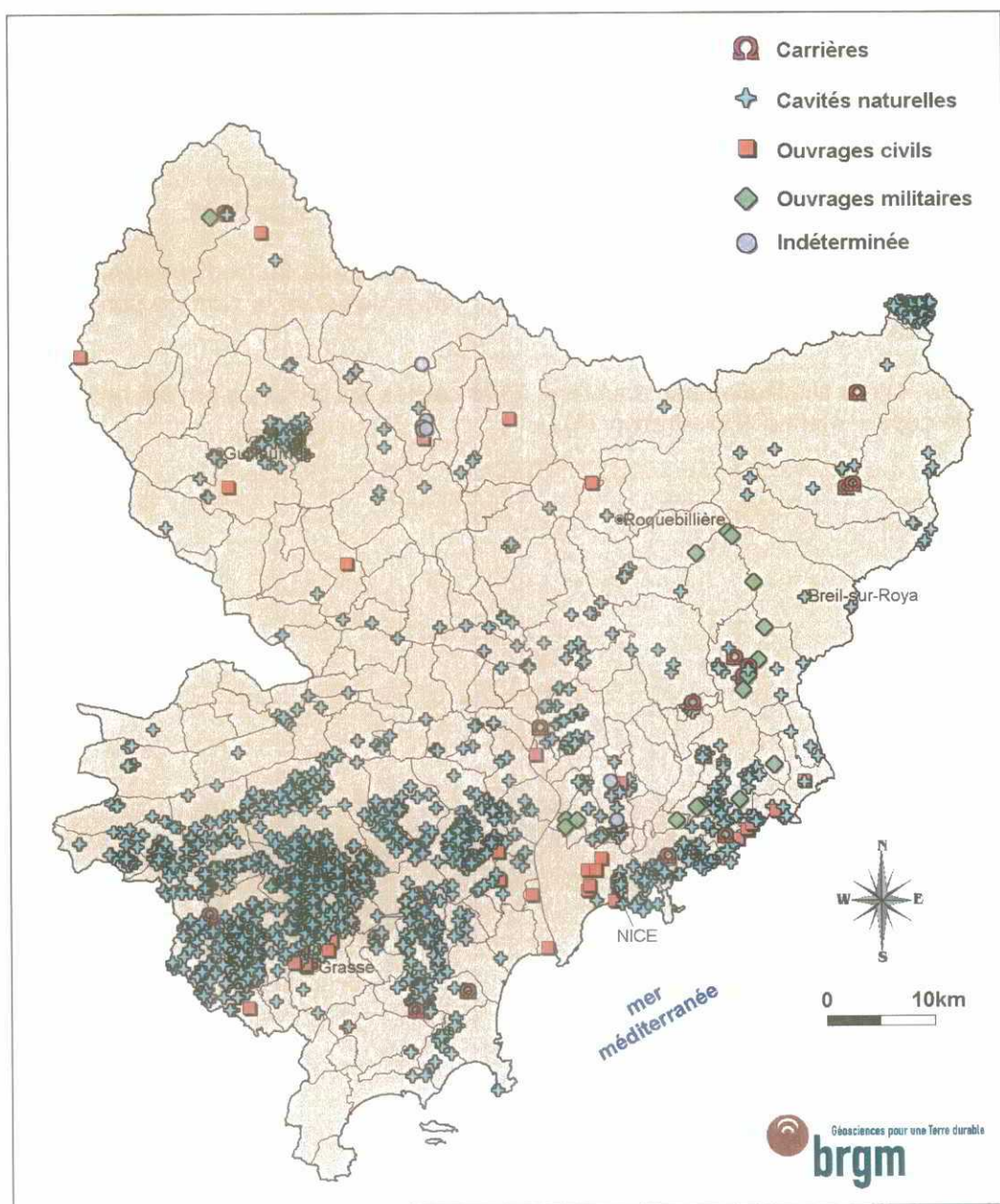


Illustration 11 – Cavités souterraines (hors mines) des Alpes-Maritimes

4. Validation et valorisation des données

4.1. ELIMINATION DES DOUBLONS

Le nombre de cavités recueillies avant élimination des doublons est de 2744 ; après élimination des doublons le nombre de cavités inventoriées est de 2108.

4.2. ELIMINATION DES DONNEES INEXPLOITABLES

Les données de l'EDF concernent des ouvrages civils hydrauliques toujours en exploitation, de ce fait ces ouvrages n'ont pas été inventoriés ; il en a été de même pour certaines données fournies par des communes..

4.3. VALIDATION DE TERRAIN

Comme indiqué dans le « § 3.3.4. Visites de terrains », 11 sites dont les cavités présentes liées à des anciennes exploitations de carrières ont été visitées. Cela a permis de valider leur localisation, de reconnaître l'état des lieux actuel et plus précisément la géométrie des ouvertures.

4.4. INTEGRATION DANS LA BASE CAVITES

L'ensemble des données recueillies au cours de l'étude a été saisi sous forme de tableau Excel.

Ce tableau a été mis au format de la base « BDcavité » pour y être directement intégré sans avoir à saisir de nouveau la totalité des informations.

5. Analyse des résultats

5.1. QUALITE ET REPRESENTATIVITE DES INFORMATIONS RECUEILLIES

5.1.1. Exhaustivité

Enquêtes communales :

Sur les 163 communes du département, 87 ont répondu à la consultation, ce qui est relativement peu.

Données CDS et ONF :

Le nombre potentiel de points restant n'ayant pu être traité faute d'autorisation est d'environ 600 pour les données du CDS ; pour celles de l'ONF le nombre potentiel de points restants ne peut être estimé.

Il est probable que les zones concernées par les données complémentaires détenues par le CDS appartiennent pour la plus grande partie d'entre elles aux massifs karstiques du département : montagne du Cheiron, massifs Tourettes-Chiers, plateau de Calern, les Préalpes de Nice et le massif du Marguareis.

Ouvrages militaires :

L'inventaire des ouvrages militaires de la ligne Maginot proches de la frontière italienne devra être complété selon une méthodologie à définir compte tenu de la complexité des ouvrages (réseaux de galeries desservant plusieurs blockhaus, forts partiellement enfouis, etc.).

5.1.2. Qualité des données

La plupart des données recueillies sont issues du milieu de la spéléologie (documentation), de ce fait elles sont relativement détaillées et assez précises.

Le plus souvent, les réponses obtenues des communes sont-elles même issues du milieu de la spéléologie.

Les données du BRGM proviennent de leurs propres cartes (BSS).

Les familles de champs dans BD CAV le plus souvent renseignées sont :

- la commune,
- les coordonnées,
- le nom de la cavité.

5.2. TYPOLOGIE DES CAVITES

5.2.1. Nature et distribution par type

Les types de cavités inventoriées lors de l'opération concernent (Cf. Illustrations 12 et 13) :

- les cavités naturelles (karsts, avens, gouffres, grottes, fontis, failles)
- les ouvrages civils (tunnels ferroviaires, routiers, aqueducs, caves etc.)
- les ouvrages militaires (blockhaus, galeries)
- les carrières souterraines.

La quasi-totalité des cavités inventoriées sont de cavités naturelles (96,8 %).

Typologie	Nombre	Pourcentage
Cavités naturelles	2018	95.73 %
Carrières souterraines abandonnées	17	0.81 %
Ouvrages civils	48	2.28 %
Ouvrages militaires	18	0.85 %
Indéterminé	7	0.33 %
TOTAL	2108	100%

Illustration 12 : Typologie des cavités des Alpes-Maritimes

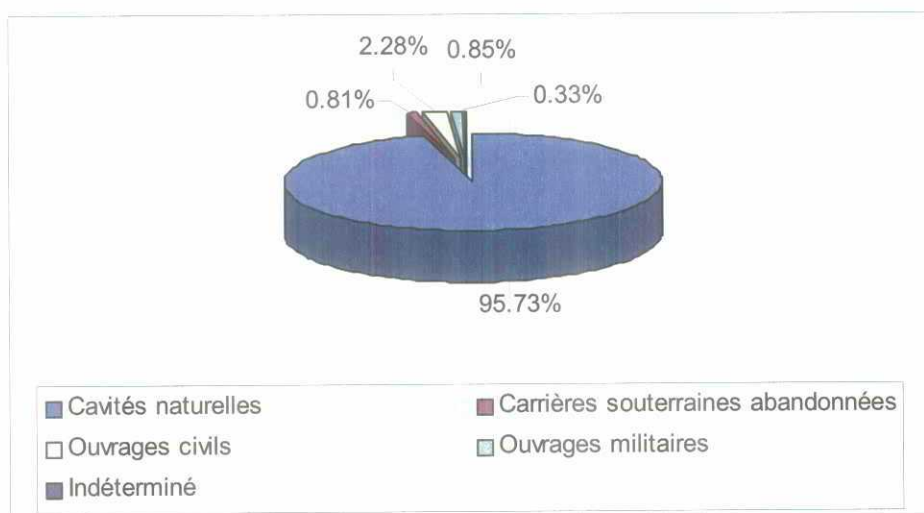


Illustration 13 : Typologie des cavités des Alpes-Maritimes exprimée en pourcentage

5.2.2. Géométrie

La géométrie des cavités naturelles couvre une typologie très large depuis le simple abri sous-roche ou l'éboulis chaotique jusqu'à des galeries labyrinthiques se développant parfois sur des kilomètres avec des profondeurs pouvant atteindre des centaines de mètres avec des « salles » de dimensions variables.

5.3. REPARTITION

5.3.1. Répartition par type de cavités

L'illustration 14 représente par commune la densité des cavités naturelles par km².

Les plus fortes densités de cavités naturelles sont réparties majoritairement dans la moitié sud et à l'extrême nord-est (commune de la Brigue au nord) du département où sont localisés les grands ensembles karstiques (voir § suivant).

Les cartes représentant la répartition par commune des cavités naturelles des carrières souterraines, des ouvrages civils et militaires, ainsi que les cavités dont le type n'a pas pu être précisé sont reportées en annexes de 8 à 11.

Les ouvrages militaires sont localisés au nord-est de Nice, l'inventaire devrait être complété par les ouvrages constituant la ligne Maginot en direction de la frontière italienne (Cf. § 5.1.1. Exhaustivité).

5.3.2. Répartition par grand ensemble géologique

Les plus fortes densités de cavités se trouvent (Cf. Illustration 15)

- Dans les massifs calcaires karstiques que sont les montagnes du Cheiron, les massifs Tourettes-Chiers et le Plateau de Calern (sud-ouest, Cf. Annexe 12), les Préalpes de Nice (sud-est, Cf. Annexe 13) et le massif du Marguareïs (nord-est, Cf. Annexe 13).
- Dans les formations triasiques, se sont alors essentiellement des « fontis » de la région de Saint-Dalmas-Le-Selvage au Nord, de la région de Guillaume et Péone au Nord-Ouest et de la région de Levens au centre-est (Cf. §.Mouvements de terrain).

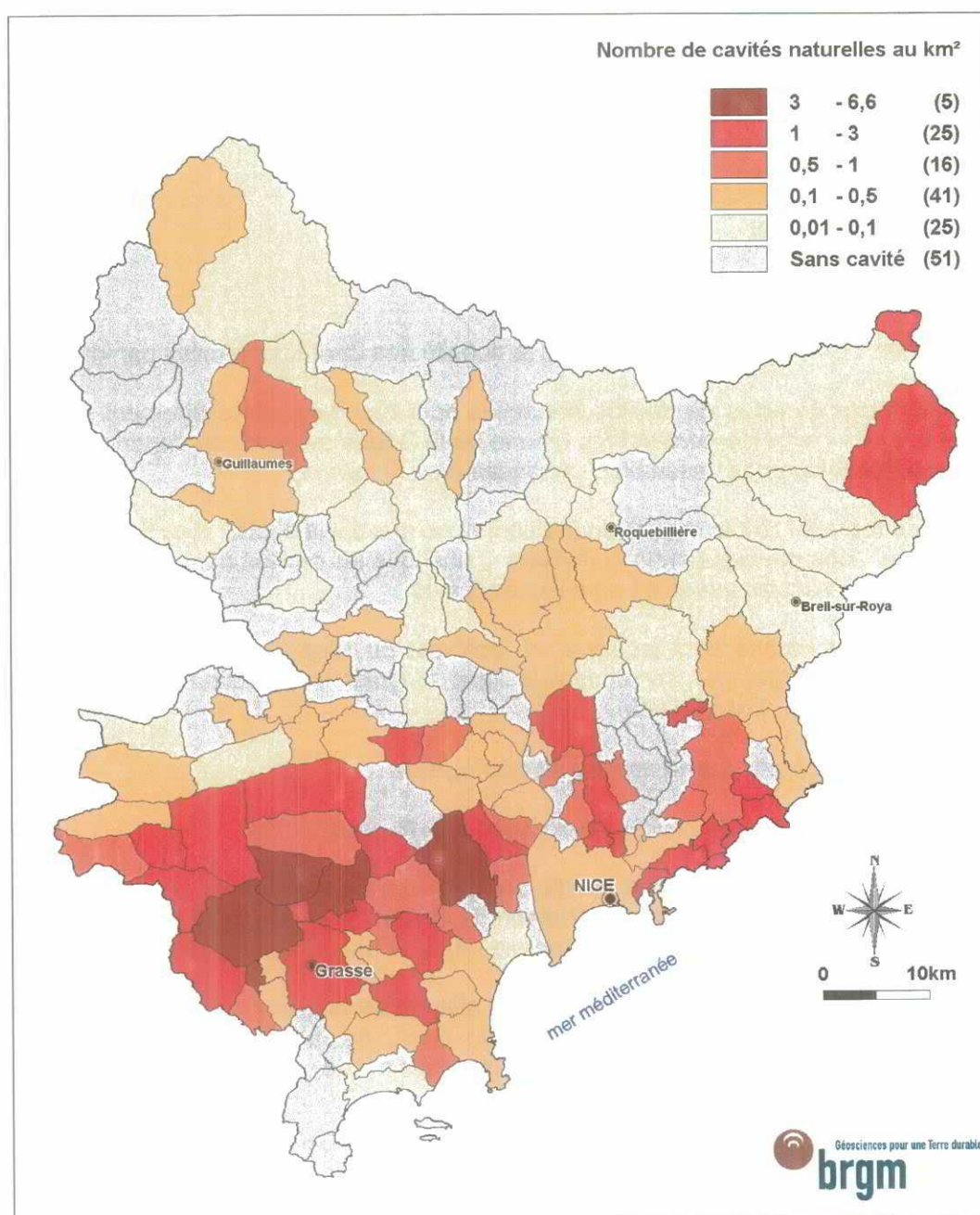


Illustration 14 – Nombre de cavités naturelles au km² par commune

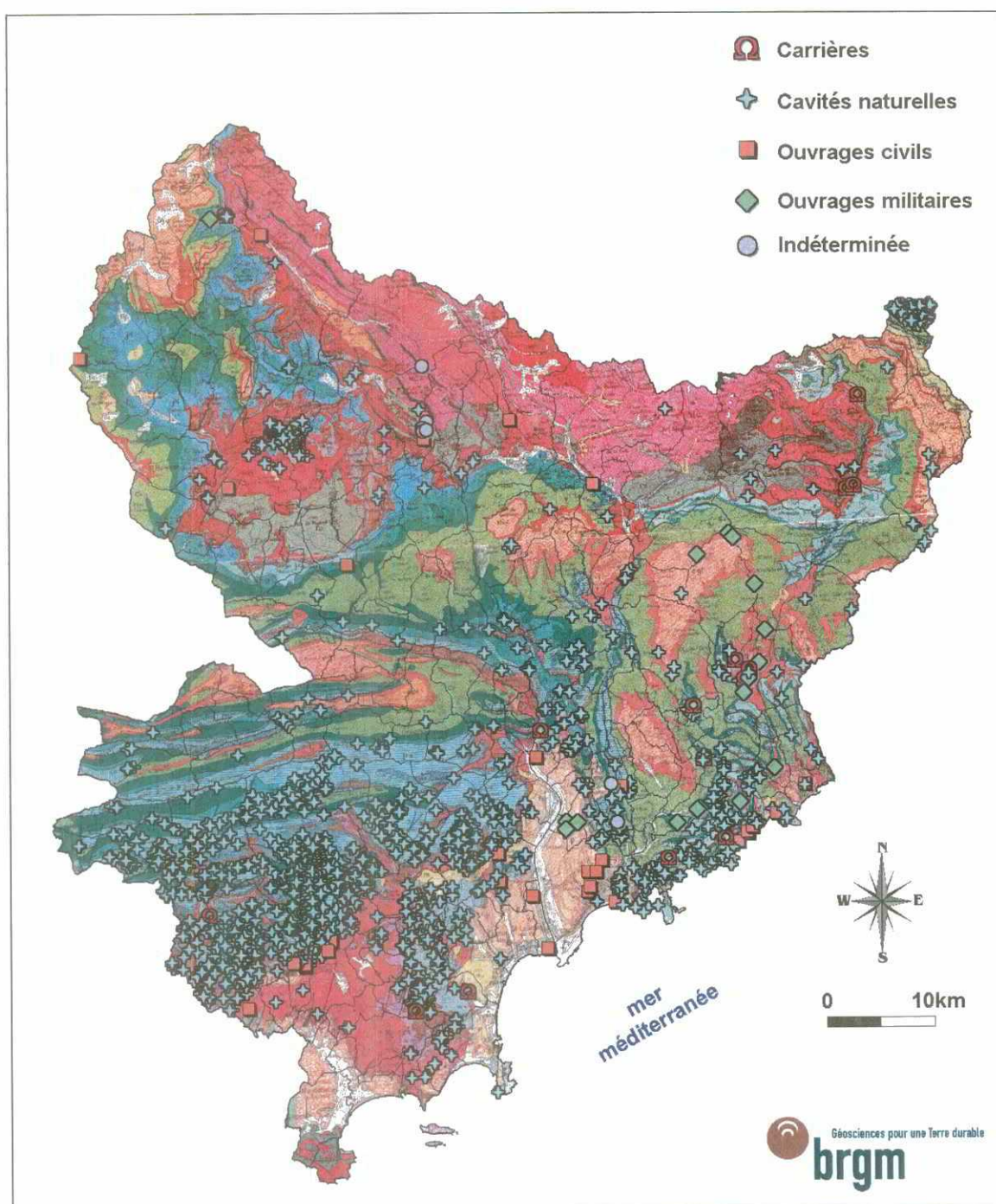


Illustration 15 – Cavités souterraines/Géologie (carte géologique à 1/250 000)

5.4. GENERALITES EN MATIERE DE PREVENTION DES RISQUES

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, peut constituer un risque non négligeable pour les personnes et les biens.

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 événements antérieurs principaux ;
- la réglementation relative aux risques (périmètre de risque, plans d'urgence) ;
- les mesures collectives prises (aménagement, surveillance, alerte, plans de secours ..) ;
- les mesures individuelles à connaître.

- Les documents Communaux Synthétiques (DCS) : ces documents spécifiques à chaque commune ont exclusivement une vocation d'information et de sensibilisation des populations. Ils constituent un document de base du « droit à l'information » fixé par la loi. Ils présentent les risques naturels et technologiques encourus par les habitants d'une commune.

Généralement, à partir du DDRM, sont extraits les éléments relatifs à la commune (information, cartes), avec éventuellement des ajouts (particularisme de la commune).

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

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

- Les Documents d'Information Communal sur les Risques Majeurs (DICRIM) : 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 alors, en plus de sensibiliser les citoyens, d'établir un catalogue de recommandations de base permettant de limiter les risques en matière de désordres afférents aux cavités souterraines (périmètres de sécurité autour des cavités connues, protection des accès, entretien de la signalisation préventive, maîtrise des rejets d'eau, inspections régulières, rappel des techniques de recherches de cavités ..).

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

- Les plans de Prévention des Risques (PPR) : ce 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) telles que des reconnaissances géotechniques obligatoires, fondations sur radier, interdiction de piscines ou de bassins, etc.

Les PPR se déclinent en 3 parties :

- la note de présentation ;
- le zonage graphique ;
- le règlement.

Les PPR sont prescrits par arrêté 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. Ils peuvent concerner un risque (aléa) ou plusieurs (multi-aléas).

On notera que le passage du DDRM aux PPR peut se faire après 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, les Services

pourraient plus précisément choisir les priorités en terme de lancement de PPR et améliorer 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 compétents 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'une marnière dont l'effondrement est susceptible de porter atteinte aux personnes ou aux biens, ou d'un indice susceptible de révéler cette existence, en informe le maire, qui communique, sans délai, au représentant de l'Etat dans le département et au président du conseil général les éléments dont il dispose à ce sujet.
La diffusion d'informations manifestement erronées, mensongères ou résultant d'une intention dolosive relatives à l'existence d'une cavité souterraine ou d'une marnière est punie d'une amende de 30 000 €.
III – Le représentant de l'Etat dans le département publie et met à jour, selon les modalités fixées par décret en Conseil d'Etat, la liste des communes pour lesquelles il a été informé par le maire de l'existence d'une cavité souterraine ou d'une marnière et de celles où il existe une présomption réelle de l'existence d'une telle cavité.

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

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

Nous recommandons d'élaborer des cartes d'aléa pouvant éventuellement mener à terme à un PPR dans certaines communes où la densité de cavités souterraines est élevée (supérieure à 3 cavités par km²) (Cf. Illustration 16) ²

Ainsi, nous proposons de traiter en priorité les communes suivantes:

Massif karstique du sud-ouest

- Caussols,
- Gourdon,
- Saint-Vallier-de-Thiery,
- Speracedes,
- Vence

Préalpes de Nice

La commune de Beausoleil a une densité de cavités au km² supérieure à 3, mais celle-ci englobe les ouvrages civils.

Massif de Marguareïs

La commune de la Brigue a une densité de cavités au km² inférieure à 3, mais la quasi-totalité des cavités est située sur le territoire nord de la commune qui est inhabitée

Les formations triasiques

Les formations triasiques contiennent des couches ou des amas gypseux propices à la formation de fontis par dissolution.

Aussi, nous recommandons de traiter dans un premier temps les communes où ces événements ont été observés en nombre :

- Saint-Dalmas-Le-Selvage,
- Guillaume,
- Péone,
- Levens.

² (Les PPR pourraient être ordonnés lorsque l'aléa effondrement se révèle élevé dans des zones à enjeu avéré)

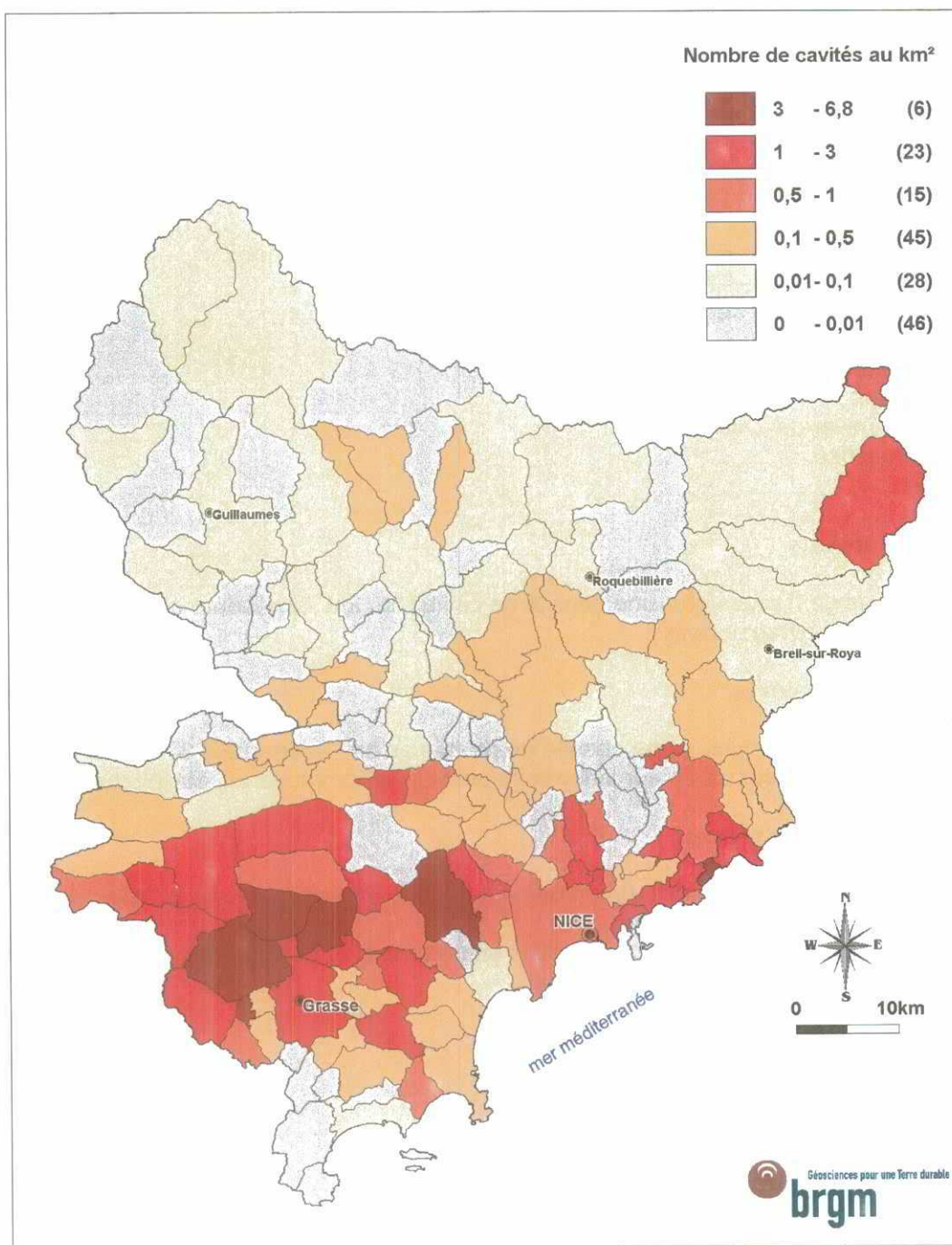


Illustration 16 : Densité de cavités souterraines par commune

6. Conclusions

Sur les 163 communes du département, toutes consultées, 87 ont répondu au courrier de consultation.

Le nombre d'organismes, d'association et de personnes privés consultés est 22.

Pour mener à bien cet inventaire, une soixantaine de dossiers ou de documents ont été retenus et exploités parmi de nombreux autres ouvrages consultés.

Le nombre de cavités recueillies avant élimination des doublons est de 2 744 ; après élimination des doublons le nombre de cavités inventoriées est de 2 108.

Le nombre potentiel de points restant n'ayant pu être traité faute d'autorisations est d'environ 600 pour les données du CDS ; pour celles de l'ONF le nombre potentiel de points restants ne peut être estimé.

L'inventaire des ouvrages militaires de la ligne Maginot proches de la frontière italienne devra être complété selon une méthodologie à définir compte tenu de la complexité des ouvrages (réseaux de galeries desservant plusieurs blockhaus, forts partiellement enfouis, etc.).

Toutes les descriptions obtenues ont été, d'une part mises sous forme de fichiers Excel et MapInfo au niveau du Service Géologique Régional PACA et d'autre part les informations ont été conservées dans des dossiers papier.

Les données numériques ont été en fin d'opération chargées dans une base locale puis transférées dans la banque nationale « BdCavité ».

Les plus fortes densités de cavités se trouvent :

- Dans les massifs calcaires karstiques que sont les montagnes du Cheiron, les massifs Tourettes-Chiers et le Plateau de Calern (sud-ouest), les Préalpes de Nice (sud-est) et le massif du Marguareis (nord-est).
- Dans les formations triasiques, se sont alors essentiellement des « fontis » de la région de Saint-Dalmas-Le-Selvage au Nord, de la région de Guillaume et Péone au Nord-Ouest et de la région de Levens au centre-est.

Nous recommandons d'élaborer des cartes d'aléa pouvant éventuellement mener à terme à un PPR dans certaines communes où la densité de cavités souterraines est élevée (supérieure à 3 cavités par km²) situés principalement dans le massif karstique du sud-ouest.

De plus, bien qu'ayant des densités de cavités au km² inférieure à 3, nous recommandons de traiter les communes dont le territoire est situé sur des formations triasiques avec présence de gypse et manifestations de fontis.

Bibliographie

Revues

Bulletin Annuel du Cercle d'Histoire et d'Archéologie des Alpes-Maritimes (1994)
Archéam N°1, p 21-24

Bulletin Annuel du Cercle d'Histoire et d'Archéologie des Alpes-Maritimes (1994-1995)
Archéam N°2, p 24-25

Bulletin Annuel du Cercle d'Histoire et d'Archéologie des Alpes-Maritimes (1995-1996)
Archéam N°3, p 55

Bulletin Annuel du Cercle d'Histoire et d'Archéologie des Alpes-Maritimes (1998-1999)
Archéam N°6, p 7, p 40-43

Bulletin Annuel du Cercle d'Histoire et d'Archéologie des Alpes-Maritimes (2000-2001)
Archéam N°8, p 51

Bulletin Annuel du Cercle d'Histoire et d'Archéologie des Alpes-Maritimes (2001-2002)
Archéam N°9, p 6-22, p 38

Bulletin Annuel du Cercle d'Histoire et d'Archéologie des Alpes-Maritimes (2002-2003)
Archéam N°10, p 31-41, p 47-49

Groupe de Recherches Historiques en Provence Orientale (1995) Bull. N°3, p 2-10

Groupe de Recherches Historiques en Provence Orientale (1995) Bull. N°4, p 28

Groupe de Recherches Historiques en Provence Orientale, Bull. N°4, 1995, p 3-14, p 26-27, p 29, p 32-34

Groupe de Recherches Historiques en Provence Orientale (1996) Bull. N°6, p 35-48

Groupe de Recherches Historiques en Provence Orientale (1997) Bull. N°9, p 61-66

Groupe de Recherches Historiques en Provence Orientale (1997) Bull. N°10, p 7-8

Groupe de Recherches Historiques en Provence Orientale (1997) Bull. N°11, p 20-22

Groupe de Recherches Historiques en Provence Orientale (1997) Bull. N°12, p 8-12

Groupe de Recherches Historiques en Provence Orientale (1998) Bull. N°13, p 12-13

F.F.S. (1992) Spélunca N° 46, p19-20

F.F.S. (1993) Spélunca N° 49, p2-4

F.F.S. (1993) Spelunca N°50, p 31-33

F.F.S. (1996) Spélunca N° 62, p2-3

F.F.S. (1998) Spélunca N° 71, p48

F.F.S. (1999) Spélunca N° 76, p16-36

Autres documents

C.D.S. 06 (1978) Les Alpes Maritimes souterraines. Actes XII Congrès National de Spéléologie. Grasse

C.D.S. 06 (1999) Inventaire spéléologique des Alpes Maritimes.

C.D.S. 06 (2001) Inventaire spéléologique des Alpes Maritimes.

COURBON P. (1991) Atlas souterrain de la Provence et des Alpes de lumière (3^e édition) 253 p.

CREAC'H Y. (1967) Inventaire spéléologique de la France. Département des Alpes Maritimes. B.R.G.M. 394 p.

CREAC'H Y. (1984) – Inventaire spéléologique des Alpes-Maritimes. Aiglun - La Brigue. Tome I. Nice: Editions du Comité de spéléologie des Alpes-Maritimes avec la participation du Club alpin français. 1 à 120.

CREAC'H Y. (1984) – Inventaire spéléologique des Alpes-Maritimes. Le Broc - Gourdon. Tome II. Nice: Editions du Comité de spéléologie des Alpes-Maritimes avec la participation du Club alpin français. 165 à 402.

CREAC'H Y. (1985) – Inventaire spéléologique des Alpes-Maritimes. Grasse - St-Vallier. Tome III. Nice: Editions du Comité de spéléologie des Alpes-Maritimes avec la participation du Club alpin français. 427 à 704.

CREAC'H Y. (1987) Inventaire spéléologique des Alpes Maritimes t.IV,

DUROZOY G. (1979) – Ressources en eau de l'Ouest du département des Alpes-maritimes. Première phase : rassemblement des données et synthèse. 79, SGN, 324, PAC.

J. MANGIN (1982) Géologie et hydrogéologie karstique du bassin de la Brague et ses bordures (Alpes Maritimes – France) Thèse

FAIVRE R. (2000) – Roquefort-les-Pins : Inventaire des grottes et sites archéologiques.

GASSIN B. (1986) - Atlas préhistorique du Midi méditerranéen, Feuilles de Cannes

GOUNON A. (1982) – Carte des Risques des Alpes-Maritimes (C.R.A.M.). Feuille de Castellane 7-8 : notice explicative. 82, SGN, 428, PAC.

GOUNON A., ALLOMBERT J. (1982) – Carte des Risques des Alpes-Maritimes (C.R.A.M.). Feuille de Castellane 7-8 : notice explicative. 82, SGN, 446, PAC.

GOUNON A. (1982) – Carte des Risques des Alpes-Maritimes (C.R.A.M.). Feuille de Castellane 7-8 : notice explicative. 82, SGN, 447, PAC.

GOUNON A. (1982) – Carte des Risques des Alpes-Maritimes (C.R.A.M.). Feuille de Castellane 7-8 : notice explicative. 82, SGN, 448, PAC.

ROUIRE J., VERNET J. (1958) – Etude de cavités souterraines dans les Alpes-Maritimes. BRGM/RR-16984-FR. BRGG.A1402⁶.

ODDOU A. , SOUNIER C. , SOUNIER J.P. (1992) – L'aventure verticale dans les Alpes d'Azur. Edisud La Calade, 13090 Aix-en-Provence. 166 p.

VULLIEMIN L. , GAUDIN Ch. et FOREL FR. (1864) – Menton : Son climat, sa géologie, et ses grottes. Notices. Pascal Amarante Librairie-Editeur, p 61-65.

Sites Internet :

<http://www.plongeesout.com/>

<http://www-sop.inria.fr/agos-sophia/sis/>

<http://perso.wanadoo.fr/04as/carte/cartes/cartbi.htm>

<http://www.lesgrottesdesaintcezaire.com/>

<http://grottesdesaudides.free.fr/>

Annexe 1 – Lettre du Ministère de l'aménagement du Territoire et de l'Environnement

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

Monsieur le Président,

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Dominique VOYNET

Annexe 2 – Programmation des inventaires départementaux des cavités souterraines

PROGRAMMATION 2001 - 2006 DES INVENTAIRES CAVITÉS SOUTERRAINES

La carte ci-jointe donne une image globale de la progression de la couverture jusqu'à 2006. Cette carte a été mise à jour au début 2004. Cependant, dans la mesure où les cofinancements locaux entrent en ligne de compte dans les priorités à accorder, cette carte ne peut être considérée comme figée. Il n'en reste pas moins que le choix des départements proposés, et 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 résulté, ainsi que les événements de l'hiver 2000-2001. Le tableau ci après indique la programmation initialement prévue.

Années	Départements	Commentaires
2001 - 2002	ORNE, DOUBS, ISERE, INDRE-ET-LOIRE.	
2002 - 2003	AIN, CALVADOS, CORREZE, JURA, LOIR-ET-CHER, RHÔNE, SARTHE.	
2003 - 2004	SAVOIE, HAUTE-SAVOIE, ARDECHE, AUBE, AUDE, ALPES-MARITIMES, EURE-ET-LOIR.	Pour la Savoie, dont on dispose déjà d'un inventaire des cavités naturelles, il s'agira des cavités anthropiques.
2004 - 2005	GARD, HAUTE-LOIRE, LOZERE, SAONE-ET-LOIRE, ALLIER, HAUTES-ALPES, ARIEGE.	
2005 - 2006	CANTAL, DRÔME, HAUTE-GARONNE, LOT, LOT-ET-GARONNE, TARN, TARN-ET-GARONNE	Selon les résultats de l'inventaire de l'ISERE, la DROME pourrait être traitée en 2004-2005, auquel cas l'AUDE, ou les ALPES-MARITIMES, serait réalisé en 2005-2006.

Programmation 2001-2006 initialement prévue (modifiée depuis)

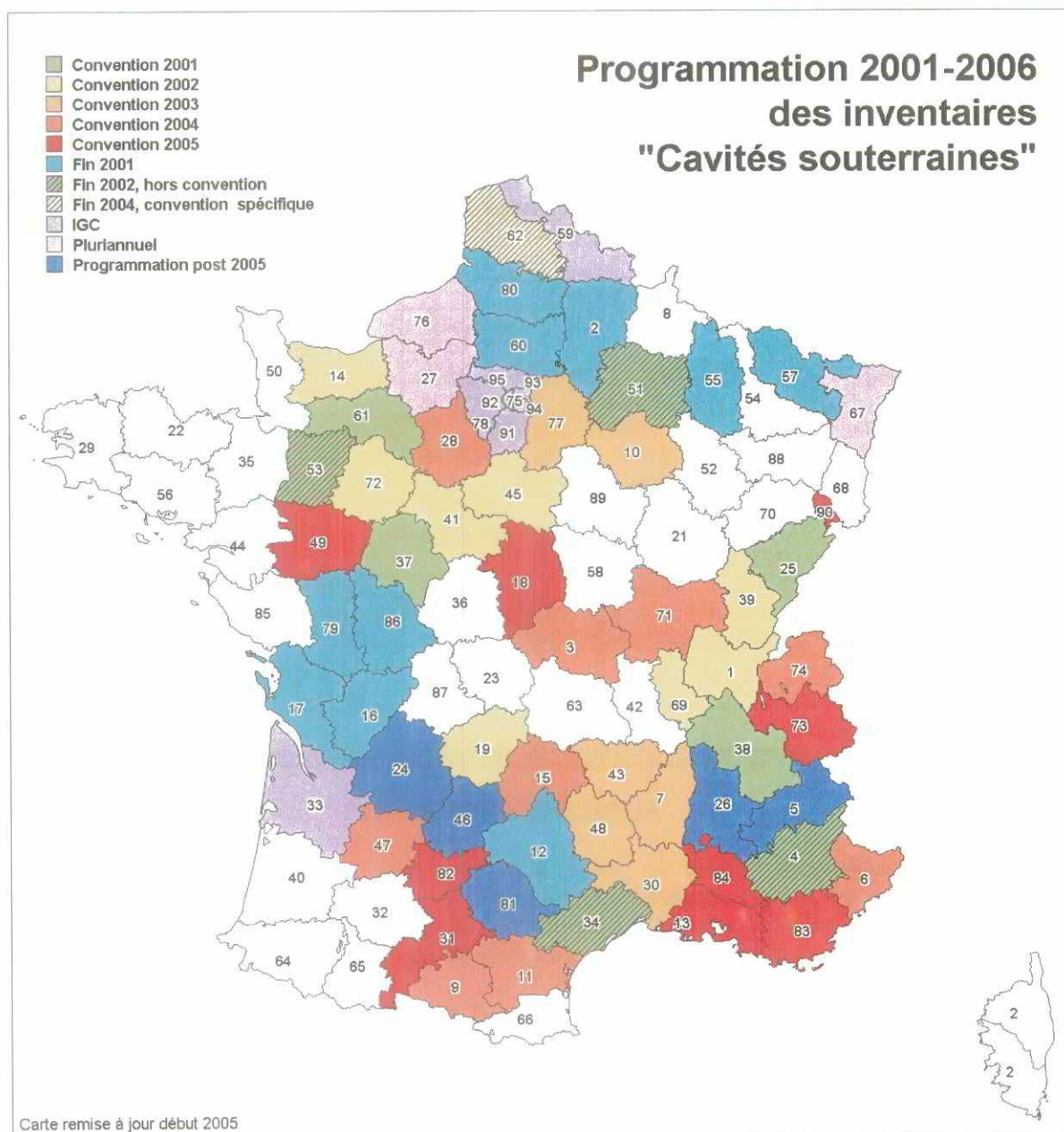
AUTRES DÉPARTEMENTS

Les départements laissés en blanc sont ceux qui, en l'état des connaissances, comportent très peu de cavités non minières.

Les départements en grisés disposent d'une IGC couvrant l'ensemble de leurs besoins (non limités à une commune, un groupement de communes ou les seules routes départementales).

Les départements hachurés, quelle que soit leur date d'échéance, sont ceux pour lesquels des inventaires partiels ont déjà commencé (1999 / 2000). Hormis le cas du Pas-de-Calais, ils se font uniquement sur dotation BRGM avec ou sans cofinancements autres que MEDD.

Les départements en violet (27-76 et 67) sont particuliers. Les 27-76 (Eure et Seine-Maritime) sont "traités" par le CETE de ROUEN, et les cavités avérées seront intégrées dans la *BD Cavités*. Dans le 67 (Bas-Rhin), l'inventaire ne concerne que la Communauté Urbaine de Strasbourg (CUS) avec laquelle le BRGM a signé un contrat reconductible d'assistance.



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

INVENTAIRES ¹ TERMINES A FIN 2001	INVENTAIRES TERMINES A FIN 2002	INVENTAIRES TERMINES A FIN 2003
AISNE (02) AVEYRON (12) CHARENTE (16) CHARENTE-MARITIME (17) DORDOGNE (24) MEUSE (55) MOSELLE (57) OISE ² (60) SEINE-ET-MARNE (77) ³ DEUX-SÈVRES (79) SOMME (80) ² VIENNE (86)	ALPES-DE-HAUTE-PROVENCE (04) [*] BOUCHES-DU-RHÔNE (13) [*] DOUBS (25) HERAULT (34) [*] INDRE-ET-LOIRE (37) ISERE (38) MAINE-ET-LOIRE (49) [*] MARNE (51) [*] MAYENNE (53) [*] ORNE (61) VAR (83) [*] VAUCLUSE (84) [*]	AIN (01) CALVADOS (14), CORREZE (19) JURA (39) LOIR-ET-CHER (41) LOIRET (45) RHÔNE (69) SARTHE (72)
[*] inventaires partiels ^{**} complétés partiellement à fin 12/2002 suite à étude influence remontées de nappe sur les MVT. ^{***} bassin de risque de 6 communes.	[*] inventaires partiel hors convention MATE	
INVENTAIRES PROGRAMMES EN 2003-2004	INVENTAIRES PROGRAMMES EN 2004-2005	INVENTAIRES PROGRAMMES EN 2005-2006
AUBE (10) ARDECHE (07) GARD (30) HAUTE-LOIRE (43) LOZERE (48) PAS-DE-CALAIS (62) [*] SEINE ET MARNE (77)	ALLIER (03) ALPES-MARITIMES (06) ARIEGE (09) AUDE (11) CANTAL (15) EURE-ET-LOIR (28) LOT-ET-GARONNE (47) SAONE-ET-LOIRE (71) HAUTE-SAVOIE (74)	BOUCHES DU RHÔNE [*] CHER (18) HAUTE-GARONNE (31) MAINE ET LOIRE (49) SAVOIE (73) TARN-ET-GARONNE (82) VAR (83) [*] VAUCLUSE (84) [*] TERRITOIRE DE BELFORT (90) ^{**}
[*] convention spécifique MEDD		[*] compléments d'inventaire ^{**} inventaire mixte cavités / mouvements de terrain
INVENTAIRES PROGRAMMES POST 2006		
HAUTES-ALPES (05) DORDOGNE (24) [*] DRÔME (26) LOT (46) TARN (81)		
[*] compléments d'inventaires		

Annexe 3 - Lettre du BRGM aux communes

Marseille, le 26 octobre 2005

A l'attention de Monsieur le Maire

Nos Réf. : SGR/PAC/SS
Objet : Inventaire des cavités souterraines (hors mines)
Département des Alpes-Maritimes

Affaire suivie par : *Patrice Ponchant, 04.91.17.74.73., p.ponchant@brgm.fr*
Nicolas Zornette, n.zornette@brgm.fr

Monsieur le Maire

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

Le **département des Alpes-Maritimes** est inscrit à la programmation 2004. L'objectif est de recenser, localiser et caractériser les **cavités souterraines** (hors mines) présentes dans le département. Cette démarche vise deux objectifs principaux :

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

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

Afin d'aboutir à un **recensement le plus exhaustif et le mieux renseigné possible**, nous sollicitons votre commune pour nous fournir le maximum d'informations à votre connaissance. Par soucis d'homogénéiser les informations recueillies, une fiche de recensement type est jointe à ce courrier ainsi qu'un descriptif sommaire des champs à renseigner.

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

BRGM ARN

A l'attention de M. Patrice Ponchant

117, avenue de Luminy

BP167

13276 MARSEILLE Cedex 09

Nous restons bien entendu à votre entière disposition pour toute information complémentaire.

En vous remerciant par avance, nous vous prions de croire, Monsieur le Maire, en l'expression de notre considération distinguée.

S. SOLAGES

Directeur du Service Géologique Régional
Provence-Alpes-Côte d'Azur du BRGM

*P.J. : extrait de carte IGN
fiche de renseignement
notice relative à l'enquête*

Annexe 4 – Tableau réponses et notice explicative

Dossier suivi par :
Patrice PONCHANT
 04 91 17 74 74

Inventaire des cavités souterraines des Alpes-Maritimes
Fiche de renseignements



Commune :
 Horaires :

Nom du Maire :
 Tél :

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

Annexe 5 - Exemple de carte topographique envoyée aux communes

(Format initial en A3)

INVENTAIRE DES CAVITÉS SOUTERRAINES

Département des Alpes-Maritimes (06)

Commune de BAIROLS



Contact pour renseignement :
tél.: 04.91.17.74.73 - P. Ponchant

A renvoyer à l'adresse :

BRGM - ARN
117 Avenue de Luminy
BP 167
13276 MARSEILLE



Annexe 6 – Visites des anciennes carrières souterraines

- La Sablière (commune de Biot)

Sur le site de l'ancienne carrière de sables, une zone effondrée (Cf. Photo 1) est protégée par une clôture grillagée (Cf. photo 2). La zone effondrée ainsi qu'une entrée des anciens travaux (Cf. photos 3 et 4) sont accessibles aisément par un sentier à droite de la clôture en bordure de route.

L'entrée reconnue sur place ne montre pas de signes d'instabilité évidents.

Nouvelles coordonnées :

XL2 : 984 501,3 ; YL2 : 1 859 278,2

- Grotte du Plateau de la Justice (commune d'Eze)

Le site de l'ancienne carrière de sables dolomitiques non protégé (Cf. photo 5) est très facilement accessible en véhicule.

Les trois entrées des anciens travaux, très proches les unes des autres, s'ouvrent sur plusieurs galeries. La présence de nombreux blocs effondrés (Cf. photo 6 à 8) témoignent de l'instabilité des travaux. D'ailleurs, une des trois galeries est obstruée par un effondrement (Cf. photo 9).

- La Sablière de la Bergue (commune de Fontan)

La carrière de sable a été ouverte dans les grès et quartzites du Trias (Cf. photos 10 et 11).

Une seule entrée (Cf. photo 12), en bordure d'un chemin de randonnée, s'ouvre sur une salle relativement vaste (20 x 20 m environ ; plus de 5 m de hauteur). La partie supérieure extérieure de l'entrée avec un surplomb et présence d'un réseau dense de racines menace de s'effondrer (Cf. photo 13).

Nouvelles coordonnées :

XL2 : 1 019 539,0 ; YL2 : 1 905 661,4

- La Sablière de Paganin (commune de Fontan)

La carrière de sable a été ouverte dans les grès et quartzites du Trias

L'exploitation ne concerne qu'une seule salle (30 x 10 m, environ, hauteur de 2 à 3 m) accessible par 5 entrées (Cf. photo 14).

Les entrées percées dans une roche relativement saine ne présentent pas de signe d'instabilité évident (Cf. photos 15 et 16).

Nouvelles coordonnées :

XL2 : 1 019 539,0 ; YL2 : 1 905 661,4

- **Site du Mont Batterie (commune de La Turbie)**

Des vestiges d'ouvrages militaires sont toujours visibles sur le Mont Batterie (Cf. photos 17 à 19), en bon état de conservation pour les parties visibles de l'extérieur et fermés par des grilles.

La cavité observée sur place (Cf. photos 20 à 22) est très probablement une cavité naturelle dont la stabilité semble bonne. La cavité est répertoriée « 150 b » à son entrée.

- **Site de « l'Arbre » (Carabacel) (commune de Nice)**

La carrière signalée à 150 m à l'ouest de la prison de Carabacel n'a pas été retrouvée sur le terrain : l'accès au pied de la falaise, où pourrait se situer une entrée, est condamné par les murs d'enceinte de diverses entreprises (Cf. photo 23).

- **La grotte de Saint-Jean (commune de Saint-Vallier de Thiey)**

Cette cavité est bien visible en bordure de route (Cf. photo 24). L'ouverture de dimension modeste, creusée dans les dolomies du Jurassique, est apparemment stable. Le développement de la cavité effondrée en partie n'est pas connu (Cf. photo 25). L'aspect de l'entrée laisse supposer qu'il s'agit d'une cavité anthropique (ancienne carrière ?).

Nouvelles coordonnées :

XL2 : 960 720,3 ; YL2 : 1 866 398,1

- **Carrière de Roccas (commune de Sospel)**

Cette carrière a été réaménagée en champignonnière encore en activité.

- **Carrière de Cantamerlou (commune de Sospel)**

L'orifice obturé de la carrière n'est plus accessible ; le site à ciel-ouvert est en voie de comblement par la commune.

- **Carrière de Beroulf (commune de Sospel)**

Les deux entrées de la carrière ont été remblayées et ne sont plus accessibles.

- **La Grotte-sablière de Mayme (commune de Tende)**

La grotte-sablière de Mayme signalée dans un massif boisé n'a pas été retrouvée sur place lors de la visite du site.

- **Route du Col de Braus (commune de Touet de l'Escarène)**

Les premiers mètres de l'entrée de la carrière sont stables mais toute la partie suivante est effondrée (cf. photo 26), la galerie est rendue inaccessible par des éboulements.

Nouvelles coordonnées :

XL2 : 1 005 313,9 ; YL2 : 1 885 721,6

- Le Puits d'argile Rond-point des Bouillides (commune de Valbonne Sophia-Antipolis)

Il s'agit d'un puits artificiel de section approximativement carrée de 1,8x1,8 m (Cf. photo 27). A six mètres de profondeurs le sol est encombré de blocs calcaires, déblais et de branches sur une épaisseur inconnue. Sur le côté sud s'ouvre une niche d'un mètre cinquante de profondeur, sur toute la largeur du puits. A l'est, on peut se glisser entre déblais et paroi, jusqu'à un point bas à - 7 m. (information transmise par M. Streitz, Service Patrimoine Environnement, commune de Valbonne Sophia-Antipolis).

Ce puits a été signalé par les services techniques de la ville de Valbonne, qui ont protégé son entrée en l'entourant de grilles (Cf photo 28). Il a été vraisemblablement été découvert lors d'un chantier de débroussaillage récent.

De nombreux puits de ce type existeraient sur Vallauris et Sophia, en particulier dans les secteurs allant de la Valmasque au Fond de l'Orme. Ils ont fourni de l'argile à l'artisanat potier de Vallauris jusqu'au milieu du vingtième siècle.

Le puits a été creusé dans les calcaires bathoniens pour atteindre probablement au fond les argiles.

Le puits se situe sur la parcelle cadastrée section AT n°4 appartenant à l'Etat, ministère de l'Urbanisme et du Logement (information transmise par M. Streitz, Service Patrimoine Environnement, commune de Valbonne Sophia-Antipolis)..

Si les barrières signalent très visiblement la présence du puits, très facilement franchissables, elles ne suffisent pas à le mettre en sécurité.

- Carrière de Baus Roux (commune de la Roquette-sur-Var)

L'ancienne carrière du Baus Roux a été ouverte dans les calcaires du Jurassique.

L'entrée située sur le terrain de l'usine LINDE GAS est fermée et cadénassée.

Une deuxième entrée située dans le massif surplombant l'usine à l'est, est ouverte, signalée par deux poteaux en béton. Elle accessible par un chemin de randonnée (45 minutes à une heure de marche) puis par un éboulis. L'entrée présente des signes d'instabilité, des anciens vestiges de l'exploitation sont encore visibles sur place (rail, wagonnets) ; l'entrée s'ouvre sur une grande salle qui se prolonge par une galerie d'environ 1 km de long avec des galeries annexes (renseignements oraux du personne de l'usine).

Il n'y a pas de communication entre les deux entrées de la carrière.

- Carrière de Santa-Augusta (commune de Peille)

Il s'agit d'un puit vertical creusé dans le massif dolomitique de Santa-Augusta par la cimenterie Vicat en exploitation.

Une ancienne carrière est signalée sur la commune de Saint-Dalmas-le-Selvage sans que l'on ait pu la retrouver. Le gypse a, en effet, été anciennement exploité dans

le Trias de l'Autochtone près de Ferrière et dans celui du Briançonnais au-dessus des Grangies d'Argentera, pour fabriquer un mortier utilisé dans les constructions de la région.

Photographies des cavités anthropiques (hors mines) visitées



Photo 1 - La Sablière (commune de Biot)



Photo 2 - La Sablière (commune de Biot)



Photo 3 - La Sablière (commune de Biot)



Photo 4 - La Sablière (commune de Biot)



Photo 5 - Grotte du Plateau de la Justice (commune d'Eze)



Photo 6 - Grotte du Plateau de la Justice (commune d'Eze)



Photo 7 - Grotte du Plateau de la Justice (commune d'Eze)



Photo 8 - Grotte du Plateau de la Justice (commune d'Eze)



Photo 9 - Grotte du Plateau de la Justice (commune d'Eze)



Photo 10 - La Sablière de la Bergue (commune de Fontan)



Photo 11 - La Sablière de la Bergue (commune de Fontan)



Photo 12 - La Sablière de la Bergue (commune de Fontan)



Photo 13 - La Sablière de la Bergue (commune de Fontan)



Photo 14 - La Sablière de Paganin (commune de Fontant)



Photo 15 - La Sablière de Paganin (commune de Fontant)



Photo 16 - La Sablière de Paganin (commune de Fontant)



Photo 17 - Site du Mont Batterie (commune de La Turbie)



Photo 18 - Site du Mont Batterie (commune de La Turbie)



Photo 19 - Site du Mont Batterie (commune de La Turbie)



Photo 20 - Site du Mont Batterie (commune de La Turbie)



Photo 21 - Site du Mont Batterie (commune de La Turbie)



Photo 22 - Site du Mont Batterie (commune de La Turbie)



Photo 23 - Site de « l'Arbre » (Carabacel) (commune de Nice)



Photo 24 - La grotte de Saint-Jean (commune de Saint-Vallier de Thiey)



Photo 25 - La grotte de Saint-Jean (commune de Saint-Vallier de Thiey)



Photo 26 - Route du Col de Braus (commune de Touet de l'Escarène)

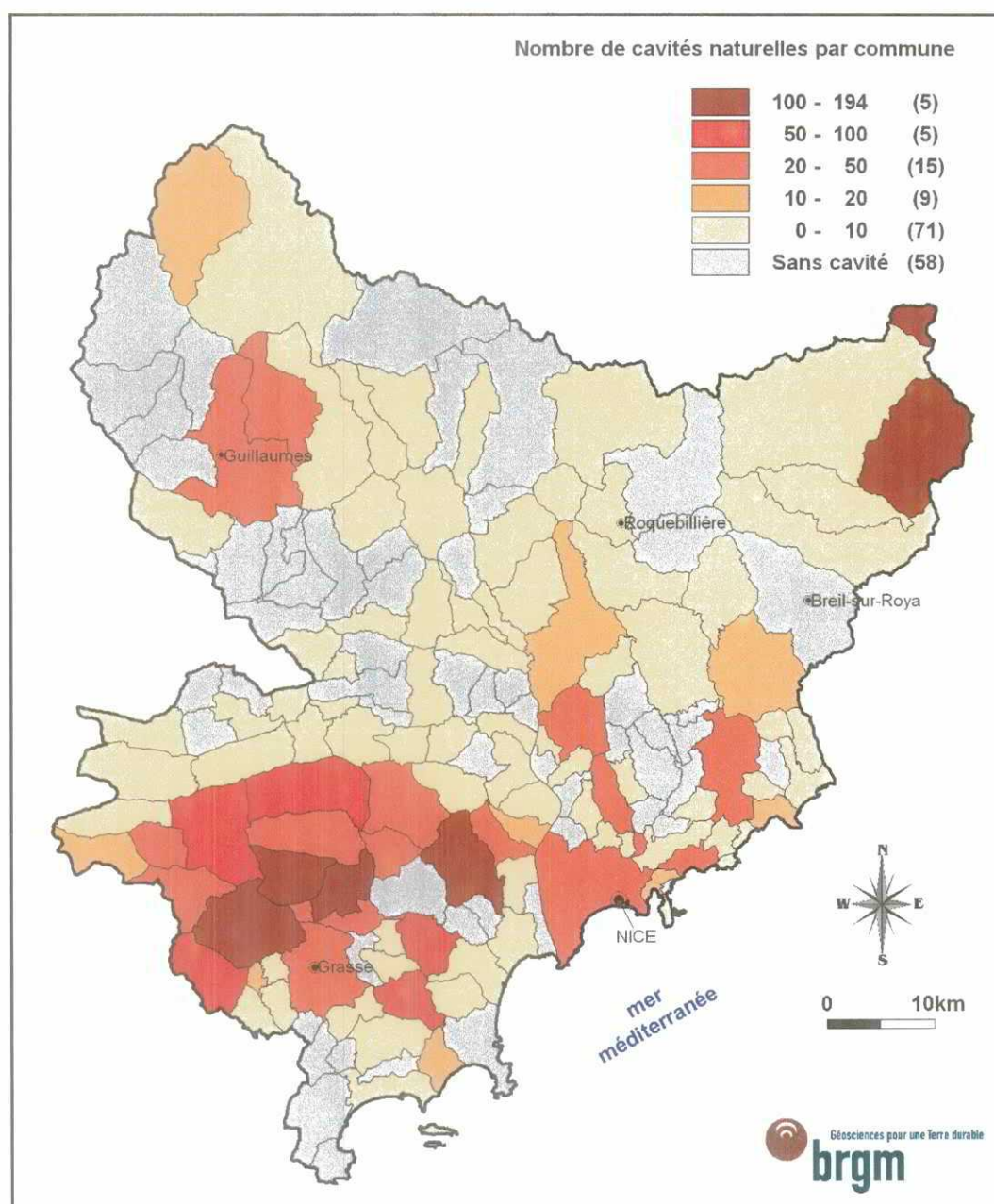


Photo 27 - Le Puits d'argile Rond-point des Bouillides (commune de Valbonne Sophia-Antipolis)

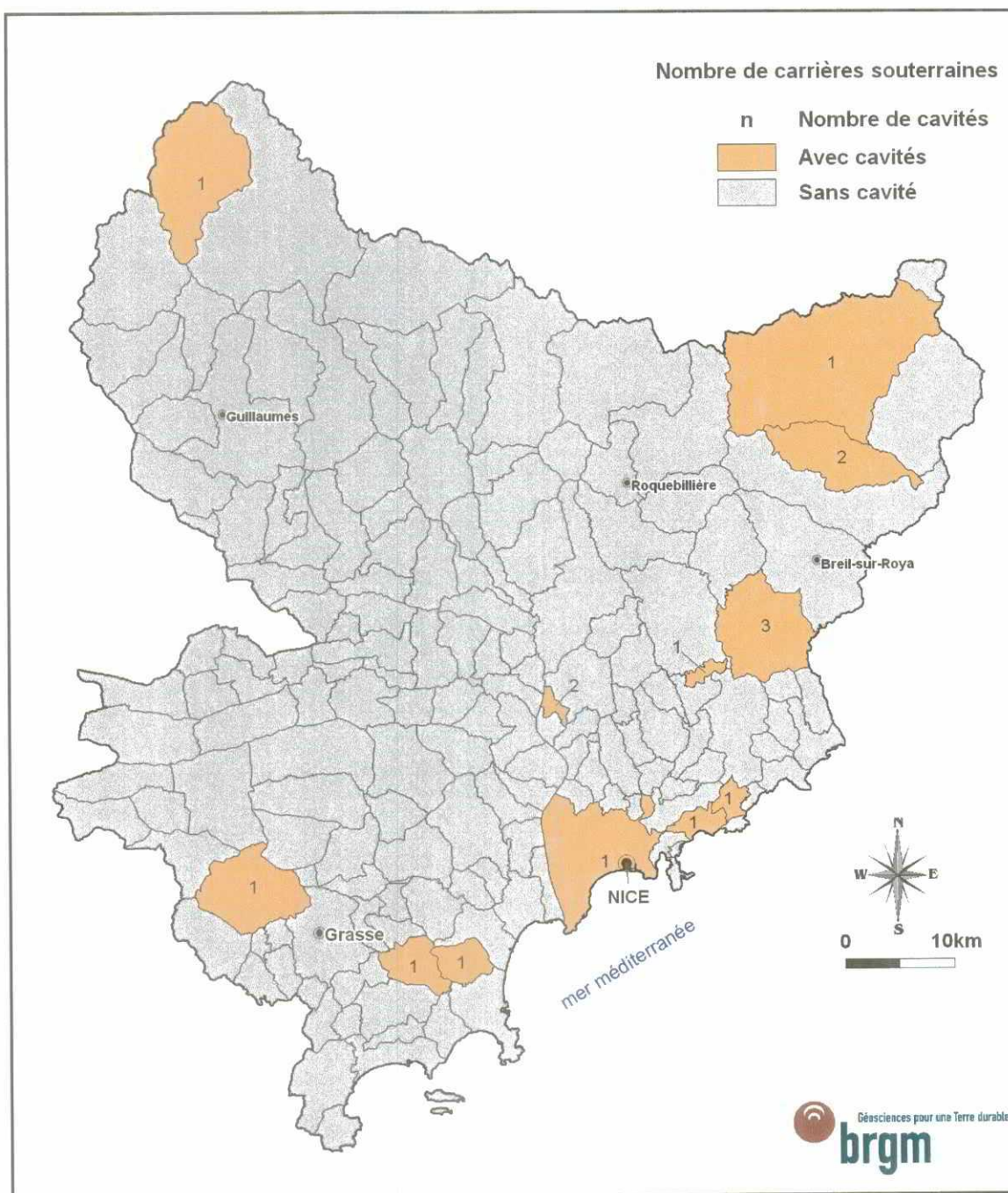


Photo 28 - Le Puits d'argile Rond-point des Bouillides (commune de Valbonne Sophia-Antipolis)

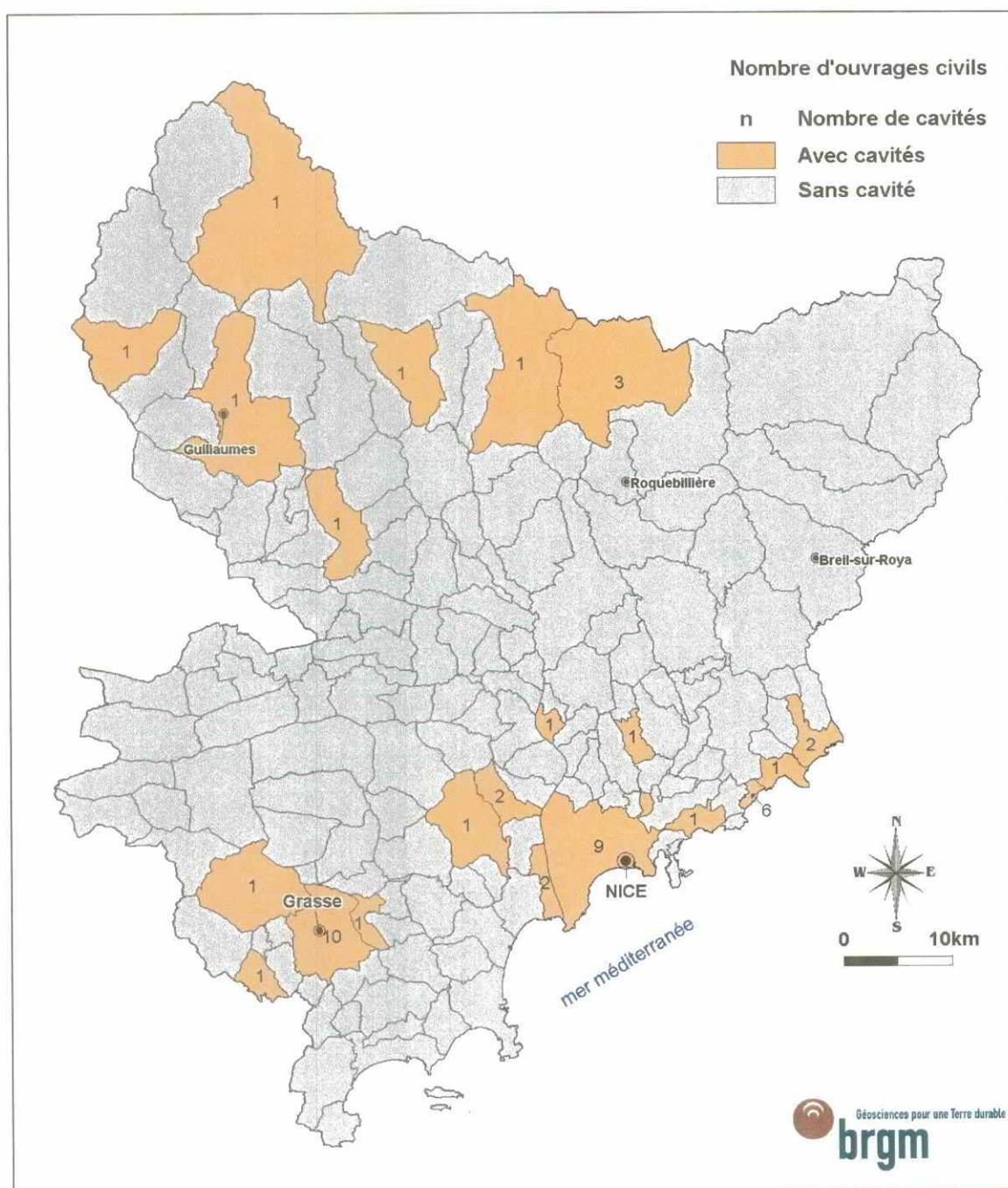
Annexe 7 – Nombre de cavités naturelles par commune



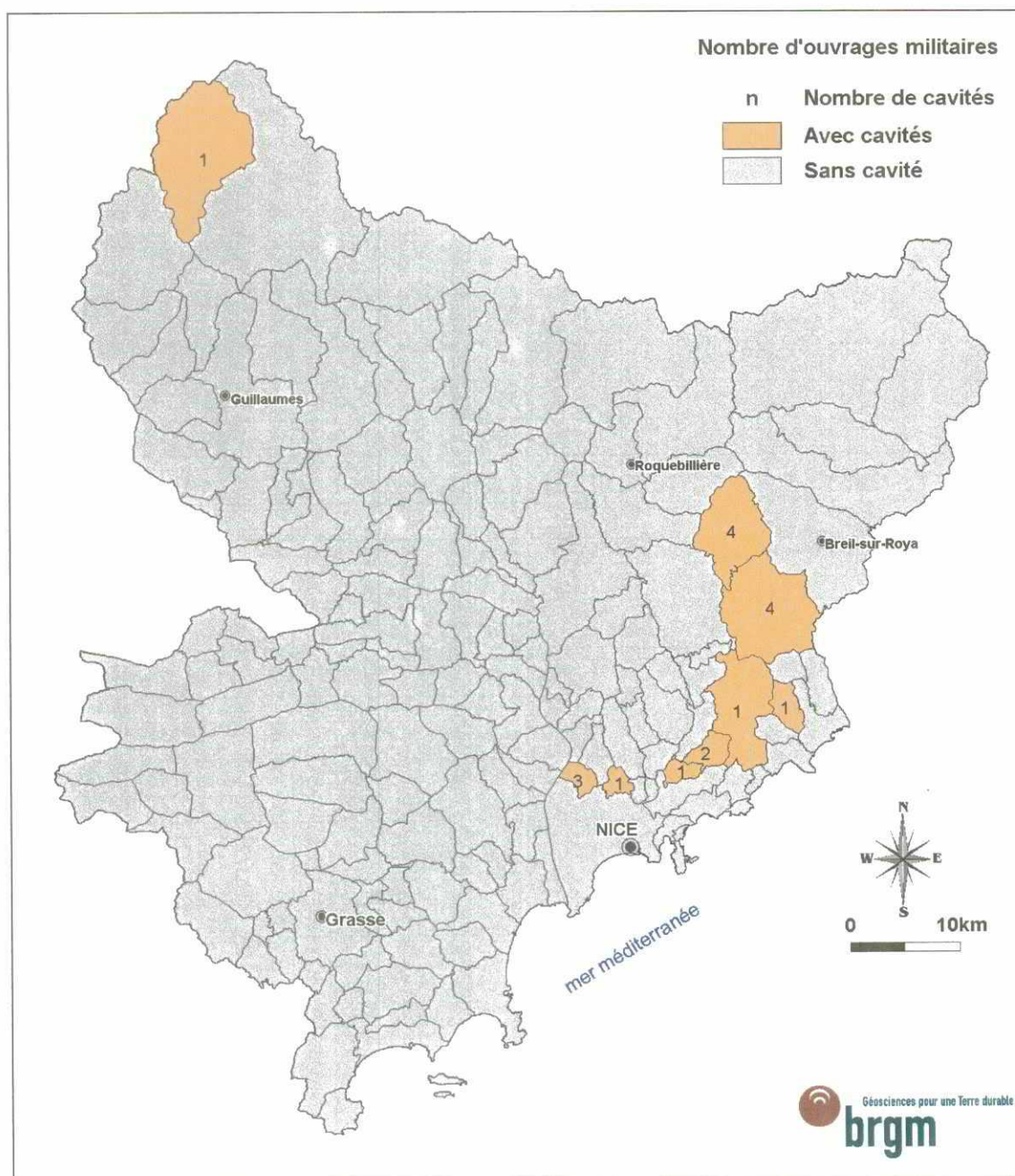
Annexe 8- Nombre de carrières souterraines par commune



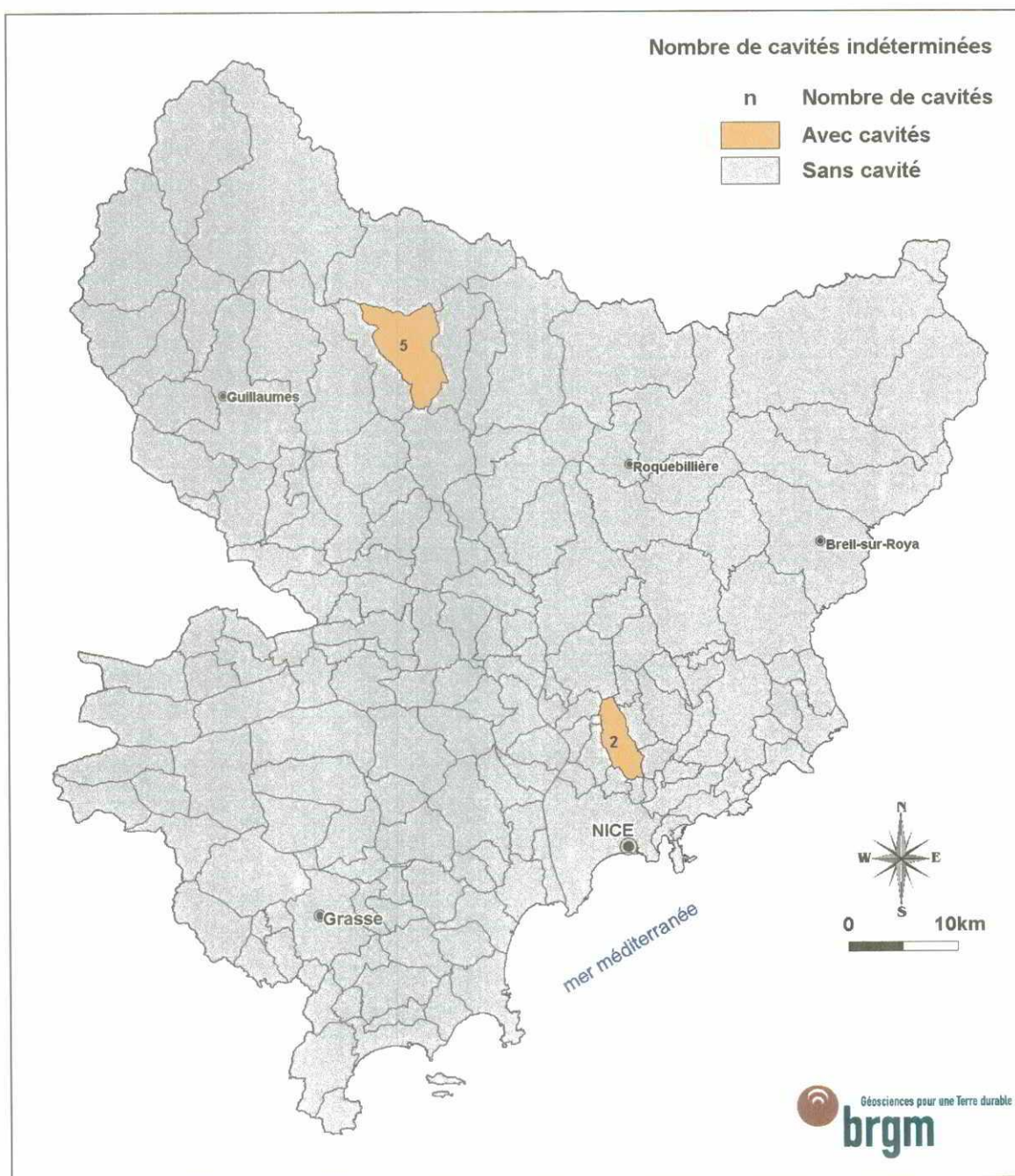
Annexe 9 – Nombre d'ouvrages civils par commune



Annexe 10 – Nombre d'ouvrages militaires par commune

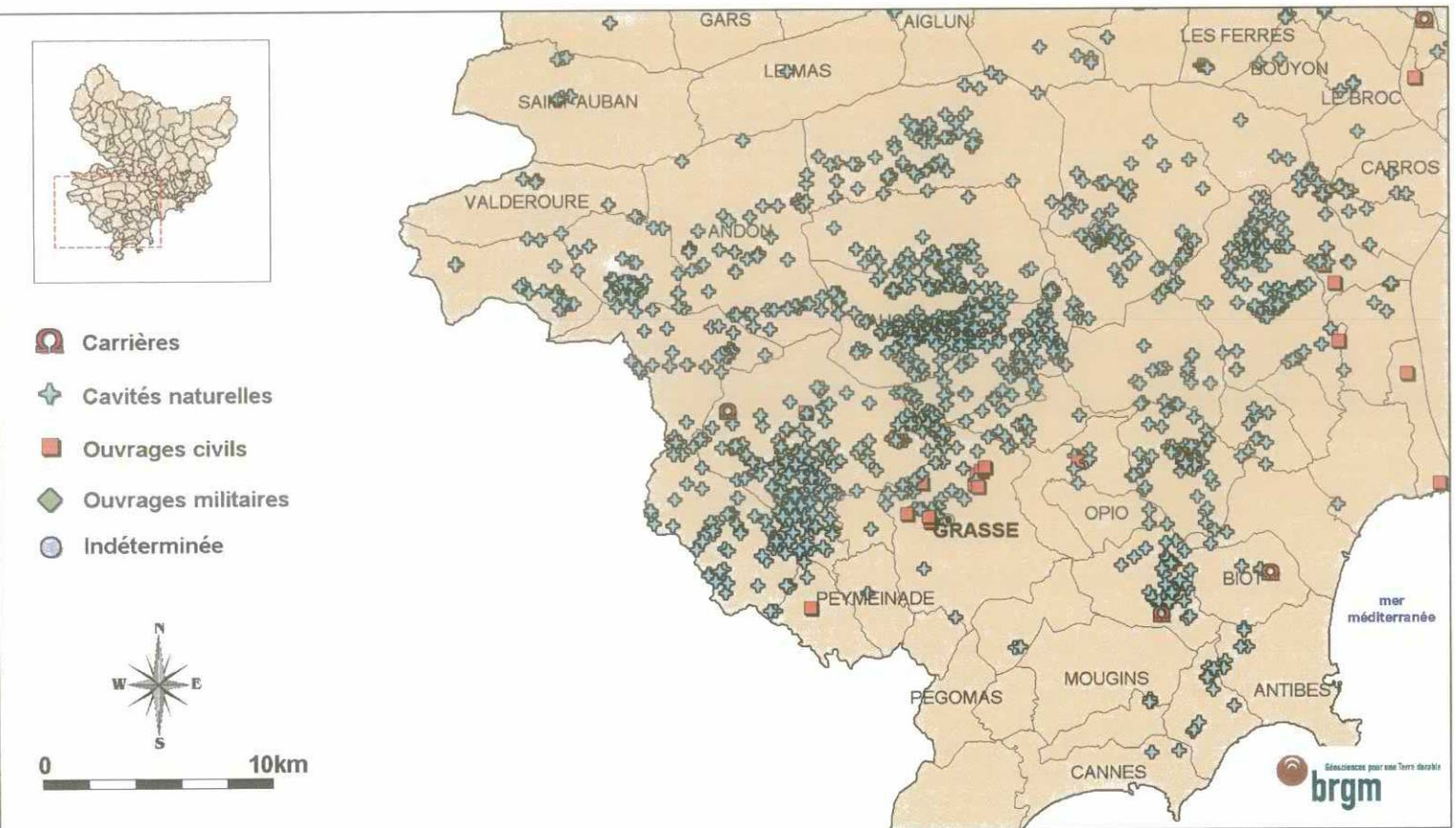


Annexe 11 – Nombre de cavités indéterminées par commune



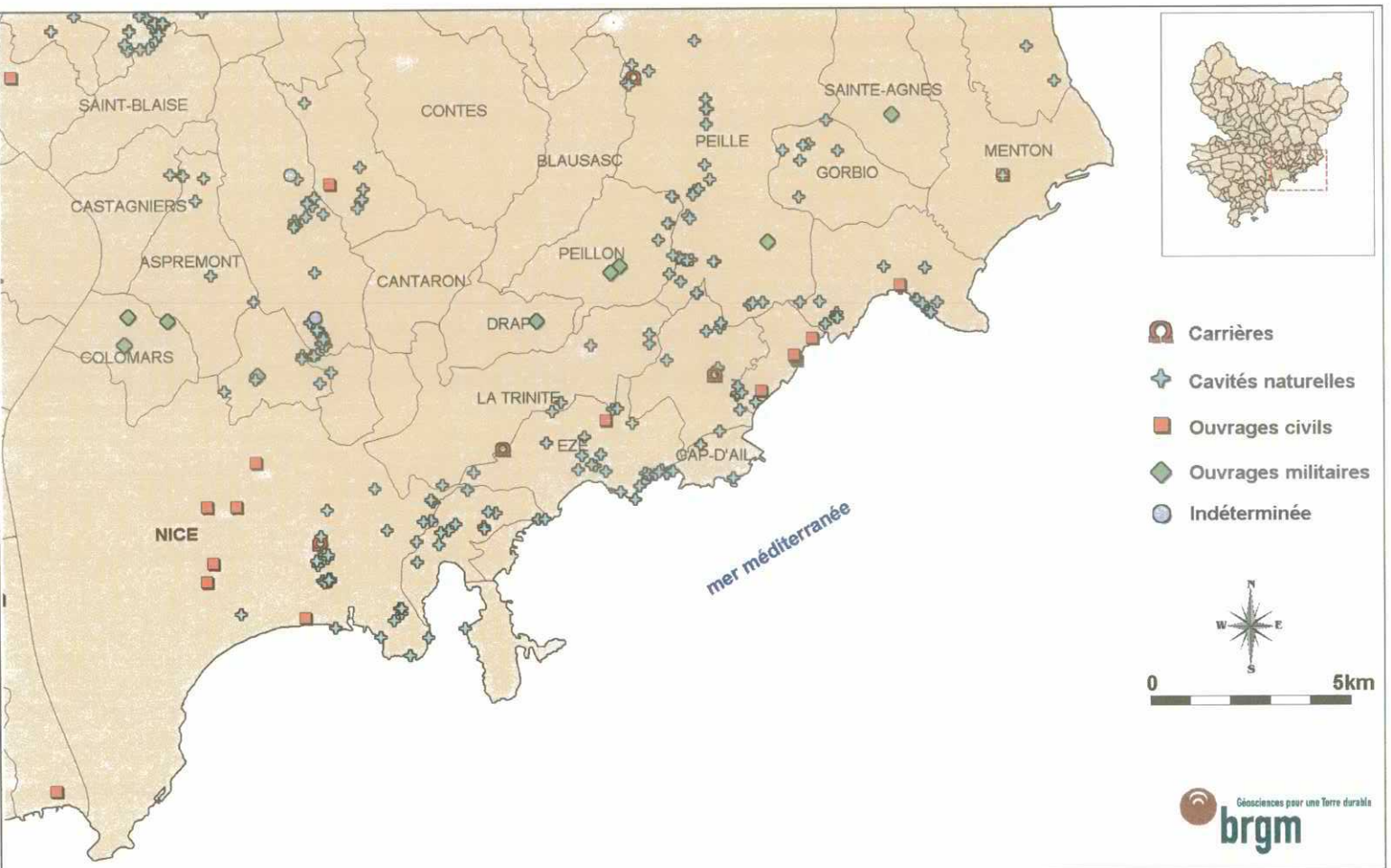
***Annexe 12 - Carte des cavités souterraines
situées dans les montagnes du Cheiron, les
massifs Tourettes-Chiers et le Plateau de
Calern***

Inventaire des cavités souterraines des Alpes-Maritimes (hors mines) Montagnes du Cheiron, Massifs Tourettes-Chiers et Plateau de Calern



Annexe 13 - Carte des cavités souterraines situées dans les Préalpes de Nice

Inventaire des cavités souterraines des Alpes-Maritimes (hors mines) Préalpes de Nice



Annexe 14 - Carte des cavités souterraines situées dans le massif de Marguareis

Inventaire des cavités souterraines des Alpes-Maritimes (hors mines) Massif de Marguareis (commune de La Brigue)

