



## Méthodologie de description et d'évaluation des systèmes karstiques et des cavités à enjeux

Crédits photographiques de couverture: Cen Rhône-Alpes

# Sommaire

---

<b>INTRODUCTION ET CONTEXTE DU PROJET .....</b>	<b>3</b>
<b>OBJECTIFS DU PROJET.....</b>	<b>5</b>
<b>APPROCHE METHODOLOGIQUE DU PROJET .....</b>	<b>6</b>
<b>Construction de la méthodologie .....</b>	<b>6</b>
Recherches bibliographiques .....	6
Entretiens avec les partenaires .....	6
<b>Les critères de description et d'évaluation proposés .....</b>	<b>7</b>
Les critères de description.....	7
Les critères d'évaluation.....	9
<b>Les différentes échelles d'analyse proposées .....</b>	<b>9</b>
La cavité.....	9
L'aire d'influence de la cavité .....	9
<b>Les différentes étapes d'analyse et de traitement des données.....</b>	<b>19</b>
<b>Test de la méthodologie proposée .....</b>	<b>20</b>
<b>PRESENTATION DES DIFFERENTS CRITERES DE DESCRIPTION PROPOSES SELON L'ECHELLE D'ANALYSE .....</b>	<b>25</b>
<b>A l'échelle de la cavité .....</b>	<b>25</b>
Description générale .....	25
Statut de la cavité, zonages administratifs, contractuels et réglementaires.....	26
Géologie et géomorphologie.....	26
Hydrogéologie .....	27
Climatologie.....	27
Niveau énergétique .....	27
Biospéléologie .....	28
Archéologie et paléontologie .....	28
Usages souterrains .....	28
<b>A l'échelle de l'aire d'influence.....</b>	<b>29</b>
Description générale .....	29
Statut de l'aire d'influence, zonages administratifs, contractuels et réglementaires.....	29
Géologie.....	30
Ecoulements superficiels.....	30
Hydrogéologie .....	30

Activités interférentes.....	31
<b>PRESENTATION DES DIFFERENTS CRITERES D'EVALUATION PROPOSES SELON L'ECHELLE D'ANALYSE</b>	
.....	<b>34</b>
<b>Patrimonialité/sensibilité .....</b>	<b>34</b>
Approche conceptuelle .....	34
Evaluation patrimoniale des cavités.....	36
Evaluation patrimoniale de l'aire d'influence.....	43
Evaluation du risque de perturbation/dégradation de la cavité ou de l'aire d'influence .....	47
<b>Vulnérabilité de la cavité ou de l'aire d'influence.....</b>	<b>53</b>
<b>TEST DE LA METHODOLOGIE PROPOSEE.....</b>	<b>55</b>
<b>Collecte des données et visualisation cartographique (SIG).....</b>	<b>55</b>
<b>Résultats de la description des cavités.....</b>	<b>55</b>
<b>Résultats de l'évaluation des cavités .....</b>	<b>59</b>
Valeur patrimoniale.....	59
Valeur du risque de perturbation/dégradation .....	59
Niveau de vulnérabilité .....	64
<b>Résultats de la description des aires d'influence .....</b>	<b>67</b>
<b>Résultats de l'évaluation des aires d'influences .....</b>	<b>73</b>
Valeur patrimoniale.....	73
Valeur du risque de perturbation/dégradation .....	73
Niveau de vulnérabilité .....	74
<b>Résultats de l'évaluation de la vulnérabilité des cavités dans leur aire d'influence.....</b>	<b>79</b>
<b>LIMITES ET PERSPECTIVES.....</b>	<b>80</b>
<b>Limites de la méthode de description et d'évaluation proposées .....</b>	<b>80</b>
<b>Perspectives .....</b>	<b>80</b>
Méthode simplifiée de description des cavités.....	80
Méthode simplifiée d'évaluation de la sensibilité / perturbation des cavités.....	81
<b>BIBLIOGRAPHIE .....</b>	<b>86</b>
<b>ANNEXES.....</b>	<b>93</b>

# Introduction et contexte du projet

---

Les milieux karstiques présentent des enjeux variés à plusieurs titres : hydrologie, géologie, biologie, archéologie, socio-économie... Cependant, les gestionnaires d'espaces naturels abordent trop souvent le milieu souterrain sous le seul angle « habitat d'espèces remarquables » avec la présence de chiroptères.

Ces dernières années, des travaux d'approches croisées de l'ensemble des intérêts du milieu souterrain ont pu être conduits à de petites échelles territoriales ; notamment dans le département de l'Ardèche<sup>1</sup> ; sans toutefois prendre en compte l'ensemble des enjeux à l'échelle du bassin versant. Ces travaux ont d'autre part omis d'aborder les interrelations avec les activités exercées en surface qui influencent largement le milieu souterrain (activités polluantes, AEP, assainissement,...).

En 2012, le Cen Rhône-Alpes a lancé une démarche de concertation sous l'égide de la Fondation de France à travers son programme, "Gérons ensemble notre environnement", réunissant autour d'une même table les représentants et pratiquants de la spéléologie, les naturalistes, les gestionnaires d'espaces naturels et les chercheurs (CERMOSEM - Université Grenoble-Alpes). L'objectif était de comprendre et partager les intérêts de chacun, les enjeux et les connaissances du milieu souterrain. Le fait marquant de cette démarche réside dans le partage d'une vision collective de l'importance de préserver les milieux souterrains pour ces divers enjeux mais également de travailler conjointement en associant les diverses compétences de chacun et de réfléchir à une gouvernance croisée.

Face à ce constat, le Cen Rhône-Alpes a réuni en Ardèche, en date du 3 juillet 2014, les acteurs du territoire en lien avec le milieu souterrain (AERMC, FFS, DDT, DDSPP, CDS, LPO, syndicats de rivière, gestionnaires d'espaces naturels,...) afin d'échanger sur les besoins et la volonté de co-construire une méthodologie partagée de description et de d'évaluation des cavités, permettant de définir une stratégie globale de préservation du milieu souterrain. A l'issue de cette réunion, le besoin de disposer d'un outil de porter à connaissance et d'aide à la décision en vue de préserver le milieu souterrain et ses ressources est ressorti comme particulièrement pertinent.

Pour répondre aux attentes des acteurs du territoire, le Cen Rhône-Alpes, en partenariat avec le Comité Départemental de Spéléologie de l'Ardèche et la Ligue pour la Protection des Oiseaux Ardèche a animé une réflexion entre 2015 et 2016 visant les objectifs suivants :

- partager les enjeux des milieux karstiques et réfléchir conjointement à leur préservation,
- co-construire et tester une méthodologie expérimentale de description et d'évaluation des systèmes karstiques et des cavités à enjeux sur un secteur situé en Ardèche méridionale.

La méthodologie souhaitée, repose sur une approche systémique du karst dans ses multiples dimensions, souterraines, mais également en surface en intégrant notamment les activités dites "interférentes"<sup>2</sup> (carrières, urbanisation, pollution,...) qui influencent largement les paysages et fonctionnement karstique. Cet outil de diagnostic et d'aide à la décision pour les territoires pourrait

---

<sup>1</sup> Hiérarchisation d'une centaine de cavité du Bois de Païolive, Ardèche, CENRA, 2010

Hiérarchisation des cavités de la Montagne de la Serre, Ardèche, CENRA, 2014

<sup>2</sup> Fabien Hobléa, 2004

permettre à l'avenir la définition de stratégies globales de préservation des milieux karstiques à plus large échelle (département, région...).

Ce projet, soutenu par l'Agence de l'eau Rhône Méditerranée et Corse et la Région Auvergne-Rhône-Alpes, a été réalisé en associant plusieurs structures et spécialistes des différentes disciplines afférentes au karst:

- la Fédération Française de Spéléologie ;
- le Comité Régional de spéléologie ;
- le Comité départemental de spéléologie de l'Ardèche ;
- le laboratoire EDYTEM de l'Université de Savoie ;
- le laboratoire CERMOSEM de l'université Grenoble Alpes,
- le laboratoire LEHNA de l'université Lyon 1,
- l'Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse ;
- la Ligue pour la Protection des Oiseaux de l'Ardèche ;
- la DRAC Rhône-Alpes et Languedoc-Roussillon ;
- la Direction Départementale des Territoires ;
- l'Agence Régionale de la Santé ;
- l'Association des maires de France ;
- les gestionnaires d'espaces naturels et de la ressource en eau (Syndicat Beaume Drobie, Syndicat Ardèche Claire, Communauté de Communes du Pays des Vans, Syndicat de Gestion des Gorges de l'Ardèche) ;
- le Conservatoire Botanique Nationale du Massif Central ;
- le CREPS de Vallon Pont d'Arc.

# Objectifs du projet

---

Le projet consiste en l'élaboration d'une méthodologie de description et d'évaluation des systèmes karstiques et des cavités à enjeux, reproductible et transposable à d'autres territoires karstiques.

Les réflexions menées jusqu'à présent poussent à développer une méthode proposant une approche systémique prenant en compte l'ensemble des enjeux : géologiques, géomorphologiques, biologiques, hydrologiques et hydrogéologiques, historiques et archéologiques, socio-économiques en interrelation avec les activités humaines de surface et souterraines.

Aussi, cette démarche de description et d'évaluation des systèmes karstiques et cavités à enjeux souhaite répondre à plusieurs objectifs :

- L'amélioration de la compréhension d'un milieu naturel : le milieu karstique souterrain,
- La définition du patrimoine karstique en vue de la préservation des milieux naturels et de leurs ressources,
- La prise en compte des activités socio-économiques, notamment de surface, liées à ces milieux : aménagement du territoire, agriculture, tourisme, approvisionnement en eau potable,...
- La concertation entre les différents acteurs du territoire : spéléologues, naturalistes, élus, gestionnaires, services de l'Etat,...
- La co-construction d'un outil de porter à connaissance et d'aide à la décision à destination de divers organismes (service de l'Etat, collectivités, BRGM, Agence de l'Eau, gestionnaires d'espaces naturels,...)
- La définition de stratégies globales de préservation du milieu souterrain en intégrant l'ensemble des enjeux par une approche systémique de l'environnement karstique.

# Approche méthodologique du projet

---

Cette démarche se base sur deux grandes étapes :

- la construction de la méthodologie: définition des échelles d'analyse et des indicateurs de description (descripteurs) et d'évaluation,
- le test de la méthodologie (collecte et analyse des données) sur un territoire donné.

## Construction de la méthodologie

### Recherches bibliographiques

Les recherches bibliographiques se sont axées sur les milieux karstiques souterrains puis sur des méthodes d'inventaire et d'évaluation du patrimoine karstique. Elles ont d'une part permis de mieux considérer l'ensemble des enjeux des milieux karstiques. Et d'autre part, elles ont également constitué une base pour le choix des indicateurs de description et d'évaluation, des indices de vulnérabilité et des pressions sur le milieu.

Des chercheurs et gestionnaires des milieux karstiques en Europe (France, Roumanie, Royaume-Uni, Slovénie, Suisse) et à l'international (Nouvelle-Zélande, Etats-Unis, Canada) ont également été contactés afin d'obtenir des éclairages sur les travaux qu'ils ont effectués.

L'importante bibliographie collectée et analysée a été classée en plusieurs thèmes afin de faciliter l'accès aux documents (cf. bibliographie).

### Entretiens avec les partenaires

Les différents partenaires de l'étude ont été contactés afin d'échanger sur la méthode. Il s'agissait dans un premier temps de clarifier leurs attentes et de définir des indicateurs de description des cavités en lien avec leurs spécialités.

Ci-après est présentée la liste des personnes qui ont contribué à l'élaboration de la méthodologie en apportant leurs points de vue et leurs connaissances spécifiques :

- Comité Départemental de Spéléologie de l'Ardèche : Judicaël Arnaud,
- Ligue pour la Protection des Oiseaux de l'Ardèche : Gérard Issartel,
- Laboratoire EDYTEM Université de Savoie : Didier Cailhol, Fabien Hobléa,
- Comité régional de Spéléologie : Josiane Lips,
- Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse : Laurent Cadilhac,
- Direction régionale des Affaires Culturelles (DRAC) – Service régional de l'archéologie : Philippe Galant, Bernard Gély,
- Syndicat Mixte Ardèche Claire : Simon Lalauze,
- Réserve Naturelle Nationale des Gorges de l'Ardèche : Lucas Gleyzes,
- Laboratoire LEHNA (Université Lyon 1) : Christophe DOUDY (entomologiste),
- Henri-Pierre ABERLENC (CIRAD, entomologiste)

## Les critères de description et d'évaluation proposés

### Les critères de description

L'analyse bibliographique et les différents échanges avec les partenaires ont permis de déterminer des critères de description (descripteurs). Ces derniers ont été modifiés au fur et à mesure que le travail bibliographique avançait et que les objectifs de la méthodologie se précisaient.

De nombreux critères de description représentatifs des enjeux et menaces des milieux karstiques (cf. schéma page suivante) sont proposés pour cette réflexion. Ils peuvent être classés en cinq catégories :

- Description générale
- Statut et zonages administratifs et réglementaires
- Critères physiques
- Critères biologiques
- Critères socio-économiques et activités interférentes.

On signalera qu'à la suite des échanges avec les partenaires et notamment les discussions en comité de pilotage (cf. annexe 1), certains critères de description n'ont pas été retenus :

- Humidité des cavités : en partant du postulat que les cavités sont majoritairement saturées en humidité, il n'est pas pertinent de retenir ce critère (discussions en Copil d'avril 2016).
- Écoulements superficiels : Les échanges nappes/rivières sont complexes à définir et à apprécier si aucune étude spécifique n'est conduite (exemple de "Etude d'identification et préservation des ressources souterraines stratégiques pour l'alimentation en eau potable du bassin versant de l'Ardèche" (Syndicat Ardèche Claire 2015/2016). Dans ce sens, les données hydrologiques (débit, qualité biologique et physico-chimique) des écoulements superficiels n'ont pas été retenues dans cette méthode.
- Vulnérabilité intrinsèque des aquifères et méthode PaPRIKa<sup>3</sup> : La méthode PaPRIKA est utilisée pour la réalisation de cartographie de la vulnérabilité intrinsèque des aquifères karstiques. Elle s'appuie pour cela sur de nombreux paramètres : pierrosité, degré de karstification, couverture pédologique, état de surface, aquifère épikarstique,...La caractérisation de ces différents critères nécessitent des expertises de terrain poussées et la donnée est peu disponible hormis sur des secteurs délimités sur lesquels de telles études ont été conduites. Pour déterminer la vulnérabilité intrinsèque des aquifères, il est proposé que l'indice IDPR (Indice De Persistance des Réseaux) soit utilisé.
- Grouperments de végétation de surface : ce critère correspond aux grouperments de végétation de surface présents sur les sites Natura 2000 obtenus à partir des cartographies des habitats naturels. Comme indiqué par le CBNMC, ce critère n'a pas été retenu compte tenu de la difficulté à définir une liste d'habitats naturels strictement liées aux systèmes karstiques, beaucoup étant liés par contre aux formations calcaires méditerranéennes (végétations des parois rocheuses, pelouses, végétations amphibies des mares et cours d'eau temporaires, ...).

---

<sup>3</sup> Guide méthodologique de la méthode PaPRIka (ONEMA, BRGM - 2009)

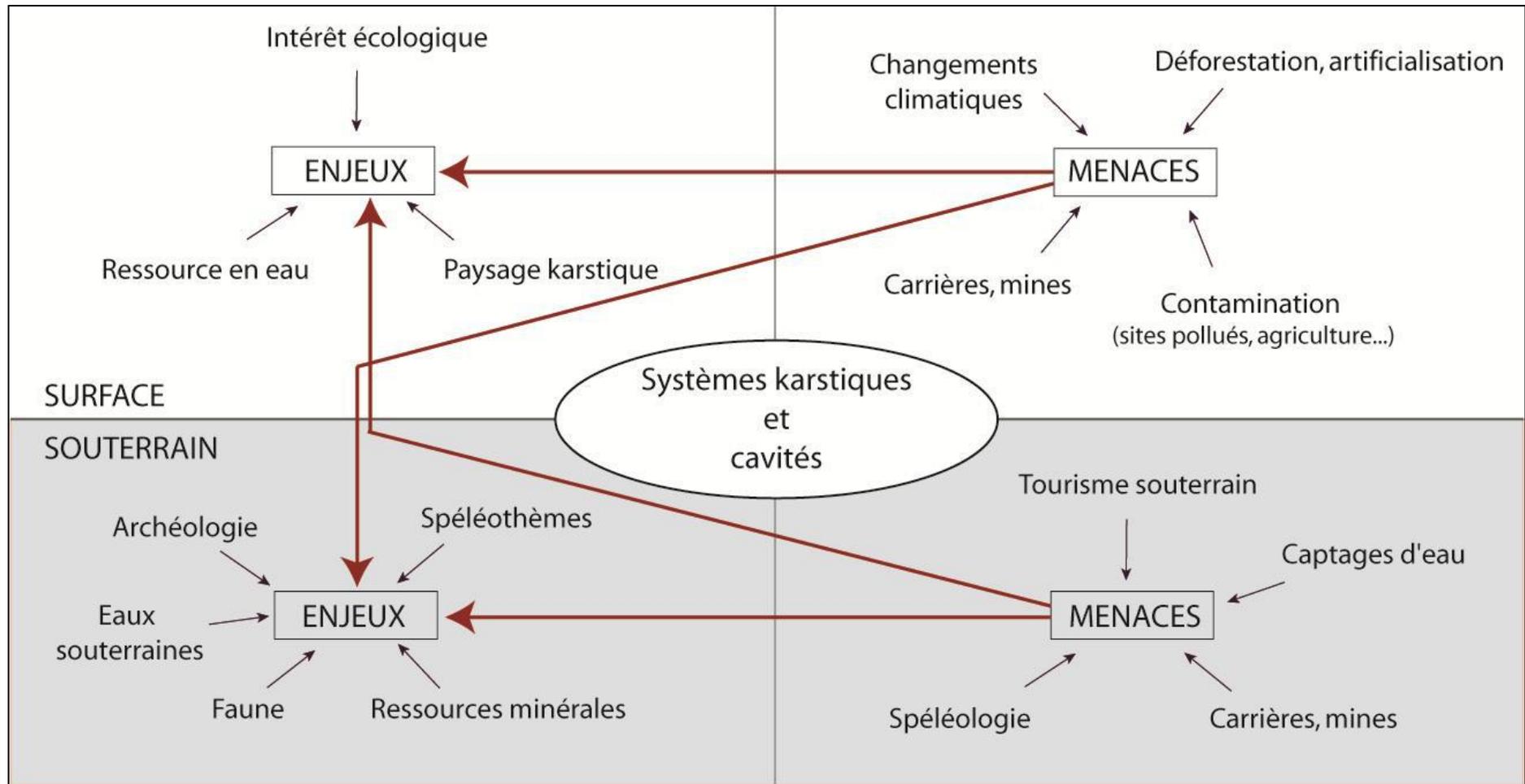


Figure 1: Schéma système représentant les différents critères, enjeux, menaces et interrelation surface/souterrain (C. DODE,2016)

## Les critères d'évaluation

Les critères de description présentés précédemment regroupent des **critères informatifs** « neutres » qui apportent un grand nombre d'informations descriptives mais qui ne permettent pas de classer les cavités ou secteurs karstiques selon des enjeux.

Cette seconde approche propose de tenter de classer les cavités et secteurs karstiques par intérêt (géologique, écologique, archéologique, hydrogéologique et socio-économique) afin d'obtenir une typologie et une évaluation. Cette s'approche s'appuie sur les notions de patrimonialité et de vulnérabilité.

Idéalement et comme discuté lors du COPIL d'avril 2016, il faudrait pouvoir disposer de l'ensemble des descripteurs renseignés pour toutes les cavités et secteurs karstiques pour tenter d'obtenir une hiérarchisation. Cependant, dès le début de l'étude, il a été convenu que cela constituerait une limite du projet puisque nombre d'entre eux ne sont pas renseignés y compris dans les bases de données disponibles actuellement et que cela nécessiterait d'importantes campagnes de relevés sur le terrain, non programmées dans la présente démarche.

Partant de ce constant, plusieurs critères peuvent toutefois être proposés afin d'obtenir une typologie et une évaluation. Ces critères sont nommés **critères discriminants**.

## Les différentes échelles d'analyse proposées

Afin de prendre en compte à la fois les enjeux souterrains et de surface, deux échelles d'analyse sont proposées : la cavité et l'aire d'influence de la cavité. Les différents critères de description et d'évaluation ont été répartis selon ces deux échelles.

### La cavité

La cavité est ici considérée comme un objet karstique faisant partie d'un système karstique avec une taille donnée par la topographie et la lithologie. L'analyse proposée à cette échelle se base sur la localisation de l'entrée de la cavité et un ensemble de données souterraines associées. Cette échelle est réductrice car elle ne permet pas la prise en compte des activités de surface.

### L'aire d'influence de la cavité

L'enjeu de la définition de cette méthodologie est de croiser les activités de surface au monde souterrain, en évaluant leurs potentiels impacts. Cela soulève les questionnements suivants:

- à quelle échelle doit-on considérer les activités interférentes?
- comment définir une aire d'influence?

Les systèmes karstiques présentent en outre des modalités d'écoulement et d'infiltration particulières par rapport aux autres systèmes aquifères. Les écoulements souterrains peuvent ainsi être rapides et importants, parfois sur de longues distances, comme le montrent les expériences de traçages. Toute la difficulté est donc de définir une zone en surface qui influence le milieu souterrain.

Avant tout chose, il semble pertinent de rappeler quelques notions d'hydrologie. Trois systèmes hydrologiques interdépendants peuvent être distingués à une échelle locale :

- **le bassin topographique ou bassin versant** : ensemble de la zone géographique continentale qui correspond à la totalité de l'aire de capture des précipitations, dont les limites, appelées lignes de partage des eaux, sont circonscrites par les lignes de crêtes topographiques.
- **le bassin hydrogéologique** : partie souterraine du bassin hydrologique,
- **l'aquifère** : corps (couche, massif) de roches perméables comportant une zone saturée suffisamment conductrice d'eau souterraine pour permettre l'écoulement significatif d'une nappe souterraine et le captage de quantité d'eau appréciable. Le bassin hydrogéologique est composé d'un ou plusieurs aquifères.

Ces trois systèmes forment le bassin dit "hydrologique".

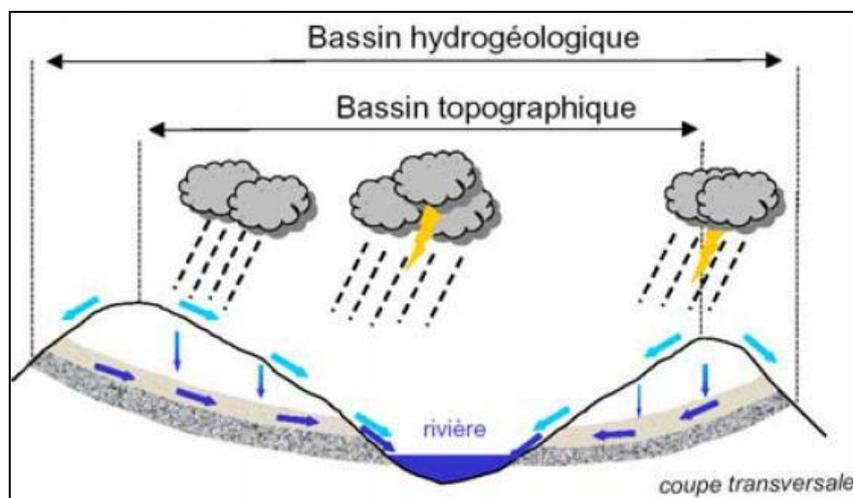


Figure 2: Distinction bassin versant hydrogéologique réel et bassin versant topographique (M. Lelay)

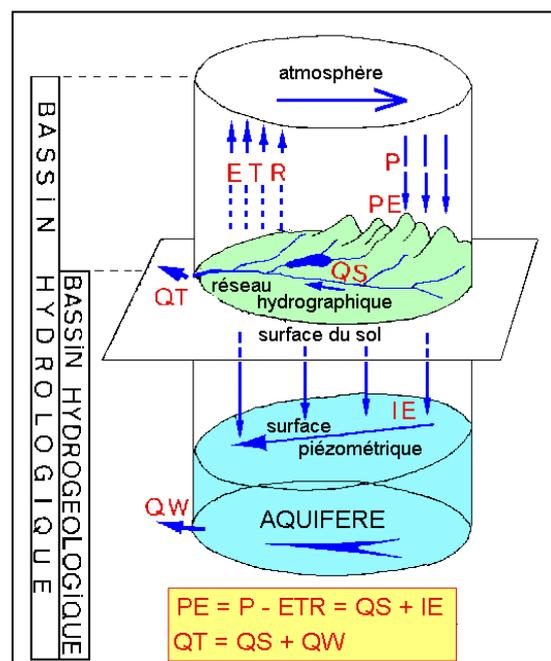


Figure 3: Identification des systèmes hydrologiques (Castany 1995)

Plusieurs approches sont par conséquent proposées pour définir l'aire d'influence:

- le bassin hydrologique comprenant le bassin topographique ou bassin versant, le bassin hydrogéologique et l'aquifère.
- le bassin hydrogéologique

Le SAGE RMC apporte la définition suivante du **bassin hydrogéologique**: aire de collecte considérée à partir d'un exutoire ou d'un ensemble d'exutoires, limitée par le contour à l'intérieur duquel se rassemblent les eaux qui s'écoulent en souterrain vers cette sortie. Il correspond à la partie souterraine du bassin hydrologique. Selon F. LARROQUE (ENESEGD), ces limites sont constituées soit par les limites physiques de la nappe (correspondant généralement aux limites de l'aquifère) ou par des limites hydrodynamiques (lignes de partage d'écoulement) qui sont susceptibles de fluctuer au cours du temps s'appuie sur une construction cartographique étayée par toutes les informations à disposition (essais de traçage par exemple).

- L'entité hydrogéologique

Selon le BRGM, une entité hydrogéologique correspond à *"une partie de l'espace géologique, aquifère ou non aquifère, correspondant à un système physique caractérisé au regard de son état et de ses caractéristiques hydrogéologiques"*. Elle est:

- *délimitée à une certaine échelle géographique: le "niveau"*
- *rattachée à un type de formation géologique : le "thème"*
- *définie par ses potentialités aquifères: la "nature"*
- *caractérisée par un type de porosité (qui permet de distinguer les principaux modes de circulation de l'eau): le "milieu"*
- *caractérisée par la présence ou non d'une nappe, qui peut être libre et/ou captive: l'"état"*

Une entité hydrologique regroupe des **systèmes aquifères** (*Formation géologique, continue ou discontinue, contenant de façon temporaire ou permanente de l'eau mobilisable, constituée de roches perméables (formation poreuses ou fissurées) et capable de la restituer naturellement ou par exploitation (drainage, pompage,...)*) et des **domaines hydrogéologiques** (*Champ spatial de référence pouvant comporter des terrains très divers, tant du point de vue de la lithologie que de la stratigraphie, et au sein duquel des systèmes aquifères pourront, ou non, être individualisés. Les conditions hydrodynamiques aux limites d'un domaine hydrogéologique ne sont pas nécessairement définies*)).

Le référentiel hydrogéologique BDLISA<sup>4</sup> (Base de Données des Limites des Systèmes Aquifères) du BRGM fournit la cartographie de ces formations géologiques aquifères. Ce référentiel propose 3 échelles géographiques :

- une échelle nationale (niveau 1), utilisable pour des études débouchant par exemple sur des cartes d'orientation pour la mise en œuvre des politiques publiques ou portant sur les ressources en eau et leur évolution dans le temps, l'évaluation de la résistance à la

---

<sup>4</sup> Départements métropolitains et d'outre-mer, à l'exception du département de Mayotte

sécheresse des aquifères, la vulnérabilité aux pollutions, les risques de remontée de nappes,...

- une échelle régionale (niveau 2), pour la réalisation d'atlas hydrogéologiques, l'évaluation des ressources en eau, ...
- une échelle locale (niveau 3), pour aider à la réalisation des cartes piézométriques, la modélisation d'un aquifère,...

*NB: Une entité de niveau 1 est constituée par l'agrégation d'entités de niveau 2 qui elles-mêmes résultent de l'assemblage d'entités de niveau 3. Quel que soit le niveau, la précision des limites à l'affleurement est celle des cartes géologiques à l'échelle du 50 000ème.*

***On signalera que sur le département de l'Ardèche, il n'y a aucune différence entre la délimitation des entités hydrogéologiques de niveau 2 et de niveau 3 du fait de l'absence de connaissances précises du secteur.***

La géolocalisation de la topographie (source CDS07<sup>5</sup>) de certaines cavités sous système d'information géographique a mis en évidence que le développement d'une cavité pouvait, dans certains cas, concerner plusieurs entités hydrogéologiques. C'est le cas notamment de la Combe Rajeau qui est concernée par trois unités hydrogéologiques (carte 1). Dans ce sens et dans ce cas précis, l'analyse effectuée sur une seule entité hydrogéologique (unité karstique nord Vogüé par exemple) ne correspond pas entièrement à la réalité souterraine et hydrogéologique de la Combe Rajeau.

- Le bassin d'alimentation de la cavité :

La définition est transposée à partir de celle donnée par le BRGM pour l'aire ou le bassin d'alimentation de captage (BAC). Il s'agit de:

*« L'ensemble des surfaces où toute goutte d'eau tombée au sol est susceptible de parvenir [jusqu'à la cavité], que ce soit par infiltration ou par ruissellement »<sup>6</sup>.*

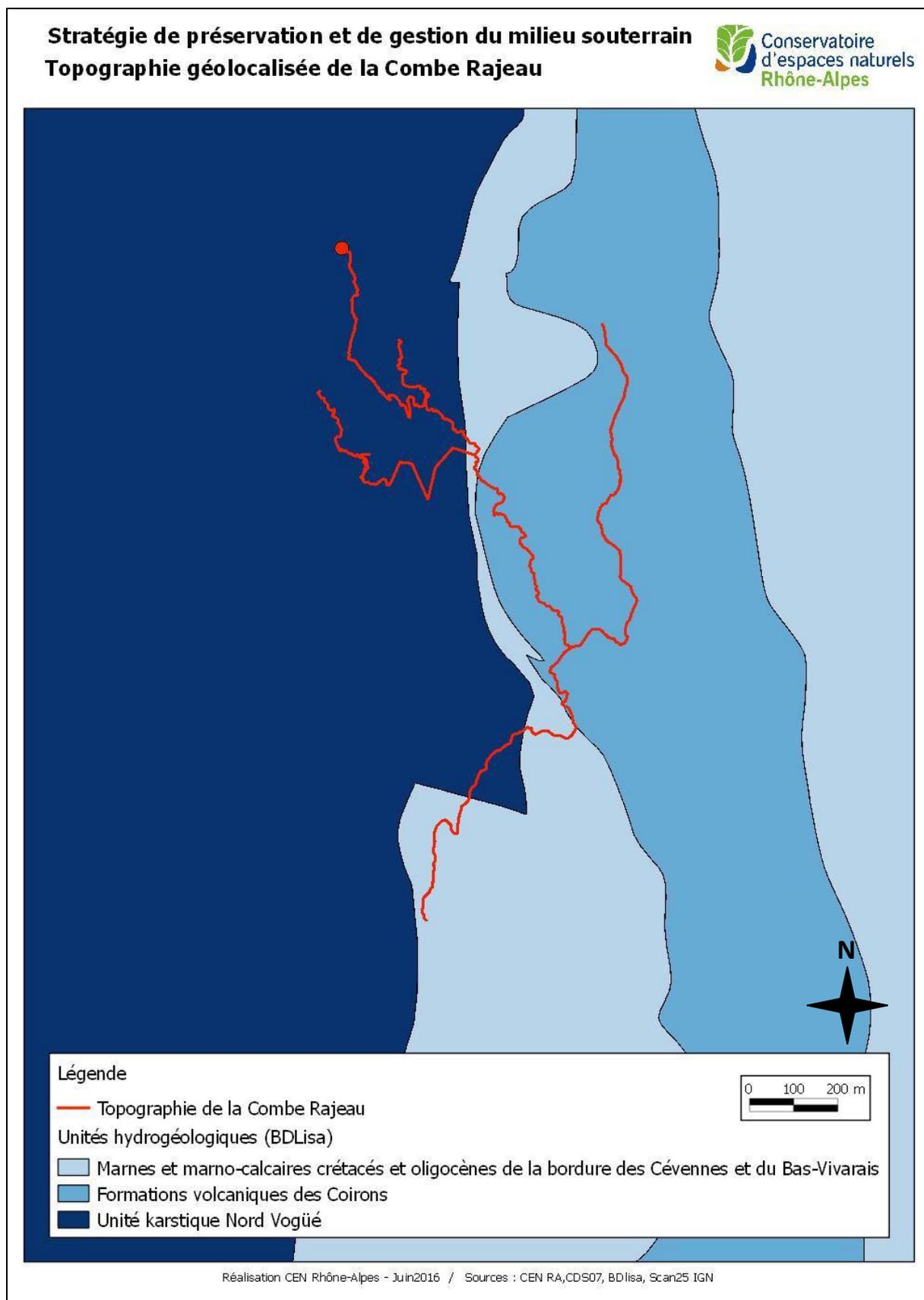
Il regroupe à la fois le bassin hydrologique (délimité par les lignes de crêtes topographiques isolant le bassin versant d'un cours d'eau et de ses affluents) et le bassin hydrogéologique. Dans l'idéal, le bassin d'alimentation de la cavité est défini grâce aux données de traçages et aux limites du bassin hydrogéologique servant à la délimitation d'un périmètre de protection de captage. Au vu de la complexité de cette approche, de la nécessité de posséder des données précises pour chaque cavité et de la volonté d'automatiser la démarche, il est proposé que ce bassin d'alimentation soit dans une première approche défini comme **le bassin versant topographique de la cavité** (cf. carte 2).

---

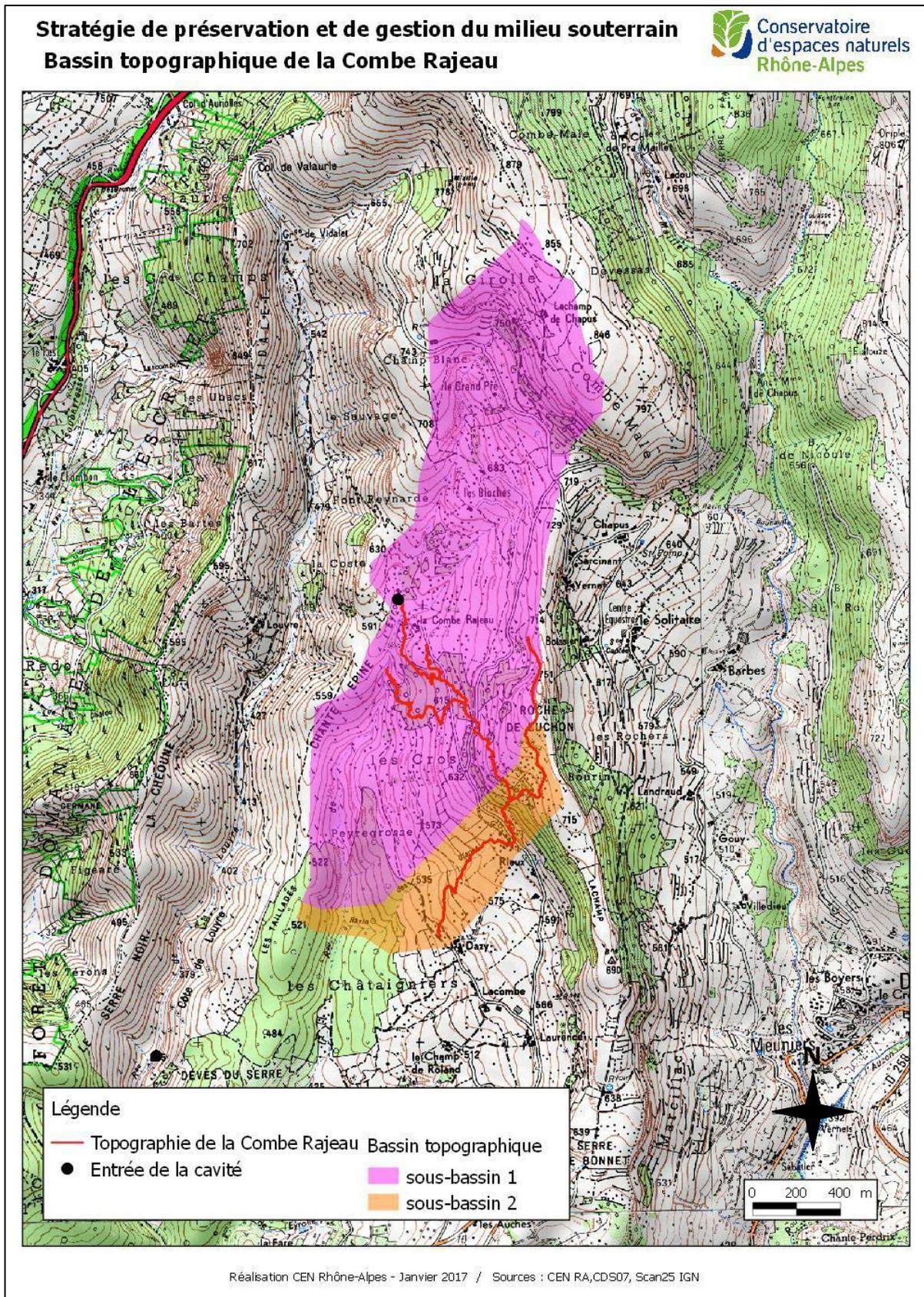
<sup>5</sup> 6 cavités sur les 45 étudiées disposent d'une topographie relevée avec un télémètre "Leica Disto" dont les données ont ensuite été traitées avec le logiciel *Visual Topo*. Ce logiciel de topographie spéléologique permet à partir des mesures effectuées dans les cavités souterraines, de calculer et d'éditer les topographies (plan, coupe, projections,...).

<sup>6</sup> Définition adaptée du BRGM pour les bassins d'alimentation de captage

Carte 1 : Topographie géolocalisée de la Combe Rajeau et recouplement avec les entités hydrogéologiques



Carte 2 : "Bassin versant topographique de la Combe Rajeau comprenant deux sous-bassin versant



Les bassins versant topographiques sont délimités à l'aide du logiciel ArcGis (Système d'Information Géographique) à partir de la boîte à outils "Hydrology" (ArcToolBox/Spatial Analyst Tools) et d'un modèle numérique de terrain de précision 5m (RGE ALTI®IGN). Plusieurs sous-bassins sont parfois délimités, puis regroupés pour la délimitation du bassin versant topographique d'une même cavité, afin que celui-ci recouvre l'ensemble de la topographie géolocalisée (cf exemple de la Combe Rajeau, carte 2). La démarche utilisée via le logiciel ArcGis est présentée en détails en annexe 2. À noter, que dans certains cas des ajustements sont réalisés (modification manuelle) en s'appuyant sur la topographie et les scan 25 afin de coller au plus près de la réalité de terrain.

– La zone tampon

La définition de cette aire d'influence de la cavité s'appuie sur les travaux de Grant L. Harley (University of Tennessee), Jason S. Polk (Western Kentucky University), Leslie A. North et Philip P. Reeder (University of South Florida). Dans leur étude<sup>7</sup>, ils ont notamment analysé l'impact des activités "interférentes" de surface (déforestation, urbanisation, agriculture,...) en appliquant une zone tampon à partir de chaque entrée des cavités étudiées, d'un rayon égal à la distance du plus long développement des 36 cavités étudiées, soit 1 km.

En se basant sur ce travail, l'aire d'influence d'une cavité pourrait être facilement définie pour les cavités ne présentant qu'une seule et même galerie. Dans le cas d'un réseau "complexe", tel que celui de la Combe Rajeau, une des plus longues cavités d'Ardèche, cette zone tampon serait de 12 km correspondant au développement total de la cavité connue à ce jour (réseau actif et fossile). Toutefois, en prenant uniquement en compte la longueur de la plus grande "galerie", cette zone tampon serait seulement de 2 920 m (source CDS07). La carte 3 met en évidence qu'en appliquant cette méthode, la zone tampon d'une distance de 2920 m de rayon recoupe 4 zones hydrogéologiques, 3 bassins versants topographiques (Ardèche, Auzon et Louyre) et comprend également de nombreuses autres cavités. Dans ce cas, cette méthode est peu satisfaisante.

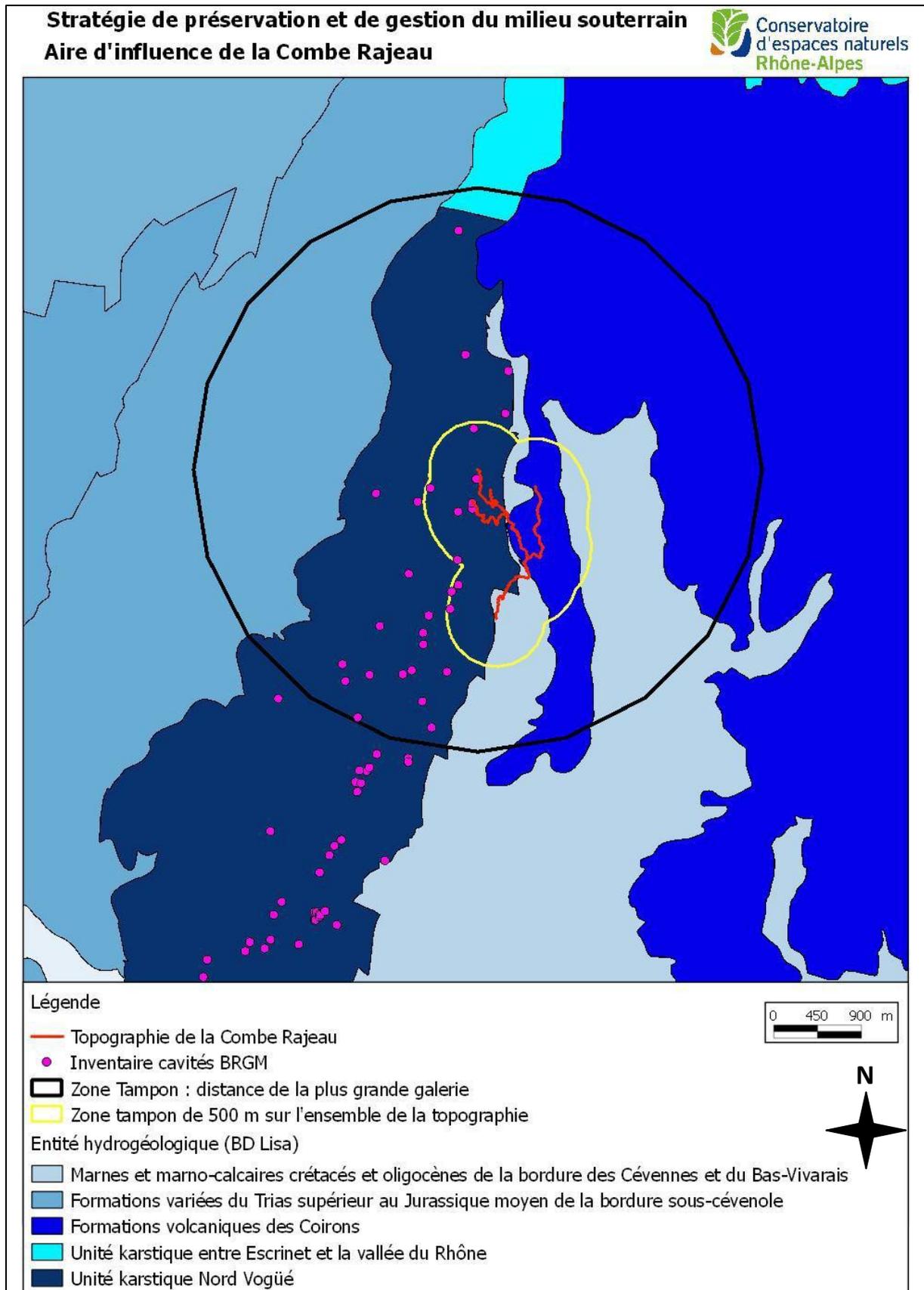
On pourrait également choisir d'appliquer une zone tampon de 500 mètres par exemple sur l'ensemble de la topographie géolocalisée, permettant ainsi de rester dans le contexte géographique de surface plus immédiat à la cavité. Dans ce cas encore, on constate que l'aire d'influence de la Combe Rajeau recoupe 3 entités hydrogéologiques et 2 bassins versants topographiques (Auzon et Louyre).

Si nous transposons ces deux techniques de définition de l'aire d'influence par zone tampon à la Baume de Chabanne (1010 m de développement) (carte 4), par exemple, on constate que l'on obtient des résultats plus pertinents et plus en adéquation avec la réalité du contexte géographique de surface.

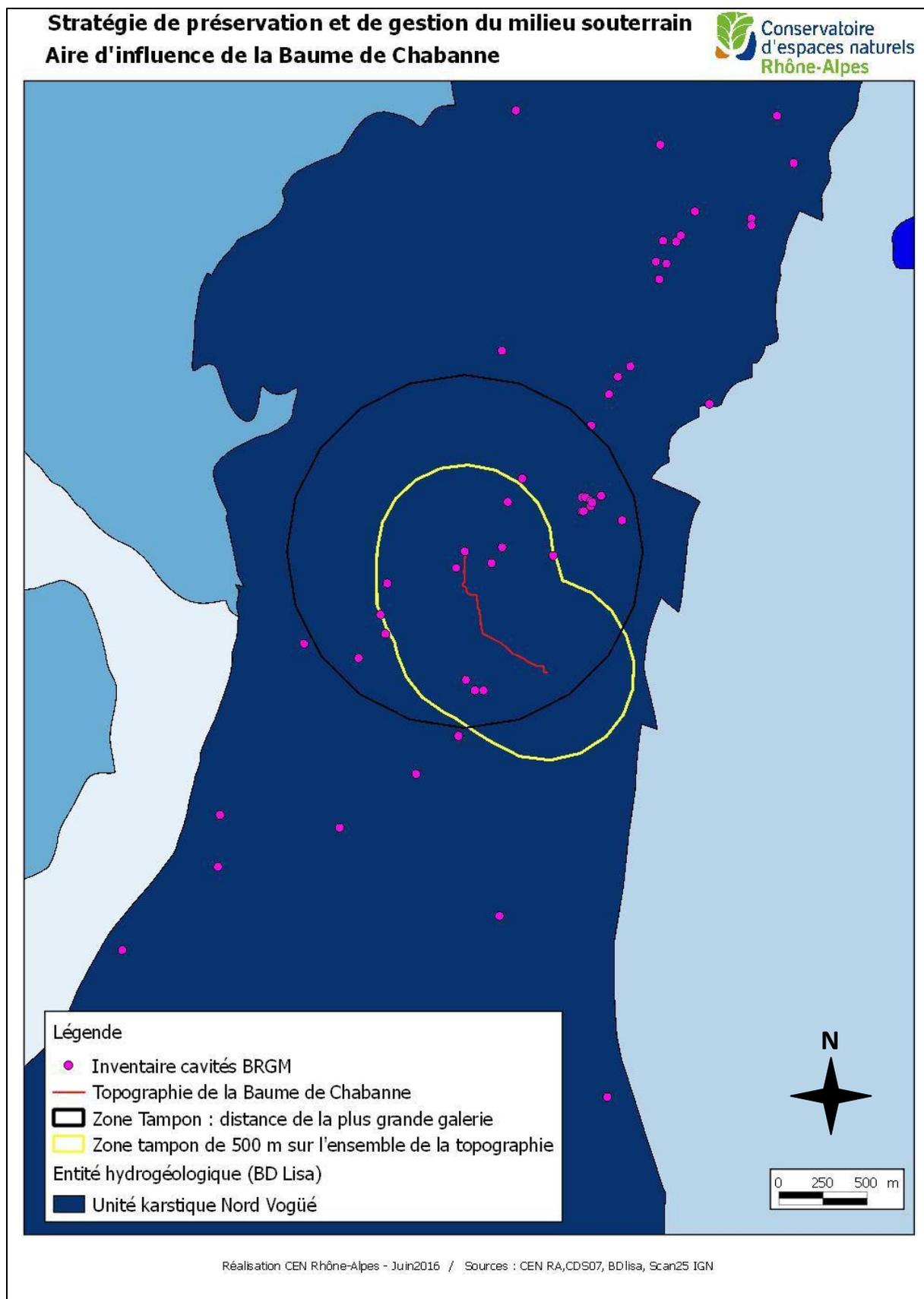
---

<sup>7</sup> Application of a cave inventory system to simulate of management strategies: The case of west-central Florida, USA (source: Journal of environmental management n°92, 2011)

Carte 3 : Aire d'influence de la Combe Rajeau définie à l'aide d'une zone tampon

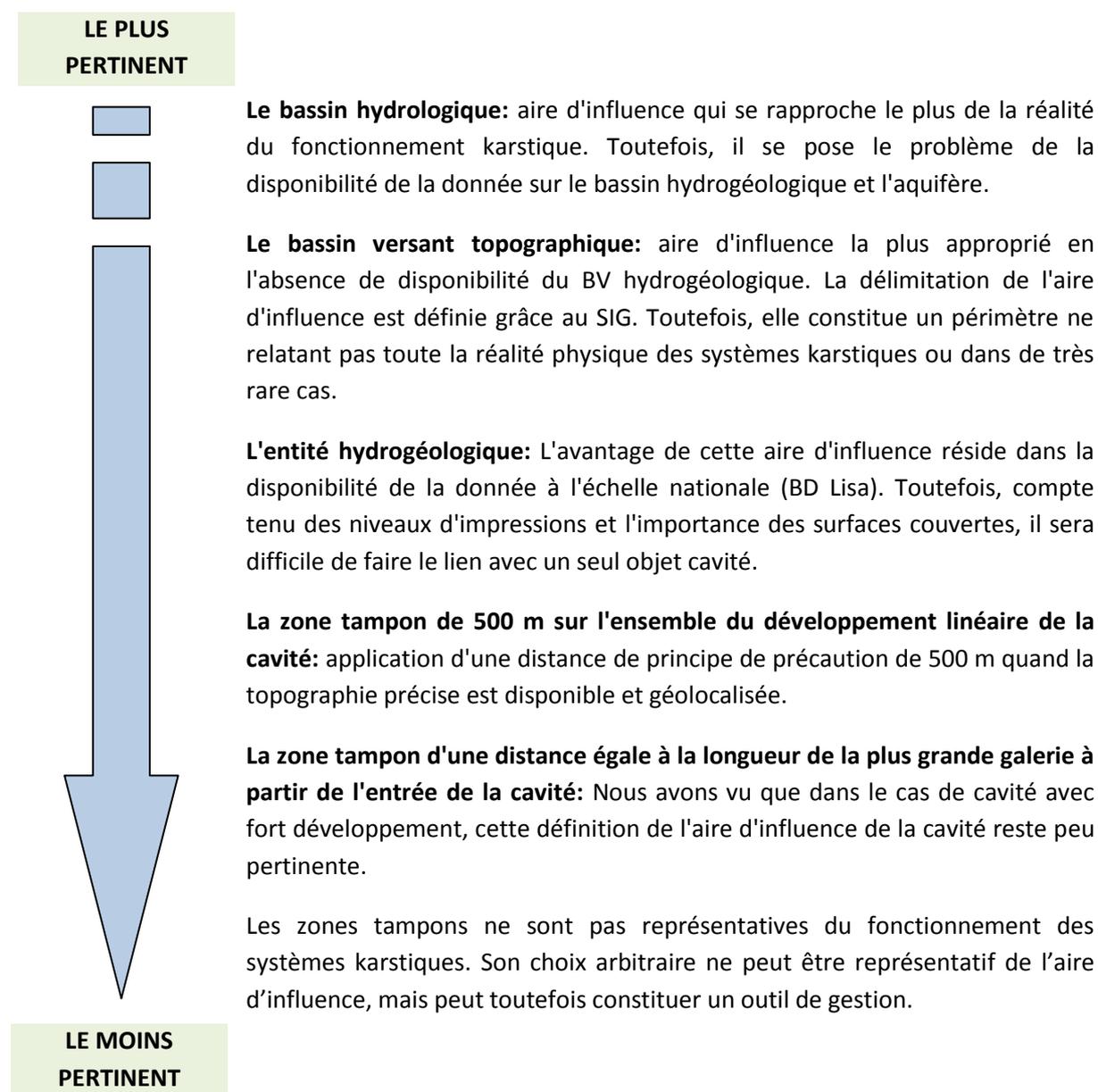


Carte 4 : Aire d'influence de la baume de Chabanne définie à l'aide d'une zone tampon



D'autres échelles d'aire d'influences peuvent très bien être envisagées ou utilisées pour cette méthodologie (périmètre de protection de captage, ressource stratégique souterraine pour l'AEP, commune,...).

Lors du COFIL du 26 septembre 2016, la pertinence des différentes aires d'influences proposées ont été discutées et classées. Nous nous sommes toutefois limités à celles présentées précédemment et sur lesquelles nous proposons une classification par ordre décroissant de pertinence:



**Dans le cadre de cette étude, en absence des données précises de traçage ou d'étude sur les bassins d'alimentation, la définition de l'aire d'influence de la cavité, retenue comme la plus pertinente, repose sur la délimitation du bassin versant topographique.**

## Les différentes étapes d'analyse et de traitement des données

La méthodologie proposée comprend 3 grandes étapes (fig. 4) :

- la collecte, le traitement et l'analyse des données,
- la classification des objets traités (cavités et aires d'influences des cavités),
- et la hiérarchisation en vue de la définition d'une stratégie d'intervention.

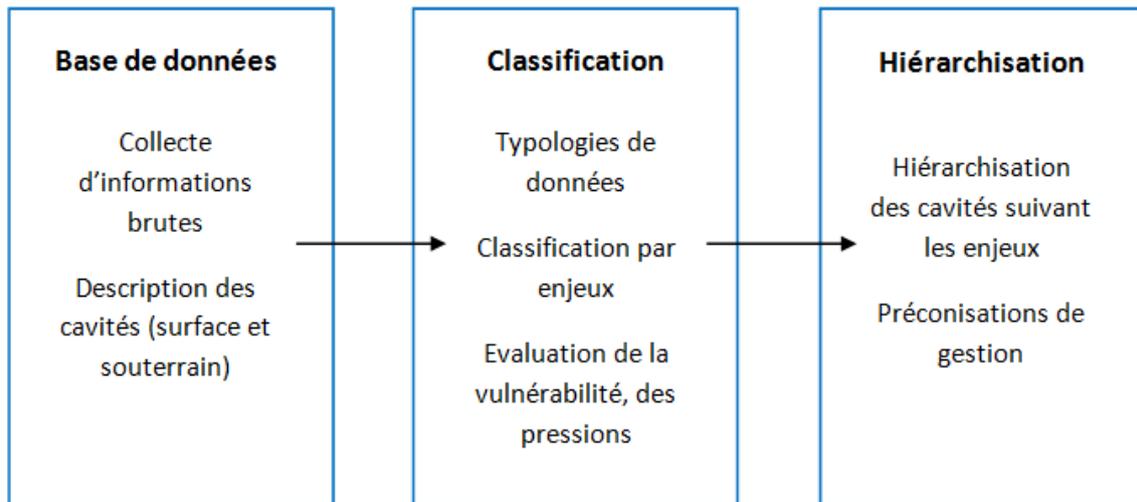


Figure 6 : Approche méthodologique

Dans un premier temps, la **collecte de données** est réalisée afin de décrire les cavités et les aires d'influences des cavités. Ces **données brutes** sont rassemblées dans une base de données (tableur excel dans notre cas), et sous un Système d'information géographique pour les données géolocalisées.

A partir des critères discriminants (critères d'évaluation), des **typologies** peuvent ensuite être établies pour évaluer l'intérêt et les enjeux des cavités/secteurs karstiques.

Cette classification doit aboutir à la dernière étape de l'évaluation, la hiérarchisation. Le croisement des enjeux avec les pressions et menaces (vulnérabilité) permet d'identifier les cavités et secteurs karstiques à enjeux les plus sensibles/vulnérables, et de proposer une stratégie de préservation avec des préconisations de gestion.

**NB: Nous verrons que la hiérarchisation permettant de définir une stratégie globale de préservation n'a pas pu être concrétisée dans le cadre de cette étude, et en particulier pour les 45 cavités étudiées. En effet, l'absence de description exhaustive de chaque cavité rend impossible la classification et la hiérarchisation. Toutefois, certaines cavités à enjeux ressortent comme prioritaires en terme d'enjeux.**

## Test de la méthodologie proposée

Les entités calcaires du Jurassique et du Crétacé ainsi que les Grès du Trias constitue le karst d'Ardèche méridionale. Ces formations géologiques abritent la grande majorité des cavités naturelles, comme le montre la figure 1 (Vincent *et al*, 2005). Avec plus de 3000 cavités souterraines recensées dans l'inventaire du BRGM, l'Ardèche méridionale est donc une région karstique d'importance européenne.

En effet, plusieurs réseaux présentent des développements importants, dont certains sont supérieurs à 10km : le réseau de Saint-Marcel, le réseau de Foussoubie, le réseau Sauvas-Cocalière et l'aven de la Combe Rajeau. La puissance des couches calcaires limite néanmoins la profondeur des cavités ardéchoises. Le dénivelé le plus important est atteint dans le réseau de Saint-Marcel avec 280 mètres du point le plus haut au point le plus bas.

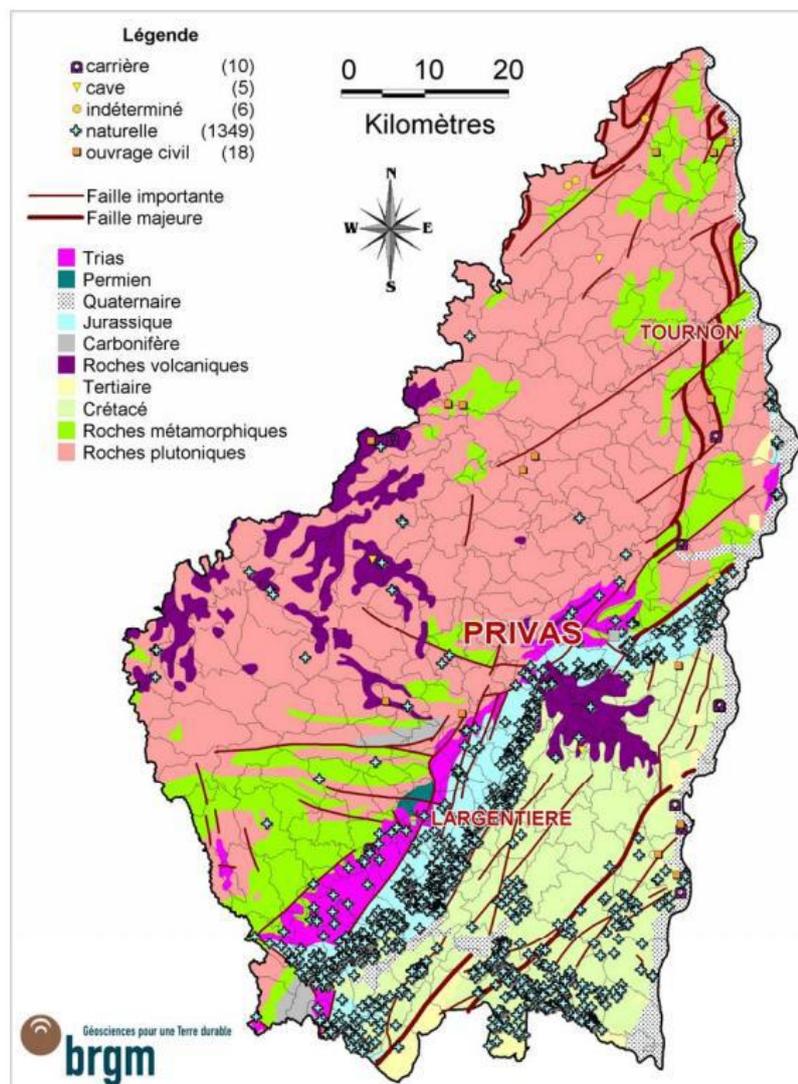


Figure 5 : Répartition des cavités en Ardèche en fonction de la géologie

(Source: Inventaire départemental des cavités (hors mines) de l'Ardèche, BRGM, 2005)

Le périmètre d'étude test a été défini à partir des limites des entités hydrogéologiques karstiques définies dans la Base de Données des Limites des Systèmes Aquifères (BD LISA) produite par le BRGM<sup>8</sup>, et selon le niveau 3 de précisions. Les discussions qui ont eu lieu lors du comité de pilotage du 26 avril 2016 ont permis de retenir 5 secteurs dans les Grès du Trias et les Calcaires du Jurassique (carte 5) :

- Grès du Trias (moyen et inférieur) ardéchois, partie comprise entre la Ligne et la Beaume 32 km<sup>2</sup>. (Code BD Lisa 533AK00)
- Unité karstique entre la Beaume et le Chassezac, 55 km<sup>2</sup> (Code BD Lisa 533AF06),
- Unité karstique entre l'Ardèche et la Ligne, 36 km<sup>2</sup> (Code BD Lisa 533AF05),
- Unité karstique entre l'Ardèche, la Beaume et la Ligne, 27 km<sup>2</sup> (Code BD Lisa 533AF03),
- Unité karstique Nord Vogüé, 42 km<sup>2</sup> (Code BD Lisa 533AF02).

Le périmètre d'étude couvre une superficie totale de 19 200 ha répartie sur 35 communes.

### Cavités retenues

Sur les 455 cavités référencées sur le périmètre d'étude test à l'inventaire départemental des cavités (BRGM, Vincent *et al*, 2005), 45 cavités ont été sélectionnées à dire d'expert par Judicaël Arnaud (CDS07) pour leur représentativité des différents intérêts géologiques, biologiques, historiques et spéléologiques (carte 6). Celles-ci sont inventoriées et décrites dans la base de données du CDS07.

### Aires d'influences des cavités retenues

A partir des topographies géolocalisées disponibles (CDS07) sur les 45 cavités étudiées, six aires d'influences ont été délimitées à partir des bassins versant topographiques mais également dans certains cas (cavités situés dans l'entité hydrogéologique nord Vogüé) à partir des connaissances disponibles (traçages) sur le fonctionnement hydrogéologique (CDS07 et étude d'identification et préservation des ressources souterraines stratégiques pour l'alimentation en eau potable du bassin versant de l'Ardèche conduite par Ardèche Claire en 2016) (cf. carte 7 et annexe 3).

A noter, que les aires d'influences délimitées sur la seule connaissance du bassin versant topographique ne reflètent pas entièrement la réalité du fonctionnement hydrogéologique. En effet, l'aire d'influence de l'évent du Pontet, par exemple, aurait été beaucoup plus restreint (seulement 189 ha contre 13 179 ha) en l'absence de données de traçage, puisqu'il a été démontré que cette résurgence était connectée au réseau actif Combe Rajeau/Combe de Chabanne et au ruisseau du Bourdary et de l'Auzon (cf. carte en annexe 3).

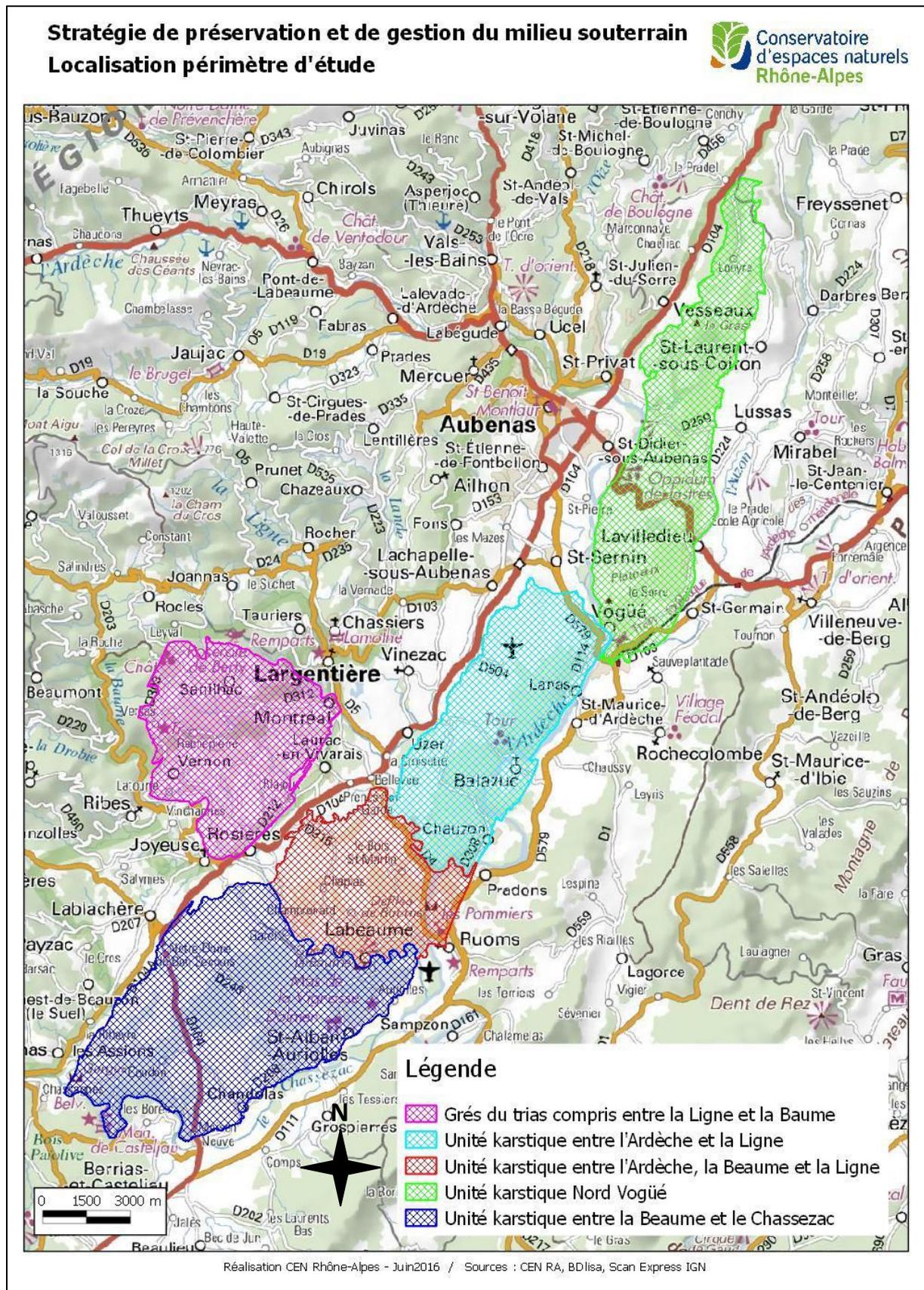
Ces aires d'influences couvrent une superficie totale de 16 624 ha:

- Aire d'influence de la Combe Rajeau: 251 ha (bassin versant topographique),
- Aire d'influence de l'Abime Valérie: 451 ha (bassin versant topographique),
- Aire d'influence de la Baume de Chabanne: 1 600 ha (bassin versant topographique et données de traçage),
- Aire d'influence de l'Event du Pontet: 13 179 ha (bassin versant topographique et données de traçage),
- Aire d'influence de la Baume du Pécher: 841 ha (bassin versant topographique uniquement)
- Aire d'influence du Trou qui bouffe: 302 ha (bassin versant topographique uniquement).

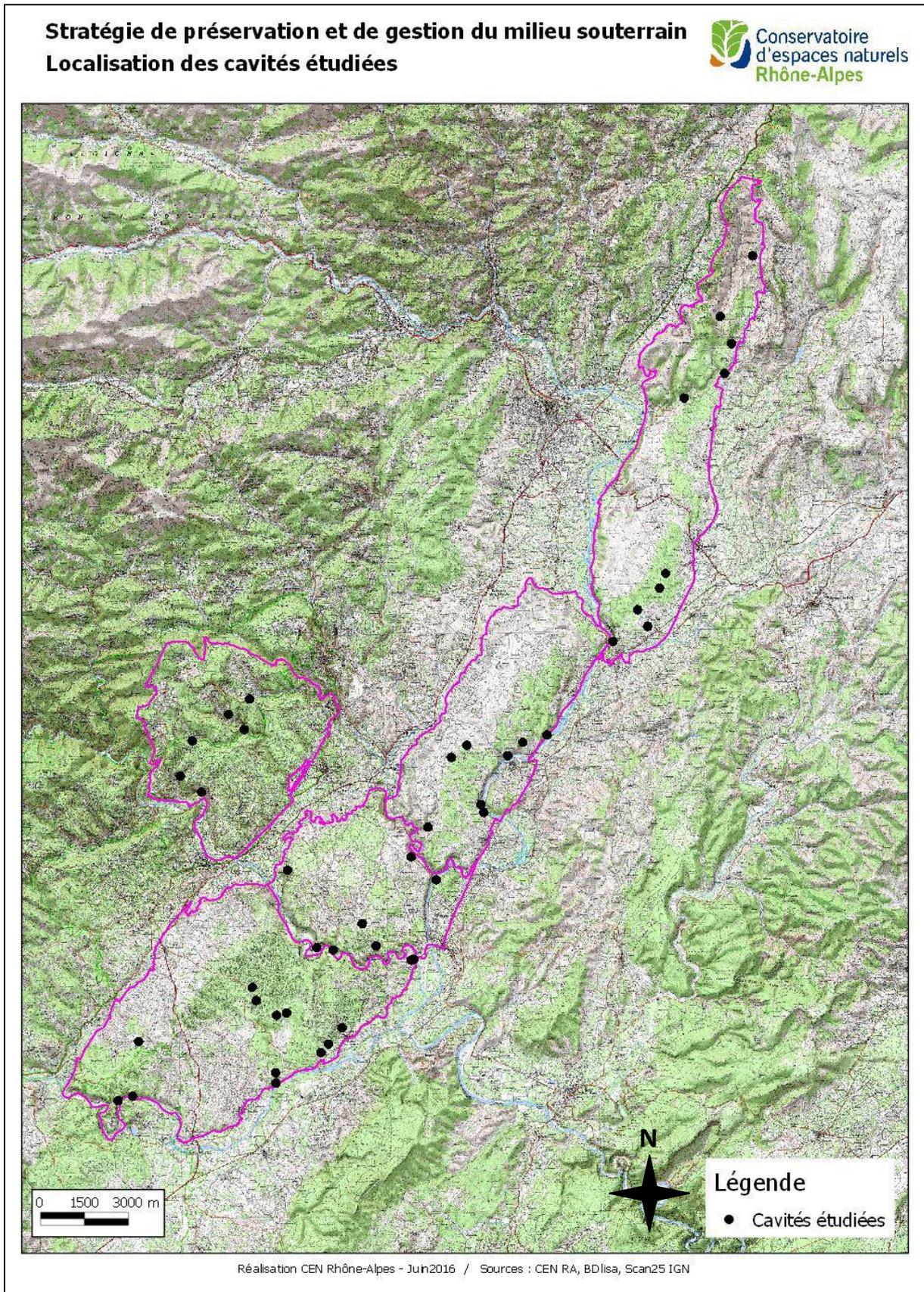
---

<sup>8</sup> cf § "Les différentes échelles d'analyse proposées"

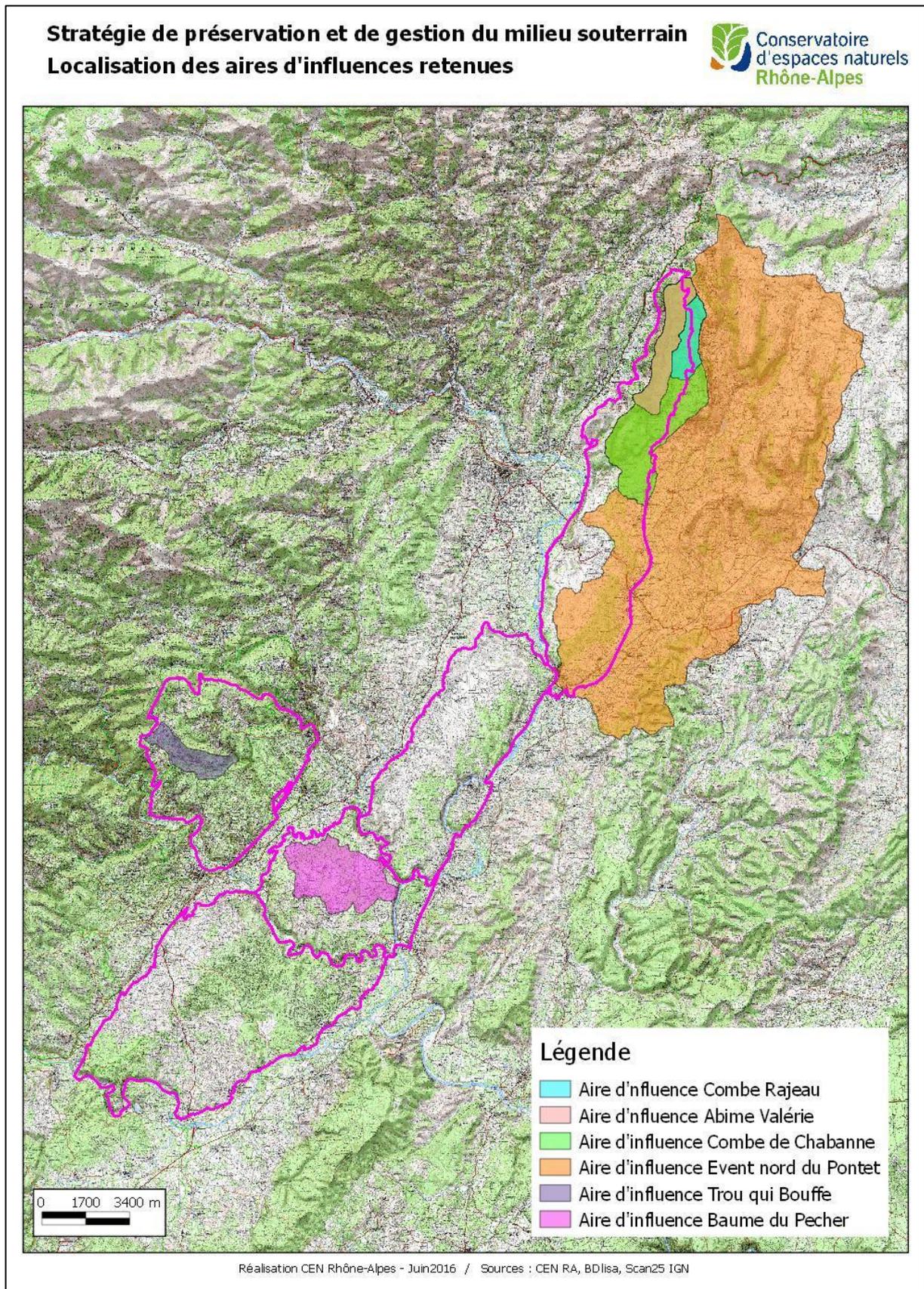
Carte 5 : Localisation de la zone d'étude test



Carte 6 : 45 cavités retenues dans la zone d'étude test



Carte 7 : 6 aires d'influences retenues dans la zone d'étude test



# Présentation des différents critères de description proposés selon l'échelle d'analyse

---

## A l'échelle de la cavité

*NB: La liste complète et le détail des critères de description des cavités sont présentés en annexe 4.*

### Description générale

#### Description générale

Ce critère apporte les caractéristiques générales de la cavité (nom, coordonnées, commune, parcelles cadastrale). Il est renseigné à partir des données relevées sur le terrain ou disponibles à travers l'inventaire des cavités de l'Ardèche (BRGM) et/ou des données fournies par les spéléologues locaux (campagne d'exploration et/ou base de données du CDS07 par exemple). Concernant les renseignements relatifs au foncier, ils sont extraits de la base de données de la Direction Générale des Finances Publiques (DGFIP).

#### Appartenance à un réseau karstique

Ensemble de galeries, conduits, qui sont liés entre eux, et dont le raccordement est prouvé par le passage de spéléologues, par des traçages ou supposé d'après l'organisation géologique du massif. Ce critère (nom du réseau karstique) est renseigné grâce aux données fournies par les spéléologues locaux (campagne d'exploration et/ou base de données du CDS07 par exemple).

#### Spéléométrie

Ce critère apporte les caractéristiques topographiques (développement, dénivelé, distance topographie,...) et d'accessibilité de la cavité (selon la classification de la Fédération Française de Spéléologie). Il est renseigné à partir des données fournies par les spéléologues locaux (campagne d'exploration et/ou base de données du CDS07 par exemple).

#### Aire d'influence de la cavité

Ce critère renseigne sur l'aire d'influence (nom, surface) dans laquelle la cavité se situe et qui fera également l'objet d'une analyse des enjeux de surface et des activités interférentes.

#### Bilan global des connaissances de la cavité

Ce critère permet d'évaluer le degré de connaissance global disponible sur la cavité. Il sera appliqué à l'ensemble des critères physiques, biologiques et socio-économiques économiques selon le gradient suivant:

- 0: Connaissance nulle ou quasi-inexistante
- 1: Connaissance insuffisante
- 2: Connaissance assez bonne
- 3: Bonne connaissance de la cavité

La somme des bilans de connaissances pour chaque catégorie de critères permettra au final d'avoir un niveau de connaissance globale, avec une notation maximale de 21 (7 classes de critères avec note maximale de 3 pour une bonne connaissance).

## **Statut de la cavité, zonages administratifs, contractuels et réglementaires**

Ces critères sont renseignés à partir des données fournies par les spéléologues locaux (campagne d'exploration et/ou base de données du CDS07 par exemple), les données d'inventaires et de classement disponibles auprès des DREAL, de l'INPN et des collectivités territoriales.

### **Réglementation de l'accès**

Accessibilité, période de restriction, raison

### **Inscription de la cavité au titre du PDESI**

Plan Départemental des Espaces, Sites et Itinéraires (PDESI)

### **Classement et inscription du site aux monuments historiques et opération grand site**

Site classé, Site inscrit, Opération Grand Site

### **Inventaire et classement au titre de la géologie**

Cavité comprise dans un site géologique remarquable<sup>9</sup>, Arrêté préfectoral de protection de géotope, Géoparc

### **Zonage contractuel et réglementaire en lien avec la ressource en eau**

SDAGE, SAGE, Contrat de rivière

### **Inventaire, zonage contractuel et réglementaire en lien avec les espaces naturels**

ZNIEFF, Natura 2000, Arrêté Préfectoral de Protection de Biotope (APPB), Espace naturel sensible, Parc national, Réserve naturelle, Site géré au titre de la conservation de la nature

### **Document d'urbanisme**

SCOT (Schéma de COhérence Territoriale), PLU (Plan Local d'Urbanisme)

## **Géologie et géomorphologie**

Ces critères sont renseignés à partir des données fournies par les spéléologues locaux (campagne d'exploration et/ou base de données du CDS07 par exemple) et/ou les cartes géologiques du BRGM.

### **Caractéristiques géologiques souterraine**

Lithologie (nature de la roche), étage géologique, paléontologie (présence de matériel paléontologique)

### **Caractéristiques géomorphologiques souterraine**

Les critères géomorphologiques permettent de décrire les formes karstiques des cavités et donnent des indices paléogéographiques sur la genèse et l'évolution du système karstique.

- Caractéristique de la cavité (verticalité, horizontalité, nombre de niveaux)
- Morphologie du réseau (*Classification Palmer et Ford - Cave patterns*)
- Situation dans le karst (zone d'infiltration, zone épinoyée, zone noyée)

---

<sup>9</sup> Inventaire régional des sites géologiques remarquables (de surface uniquement) réalisé par le CEN Rhône-Alpes en 2009 (en cours de validation par le MNHN).

- Remplissage et concrétionnement: une grille d'inventaire géomorphologique plus précise est proposée pour répertorier les objets et les évaluer (cf. annexe 5).

## Hydrogéologie

Les critères hydrogéologiques permettent de décrire le fonctionnement hydrogéologique du système karstique dans lequel s'inscrit la cavité (fonctionnement, niveau d'eau NGF, débit, traçage dans le réseau). Ils sont renseignés au cours de relevés et de mesures de terrain, ou à partir de données existantes (BD CDS07, études spécifiques sur la ressource en souterraine,...).

## Climatologie

La climatologie des cavités est définie comme l'étude des paramètres climatiques des grottes : température, humidité, aérologie, gaz, pression. Les données climatologiques sont obtenues par des relevés de terrain. Concernant, la température, ce critère est défini selon une subdivision simplifiée issue des études du projet CAVELAB pour les grottes en climat tempéré (Motta & Motta, 2011):

- Classe 1 : Grottes avec températures très stables (grandes grottes): excursions journalières < 0,05 °C, excursion annuelle < 1 °C
- Classe 2 : Grottes avec températures assez stables : exc. j. 0,02-0,10, exc. ann. 1-5 °C
- Classe 3 : Grottes chaudes peu stables: T° moyenne > 5°, T° janvier > 0°, exc. ann. > 5°
- Classe 4 : Grottes froides peu stables : T° moyenne < 10°, T° janvier < 0°, exc. ann. >5°

## Niveau énergétique

Il est proposé de renseigner, sur la base de relevé de terrain, le niveau énergétique de la cavité, selon la classification Heaton<sup>10</sup> (1986), qui permet d'évaluer la fréquence et l'importance des écoulements d'eau à l'intérieur d'une cavité. Une grotte de haut niveau énergétique est caractérisée par des crues fréquentes. Les galeries se mettent en charge, les sédiments sont régulièrement remaniés et bien triés, les spéléothèmes sont rares ou peu fragiles car ils peuvent être détruits régulièrement. Au contraire, une grotte de faible niveau énergétique correspond à un environnement calme. Des spéléothèmes nombreux et délicats se développent. Ces grottes sont très sensibles aux dégradations et ne peuvent pas retrouver naturellement un état précédant les perturbations. Cette classification comprend 4 catégories:

- Grotte de fort niveau énergétique, avec des courants d'air réguliers et ennoyages fréquents
- Grotte de niveau énergétique modéré
- Grotte de faible niveau énergétique, caractérisée par des liaisons avec l'extérieur très faibles voire nulles (environnement clos)
- Non renseigné

Marie-Josè TURQUIN<sup>11</sup> précise que les premières subissent régulièrement des événements à énergie élevée (par exemple des crues) ; les deuxièmes seront affectées par l'énergie cinétique de ruisselets, de courants d'air, l'énergie biochimique d'animaux ; et enfin dans la troisième, l'événement le plus énergétique sera la chute d'une goutte d'eau.

---

<sup>10</sup> Caves: A tremendous range in energy environments on earth. *National Speleological Society News*, , 44(8), p 301-304.

<sup>11</sup> Université Lyon 1

## Biospéléologie

Ces critères présentent les éléments de biodiversité présents au droit des cavités. Ils sont renseignés à partir de campagnes de terrain et des données existantes (exemple: observations de J. BALAZUC<sup>12</sup>, LPO07, CDS07.)

### Chiroptères

Pour chaque espèce observée, plusieurs critères seront renseignés: effectif observé, date d'observation, statut de protection/rareté, présence de guano récent/ancien

### Autres vertébrés (mammifères, amphibiens...)

Pour chaque espèce observée, plusieurs critères seront renseignés: effectif observé, date d'observation, statut de protection/rareté,...

### Invertébrés

Pour chaque espèce observée, plusieurs critères seront renseignés: effectif observé, date d'observation, statut de protection/rareté,...

## Archéologie et paléontologie

L'archéologie est définie comme l'étude des vestiges humains et paléontologiques de la Préhistoire à la Seconde Guerre Mondiale. Ce critère (liste des vestiges : céramique, poterie, objet métallique, art pariétal, ossement,...) est renseigné à partir des données fournies par le service archéologie de la DRAC.

## Usages souterrains

Les cavités souterraines et leurs ressources peuvent être utilisées dans le cadre de diverses activités humaines. Ces dernières peuvent avoir une incidence sur le milieu souterrain.

### Fréquentation spéléologique

Les cavités peuvent être utilisées pour la pratique de la spéléologie, visant au repérage, l'exploration, l'étude, la cartographie et la visite du monde souterrain. La pratique de la spéléologie s'effectue sous différentes approches : scientifique, sportive, technique, de loisirs ou touristique. Les données quantitatives de fréquentation peuvent difficilement être connues sauf exception (suivi de la fréquentation avec système de dénombrement). Pour les sites inscrits au PDESI, la fréquentation est supposée régulière. Ce critère (intérêt spéléologique loisir, grotte aménagée ouverte au public) est renseigné à partir de données quantitatives existantes ou à dire d'expert (connaissance des spéléologues).

### Alimentation en Eau Potable (AEP)

Ce critère concerne la présence de captages d'eau pour l'alimentation en eau potable à l'intérieur d'une cavité. Les données (nom, code, coordonnées) sont renseignées à partir des informations disponibles auprès de l'ARS.

### Captage autre usages(agricole, industriel)

Les données (nom, code, coordonnées) sont renseignées à partir des informations disponibles auprès de la DDT, DREAL,...

---

<sup>12</sup> Spéléologie du département de l'Ardèche, J. Balazuc

### **Autres usages de la cavité**

Ils sont renseignés à partir de campagnes de terrain et des données existantes (BD CDS07 par exemple).

## **A l'échelle de l'aire d'influence**

*NB: La liste complète et le détail des critères de description des aires d'influences sont présentés en annexe 6.*

### **Description générale**

Ce critère apporte les caractéristiques générales de l'aire d'influence (nom, communes, surface).

### **Bilan global des connaissances de l'aire d'influence**

Comme pour l'échelle d'analyse relative à la cavité, ce critère permet d'évaluer le degré de connaissance global disponible sur la cavité. Il sera appliqué à l'ensemble des critères physiques, biologiques et socio-économiques selon le gradient suivant:

- 0: Connaissance nulle ou quasi-inexistante
- 1: Connaissance insuffisante
- 2: Connaissance assez bonne
- 3: Bonne connaissance de la cavité

La somme des bilans de connaissances pour chaque catégorie de critères permettra au final d'avoir un niveau de connaissance globale, avec une notation maximale de 15.

## **Statut de l'aire d'influence, zonages administratifs, contractuels et réglementaires**

Ces critères sont renseignés à partir des données d'inventaires et de classement disponibles auprès des DREAL, de l'INPN et collectivités territoriales.

### **Classement et inscription du site aux monuments historiques et opération grand site**

Site classé, Site inscrit, Opération Grand Site

### **Inventaire et classement au titre de la géologie**

Cavité comprise dans un site géologique remarquable<sup>13</sup>, Arrêté préfectoral de protection de géotope, Géoparc

### **Zonage contractuel et réglementaire en lien avec la ressource en eau**

SDAGE, SAGE, Contrat de rivière

### **Inventaire, zonage contractuel et réglementaire en lien avec les espaces naturels**

ZNIEFF, Natura 2000, Arrêté Préfectoral de Protection de Biotope (APPB), Espace naturel sensible, Parc national, Réserve naturelle, Site géré au titre de la conservation de la nature

### **Document d'urbanisme**

SCOT (Schéma de COhérence Territoriale), PLU (Plan Local d'Urbanisme)

---

<sup>13</sup> Inventaire régional des sites géologiques remarquables (de surface uniquement) réalisé par le CEN Rhône-Alpes en 2009 (en cours de validation par le MNHN).

## Géologie

Ce critère est renseignés à partir des données fournies par les géologues locaux (campagne d'exploration,...) et/ou les cartes géologiques du BRGM.

### Caractéristiques géologiques souterraine

Lithologie (nature de la roche), étage géologique, paléontologie (présence de matériel paléontologique)

### Phénomènes karstiques de surface

Beaucoup de formes karstiques de surfaces (exokarst) et de grottes (endokarst) se développent en étroite interrelation, l'un étant lié à l'autre. Ce critère est renseigné à partir de relevés de terrain ou par l'analyse des cartes topographiques afin d'identifier la présence, de canyon, dolines, lapiés,...

### Écoulements superficiels

Une cavité active peut être reliée à un système hydrologique important. Une dégradation de la qualité de l'eau de l'un peut avoir des impacts sur l'autre. Ce critère (description du tronçon hydrographique) est renseigné à partir de la BD Carthage (Base de Données sur la CARTographie THématique des AGences de l'eau et du ministère chargé de l'environnement).

## Hydrogéologie

Selon la définition de la Directive Cadre sur l'Eau, une masse d'eau souterraine est « un volume distinct d'eau souterraine à l'intérieur d'un ou plusieurs aquifères ». Ces critères (masse d'eau souterraine, entité hydrogéologique locale) sont renseignés à partir des données disponibles sur le système d'information sur l'eau (<http://www.eaufrance.fr/>), la BD Lisa et le BRGM.

Concernant la vulnérabilité intrinsèque de la nappe, ce critère s'appuie sur l'Indice de développement et de persistance des réseaux (IDPR) créé par le BRGM. Cet indicateur permet de réaliser des cartes (nationales ou régionales) de vulnérabilité intrinsèque des nappes aux pollutions diffuses. Il traduit l'aptitude des formations du sous-sol à laisser ruisseler ou s'infiltrer les eaux de surface. Il se fonde sur l'analyse du modèle numérique de terrain et des réseaux hydrographiques naturels, conditionnés par la géologie. Cette notion d'infiltration est utilisée pour de nombreuses applications dans le domaine de l'hydrogéologie et l'IDPR peut se substituer à de nombreux critères usuellement employés. L'IDPR est disponible à l'échelle de la France sous forme de grille, l'échelle de validité est le 1/50 000. Il comprend 4 classes:

- IDPR < 1000 : **Infiltration majoritaire** par rapport au ruissellement superficiel. L'eau ruisselant sur les terrains naturels rejoint un axe de drainage défini par l'analyse des talwegs sans que celui-ci ne se concrétise par l'apparition d'un axe hydrologique naturel.
- IDPR = 1000 : **Infiltration et ruissellement superficiel de même importance**. Il y a conformité entre la disponibilité des axes de drainage liés au talweg et les écoulements en place.
- IDPR > 1000 : **Ruissellement superficiel majoritaire** par rapport à l'infiltration vers le milieu souterrain. L'eau ruisselant sur les terrains naturels rejoint très rapidement un axe hydrologique naturel sans que la présence de celui-ci soit directement justifiée par un talweg.
- IDPR voisin ou égal à 2000 : **Stagnation transitoire ou permanente des eaux**, menant à deux interprétations différentes. Si la nappe est proche de la surface des terrains naturels, (cours d'eau et zones humides), le terrain est saturé et l'eau ne s'infiltrer

pas. Si la nappe est profonde, le caractère ruisselant peut démontrer une imperméabilité des terrains naturels.

### Activités interférentes

Les activités interférentes (Hobléa, 2004) correspondent aux "activités fortement génératrices d'impacts pour les ressources patrimoniales karstiques".

Activités	Eaux	karstiques	Paysages	et vestiges
	qualité	quantité	exokarstiques	endokarstiques
Agriculture	X	X	X	X
Urbanisation	X		X	
Sports d'hiver (équipements...)	X	X	X	X
Carrières, mines	X		X	X
Grands chantiers	X	X	X	X
Industrie rurale, hydroélectricité	X	X	X	

Tableau 1: Aperçu synoptique des impacts des « activités interférentes » sur les ressources patrimoniales karstiques. X signifie : impacts sur... (Hobléa, 2004)

### Occupation du sol

Corine Land Cover est un inventaire biophysique de l'occupation des sols et de son évolution réalisé par interprétation visuelle d'images satellitaires et disponible sur l'ensemble du territoire français. A partir de la version datant de 2012, et selon le niveau 1 de la nomenclature (niveau le moins détaillé), les différents types d'occupation du sol ont été regroupés en 3 catégories (cf. tableau 2) puis analysés à l'aide d'un système d'information géographique.

- Zone naturelle
- Zone urbanisée
- Zone agricole

Libellé Corine Land Cover	Libellé retenu	Analyse colorimétrique
Territoires artificialisés	Zone urbanisée	
Territoires agricoles	Zone agricole	
Forêts et milieux semi-naturels	Zone naturelle	
Zones humides	Zone naturelle	
Surfaces en eau	Zone naturelle	

Tableau 2: catégorie d'occupation du sol selon le niveau 1 de la nomenclature Corine Land Cover 2012

Cette cartographie manque malheureusement de précisions. Dans le cadre de notre étude, la Direction Départementale des Territoires de l'Ardèche (DDT07) a mis à notre disposition la BD Occupation du Sol (ODS -version de travail 2015). Cette cartographie réalisée à l'échelle de la parcelle est obtenue à partir de la photo-identification, de vérification sur le terrain et à dire d'un expert géologue pour la limite de végétation. Il est proposé ici de comparer les deux cartographies (cf. § test

méthodologie). Comme pour Corine Land Cover, les différents types d'occupation du sol ont été regroupés selon les mêmes catégories (cf. tableau 3).

Libellé BD OccupSol DDT07	Libellé retenu	Analyse colorimétrique
Réseau routier principal Autres	Zone urbanisée	
Parcs et espaces boisés urbains, Complexe sportif, terrain de sport, Urbain	Zone urbanisée	
Habitat diffus, villages et hameaux (comprend les cimetières) Urbain	Zone urbanisée	
Zones d'activités et aérodromes (identifiées ou non sur la couche foncier d'activités )	Zone urbanisée	
Campings Urbain	Zone urbanisée	
Carrières Autres	Zone urbanisée	
Centres historiques (identifiés pour les villes de plus de 2 000 habitants selon RGP 1999)	Zone urbanisée	
Zones périurbaines (comprend les cimetières) Urbain	Zone urbanisée	
Prairies, cultures Agricole	Zone agricole	
Vergers Agricole	Zone agricole	
Prairies d'altitude (>= à 1000 m) et estives agricoles	Zone agricole	
Vignes Agricole	Zone agricole	
Garrigues sur calcaire et friches agricoles Naturel	Zone naturelle	
Maquis acidiphiles et friches agricoles de la bordure cévenole (comprend terrain vague, parking non bitumé ou bitumé mais non attenant à une zone urbaine, à un camping)	Zone naturelle	
Réseau hydrographique et lacs Autres	Zone naturelle	
Forêts basses sur calcaire Naturel	Zone naturelle	
Forêts acidiphiles de la bordure cévenole Naturel	Zone naturelle	

Tableau 3: Catégorie d'occupation du sol des classes de la BD Occupation du Sol DDT07

### Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE)

Les installations et usines susceptibles de générer des risques ou des dangers sont soumises à une législation et une réglementation particulières, relatives à ce que l'on appelle "les installations classées pour la protection de l'environnement". Les informations relatives à ces installations (nom, commune, coordonnées, état d'activité, classement SEVESO,...) sont disponibles dans la *Base des Installations Classées (Ministère de l'environnement, de l'Energie et de la Mer)*

### Sites et sols pollués

La base de données BASOL du MEEM regroupe les sites et les sols pollués ou potentiellement pollués appelant une action des pouvoirs publics, à titre préventif ou curatif. Les informations disponibles renseignent sur le nom du site, l'utilisation actuelle du site, le type de pollution.

### **Sites industriels et activités de service**

La base de données BASIAS du BRGM fournit un inventaire des Anciens Sites Industriels et Activités de Service. Les informations disponibles renseignent sur le nom du site, l'état de l'occupation, le réaménagement du site.

### **Stations d'épuration**

Le positionnement et les informations relatives au fonctionnement des STEP et à leur conformité sont disponibles auprès des DDT et du site ROSEAU (MEEM)

### **Assainissement Non Collectif (SPANC)**

Les secteurs non raccordés à un système d'épuration collectif sont identifiés au titre des Services Publics Assainissement Non Collectif (SPANC). Ce service public local, géré à l'échelle communale ou intercommunale est chargé de :

- Conseiller et accompagner les particuliers dans la mise en place de leur installation d'assainissement non collectif ;
- Contrôler les installations d'assainissement non collectif.

La délimitation des secteurs concernés par un SPANC est disponible auprès des collectivités territoriales compétentes. Toutefois, les installations non conformes et devant faire l'objet d'amélioration ne sont pas renseignées géographiquement.

### **Captages AEP**

Les informations (nom, situation géographique, périmètres de protection,...) relatives aux captages d'eau destinés à l'alimentation en eau potable sont disponibles auprès de l'ARS et de la base de données SISE'EAUX.

### **Autres captages**

Ce critère renseigne sur le nom, l'usage, et le positionnement géographique à autres usages que l'alimentation en eau potable (agricole, industriel,...). Les données sont disponibles auprès des chambres d'agriculture et des DDT.

### **Ressource stratégique souterraine pour l'AEP**

Les eaux souterraines constituent une ressource stratégique pour l'AEP méconnue et sous-exploitée. Sur le bassin Rhône-Méditerranée, l'AERMC a engagé des démarches d'identification de ces zones selon des critères qualitatifs, quantitatifs et socio-économiques afin d'améliorer les connaissances et les préserver des évolutions défavorables liées à l'occupation des sols et des pressions exercées (expansion de l'urbanisation, zones artisanales, industrielles et commerciales, infrastructures transport, agriculture productiviste, usages concurrents ...). Deux types de zones sont identifiées: en différenciant

- les périmètres des Zones de Sauvegarde Exploitées (ZSE),
- les périmètres des Zones de Sauvegarde Non Exploitées Actuellement (ZSNEA).

# Présentation des différents critères d'évaluation proposés selon l'échelle d'analyse

---

Le processus d'évaluation s'appuie notamment sur des critères de rareté, de spécificité, d'exemplarité et également de menace. Il est interdépendant d'une connaissance précise de l'ensemble des éléments à "patrimonialiser" dans un but de comparaison. Cet aspect a dès le départ été identifié comme un facteur limitant de ce projet, dans sa phase d'expérimentation, compte tenu de l'absence de description exhaustive et homogène de l'ensemble des cavités et aires d'influences.

Toutefois, une méthodologie d'évaluation et de description peut être proposée.

## Patrimonialité/sensibilité

### Approche conceptuelle

En parallèle de l'approche descriptive, présentée précédemment, ce projet vise également à proposer une méthodologie d'évaluation/hiérarchisation basée sur plusieurs approches, dont il est nécessaire d'apporter des définitions.

Le patrimoine peut être défini comme *"l'ensemble de biens, matériels ou immatériels, dont l'une des caractéristiques est de permettre d'établir un lien entre les générations, tant passées que futures. Il est donc lié à un héritage à transmettre, issu de l'histoire, plus ou moins ancienne, du territoire ou groupe considéré. Le patrimoine, au sens retenu ici, a nécessairement une dimension collective et sa conservation relève de l'intérêt général"*<sup>14</sup>.

Ce patrimoine peut être soit familial, culturel ou naturel. Toutefois, à la différence des biens appartenant à une personne, une famille, nous avons obligation de conserver le patrimoine culturel et naturel. Ce principe a notamment été mis en évidence, lors de la Conférence générale de l'Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture, réunie à Paris, du 17 octobre au 21 novembre 1972, notamment face au constat *"que le patrimoine culturel et le patrimoine naturel sont de plus en plus menacés de destruction non seulement par les causes traditionnelles de dégradation mais encore par l'évolution de la vie sociale et économique qui les aggrave par des phénomènes d'altération ou de destruction encore plus redoutables"*<sup>15</sup>.

La patrimonialisation constitue le processus de reconnaissance d'un bien matériel ou immatériel comme patrimoine *"via différentes formes politiques, administratives et techniques alliant opérations de classement, de protection, et formations de personnels spécialisés"*. Ce processus peut être *"défini comme le passage d'un patrimoine en puissance à un patrimoine reconnu en tant que bien collectif,*

---

<sup>14</sup> M. Vernières - Université Paris I Panthéon-Sorbonne

<sup>15</sup> Convention UNESCO concernant la protection du patrimoine mondial, culturel et naturel adoptée le 16 novembre 1972.

caractérisé tout à la fois par ses dimensions économiques, sociales, environnementales et culturelles. Ces différentes dimensions, d'importances relatives variables selon les types considérés de patrimoine reconnu, confèrent à ce patrimoine une valeur qui justifie, pour la collectivité considérée, sa conservation pour transmission aux générations futures. Il s'agit bien d'un processus de reconnaissance de cet ensemble de biens en tant que bien collectif<sup>16</sup>.

La définition des critères d'évaluation s'appuie en partie sur les travaux de V. Grandgirard (Université de Fribourg), P. Coratza, E. Reggio (Université de Modena) et E. Reynard et J.-P. Pralong (Université de Lausanne) sur les apports théoriques et méthodologiques relatif à l'évaluation des géomorphosites. Nous proposons d'adapter leur méthodologie aux cavités et aires d'influences.

Chacun des critères est évalué indépendamment par un score numérique allant de 0 (nul) à 1 (très élevé) par intervalles de 0,25:

Score	0	0,25	0,50	0,75	1
Valeur	Nulle	Faible	Moyenne	Elevée	Très élevée

**La note globale repose sur la somme des notes obtenues par critères soit une note maximale de 9 pour les cavités et 5 pour les aires d'influences.**

Evaluation patrimoniale des cavités

Valeur globale	
Valeur scientifique	
Valeur éducative	
Valeur géomorphologique	
Valeur hydrogéologique	
Valeur biologique - chiroptère	
Valeur biologique - entomofaune	
Valeur archéologique/paléontologique	
Valeur d'usage spéléologique	
Valeur autres usages	
<b>Somme des valeur</b>	<b>/9</b>

<sup>16</sup> M Vernières

## Evaluation patrimoniale des aires d'influences

Valeur globale	
Valeur scientifique	
Valeur éducative	
Valeur géologique	
Valeur biologique et paysagère	
Valeur hydrogéologique	
<b>Somme des valeur /5</b>	

## Evaluation patrimoniale des cavités

### Valeur scientifique

La valeur "scientifique", considérée également comme la valeur « centrale », d'une cavité est composée de quatre critères définis par GRANDGIRARD (1997) : l'intégrité, la représentativité, la rareté et la valeur paléogéographique.

La valeur scientifique finale de l'objet est obtenue par la moyenne des quatre critères:

$$\text{Valeur scientifique} = (\text{Intégrité} + \text{Représentativité} + \text{Rareté} + \text{Valeur paléogéographique}) / 4.$$

**Intégrité:** Ce critère mesure les atteintes et le niveau de préservation de la cavité. Les atteintes peuvent être soit de causes naturelles soit anthropiques.

Le système de notation suivant peut-être proposé:

	Score
La cavité est totalement dénaturée et toutes ces caractéristiques initiales ont disparue	0
La cavité est très anthropisée, ou a subie des fortes dégradation, et certaines de ses caractéristiques sont perdues	0,25
La cavité est anthropisée ou dégradée à 50% environ mais ses caractéristiques ne sont que peu touchées	0,50
La cavité a subi quelques dégradation mais qui ne le dénaturent pas	0,75
La cavité ne possède aucune dégradation, les concrétions et formes géomorphologiques sont intactes	1

**Représentativité:** Il s'agit d'évaluer l'exemplarité de la cavité par rapport à l'espace de référence qu'est le terrain d'étude.

Le système de notation suivant peut-être proposé:

	Score
La cavité n'est pas représentative de l'espace de référence	0
La cavité est peu représentative de l'espace de référence	0,25
La cavité est représentative de l'espace de référence	0,50
La cavité est représentative des traits principaux de l'espace de référence	0,75
La cavité est très représentative de l'espace de référence et présente des qualités tout à fait exemplaires	1

**Rareté:** Cet indice est également noté en fonction d'un espace de référence. Il permet de mettre en évidence les cavités particulières et peu présentes dans la région d'étude.

Le système de notation suivant peut-être proposé:

	Score
La cavité est commune, sans aucune particularité dans l'espace de référence	0
La cavité présente peu de caractéristique intéressante et non usuelle	0,25
La cavité présente de nombreuses caractéristiques intéressantes et non usuelles	0,50
La cavité présente des caractéristiques exceptionnelles, mais non uniques dans l'espace de référence	0,75
La cavité présente des caractéristiques exceptionnelles uniques dans l'espace de référence	1

**Valeur paléogéographique:** Cette valeur sert à mesurer l'importance de la cavité dans la reconstitution de l'histoire du climat et de la Terre.

Le système de notation suivant peut-être proposé:

	Score
La cavité n'est à l'origine d'aucune découverte dans le cadre de l'histoire des sciences de la Terre	0
La cavité, du fait d'un développement scientifique ou de la démonstration d'un processus, est localement connu	0,25
La cavité du fait d'un développement scientifique ou de la démonstration d'un processus, est connu à l'échelle dépassant le cadre local (département, région)	0,50
La cavité du fait d'un développement scientifique ou de la démonstration d'un processus, est connu au niveau national	0,75
La cavité, du fait d'un développement scientifique ou de la démonstration d'un processus, est connu au niveau international	1

### Valeur éducative

Ce critère<sup>17</sup> évalue l'importance de la cavité pour l'éducation et la formation. Il s'appuie sur les caractéristiques présentées précédemment: intégrité, représentativité, rareté, valeur paléogéographique.

Le système de notation suivant peut-être proposé:

	Score
La cavité ne possède aucune de ces caractéristiques	0
La cavité en possède une sur trois	0,25
La cavité en possède deux sur trois	0,50
La cavité les rassemble toutes	0,75
La cavité, en plus des trois caractéristiques, présente un contexte éducatif pour les sciences de la Terre tout-à-fait exceptionnel	1

<sup>17</sup> V. Grandgirard (Université de Fribourg), P. Coratza, E. Reggio (Université de Modena) et E. Reynard et J.-P. Pralong (Université de Lausanne)

### Valeur géomorphologique

Ce critère repose sur la valeur esthétique<sup>18</sup> de la cavité. La beauté d'une concrétion ou forme géomorphologique est somme toute relative, et dépend beaucoup de la subjectivité de l'observateur. La valeur esthétique est de ce fait très difficile à évaluer de manière objective.

Le système de notation suivant peut être proposé:

	Score
La cavité ne présente pas de concrétions ou de structures géomorphologiques esthétiques	0
La cavité présente des concrétions ou structures géomorphologiques communes pour le secteur	0,25
La cavité présente quelques rares concrétions ou structures géomorphologiques esthétiques	0,50
La cavité présente de nombreuses concrétions et structures géomorphologiques esthétiques	0,75
La cavité présente des concrétions et structures géomorphologiques exceptionnelles	1

### Valeur hydrogéologique

Pour ce critère, le fonctionnement hydrogéologique (actif ou fossile) de la cavité et les zones stratégiques pour la ressource en eau sont pris en considération.

Le système de notation suivant peut être proposé:

	Score
La cavité fait parti d'un réseau hydrogéologique "fossile"	0
La cavité fait parti d'un réseau hydrogéologique "actif" temporaire (en cas de fortes précipitations)	0,25
La cavité fait parti d'un réseau hydrogéologique "actif" permanent localisé	0,50
La cavité fait parti d'un réseau hydrogéologique "actif" permanent de grande ampleur	0,75
La cavité fait parti d'un réseau hydrogéologique "actif" permanent de grande ampleur et situé dans une zone stratégique pour la ressource en eau (Zones de Sauvegarde Exploitées - ZSE, Zones de Sauvegarde Non Exploitées Actuellement - ZSNEA)	1

<sup>18</sup> Ibidem

### Valeur biologique - Chiroptère

Ce critère d'évaluation s'appuie sur la connaissance relative à la présence d'espèces de chauves-souris dans les cavités considérées, issues des données renseignées sous la base de données "BDChiro du Groupe Chiroptères Rhône-Alpes - LPO Coordination Rhône-Alpes". Le critère "patrimonialité" (rareté, état de conservation), inscription des espèces en liste rouge ou à la directive habitats, a également été considéré.

Le système de notation suivant peut être proposé:

	Score
La cavité ne présente aucun intérêt pour les chauves-souris	0
La cavité présente un intérêt potentiel malgré l'absence de donnée connue (cavité non référencée sous la BD Chiro)	0,25
La cavité présente un intérêt potentiel à vérifier [aucune chauves-souris ou indice de présence n'ont été observés mais la cavité présente des caractéristiques morphologiques (volume, voûte, ...) répondant aux exigences des chiroptères]	0,50
La cavité présente un intérêt restant à vérifier ou préciser [présence d'individus (isolés ou en faible nombre) ou des indices de présence (guano, « tache d'essaim » au niveau de la voûte) ont été observés]	0,75
La cavité présente un intérêt avéré [présence d'une population de chiroptères présentant un intérêt patrimonial]	1

### Valeur biologique - Entomofaune

Comme précédemment, ce critère d'évaluation s'appuie sur la connaissance relative aux insectes inféodés au milieu souterrain et leur patrimonialité. Toutefois, on sait que l'entomofaune souterraine reste globalement méconnue de par la difficulté d'accès du milieu. Concernant la patrimonialité des espèces connues, la liste UICN (Union internationale pour la Conservation de la Nature) des invertébrés souterrains reprend uniquement les espèces à forte occurrences de contact, ce qui constitue une limite compte tenu de l'absence de données sur ce groupe. On signalera qu'une espèce d'araignée (*Leptoneta abeillei* Simon, 1882) et un coléoptère (*Trichaphenops cerdonicus* Abeille de Perrin, 1903) sont inscrits dans la liste des espèces de la Stratégie de Création des Aires Protégées (SCAP) pour la région Rhône-Alpes. Selon C. Douady<sup>19</sup>, on peut considérer que chaque cavité ou ensemble de cavités reliées par le même aquifère est particulier du fait de l'isolement des populations.

<sup>19</sup> Université Lyon 1, LEHNA - UMR CNRS 5023

Le système de notation suivant peut être proposé:

	Score
La cavité ne présente aucun espèce d'insecte inféodé au milieu souterrain	0
La cavité présente un intérêt potentiel malgré l'absence de données connues	0,25
La cavité présente quelques individus d'espèces d'insectes inféodés au milieu souterrain mais commune	0,50
La cavité présente de nombreux espèces d'insectes inféodés au milieu souterrain mais commune	0,75
La cavité présente des individus d'espèces d'insectes inféodés au milieu souterrain présentant un intérêt patrimonial	1

### Valeur archéologique/paléontologique

Ce critère d'évaluation s'appuie sur la connaissance relative à la présence de vestiges archéologiques et/ou paléontologiques connue par le service de la DRAC Rhône-Alpes.

La classification suivante peut-être proposée:

	Score
La cavité ne présente aucun vestige archéologique et/ou paléontologique	0
La cavité présente un intérêt potentiel malgré l'absence de données connues (cavité non référencée à la DRAC avec intérêt potentiel)	0,25
La cavité présente un intérêt probable non avéré (dont indice de site: données historiques, bibliographiques non vérifiées)	0,50
La cavité présente un intérêt avéré (présence d'aménagements et de constructions anciennes et/ou découverte de vestiges archéologiques et/ou paléontologiques)	0,75
La cavité présente un intérêt avéré majeur (site d'intérêt archéologique et paléontologique majeur à l'échelle régionale/ nationale)	1

### Valeur d'usage spéléologique loisirs

Ce critère est lié à l'intérêt que la cavité présente au niveau de la pratique de la spéléologie loisirs.

Le système de notation suivant peut être proposé:

	Score
la cavité ne présente pas d'intérêt pour la spéléologie de loisir [développement inférieur à 25 mètres, difficulté de progression (étroitures, siphon), et ne présentant pas d'intérêt patrimonial]	0
la cavité présente un faible intérêt pour la spéléologie de loisir [développement compris entre 25 et 50 mètres, sans difficulté de progression (étroiture ponctuelle, pas de siphon) mais ne présentant pas d'intérêt patrimonial]	0,25
la cavité présente un intérêt moyen pour la spéléologie de loisir [développement compris entre 50 et 100 mètres, sans difficulté de progression, avec la présence d'au moins un intérêt patrimonial (concrétions, hydrogéologie,...)]	0,50
la cavité présente un intérêt local pour la spéléologie de loisir [développement supérieur à 100 mètres, sans difficulté de progression, avec la présence de plusieurs intérêts patrimoniaux]	0,75
la cavité présente un intérêt au niveau régional/national pour la spéléologie de loisirs [développement supérieur à 250 mètres constituant une grande classique ]	1

### Valeur autres usages

Ce critère d'évaluation s'appuie sur les usages (autres que la spéléologie loisirs) présents dans la cavité et le niveau d'exploitation actuelle ou potentielle. Le système de notation suivant peut être proposé:

	Score
La cavité ne présente aucun intérêt en terme d'usage	0
La cavité présente un intérêt potentiel mais aucun usage n'est présent actuellement	0,25
La cavité présente un intérêt avéré [ressource en eau par exemple] mais aucun usage n'est présent actuellement	0,50
La cavité fait l'objet d'un ou plusieurs usages [captage irrigation, champignonnière,...] mais d'intérêt mineur	0,75
La cavité fait l'objet d'un ou plusieurs usages dont l'intérêt est élevé [captage AEP, exploitation économique, exploitation touristique,...]	1

## Evaluation patrimoniale de l'aire d'influence

### Valeur scientifique

Comme pour les cavités, la valeur "scientifique", considérée également comme la valeur « centrale », de l'aire d'influence est composée des quatre critères suivants: l'intégrité, la représentativité, la rareté et la valeur paléogéographique.

La valeur scientifique finale de l'objet est obtenue par la moyenne des quatre critères:

$$\text{Valeur scientifique} = (\text{Intégrité} + \text{Représentativité} + \text{Rareté} + \text{Valeur paléogéographique}) / 4.$$

**Intégrité:** Ce critère mesure les atteintes et le niveau de préservation de l'aire d'influence. Les atteintes peuvent être soit de causes naturelles soit anthropiques.

Le système de notation suivant peut être proposé:

	Score
L'aire d'influence est totalement dénaturée et toutes ces caractéristiques initiales ont disparue	0
L'aire d'influence est complètement intégré dans un environnement anthropisé/dégradé et certaines de ces caractéristiques sont perdues	0,25
L'aire d'influence est anthropisée/dégradée à 50% environ mais ses caractéristiques ne sont que peu touchées	0,50
L'aire d'influence a subi quelques dégradations mais qui ne le dénaturent pas	0,75
L'aire d'influence ne possède aucune dégradation, elle est intacte	1

**Représentativité:** Il s'agit d'évaluer l'exemplarité de l'aire d'influence par rapport à l'espace de référence qu'est le terrain d'étude. Le système de notation suivant peut être proposé:

	Score
L'aire d'influence n'est pas représentative de l'espace de référence	0
L'aire d'influence est peu représentative de l'espace de référence	0,25
L'aire d'influence est représentative d'au moins un caractère de l'espace de référence	0,50
L'aire d'influence est représentative des traits principaux de l'espace de référence	0,75
L'aire d'influence est très représentative de l'espace de référence et présente des qualités tout à fait exemplaires	1

**Rareté:** Cet indice est également noté en fonction d'un espace de référence. Il permet de mettre en évidence les caractéristiques particulières (géomorphologie notamment) et peu présentes dans la région d'étude.

Le système de notation suivant peut être proposé:

	Score
L'aire d'influence est commune, sans aucune particularité dans l'espace de référence	0
L'aire d'influence présente une caractéristique intéressante et non usuelle	0,25
L'aire d'influence présente des qualités intéressantes et non usuelles	0,50
L'aire d'influence présente des caractéristiques exceptionnelles, mais non uniques dans l'espace de référence	0,75
L'aire d'influence présente des caractéristiques exceptionnelles uniques dans l'espace de référence	1

**Valeur paléogéographique:** Cette valeur sert à mesurer l'importance de l'aire d'influence dans la reconstitution de l'histoire du climat et de la Terre.

Le système de notation suivant peut être proposé:

	Score
L'aire d'influence n'est à l'origine d'aucune découverte dans le cadre de l'histoire des sciences de la Terre	0
L'aire d'influence, du fait d'un développement scientifique ou de la démonstration d'un processus, est localement connu	0,25
L'aire d'influence du fait d'un développement scientifique ou de la démonstration d'un processus, est connu à l'échelle dépassant le cadre local (département, région)	0,50
L'aire d'influence du fait d'un développement scientifique ou de la démonstration d'un processus, est connu au niveau national	0,75
L'aire d'influence, du fait d'un développement scientifique ou de la démonstration d'un processus, est connu au niveau international	1

### Valeur éducative

Ce critère<sup>20</sup> évalue l'importance de l'objet pour l'éducation et la formation. Il s'appuie sur les caractéristiques présentées précédemment: intégrité, représentativité, rareté, valeur paléogéographique.

Le système de notation suivant peut être proposé:

	Score
L'aire d'influence ne possède aucune de ces caractéristiques	0
L'aire d'influence en possède une sur trois	0,25
L'aire d'influence en possède deux sur trois	0,50
L'aire d'influence les rassemble toutes	0,75
L'aire d'influence, en plus des trois caractéristiques, présente un contexte éducatif pour les sciences de la Terre tout-à-fait exceptionnel	1

### Valeur géologique

Ce critère d'évaluation repose sur la présence/absence de sites géologiques remarquables au sein de l'aire influence (inventaire géologiques, géotope,...). La classification suivante peut être proposée:

	Score
L'aire d'influence ne comprend aucun site géologique remarquable	0
L'aire d'influence comprend au moins un site géologique remarquable	0,25
L'aire d'influence comprend plusieurs [moins de 5] sites géologiques remarquables	0,50
L'aire d'influence comprend de nombreux [plus de 5] sites géologiques (	0,75
L'aire d'influence comprend plusieurs sites géologiques remarquables dont un au moins est concerné par une réserve géologique ou arrêté préfectoral de protection du géotope	1

---

<sup>20</sup> V. Grandgirard (Université de Fribourg), P. Coratza, E. Reggio (Université de Modena) et E. Reynard et J.-P. Pralong (Université de Lausanne)

### Valeur biologique et paysagère

Ce critère d'évaluation repose sur la présence/absence de sites classés/inscrits au sein de l'aire d'influence. La classification suivante peut être proposée:

	Score
L'aire d'influence ne comprend aucun site classé/inscrit	0
L'aire d'influence comprend au moins un site classé/inscrit	0,25
L'aire d'influence comprend plusieurs [moins de 5] site classé/inscrit	0,50
L'aire d'influence comprend de nombreux [plus de 5] sites classé/inscrit	0,75
L'aire d'influence comprend plusieurs sites classé/inscrit dont un au moins est concerné par une opération grand site	1

### Valeur hydrogéologique

Comme pour l'évaluation de l'intérêt hydrogéologique des cavités, le fonctionnement hydrogéologique (actif ou fossile) de l'aire d'influence et les zones stratégiques pour la ressource en eau sont pris en considération pour ce critère.

La classification suivante peut être proposée:

	Score
L'aire d'influence ne comprend pas de réseau hydrogéologique actif	0
L'aire d'influence comprend un réseau hydrogéologique "actif" temporaire [en cas de fortes précipitations]	0,25
L'aire d'influence comprend un réseau hydrogéologique "actif" permanent localisé	0,50
L'aire d'influence comprend un réseau hydrogéologique "actif" permanent de grande ampleur	0,75
L'aire d'influence comprend un réseau hydrogéologique "actif" permanent de grande ampleur et situé dans une zone stratégique pour la ressource en eau [Zones de Sauvegarde Exploitées - ZSE, Zones de Sauvegarde Non Exploitées Actuellement - ZSNEA]	1

## Evaluation du risque de perturbation/dégradation de la cavité ou de l'aire d'influence

Cette évaluation s'appuie sur plusieurs critères qui sont, comme précédemment, évalués indépendamment par un score numérique allant de 0,25 (faible) à 1 (très élevé) par intervalles de 0,25:

<b>Score</b>	0,25	0,50	0,75	1
<b>Valeur</b>	Faible	Moyenne	Elevée	Très élevée

Le **niveau du risque perturbation/dégradation** est ensuite obtenue par la moyenne des notes des critères évalués (3 pour les cavités et 5 pour les aires d'influences) selon les calculs suivants:

**Evaluation risque cavité** = (Niveau de protection + Pression potentielle de la fréquentation + Pression des autres usages) / 3

Pour l'aire d'influence, ce niveau repose sur la moyenne de 5 critères:

**Evaluation risque aire influence** = (Niveau de protection + Impact de l'occupation du sol + Pression des activités agricoles + Pression d'artificialisation + Pression des autres usages) / 5

Selon la **note d'évaluation du risque obtenue** (cavité et aire d'influence), la classification suivante est ensuite utilisée:

<b>Score</b>	0,25	0,25 < x < 0,45	0,45 < x < 0,65	0,65 < x < 0,85	0,85 < x < 1
<b>Valeur Globale</b>	Très faible	Faible	Moyenne	Elevée	Très élevée

## Critères d'évaluation du risque perturbation/dégradation des cavités

### *Niveau de protection*

Ce critère repose sur le niveau de classement, de protection réglementaire et d'accessibilité de la cavité (cavité avec accès réglementé). Le système de notation suivant peut-être proposé:

	<b>Score</b>
Aucun inventaire ou classement	0,25
Inscription à un ou plusieurs inventaires uniquement (ZNIEFF, Site géologique)	0,50
Site natura 2000, APPB, site inscrit/classé, réserves naturelles sur une partie seulement	0,75
Cavité avec accès réglementé , site natura 2000, APPB, site inscrit/classé, réserves naturelles sur l'intégralité	1

### *Pression potentielle de la fréquentation humaine de la cavité*

Selon l'intérêt pour la spéléologie de loisirs et la réglementation de l'accessibilité, le système de notation suivant peut-être proposé:

	<b>Score</b>
Cavité dont l'accès est réglementé	0,25
Cavité avec faible intérêt pour la spéléologie	0,50
Cavité avec intérêt moyen pour la spéléologie loisirs	0,75
Cavité avec intérêt élevé pour la spéléologie loisirs et/ou "grande classique"	1

### *Pression des autres usages pour les cavités*

A partir de la description des différents usages et du niveau potentiel de perturbation associé, le système de notation suivant peut-être proposé:

	<b>Score</b>
Cavité sans usage ou sans intérêt autre que pour la spéléologie de loisirs	0,25
Cavité avec un ou plusieurs usages avec impacts potentiels sur la cavité	0,50
Cavité avec un ou plusieurs usages avec impacts négatifs sur la cavité	0,75
Cavité avec de nombreux usages avec impacts négatifs sur la cavité	1

## Critères d'évaluation du risque perturbation/dégradation des aires d'influences

### *Niveau de protection*

Ce critère repose sur le niveau de classement, de protection réglementaire de l'aire d'influence. Le système de notation suivant peut-être proposé:

	Score
Aucun inventaire ou classement	0,25
Inscription à un ou plusieurs inventaires uniquement (ZNIEFF, Site géologique)	0,50
Site natura 2000, APPB, site inscrit/classé, réserves naturelles sur une partie seulement	0,75
Site natura 2000, APPB, site inscrit/classé, réserves naturelles sur l'intégralité	1

### *Impact de l'occupation du sol de l'aire d'influence*

Sur la base de l'analyse de l'occupation du sol (ODS - DDT07), le système de notation suivant peut-être proposé:

	Score
L'aire d'influence se situe intégralement en zone naturelle	0,25
L'aire d'influence se situe majoritairement en zone naturelle avec une partie en zone agricole avec des pratiques potentiellement perturbantes (agriculture intensive) et faiblement urbanisée	0,50
L'aire d'influence se situe en grande partie en zone agricole avec des pratiques potentiellement perturbantes (agriculture intensive) et en zone urbaine	0,75
L'aire d'influence se situe intégralement en zone agricole avec des pratiques potentiellement perturbantes (agriculture intensive) et en zone urbaine	1

### *Pression des pratiques agricoles sur l'aire d'influence*

Le programme RhoMÉO<sup>21</sup> a réuni des gestionnaires, des chercheurs et des experts concernés par la connaissance et le suivi des zones humides à l'échelle du bassin Rhône-Méditerranée, afin de définir des méthodes de suivis de l'état et des pressions des zones humides valides et opérationnelles. Pour cela, plusieurs indicateurs ont été définis puis testés sur de nombreuses zones humides du bassin RMC. Il est proposé d'extrapoler et d'adapter l'indicateur de pression de pratiques agricoles à notre méthodologie.

---

<sup>21</sup> <http://www.rhomeo-bao.fr/>

Dans le cadre de RhoMéo, cet indicateur a été construit sur la mise en perspective de deux valeurs traduisant la pression directe des pratiques agricoles sur le site et celle, plus diffuse, à l'échelle du territoire. Cette pression est approchée par l'évaluation de la proportion de superficie concernée par une agriculture dite impactante à l'échelle du site puis comparée à celle de sa périphérie immédiate et à l'échelle du territoire (bassin versant de masse d'eau).

La pression des pratiques agricoles sur les zones humides est entendu dans ce cas comme:

- le retournement des sols qui entraîne la destruction de la végétation “naturelle” et leur déstructuration (modification de leur fonctionnement hydrique) ;
- la modification des approvisionnements en eau et des écoulements (drainage, recalibrage de cours d'eau, pompage pour l'irrigation) ;
- la modification des paysages (arrachage de haies, remembrement) ;
- l'apport de produits phytosanitaires et d'engrais.

Pour cela, les données annuelles déclaratives des îlots culturaux, figurant dans le Registre Parcellaire Graphique (RPG), sont utilisées. Les 28 groupes de cultures du RPG (tableau ci-dessous), ont été considérés comme sources de pression agricole sur les zones humides à l'exception des groupes 11 (surfaces gelées sans production), 17 (Estives Landes) et 18 (Prairies permanentes).

Code	Groupe de cultures	Code	Groupe de cultures
1	BLE TENDRE	15	LEGUMINEUSES A GRAINS
2	MAIS GRAIN ET ENSILAGE	16	FOURRAGE
3	ORGE	17	ESTIVES LANDES
4	AUTRES CEREALES	18	PRAIRIES PERMANENTES
5	COLZA	19	PRAIRIES TEMPORAIRES
6	TOURNESOL	20	VERGERS
7	AUTRES OLEAGINEUX	21	VIGNES
8	PROTEAGINEUX	22	FRUITS A COQUE
9	PLANTES A FIBRES	23	OLIVIERS
10	SEMENCES	24	AUTRES CULTURES INDUSTRIELLES
11	GEL (SURFACES GELEES SANS PRODUCTION)	25	LEGUMES-FLEURS
12	GEL INDUSTRIEL	26	CANNE A SUCRE
13	AUTRES GELS	27	ARBORICULTURE
14	RIZ	28	DIVERS

Tableau n°4: Typologie des groupes de culture du RPG (source RhoMéo)

L'indicateur est construit sur le calcul de valeurs de surface de pratiques agricoles impactantes. Les résultats sont exprimés en proportion de la surface de l'aire d'influence. Le système de notation suivant peut-être proposé:

	Score
Pression des pratiques agricoles inférieur ou égale à 35%	0,25
Pression des pratiques agricoles comprise en 36% et 50%	0,50
Pression des pratiques comprise entre 51% et 75%	0,75
Pression des pratiques supérieure à 75%	1

### *Pression d'artificialisation sur l'aire d'influence*

Il est proposé d'extrapoler cet indicateur, également issu du programme RhoMÉO, à notre méthodologie.

Cet indicateur est construit sur la proportion de surface artificialisée par les routes et le bâti, à l'échelle de l'aire d'influence. Elle peut être modélisée à partir de n'importe quelle source de donnée vectorielle représentant le bâti et les réseaux de transport (routes et voies ferrées). La BD topo de l'IGN, qui couvre l'ensemble du territoire français sera utilisée dans notre cas. Cette tache artificialisée est construite sur la base d'une modélisation de l'emprise au sol et de l'influence des éléments d'artificialisation par la création de zones tampons (buffer) autour des objets de la BD Topo. Une tache «bâti» et une tache «voies de communication» sont réalisées puis fusionnées:

- la tache bâti: le bâti de la BD Topo correspond à la fois à la modélisation géométrique des bâtiments par restitution photogrammétrique issue des vues aériennes et à l'intégration des données du cadastre. Un objet bâti peut être représenté par :

- un point (antennes, éoliennes,etc.) ;
- une ligne (murs, ruines, ponts,etc.) ;
- un polygone.

Seuls les polygones rentrent dans l'analyse : bâti indifférencié, bâti industriel, bâti remarquable, cimetière, construction légère, construction surfacique, piste d'aérodrome, réservoir et terrain de sport. On considère comme étant sous pression de l'artificialisation une zone de 50 m autour des contours de chaque bâtiment.

- la tâche "voie de communication": pour transformer ces couches d'information linéaire en emprise au sol, une largeur est attribuée à chaque type de réseau de transport, le champ LARGEUR de la chaussée de la BD Topo n'étant pas utilisable (certaines largeurs ne sont pas renseignées, ou sont aberrantes), les valeurs suivantes ont été utilisées :

- Autoroute :  $11 \text{ m} * 3 = 33 \text{ m}$
- Quasi-autoroute :  $8.5 * 3 = 26 \text{ m}$  (arrondi)
- Route à 2 chaussées :  $5 * 3 = 15 \text{ m}$
- Route à 1 chaussée :  $4 * 2 = 8 \text{ m}$

Pour les voies ferrées un tronçon est décrit dans la table attributaire en largeur (champ LARGEUR avec 3 modalités : Normale, Etroite, Large) et en nombre de voies (champ

NB\_VOIES). En France, la largeur usuelle d'une voie normale est de 1,4 m entre les bords intérieurs des rails ; elle est inférieure à 1 mètre (souvent 0,6m, valeur retenue) pour une voie étroite et de 1,6m pour les voies larges (plus rare). Pour modéliser une emprise en mètres : Nb\_Voies x largeur x 3

Remarques :

- pour les NB\_VOIES = 0 , on affecte NB\_VOIES = 1 ;
- le coefficient 3 simule une emprise plus large du ballast.

L'ensemble des zones tampons (buffer) en fonction du champ «emprise » est fusionnée pour créer la tache réseau de transport.

Les valeurs sont calculées par croisement d'information géographique. Les couches espace artificialisée et espace urbain sont intersectées avec l'emprise de l'aire d'influence. Les résultats calculés en surface sont exprimés en proportion de la surface de l'aire d'influence. Le système de notation suivant peut-être proposé:

	Score
Pression d'artificialisation inférieur ou égale à 35%	0,25
Pression d'artificialisation comprise entre 36% et 50%	0,50
Pression d'artificialisation comprise entre 51% et 75%	0,75
Pression d'artificialisation supérieure à 75%	1

#### *Pression des autres usages pour les aires d'influences*

Comme précédemment, ce critère repose sur le type et le nombre d'activités interférentes pouvant avoir un impact sur l'aire d'influence. le système de notation suivant, correspondant à la synthèse des pressions des activités perturbantes, peut être proposé:

	Score
Aucune activité interférente n'est présente	0,25
Au moins une activité interférente avec impact potentiel	0,50
Plusieurs activités interférentes avec impact potentiel modéré	0,75
Plusieurs activités interférentes avec impact réel ou potentiel élevé	1

## Vulnérabilité de la cavité ou de l'aire d'influence

La vulnérabilité représente "la propension d'un système à être endommagé, en première analyse de par son exposition à un événement. Cependant, des liaisons multiples et variées sont susceptibles d'affecter cette vulnérabilité obligeant, au-delà des conditions d'exposition, à prendre en compte la sensibilité du système considéré et sa résilience"<sup>22</sup>.

Selon F. Hobléa<sup>23</sup>, la vulnérabilité peut-être subdivisée en deux catégories:

- vulnérabilité intrinsèque, dépendante des paramètres d'état du système auquel l'objet appartient;
- vulnérabilité spécifique, dépendante des interactions entre les activités humaines et les conditions aux limites du système.

Il fournit l'exemple suivant exemple pour la vulnérabilité de la ressource en eau karstique :

- facteur de vulnérabilité intrinsèque: épikarst largement ouvert et dénudé ;
- vulnérabilité spécifique: vulnérabilité aux pollutions chimiques, ou biologiques, ou aux types d'activités pratiquées sur l'impluvium (agriculture, élevage, extractions, tourisme et loisirs, etc.).

Dans notre cas, le niveau de vulnérabilité de la cavité et de l'aire d'influence sera obtenu par le croisement du niveau de patrimonialité avec le niveau de "risque de dégradation/perturbation" décrits précédemment. Il est proposé que la vulnérabilité soit évaluée de la façon suivante:

**Vulnérabilité cavité** = (note de patrimonialité) x (note de niveau de risque dégradation/perturbation) / 9 (note maximale de patrimonialité)

**Vulnérabilité aire d'influence** = (note de patrimonialité) x (note de niveau de risque dégradation/perturbation) / 5 (note maximale de patrimonialité).

**Vulnérabilité de la cavité dans son aire d'influence:** vulnérabilité cavité + vulnérabilité aire d'influence / 2

Score	0 < x < 0,20	0,20 < x < 0,40	0,40 < x < 0,60	0,60 < x < 0,80	0,80 < x < 1
Valeur Globale	Très faible	Faible	Moyenne	Elevée	Très élevée

<sup>22</sup> H. Décamps, CNRS

<sup>23</sup> Université de Savoie, laboratoire EDYTHEM

	<b>Cavité 1</b>	<b>Aire d'influence 1</b>
Niveau de protection	0,25	0,50
Impact de l'occupation du sol	NC	0,50
Pression des activités agricoles	NC	0,75
Pression d'artificialisation	NC	1
Pression de la fréquentation (cavité)	0,50	NC
Pression des autres usages	0,75	1
<b>Niveau de risque de dégradation/perturbation (NR)</b>	<b>0,5</b>	<b>0,75</b>

<b>Niveau de patrimonialité (note) (NP)</b>	<b>8/9</b>	<b>1/5</b>
<b>Niveau de vulnérabilité cavité ((NRxNP)/9)</b>	<b>0,44</b>	<b>NC</b>
<b>Niveau de vulnérabilité aire influence ((NRxNP)/5)</b>	<b>NC</b>	<b>0,15</b>
<b>Niveau de vulnérabilité de la cavité dans son aire d'influence</b>	<b>0,29</b>	

Tableau n°5: Exemple d'évaluation de la vulnérabilité (NC = non concerné)

# Test de la méthodologie proposée

---

## Collecte des données et visualisation cartographique (SIG)

La collecte de données s'est appuyée dans un premier temps sur la base de données cavités du Comité Départemental de Spéléologie de l'Ardèche (CDS07). Cette base de données est renseignée de longue date par les spéléologues locaux lors de l'exploration des cavités. Elle contient des informations descriptives générales – telles que le nom de la cavité, sa localisation, la commune, le réseau spéléologique, la description de la cavité, une topographie éventuelle... - et les caractéristiques géologiques, biospéléologiques, hydrologiques et archéologiques.

Cette première collecte a ensuite été complétée par des données récoltées auprès des différents partenaires: Agence régionale de la santé pour les captages d'eau, Direction départemental des territoires de l'Ardèche pour l'occupation du sol, LPO pour l'intérêt chiroptérologique, DRAC pour l'intérêt archéologique, CDS07 pour des compléments d'informations sur les cavités.... A noter, que certaines de ces données, dites sensibles, ont fait l'objet d'une mise à disposition après signature d'une convention de confidentialité comme pour l'archéologie ou les captages d'eau potable.

L'ensemble de ces données a été regroupé dans un tableur excel. Concernant les données géolocalisées (parcellaire, géologie, zonages réglementaires, activités interférentes,...), elles ont été intégrées à un système d'information géographique (Qgis).

*NB: Les sources des différentes données utilisées sont présentées en annexe 7.*

## Résultats de la description des cavités

Les cavités étudiées sont cartographiées par le positionnement de l'entrée "principale" en surface et leur numéro sur le système d'informations géographiques (cf. carte n°8). En effet, compte tenu des engagements pris avec le CDS07, la LPO07, l'ARS et la DRAC, le nom et le positionnement géographique précis des cavités restent confidentiels. Il est néanmoins indispensable de noter que les cavités ne représentent que les parties accessibles par l'homme des systèmes karstiques qui peuvent présenter des développements importants à l'échelle d'un massif par exemple. Pour certaines cavités, le développement topographique a été géoréférencé, ce qui permet de visualiser le développement réel du réseau spéléologique.

Sur les **45 cavités étudiées**, on constate un niveau de description plutôt faible, non exhaustif et non homogène d'une cavité à l'autre (cf. annexe n°8). Le tableau suivant met en évidence le bilan global des connaissances, qui s'appuie sur la somme des bilans de connaissances pour chaque classe de critères (hydrogéologie, biospéléologie, ...) avec une notation maximale de 21 (7 classes de critères avec note maximale de 3 pour une bonne connaissance).

Carte 8 : Positionnement des 45 cavités étudiées

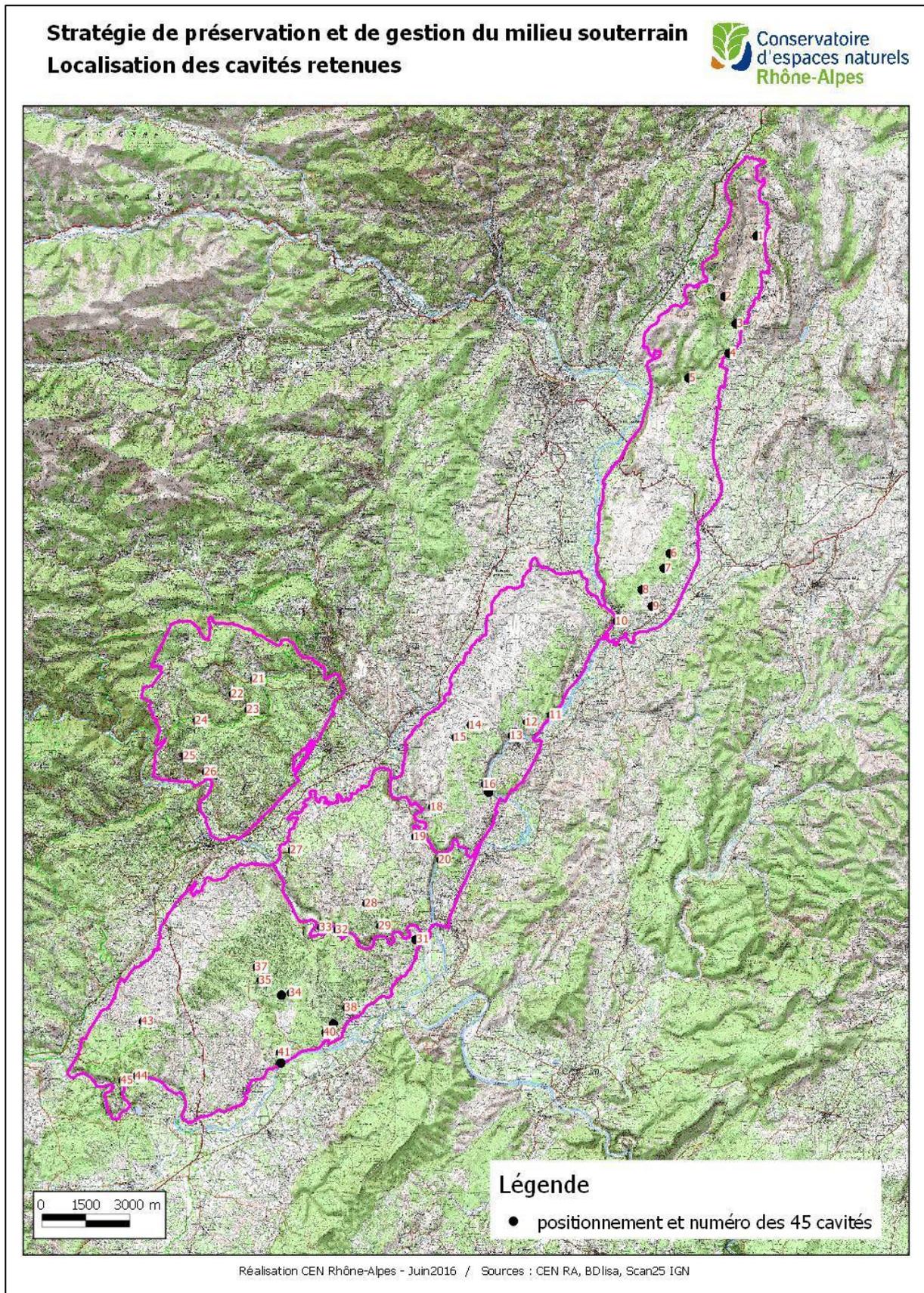


Tableau n°6: Niveau de connaissance globale des cavités

Note bilan global des connaissances	Nombre de cavités concernées
8/21	17
10/21	22
11/21	4
12/21	2

On constate que ce niveau global de connaissance reste faible et parfois à peine au dessus de la moyenne de la note maximale. On note également pour certains critères l'absence notable de données renseignées (climatologie par exemple) (cf. tableau page suivante).

Tableau n°7: Niveau de connaissance par classe de critère

	Niveau de connaissance
<b>Statut cavité</b>	100%
<b>Description géologique et géomorphologique</b>	33%
<b>Description hydrogéologique</b>	58%
<b>Description climatologique et énergétique</b>	0%
<b>Biospéologie</b>	33%
<b>Archéologie</b>	38%
<b>Usages</b>	67%

*Nb: le pourcentage est calculé à partir de la somme des notes des bilans des connaissances par critères par rapport à la note maximale possible, calculée sur la base suivante:*

$$45 \text{ cavités} * 3 \text{ (niveau de connaissance maximale)} = 135$$

Comme déjà exposé précédemment, ce constat constitue une réelle limite à la poursuite de la démarche devant aboutir à l'évaluation puis la hiérarchisation de l'ensemble des cavités étudiées.

Tableau n°8: Bilan du nombre de cavités renseignées par critère descriptif

Nombre totale de cavités	Description générale												
	Commune	num_parcelle (com_abs+section+numero)	parcelle privée/publique	Réseau karstique		Spéléométrie					Secteur-massif	Lieu-dit	
				Réseau	Raccordement réseau	Profondeur -	Profondeur +	Developpement (m)	Topo disponible	Accessibilité			
45	45	45	44	21	14	38	7	43	45	45	34	30	
Statut cavité							Description géologique et géomorphologique						
Protection	Raison protection	PDESI	classement/inscription site	inventaire géologie	zonages contractuels eau	Inventaire/zonages contractuels/réglementaire nature	Géologie	caractéristique cavité	morphologie réseau	situation dans le karst	karstologie		
45	11	45	45	45	45	35	43	0	0	0	26		
Description hydrogéologique						Description climatologique et énergétique							
entité hydrogéologique/masse d'eau			Fonctionnement hydrogéologique			Niveau énergétique	Climatologie				aérologie		
Nom	Code	Masse d'eau souterraine	traçage	Origine écoulements	hydrologie		T	CO2	Autres gaz	Pression			
45	45	45	10	0	30	0	0	0	0	0	13		
Biospéléologie													
biospéléo (cds07)	Données de Balazuc	Chiroptères (LPO07)	Coléoptères	Aranéides	Isopodes	Amphipodes	Diplopodes	Diptères	Acariens	Gastéropodes	Collemboles	Chilopodes	Chern. Pseudoscorpions
8	15	18	12	10	9	7	3	2	3	1	1	1	3
Description archéologique	Usages souterrains												
Liste vestiges (CDS07, DRAC)	Pratique spéléo loisirs	Grotte touristique	Carrière mine	AEP	Autres captages	Décharge	Exploitation éco	fréquentation					
23	20	45	45	45	45	45	45	13					

## Résultats de l'évaluation des cavités

### Valeur patrimoniale

Compte tenu du manque de connaissances relatives à la description des cavités, l'évaluation globale de la patrimonialité n'a pas pu être calculée selon les 9 critères. Seuls 5 critères sur 9 ont pu être évalués, soit une note globale sur 5 au lieu de 9, ce qui constitue une analyse partielle:

#### Evaluation patrimoniale "adaptée" des cavités

Valeur globale	
Valeur hydrogéologique	
Valeur biologique - chiroptère	
Valeur archéologique/paléontologique	
Valeur d'usage spéléologique	
Valeur autres usages	
<b>Somme des valeur</b>	<b>/5</b>

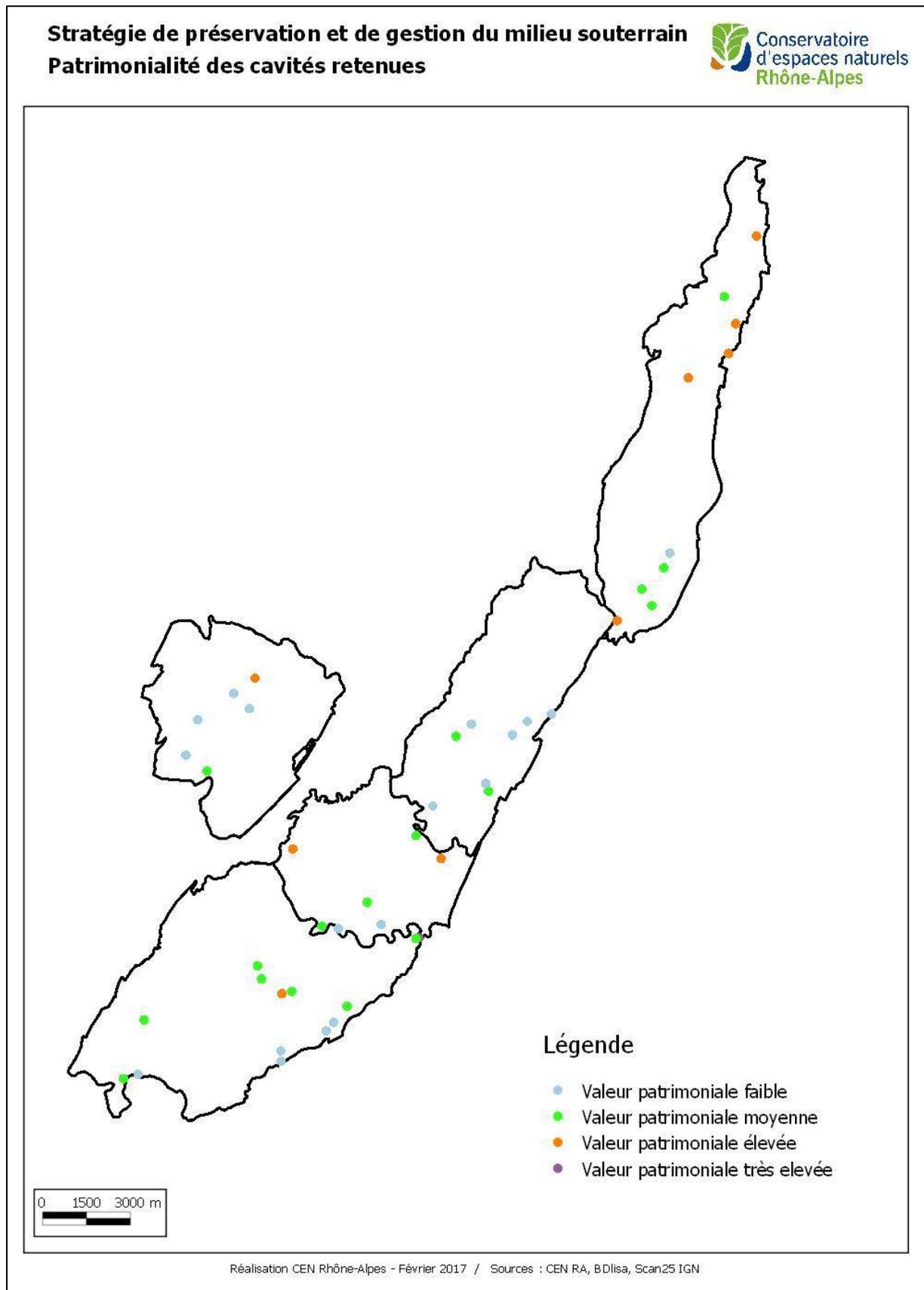
On constate qu'une majorité de cavité présente un intérêt patrimonial faible (18) à moyen (17). 9 cavités présentent un intérêt élevée et seul 1 cavité présente un intérêt très élevé (cf. tableau 9 et carte 9).

Score	$0 < x < 1$	$1 < x < 2$	$2 < x < 3$	$3 < x < 4$	$4 < x < 5$
Valeur	Très faible	Faible	Moyenne	Elevée	Très élevée
Nb cavités	0	18	17	9	1

Tableau 9: Niveau de patrimonialité des 45 cavités étudiées

NUM	Valeur hydrogéologique	Valeur biologique chiro	Valeur archéologique	Valeur d'usage spéléo	Valeur autres usages	Valeur patrimoniale globale (note sur 5)
14	0	0,25	0,75	0	0	1
16	0	0,25	0,75	0	0	1
23	0,5	0,25	0,25	0	0	1
32	0,25	0,25	0,25	0	0,25	1
41	0	0,25	0,25	0,5	0	1
6	0,25	0,25	0,25	0,5	0	1,25
13	0	0,25	1	0	0	1,25
24	0	0,25	0,25	0,75	0	1,25
12	0	0,25	0,75	0,5	0	1,5
18	0,25	0,25	0,25	0,75	0	1,5
39	0	0,25	1	0,25	0	1,5
40	0	0,25	0,75	0,25	0,25	1,5
44	0	0,5	1	0	0	1,5
11	0,25	0,25	0,25	0,5	0,5	1,75
22	0	0,25	0,25	0,5	0,75	1,75
25	0,5	0,25	0,25	0,75	0	1,75
29	0,75	0,25	0,25	0,25	0,25	1,75
42	0	1	0,75	0	0	1,75
7	0	0,75	0,75	0,5	0	2
19	0,5	0,25	0,25	0,75	0,25	2
26	1	0,25	0,25	0	0,5	2
28	0	0,75	0,75	0,5	0	2
33	0	1	0,25	0,75	0	2
37	1	0,25	0,25	0,25	0,25	2
9	0,5	0,25	0,75	0,75	0	2,25
15	0,5	0,25	0,25	0,5	0,75	2,25
30	0,25	0,25	1	0,75	0	2,25
34	1	0,25	0,75	0,25	0	2,25
35	1	0,25	0,25	0,5	0,25	2,25
38	1	0,25	0,25	0,5	0,25	2,25
45	0	0,75	0,75	0,75	0	2,25
8	0	1	0,75	0,75	0	2,5
17	0,25	0,75	0,75	0,75	0	2,5
43	0,5	0,75	0,25	0,75	0,25	2,5
2	1	0,75	0,25	0,75	0	2,75
4	1	0,25	1	0,75	0	3
10	0,75	1	0,25	0,5	0,5	3
20	0,5	0,75	1	0,75	0	3
21	0,5	0,25	0,25	1	1	3
3	1	0,75	1	0,5	0	3,25
36	1	0,75	0,75	0,5	0,25	3,25
1	1	1	0,25	1	0,25	3,5
5	1	1	0,75	0,25	0,5	3,5
27	0,5	0,75	0,75	0,75	1	3,75
31	0,25	0,75	1	1	1	4
	<b>Score</b>	0 < x < 1	1 < x < 2	2 < x < 3	3 < x < 4	4 < x < 5
	<b>Valeur</b>	Très faible	Faible	Moyenne	Elevée	Très élevée

Carte 9 : Classement des cavités selon le niveau de patrimonialité



## Valeur du risque de perturbation/dégradation

Sur les 45 cavités étudiées, la valeur du risque de perturbation/dégradation (cf. tableau page suivante) est répartie comme tel:

Score	0,25	0,25 < x < 0,45	0,45 < x < 0,65	0,65 < x < 0,85	0,85 < x < 1
Valeur	Très faible	Faible	Moyenne	Elevée	Très élevée
Nb cavités	0	9	30	6	0

On constate que la majeure partie des cavités présente un niveau de risque de perturbation/dégradation moyen. Seules 6 cavités présentent un niveau de risque de perturbation/dégradation élevé (cf. tableau 10 et carte 10).

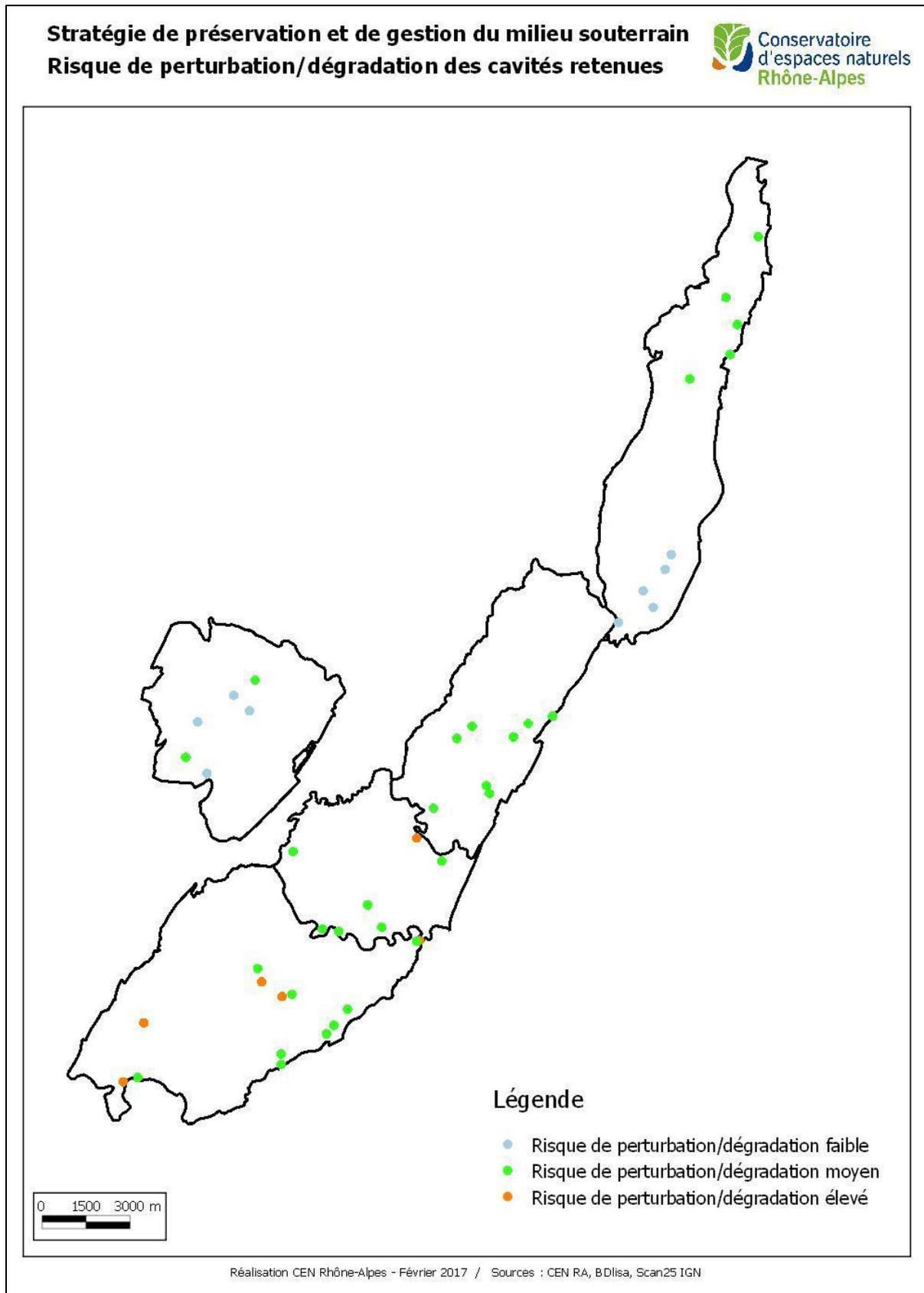
*NB: Rappel du calcul:*

**Evaluation risque cavité** = (Niveau de protection + Pression potentielle de la fréquentation + Pression des autres usages) / 3

Tableau 10: Niveau de risque de perturbation/dégradation des 45 cavités étudiées

NUM	Niveau de protection	Pression de la fréquentation	Pression des autres usages	Niveau de risque	
7	0,25	0,5	0,25	0,33	
26	0,25	0,5	0,25	0,33	
6	0,25	0,75	0,25	0,42	
8	0,25	0,75	0,25	0,42	
9	0,25	0,75	0,25	0,42	
10	0,5	0,5	0,25	0,42	
22	0,5	0,5	0,25	0,42	
23	0,5	0,5	0,25	0,42	
24	0,25	0,75	0,25	0,42	
1	0,25	1	0,25	0,50	
2	0,5	0,75	0,25	0,50	
3	1	0,25	0,25	0,50	
4	1	0,25	0,25	0,50	
5	0,75	0,5	0,25	0,50	
11	0,5	0,75	0,25	0,50	
14	0,75	0,5	0,25	0,50	
16	0,75	0,5	0,25	0,50	
18	1	0,25	0,25	0,50	
25	1	0,25	0,25	0,50	
27	0,5	0,75	0,25	0,50	
28	0,75	0,5	0,25	0,50	
29	1	0,25	0,25	0,50	
30	1	0,25	0,25	0,50	
32	0,75	0,5	0,25	0,50	
33	0,5	0,75	0,25	0,50	
34	0,75	0,5	0,25	0,50	
37	0,75	0,5	0,25	0,50	
38	0,75	0,5	0,25	0,50	
39	1	0,25	0,25	0,50	
40	1	0,25	0,25	0,50	
41	0,75	0,5	0,25	0,50	
42	0,75	0,5	0,25	0,50	
44	1	0,25	0,25	0,50	
12	1	0,5	0,25	0,58	
13	1	0,5	0,25	0,58	
15	0,75	0,75	0,25	0,58	
17	0,75	0,75	0,25	0,58	
20	0,75	0,75	0,25	0,58	
21	0,5	1	0,25	0,58	
19	0,75	1	0,25	0,67	
31	0,75	1	0,25	0,67	
35	0,75	1	0,25	0,67	
36	0,75	1	0,25	0,67	
43	0,75	1	0,25	0,67	
45	0,75	1	0,25	0,67	
<b>Score</b>	0,25	0,25 < x < 0,45	0,45 < x < 0,65	0,65 < x < 0,85	0,85 < x < 1
<b>Valeur</b>	Très faible	Faible	Moyenne	Elevée	Très élevée

Carte 10 : Classement des cavités selon le niveau de risque de perturbation/dégradation



## Niveau de vulnérabilité

Compte tenu de l'évaluation partielle de la valeur patrimoniale (5 critères renseignés sur 9), le calcul de la vulnérabilité a été adapté:

**Vulnérabilité cavité** = (note de patrimonialité) x (note de niveau de risque dégradation/perturbation) / 5 (note maximale de patrimonialité)

On constate que la majeure partie des cavités présente un niveau de vulnérabilité faible à très faible. Seules 2 cavités présentent un niveau de vulnérabilité moyen (cf. tableau 11 et carte 11).

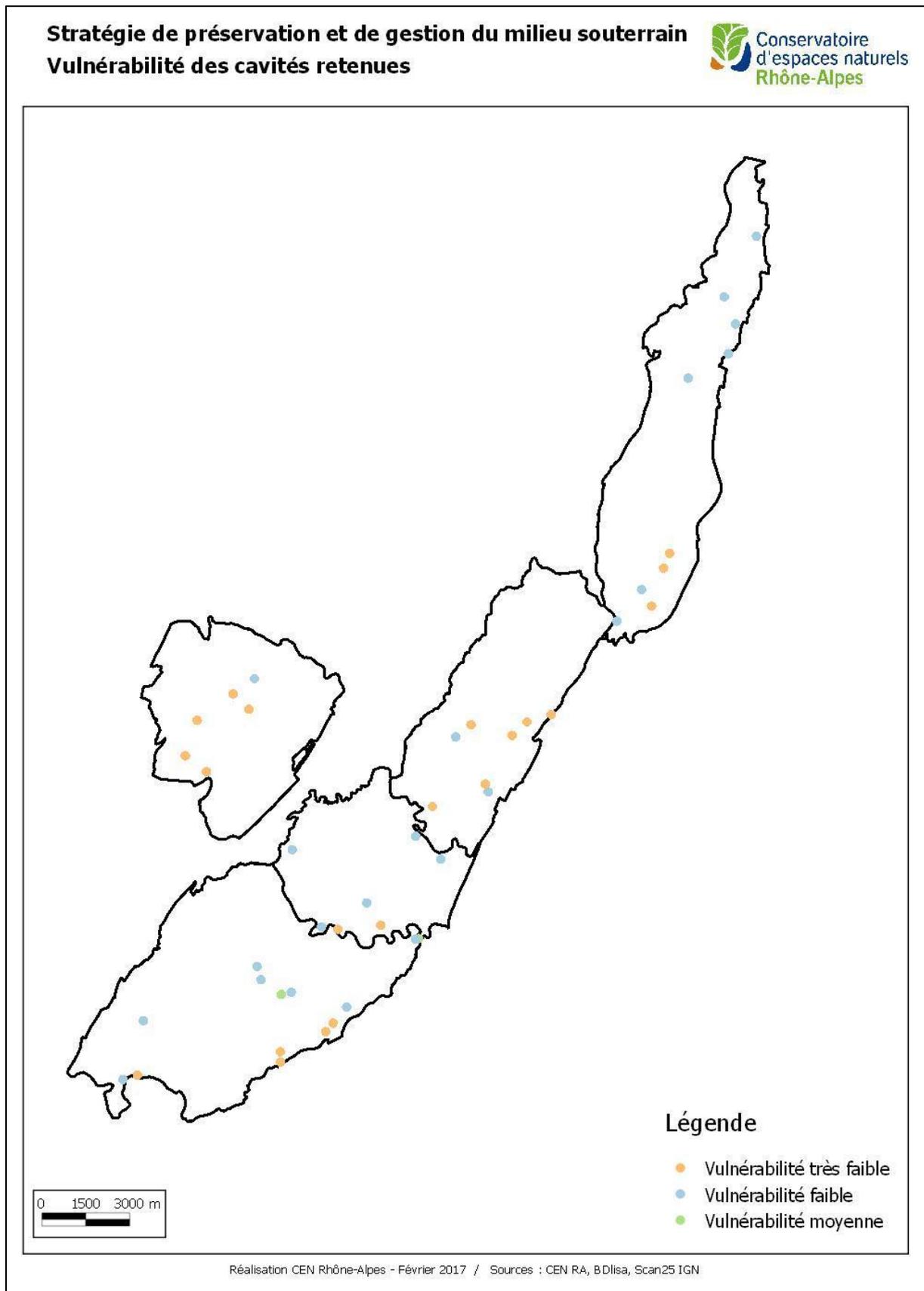
Score	0 < x < 0,20	0,20 < x < 0,40	0,40 < x < 0,60	0,60 < x < 0,80	0,80 < x < 1
Valeur	Très faible	Faible	Moyenne	Elevée	Très élevée
Nb cavités	21	22	2	0	0

Tableau 11: Niveau de vulnérabilité des 45 cavités étudiées

NUM	Valeur patrimoniale globale (note sur 5)	Niveau de risque de perturbation/dégradation	Vulnérabilité
23	1	0,42	0,08
14	1	0,50	0,10
16	1	0,50	0,10
32	1	0,50	0,10
41	1	0,50	0,10
6	1,25	0,42	0,10
24	1,25	0,42	0,10
7	2	0,33	0,13
26	2	0,33	0,13
13	1,25	0,58	0,15
22	1,75	0,42	0,15
18	1,5	0,50	0,15
39	1,5	0,50	0,15
40	1,5	0,50	0,15
44	1,5	0,50	0,15
11	1,75	0,50	0,18
12	1,5	0,58	0,18
25	1,75	0,50	0,18
29	1,75	0,50	0,18
42	1,75	0,50	0,18
9	2,25	0,42	0,19
28	2	0,50	0,20
33	2	0,50	0,20
37	2	0,50	0,20
8	2,5	0,42	0,21
30	2,25	0,50	0,23
34	2,25	0,50	0,23
38	2,25	0,50	0,23
10	3	0,42	0,25
15	2,25	0,58	0,26
19	2	0,67	0,27
2	2,75	0,50	0,28
17	2,5	0,58	0,29
45	2,25	0,67	0,30
4	3	0,50	0,30
35	2,25	0,67	0,30
3	3,25	0,50	0,33
43	2,5	0,67	0,33
1	3,5	0,50	0,35
5	3,5	0,50	0,35
20	3	0,58	0,35
21	3	0,58	0,35
27	3,75	0,50	0,38
36	3,25	0,67	0,43
31	4	0,67	0,53

Score	0 < x < 0,20	0,20 < x < 0,40	0,40 < x < 0,60	0,60 < x < 0,80	0,80 < x < 1
Valeur	Très faible	Faible	Moyenne	Elevée	Très élevée

Carte 11 : Classement des cavités selon le niveau de vulnérabilité



## Résultats de la description des aires d'influences

Pour rappel, les **aires d'influences** ont été délimitées en prenant en compte le bassin versant topographique délimité à l'aide du SIG, puis dans certains cas en intégrant les données de traçage disponibles (secteur Nord Vogüé).

Ces aires d'influences couvrent une superficie totale de 16 624 ha:

- Aire d'influence de la Combe Rajeau: 251 ha (bassin versant topographique),
- Aire d'influence de l'Abime Valérie: 451 ha (bassin versant topographique),
- Aire d'influence de la Baume de Chabanne: 1 600 ha (bassin versant topographique et données de traçage),
- Aire d'influence de l'Event du Pontet: 13 179 ha (bassin versant topographique et données de traçage),
- Aire d'influence de la Baume du Pécher: 841 ha (bassin versant topographique uniquement)
- Aire d'influence du Trou qui bouffe: 302 ha (bassin versant topographique uniquement).

L'aire d'influence de l'événement nord du Pontet couvre une importante surface étant donné qu'il regroupe le bassin versant topographique de l'Auzon et de la Claduègne. En effet, les traçages réalisés en 2016 ont mis en évidence la présence de perte dans le lit même de l'Auzon en lien avec cette résurgence en période d'étiage. A noter également que les traçages ont mis en évidence que le réseau actif de la Combe Rajeau était en lien avec la résurgence de Chabanne.

L'analyse descriptive des différents critères a été réalisée à partir du système d'information géographique et des différentes données collectées (cf. annexe n°9).

Sur les **6 aires d'influences étudiées**, on constate un niveau de description plutôt élevé mais restant non exhaustif, notamment pour l'événement du Pontet (absence de données). Le tableau suivant met en évidence le bilan global des connaissances, qui s'appuie sur la somme des bilans de connaissances pour chaque classe de critères (hydrogéologie, biospéléologie, ...) avec une notation maximale de 15 (5 classes de critères avec note maximale de 3 pour une bonne connaissance).

Note bilan global des connaissances	Nombre d'aires d'influences concernées
10/15	3
12/15	1
15/15	2

Tableau 12: Niveau de connaissance globale des aires d'influences

On note également pour certains critères, hydrogéologie notamment, l'absence de données descriptives, et notamment celles relatives aux traçages. Concernant les critères géologie et activités interférentes, la description n'est pas exhaustive étant donné que le bassin versant hydrogéologique de l'Event du Pontet n'a pu être renseigné à 100% du fait de l'absence de données (données non récupérées sur une partie du bassin versant hydrographique) (cf. tableau page suivante).

Tableau 13: Niveau de connaissance par classe de critère

	Niveau de connaissance
Statut aire d'influence	100%
Description géologique	95%
Description hydrographique	100%
Description hydrogéologique	78%
Activités interférentes	95%

*Nb: le pourcentage est calculé à partir de la somme des notes des bilans des connaissances par critères par rapport à la note maximale possible, calculée sur la base suivante:*

$$6 \text{ aires d'influences} * 3 \text{ (niveau de connaissance maximale)} = 18$$

### **L'Indice de développement et de persistance des réseaux (IDPR)**

Pour chaque aire d'influence, une cartographie a été réalisée afin de représenter l'aptitude des formations du sous-sol à laisser ruisseler ou s'infiltrer les eaux de surface à partir de l'IDPR (cf. annexe n°10). Globalement, les aires d'influences présentent des sous-sols permettant un ruissellement superficiel majoritaire ou équivalent à l'infiltration. Toutefois, deux secteurs de l'aire d'influence de l'évent du pontet (situés dans la partie aval du bassin versant hydrogéologique) et l'aire d'influence de la Baume du Pécher dans sa grande majorité, présentent des sous-sols permettant une infiltration majoritaire par rapport au ruissellement superficiel.

### **Occupation du sol**

L'analyse de l'occupation du sol a été réalisée à partir de deux sources de données suivantes : Corine Land Cover (2012) et la base de données occupation du sol de la DDT07 (OCS DDT07). Nous constatons des différences notables et notamment que la base de données Corine Land Cover prend moins en compte l'urbanisation (cf. carte page suivante).

Globalement, l'occupation du sol des aires d'influences est essentiellement concernées par des zones naturelles. Seule, l'aire d'influence de l'évent du Pontet comprend des bourgs centres urbanisés et une zone d'activité (cf. tableau ci-dessous et graphiques page suivante).

<b>Corine Land Cover (surface ha)</b>	<b>Zone urbanisée</b>	<b>Zone agricole</b>	<b>Zone naturelle</b>
Aire d'influence Combe rajeau	0	82	169
Aire influence Abime Valérie	0	31	420
Aire d'influence Combe chabanne	0	344	1256
Aire d'influence Event nord du Pontet	195	6144	6837
Aire d'influence Baume du Pecher	0	0	841
Aire d'influence Trou qui bouffe	0	84	218
<b>Occupation Sol DDT07 (surface ha)</b>	<b>Zone urbanisée</b>	<b>Zone agricole</b>	<b>Zone naturelle</b>
Aire d'influence Combe rajeau	2	85	164
Aire influence Abime Valérie	1,6	11	438,4
Aire d'influence Combe chabanne	34	299	1267
Aire d'influence Event nord du Pontet	660	4986	7533
Aire d'influence Baume du Pecher	9,5	27	804,5
Aire d'influence Trou qui bouffe	11	10	281

Tableau 14 : Occupation du sol des aires d'influences (surface en ha)

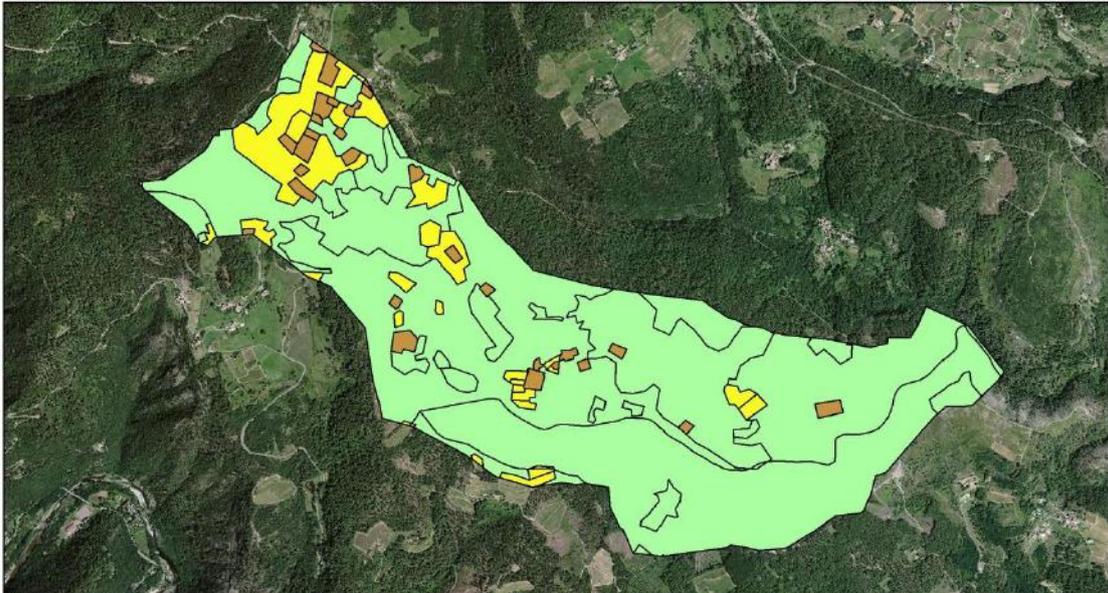
Carte 12 : Occupation du sol - Exemple du Trou qui bouffe

Stratégie de préservation et de gestion du milieu souterrain

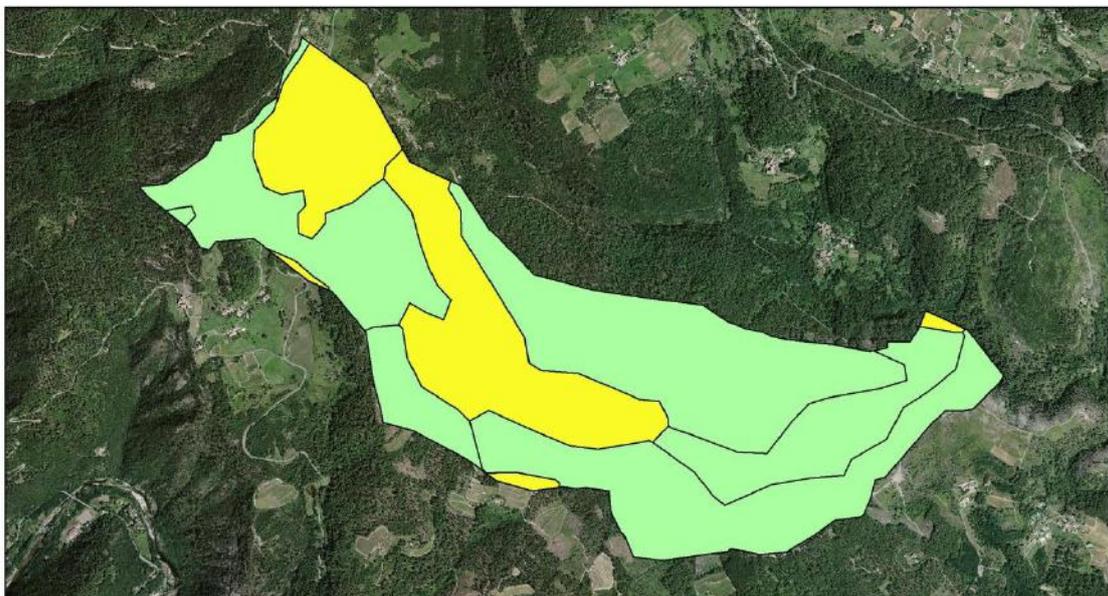
Occupation du sol Trou qui bouffe



Base de données Occupation Sol DDT07



Base de données Corine Land Cover 2012



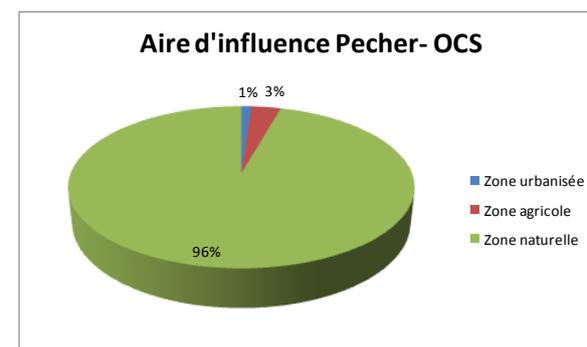
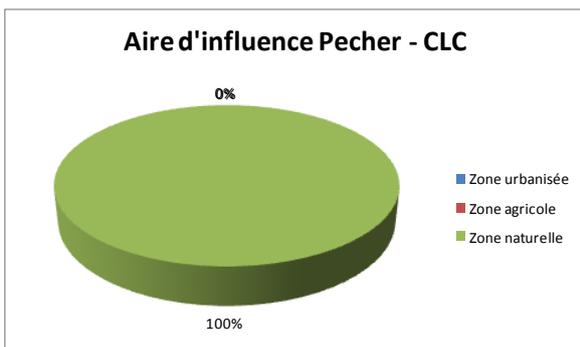
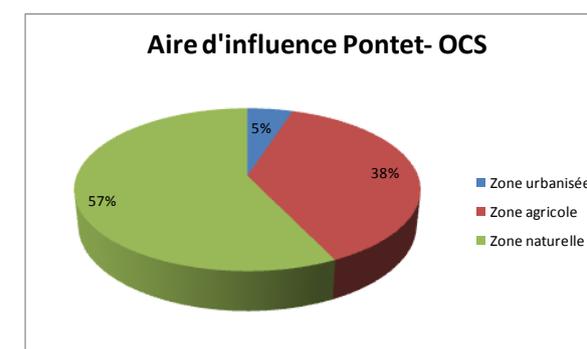
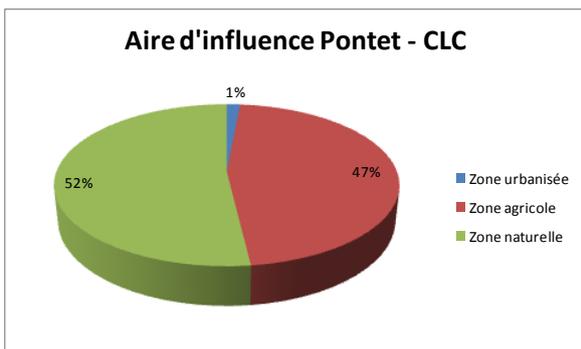
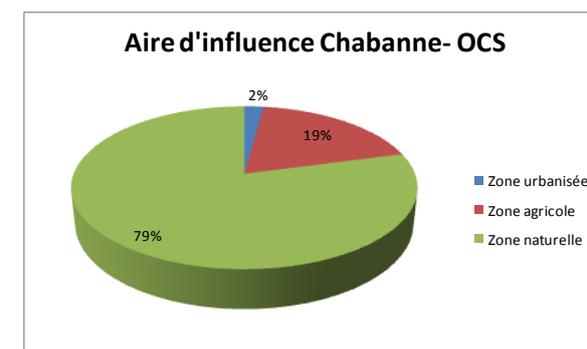
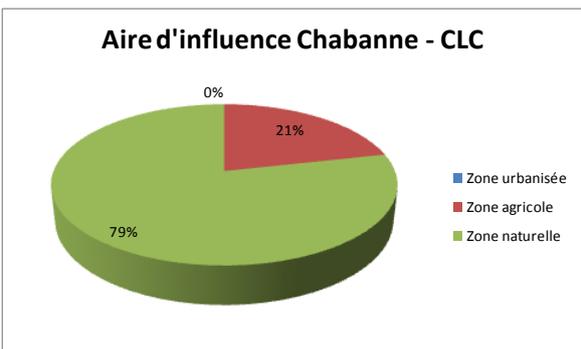
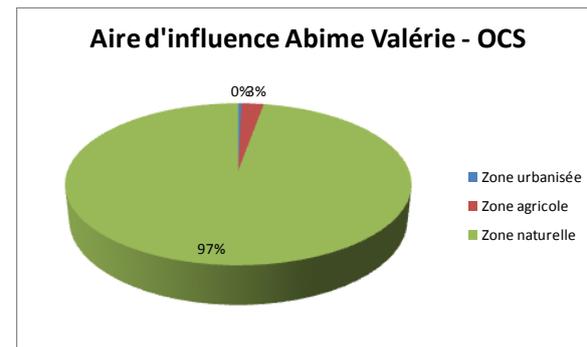
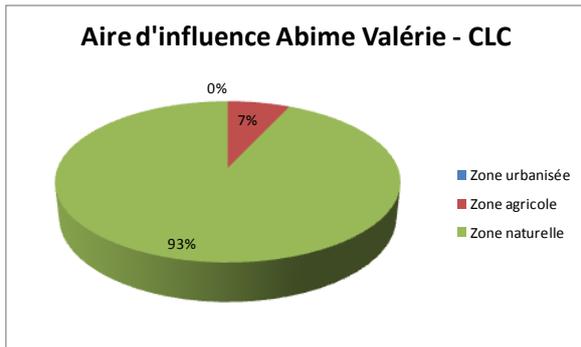
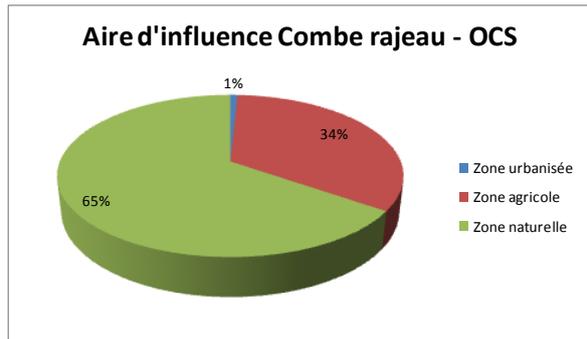
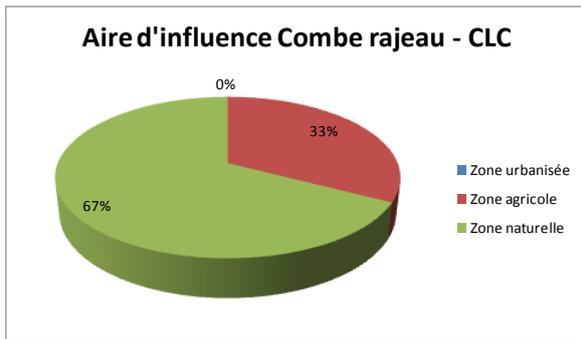
0 250 500

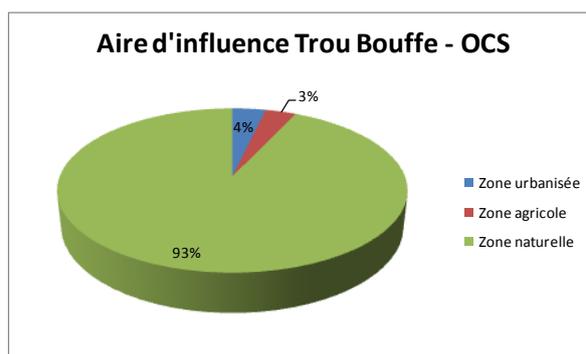
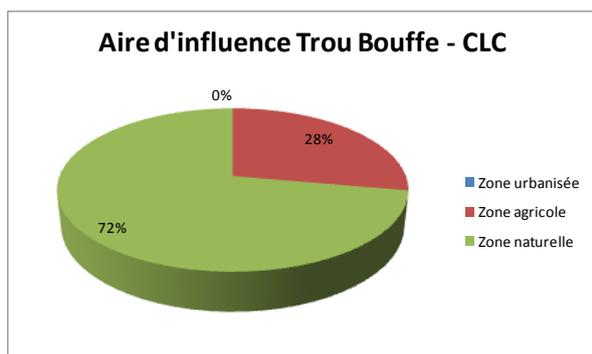
Légende :

Catégorie d'occupation du sol

-  Zone urbanisée
-  Zone agricole
-  Zone naturelle

Réalisation CEN Rhône-Alpes Janvier 2017 / Sources : Corine Land Cover 2012, BD OCS DDT07





Graphiques de répartition surfacique des différentes catégories d'occupation du sol

## Résultats de l'évaluation des aires d'influences

### Valeur patrimoniale

Comme pour les cavités, le manque de connaissances relatives à la description des aires d'influences n'a pas permis de réaliser l'évaluation globale de la patrimonialité. Seuls 3 critères sur 5 ont pu être évalués:

#### Evaluation patrimoniale "adaptée" des aires d'influences

Valeur globale	
Valeur géologique	
Valeur biologique et paysagère	
Valeur hydrogéologique	
<b>Somme des valeur /3</b>	

En l'état avec la prise en compte de seulement 3 critères sur 5, on constate que la valeur patrimoniale des aires d'influence reste relativement faible (cf. tableau ci-dessous).

Nom	Valeur géologique	Valeur biologique et paysagère	Valeur hydrogéologique	Valeur patrimoniale globale (note sur 3)
Aire d'influence Combe rajeau	0	0	1	1
Aire influence Abime Valérie	0	0	1	1
Aire d'influence Combe chabanne	0	0,25	1	1,25
Aire d'influence Event nord du Pont	0,5	0,5	1	2
Aire d'influence Baume du Pecher	0	0,25	0	0,25
Aire d'influence Trou qui bouffe	0	0	1	1

Tableau 15 : Evaluation patrimoniale des aires d'influences

Score	0 < x < 1	1 < x < 2	2 < x < 3	3 < x < 4	4 < x < 5
Valeur	Très faible	Faible	Moyenne	Elevée	Très élevée
Nb Aire d'influence	1	4	1	0	0

## Valeur du risque de perturbation/dégradation

*NB: rappel du calcul: **Evaluation risque aire influence** = (Niveau de protection + Impact de l'occupation du sol + Pression des activités agricoles + Pression d'artificialisation + Pression des autres usages) / 5*

A noter que les indicateurs "niveau de protection", impact de l'occupation des sols" et "pression des autres usages" ont été évalué à partir des données descriptives présentées précédemment. Par contre, les indicateurs "pressions agricoles" et "artificialisation" ont fait l'objet d'une analyse par SIG comme cela a été présenté dans la méthodologie. Les résultats des calculs sont présentés dans les tableaux suivants.

Concernant l'indicateur des pressions d'activités agricoles, on constate que le groupe de cultures dites impactantes est très peu représenté (inférieur à 10%) dans les aires d'influences.

Tableau 16 : Résultats du calcul de l'indicateur des pressions d'activités agricoles

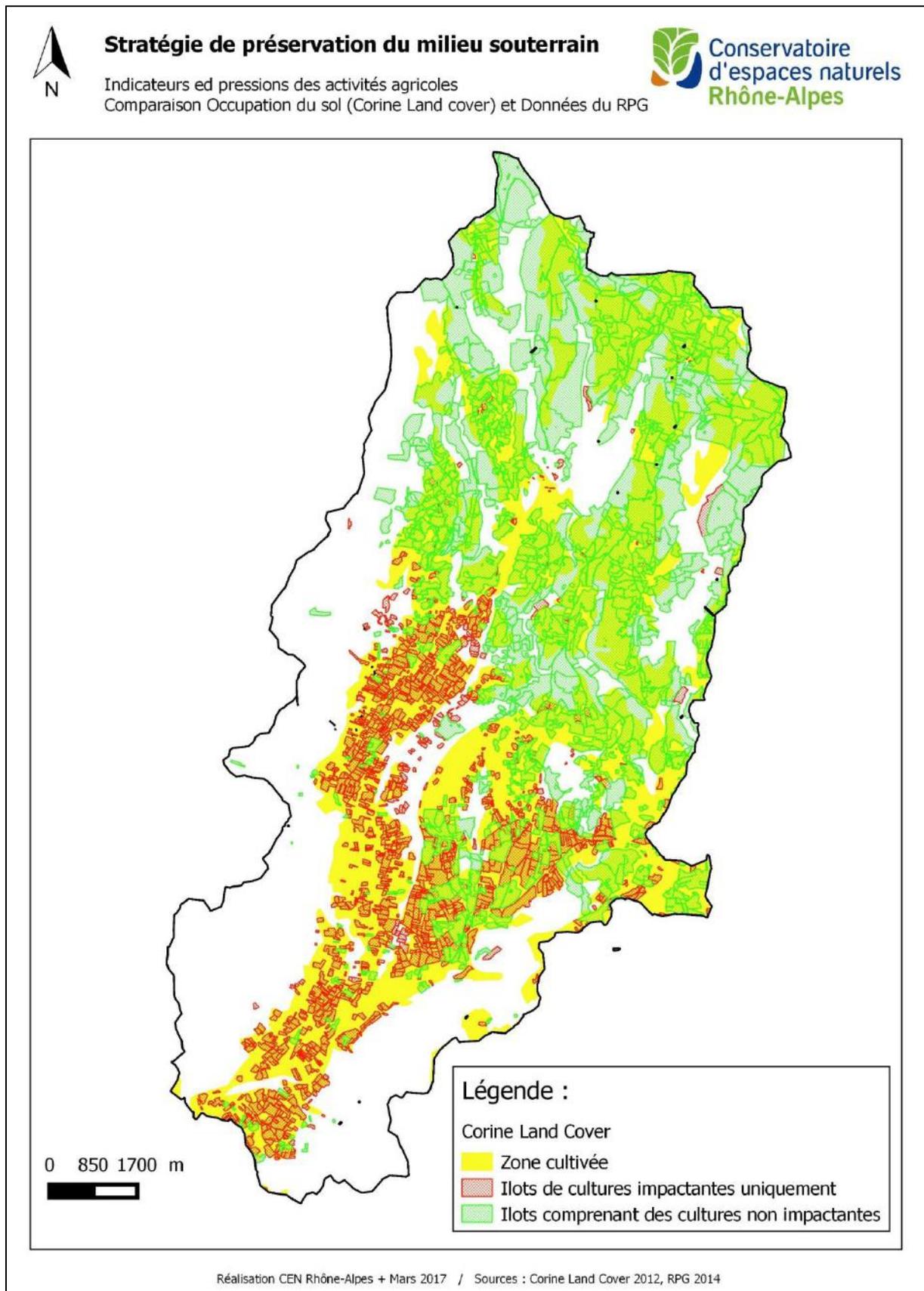
aire_influence	surf_site_ha	2014
		Pression agricole_%
chabanne	1603,17	1,78
pecher	841,21	0,26
pontet	13181,03	10,02
rajeau	251,15	2,53
troubouffe	302,26	0,99
valerie	451,96	0,27

Si on prend pour exemple l'aire d'influence de l'Event du Pontet, présentant la plus grande surface occupée par des activités agricoles (47% de la surface de l'aire d'influence selon Corine Land Cover et 38% selon la BD occupation des sols), on notera que le RPG (2014) compte seulement 5 723,7 ha soit 43% de la surface de l'aire d'influence.

La carte 13 (page suivante) met en évidence la répartition de ces ilots par rapport à l'occupation des sols (Corine Land Cover). A noter que certaines parcelles cultivées ne sont pas déclarées à la PAC. Cela concerne notamment des parcelles cultivées en vergers et en vignes (groupe de cultures considérées comme impactantes). A l'inverse, certaines parcelles déclarées à la PAC (prairies) correspondent à des secteurs en zones naturelles selon Corine Land Cover. Par ailleurs, certains ilots comprennent plusieurs groupes de culture, il est par conséquent impossible de différencier indépendamment les ilots avec cultures impactantes strictes.

Le calcul de cet indicateur présente donc un certain biais.

Carte 13 : Indicateurs de pressions des activités agricoles



Concernant l'indicateur de pression d'artificialisation, on constate que les surfaces urbanisées couvrent moins de 15% de la surface des aires d'influence. En s'appuyant également sur l'exemple de l'aire d'influence de l'Event du Pontet, on constate une augmentation de l'urbanisation entre 2012 et 2016 de 1,23%. La carte 14 page suivante met en évidence les secteurs artificialisés (tâche urbaine et infrastructures de circulation) en 2016.

Tableau 17 : Résultats du calcul de l'indicateur des pressions d'artificialisation

aire_influence	surf_site_ha	Artificialisation 2012	Artificialisation 2016	Evolution en 4 ans
		% Total	% Total	% Total
chabanne	1603,17	7,02	7,31	0,29
pecher	841,21	7,95	8,87	0,92
pontet	13181,03	13,28	14,51	1,23
rajeau	251,15	4,81	5,02	0,21
troubouffe	302,26	13,54	14,84	1,3
valerie	451,96	1,88	1,89	0,01

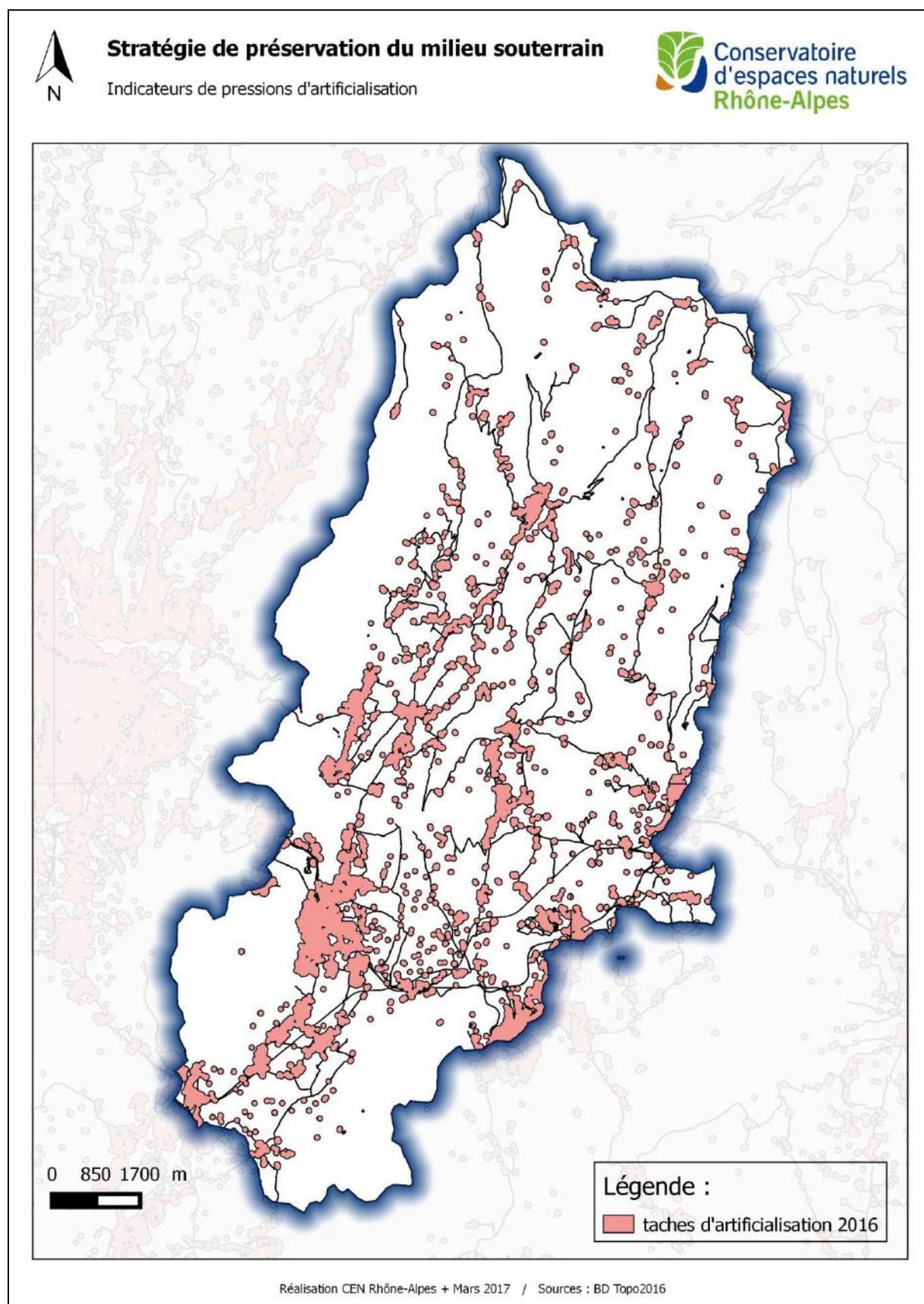
On constate que le **niveau de risque de dégradation/perturbation** pour les aires d'influences reste relativement faible. Seule l'aire d'influence de l'Event du Pontet, compte tenu de l'importante surface couverte et la présence d'une partie de la zone d'activités de la Villedieu et plusieurs bourgs centre, présente un niveau de moyen.

Nom	Niveau de protection	Impact occupation du sol	Pression activités agricoles	Pression d'artificialisation	Pression autres usages	Niveau de risque
Aire d'influence Combe rajeau	0,5	0,5	0,25	0,25	0,25	0,35
Aire influence Abime Valérie	0,75	0,5	0,25	0,25	0,25	0,4
Aire d'influence Combe chabanne	0,75	0,5	0,25	0,25	0,25	0,4
Aire d'influence Event nord du Pontet	0,75	0,5	0,25	0,25	0,75	0,5
Aire d'influence Baume du Pecher	0,5	0,25	0,25	0,25	0,25	0,3
Aire d'influence Trou qui bouffe	0,75	0,5	0,25	0,25	0,25	0,4

Tableau 18 : Evaluation du risque de perturbation/dégradation des aires d'influences

Score	0,25	0,25 < x < 0,45	0,45 < x < 0,65	0,65 < x < 0,85	0,85 < x < 1
Valeur	Très faible	Faible	Moyenne	Elevée	Très élevée
Nb d'aire d'influence	0	5	1	0	0

Carte 14 : Indicateurs de pressions d'artificialisation



## Niveau de vulnérabilité

*NB: rappel du calcul: **Vulnérabilité aire d'influence** = (note de patrimonialité) x (note de niveau de risque dégradation/perturbation) / 3 (note maximale de patrimonialité).*

On constate que la vulnérabilité reste globalement moyenne pour les aires d'influences. On notera que l'aire d'influence du Pontet présente un niveau de vulnérabilité très élevé tandis que celui de la baume du pêcheur reste très faible.

Nom	Valeur patrimoniale globale (note sur 3)	Niveau de risque	Vulnérabilité
Aire d'influence Combe rajeau	1	0,35	0,45
Aire influence Abime Valérie	1	0,4	0,47
Aire d'influence Combe chabanne	1,25	0,4	0,55
Aire d'influence Event nord du Pontet	2	0,5	0,83
Aire d'influence Baume du Pecher	0,25	0,3	0,18
Aire d'influence Trou qui bouffe	1	0,4	0,47

Tableau 19 : Evaluation de la vulnérabilité des aires d'influences

Score	0 < x < 0,20	0,20 < x < 0,40	0,40 < x < 0,60	0,60 < x < 0,80	0,80 < x < 1
Valeur	Très faible	Faible	Moyenne	Elevée	Très élevée
Nb d'aire d'influence	1	0	4	0	1

## Résultats de l'évaluation de la vulnérabilité des cavités dans leur aire d'influence

*NB: rappel du calcul: **Vulnérabilité de la cavité dans son aire d'influence**: vulnérabilité cavité + vulnérabilité aire d'influence / 2*

En considérant la cavité au sein de son aire d'influence, on constate que le niveau de vulnérabilité augmente dans la plupart des cas, excepté pour une cavité (23) où l'on observe une baisse de la vulnérabilité expliqué par un niveau de vulnérabilité de l'aire d'influence très bas. Cette augmentation varie de -0,4 à 0,36. Certaines cavités changent parfois même de catégories de vulnérabilité. Toutefois, ce niveau de vulnérabilité reste faible à moyen.

Aire d'influence	NUM cavité	Vulnérabilité cavité (VC)	Vulnérabilité aire d'influence	Vulnérabilité de la cavité dans son aire d'influence (VCAU)	Comparaison du niveau de vulnérabilité (=VCAU-VC)
Rajeau	1	0,35	0,45	0,4	0,05
Valérie	2	0,28	0,47	0,37	0,10
Chabanne	1	0,35	0,55	0,45	0,10
	2	0,28	0,55	0,41	0,14
	3	0,33	0,55	0,44	0,11
	4	0,30	0,55	0,43	0,13
	5	0,35	0,55	0,45	0,10
Pontet	1	0,35	0,83	0,59	0,24
	2	0,28	0,83	0,55	0,28
	3	0,33	0,83	0,58	0,25
	4	0,30	0,83	0,57	0,27
	5	0,35	0,83	0,59	0,24
	6	0,10	0,83	0,47	0,36
	7	0,13	0,83	0,48	0,35
	8	0,21	0,83	0,52	0,31
	9	0,19	0,83	0,51	0,32
	10	0,25	0,83	0,54	0,29
Pêcher	19	0,27	0,18	0,22	-0,04
Trou qui Bouffe	23	0,08	0,47	0,28	0,19
	24	0,10	0,47	0,29	0,18

Tableau 20 : Evaluation de la vulnérabilité des cavités dans leur aire d'influence

Score	0 < x < 0,20	0,20 < x < 0,40	0,40 < x < 0,60	0,60 < x < 0,80	0,80 < x < 1
Valeur	Très faible	Faible	Moyenne	Elevée	Très élevée
Nb de cavité	0	8	12	0	0

On remarque que certaines mêmes cavités peuvent concerner plusieurs aires influence et par conséquent obtenir des notes de vulnérabilité différentes selon celle qui est considérée. En s'appuyant sur l'exemple de la grotte n°2, on constate que si on la considère dans son aire d'influence immédiat (Valérie) ou "élargi" (Chabanne et Pontet), on observe des augmentations du niveau de vulnérabilité compris entre 0,10 et 0,28.

# Limites et perspectives

---

## Limites de la méthode de description et d'évaluation proposées

Comme vu précédemment, cette méthodologie propose un nombre de critères de description **des cavités** particulièrement élevé. L'entière disponibilité de ces données reste probable pour certaine cavité sur lesquelles des études poussées ont pu être conduites (grotte Chauvet, grotte de Choranche par exemple). Toutefois, les obtenir pour un ensemble de cavités reste beaucoup plus incertain et nécessiterait des moyens humains et techniques conséquents. Pour ces raisons, il est impossible d'établir une évaluation globale de l'intérêt patrimonial et de la vulnérabilité des cavités.

Concernant **les aires d'influences**, on constate que la description est beaucoup mieux renseignée compte tenu de la disponibilité des données de nombreux critères (données géolocalisées à usage public). Toutefois comme pour les cavités, seule une évaluation partielle de l'intérêt patrimonial (3 critères sur 5 évalués) et de la vulnérabilité a pu être réalisée.

Face à ces constats, la **définition d'une stratégie globale** de préservation des cavités et secteurs karstiques à enjeux à grandes d'échelles reste dans ces conditions impossibles.

**Cette méthodologie expérimentale constitue aujourd'hui une première approche qu'il semble nécessaire de faire évoluer. La nécessité de disposer d'une description exhaustive des cavités et des secteurs karstiques (aires d'influences) constitue l'élément "clé" pour la définition d'outil d'aide à la décision et plus globalement à la définition de stratégie de préservation.**

## Perspectives

Face à ce constat, une méthode "simplifiée" de description et d'évaluation des cavités peut être proposée. Elle reprend les principaux critères de description de la cavité regroupés dans une fiche d'inventaire (cf. annexe n°11) associée à une notice d'utilisation (cf. annexe n°12).

## Méthode simplifiée de description des cavités

L'objectif ici est de proposer un protocole de description, clé en main, utilisable par le plus grand nombre ; et pour lequel une formation poussée aux différentes disciplines et caractéristiques physiques et biologiques du milieu souterrain n'est pas indispensable.

Les enjeux visés concernent:

- l'implication des spéléologues, des professionnels du guidage souterrain, des naturalistes et gestionnaires d'espaces naturels dans une logique de science participative impliquant une participation du public dans le cadre d'une démarche scientifique,
- la production de données permettant à terme d'améliorer la connaissance des cavités et d'obtenir une vision plus fine des enjeux des milieux souterrains.

Les données produites pourraient à terme être saisies directement via un formulaire de saisie accessible depuis Internet (exemple: tableur Excel sous Google sheets). Une application de terrain (Smartphone) pourrait également être développée pour simplifier le renseignement des cavités.

## Méthode simplifiée d'évaluation de la sensibilité / perturbation des cavités

Une méthode d'évaluation simplifiée de la sensibilité et du niveau de perturbation peut également être proposée. Elle s'appuie sur une classification, adaptée des travaux<sup>24</sup> de Harley et al, (2011), des données acquises via la méthode simplifiée de description des cavités.

### Evaluation de la sensibilité

La définition de l'indice de sensibilité, repose sur l'intérêt (patrimonialité) des différents critères renseignés dans la partie "Intérêt de la cavité" de la fiche simplifiée de description:

- Intérêt chiroptère,
- Intérêt autre faune,
- Hydrogéologie,
- Géologie,
- Minéralogie,
- Paléontologie,
- Culturel/historique.

Chaque critère est évalué indépendamment par un score numérique allant de 1 (intérêt faible ou à préciser) à 4 (intérêt majeur).

Score	4	3	2	1
Valeur	Majeur	Important	Moyen	Faible ou à préciser

Le niveau de sensibilité est ensuite obtenu par la somme des notes des critères selon le calcul et la classification suivants:

Indice de sensibilité = Somme des notes obtenues par critères/21 [avec 21 correspondant à la note maximale possible (7 critères x 4)]

Score	0 < x < 0,20	0,20 < x < 0,40	0,40 < x < 0,60	0,60 < x < 0,80	0,80 < x < 1
Valeur Globale	Légèrement sensible	Modérément sensible	Sensible	Considérablement sensible	Sévèrement sensible

Plus une cavité sera remarquable, plus elle sera sensible à des perturbations. Le tableau page suivante présente un exemple d'évaluation de la sensibilité.

<sup>24</sup> Application of a cave inventory system to simulate of management strategies: The case of west-central Florida, USA (source: Journal of environmental management n°92, 2011)

Tableau 21 : Exemple d'évaluation de l'indice de sensibilité d'une cavité

Variable	Majeur		Important		Moyen		Faible ou à préciser		
	4		3		2		1		
Chiroptère	Nombreux individus de quelques espèces ou plusieurs individus de nombreuses espèces ou espèces menacées ou nouvelles espèces découvertes		Plusieurs individus de quelques espèces		Pas d'individu observé mais présence de guano		Pas d'observation (espèce et guano)		
Autre faune	Nombreux individus de quelques espèces ou plusieurs individus de nombreuses espèces ou espèces menacées ou nouvelles espèces découvertes		Plusieurs individus de quelques espèces		Un individu de quelques espèces		Pas d'observation		
Hydrogéologie	Egouttements, suintements, bassins généralisés ; ou connexion directe avec l'aquifère ou courant intermittent		Egouttements, suintements, bassins dans plusieurs zones		Egouttements, suintements, bassins épars ou localisés		Pas d'observation		
Géologie	Spéléothèmes répandus		Speleothèmes dans plusieurs zones		Spéléothèmes épars ou localisés		Pas d'observation		
Minéralogie	Généralisé ou nouveaux minéraux découverts		Recouvrement minéralogique dans plusieurs zones		Recouvrement épars ou localisé		Pas d'observation		
Paléontologie	Fossiles répandus		Fossiles dans plusieurs zones		Fossiles épars ou localisés		Pas d'observation		
Culturel/historique	Cavité classée ou d'importance archéologique		Vestiges dans plusieurs zones		Vestiges épars ou localisés		Pas d'observation		
Nb cases remplies	3		1		3		0		7
Score	12		3		6		0		21

**Calcul de l'indice de sensibilité:**  $21/27 = 0,75$  (considérablement sensible)

## Evaluation de la perturbation

La définition du degré de perturbation, repose sur la description du niveau des perturbations anthropiques renseignées dans la partie "Perturbations anthropiques" de la fiche simplifiée de description:

- Déchets,
- Destructures spéléothèmes,
- Salissures (boue, argile, acétylène),
- Graffitis,
- Piétinement,
- Fouilles,
- Désobstruction,
- Aménagements,
- Contaminations extérieures (purin, hydrocarbures...).

Chaque critère est évalué indépendamment par un score numérique allant de 0 (aucun) à 3 (généralisé).

Score	3	2	1	0
Valeur	généralisé	Plusieurs zones	localisé	aucun

Le niveau de perturbation est comme précédemment obtenu par la somme des notes des critères selon le calcul et la classification suivants:

Degré de perturbation = Somme des notes obtenues par critères/27 [avec 27 correspondant à la note maximale possible (9 critères x 3)]

Score	0 < x < 0,20	0,20 < x < 0,40	0,40 < x < 0,60	0,60 < x < 0,80	0,80 < x < 1
Valeur Globale	Perturbation mineure	Perturbation modérée	Perturbé	Perturbation majeure	Perturbation sévère

Le tableau page suivante présente un exemple d'évaluation de la sensibilité.

Tableau 22 : Exemple d'évaluation du degré de perturbation d'une cavité

Catégorie	Variable	3		2		1		0		
Souterrain	Déchets	Généralisé		Plusieurs zones		Localisé		Aucun	x	
	Destructions spéléothèmes	Généralisé		Plusieurs zones		Localisé	x	Aucun		
	Salissures (boue, argile, acétylène)	Généralisé		Plusieurs zones		Localisé		Aucun		
	Graffitis	Généralisé		Plusieurs zones		Localisé	x	Aucun		
	Piétinement	Généralisé		Plusieurs zones	x	Localisé		Aucun		
	Fouilles	Généralisé		Plusieurs zones		Localisé		Aucun	x	
	Désobstruction	Généralisé		Plusieurs zones		Localisé		Aucun	x	
	Aménagements	Généralisé		Plusieurs zones		Localisé		Aucun	x	
	Contaminations extérieures (purin, hydrocarbures...)	Généralisé		Plusieurs zones	x	Localisé		Aucun		
Nb cases remplies			0		2		2		4	8
Score			0		4		2		0	6

**Calcul du degré de perturbation:**  $6 / 29 = 0,33$  (perturbation modérée)

Cette méthodologie "simplifiée" (description/évaluation) constitue une première approche d'un outil permettant l'acquisition de données descriptives mais également d'évaluation de cavités (hiérarchisation). Elle a été testée avec le CDS07, EDYTHEM et le SGGA sur 2 cavités situées en Ardèche (Peyroche, grotte débaptisée) au cours de l'été 2016, et semble en l'état répondre aux attentes de ces acteurs de la gestion et préservation du karst (gestionnaires d'espaces naturels, spéléologues).

La phase test de cette méthodologie se poursuit actuellement. Elle est pour cela utilisée par la FFS et le CREPS de Vallon Pont D'arc, lors des formations des cadres fédéraux (stage biospéléologie, module équipier environnement du monitorat et initiateur spéléologie) et des professionnels du guidage spéléologique (DEJEPS mention spéléologie, DE spéléologie). A noter que le SGGA s'appuie également sur cette méthodologie "simplifiée" pour les aider à définir une méthodologie de hiérarchisation des cavités à enjeux présentes dans le périmètre de la Réserve des Gorges de l'Ardèche.

A terme et avant toute diffusion à grande échelle, cette méthodologie devra être validée par des instances scientifiques (MNHN, universitaires,...) pour entrer dans le champ des sciences participatives. La question de la compilation/analyse des données devra également être posée (qui? quand? comment?).

# Bibliographie

---

Thème/objet d'étude	Type	Références bibliographiques par auteur
Approche systémique karst	Evaluation	DELANNOY Jean-Jacques, ASTRADE Laurent, GAUCHON Christophe. <i>Grottes de Choranche et Massif des Coulmes, enjeux et protection : rapport scientifique et paysager, fiches synthétiques</i> . Laboratoire EDYTEM et DIREN Rhône-Alpes, 2007. 199p
Biospéléologie	Inventaire	BAKER M. Gretchen et al. National Park Service Cave Ecology Inventory and monitoring framework. 20th National Cave and Karst Management Symposium. pp117-126
	Publication	CHAUVIN Christian, HENRY Jean-Paul, MAGNIEZ Guy. <i>Milieux souterrains. Biocénoses souterraines. Espèces souterraines</i> . 14p. (Sans date)
	Inventaire	US National Park Service. Cave Ecology Inventory and Monitoring Framework. Natural Resource Report NPS/NRSS/NRR - 2015-948
Cavités	Etude	MFR Géologie-Géotechnique SA. Rapport succinct. N°12. 31/05/2016
	Inventaire, management	DOUGLAS Joseph C. Historic Preservation at Hubbards Cave: Inventory and Management of Cultural Resources. National Cave and Karst Management Symposium. P46-50. 1999
	Inventaire SIG	HARLEY Grant L., REEDER Philip P., POLK Jason S., and VAN BEYNEN Philip.E., <i>Developing a GIS-based inventory for the implementation of cave management protocols in Withlacoochee State Forest, Florida</i> . Journal of Cave and Karst Studies, v. 72, no. 1, 2010 p. 35-42
	Inventaire SIG, Evaluation	HARLEY Grant. L., POLK Jason S., NORTH Leslie A., REEDER Philip P., <i>Application of a cave inventory system to stimulate development of management strategies: The case of west-central Florida, USA</i> , Journal of Environmental Management 92, 2011
	Evaluation	Jefferson Forest, <i>Revised land and resource management plan, Appendix F: Evaluation of caves</i> , 2004
	Evaluation impacts	MULEC Janez. Human impact on underground cultural and natural heritage sites, biological parameters of monitoring and remediation actions for insensitive surfaces: Case of Slovenian show caves. Karst Research Institute. 2013
	Evaluation	NORTH Leslie A., <i>Application and Refinement of the Karst Disturbance Index in West Central, Florida</i> . 2007.
	Encyclopédie	PALMER Arthur N., <i>Cave geology</i> , Cave Books. Dayton, Ohio, 2007
	Evaluation	SGGA. Syndicat mixte de Gestion des Gorges de l'Ardèche. Arnaud Judicaël. Grille d'inventaire cavité. 2012.
	Inventaire, évaluation	SGGA. Syndicat mixte de Gestion des Gorges de l'Ardèche. Fiche inventaire/évaluation des grottes et cavités.
	Inventaire	VINCENT M., DE RENAULT O., LEFEBVRE M., PONCHANT P., FRECAUT C., PLUSQUELLEC N. <i>Inventaire départemental des cavités souterraines de l'Ardèche hors mines. Rapport final</i> . BRGM, 2005. 120p.
Encyclopédie	WHITE William B., CULVER David C. Encyclopedia of Caves. Second Edition. 2012.	
Chauvet	Publication	DELANNOY Jean-Jacques, Jean-Michel GENESTE, Stéphane JAILLET, Éliisa BOCHE, Benjamin SADIÉ. Les aménagements et structures anthropiques de la grotte Chauvet - Pont-d'Arc. Apport d'une approche intégrative géomorpho-archéologique. 2012
	Publication	Sans auteur, La Grotte Ornée Chauvet Pont d'Arc, Tome 1. Dossier de candidature.
	Publication	Sans auteur, Dossier de presse. La Caverne du Pont d'Arc. Juin 2014.
Chauvet - cartographie souterraine	Publication	DELANNOY Jean Jacques, DEBARD Evelyne, FERRIER Catherine, KERVAZO Bertrand, PERRETTE Yves. La cartographie morphologique souterraine : apports aux reconstitutions paléogéographiques et paléoenvironnementales. Application à la grotte Chauvet (Ardèche - France) / Subterranean geomorphology cartography : interest for paleogeographic and paleoenvironmental reconstitutions : application to the "Grotte Chauvet" (Ardèche - France).. In: Quaternaire, vol. 12, n°4, 2001. pp. 235-248; doi : 10.3406/quate.2001.1696 <a href="http://www.persee.fr/doc/quate_1142-2904_2001_num_12_4_1696">http://www.persee.fr/doc/quate_1142-2904_2001_num_12_4_1696</a>

Thème/objet d'étude	Type	Références bibliographiques par auteur
Climatologie	Fiche mesure	Géo Environnement. Fiche mesure climatologie Gratte Roche. 06/010/2010
	Publication	HEATON T., <i>Caves: A tremendous range of energy environments on Earth</i> , 1986
	Publication	LISMONDE Baudouin. <i>Climatologie du monde souterrain. Tome 1, Vent des ténèbres</i> . Editions du Comité départemental de spéléologie de l'Ardèche. 2002. 168p.
	Méthodologie	MOTTA. <i>Projet CAVELAB : moyens de collecte des données climatiques dans les grottes</i> . 2014
Développement durable	Publication	Commission mondiale sur l'environnement et le développement, <i>Our common future</i> , Oxford University Press, 1987
	Publication	Conférence des Nations Unies, Rio +20, <i>L'avenir que nous voulons</i> , 2012, A/CONF.216/L.1
	Publication	Groupe de haut niveau du Secrétaire général de l'Organisation des Nations Unies sur la viabilité mondiale. <i>Pour l'avenir des hommes et de la planète : choisir la résilience. Présentation générale</i> . New York. Nations Unies, 2012
Etat conservation habitats	Evaluation	Réserves Naturelles de France. Evaluation de l'état de conservation des habitats. Tome 2. Habitats forestiers et éco-complexes alluviaux. Septembre 2013.
Géomorphologie	Encyclopédie	GOUDIE, Andrew S. <i>Encyclopedia of Geomorphology 2</i> . International Association of Geomorphologists. 2004
Géoparc	Evaluation	GEOPARK Idrija. Application dossier for Membership in the European Geoparks Network. Idrija, Slovenia, 2011.
	Evaluation	GEOPARK Karavanken. Application for membership in the global geoparks network. 2011
	Evaluation	GEOPARK Marble Arch Caves. An application to Expand the Marble Arch Caves European Geopark on an International Basis into County Cavan in the Republic of Ireland.
	Publication	MARTINI Guy. Les Géoparc pour une évolution du concept du territoire. Géologie de la France, n°1, 2010, p.35-40.
Géosites	Publication	KOZLIK Lenka. Les géomorphosites culturels des vallées du Trient, de l'Eau Noire et de Salanfe. Mémoire de Licence sous la direction d'Emmanuel Reynard. Octobre 2006
	Inventaire, évaluation	GENOUD Mathieu. <i>Inventaire, évaluation et projets de valorisation des géomorphosites du Val de Bagnes</i> . Master of Science in Geography. Lausanne, 2008.
	Evaluation	IOSIF Daniel. <i>La fiche d'évaluation des géosites. Un exemple exhaustif utilisé sur des sites roumains</i> . Cinq Continents 4 (10): 158- 180. 2014
	Publication	REGOLINI Géraldine. Cartographier les géomorphosites. Objectifs, publics et propositions méthodologiques. Lausanne, mai 2012.
	Evaluation	REYNARD Emmanuel, FONTANA Georgia, KOZLIK Lenka, SCAPOZZA Cristian. <i>A method for assessing the scientific and additional values of geomorphosites</i> . Geogr. Helv., 62/3, 2007, pp148-158.
	Publication	REYNARD Emmanuel, PRALONG J.P. Actes du séminaire de troisième cycle de géographie 2003. Paysages géomorphologiques. Lausanne, 2014.
	Publication	REYNARD Emmanuel., <i>Actes du séminaire de troisième cycle de géographie L'évaluation des géotopes géomorphologiques en Suisse</i> , Paysages géomorphologiques, 2004
	Inventaire	REYNARD Emmanuel., <i>Fiche d'inventaire des géomorphosites</i> . [en ligne] Université de Lausanne, 2006. Disponible sur internet : <a href="http://www.unil.ch/files/live/sites/igd/files/shared/recherche/Fiche_inventaire-fr.pdf">http://www.unil.ch/files/live/sites/igd/files/shared/recherche/Fiche_inventaire-fr.pdf</a>
	Inventaire	SAINT MARTIN M., <i>Inventaire des sites géologiques remarquables en Rhône-Alpes, Rapport final</i> . BRGM/RP-52782-FR, 2003
Grottes touristiques	Publication	CIGNA Arrigo A., BURRI Ezio. <i>Development, management and economy of show caves</i> . Int. J. Speleol., 29 B (1/4). 2000
	Publication	International Show Caves Association (ISCA), IUCN, UIS. <i>Recommended international guidelines for the development and management of show caves</i> . 2014.

Thème/objet d'étude	Type	Références bibliographiques par auteur
Hiérarchisation	Etude	Conservatoire d'espaces naturels Rhône-Alpes. <i>Montagne de la Serre : hiérarchisation des cavités. Rapport d'étude</i> . 2014. 20p.
Hydrogéologie	Méthodologie	Agence de l'eau RMC, <i>Identification des ressources karstiques majeures pour l'alimentation en eau potable en vue de leur protection sur une partie du massif du Jura. Volume n°4 : Méthodologie de la cartographie de la vulnérabilité RISK</i> . Septembre 2013.
	Méthodologie	BRGM, <i>Cartographie de la vulnérabilité intrinsèque des aquifères karstiques. Guide méthodologique de la méthode Paprika</i> . RP-57527-FR. 2009
	Méthodologie	BRGM, <i>Guide méthodologique. Les outils de l'hydrogéologie karstique pour la caractérisation de la structure et du fonctionnement des systèmes karstiques et l'évaluation de leur ressource</i> , RP-58237-FR. 2010
	Cartographie	Dörfliger N., Jauffret D., Loubier S. (2004) : <i>Cartographie de la vulnérabilité des aquifères karstiques en Franche Comté</i> , avec la collaboration de V. Petit, rapport BRGM RP-53576–FR, 121 pages, 24 illustrations, 4 annexes.
	Méthodologie	MUET Philippe, VIER Edith, Bureau d'études GINGER Environnement, <i>Stratégies de protection des ressources karstiques utilisées pour l'eau potable. Guide pratique</i> . Agence de l'eau Adour Garonne. 2011
Hydrogéologie, spéléo	Méthodologie	Fédération française de spéléologie, <i>Fiche résumée méthode PEIPSEK. Evaluation de l'impact de la pratique spéléologique sur les eaux souterraines captées</i> . Octobre 2007.
	Méthodologie	HOBLEA Fabien., PICOLLIER Julien, <i>Etude d'impact de la pratique spéléologique sur la qualité des eaux souterraines karstiques captées, Mise au point d'un protocole d'étude, applications en Savoie (système de la Doria) et dans le sud-Vercors (système du Brudour)</i> , Rapport final, juin 2007
Impacts karst	Publication	GUTIERREZ F., PARISE M., DE WAELE J., JOURDE H. A review on natural and human-induced geohazards and impacts in karst. <i>Earth-Science Reviews</i> 138 61-88. 2014.
Indicateurs	Publication	JOUMARD Robert. Les indicateurs comme méthode d'évaluation de la durabilité. Université d'été. Cameroun, 2011.
Inventaire	Méthodologie	DUCHENE Harvey R. Resource Inventory: A Tool for Cave Science, Management, and Restoration. <i>Cave Conservation and Restoration. Part 2 - Conservation, Management, Ethics: DuChene - Resource Inventory</i> . pp 19-32 (Non daté)
	Présentation	GrottoCenter. Présentation Powerpoint. Lisle sur le Doubs. Juin 2014
Karst	Livre	GILLI E., <i>Karstologie : karsts, grottes et sources</i> , Dunod, 2011
	Inventaire, cartographie	DE BROYER C., THYS G., FAIRON J., MICHEL G. - <i>Atlas du karst wallon. Haute Meuse (Province de Namur). Région Wallonne</i> , Commission Wallonne d'Etude et de Protection des Sites Souterrains, La Hulpe, 1999, 554 p.
	Inventaire, cartographie	DE BROYER C., THYS G., FAIRON J., MICHEL G., VROLIX M. - <i>Atlas du karst wallon. Province de Liège. Région Wallonne</i> , Commission Wallonne d'Etude et de Protection des Sites Souterrains, La Hulpe, 1996, 3 t., 896 p.
	Publication	DELANNOY Jean-Jacques, Christophe Gauchon, Fabien Hobléa, Stéphane Jaillet, Richard Maire, Yves Perrette, Anne-Sophie Perroux, Estelle Ployon et Nathalie Vanara. Karst: from palaeogeographic archives to environmental indicators. In : <i>Géomorphologie relief processus environnement</i> . Juillet 2009.
	Publication	DELANNOY Jean-Jacques, Elisa Boche , Didier Cailhol , Isabelle Couchoud , Emilie Chalmin , Russell Drysdale , Mélanie Duval , Marc Dziko wski , Christophe Gauchon , Fabien Hobléa ,Stéphane Jaillet , Vincent Lignier , Charlotte Malgat, Carole Nehmé , Yves Perrette, Jérôme Poulénard , Marine Quiers, Benjamin Sadier. L'objet emblématique karst. Paysages, mémoires de l'environnement et des hommes. Dix années de recherches au laboratoire EDYTEM.
	Inventaire, base de données	GUIGNARD Stéphane, RAGUIN Christophe, VACHEZ Marlène, GEORGES Eric, VILLEGAS JEAN-Pierre. <i>Base karst GIPEK – Mode d'emploi</i> , GIPEK, avril 2016

Thème/objet d'étude	Type	Références bibliographiques par auteur
	Publication	ISSKA Institut Suisse de Spéléologie et de Karstologie. Rapport d'activité 2015
	Publication	PASINI Giancarlo. <i>A terminological matter : paragensis, antigravitative erosion or antigravitational erosion ?</i> International Journal of Speleology. 38 (2). pp129-138. Bologna, Italy. July 2009.
	Présentation	PICCINI Leonardo. Structure et morphologie des systèmes karstiques. Spéléologie et karst: ressources Powerpoint 2009. Societa speleologica italiana.
	Publication	SCHULTE Priscilla, CROCKER-BEDFORD Karakynn. Karst and caves of southeast Alaska. A teachers' resource
	Publication	Société suisse de spéléologie. Groupe neuchâtelois du patrimoine spéléologique et karstique (GPSK-NE). Rapport d'activités 2015. Janvier 2016.
	Evaluation	Van BEYNEN, TOWNSEND Kaya. A disturbance Index for Karst Environments. Environmental Management, Volume 36, Issue 1, 2005, pp101-106.
	Inventaire, base de données	VILLEGAS Jean-Pierre, GEORGES Eric. <i>Basekarst un outil pour l'inventaire, l'étude et la protection du karst</i> . Spelunca 141. 2016. pp46-49
Karst, cavités	Inventaire, base de données	FRANCOIS D., LOSSON B., HARMAND D., <i>IKARE : inventaire des phénomènes karstiques et des écoulements en milieu calcaire. Base de Données spéléo-karstologique du bassin Rhin-Meuse et des régions limitrophes, Rapport d'étude - Version finale</i> , 2012
Management cavités	Publication	WERKER V.H, WERKER J. C., DUCHENE H. R., <i>Cave conservation and restoration, Part 2 Conservation, Management, Ethics DuChene : Resource Inventory</i> , 2006. pp 19-32,
	Publication	Commission Wallonne d'Etude et de Protection des Sites Souterrains (CWEPSS), <i>Bilan et perspectives pour une gestion durable du karst en Wallonie</i> , Ecokarst 100, 2015
	Publication	LAND Lewis, JOOP Mark. National cave and karst management symposium. Proceedings of the twentieth conference. NCKMS : a changing climate. National Cave and Karst Research Institute. November 4 through 8, 2013. Carlsbad, New Mexico.
	Publication	National Cave and Karst Research Institute. Lewis LAND, George VENI, Dianne JOOP. Evaluation of Cave and Karst Programs and Issues at US National Parks. Décembre 2013.
	Publication	Sequoia and Kings Canyon National Parks Cave Management Plan. Approved 1998.
	Publication	Société Suisse de Géomorphologie (SSGm). <i>Actes de la réunion annuelle de la Société Suisse de Géomorphologie : Gestion durable de l'environnement karstique</i> . La Chaux-de-Fonds. 3-4 septembre 2004. Ralph Lugon, janvier 2006.
	Publication	U.S. NATIONAL PARK SERVICE, Carlsbad Caverns National Park, <i>Cave and Karst Management Plan, Environmental Assessment</i> , 2006
	Publication	U.S. NATIONAL PARK SERVICE, Wind Cave National Park, <i>Cave and karst resources stewardship strategy</i> , 2011
	Publication	US National Park Service. Carlsbad Caverns National Park. New Mexico. Cave and Karst Management Plan. Environmental Assessment. September 30, 2006.
	Publication	Van BEYNEN, Philip E. Karst Management. 2011
	Publication	WATSON John, HAMILTON-SMITH Elery, GILLIESON David, KIERNAN Kevin. <i>Guidelines for cave and karst protection</i> . World Commission on Protected Areas (WCPA). WCPA Working Group on Cave and Karst Protection.
	Publication	WILLIAMS Paul., <i>World Heritage Caves and Karst. A Thematic Study.Global Review of Karst World Heritage Properties: present situation, future prospects and management, requirements</i> . IUCN World Heritage Studies. Gland, Switzerland. 57pp. 2008

Thème/objet d'étude	Type	Références bibliographiques par auteur
Patrimoine	Publication	Comité intergouvernemental pour la protection du patrimoine mondial, culturel et naturel, <i>Orientations devant guider la mise en œuvre de la Convention du patrimoine mondial</i> , Organisation des nations unies pour l'éducation, la science et la culture. Centre patrimoine mondial de l'UNESCO. 2015.
Patrimoine endokarstique	Publication, évaluation	DOUMIT Laudy. <i>La valorisation du patrimoine endokarstique libanais</i> . Thèse Géographie : Université de Savoie; Université Saint-Joseph, Beyrouth, 2007. <tel-00273992>
Patrimoine géologique	Inventaire + évaluation	CHEVALIER Julien. Méthodologie de mise en place de l'inventaire du patrimoine géologique de Rhône-Alpes. Conservatoire d'espaces naturels. Master Sciences et Technologie, Sciences Appliquées à La Montagne, Sciences Appliquées à l'Ingénierie de l'Aménagement. Octobre 2009.
	Inventaire, évaluation	DE WEVER P., LE NECHET Y. & CORNEE A. <i>Vade-mecum pour l'inventaire du patrimoine géologique national</i> . Mém. H.S. Soc. géol. Fr., 12, 2006. 162 p.
	Publication	HAYWARD B.W., <i>Protecting fossil sites in New Zealand</i> .- In: LIPPS J.H. & GRANIER B.R.C. (eds.), <i>PaleoParks - The Protection and conservation of fossil sites worldwide</i> .- Carnets de Géologie / Notebooks on Geology, Brest, 2009. Chapter 05, p49-64
	Publication	HOBLEA Fabien, CAYLA Nathalie, BERTHET Johan, BILLAUD Yves, BIOT Vincent, COUTTERAND Sylvain, DELANNOY Jean-Jacques, GASQUET Dominique, GUYOMARD Anne, MOREAU Luc, PEYRACHE-GADEAU Véronique, PERRET Amandine, PRUD'HOMME Françoise, RAVANEL Ludovic, RENAU Pierre, ROCHAS Joëlle, SADIER Benjamin. L'objet emblématique Géopatrimoine : Evaluer, protéger, valoriser : affirmation d'un champ de recherche transversal et collaboratif, [en ligne] 2014. Disponible sur internet : <a href="https://www.researchgate.net/publication/278780506">https://www.researchgate.net/publication/278780506</a>
	Publication	PRALONG Jean-Pierre. Géotourisme et utilisation de sites naturels d'intérêt pour les sciences de la Terre : les régions de Crans-Montana-Sierre (Valais, Alpes suisses) et Chamonix-Mont-Blanc (Haute-Savoie, Alpes françaises). Thèse. Faculté des Géosciences et de l'Environnement de l'Université de Lausanne. Juin 2006.
Patrimoine karstique	Publication	GAUCHON C., PLOYON E., DELANNOY J.-J. Laboratoire EDYTEM. <i>The concepts of heritage and heritage resource applied to karsts : protecting the Choranche caves (Vercors, France)</i> . Acto Carsologica, Ljubljana, 2006, n°35/2, p.37-46.
	Etude, évaluation	HOBLEA Fabien, <i>Contribution à la connaissance et à la gestion environnementale des géosystèmes karstiques montagnards : études savoyardes</i> . Thèse géographie : université Lyon I, 1999
Patrimonialisation	Publication	DI MEO Guy. Colloque "Patrimoine et industrie en Poitou-Charentes : connaître pour valoriser" : Processus de patrimonialisation et construction des territoires. [en ligne] Poitiers Châtelleraut, France, Septembre 2007. Geste éditions, pp.87-109, 2008. Disponible sur internet : <a href="https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00281934">https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00281934</a>
	Publication	SENIL Nicolas. <i>Une reconstruction de l'espace-temps : approche croisée des processus de patrimonialisation et de territorialisation dans les territoires ruraux en France et au Maroc</i> , Thèse Géographie. : Université de Grenoble, Laboratoire TERRITOIRES – UMR PACTE CNRS 5194 dans l'Ecole Doctorale 454 Sciences de l'Homme, du Politique et du Territoire, 2011
Pressions karst	Publication	Prelovsek Mitja, Zupan Hajna Nadja. Pressures and protection of the underground karst : cases from Slovenia and Croatia. Postojna, 2011. (Karst Underground Protection projet : <a href="http://izrk.zrc-sazu.si/en/programi-in-projekti/karst-underground-protection-kup#v">http://izrk.zrc-sazu.si/en/programi-in-projekti/karst-underground-protection-kup#v</a> )
Projets karst	Evaluation	ISSKA Institut Suisse de Spéléologie et de Karstologie. Evaluer l'impact de projets sur le milieu karstique et les grottes. (sans date)
	Méthodologie	Société Suisse de Spéléologie. Silvia Schmassmann, Oliver Hitz. Instructions pratiques pour l'évaluation de projets en terrain karstique. Commission de spéléologie scientifique. Version 1.0. 23 octobre 2010.

Thème/objet d'étude	Type	Références bibliographiques par auteur
Propriété intellectuelle	Présentation	BESSET Yves. Propriété intellectuelle et spéléologie. Diaporama. FFS. Mai 2014.
Spéléologie	Publication	Fédération française de spéléologie. Projet fédéral 2012-2016.
Sports nature	Présentation	FFS. Inventaire des Sports de Nature. CDESI. Présentation congrès FFS 2014.
	Etude	Association française de karstologie, Fédération Française de Spéléologie. Karstologia 62. La source du Lez (Hérault). 2 <sup>e</sup> semestre 2013. 64p.
	Inventaire	BCSF, <i>Cave and Karst feature inventory form</i> , 2013
	Inventaire	BCSF, Cave/Karst Classification Cribsheet. 130306
	Inventaire	BCSF, Crystal Cave Inventory Form.
	Evaluation, hiérarchisation	INGEROP Conseil et ingénierie. Enjeux hiérarchisés. Diagnostic et évaluation des scénarios. Août 2011.

# Annexes

---

<b>Annexe 1: Comptes rendus des comités de pilotage du 26 avril 2016 et 26 septembre 2016 .....</b>	<b>94</b>
<b>Annexe 2: Démarche de délimitation du bassin versant topographique à l'aide du logiciel ArcGis (source: ENSEGID Bordeaux) .....</b>	<b>108</b>
<b>Annexe 3: Cartographie des aires d'influences retenue.....</b>	<b>112</b>
<b>Annexe 4: Critères de description des cavités.....</b>	<b>119</b>
<b>Annexe 5: Proposition de grille de lecture inspirée de l'ISSKA pour évaluer la valeur paléogéographique, minéralogique et esthétique des remplissages.....</b>	<b>128</b>
<b>Annexe 6: Critères de description de l'aire d'influence de la cavité .....</b>	<b>130</b>
<b>Annexe 7: Sources des données utilisées.....</b>	<b>136</b>
<b>Annexe 8: Données descriptives des 45 cavités étudiées.....</b>	<b>138</b>
<b>Annexe 9: Données descriptives des aires d'influences .....</b>	<b>148</b>
<b>Annexe 10: Carte IDPR des aires d'influences .....</b>	<b>155</b>
<b>Annexe 11: Fiche simplifiée de description des cavités .....</b>	<b>157</b>
<b>Annexe 11: Notice de présentation de la fiche de description simplifiée des cavités.....</b>	<b>169</b>

## **Annexe 1: Comptes rendus des comités de pilotage du 26 avril 2016 et 26 septembre 2016**

# Méthodologie de description et de hiérarchisation des cavités à enjeux et des systèmes karstiques

## Comité de pilotage

**Salle des fêtes de VOGUE -26 avril 2016**

<p><u>Présents</u> :</p> <p>Didier FREY, DDT de l'Ardèche          Mathieu JUTON, CEN Isère          Christophe DUCHEN, ARS - DD07          Laurent CADILHAC, AERMC          Simon LALAUZE, SMAC          Bernard GELY, DRAC AUV-RA          Frédéric CLOITRE, LPO07          Célia RODRIGUES, SRBD          Charlotte MEUNIER, SGGA          Aurélie CAILLEBOTTE, SMAC          Christophe DOUDY, LEHNA - UMR CNRS 5023          Vincent ROUYER, CREPS Rhône-Alpes          Fabien HOBLEA, EDYTEM, Université Savoie Mont Blanc          Judicaël ARNAUD, CDS07</p>	<p>Michelle GILLY, Ass. Maire d'Ardèche          Didier CAILHOL, EDYTEM, Université Savoie Mont Blanc          Thomas MATHIEU, DES Spéléo          Lionel REVIL, DES Spéléo          Dominique DOREL, DES Spéléo          Florent MENLET, DES Spéléo          Thomas BRACCINI, DES Spéléo          Tristan GODET, DES Spéléo          Benoît PASCAULT, Cen Rhône-Alpes</p> <p><u>Excusés</u> :</p> <p>Chambre d'agriculture de l'Ardèche          Claire MERTZ, Syndicat Ardèche méridionale          Pascal MAO, CERMOSEM          Gérard ISSARTEL, LPO07</p>
--	--

Les remarques et les discussions s'organisent autour des diapositives projetées (cf. document joint).

### Contexte et Enjeux

Il est rappelé que cette démarche fait suite à la réunion qui s'est déroulée à Vogué le 3 juillet 2014, lors de laquelle les participants avaient partagé les besoins et volontés:

- => de co-construire une méthodologie partagée de description et de hiérarchisation des cavités,
- => de définir une stratégie globale de préservation du milieu souterrain.

Le CEN RA a lancé cette démarche, en partenariat avec le CDS07 et la LPO07, en juillet 2015 après avoir obtenu l'accord des partenaires financiers (AERMC et Région Rhône-Alpes).

Les enjeux et objectifs de la démarche sont les suivants:

1. Co-construire une méthodologie partagée de description et de hiérarchisation des cavités et des systèmes karstiques
2. Disposer d'un outil de porté à connaissance et d'aide à la décision en vue de préserver les milieux, les ressources et les patrimoines
3. Définir une stratégie globale de préservation des systèmes karstiques
4. Méthodologie et outils transposables à d'autres territoires

Il est précisé que cette démarche est expérimentale et a été lancée afin d'apprécier s'il est possible ou non de construire une telle méthodologie. Pour cela, le parti a été pris de travailler à une petite échelle pour l'instant. Le département de l'Ardèche a été retenu comme territoire d'étude compte tenu du travail partenarial réussi conduit depuis 2003 avec le CDS07 et la LPO07.

A ce jour, nous ne sommes qu'au début de la démarche. Hormis quelques contacts pris avec les structures associés (AERMC, Edythem, CDS07, LPO07, BRGM,...), la recherche bibliographique et la collecte des premières données descriptives (cartographie de l'occupation des sols, BD cavités,...), la majeure partie du travail sera réalisée d'ici la fin de l'année. Pour cela, une étudiante stagiaire en hydrogéologie (Coralie DODE) de l'Ecole Polytechnique de Bordeaux nous appuiera pendant 4 mois entre mai et octobre 2016.

### Attentes et remarques des structures associées

Il est demandé à chaque participant d'exprimer ses attentes vis à vis du projet. Les notes ci-dessous ont été prises au fil de la discussion.

Frédéric CLOITRE (LPO07): Les enjeux chiroptères sont très élevés en Ardèche et dépassent le simple cadre départemental (présence d'espèces méditerranéennes). Nous avons besoin d'une hiérarchisation de l'intérêt des gites comme cela a déjà été conduit en Rhône-Alpes par rapport à la connaissance disponible. Mais une amélioration des connaissances est également nécessaire. Besoin de partager la connaissance "chacun travaille dans son coin par rapport à ces préoccupations". Nécessité de croiser les approches et les différents enjeux. Démarche pertinente pour préserver les gites mais également les territoires de chasse des chauves-souris.

Bernard GELY (DRAC RA): (volet archéologie/paléontologie). Il y a de nombreux sites remarquables en Ardèche. Nous disposons de base de données et de connaissances qui peuvent être partagées quand les enjeux ne sont pas trop sensibles. Les hiérarchisations de ce type sont fluctuantes compte tenu de l'amélioration continue des connaissances et peuvent fortement modifier les stratégies de préservation. Cette méthode devra s'articuler avec les démarches en cours et notamment celle conduite par le SGGA. C'est un vaste projet avec le risque de définir une méthodologie conduisant à l'uniformisation des données.

Mathieu JUTON (CEN Isère): Le CEN Isère travaille dans le cadre de la CDESI sur des diagnostics de sites de pratique. Souhait de développer son approche en s'appuyant sur la méthodologie qui sera développée dans le cadre de ce projet. Nécessité d'avoir une approche systémique afin de croiser les différents enjeux et notamment les critères méconnus (exemple: des papillons fréquentant les grottes avec l'édition d'une plaquette d'information en Isère).

Didier FREY (DDT07): Cette démarche est importante au regard de la complétude des données pour la préservation des milieux (site natura 2000 notamment). Dans le cadre des procédures d'élaboration/révision des documents de planification (PLU/SCOT) et d'évaluation d'incidence (Natura 2000), nous avons besoin de connaître les enjeux pour mieux gérer les projets et donner des avis.

Christophe DUCHEN (ARS 07): Cette démarche est l'occasion d'alimenter notre base de données qui concernent essentiellement les captages mais aussi des données sur l'hydrologie. Le partage de la connaissance est centrale dans cette démarche. Disposer de l'ensemble des données disponibles sur un seul et même outil.

Laurent CADILHAC (AERMC): La directive cadre eau fixe des objectifs d'amélioration et de préservation de la qualité de la ressource. Ce type d'outil permettrait pleinement de répondre aux enjeux de la directive, notamment en servant d'outil d'aide à la décision pour la maîtrise de l'occupation des sols et des impacts sur la ressource. Importance d'avoir une approche systémique.

Vincent ROUYER (CREPS): Souhait de participer au débat afin d'intégrer ces outils/enjeux/problématiques dans les cursus de formation (DE spéléologie notamment). Un tel outil pourrait également servir de vecteurs pédagogiques pour les professionnels de la spéléologie (prestataires de guidage).

Fabien HOBLEA (EDYTHEM): Les inventaires sont très importants. Un travail d'inventaire géologique souterrain a été réalisé il y a plus de 15 ans par le laboratoire EDYTHEM et la FFS (quels critères ont été utilisés à l'époque s'interroge Judicaël ARNAUD?). Cependant, les inventaires du patrimoine géologiques en cours d'élaboration ne concerne pas le milieu souterrain. Il était prévu que le patrimoine souterrain soit traité dans une seconde phase mais cela est tombé aux oubliettes. Besoin d'une méthodologie commune et participative des spéléologues.

Christophe DOUADY (LEHNA): Fort intérêt du laboratoire pour ce type de démarche. Il n'y a pas que les enjeux biologiques liés aux chiroptères mais également tous les insectes notamment aquatiques qui fréquentent le milieu souterrain. Les milieux souterrains sont très spécifiques et sur lesquels des études poussées peuvent être conduites (réchauffement climatiques, radiations,...). Ce sont des terrains de jeux scientifiques d'importance.

Peu ou pas de connaissance/savoirs sur certains groupes d'espèces compte tenu de la difficulté d'accès. Tout est à décrire. Une hiérarchisation est valable à un instant T mais doit être évolutive compte tenu de l'amélioration des connaissances.

Judicaël ARNAUD (CDS07): Au delà de l'intérêt de la méthodologie largement exposé précédemment, 2 difficultés sur la méthode se pose:

- 1) faire le lien entre la cavité et la surface (changement d'échelle)
- 2) difficulté de "patrimonialiser" les critères.

Laurent CADILHAC (AERMC) : concernant l'échelle, 2 aspects sont à considérer:

- 1) la cavité
- 2) l'hydrosystème/l'impluvium.

Charlotte MEUNIER (SGGA): approche pertinente afin de croiser les connaissances selon les enjeux et capitaliser les connaissances. Cependant se pose la question de l'échelle de travail. Comment travailler sur un outil transposable à une plus large échelle (région) permettant de définir des stratégies? Un outil informatique sera t'il développé?

Bernard GELY (DRAC): C'est un vaste projet avec le risque de définir une méthodologie conduisant à l'uniformisation des données.

Simon LALAUZE (SMAC): Une étude de caractérisation de la ressource souterraine est en cours sur plusieurs secteurs du BV de l'Ardèche. Il faudra voir comment s'articule la base de données construites à ce titre (critères physiques et socio-économiques) et celles envisagées dans le cadre de cette étude.

Michelle GILLY (AMF07): Lors de l'élaboration des documents de planification, les élus ont besoin de connaissances et d'outils d'aide à la décision. Ce type de démarche permettrait de réaliser des portés à connaissances et constituer un véritable outil d'aide à la décision. Importance de connaître les grands enjeux de nos territoires.

Fabien HOBLEA (EDYTHEM): La difficulté de cette démarche réside dans l'approche multicritères avec le danger d'uniformiser le traitements de la donnée de chaque critères. Besoin de tester cette méthodologie sur un territoire.

Compte tenu des différents échanges, il est rappelé que l'objectif principal est bien d'élaborer une méthodologie partagée et transposable. Cette étude ne vise pas à améliorer les connaissances sur le

périmètre d'étude qui sera choisi mais bien de compiler les données existantes. Le budget disponible ne permettra pas de visiter chaque cavité (31 000€ : 18 500€ programme 2015 et 12 500€ programme 2016). Il est précisé que se pose également la question de la sensibilité des données et la propriété intellectuelle de ces dernières. Dans le cadre de cette étude, nous devons définir ensemble l'usage de ces données et sous quelle forme pourront-elles être consultées grâce à un outil cartographique sur la base du logiciel gratuit (QGIS) (par qui, comment,...??).

### Validation de la zone d'étude

Pour la définition du périmètre de la zone d'étude, nous nous sommes initialement appuyé sur une entité connue de l'AERMC (zone hydrologique) qui recoupait plusieurs entités géologiques (Jurassique, Trias et Urgonien). Compte tenu de la trop importante surface prise en compte au départ (30 390 ha) et de l'impertinence de prendre en compte une zone hydrologique comme périmètre de référence, nous avons affiné ce périmètre en nous appuyant sur les entités hydrogéologiques (BD Lisa : Base de Données sur les Limites des Systèmes Aquifères). Celui proposé aujourd'hui comprend 4 zones hydrogéologiques: 3 unités karstiques situées dans le calcaire jurassique et une entité des Grès du trias moyen et inférieur resserré sur le secteur de Sanilhac entre les rivières La Beaume et La Ligne. Ce secteur, présentant une surface de 13 636 ha répartis sur 24 communes, comprend 322 cavités (BD cavités BRGM).

Laurent CADILHAC propose d'ajouter le secteur de St Alban Auriol (unité karstique entre la Beaume et le Chassezac), faisant de la zone d'étude de caractérisation de la ressource souterraine.

Simon LALAUZE précise que sur les secteurs proposés, un travail de redéfinition de plus petites entités est en cours. Il signale également que les données sur le secteur de St Alban Auriol seront disponibles à l'automne seulement.

Il est également proposé de travailler sur un secteur plus restreint sur lequel les cavités présenteraient un maximum de critères décrits. Un tri des cavités sera dans ce sens nécessaire.

Compte tenu du questionnement du CDS07 relatif à la difficulté de faire le lien entre la cavité et la surface (changement d'échelle), Fabien HOBLEA précise qu'il faudra réfléchir à la définition de bassin d'influence de chaque cavité (notion d'impluvium). Il propose de garder le périmètre proposé en ajoutant le secteurs de St Alban Auriol et de ne retenir que certaines cavités (celles disposant du plus grand nombre d'informations descriptives).

Didier FREY précise que c'est dommage que cette étude ne porte pas sur l'amélioration des connaissances.

Il est rappelé que cela n'est pas l'objectif visé au départ (définition d'une méthodologie et teste sur un territoire donné) et que le budget alloué à ce jour ne le prévoit pas.

Il est convenu d'élargir le périmètre au secteur de St Alban Auriol et de ne retenir que quelques cavités représentatives et décrites.

### Définition des critères descriptifs

Christophe DOUADY indique que l'outil ne peut pas fonctionner même en phase test sur des secteurs où les cavités ne sont pas décrites précisément. Dans ce sens, se pose la question du choix de critères de description ("descripteurs") qui ne pourront être renseignés. Pour être rigoureux, il faudrait que l'ensemble des critères soient renseignés. D'où l'intérêt de retenir des secteurs plus petits où l'ensemble des descripteurs seront renseignés ou s'interroger sur la pertinence des critères proposés.

Il est précisé qu'il sera difficile de renseigner tous les descripteurs sur la seule collecte des données existantes sans visites des cavités (exemple du microclimat des cavités).

Laurent CADILHAC indique qu'à la seule lecture des descripteurs, le travail de description ne paraît pas insurmontable. Il faut commencer à travailler à la collecte des données. Il rappelle que cette étude constitue un test de faisabilité afin de mesurer si un tel outil est pertinent à développer ou non à plus grande échelle.

Celia Rodriguez indique que ce travail aux vues de sa "complexité" relèverait plus d'une thèse.

Il est précisé que nous sommes bien dans une expérimentation et que si cela s'avère pertinent et nécessaire des travaux complémentaires, voir une thèse, pourront être réfléchies à la fin de cette première phase test.

Fabien HOBLEA précise qu'il serait intéressant de retravailler l'organisation des critères à partir des enjeux (revoir la clé de lecture).

Il est précisé que la présentation actuelle des critères issus de premiers "brainstorming", et notamment le tableau de synthèse, repose uniquement sur l'organisation de ces derniers dans un outil cartographique: données liées à une cavité (ponctuelle) et à des éléments de surface (polygone). Ce travail a été réalisé pour les géomaticiens du CEN afin d'avoir une idée du travail que cela nécessiterait. Une autre clé de lecture est tout à fait envisageable.

Compte tenu de l'heure avancée de la réunion, il est convenu de ne pas passer en revue l'ensemble des critères. Des échanges seront conduits à posteriori avec chaque spécialiste associé à la démarche.

Quelques remarques sont rapidement apportées en séance sur certains critères:

- ajouter un critère foncier (parcelle publique ou privée),
- absence de données sur les cours d'eau (relation nappe/rivière). Se reposer la question de la pertinence et voir comment cet aspect a été considéré dans l'étude sur la ressource souterraine.
- critère humidité dans les cavités à supprimer (pas pertinent)
- compléter/modifier le critères géologie (épikarst à mettre dans hydrogéologie,...)
- notion de risque: suite à une discussion avec Edouard EQUILBEY (BRGM), il est demandé si ce critère est pertinent au non. Il n'est pas retenu.
- assainissement: ajouter les communes avec SPANC, les STEP les données liées à la STEP.
- usage: ajouter un critère autre et si la cavité est touristique.

### Définition des critères de hiérarchisation

Christophe DOUADY indique qu'il faudra pour cela bien différencier la méthodologie de description et la méthodologie de hiérarchisation.

Il est précisé que cet aspect hiérarchisation devra être rediscuté avec l'ensemble des partenaires afin de définir les notions de rareté/intérêt (patrimonialisation) pour chacun des critères qui seront utilisés pour la hiérarchisation.

Christophe DOUADY précise que la liste UICN des invertébrés souterrains, à laquelle il a participé, reprend uniquement les espèces à forte occurrences de contact. Cela est limitant compte tenu de l'absence de données sur ce groupe. On peut considérer que chaque cavité ou ensemble de cavités reliées par le même aquifère est particulier du fait de l'isolement des populations.

## Questions divers

Fabien HOBLEA: discussion autour de l'appel à projets du CD07 pour le co-financement de thèse? Y a t'il des projets envisagés dans le département par rapport à la thématique karst?

A ce jour, rien n'a été envisagé compte tenu du budget proposé (20 000€/3 ans) et la nécessité/complexité à trouver des co-financements.

Comme proposé par Didier CAILHOL, il est convenu que le prochain copil (septembre) sera réalisé sur le terrain afin de tester la méthodologie descriptive et permettre l'approche croisée des spécialistes.

En guise de conclusion et après remerciements des participants, il est précisé que le diaporama diffusé et un compte-rendu seront envoyés à la liste des structures invitées.

Pour toutes informations complémentaires, vous pouvez contacter :

***Benoît PASCAULT***

*CEN Rhône-Alpes*

*Antenne Drôme-Ardèche*

*8 allée du château*

*07200 VOGUE*

*04 75 36 32 31 [benoit.pascault@espaces-naturels.fr](mailto:benoit.pascault@espaces-naturels.fr)*

## Méthodologie de description et de hiérarchisation des cavités à enjeux et des systèmes karstiques

Comité de pilotage n°2

Le Pradel - 26 septembre 2016

<p><u>Présents :</u></p> <p>Didier FREY, DDT de l'Ardèche Martine GRIVAUD, DDT de l'Ardèche Francis HUBERT, CD07/SEPT Christophe DUCHEN, ARS - DD07 Simon LALAUZE, SMAC Didier CAILHOL, EDYTEM, IFREEMIS Célia RODRIGUEZ, SRBD Lucas GLEYZES, SGGA Fabien HOBLEA, EDYTEM, Université Savoie Mont Blanc Judicaël ARNAUD, CDS07 Gérard ISSARTEL, LPO07 Josiane LIPS, CSR AURA</p>	<p>Coralie DODE, Cen Rhône-Alpes Benoît PASCAULT, Cen Rhône-Alpes</p> <p><u>Excusés :</u></p> <p>Laurent CADILHAC, Agence de l'Eau RMC Bernard GELY, DRAC service archéologie Rhône-Alpes Gilles MARTINEAU, Chambre d'agriculture de l'Ardèche Céline GACHET, Chambre d'agriculture de l'Ardèche Pascal MAO, CERMOSEM Nicolas GUILLERME, CBNMC Jocelyn FONDERFLICK, Parc national des Cévennes Vincent ROUYER, CREPS Vallon Pont d'Arc Mathieu JUTTON, CEN Isère</p>
---	--

Les documents envoyés préalablement à la tenue de la réunion sont téléchargeables jusqu'au 17 décembre 2016 au format numérique via le lien suivant: [www.transfernow.net/71c9x5m2tg51](http://www.transfernow.net/71c9x5m2tg51)

- Rapport provisoire d'étude
- Tableaux des critères de description
- Fiche d'inventaire simplifié des cavités
- Note explicative du protocole d'inventaire simplifié des cavités
- Rapport de stage Coralie Dode
- Références bibliographiques.
- Diapositives projetées en séance

Les remarques et les discussions s'organisent autour des diapositives projetées (cf. document en téléchargement).

### Rappel des enjeux et objectifs de l'étude

Il est précisé qu'au regard de la complexité de la démarche, les objectifs suivants seront difficilement atteignables d'ici la fin de l'étude:

- Disposer d'un outil de porté à connaissance et d'aide à la décision en vue de préserver les milieux, les ressources et les patrimoines
- Définir une stratégie globale de préservation des systèmes karstiques.

En effet, cet aspect avait d'ores et déjà été exposé et discuté lors du premier comité de pilotage et cela pour plusieurs raisons:

- absence de méthodologie de description systémique des systèmes karstiques à grande échelle,
- absence de données, ne permettant pas de comparer les cavités entre elles et du coup impossibilité de prétendre à une hiérarchisation,
- description des cavités à partir de données existantes partielles et acquisition de données complémentaires non prévue dans cette étude.

D'autre part, la définition d'un protocole simplifié de description des cavités (cf. § protocole simplifié de description), dans une logique de science participative, n'était initialement pas programmé et a été très chronophage. Toutefois, ce protocole apparaît comme particulièrement pertinent au vue de l'acquisition de données sur les cavités.

### Bilan bibliographique et constats

Il est précisé qu'un bilan bibliographique (une centaine de références) a été réalisé par Coralie Dode dans le cadre de son stage. La liste des références bibliographiques classées par thème sera transmise avec le présent compte rendu.

### Les échelles d'analyse

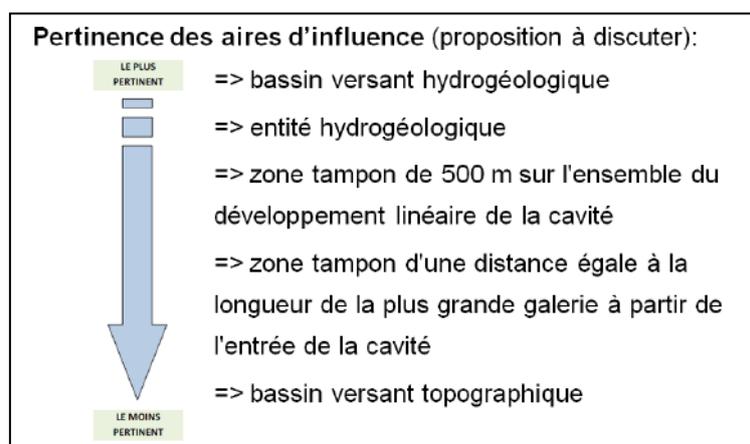
Deux échelles d'analyse pour l'approche descriptive et hiérarchisation sont proposées : la cavité et l'aire d'influence.

L'enjeu de la définition de cette méthodologie est de croiser les activités de surface au monde souterrain, en évaluant leurs potentiels impacts. Cela soulève les questionnements suivants :

- à quelle échelle doit-on considérer les activités interférentes?
- comment définir une aire d'influence?

L'aire d'influence correspond à la zone en surface située au dessus de la cavité, et sur laquelle sont menées les analyses des pressions (activités humaines) et enjeux de surface (biologique, géologique, culturel).

Plusieurs échelles d'analyse sont proposées. Leur ordre de pertinence proposé initialement est discuté en séance. La synthèse de ces discussions est présentée ci-après.



**Figure 1 : Ordre de pertinence des échelles d'analyse proposé initialement (diapo 18)**

Il est précisé que l'aire d'influence doit être définie selon ce que l'on souhaite analyser. Dans tous les cas, on ne peut pas appliquer l'aire d'influence sans l'adapter, sans réflexion préalable. Elle doit être déterminée au cas par cas, pour chaque cavité. Le plus important est d'évaluer le niveau de connaissance de l'aire d'influence pour éventuellement mener des études plus poussées sur la zone.

Les participants autour de la table s'accordent sur la pertinence "première" du **bassin hydrogéologique**. Toutefois, l'absence de données quasi systématique quant à sa délimitation constitue une limite à son utilisation comme aire d'influence.

L'**entité hydrogéologique** définie dans la BD Lisa peut-être considérée comme la moins pertinente des aires d'influence proposées compte tenu de son imprécision et de l'importance des surfaces couvertes. Il sera difficile de faire le lien avec un seul objet cavité.

Les **zones tampons** sont également les moins pertinentes car elles ne sont pas représentatives du fonctionnement des systèmes karstiques. Il faut bien différencier l'aire d'influence, qui fait écho au fonctionnement karstique, des zones tampons. La zone tampon n'est pas un descripteur, c'est une convention. Son choix est arbitraire. La zone tampon n'est pas représentative de l'aire d'influence mais peut constituer un outil de gestion.

Le **bassin versant topographique** apparaît comme l'aire d'influence arrivant au second rang en terme de pertinence. En l'absence de données précises de traçage ou d'étude sur les bassins d'alimentation, le calcul d'un bassin versant topographique semble le plus adapté.

Le bassin versant topographique est par ailleurs l'aire d'influence la plus facile à obtenir à partir d'un SIG. Sur des formations calcaires très karstifiées, comme dans l'entité Nord Vogüé, les relations entre le sol et l'aquifère sont très étroites. Il faudrait calculer un bassin versant à partir de tous les points de la topographie, pas seulement un exutoire en aval. Cela permettrait de mieux se rapprocher de l'aire d'influence réelle de la cavité.

Il est convenu qu'à partir des topographies précises et géoréférencées disponibles (pour seulement 6 cavités), le travail de calcul du bassin versant topographique sera réalisé à partir du SIG.

Judicaël Arnaud précise qu'en l'absence de topographies précises et géoréférencées, un travail "approximatif" de calage de la topo des 45 cavités retenues est toutefois envisageable. Compte tenu du travail supplémentaire que cela entraînerait, il est convenu que les analyses descriptives des aires d'influences seront réalisées uniquement pour les 6 cavités. Une analyse plus globale pourra être réalisée à l'échelle des différentes entités hydrogéologiques retenues pour la délimitation du périmètre d'étude.

## **Les critères descriptifs**

---

Suite à l'envoi des tableaux des critères descriptifs pour les deux échelles d'analyse en amont de la réunion, nous attendons les retours des partenaires afin de valider ces descripteurs. Merci de bien vouloir nous transmettre vos remarques et compléments.

A partir des données disponibles (base de données du CDS07, LPO07,...), nous avons constaté qu'il était impossible de décrire d'une manière systémique les cavités selon l'ensemble des critères proposés. Aussi, la nécessité d'acquérir de la donnée est incontournable. Face à ce constat, il est proposé de développer un protocole de description simplifié des cavités.

## Le protocole simplifié de description des cavités

---

Lucas Gleyzes précise que dans le cadre des réflexions portées par le SGGA (description et hiérarchisation de cavités à enjeux) ce protocole a déjà été utilisé. La question de son adaptation aux attentes du SGGA est soulevée. Il indique par ailleurs que les sciences participatives sont un formidable levier d'actions pour la sensibilisation. La collecte de données peut être effectuée via un appel à projets à destination des clubs spéléos. Il indique que le principal frein de ce protocole est le biais observateur. Il semble important de proposer des seuils chiffrés pour remplir les cases « rare », « commun », « abondant » et ce qu'on appelle les spéléothèmes (seuil de taille ?) afin de limiter au maximum le biais observateur. Le protocole peut être adapté à l'objectif. Pour l'étude précise d'une cavité, il faut pousser l'observateur à localiser précisément les objets sur la topographie.

Josiane Lips confirme qu'effectivement les observations sont subjectives mais avec plusieurs fiches, on peut arriver à une moyenne proche de la réalité.

Didier Cailhol précise qu'à la suite des tests réalisés avec les stagiaires du CREPS, les classes simples proposées permettent d'évaluer assez bien les cavités. A l'issue de la visite, l'observateur donne une impression générale de la cavité. Avec plusieurs fiches pour une même cavité, des tendances apparaissent et il est possible de faire une moyenne des observations.

Fabien Hobléa indique que ce qui est intéressant avec ce protocole, c'est qu'il permet de réaliser un inventaire permanent, c'est-à-dire d'avoir des données à plusieurs dates, ce qui n'est pas possible lors d'études ponctuelles réalisées par des experts.

Judicaël Arnaud précise que ce protocole est attendu et pertinent car il fournit un outil de collecte de données "normalisé". Le point bloquant pour une évaluation des cavités est bien le manque de données. L'objectif de ce protocole est d'uniformiser la collecte de données, de produire des données homogènes sur des territoires différents, ce qui permettra ensuite de les comparer.

Didier Frey s'interroge sur le fait des éventuels dérangement/perturbation sur le milieu souterrain si ce protocole venait à se développer à grande échelle. Il est précisé que le protocole s'inscrit dans le cadre d'une stratégie de préservation et n'avait pas pour objet d'encourager la fréquentation des cavités.

Didier Frey et Célia Rodriguez pose la question du cadre temporel de l'acquisition des données grâce à ce protocole.

Comme déjà évoqué lors du premier COPIL, il est rappelé que l'objectif de l'étude en cours n'est pas de produire de la donnée complémentaire mais bien d'élaborer une méthodologie de description et de hiérarchisation.

Au-delà des quelques tests qui ont été réalisés pendant l'été, il n'est pas prévu d'aller plus loin dans le cadre de la présente étude. Toutefois, une réflexion est à conduire pour la validation scientifique de ce protocole et sa diffusion.

Il est précisé que les acteurs (spéléologues, gestionnaires, naturalistes,...) pourront bien sûr s'approprier ce protocole (une fois validé !) et produire des données complémentaires. Il n'est pas prévu que le CEN conduise des études d'amélioration des connaissances sur les territoires.

Ce protocole est pour l'instant au stade de projet et doit mûrir. Pour cela il est nécessaire que les partenaires y apportent leurs points de vue. Une version numérique sera également jointe au compte-rendu afin de faciliter le retour des commentaires, ajouts et corrections.

Fabien Hobléa indique qu'il pensait que ce protocole serait abordé plus en détails au cours de la réunion. Il est proposé que le prochain COPIL soit dédié à cet aspect.

La question de la diffusion du protocole est posée. Plusieurs partenaires souhaitent d'ores et déjà partager ce protocole. Il est convenu que ce protocole doit dans un premier temps être validé par le COPIL après intégration des modifications que les partenaires feront remonter et avant diffusion.

Il est par contre souhaité que la démarche puisse être d'ores et déjà présentée dans les différents réseaux (présentation par Judicaël Arnaud lors de la 26e Rencontre d'Octobre à Berrias, rencontre annuelle consacrée à l'actualité relative à l'exploration et à la recherche en spéléologie physique et karstologie).

### Question de la hiérarchisation

---

Il est précisé que quelques critères de hiérarchisation sont proposés pour les deux échelles d'analyse (cavité et aire d'influence) mais actuellement l'élaboration d'une méthodologie de hiérarchisation constitue encore un point de blocage. Ce travail est actuellement en cours de réflexion et le rapport d'étude provisoire transmis en amont de la réunion ne comportait pas cette partie.

Plusieurs approches sont proposées pour cette hiérarchisation : la patrimonialité, les perturbations des activités interférentes et la sensibilité/perturbation de la ressource.

Fabien Hobléa pose la question "quel poids/degré de patrimonialité donner à chaque élément ?" Aujourd'hui il n'y a pas de consensus universitaire sur le sujet. La question reste complexe à aborder. Dans ce sens, la hiérarchisation reste impossible à réaliser. Il faut pour cela mieux parler d'évaluation que de hiérarchisation.

Didier Cailhol confirme cette difficulté et souligne le fait que les avis d'experts divergent. Une telle méthode est attendue par les gestionnaires et scientifiques internationaux pour répondre aux besoins d'évaluation du patrimoine karstique souterrain et à sa gestion.

#### Quelques remarques sont également apportées en séances:

Concernant le patrimoine de la cavité, il faut ajouter le critère "captage de la ressource en eau pour l'eau potable".

L'archéologie de surface (zone tampon autour des entités archéologiques) comme élément du patrimoine de l'aire d'influence semble intéressante à prendre en considération si nous avons la donnée. Le point doit être fait avec la DRAC sur les éléments transmis à ce jour.

Concernant l'occupation du sol et l'indice adapté Rhoméo "pression agricole", il est précisé qu'il serait intéressant de différencier les parcelles en agriculture biologique de celles exploitées en agriculture conventionnelle. Cependant, cette donnée n'est pas disponible.

Il est proposé également d'ajouter les SPANC (conformité installation,...) dans les critères d'évaluation des activités interférentes des aires d'influence. La disponibilité de la donnée se pose également. Célia Rodriguez précise que ce travail de collecte de la donnée a été très chronophage sur le BV Beaume Drobie.

Concernant l'évaluation des ressources des cavités et dégradations liées aux activités humaines souterraines, adaptée de la méthodologie développée par les universitaires américains (*HARLEY Grant. L., POLK Jason S., NORTH Leslie A., REEDER Philip P., Application of a cave inventory system to stimulate development of management strategies: The case of west-central Florida, USA, Journal of Environmental Management 92, 2011*), il est précisé que c'est à travers le protocole simplifié de description des cavités que ces données seront produites et que les indices pourront être calculés.

Les partenaires font en séance des premiers retours sur les indices de sensibilité et perturbation des cavités:

#### Sur le volet perturbations anthropiques:

- Ajouter la présence de foyers en entrée de cavités et les entrées de pollution dans les cavités (purin, hydrocarbures, eaux usées)
- Destruction des spéléothèmes : le problème c'est que beaucoup de spéléothèmes sont détruits naturellement (influences tectoniques). Comment juger si elle est liée à des perturbations humaines ?
- Pourquoi uniquement les aménagements de progression ? Mettre tous les aménagements?
- Mieux définir le piétinement. S'il est aquatique ou terrestre il n'a pas le même impact.

#### Sur le volet sensibilité:

Le critère faune n'est pas pertinent pour plusieurs raisons:

- saisonnalité de la présence des chiroptères dans la cavité,
- nombreux groupes de faune, vertébrés et invertébrés, avec difficulté d'apprécier la sensibilité globale.

## **Poursuite de la démarche**

---

### Fin 2016/début 2017

Attente des avis et remarques des partenaires sur les critères de description et sur le protocole simplifié.

Il est convenu que le travail sur les critères d'évaluation soit finalisé puis partagé avec les partenaires. Ensuite, le test de la méthodologie "complète" de description et d'évaluation sur la zone d'étude sera réalisé à partir des données déjà existantes en surface et en souterrain (BD CDS07). Il est précisé que ce test ne concerne pas le protocole simplifié de description des cavités.

### Début 2017

Organisation du 3e COPIL de présentation des résultats du test de la méthodologie "complète" et validation du protocole simplifié de description.

Rendu du rapport d'étude.

### Suite de la démarche en 2017 (?)

En fonction de l'obtention de financements par le CEN pour l'animation de la suite du projet, il est prévu de réaliser une validation scientifique (scientifiques, MNHN, FFS) et la diffusion de la méthodologie, et particulièrement celle relative au protocole simplifié.

Fabien Hobléa indique qu'une phase test est nécessaire pour la validation scientifique. La question de prendre un stagiaire en 2017 est posée. Le CEN propose de voir si cela est envisageable financièrement.

En l'absence d'obtention de financements par le CEN en 2017, l'animation de la suite de la démarche par une autre structure s'imposera (FFS, université,...).

En guise de conclusion et après remerciements des participants, il est précisé que le diaporama diffusé, un compte-rendu et l'ensemble des documents sous format numérique seront envoyés à la liste des structures invitées.

Pour toutes informations complémentaires, vous pouvez contacter :

**Benoît PASCAULT**

*CEN Rhône-Alpes*

*Antenne Drôme-Ardèche*

*8 allée du château*

*07200 VOGUE*

*04 75 36 32 31*

*benoit.pascault@espaces-naturels.fr*

## **Annexe 2: Démarche de délimitation du bassin versant topographique à l'aide du logiciel ArcGis (source: ENSEGID Bordeaux)**

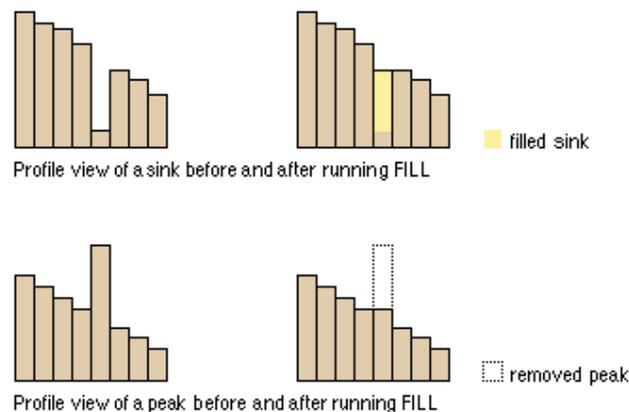
## Extraire un bassin versant à partir d'un modèle numérique de terrain

La plupart des manipulations se font à partir de la boîte à outils "**Hydrology**" présente dans ArcToolBox / Spatial Analyst Tools.

### 1/ Utilisation de "Fill"

Dans l'image raster du MNT, la présence de dépressions ou de pixels sans valeurs peut poser des problèmes dans l'exécution des scripts de la boîte à outils "Hydrology". Ces scripts utilisent le sens des pentes du raster et la présence de dépressions est interprétée comme des points d'arrêt des lignes d'écoulement. Donc, pour que les lignes des écoulements atteignent l'exutoire du bassin versant ces dépressions doivent être comblées. C'est ce que fait l'outil "Fill" et un nouveau raster sera créé.

#### Principe de l'outil "Fill" :



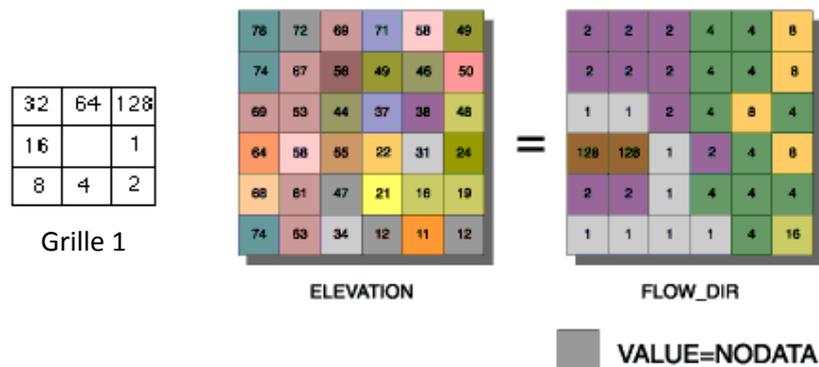
(Documentation ArcGIS 9.2)

### 2/ Utilisation de "Flow direction"

L'étape suivante est de générer un raster des directions d'écoulement. Pour cela on utilise l'outil "Flow direction" de la boîte à outils "Hydrology". **Le raster d'entrée est celui généré avec l'outil "Fill"** et un raster des directions d'écoulement sera créé.

#### Principe du calcul :

- On applique la grille 1 à chaque cellule (pixel) du raster, la cellule cible est celle du milieu ;
- On calcule la pente entre la cellule cible et toutes les cellules adjacentes ;
- On ne retient que la valeur de pente la plus forte ;
- On attribue la valeur de 1 à 128 à la cellule cible en fonction de la cellule qui donne la plus forte pente. Par exemple, si la plus forte pente est obtenue entre la cellule cible et la cellule de droite, on attribue à la cellule cible la valeur 1. Si la plus forte pente est obtenue entre la cellule cible et la cellule de gauche, on attribue à la cellule cible la valeur 16.



**Expression: FLOWDIRECTION(ELEVATION)**

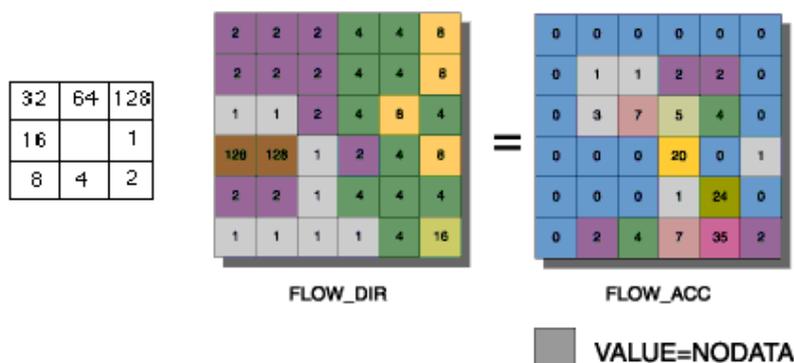
(Documentation ArcGIS 9.2)

### 3/ Utilisation de "Flow accumulation"

Permet de créer un raster de flux accumulé sur chaque cellule. **Le raster d'entrée est celui généré avec l'outil "Flow direction"** et un raster des flux accumulé sera créé. La valeur totale pour une cellule correspond au nombre total de cellules qui peuvent l'alimenter. Le raster obtenu ressemble au réseau de drainage du bassin versant. En multipliant la valeur de chaque cellule par la taille des cellules on peut calculer la surface de drainage en chaque point.

#### Principe du calcul :

Les cellules ayant une direction de flux non définie ne peuvent que recevoir un flux, elles ne contribuent pas à un flux allant vers l'aval. Une cellule n'ayant pas de flux de direction a une valeur différente de 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, ou 128 dans la grille de direction des flux. Les cellules ayant les plus fortes valeurs sont utilisées pour identifier les cours d'eau. Par contre celles ayant la valeur 0 correspondent à des crêtes.



**Expression: FLOWACCUMULATION(FLOW\_DIR)**

(Documentation ArcGIS 9.2)

#### 4/ Utilisation de "Flow length"

Cet outil permet de générer un réseau de drainage qui sera assez proche du réseau hydrographique. **Le raster d'entrée est celui généré avec l'outil "Flow direction"**. Choisir l'option "Upstream". Avec l'outil sélection, chaque point du raster donne la longueur du réseau.

#### 5/ Utilisation de "Watershed"

- L'outil "Watershed" permet de délimiter automatiquement le bassin versant d'un réseau de drainage, il faut connaître l'exutoire du bassin versant. **Le raster d'entrée est celui généré avec l'outil "Flow direction"**. L'exutoire peut être déterminé avec le raster "Flow accumulation" en choisissant le point de concentration maximum sur le réseau de drainage étudié et en créant un *shapefile* (point) à cet endroit.
- Parfois cette méthode ne fonctionne pas, il faut passer par une étape supplémentaire : détermination du "Snap Pour Point", qui va créer un nouveau raster d'un pixel à une distance (choisie par l'utilisateur) du *shapefile* représentant l'exutoire du bassin versant.
- Le nombre de cellules (pixels) du raster « bassin versant », permet de déterminer sa surface.
- Il est possible de transformer le raster en polygone (*shapefile*) en utilisant la boîte à outil "Conversion Tools" et "From Raster" puis l'outil "Raster To Polygon".

#### 6/ Couper le MNT à l'échelle du BV

- Il est possible de se servir du raster bassin versant généré au point 5 pour extraire le MNT qui couvre uniquement le BV : dans la boîte à outil "Spatial Analyst Tools" et outil "Extract by Mask". **Le raster d'entrée est le MNT et le raster bassin versant sert de masque pour l'extraction.**

#### 7/ Création d'un raster représentant le réseau hydrographique

- Il est possible de créer un réseau de drainage à partir du Raster généré par "Flow accumulation" : ouvrir le **Raster Calculator** (dans la barre d'outils "Spatial Analyst"), et taper la commande suivante :

**StreamNetwork = con([Nom\_du\_raster\_Flow\_accumulation] > 2000, 1)**

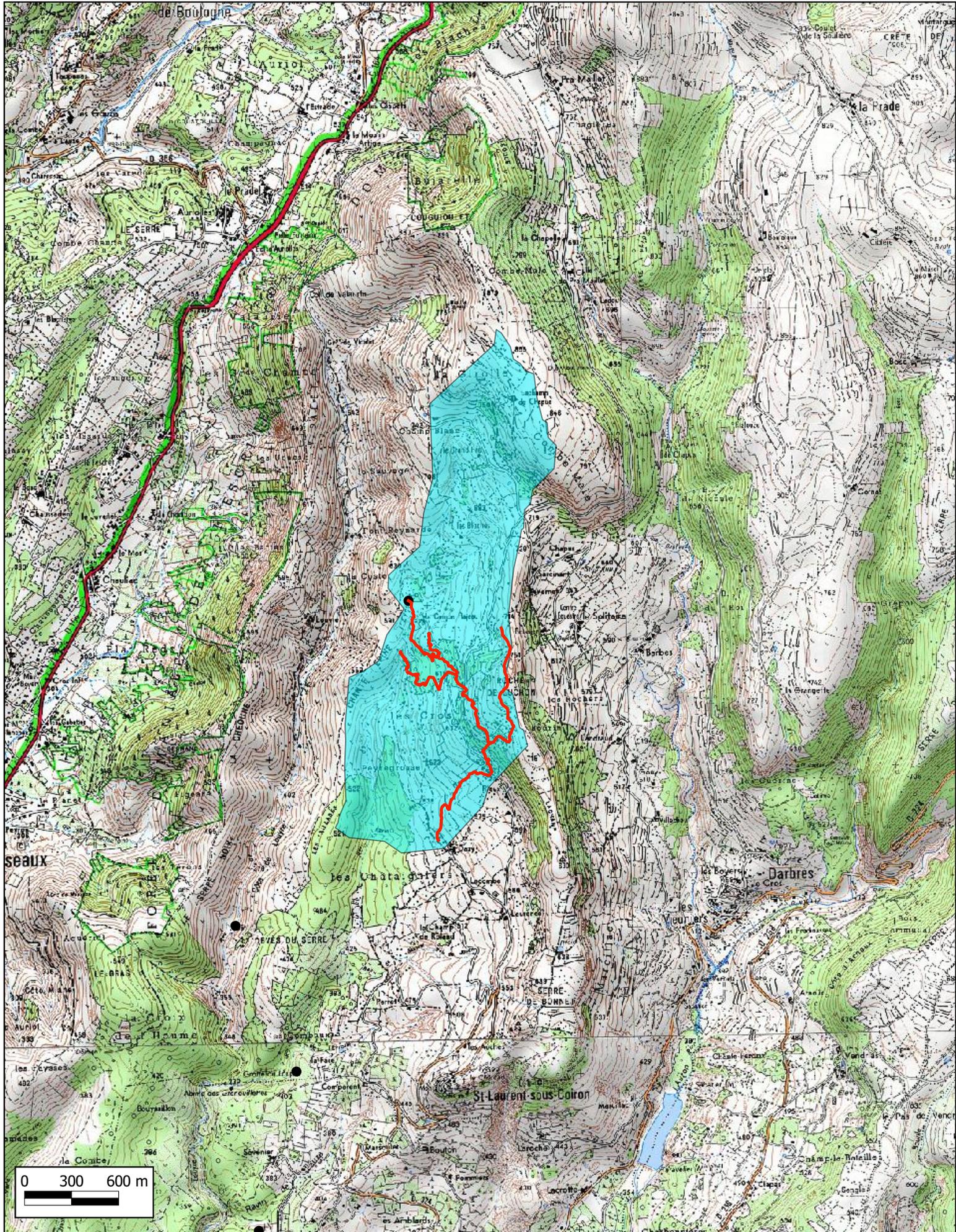
*Un raster StreamNetwork sera créé. Toutes les cellules (pixels) qui drainent plus de 2000 cellules feront partie du réseau hydrographique. La valeur de seuil (ici 2000) peut être ajustée par l'utilisateur.*

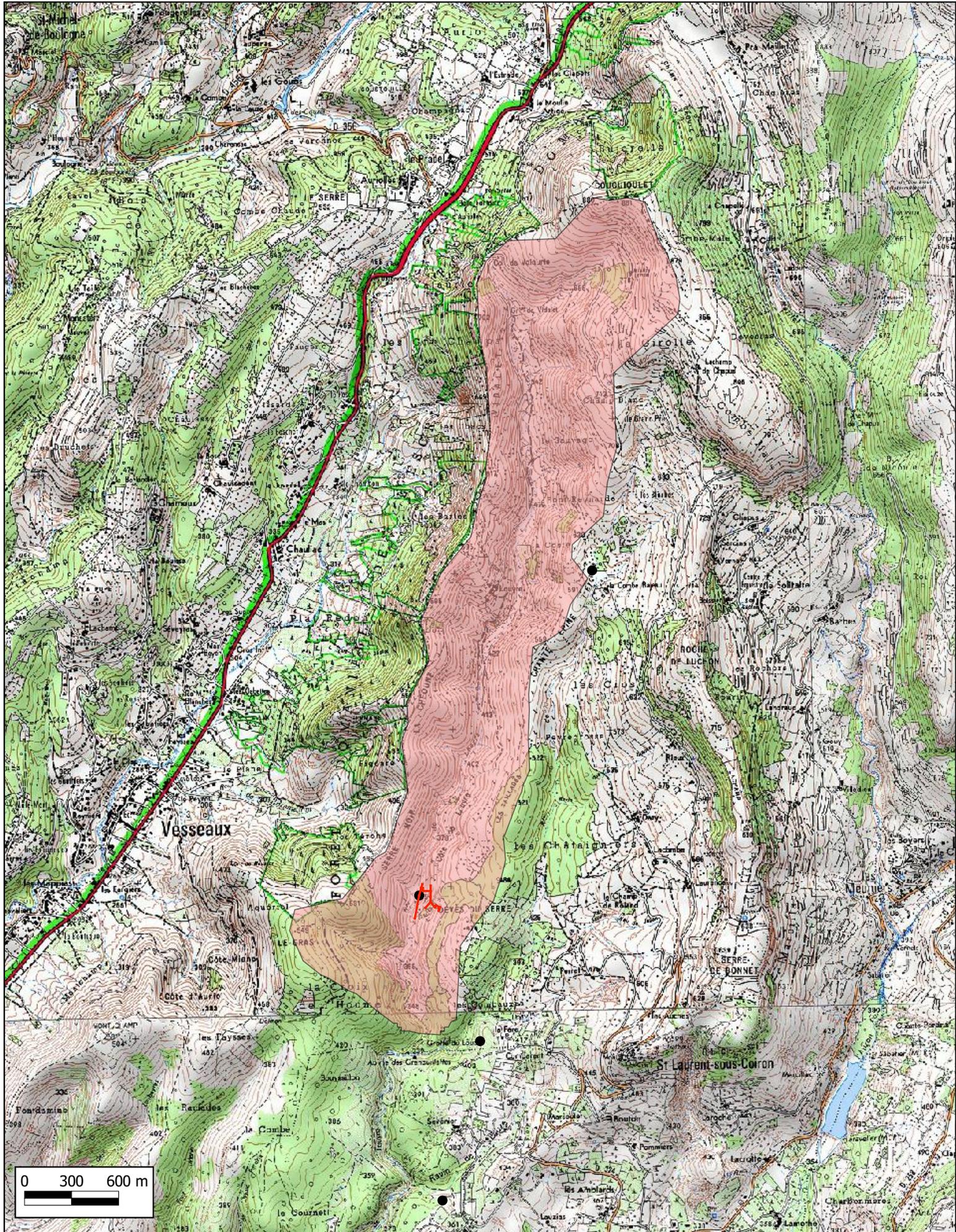
- Il est possible de créer une classification des sections du cours d'eau (type Strahler) en utilisant l'outil "Stream Order". **Le raster d'entrée est StreamNetwork.**
- Il est aussi possible de créer un fichier *shapefile* du réseau hydrographique en utilisant l'outil "Stream to Feature". Utilisez l'option "Simplify polylines".

## **Annexe 3: Cartographie des aires d'influences retenue**

# Stratégie de préservation et de gestion du milieu souterrain

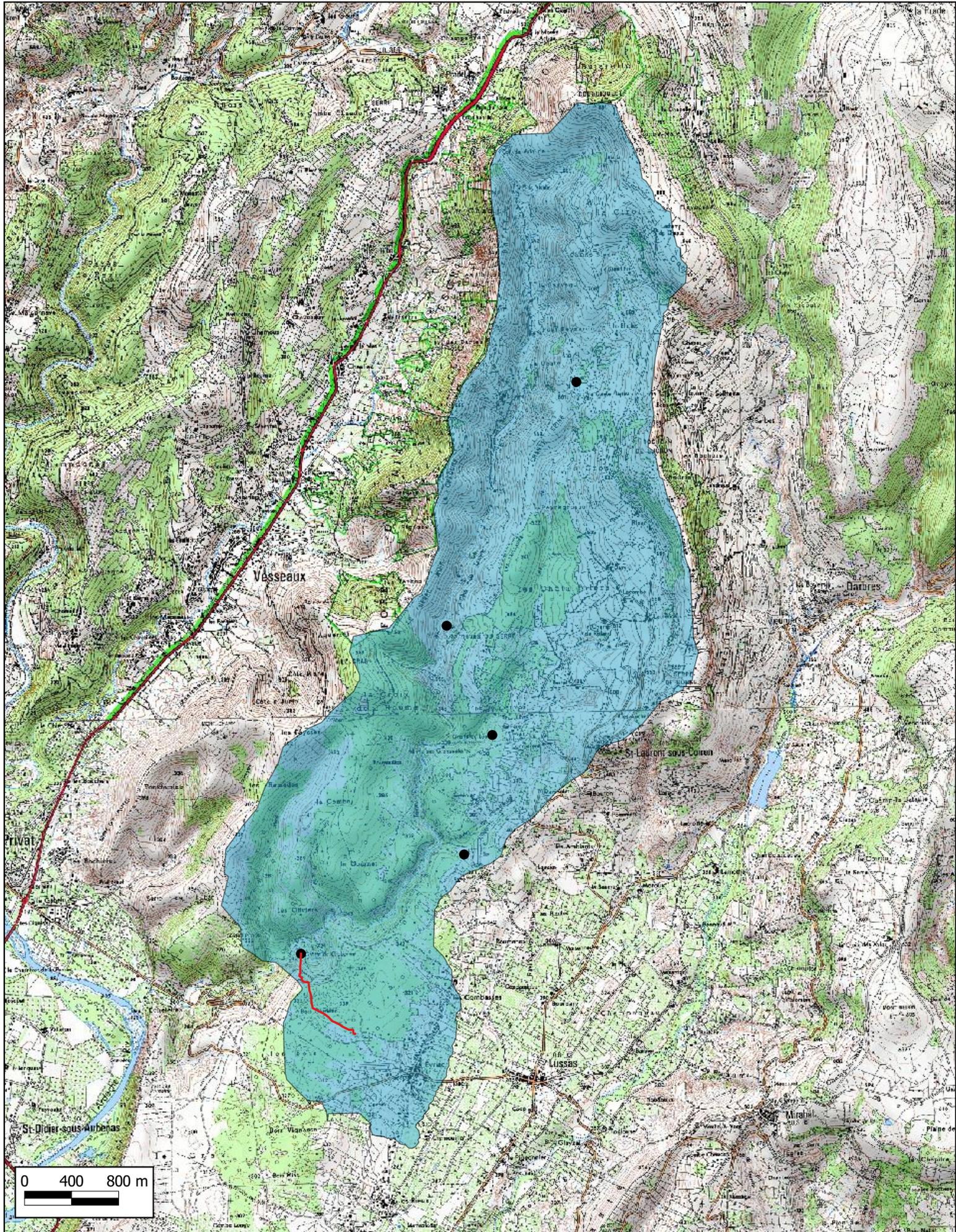
## Localisation de l'aire d'influence de la Combe Rajeau

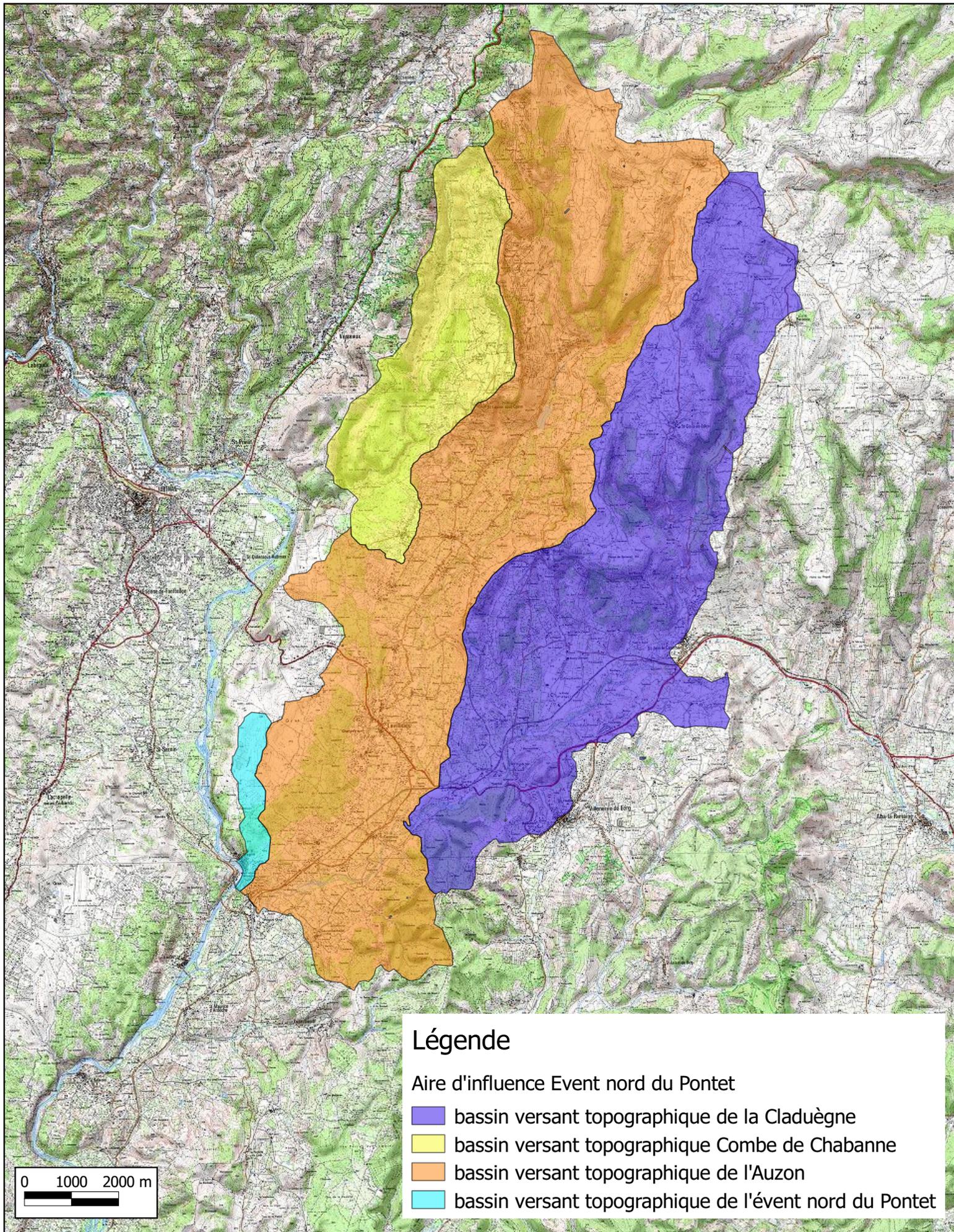




# Stratégie de préservation et de gestion du milieu souterrain

## Localisation de l'aire d'influence Combe de Chabanne

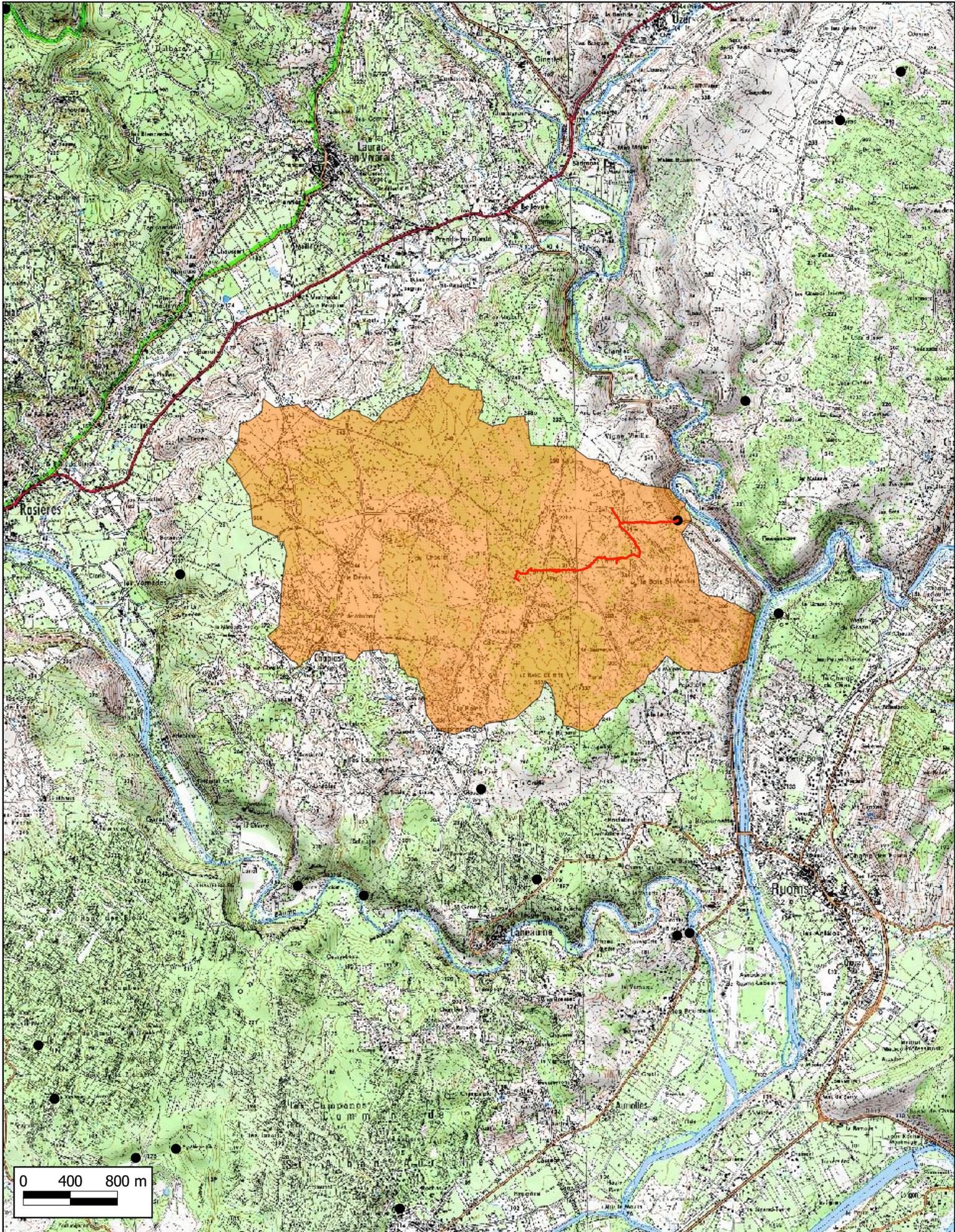


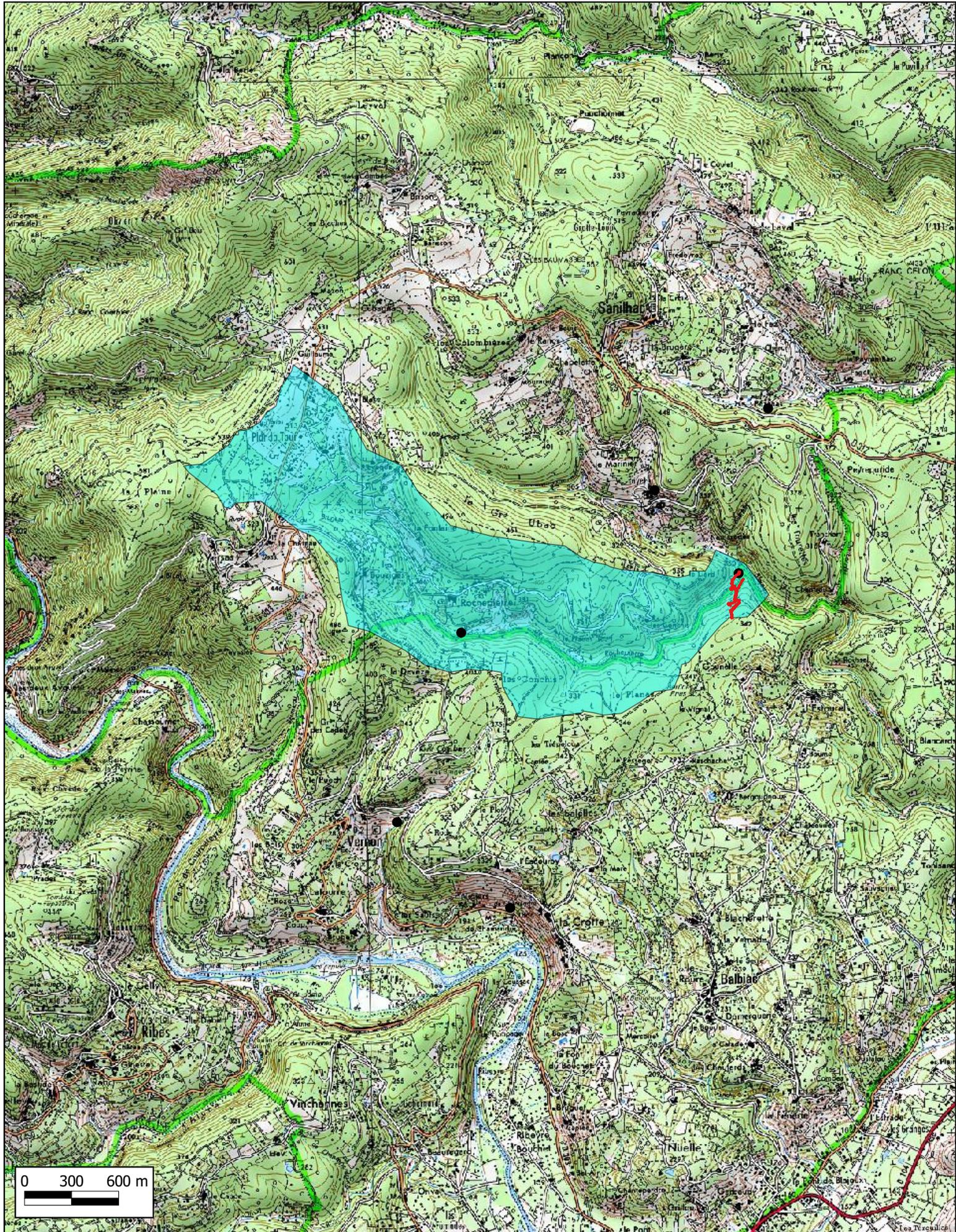


### Légende

Aire d'influence Event nord du Pontet

- bassin versant topographique de la Claduègne
- bassin versant topographique Combe de Chabanne
- bassin versant topographique de l'Auzon
- bassin versant topographique de l'évent nord du Pontet





## **Annexe 4: Critères de description des cavités**

ECHELLE DE LA CAVITE

Catégorie	Critère	Champ	Sous-champ		Source des données	
<b>Description générale</b>	Description générale	Numéro d'identification cavité			Connaissances et base de données des spéléologues, Inventaire des cavités BRGM, relevé de terrain,	
		Nom cavité				
		Synonymes éventuels				
		Coordonnées géographiques	X			
			Y			
			Z			
	Nom de la commune					
	Parcelle	Numéro de section + parcelle			Données de la Direction général des Finances Publiques (DGFIP), géoportail IGN	
		Statut	publique ou privé			
		Non cadastré				
	Appartenance réseau karstique	Nom			Connaissances et base de données des spéléologues	
		Non renseigné				
	Spéléométrie	Développement (en mètres)			Connaissances et base de données des spéléologues, relevés de terrain	
		Dénivelé (en mètres)				
		Point haut (en mètres)				
		Point bas (en mètres)				
		Cavité topographiée				
		Si oui : Topographie	Vectorisée			
			Numérisée			
			Papier			
Accessibilité technique de la cavité	Classe 1					
	Classe 2					
	Classe 3					
	Classe 4					
Aire d'influence de la cavité	Nom			Analyse cartographique, BDLISA, Connaissances et base de données des spéléologues, relevés de terrain,		
	Type					
	Surface					
Bilan global des connaissances de la cavité	Niveau de connaissance			Synthèse des bilans de connaissances établie pour chaque catégorie de critère. Somme des connaissances avec note maximale comprise entre 0 et 21		

ECHELLE DE LA CAVITE

Catégorie	Critère	Champ	Sous-champ	Source des données		
Statut de la cavité, zonages administratifs, contractuels et réglementaires	Réglementation accès	Libre			Connaissances et base de données des spéléologues, DRAC (Service archéologie), ARS, gestionnaires d'espaces naturels, DDT	
		Restreinte				
		Réserve totale				
	Période éventuelle de restriction	Dates				
		Raisons de la restriction	Propriété privée			
	Classement archéologique					
	Alimentation en eau potable					
	Valeur biologique					
	Sensibilité concrétionnement					
	Touristique					
	Autre					
	Classement du site	Site inscrit au PDESI	Nom			DREAL (cartographie CARMEN), Plateforme ouverte des données publiques françaises (data.gouv.fr)
			Numéro			
		Site classé	Nom			
			Numéro			
		Site inscrit	Nom			
			Numéro			
		Opération grand site	Nom			
			Numéro			
	Inventaire et classement au titre de la géologie	Inventaire régional des sites géologiques remarquables	Ponctuel ou surfacique			Inventaire des sites géologiques remarquables, DREAL (cartographie CARMEN), Plateforme ouverte des données publiques françaises (data.gouv.fr), DDT
Nom site						
Coordonnées X,Y						
Valeur patrimoniale (nombre d'étoiles)						
Intérêt géologique prépondérant						
Arrêté préfectoral de protection de géotope		Intitulé				
		Numéro				
Géoparc		Nom				

ECHELLE DE LA CAVITE

Catégorie	Critère	Champ	Sous-champ		Source des données
<b>Statut de la cavité, zonages administratifs, contractuels et réglementaires (suite)</b>	Zonages contractuels et réglementaires en lien avec la ressource en eau	SDAGE	Nom du bassin		Agence de l'eau, Portail national d'accès aux référentiels sur l'eau, Système d'information sur l'eau
		SAGE	Intitulé		
		Contrat de rivière	Organisme porteur		
	Inventaire, zonage contractuel et réglementaire en lien avec la biodiversité	Natura 2000	Code du site		DREAL (cartographie CARMEN), Plateforme ouverte des données publiques françaises (data.gouv.fr), DDT
			Appellation du site		
			Structure animatrice		
		ZNIEFF	Type : I ou II		
			Intitulé		
		APPB	Code		
			Intitulé		
		ENS	Numéro		
			Intitulé		
		Parc national	Structure animatrice		
			Intitulé		
		Réserve naturelle	Nom		
	Structure animatrice				
	Type				
	PNR	Patrimoine géologique			
		Nom			
	Site géré au titre de la conservation de la nature	Intitulé			
		Gestionnaire			
	Documents d'urbanisme	SCOT			
		PLU			
Bilan des connaissances des statuts de la cavité	Connaissance nulle ou quasi-inexistante (0)				
	Connaissance insuffisante (1)				
	Connaissance assez bonne (2)				
	Bonne connaissance de la cavité (3)				

ECHELLE DE LA CAVITE

Catégorie	Critère	Champ	Sous-champ		Source des données	
<b>Description géologique et géomorphologique</b>	Caractéristiques géologiques souterraines	Lithologie (nature roche)	Calcaire		Connaissances et base de données des spéléologues, relevés de terrain	
			Dolomie			
			Grès			
			Gypse			
			Marbre			
			Craie			
			Autre : ...			
		Etage(s) géologique(s)	(éventuellement plusieurs)			
		Paléontologie	Présence de matériel		DRAC service archéologie	
	Caractéristiques géomorphologiques souterraines	Caractéristique de la cavité	Vertical dominant			Connaissances et base de données des spéléologues, relevés de terrain
			Horizontal dominant			
			Plusieurs niveaux (cave levels)	Nombre		
		Morphologie du réseau	Ramifié, dans roche stratifiée			Connaissances et base de données des spéléologues, relevés de terrain
			Ramifié dans roche fracturée			
			Labyrinthique anastomosé			
			Labyrinthique en réseau			
			"Conduit simple"			
		Situation dans le karst	Zone d'infiltration			Connaissances et base de données des spéléologues, relevés de terrain. Le critère concrétions, remplissage s'appuie sur une grille d'inventaire spécifique.
			Zone épinoyée			
			Zone noyée			
Formes, concrétions, remplissages		Formes	Présence			
		Remplissage détritique	densité			
	Concrétions	remarques				
Bilan des connaissances sur la géologie et la géomorphologie	Connaissance nulle ou quasi-inexistante					
	Connaissance insuffisante (1)					
	Connaissance assez bonne (2)					
	Bonne connaissance de la cavité (3)					

ECHELLE DE LA CAVITE

Catégorie	Critère	Champ	Sous-champ		Source des données	
Description hydrogéologique	Hydrogéologie	Masse d'eau souterraine	Nom		Agence de l'eau, Système d'information sur l'eau, Portail national d'Accès aux Données sur les Eaux Souterraines	
			Code			
			Ressource stratégique SDAGE			
		Entité hydrogéologique locale (niv. 3)	Nom		BD LISA (BRGM)	
			Code			
		Fonctionnement hydrogéologique	Fonctionnement ( <i>au choix</i> )	Cavité fossile (=non active)		Connaissances et base de données des spéléologues, hydrogéologues relevés de terrain, Agence de l'Eau, Système d'information sur l'eau, Portail national d'Accès aux Données sur les Eaux Souterraines
				Perte		
				Résurgence		
				Emergence		
			Non renseigné			
	Niveau d'eau NGF		Valeur			
		Valeur à l'étiage				
		Non renseigné				
	Débit	Pas d'écoulement				
		Valeur				
Traçage	Non renseigné					
	Pas d'écoulement					
Origine des écoulements	Système unaire					
	Système binaire					
Bilan des connaissances sur l'hydrogéologie	Connaissance nulle ou quasi-inexistante (0)					
	Connaissance insuffisante (1)					
	Connaissance assez bonne (2)					
	Bonne connaissance de la cavité (3)					

ECHELLE DE LA CAVITE

Catégorie	Critère	Champ	Sous-champ		Source des données	
<b>Description climatologique et énergétique</b>	Niveau énergétique	Fort niveau énergétique			Connaissances et base de données des spéléologues, relevés de terrain	
		Niveau énergétique modéré				
		Niveau énergétique faible voire nul				
		Non renseigné				
	Climatologie	Température (classification Cavelab)	Classe 1			
			Classe 2			
			Classe 3			
			Classe 4			
			Non renseigné			
		Dioxyde de carbone CO2	Présence : oui/non			
			Mesures	Mesure ponctuelle		
				Campagne de mesures		
			Non renseigné			
		Autres gaz	Mesure ponctuelle			
			Campagne de mesures			
			Pas de mesure			
	Non renseigné					
	Pression	Mesure ponctuelle				
		Campagne de mesures				
		Pas de mesure				
Bilan des connaissances sur la climatologie et les niveaux énergétiques	Connaissance nulle ou quasi-inexistante (0)					
	Connaissance insuffisante (1)					
	Connaissance assez bonne (2)					
	Bonne connaissance de la cavité (3)					

ECHELLE DE LA CAVITE

Catégorie	Critère	Champ	Sous-champ		Source des données
Description biospéléologique	Chiroptères	Espèces			Connaissances et base de données des spéléologues et naturalistes, relevés de terrain
		Effectifs			
		Date d'observation			
		Statut de protection/rareté			
	Autres vertébrés	Espèces			
		Effectifs			
		Date d'observation			
		Statut de protection/rareté			
	Invertébrés	Espèces			
		Effectifs			
		Date d'observation			
		Statut de protection/rareté			
	Bilan des connaissances sur la biospéléologie	Connaissance nulle ou quasi-inexistante (0)			
Connaissance insuffisante (1)					
Connaissance assez bonne (2)					
Bonne connaissance de la cavité (3)					
Description archéologique	Archéologie et paléontologie quaternaire	Liste vestiges : -Céramiques, poteries - Objets métalliques (bijoux, armes...) - Silex taillés et autres outils - Art pariétal - Aménagements - Empreintes (humaines) - Sépulture - Ossements - Traces animales (Griffades, bauges, polissage des parois, empreintes, etc) - Non renseigné			DRAC servive archéologie, Connaissances et base de données des spéléologues
		Connaissance nulle ou quasi-inexistante (0)			
		Connaissance insuffisante (1)			
		Connaissance assez bonne (2)			
	Bilan des connaissances sur l'archéologie	Bonne connaissance de la cavité (3)			

ECHELLE DE LA CAVITE

Catégorie	Critère	Champ	Sous-champ		Source des données	
Usages souterrains	Fréquentation spéléologique				Connaissances et base de données des spéléologues et hydrogéologique, Agence de l'eau, relevés de terrain, ARS, DDT, Portail national d'accès aux référentiels sur l'eau, Système d'information sur l'eau, base de données SIS'EAUX, chambre de l'agriculture	
	Grotte touristique					
	Carrière, mine		actuel/ancien			
	AEP	Nom				
		Coordonnées				
		Périmètre de protection				
		Type de périmètre de protection				
	Autre captage	Industriel, agricole, domestique				
	Décharge	Actuelle/ancienne				
	Exploitation économique (champignonnière, fromage, vin)					
	Autre					
	Bilan des connaissances sur les usages	Connaissance nulle ou quasi-inexistante (0)				
		Connaissance insuffisante (1)				
Connaissance assez bonne (2)						
Bonne connaissance de la cavité (3)						

**Annexe 5: Proposition de grille de lecture inspirée de l'ISSKA pour évaluer la valeur paléogéographique, minéralogique et esthétique des remplissages.**

## Proposition de grille de description pour évaluer la valeur paléogéographique, minéralogique et esthétique des remplissages (inspirée de l'ISSKA)

Cocher les objets rencontrés dans la cavité (à partir de données biblio ou de terrain) et mettre en avant les éléments remarquables

Date :

Cavité :

Section :

Opérateur :

		Présence	Densité (faible, moyenne, forte) ou nombre, taille			Remarque, caractéristique du concrétionnement, description			
			Rare	Commun	Abondant				
<b>Formes</b>	Galerie	Syngénétique							
		Paragénétique							
		En écoulement libre							
	Paroi	Coups de gouges							
		Banquettes limites							
		Styloolithes							
		Fentes de ressuyages							
	Plafond	Coupole							
		Méandre							
	Plancher	Marmite							
Chenal de surcreusement									
<b>Remplissage détritique</b>		Argile							
		Galets							
		Gélifrats							
		Sable							
<b>Concrétions</b>		Présence (oui/non)	Densité (faible, moyenne, forte) ou nombre, taille			Composition concrétionnement			Remarque, caractéristique du concrétionnement, description
			Rare	Commun	Abondant	Calcite	Aragonite	Gypse	
<b>Type de concrétions</b>		Stalactite							
		Stalagmite							
		Colonne							
		Cascade							
		Disque de calcite							
		Draperies							
		Excentrique							
		Fistuleuse							
		Fleurs de gypse							
		Gours							
		Méduse							
		Mondmilch (moonmilk)							
		Orgue							
		Perles des cavernes (pisolithes)							
		Pilier							
		Plancher stalagmitique							
		Autre :							
	Autre :								
	Autre :								

Si concrétions variées, nombreuses (densité/taux de recouvrement) : valeur esthétique et paléogéographique

Si composition concrétions variée : valeur minéralogique

## **Annexe 6: Critères de description de l'aire d'influence de la cavité**

ECHELLE DE L'AIRES D'INFLUENCE DE LA CAVITE

Catégorie	Critère	Champ	Sous-champ		Source des données	
<b>Description générale</b>	Nom				Analyse cartographique, BDLISA, Connaissances et base de données des spéléologues, relevés de terrain,	
	Type					
	Communes					
	Surface				Synthèse des bilans de connaissances établie pour chaque catégorie de critère. Somme des connaissances avec note maximale comprise entre 0 et 12	
	Bilan global des connaissances de l'aire d'influence	Niveau de connaissance				
<b>Statut de l'aire d'influence, zonages administratifs, contractuels et réglementaires</b>	Classement du site	Site classé	Nom		DREAL (cartographie CARMEN), Plateforme ouverte des données publiques françaises (data.gouv.fr)	
			Numéro			
		Site inscrit	Nom			
			Numéro			
		Opération grand site	Nom			
	Inventaire et classement au titre de la géologie	Inventaire régional des sites géologiques remarquables		Ponctuel ou surfacique		Inventaire des sites géologiques remarquables, DREAL (cartographie CARMEN), Plateforme ouverte des données publiques françaises (data.gouv.fr), DDT
				Nom site		
				Coordonnées X,Y		
				Valeur patrimoniale (nombre d'étoiles)		
				Intérêt géologique prépondérant		
			Arrêté préfectoral de protection de géotope	Intitulé		
				Numéro		
	Géoparc	Nom				
	Zonages contractuels et réglementaires en lien avec la ressource en eau	SDAGE	Nom du bassin			Agence de l'eau, Portail national d'accès aux référentiels sur l'eau, Système d'information sur l'eau
		SAGE	Intitulé			
Organisme porteur						
Contrat de rivière		Intitulé				
		Organisme porteur				

ECHELLE DE L'AIRES D'INFLUENCE DE LA CAVITE

Catégorie	Critère	Champ	Sous-champ	Source des données	
Statut de l'aire d'influence, zonages administratifs, contractuels et réglementaires (suite)	Inventaire, zonage contractuel et réglementaire en lien avec la biodiversité	Natura 2000	Code du site		DREAL (cartographie CARMEN), Plateforme ouverte des données publiques françaises (data.gouv.fr), DDT
			Appellation du site		
			Structure animatrice		
		ZNIEFF	Type : I ou II		
			Intitulé		
			Code		
		APPB	Intitulé		
			Numéro		
		ENS	Intitulé		
			Structure animatrice		
		Parc national	Intitulé		
		Réserve naturelle	Nom		
			Structure animatrice		
			Type		
	Patrimoine géologique				
	PNR	Nom			
	Site géré au titre de la conservation de la nature	Intitulé			
		Gestionnaire			
	Documents d'urbanisme	SCOT			
		PLU			
Bilan des connaissances des statuts de l'aire d'influence	Connaissance nulle ou quasi-inexistante (0)				
	Connaissance insuffisante (1)				
	Connaissance assez bonne (2)				
	Bonne connaissance de la cavité (3)				

ECHELLE DE L'AIRES D'INFLUENCE DE LA CAVITE

Catégorie	Critère	Champ	Sous-champ		Source des données
Description géologique	Caractéristiques géologiques	Lithologie (nature roche)	Calcaire		Connaissances et base de données des géologues, relevés de terrain, BRGM
			Dolomie		
			Grès		
			Gypse		
			Marbre		
			Craie		
			Autre : ...		
	Etage(s) géologique(s)	(éventuellement plusieurs)			
	Phénomènes karstiques	Nature			
		Aire			
Bilan des connaissances de la géologie de l'aire d'influence	Connaissance nulle ou quasi-inexistante (0)				
	Connaissance insuffisante (1)				
	Connaissance assez bonne (2)				
	Bonne connaissance de la cavité (3)				
Description hydrographique	Ecoulements superficiels	Tronçons hydrographiques	Nom		BD Carthage, Système d'information sur l'eau, Portail national d'accès aux référentiels sur l'eau, Plateforme ouverte des données publiques françaises (data.gouv.fr)
Description hydrogéologique	Masse d'eau souterraine	Numéro			Agence de l'Eau, Système d'information sur l'eau, Portail national d'Accès aux Données sur les Eaux Souterraines
		Nom			
	Entité hydrogéologique locale	Numéro			BD LISA BRGM, , Plateforme ouverte des données publiques françaises (data.gouv.fr)
		Nom			
	Vulnérabilité intrinsèque de la nappe (indice IDPR)	IDPR < 1000			BRGM
		IDPR = 1000			
		IDPR > 1000			
IDPR ~ 2000					

ECHELLE DE L'AIRE D'INFLUENCE DE LA CAVITE

Catégorie	Critère	Champ	Sous-champ		Source des données	
<b>Activités interférentes</b>	Occupation du sol	Zone naturelle			Base de données Corine Land Cover, Base de données locale (exemple DDT07)	
		Zone agricole				
		Zone urbanisée				
	Industrie, carrières, mines (ICPE)	Nom			DREAL, Plateforme ouverte des données publiques françaises (data.gouv.fr), DDT	
		Numéro d'inspection				
		Coordonnées				
		Commune				
		Etat d'activité	En fonctionnement			
			En cessation			
		Préciser si activités extractives (carrière, Seveso)	oui/non			
	Sites et sols pollués, anciens sites industriels	Sites et sols pollués	Nom		DREAL, Base de données BASOL	
			Numéro BASOL complet			
			Coordonnées			
			Commune			
			Utilisation actuelle du site	En activité		
				Site industriel en friche		
				Site ancien réutilisé		
		Type de pollution	Dépôt de déchets			
			Dépôt enterré			
			Sol pollué			
			Dépôt aérien			
			Dépôt de produits divers			
		Anciens sites industriels et activités de services	Pollution non caractérisée			
			Commune			
Activité						
Coordonnées	X, Y					
Etat d'occupation	Nom			DREAL, Base de données BASIAS		
	Coordonnées					
	Identifiant					
	Commune					
	Etat d'occupation	En cours				
	Terminée					
	Non renseignée					
Site réaménagé	Oui					
	Non					

ECHELLE DE L'AIRE D'INFLUENCE DE LA CAVITE

Catégorie	Critère	Champ	Sous-champ		Source des données	
<b>Activités interférentes (suite)</b>	Station d'épuration	Nom				
		Commune				
		Coordonnées				
		Type				
		Cours d'eau rejet				
		Coordonnées rejet				
		Conformité de la station	Conforme			
	Non conforme en performance					
	Non conforme en équipement					
	Assainissement non collectif (SPANC)	Commune			DDT, collectivités territoriales	
		Surface				
	AEP	Nom			Connaissances et base de données des spéléologues et hydrogéologues, Agence de l'eau, collectivités territoriales ARS, DDT, Portail national d'accès aux référentiels sur l'eau, Système d'information sur l'eau, Portail d'information sur l'assainissement communal, base de données SIS'EAUX, chambre d'agriculture	
		Coordonnées				
		Périmètre de protection				
		Type de périmètre de protection				
	Autre captage	Industriel, agricole, domestique				
	Ressource en eau souterraine stratégique	Périmètres des Zones de Sauvegarde Exploitées	Nom			
			Surface			
		Périmètres des Zones de Sauvegarde Non Exploitées Actuellement	Nom			
			Surface			
Bilan des connaissances des activités interférentes	Connaissance nulle ou quasi-inexistante (0)					
	Connaissance insuffisante (1)					
	Connaissance assez bonne (2)					
	Bonne connaissance de la cavité (3)					

## Annexe 7: Sources des données utilisées

Nom de l'information	Source	Notes
Spéléométrie	BD CDS07	Développement, dénivelé, cavité active/fossile
Réglementation accès	BD CDS07	Réglementation, raisons restrictions
Accessibilité technique	CDS07	Classes d'accessibilité selon la FFS
Géologie cavité	BD CDS07	Lithologie, étage stratigraphique, paléontologie
Géomorphologie cavité	BD CDS07	Caractéristiques générales, formes remarquables
Climatologie	BD CDS07	Peu de données
Biospéléologie	J. Balazuc, LPO07	Peu de données
Archéologie	DRAC	

Nom de la couche SIG	Source	Notes
Position des aires d'influences	CEN Rhône-Alpes	
Position des cavités	BD CDS07	Nom, synonymes, coordonnées, réseau
Parcelles cadastrales	DGFIP	Numéro de parcelle, statut public/privé
Report topo	CDS07	Report topo de la cavité en surface
Bassins d'alimentation	<i>Calcul SIG (Cen RA)</i>	Bassins d'alimentation des cavités
Communes	IGN	Limites communales
Site PDESI	CARMEN, BD CDS07	
Sites classés	CARMEN	
Sites inscrits	CARMEN	
Opération Grand Site	CARMEN	
Inventaire géologique	DREAL+Cen	Sites géologiques de surface remarquables en Rhône-Alpes
Géologie07	BRGM	Carte géologique
Arrêtés de géotope	DREAL	
SDAGE	AERMC	

SAGE	AERMC	
Contrat de rivière	AERMC	
Tronçons hydrographiques	BD Carthage	Nom, code, temporaire/permanent
Arrêtés de biotope	DREAL	Contour des zones soumises à Arrêté Préfectoral de Protection de Biotope en Ardèche
Site Natura Natura 2000	DREAL	Contour des zones Natura 2000 de la directive Habitats, codes et noms des sites
ZNIEFF I	DREAL	Limites, code, intitulé
ZNIEFF II	DREAL	Limites, code, intitulé
ENS	CD07	Limites des espaces naturels sensibles, nom
Sites naturels gérés	Cen Rhône-Alpes	
IDPR	BRGM	Indice de Persistance des Réseaux, vulnérabilité intrinsèque aquifères
BD occupation des sols 07	DDT07	
Corine Land Cover	MEEM, EEA	
Recensement Parcelaire général	ASP	Registre Parcelaire Graphique
ICPE	DREAL	
Sites et sol pollués	BASOL (DREAL)	
Anciens Sites Industriels et Activités de Service	BASIAS (BRGM)	
<b>Nom de la couche SIG</b>	<b>Source</b>	<b>Notes</b>
STEP	ROSEAU (MEEM), DDT07	Stations d'épuration
Captage AEP et périmètre de protection	ARS	Captages AEP
Autres captages	DDT07	
Zones de sauvegarde de la ressource en eau	SMAC AERMC	Ressource eau souterraine
MNT07	BD alti IGN	RGE alti précision 5m
BD Topo	IGN	

## **Annexe 8: Données descriptives des 45 cavités étudiées**

NUM	Commune	num_parcelle (com_abs+section+numero)	parcelle privée/publique	Réseau karstique			Spéléométrie				Secteur-massif	Lieu-dit	Bilan global des connaissances (note sur 21)
				Réseau	Raccordement réseau	Profondeur -	Profondeur +	Developpement(m)	Topo disponible	Accessibilité			
1	St Laurent sous Coiron	000G004	privée	Grand Pré		de -254 à +4		11000	oui	3	Coiron occidental	La Combe Rajeau	10
2	St Laurent sous Coiron	000G0155	privée			-60		1200	oui	3	Coiron occidental	Ruisseau de Louyre	10
3	Saint Laurent sous Coiron	000AD0412	privée			de -23 à 120		120	oui	1 à 3		Ruisseau de l'Eyrolle	10
4	Lussas	000J0288	privée			-10		100	oui	2	Ruisseau de Louyre	Ravin de Lauze	10
5	Lussas	000J0084	privée	Grand Pré		de -25 à +35	35	1010	oui	1 et 4	Ruisseau de Louyre		12
6	Lavilledieu	000F0414	privée			-32		100	oui	2 à 3	Plateau de Lavilledieu	Bosviel	8
7	Saint Germain	000A0277	privée			-40		80	oui	1	Coiron occidental	Grand Bois	10
8	Vogüé	non cadastré	non cadastré			-61		70	oui	1 à 3	Coiron occidental	Les Chazes	10
9	St Germain	non cadastré	non cadastré			-40		850	oui	2	Coiron occidental	le Maçon	10
10	Vogüé	000C0220	privée	Pontet, évènements Nord et Sud du	prouvé	de -3 à +3,5		282	oui	1 à 4	Coiron occidental		10
11	Lanas	non cadastré	non cadastré	Résurgence des Estinettes		de -51 à +10		575	oui	2 à 4			8
12	Balazuc	000A0337	privée			-15	5	50	oui	1			10
13	Balazuc	000A0453	privée						non	1			10
14	Balazuc	000B0156	privée			-6		6	oui	1			10
15	Balazuc	000B0298	privée			-53		300?	oui	3	Gras de Chauzon	Combe Veyras	8
16	Chauzon	000B0461	privée					20	non	1	Gras de Chauzon	Boudenne	10
17	Balazuc	000B0457	privée			de -7 à 33		720	oui	2 à 4	Ardèche rd		10
18	Chauzon	000C0145	privée	Syrah		de -25 à 19		1220	oui	2 à 4	Gras de Chauzon	Ruisseau de Gournier	8
19	Labeaume	000B0042	privée	Baume du Pecher		de -31 à +41		2623	oui	2 à 4	Labeaume, plateau de	Défilés de Ruoms	8
20	Ruoms	000A0132	privée			-2		135	oui	1		Défilés de Ruoms	10
21	Sanilhac	000B1703	privée	Chamandre	prouvé	-71		4762	oui	1 à 2	Trias à l'ouest de Largentièrè	Ruisseau de Pézenas	8
22	Sanilhac	non cadastré	non cadastré	Chamandre	possible			800	non	1 à 3	Trias à l'ouest de Largentièrè	Fayet	8
23	Rosières	000A0069	privée	Chamandre	possible	-48		660	oui	1 à 2	Trias à l'ouest de Largentièrè	Ruisseau de Rochepierre	8
24	Rosières	non cadastré	non cadastré	Chamandre	oui	-109		1436	oui	1 à 4	Trias à l'ouest de Largentièrè	Ruisseau de Rochepierre	8
25	Vernon	non cadastré	non cadastré	Chamandre	possible	65		3060	oui	1 à 3	Trias à l'ouest de Largentièrè	Ruisseau de l'Abéouradou	8
26	Vernon	000B04491	privée	Chamandre		51		1540	oui	4	Trias à l'ouest de Largentièrè	Moulin de Chamandre	8
27	Rosières	000I0399	privée	Remène	raccordé	-7	35	1837	oui	1 à 4	Labeaume, plateau de	Ravin de Remène	10
28	Labeaume	000D0304	privée			-11,5		90	oui	1	Labeaume, plateau de	la Tune	10
29	Labeaume	000D1042	privée					1050	oui	3	Labeaume, plateau de	Boudon	10
30	St Alban Auriolles	000B1130				-30		650	oui	3	la Beaume, rive droite de	Bizac	11
31	St Alban Auriolles	000B0189	privée	Bizac - Peyroche 1-2	prouvé	-8		323	oui	1 à 2	la Beaume, rive droite de	Bizac	11
32	Labeaume	000E0357	privée			-3		1400	oui	4	Labeau, plateau de		8
33	Labeaume	000F0114	privée			de -3 à +18	18	250	oui	1	Labeaume, plateau de	Gadret	8
34	St Alban Auriolles	000 B 0186	privée	Bourbouillet-Reméjadou-Ranc du Bœuf	possible	-40	10	1100	oui	1 à 4			10
35	St Alban Auriolles	000 B 0039	privée	Bourbouillet-Reméjadou-Ranc du Bœuf	prouvé	-51		1465	oui	3 à 4			10
36	St Alban Auriolles	000 B 0020	privée	Bourbouillet-Reméjadou-Ranc du Bœuf	prouvé	-53		1200	oui	2 à 4			12
37	Lablachère	000 E 0129	privée	Bourbouillet-Reméjadou-Ranc du Bœuf	prouvé	-28		680	non	3 à 4			8
38	St Alban Auriolles	000 D 1735	privée	Saint Alban Auriolles [rivière souterraine de]	prouvé			1000	oui	1 à 4	Gras de Chandolas - Lablachère - St Alban	la Barnerie les Campagnes	8
39	Saint Alban Auriolles	000C0406	privée	Beaufort - Grange du Baque		-13		336	oui	2	Gras de Chandolas - Lablachère - St Alban	Le Château	10
40	St Alban Auriolles	000C0446	privée	Font la Douce- Douce Paulette	prouvé	-21	4	166	oui	1 à 4	Alban	les Trouillères	10
41	Grospierres	000 E 0090	privée						non	2 à 4	Ruisseau du Bourbouillet	Ranc d'Avène	8
42	Grospierres	000 E 0117	privée			-4		30	oui	1	Gras de Chandolas	Ranc d'Avène	10
43	Les Assions	000D0126	privée			-17		211	oui	1 à 3			8
44	Berrias et casteljau	000A0150	privée			-2		7	non	1	Bois de Païolive, rive gauche du		11
45	Berrias et casteljau	046 A0100	privée				20	158	oui	1 à 2	Bois de Païolive, r. gauche du		11

NUM	Statut cavité							
	Protection	Raison protection	PDESI	classement/inscription site	inventaire géologie	zonages contractuels eau	Inventaire/zonages contractuels/réglementaire nature	Bilan des connaissances
1	non		non	non	non	Sage ardèche		3
2	non		non	non	non	Sage ardèche	ZNIEFF 07000006	3
3	oui	archéologie	non	non	non	Sage ardèche		3
4	oui	archéologie	non	non	non	Sage ardèche		3
5	non		non	non	non	Sage ardèche	ZNIEFF 07000006, Site natura 2000 B5	3
6	non		non	non	non	Sage ardèche		3
7	non		non	non	non	Sage ardèche		3
8	non		non	non	non	Sage ardèche		3
9	non		non	non	non	Sage ardèche		3
10	non		non	non	non	Sage ardèche	ZNIEFF 0717, ZNIEFF 07160003, Site natura 2000 B5	3
11	non		non	non	non	Sage ardèche	ZNIEFF 0716, ZNIEFF 07160003, Site natura 2000 B5	3
12	oui	archéologie	non	non	non	Sage ardèche	ZNIEFF 0717	3
13	oui	archéologie	non	non	non	Sage ardèche	ZNIEFF 0716, ENS Vallée de l'Ardèche	3
14	?	?	non	non	non	Sage ardèche	ZNIEFF 0717, ZNIEFF 07160002, Site natura 2000 B5, ENS Vallée de l'Ardèche	3
15	non		non	non	non	Sage ardèche	ZNIEFF 0717, ZNIEFF 07160002, Site natura 2000 B5, ENS Vallée de l'Ardèche	3
16	non		non	non	non	Sage ardèche	ZNIEFF 0716, ZNIEFF 07160006, Site natura 2000 B5, APPB B058, ENS Vallée de l'Ardèche	3
17	non		non	non	non	Sage ardèche	ZNIEFF 0716, ZNIEFF 07160006, Site natura 2000 B5, APPB B058, ENS Vallée de l'Ardèche	3
18	oui	sécurité randonneur (danger de crue)	non	non	non	Sage ardèche	ZNIEFF 0716, ZNIEFF 07160006	3
19	non		non	non	non	Sage ardèche	ZNIEFF 0716, ZNIEFF 07160006, Site natura 2000 B5, APPB B058, ENS Vallée de l'Ardèche	3
20	non		non	non	non	Sage ardèche	ZNIEFF 0716, ZNIEFF 07160006, Site natura 2000 B5, APPB B058, ENS Vallée de l'Ardèche	3
21	non		non	non	non	Sage ardèche	ZNIEFF 0716, ZNIEFF 07170012	3
22	non		non	non	non	Sage ardèche	ZNIEFF 0716	3
23	non		non	non	non	Sage ardèche	ZNIEFF 0716, ZNIEFF 07170009	3
24	non		non	non	non	Sage ardèche		3
25	oui	concrétions sensibles	non	non	non	Sage ardèche		3
26	non		non	non	non	Sage ardèche		3
27	non		non	non	non	Sage ardèche	ZNIEFF 0717, ZNIEFF 07170003, ENS Vallée de l'Ardèche	3
28	non		non	non	non	Sage ardèche	ZNIEFF 0717, ZNIEFF 07170003, Site natura 2000 B5, ENS Vallée de l'Ardèche	3
29	oui	propriété privée	non	non	non	Sage ardèche	ZNIEFF 0717, ENS Vallée de l'Ardèche	3
30	oui	archéologie	non	non	non	Sage ardèche	ZNIEFF 0716, ENS Vallée de l'Ardèche	3
31	non		non	non	non	Sage ardèche	ZNIEFF 0716, Site natura 2000 B5, ENS Vallée de l'Ardèche	3
32	non		non	non	non	Sage ardèche	ZNIEFF 0717, ZNIEFF 07170003, Site natura 2000 B5, ENS Vallée de l'Ardèche	3
33	non		non	non	non	Sage ardèche	ZNIEFF 0717, ZNIEFF 07170003, ENS Vallée de l'Ardèche	3
34	non		non	non	non	Sage ardèche	ZNIEFF 0717, ZNIEFF 07170004, site natura 2000 B4	3
35	non		non	non	non	Sage ardèche	ZNIEFF 0717, ZNIEFF 07170004, site natura 2000 B4	3
36	non		non	non	non	Sage ardèche	ZNIEFF 07170004, site natura 2000 B4	3
37	non		non	non	non	Sage ardèche	ZNIEFF 0717, ZNIEFF 07170004, site natura 2000 B4	3
38	non		non	non	non	Sage ardèche	site natura 2000 B4	3
39	oui	archéologie	non	non	non	Sage ardèche	site natura 2000 B4	3
40	oui	archéologie	non	non	non	Sage ardèche	site natura 2000 B4	3
41	non		non	non	non	Sage ardèche	ZNIEFF 0717, ZNIEFF 07170004, site natura 2000 B4	3
42	non		non	non	non	Sage ardèche	ZNIEFF 07170004, site natura 2000 B4	3
43	non		non	non	non	Sage ardèche	ZNIEFF 0717, ZNIEFF 07170004, site natura 2000 B4, ENS Bois de Païolive	3
44	oui (grille cadenassée pour archéo)		non	non	non	Sage ardèche	ZNIEFF 0717, ZNIEFF 07170004, site natura 2000 B4, ENS Bois de Païolive	3
45	non		non	non	non	Sage ardèche	ZNIEFF 0717, ZNIEFF 07170004, site natura 2000 B4, ENS Bois de Païolive	3

NUM	Description géologique et géomorphologique					Bilan des connaissances
	Géologie	caractéristique cavité	morphologie réseau	situation dans le karst	karstologie	
1	calcaires jurassiques					1
2	calcaires jurassiques				ancienne perte de Louyre	1
3	calcaires kimméridgiens					1
4	calcaires jurassiques				étage fossile du câble remblayé	1
5	Calcaires séquanais				coloration 1969	1
6	Calcaires jurassiques sup.					1
7	Calcaires jurassiques					1
8	Calcaires portlandiens				aven de soutirage, regard sur un actif	1
9	calcaires kimméridgiens				perte après épisode cévenole, ancien parcour des pertes de l'auzon	1
10	calcaires kimméridgiens				alimenté par pertes de l'Auzon, coloration	1
11	Calcaires séquanais				résurgence temporaire drainant une partie du plateau de Lanas	1
12	Calcaires jurassiques					1
13	Calcaires kimméridgiens					1
14						1
15	Calcaires jurassiques				entrée sur le côté d'une vaste doline, fonctionne en cas de pluies diluviennes	1
16	Calcaires jurassiques					1
17	Calcaires séquanais				ancien trop plein, rivière non visible	1
18	Calcaires jurassiques				source vauclusienne résurgente en rive gauche de la Ligne, cavité 3/4 noyée en crue (danger)	1
19	Calcaires lusitaniens supérieurs					1
20	Calcaires tithoniques					1
21	Grès trisasiens				failles NE-SO (ruisseaux dans direction dominante), pertes communiquent perpendiculairement aux failles, réseau en peigne	1
22	Grès trisasiens				résurgence se jette dans Blajoux	1
23	Grès trisasiens				perte active du ruisseau de Rochepierre	1
24	Grès trisasiens				perte semi-active	1
25	Grès trisasiens				richement concrétionné > cavité sensible (+aragonite)	1
26	Grès trisasiens					1
27	Calcaires kimméridgiens				collecteur drainant le nord de chapias	1
28	Calcaires				ancienne perte colmatée	1
29	Calcaires barrémiens supérieur récifal				orifice non fonctionnel mais sorties d'eau par grosses crues	1
30	Calcaires bérrasiens				puits diaclase concrétionné, imposant dôme stalagmitique	1
31	Calcaires bérrasiens					1
32	Calcaires kimméridgiens				trop plein d'une exurgence pérenne	1
33	Calcaires kimméridgiens				ancienne perte de la Beaume	1
34	calcaires kimméridgiens					1
35	Calcaires portlandiens					1
36	Calcaires portlandiens				résurgence des eaux du Reméjadou, source pérenne	1
37	Calcaires tithoniques				siphon long de 1465m (plus grand d'ardèche)	1
38	Calcaires tithoniques				résurgence de la rivière de Saint Alban	1
39	Calcaires portlandiens					1
40	Calcaires portlandiens				résurgence temporaire	1
41						1
42	Calcaires portlandiens					1
43	Calcaires séquanais				coulée stalagmitique de 15m, grotte goule, résurgence dans la falaise du Salindre (Rabany)	1
44	Calcaires kimméridgiens					1
45	calcaires kimméridgiens					1

NUM	Description hydrogéologique						
	entité hydrogéologique/masse d'eau			Fonctionnement hydrogéologique			Bilan des connaissances
	Nom	Code	Masse d'eau souterraine	traçage	Origine écoulements	hydrologie	
1	Unité karstique Nord Vogüé	533AF02	DG118	oui		actif	3
2	Unité karstique Nord Vogüé	533AF02	DG118	oui		actif	3
3	Unité karstique Nord Vogüé	533AF02	DG118				1
4	Unité karstique Nord Vogüé	533AF02	DG118				1
5	Unité karstique Nord Vogüé	533AF02	DG118	oui		réseau noyé sur 140m	3
6	Unité karstique Nord Vogüé	533AF02	DG118			ruisselet	1
7	Unité karstique Nord Vogüé	533AF02	DG118			paléo écoulements	1
8	Unité karstique Nord Vogüé	533AF02	DG118				1
9	Unité karstique Nord Vogüé	533AF02	DG118			actif	1
10	Unité karstique Nord Vogüé	533AF02	DG118	oui		sources pérennes	3
11	Unité karstique entre l'Ardèche et la Ligne	533AF03	DG118			siphon temporaire	1
12	Unité karstique entre l'Ardèche et la Ligne	533AF03	DG118				1
13	Unité karstique entre l'Ardèche et la Ligne	533AF03	DG118				1
14	Unité karstique entre l'Ardèche et la Ligne	533AF03	DG118				1
15	Unité karstique entre l'Ardèche et la Ligne	533AF03	DG118			actif, lac	1
16	Unité karstique entre l'Ardèche et la Ligne	533AF03	DG118				1
17	Unité karstique entre l'Ardèche et la Ligne	533AF03	DG118			noyé en crue	1
18	Unité karstique entre l'Ardèche et la Ligne	533AF03	DG118			actif temporaire	1
19	Unité karstique entre l'Ardèche, la Beaume et la Ligne	533AF05	DG118			actif	1
20	Unité karstique entre l'Ardèche, la Beaume et la Ligne	533AF05	DG507			lac	1
21	Grès du Trias moyen et inférieur ardéchois	533AK00	DG507	oui		massif traversé du NO vers SE par 3 ruisseaux (Pézenas, Blajoux, Rochepierre). L'ensemble se jette dans la Beaume. En aval, imperméabilité des couches marneuses.	1
22	Grès du Trias moyen et inférieur ardéchois	533AK00	DG507				1
23	Grès du Trias moyen et inférieur ardéchois	533AK00	DG507	oui		actif, effluents	1
24	Grès du Trias moyen et inférieur ardéchois	533AK00	DG507	oui			1
25	Grès du Trias moyen et inférieur ardéchois	533AK00	DG507			actif	1
26	Grès du Trias moyen et inférieur ardéchois	533AK00	DG507	oui		source pérenne, 90m3/h	1
27	Unité karstique entre l'Ardèche, la Beaume et la Ligne	533AF05	DG118			actif	1
28	Unité karstique entre l'Ardèche, la Beaume et la Ligne	533AF05	DG118			pas d'actif	1
29	Unité karstique entre l'Ardèche, la Beaume et la Ligne	533AF05	DG118			actif pérenne, cavité noyée la majeure partie de l'année	1
30	Unité karstique entre la Beaume et le Chassezac	533AF06	DG118			actif temporaire	1
31	Unité karstique entre la Beaume et le Chassezac	533AF06	DG118			lac temporaire	1
32	Unité karstique entre l'Ardèche, la Beaume et la Ligne	533AF05	DG118			draine secteur sud de linsolas	1
33	Unité karstique entre l'Ardèche, la Beaume et la Ligne	533AF05	DG118				1
34	Unité karstique entre la Beaume et le Chassezac	533AF06	DG118			lac, siphon	1
35	Unité karstique entre la Beaume et le Chassezac	533AF06	DG118	oui		actif (rivière)	3
36	Unité karstique entre la Beaume et le Chassezac	533AF06	DG118	oui		actif	3
37	Unité karstique entre la Beaume et le Chassezac	533AF06	DG118			actif	1
38	Unité karstique entre la Beaume et le Chassezac	533AF06	DG118			actif	1
39	Unité karstique entre la Beaume et le Chassezac	533AF06	DG118			fossile?	1
40	Unité karstique entre la Beaume et le Chassezac	533AF06	DG118				1
41	Unité karstique entre la Beaume et le Chassezac	533AF06	DG118				1
42	Unité karstique entre la Beaume et le Chassezac	533AF06	DG118				1
43	Unité karstique entre la Beaume et le Chassezac	533AF06	DG118			petit lac	1
44	Unité karstique entre la Beaume et le Chassezac	533AF06	DG118				1
45	Unité karstique entre la Beaume et le Chassezac	533AF06	DG118				1

NUM	Description climatologique et énergétique						
	Niveau énergétique	Climatologie				aérologie	Bilan des connaissances
		T	CO2	Autres gaz	Pression		
1							0
2						courant d'air	0
3						CO2	0
4							0
5							0
6						CO2	0
7						courant d'air de convection	0
8						CO2 (de 2 à 4,5%)	0
9						faible courant d'air	0
10						présence trou souffleur	0
11							0
12							0
13							0
14							0
15							0
16							0
17							0
18							0
19							0
20							0
21							0
22							0
23						important courant d'air aspirant en hiver, inverse en été	0
24							0
25						entrée basse : aspirante en régime d'hiver et soufflante en régime d'été	0
26							0
27						CO2 en été, fort courant d'air aspirant et souffleurs	0
28							0
29							0
30						Co2	0
31							0
32						violent courant d'air quand siphon désamorçés par pompage	0
33							0
34							0
35							0
36							0
37							0
38							0
39							0
40							0
41							0
42							0
43						courant d'air aspirant	0
44							0
45							0

NUM	Biospéléologie		
	biospéléo (cds07)	Données de Balazuc	Chiroptères (LPO07)
1		Aberlenc 1987 : Coleoptera adephaga caraboidea trechidae Speotrechus mayeti, Coleoptera haplogastra staphyloidea catopidae Bathysciola linderi	Petit rhinolophe, Grand rhinolophe
2			Petit rhinolophe
3			Petit rhinolophe, Grand rhinolophe
4		1984 : Coleoptera adephaga caraboidea trechidae <b>Speotrechus mayeti</b> . Coleoptera haplogastra staphyloidea catopidae <b>Bathysciola linderi</b> .	
5		1956 Chir.: Nombreuses chauves-souris et guano en aout 1936 (colonie asphyxiée par gaz d'échappement en 1950). Aran.: Meta Merianae. Nesticus eremita.	Grand murin, Petit murin, Vespère de Savi, Minioptère de Schreibers, Pipistrelle commune, Murin de
6			
7			Petit rhinolophe, Grand rhinolophe, Murin de Daubenton, Murin de Natterer, Murin de grande taille
8	env. 50 CS indéterminées (Murin?), guano important		Petit rhinolophe, Grand rhinolophe, Rhinolophe euryale
9	2012 : 1 CS indéterminée		
10	2011: colonie importante de CS	1956 Chir.:Nombreuses CS et guano en aout 1909. Dipt: Lycoria pallipes. Penicillidia Dufouri. - Coléo : Atheta subcavicola. Bathysciola Linderi. Aran: Lessertia denticelis. Meta Merianea. Nesticus eremita. Amph.: Niphargus orcinus Virei. Isop.: Cylisticus convexus. Chaetophiloscia cellaria. Oritoniscus Virei. Gast: Hyalinia lucida 1984 : copleoptera haplogastra staphyloidea catopidae Bathysciola linderi. Coleoptera haplogastra staphyloidea staphylynidae Atheta Xenoota subcavicola.	Petit murin, Minioptère de Schreibers, Murin de Capaccini, Murin de Daubenton, Murin à oreilles échanrées, Murin de Natterer, Oreillard gris, Grand rhinolophe, Rhinolophe euryale
11		Eunebria psammodes. Coleoptera haplogastra staphyloidea catopidae Chovela fagniezi.	
12			
13			
14			
15			
16			
17		1956 : Coléo.:Homalium Allardi. Bathysciola Linderi. Diaprysius Serullazi Alberti. Ara: Leptoneta Abeillei. Nesticus eremita. Chern: Chtonius ischnocheles. Isop: Oritoniscus Virei septentrionalis. 1984 : coleoptera haplogastra staphyloidea catopidae Bathysciola linderi. Coleoptera haplogastra staphyloidea catopidae Diaprysius serullazi alberti. Coleoptera haplogastra staphyloidea staphylinidae. Omalium Omalium allardi.	Murin de grande taille, Minioptère de Schreibers, Murin de Capaccini, Murin de Daubenton, Murin à oreilles échanrées, Petit rhinolophe, Grand rhinolophe
18			
19	2000 : 1 grenouille	1956 : Amph.: Niphargus orcinus virei / 1984 : Coleoptera haplogastra staphyloidea catopidae Diaprysius serullazi s.str. / Aberlenc (1987) : Coleoptera adephaga caraboidea trechidae Speotrechus mayeto, coleoptera haplogastra staphyloidea catopidae Bathysciola linderi. Coleoptera haplogastra staphyloidea catopidae Diaprysius serullazi.	
20		1956 : Chir.: Myotis myotis. Coléo: Quedius mesomelinus. Diaprysius serullazi alberti. Coll: pseudosinella diodecimpunctata. Chilo: lithobios lapidicola. Acar: Ixodes vespertilionis. Aran: leptoneta abeilli. Pholcus phalangioïdes. Meta merianae. Nesticus eremita. Chern.:Chtonius ischnocheles. Isop. Chaetophiloscia cellaria. Oritoniscus virei cebenicus. Oritoniscus virei septentrionalis. 1984 : Coleoptera heteromeroidea tenebrionidae Blaps Leptocolena mucronata. Copeloptera adephaga caraboidea trechidae Speotrechus mayeti. Coleoptera hereogastra staphyloidea catopidae Bathysciola linderi. Coleoptera haplogastra staphyloidea staphylinidae Aleochara Polychara diversa. Coleoptera haplogastra staphyloidea catopidae Diaprysius serullazi alberti. Coleoptera haplogastra staphyloidea catopidae Diaprysius serullazi. Coleoptera haplogastra staphyloidea staphylinidae Philonthus Philonthus cephalotes. Coleoptera haplogastra staphyloidea staphylinidae Proteinus macropterus. Coleoptera haplogastra staphyloidea staphylinidae Quedius Microsaurus fulgidus. Coleoptera haplogastra staphyloidea staphylinidae Quedius Microsaurus mesomelinus.	Grand murin, Minioptère de Schreibers, Murin de Capaccini, Murin de Daubenton, Murin à oreilles échanrées, Murin de Natterer, Murin d'Alcathoé, Barbastelle, Petit rhinolophe, Grand rhinolophe, Pipistrelle commune, Oreillard gris
21		1956 Diplo.: Polymicrodon polydesmoïdes - Aran.: Leptoneta Abeilli, Lephyphantes leprosus, Tegenaria parietina - Amph. Niphargus orcinus Virei - Isop. : Trichoniscus pusillus s. str. Oritoniscus Virei cebenicus	
22			
23	2009 : 1 petit Rhinolophe, qqes nyphargus dans ruisseau souterrain		
24			
25	2012 : très nombreux Nyphargus dans les 200 premiers mètres		
26			
27		1956 : Chir.: Rhinolophus euryale. Dipt: Celeripes biarticulata. Coléo:Quedius mesomelinus. Bathysciola Linderi. Diaprysius Serullazi Argodi. Acar.:Ixodes vespertilionis. Aran.: Leptoneta Abeillei. Phlocus phalangioïdes. Centromerus satyrus. Nesticus eremita. Amph: Niphargus orcinus virei. Isop: Chaetophiloscia cellaria. Oritoniscus Virei cebenicus. 1984 : coleoptera haplogastra staphyloidea catopidae Bathysciola linderi. coleoptera haplogastra staphyloidea catopidae Diaprysius serullazi argodi. coleoptera haplogastra staphyloidea staphylinidae Quedius Microsaurus mesomelinus.	Rhinolophe indéterminé
28			Petit rhinolophe, Grand rhinolophe
29			
30			
31		1956 : Chir. : Rhinolophus ferrumequinum. Rhinolophus euryale. Rhinolophus hipposideros. Myotis myotis oxygnathus? Coléo: Speotrechus mayeti. Quedius mesomelinus. Atheta subcavicola. Diaprysius Serullazi Mulleri. Diplo: Choneiulus palmatus sectusus. Acar: Ixodes vespertilionis. Aran: Phlocus phalangioïdes. pholcomma gibbum. Centromerus paradoxus. Lephyphantes aciculifer diluto. Meta Merianae. Nesticus eremita. Isop: Chaetophiloscia cellaria. Oritoniscus virei cebenicus. 1984 : Coléo: Bathysciola linderi. Diaprysius serullazi mulleri. Atheta Xenota subcavicola. Quedius microsaurus mesomelinus. Speotrechus mayeti. Atheta Xenota trinotata.	Petit rhinolophe, Grand rhinolophe, Minioptère de Schreibers, Murin de Daubenton, Pipistrelle indéterminée
32			
33		1956 : Chri.: guano en 1914. Coléo: Speotrechus Mayeto. Bathysciola Linderi. Diaprysius Serullazi Piraudi. Aran: leptonet Abeilli. Nesticus eremita. Isop: Chaetophiloscia cellaria. Oritoniscus Virei cebenicus. / Dossiers techniques GRB 1981 carte de répartition du pseudoscorpion roncobisium leclerci. / Balazuc (1984) : Coleoptera adephaga caraboidea trechidae Spotrechus mayeti, Coleoptera haplogastra staphyloidea catopidae Diaprysius serullazi argodi, Coleoptera haplogastra staphyloidea catopidae Diaprysius serullazi mulleri, Coleoptera haplogastra staphyloidea catopidae Diaprysius serullazi piraudi, Coleoptera haplogastra staphyloidea staphylinidae Quedius Microsaurus mesomelinus.	Petit rhinolophe, Grand rhinolophe, Rhinolophe euryale
34		1956 : Aran: Meta Merianae. Nesticus eremita. Tegenaria parietina. Amph: Niphargus orcinus virei. 1984 : Coleoptera adephaga caraboidea trechidae Ocys harpaloides. Coleoptera adephaga caraboidea trechidae Speotrechus mayeti. Coleoptera haplogastra staphyloidea catopidae Bathysciola linderi.	
35			
36			Vespère de Savi, Oreillard gris, Pipistrelle commune, Murin de Capaccini, Murin de Daubenton, Petit rhinolophe, Grand rhinolophe
37			
38			
39			
40			
41			
42	juin 2012 : 1 CS en vol / juin 2013 : 20 CS en vol		Petit rhinolophe, Grand rhinolophe, Rhinolophe euryale, Oreillard gris, Pipistrelle indéterminée, Murin à oreilles échanrées, Sérotine commune
43		1956 : Chir: Rhinolophus ferrumequinum. Rhinolophus euryale. Rhinolophus hipposideros. Coléo: Diaprysius Serullazi s.str. Diplo:Galliocookia Fagei.	Petit rhinolophe, Grand rhinolophe, Rhinolophe euryale
44			/
45	CS? Cf spelunca n°93 2004 p.60	1956 : Coléo: Diaprysius Serullazi s.str. 1984 : Coléo: Diaprysius Serullazi s.str.	Molosse de Cestoni, Chiroptère indéterminé

NUM	Biospéléologie				
	Coléoptères	Aranéides	Isopodes	Amphipodes	Diplopedes
1	Coleoptera adephaga caraboidea trechidae Speotrechus mayeti, Coleoptera haplogastra staphyloidea catopidae Bathysciola linderi				
2					
3					
4	Coleoptera adephaga caraboidea trechidae Speotrechus mayeti. Coleoptera haplogastra staphyloidea catopidae Bathysciola linderi.				
5	ini, Murin de Daubenton	Meta Merianae. Nesticus eremita. Teganaria parietina.		Niphargus orcinus virei	
6					
7					
8					
9					
10	Atheta Xenoota subcavicola. Bathysciola Linderi.	Lessertia dentichelis. Meta Merianea. Nesticus eremita.	Cylisticus convexus. Chaetophiloscia cellaria. Oritoniscus Virei.	Niphargus orcinus Virei	
11	fagniezi.	Nesticus eremita	Oritoniscus Virei septentrionalis		
12					
13					
14					
15					
16					
17	omalium Allardii. Bathysciola Linderi. Diaprysius Serullazi Alberti.	Leptoneta Abeillei. Nesticus eremita.	Oritoniscus Virei septentrionalis.		
18					
19	Coleoptera haplogastra staphyloidea catopidae Diaprysius serullazi s.str., Coleoptera adephaga caraboidea trechidae Speotrechus mayeti, Coleoptera haplogastra staphyloidea catopidae Bathysciola linderi.			Niphargus orcinus virei	
20	Coleoptera heteromeroidea tenebrionidae Blaps Leptocolena mucronata. Copeloptera adephaga caraboidea trechidae Speotrechus mayeti. Coleoptera hereogastra staphyloidea catopidae Bathysciola linderi. Coleoptera haplogastra staphyloidea staphylinidae Aleochara Polychara diversa. Coleoptera haplogastra staphyloidea catopidae Diaprysius serullazi alberti. Coleoptera haplogastra staphyloidea catopidae Diaprysius serullazi. Coleoptera haplogastra staphyloidea staphylinidae Philonthus Philonthus cephalotes. Coleoptera haplogastra staphyloidea staphylinidae Proteinus macropterus. Coleoptera haplogastra staphyloidea staphylinidae Quedius Microsaurus fulgidus. Coleoptera haplogastra staphyloidea staphylinidae Quedius Microsaurus mesomelinus.	leptoneta abeilli. Pholcus phalangioides. Meta merianae. Nesticus eremita.	Chaetophiloscia cellaria. Oritoniscus virei cebenicus. Oritoniscus virei septentrionalis.		
21		Leptoneta Abeilli, Lepthyphantes leprosus, Teganaria parietina	Trichoniscus pusillus s. str., Oritoniscus Virei cebenicus	Niphargus orcinus Virei	Polymicrodon polydesmoides
22					
23					
24					
25					
26					
27	Coleoptera haplogastra staphyloidea catopidae Bathysciola linderi. coleoptera haplogastra staphyloidea catopidae Diaprysius serullazi argodi. coleoptera haplogastra staphyloidea staphylinidae Quedius Microsaurus mesomelinus.	Leptoneta Abeillei. Phlocus phalangioides. Centromerus satyrus. Nesticus eremita.	Chaetophiloscia cellaria. Oritoniscus Virei cebenicus.	Niphargus orcinus virei	
28					
29					
30					
31	Bathysciola linderi. Diaprysius serullazi mulleri. Atheta Xenota subcavicola. Quedius microsaurus mesomelinus. Speotrechus mayeti. Atheta Xenota trinotata.	Phlocus phalangioides. pholcomma gibbum. Centromerus paradoxus. Lepthyphantes aciculifer dilutio. Meta Merianae. Nesticus eremita.	Chaetophiloscia cellaria. Oritoniscus virei cebenicus.		Choneiulus palmatus sectusus.
32					
33	Coleoptera adephaga caraboidea trechidae Spotrechus mayeti, Coleoptera haplogastra staphyloidea catopidae Diaprysius serullazi argodi, Coleoptera haplogastra staphyloidea catopidae Diaprysius serullazi mulleri, Coleoptera haplogastra staphyloidea catopidae Diaprysius serullazi piraudi, Coleoptera haplogastra staphyloidea staphylinidae Quedius Microsaurus mesomelinus.	leptoneta Abeilli. Nesticus eremita.	Chaetophiloscia cellaria. Oritoniscus Virei cebenicus		
34	Coleoptera adephaga caraboidea trechidae Ocys harpaloides. Coleoptera adephaga caraboidea trechidae Speotrechus mayeti. Coleoptera haplogastra staphyloidea catopidae Bathysciola linderi.	Meta Merianae. Nesticus eremita. Teganaria parietina		Niphargus orcinus virei.	
35					
36	phe, Grand rhinolophe				
37					
38					
39					
40					
41					
42	illes échanrées, Sérotine commune				
43	Ocys harpaloides. Speotrechus mayeti. Bathysciola linderi. Diaprysius serullazi magdelainei. Diaprysius serullazi s.str. Quedius		Oritoniscus virei cebenicus.	Niphargus longicaudatus rheno-rhodanensis.	Galliocookia Fagei. Stygioglomeris Dubosquoi.
44					
45					

NUM	Biospéologie						Bilan des connaissances
	Diptères	Acariens	Gastéropodes	Collemboles	Chilopodes	Chern. Pseudoscorpions	
1							1
2							1
3							1
4							1
5							1
6							1
7							1
8							1
9							1
10	Lycoria pallipes. Penicillidia Dufouri.		Hyalinia lucida				1
11							1
12							1
13							1
14							1
15							1
16							1
17							1
18						Chtonius ischnocheles	1
19							1
20		Ixodes vespertilionis		pseudosinella diodecimpunctata	lithobios lapidicola	Chthionus ischnocheles.	1
21							1
22							1
23							1
24							1
25							1
26							1
27	Celeripes biarticulata	Ixodes vespertilionis					1
28							1
29							1
30							1
31		Ixodes vespertilionis					1
32							1
33						roncobisium leclerci	1
34							1
35							1
36							1
37							1
38							1
39							1
40							1
41							1
42							1
43							1
44							1
45							1

NUM	Description archéologique		Usages souterrains									Remarques	
	Liste vestiges (CDS07, DRAC)	Bilan des connaissances	Pratique spéléo loisirs	Grotte touristique	Carrière mine	AEP	Autres captages	Décharge	Exploitation éco	fréquentation	Bilan des connaissances	remarques	biblio : nb de références
1		0	oui	non	non	non	non	non	non	non	2		49
2		0	oui	non	non	non	non	non	non	non	2		23
3	Archéo : préhistoire. Tracés brun-noir, cruciformes, représentations humaines. Lame chalcolithique. Poteries. Art Pariétal, céramique	2		non	non	non	non	non	non	non	2	archéo	18
4	Sépultures, Céramiques, Objets métalliques, Silex	2		non	non	non	non	non	non	non	2	fouilles importantes	14
5	Outillages lithiques	2		non	non	non	non	non	non	non	2		45
6		0	oui	non	non	non	non	non	non	non	2	grotte école	9
7	céramiques	2		non	non	non	non	non	non	non	2		10
8	archéo : cruchon romain en cuivre rouge avec anse bronze (1936- source Marchand 2001), céramiques	2	oui	non	non	non	non	non	non	non	2		(banquettes limites, lapiaz, chenal de
9	Ossement faune	2	oui	non	non	non	non	non	non	non	2	grotte école	19
10		0		non	non	non	non	non	non	non	2		26
11		0	oui	non	non	non	non	non	non	non	2		esthétique : typique du karst jurassique
12	Céramiques, Ossements faune, Aménagements, Objet métallique	2		non	non	non	non	non	non	non	2		
13	Ossements faune, Lithique	2		non	non	non	non	non	non	non	2	archéo	
14	Silex et autres Lithiques, Ossements faune	2		non	non	non	non	non	non	non	2		
15		0	oui	non	non	non	non	non	non	non	2	pompage pour BRGM	Cavité très esthétique, parcours agéable
16	Bronze final lia, céramique fine décorée, céramiques	2		non	non	non	non	non	non	non	2		2
17	Silex, céramiques	2	oui	non	non	non	non	non	non	non	2	grotte école	19
18		0		non	non	non	non	non	non	non	2	entrée protégée car danger en crue + exigü	très belle galerie des Gours (esthétique)
19		0	oui	non	non	non	non	non	non	non	2		esthétique +
20	Ossements animaux. Silex taillés. Poteries. Armes et outil en fer. (Balazuc), Céramiques, Lithiques, Ossements faune, Aménagements	2	oui	non	non	non	non	non	non	non	2		13
21		0	oui	non	non	non	non	non	non	non	2		23
22				non	non	non	non	non	non	non	2	Captage d'eau	4
23		0		non	non	non	non	non	non	non	2		5
24		0	oui	non	non	non	non	non	non	non	2		13
25		0		non	non	non	non	non	non	non	2		7
26		0		non	non	non	non	non	non	non	2		16
27	Céramiques	2	oui	non	non	non	non	non	non	non	2	grotte école	esthétique +
28	Céramiques	2		non	non	non	non	non	non	non	2		5
29		2		non	non	non	non	non	non	non	2		galerie concrétionnée plutôt jolie (Marchand)
30	archéo : découverte d'un petit cheval rupestre, Art pariétal, Ossements faune, Lithique	3		non	non	non	non	non	non	non	2		5
31	Archéo : âge du Bronze Final III, âge du Bronze ancien, chalcolithique Fontbousse, Néolithique Ferrières et Chasséen. Anneau, épingle, boucle, bracelet en lignite, petite tige de fer, corne de chevreuil polie et perforée. Céramiques, Lithiques, Ossements faune, Aménagements	3	oui	non	non	non	non	non	non	non	2		20
32		0		non	non	non	non	non	non	non	2	pompage pour exploration	danger en crue, esthétique +
33		0	oui	non	non	non	non	non	non	non	2	grotte école (saccagée)	Forêt de piliers stalagmitiques (esthétique)
34	Art pariétal	2	nt dans une réserve	non	non	non	non	non	non	non	2		esthétique+, présence d'os indéterminés
35		0	oui	non	non	non	non	non	non	non	2		34
36	os d'animaux avec traces de travail humain, préhistoire + poteries prélevées par la DRAC (2007), céramiques	2	oui	non	non	non	non	non	non	non	2		35
37		0		non	non	non	non	non	non	non	2		4
38		0		non	non	non	non	non	non	non	2		8
39	Céramiques, Ossements faune, Aménagements, Sépultures	2		non	non	non	non	non	non	non	2	archéo	
40	Marques charbonneuses (mouchage de torches), céramiques	2		non	non	non	non	non	non	non	2		4
41		0		non	non	non	non	non	non	non	2		2
42	Histo : vers 1709 repaire du bandit Fély, terreur de la région, céramiques	2		non	non	non	non	non	non	non	2		11
43		0	oui	non	non	non	non	non	non	non	2		13
44	Silex et autres outillage lithique, Ossements faune, sépulture, Objet métallique	3		non	non	non	non	non	non	non	2		13
45	Archéo : crâne d'ours et débris de vase. Esthétique+ : qqes massifs stalagmitiques fossiles, superbe point de vue sur le chassezac, voûte élevé et ouverture grandiose, céramiques	3	oui	non	non	non	non	non	non	non	2	importante : grotte école	6

## **Annexe 9: Données descriptives des aires d'influences**

Description générale				
Nom	Types	Communes	Surface	Bilan global des connaissances (note sur 15)
Aire d'influence Combe rajeau	Bassin versant topographique	Saint Laurent sous coiron, Vesseaux	251 ha	15
Aire influence Abime Valérie	Bassin versant topographique	Saint Laurent sous coiron	451 ha	15
Aire d'influence Combe chabanne	Bassin versant topographique et données de traçage	SAINT-LAURENT-SOUS-COIRON, VESSEaux, LUSSAS, SAINT-PRIVAT	1600 ha	12
Aire d'influence Event nord du Pontet	Bassin versant topographique et données de traçage	BERZEME, DARBRES, FREYSSENET, LAVILLEDIEU, LUSSAS, MIRABEL, ROCHECOLOMBE, SAINT-ETIENNE-DE-BOULOGNE, SAINT-GERMAIN, SAINT-GINEIS-EN-COIRON, SAINT-JEAN-LE-CENTENIER, SAINT-LAURENT-SOUS-COIRON, SAINT-PRIEST, SAINT-PRIVAT, VESSEaux, VILLENEUVE-DE-BERG, VOGUE	13179 ha	10
Aire d'influence Baume du Pecher	Bassin versant topographique	LABEAUME, LAURAC-EN-VIVARAIS, ROSIERES	841 ha	10
Aire d'influence Trou qui bouffe	Bassin versant topographique	VERNON, ROSIERES, SANILHAC	302 ha	10

	Statut de l'aire d'influence, zonages administratifs, contractuels et réglementaires					
Nom	Inscription/classement site	inventaire et classement au titre de la géologie	zonages contractuels et réglementaires en lien avec la ressource en eau	Inventaire, zonage contractuel et réglementaire en lien avec la biodiversité	Documents d'urbanisme	Bilan des connaissances
Aire d'influence Combe rajeau	non	non	SAGE Ardèche, Contrat de rivière Ardèche	ZNIEFF 0709, ZNIEFFF 07090009	SCOT Ardèche méridionale, PLU (?)	3
Aire influence Abime Valérie	non	non	SAGE Ardèche, Contrat de rivière Ardèche	ZNIEFF 0709, ZNIEFFF 07090008, ZNIEFF 0700018, ZNIEFF 07000008, ZNIEFF000006, Natura 2000 B5	SCOT Ardèche méridionale, PLU (?)	3
Aire d'influence Combe chabanne	non	non	SAGE Ardèche, Contrat de rivière Ardèche	ZNIEFF 0709, ZNIEFFF 07090008, ZNIEFF 0700018, ZNIEFF 07000008, ZNIEFF000007	SCOT Ardèche méridionale, PLU (?)	3
Aire d'influence Event nord du Pontet	Site inscrit "Village de Vogûé"	non	SAGE Ardèche, Contrat de rivière Beaume Drobie	ZNIEFF 0709, ZNIEFF0717, ZNIEFF 0716, ZNIEFFF 07090008, ZNIEFF 0700018, ZNIEFF 07000008, ZNIEFF000006, ZNIEFF 07070005, ZNIEFF 07000021, ZNIEFF 07090005, ZNIEFF 07160003, ZNIEFF 07090010, ZNIEFF 07170006, APPB058Natura 2000 B5	SCOT Ardèche méridionale, PLU (?)	3
Aire d'influence Baume du Pecher	Site inscrit "DÉFILÉS DE L'ARDÈCHE ET DE LA LIGNE"	non	SAGE Ardèche, Contrat de rivière Ardèche	ZNIEFF 0716, ZNIEFFF 07160009	SCOT Ardèche méridionale, PLU (?)	3
Aire d'influence Trou qui bouffe	non	non	SAGE Ardèche, Contrat de rivière Ardèche	ZNIEFF 0716, ZNIEFF0717, ZNIEFFF 07160006, ZNIEFF 07170003, Site Natura 2000 B5, APPB058, ENS Vallée de l'Ardèche	SCOT Ardèche méridionale, PLU (?)	3

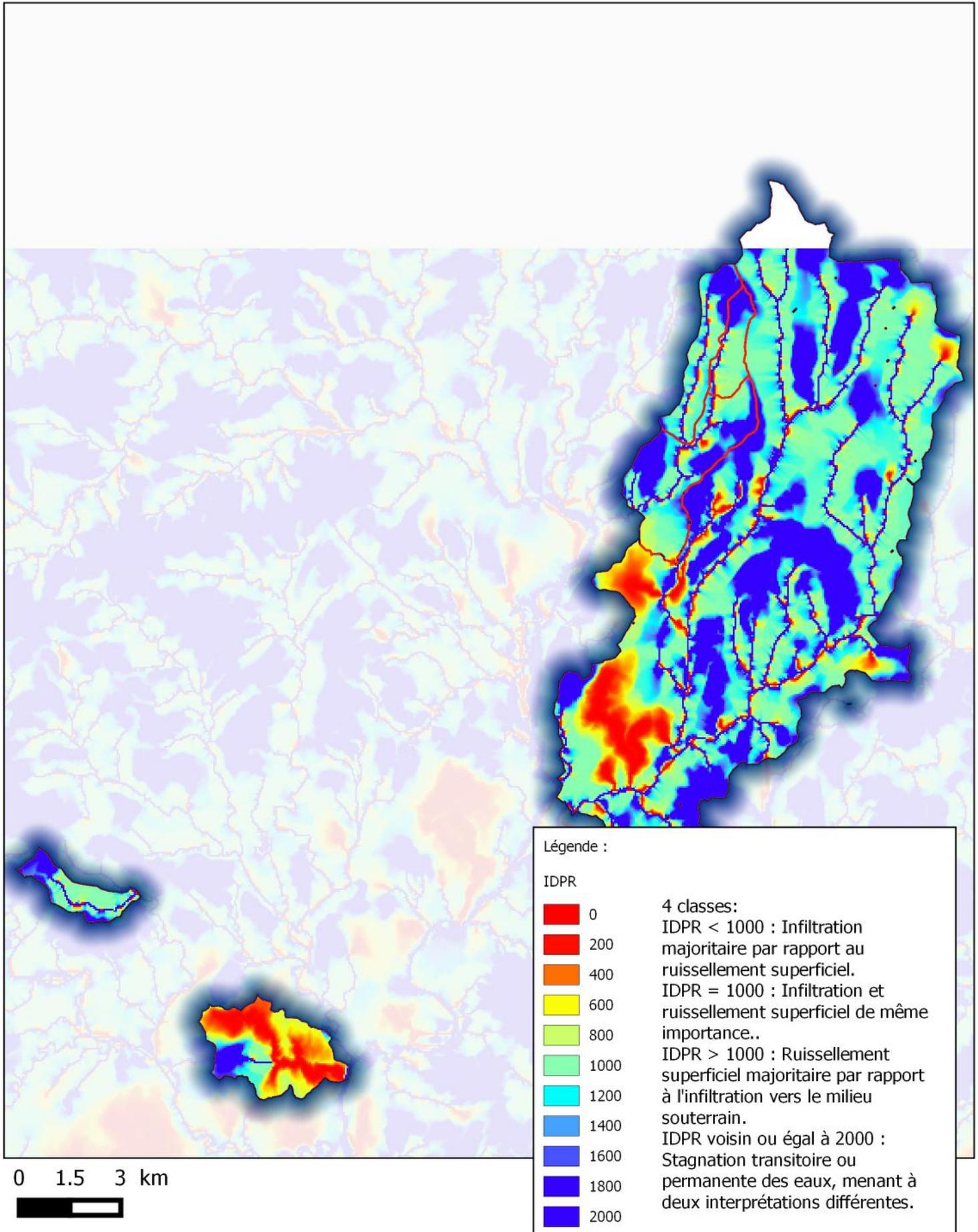
Nom	Description géologique			Description hydrographique	
	Caractéristiques géologiques	Phénomènes karstiques	Bilan des connaissances	Ecoulements superficiels	Bilan des connaissances
Aire d'influence Combe rajeau	Basalte, calcaire	6 avens, 1 grotte, 1 perte	3	BV Louyre	3
Aire influence Abime Valérie	Basalte, calcaire	1 cavité, 1 grotte, 4 pertes, 4 sources	3	BV Louyre	3
Aire d'influence Combe chabanne	Basalte, calcaire, marne	22 avens, 2 caviés, 19 grottes, 6 pertes, 7 sources	3	BV Louyre, BV Auzon , BV Claduègne	3
Aire d'influence Event nord du Pontet	Basalte, calcaire, marne	Donées incomplètes: 17 sources, 12 pertes, 32 grottes, 50 avens	2	BV Louyre, BV Auzon pour partie	3
Aire d'influence Baume du Pecher	Calcaire	10 avens, 6 grottes, 6 pertes, 3 sources	3	BV petit affluent Ligne	3
Aire d'influence Trou qui bouffe	Grés	3 pertes, 3 sources	3	Bv du ruisseau de Rochepierre	3

Nom	Description hydrogéologique			
	Masse d'eau souterraine	Entité hydrogéologique locale	Vulnérabilité intrinsèque de la nappe (indice IDPR)	Bilan des connaissances
Aire d'influence Combe rajeau	DG118, DG507, DG700	Formations volcaniques des Coirons, Unité karstique Nord Vogüé, Marnes et marno-calcaires crétacés et oligocènes de la bordure des Cévennes et du Bas-Vivarais	cf. carte	3
Aire influence Abime Valérie	DG118, DG700	Formations volcaniques des Coirons, Unité karstique Nord Vogüé	cf. carte	3
Aire d'influence Combe chabanne	DG118, DG507, DG700	Formations volcaniques des Coirons, Unité karstique Nord Vogüé	cf. carte	3
Aire d'influence Event nord du Pontet	DG118, DG507, DG700, DG129	Formations volcaniques des Coirons, Unité karstique Nord Vogüé, Unité karstique entre Escrinet et la vallée du Rhône	cf. carte	3
Aire d'influence Baume du Pecher	DG507	Unité karstique entre l'Ardèche, la Beume et la Ligne	cf. carte	1
Aire d'influence Trou qui bouffe	DG118	Grès du trias compris entre la Ligne et la Baume	cf. carte	1

Nom	Activités interférentes									
	Occupation du sol	Industrie, carrières, mines (ICPE)	Sites et sols pollués (Basol)	Ancien sites industriels (Basias)	Station d'épuration	Assainissement non collectif (SPANC)	AEP	Autre captage	Ressource en eau souterraine stratégique	Bilan des connaissances
Aire d'influence Combe rajeau	cf. carte. CLC: 82 ha zone agricole, 169 ha zone naturelle	non	non	non	Rejet SAINT-LAURENT-SOUS-COIRON (louyre)	non renseigné	non	non	ZSNEA NORD VOGÛE	3
Aire influence Abime Valérie	cf. carte. CLC: 31 ha zone agricole, 420 ha zone naturelle	non	non	non	non	non renseigné	Captage de la louyre, périmtre de protection éloigné de la Challade, Périmètre de protection rapproché de la Chalade et celui de Bujarelle	2 captages à usage non renseigné	ZSNEA NORD VOGÛE	3
Aire d'influence Combe chabanne	cf. carte. CLC: 344 ha zone agricole, 1256 ha zone naturelle	non	non	non	Rejet SAINT-LAURENT-SOUS-COIRON (louyre)	non renseigné	Captage de la louyre, périmètre de protection éloigné de la Challade, Périmètre de protection rapproché de la Chalade et celui de Bujarelle	6 captages à usage non renseigné	ZSNEA NORD VOGÛE	3

Nom	Activités interférentes									
	Occupation du sol	Industrie, carrières, mines (ICPE)	Sites et sols pollués (Basol)	Ancien sites industriels (Basias)	Station d'épuration	Assainissement non collectif (SPANC)	AEP	Autre captage	Ressource en eau souterraine stratégique	Bilan des connaissances
Aire d'influence Event nord du Pontet	cf. carte. CLC: 195 ha zone urbanisée, 6 147 ha zone agricole, 6837 ha zone naturelle	SCAV CAVE DE MONTFLEURY (cave coopérative), ANDRE CHARRE ET FILS SARL (scierie), ART DES CHOIX EN RECYCLAGE SARL (ADCER) (recyclage matériaux), PLANCHER (recyclage matériaux), RECYCLAGE AUTOS PIECES SARL (recyclage matériaux)	non	non	Rejet SAINT-LAURENT-SOUS-COIRON (louyre), Rejet SAINT-LAURENT-SOUS-COIRON (le village), Darbres, Lussas, Lavilledieu, Mirabel, Villeneuve de Berg, Saint germain, Sauve Plantade, Camping des Pomiers	non renseigné	Données incomplètes: Captage de la louyre, périmètre de protection éloigné de la Challade, Périmètre de protection rapproché de la Chalade et celui de Bujarelle	Dopnnées incomplètes: 10 captages à usage non renseigné, 1 captage à usage domestique	ZSNEA NORD VOGÛE	2
Aire d'influence Baume du Pecher	cf. carte. CLC: 841 ha zone naturelle	non	non	non	non	non renseigné	non	3 captages à usage non renseigné	non	3
Aire d'influence Trou qui bouffe	cf. carte. CLC: 84 ha zone agricole, 218 ha zone naturelle	non	non	non	non	non renseigné	non	1 captage à usage non renseigné, 1 captage à usage domestique	ZNSEA Trias Sup Rosières	3

## **Annexe 10: Carte IDPR des aires d'influences**



## **Annexe 11: Fiche simplifiée de description des cavités**

# FICHE INVENTAIRE SIMPLIFIÉE CAVITÉ

Date d'inventaire : \_\_\_\_\_ Heure de début : \_\_\_\_\_  
Nom de l'observateur : \_\_\_\_\_ Heure de fin : \_\_\_\_\_  
Spécialité :  karstologie  biospéléologie  géologie  archéologie  autre : ...  
Objectifs de l'inventaire : \_\_\_\_\_

## Caractéristiques générales

Nom cavité (synonymes) :

Nom du réseau :

Commune (département) :

Entrée cavité : 

X :		Y :		Z :	
-----	--	-----	--	-----	--

Système de projection :

Coordonnées diffusées :  oui  non

Développement (mètres) :

Dénivelé (point haut/point bas) :

Topographie préexistante :  oui  non

Réglementation de l'accès :

- Accès libre
- Accès restreint (sous conditions)
- Accès interdit

Remarques :

Raison de la restriction :

- Propriété privée
- Classement archéologique
- Alimentation en eau potable (AEP)
- Sensibilité écologique
- Sensibilité concrétions
- Autre :

Accessibilité technique :  1 /  2 /  3 /  4 (Classification FFS)

Gestion :

- Association. Nom :
- Réserve naturelle, parc. Nom :
- Autre. Nom :
- Aucune

Remarques :

Usages actuels :

- Grotte touristique
- Spéléologie loisir
- Carrière, mine
- AEP
- Autre captage. Préciser :
- Décharge
- Champignonnière
- Cave (fromage, vin)
- Autre. Préciser :

Remarques :

Désobstruction :

- En cours
- Ancienne
- Aucune

Balisage. Secteurs :

## Caractéristiques physiques

Géologie/lithologie :

Caractéristique de la cavité :

- Vertical dominant
- Horizontal dominant
- Plusieurs niveaux. Nombre : ...

Morphologie du réseau :

- Interconnecté sur joints
- Interconnecté sur fractures
- Labyrinthique anastomosé
- Labyrinthique en réseau
- Galerie simple

Cavité :

- Fossile
  - Active
- Si portions noyées, secteurs concernés :

Niveau énergétique de la cavité (intensité et fréquence des circulations d'eau, courants d'air) :

- Fort niveau énergétique (avec des courants d'air réguliers et/ou ennoyages fréquents).  
Secteurs :
- Niveau énergétique modéré (courants d'air et/ou ennoyages modérés et rares).  
Secteurs :
- Faible niveau énergétique (caractérisée par des liaisons avec l'extérieur très faibles voire nulles : environnement clos). Secteurs :

Hydrogéologie de la cavité :

- Ecoulement temporaire
- Ecoulement permanent
- Aucun écoulement

Débit mesuré :

- Débit  $\leq 1$  L/s
- $1 < \text{débit} \leq 10$  L/s
- $10 < \text{débit} \leq 100$  L/s
- Débit  $\geq 100$  L/s

Température. Mesures/secteurs :

Présence de CO<sub>2</sub>. Mesures/secteurs :

## Caractéristiques historiques

Fouilles archéologiques réalisées ou en cours de réalisation :

- Oui
- Non

Vestiges observés :

- Céramiques, poteries
- Objets métalliques (bijoux, armes...)
- Silex taillés et autres outils
- Art pariétal
- Aménagements
- Empreintes humaines
- Sépulture
- Ossements
- Traces animales (Griffades, bauges, polissage des parois, empreintes, etc)
- Aucune observation

Remarques :

Anciens usages :

- Grotte touristique
- Explorations spéléologiques
- Carrière, mine
- Décharge
- Champignonnière
- Ancien AEP
- Autre captage ancien. Préciser :
- Exploitation guano
- Stockage industriel/militaire
- Bergerie
- Cave (Fromage, vin)
- Autre. Préciser :

Remarques :

## Géomorphologie

Secteur :

		Présence	Densité			Dégradations			
			Rare	Commun	Abondant	Généralisé	Plusieurs zones	Localisé	Aucune
Galerie	Syngénétique								
	Paragénétique								
	En écoulement libre								
Paroi	Coups de gouges								
	Banquettes limites								
	Stylolithes								
Plafond	Coupole								
	Chenal de voûte								
	Lapiés de voûte								
	Anastomoses								
Plancher	Marmite								
	Chenal de surcreusement								
Remplissage détritique	Argile								
	Galets								
	Gélifrats								
	Sable								
Effondrement	Galerie/salle								

Spéléothèmes	Présence	Densité			Dégradations				Remarques
		Rare	Commun	Abondant	Généralisé	Plusieurs zones	Localisé	Aucune	
Stalactite									
Stalagmite									
Choux-fleurs (pop corn)									
Colonne, pilier									
Coulée									
Disque de calcite									
Draperie									
Excentrique									
Fistuleuse									
Fleurs de gypse									
Gours									
Perles des cavernes									
Plancher stalagmitique									
Mondmilch (Moonmilk)									
Autre :									
Autre :									

## Géologie

Stratigraphie remarquable		
Nature	Secteur/localisation	Remarques
Texture :		
Structure :		
Strate		
Diaclase		
Joints de strate		
Autre :		
Autre :		
Autre :		
Indices tectoniques (failles, plissements)		
Nature	Secteur/localisation	Remarques
Failles		
Plissement		
Autre :		
Autre :		
Fossiles (présents dans la roche)		
Nature	Secteur/localisation	Remarques



## Vertébrés et invertébrés (hors chiroptères)

Espèce (ou famille ou ordre si indéterminée)	Date d'observation	Nombre d'individus observés	Secteur	Localisation plus précise (report topo éventuel)	Remarques
<b>Trogloxènes</b>					
<b>Troglophiles</b>					
<b>Troglobies</b>					

## Perturbations anthropiques

Dans une analyse de la cavité par secteurs, préciser les numéros de secteurs concernés par les perturbations dues aux activités humaines dans les cavités.

Remplir le tableau suivant en cochant la case appropriée :

Perturbations	Généralisé	Plusieurs zones	Localisé	Aucun
Déchets				
Destruction spéléothèmes				
Salissures (boue, argile, acétylène)				
Graffitis				
Piétinement				
Fouilles				
Désobstruction				
Aménagements				
Contaminations extérieures (purin, hydrocarbures...)				

## Intérêt de la cavité

Les différentes ressources peuvent, selon leur niveau de densité et de valeur, présenter un intérêt patrimonial. Pour chaque critère, cocher la case appropriée dans le tableau ci-dessous et préciser éventuellement les numéros des secteurs concernés. Ce tableau permettra de calculer un indicateur de sensibilité des ressources de la cavité.

CRITERE	INTERETS							
	Majeur		Important		Moyen		Faible ou à préciser	
<b>Chiroptère</b>	Nombreux individus de quelques espèces ou plusieurs individus de nombreuses espèces ou espèces remarquables (limite d'aire de répartition,...) et/ou menacées ou nouvelles espèces découvertes		Plusieurs individus de quelques espèces		Pas d'individu observé mais présence de guano		Pas d'observation (espèce et guano)	
<b>Faune</b>	Nombreux individus de quelques espèces ou plusieurs individus de nombreuses espèces ou espèces menacées ou nouvelles espèces découvertes		Plusieurs individus de quelques espèces		Un individu de quelques espèces		Pas d'observation	
<b>Hydrogéologie</b>	Connexion directe avec l'aquifère, écoulement important, drain actif		Egouttements, suintements, bassins dans plusieurs zones		Egouttements, suintements, bassins épars ou localisés		Pas d'observation	
<b>Concrétionnement</b>	Spéléothèmes répandus		Spéléothèmes dans plusieurs zones		Spéléothèmes épars ou localisés		Pas d'observation	
<b>Géologie</b>	Indices tectoniques (faille, pli) et/ou stratigraphie remarquable généralisés		Indices tectoniques (faille, pli) et/ou stratigraphie remarquable dans plusieurs zones		Indices tectoniques (faille, pli) et/ou stratigraphie remarquable localisés		Pas d'observation	
<b>Minéralisation remarquable (gypse, aragonite, hydromagnésite...)</b>	Généralisée		Dans plusieurs zones		Eparse ou localisée		Pas d'observation	
<b>Paléontologie</b>	Fossiles répandus		Fossiles dans plusieurs zones		Fossiles épars ou localisés		Pas d'observation	
<b>Culturel/historique</b>	Cavité classée ou d'importance archéologique		Vestiges dans plusieurs zones		Vestiges épars ou localisés		Pas d'observation	

## Bilan général de la cavité et remarques

Vous pouvez préciser vos observations et faire un bilan général de la cavité. Proposer éventuellement des actions à mener pour la préservation de la cavité.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

<b>Sensibilité de la cavité :</b> <input type="checkbox"/> faible/à préciser <input type="checkbox"/> moyenne <input type="checkbox"/> importante <input type="checkbox"/> extrême
<b>Etat général de la cavité :</b> <input type="checkbox"/> mauvais <input type="checkbox"/> médiocre <input type="checkbox"/> bon <input type="checkbox"/> excellent
<b>Inventaire complet :</b> <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non

## Remarques sur la fiche d'inventaire

Préciser d'éventuelles remarques/améliorations sur la fiche d'inventaire que vous avez testée.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

## Durée de remplissage de la fiche :

## **Annexe 11: Notice de présentation de la fiche de description simplifiée des cavités**

# Protocole simplifié de description des cavités

## Note de présentation de la fiche inventaire cavité



mars 2017

Crédit photographique 1ère de couverture: L. Gleize (SGGA)

La méthode de description "simplifiée" des cavités a pour objectif de proposer un protocole "clé en main", à destination des spéléologues, des professionnels du guidage souterrain, des naturalistes et gestionnaires d'espaces naturels, afin d'améliorer la connaissance du milieu souterrain et de ces différents enjeux. Elle souhaite s'inscrire dans une démarche de sciences participatives, pour laquelle une formation poussée aux différentes disciplines et caractéristiques physiques et biologiques du milieu souterrain n'est pas indispensable.

Afin de faciliter la compréhension et le remplissage de la fiche d'inventaire, les différents éléments à renseigner sont présentés dans ce document.

## La topographie

La topographie représente l'outil de description de base des cavités. Si elle n'existe pas, elle est à réaliser en priorité. La cavité peut être étudiée **dans sa globalité** ou **par secteurs homogènes**, à partir d'un « découpage » effectué sur la topographie.

Pour décrire la cavité par secteurs, il est possible de « découper » préalablement la topographie en secteurs homogènes en caractéristiques ou en taille et leur attribuer une lettre ou un numéro. Le plus simple est de se munir d'une topographie imprimée sur papier et de délimiter les secteurs directement dessus. Etudier alors chaque secteur indépendamment : biospéléologie, concrétions, dégradations...

La description par secteur permet une localisation des ressources patrimoniales et sensibles de la cavité et donc une prise en compte plus précise des enjeux. Cette méthode permettra de mieux cibler des actions de préservation ou de réhabilitation.

Si certaines informations ne sont pas disponibles ou ne peuvent être renseignées, ne pas remplir la case correspondante et le reporter dans les remarques à la fin de l'inventaire.

**Penser à évaluer le temps mis pour remplir la fiche !**

## Caractéristiques générales

Les caractéristiques générales présentent la cavité et ses principales caractéristiques : localisation, accès, spéléométrie, fréquentation. Certains critères à renseigner sont précisés ci-dessous.

### **Date d'inventaire, caractéristiques de l'observateur, objectifs de l'inventaire**

Permet de situer le contexte de l'inventaire. Les objectifs peuvent être : première exploration, collecte de données générales ou spécifiques d'une thématique, évaluation des impacts, évaluation de l'état de conservation, bilan pour la mise en place d'actions...

### **Nom de la cavité**

Penser à préciser les synonymes s'ils existent.

### Nom du réseau

Un réseau karstique est un ensemble de galeries, conduits, qui sont liés entre eux, et dont le raccordement est prouvé par le passage de spéléologues, par des traçages ou supposé d'après l'organisation géologique du massif.

### Coordonnées

Les coordonnées sont celles de l'entrée de la cavité, ce qui permet de la repérer. Les coordonnées peuvent être gardées secrètes dans un but de protection de la cavité, pour plusieurs raisons. Dans ce cas, cocher la case « Coordonnées non diffusées ». Préciser le système de projection.

### Commune

Nom de la commune sur laquelle est située l'entrée de la cavité.

### Développement

Le développement correspond à la longueur totale de toutes les galeries de la cavité (unité : mètres).

### Dénivelé

Différence d'altitude (en mètres) entre le point le plus haut de la cavité et le point le plus bas.

### Topographie préexistante

La topographie de la cavité a-t-elle déjà été réalisée ?

### Réglementation de l'accès

L'accès à la cavité peut être libre, restreint (sous conditions) ou interdit (réserve totale). Des remarques peuvent être précisées sur les conditions d'accès (exemples : dates de restriction, l'ouverture nécessite une clé, entrée cachée...).

### Raisons de la restriction

L'accès peut être réglementé ou interdit pour plusieurs raisons : propriété privée, vestiges archéologiques, captages d'eau pour l'alimentation en eau potable, sensibilité écologique (exemple : chiropères), sensibilité des concrétions...

### L'accessibilité technique de la cavité

Elle s'appuie sur la classification de la Fédération Française de Spéléologie décrite dans ses recommandations relatives à la sécurité et à la prévention pour les sorties de découverte du milieu souterrain et d'initiation à la spéléologie. Elle dépend du matériel et des compétences nécessaires pour parcourir la cavité. L'accessibilité technique concerne les secteurs de la cavité qui sont évalués. Plusieurs classes peuvent être cochées.

- **Classe 1** : cavité ou portion de cavité ne nécessitant pas de matériel autre qu'un casque et éclairage ;
- **Classe 2** : cavité ou portion de cavité qui présente des obstacles ponctuels dont le franchissement nécessite éventuellement du matériel ;
- **Classe 3** : cavité ou portion de cavité présentant des obstacles pouvant s'enchaîner. L'ensemble des verticales n'excède pas quelques dizaines de mètres, de préférence en plusieurs tronçons. La présence d'eau n'entraîne pas une modification de l'équipement des verticales ;
- **Classe 4** : toutes les autres cavités ;

## Gestion

Dans le cas où la cavité est gérée par une structure, que ce soit une association, une réserve naturelle, un parc ou d'autres acteurs. Préciser le nom de la structure.

## Usages actuels

La grotte peut faire l'objet de plusieurs usages. Ne pas mentionner les usages passés (voir partie Caractéristiques historiques).

- Grotte touristique. Une grotte est dite touristique si elle est aménagée pour cette activité dans un but commercial.
- Spéléologie loisir. La grotte peut être fréquentée régulièrement par les spéléologues dans un but de loisir, que ce soit dans le cadre de parcours « classiques » ou de formation (« grotte école »).
- Carrière, mine. La grotte peut être exploitée pour ses ressources minérales.
- AEP. La grotte peut être exploitée pour ses ressources en eau souterraine : captage d'eau pour l'alimentation en eau potable.
- Autre captage. La grotte peut être exploitée pour ses ressources en eau souterraine : captage industriel ou agricole. Préciser le type s'il est connu (agricole, industriel, domestique).
- Décharge.
- Champignonnière.
- Cave (vin, fromage)
- Autre. La grotte peut être utilisée pour un autre usage. Le préciser.

## Désobstruction

Une désobstruction peut engendrer de multiples impacts sur l'intégrité de la cavité. Il est important de la mentionner et de préciser si elle est en cours ou ancienne.

## Balisage

Un balisage permet de protéger certaines parties de cavité et de canaliser les déplacements afin d'éviter le piétinement, la dégradation de concrétions.

## Caractéristiques physiques

Les caractéristiques physiques correspondent aux caractéristiques géologiques, géomorphologiques et hydrogéologiques de la cavité. Elles permettent de décrire ses formes et son fonctionnement.

## Géologie/lithologie

Indiquer la nature et l'étage géologique des roches. Il est possible d'en mentionner plusieurs.

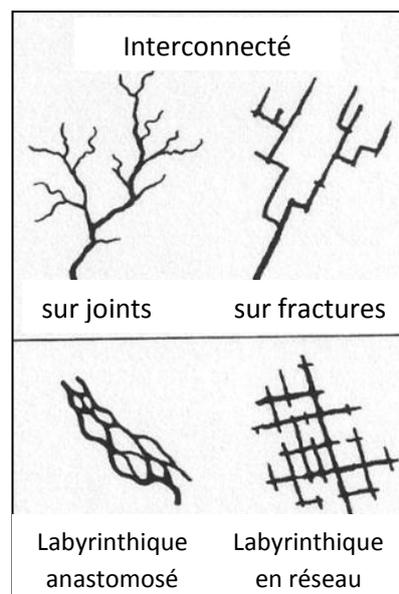
## Régime hydrologique

Une **cavité** est dite **fossile** si les écoulements d'eau qui l'ont formée ne sont plus existants aujourd'hui. Dans le cas contraire la cavité est **active**. Une cavité active peut présenter des portions **noyées**, c'est-à-dire des portions entièrement remplies d'eau (siphons).

## Morphologie du réseau

Les différentes morphologies sont explicitées sur le schéma ci-contre.

- Interconnecté sur joints (stratification)
- Interconnecté sur fractures
- Labyrinthique anastomosé
- Labyrinthique en réseau



Morphologie du réseau

## Niveau énergétique de la cavité<sup>1</sup>

Le niveau énergétique d'une grotte permet d'évaluer la fréquence et l'importance des écoulements d'eau et des courants d'air à l'intérieur d'une cavité.

- Une grotte de haut niveau énergétique est caractérisée par des crues fréquentes. Les galeries se mettent en charge, les sédiments sont régulièrement remaniés et bien triés, les spéléothèmes sont rares ou peu fragiles car ils peuvent être détruits régulièrement. Ce type de grotte est peu affecté par le passage des spéléologues.
- Une grotte de niveau énergétique modéré présente des courants d'air et/ou ennoyages modérés et rares.
- Une grotte de faible niveau énergétique correspond à un environnement calme. Des spéléothèmes nombreux et délicats se développent. Ces grottes sont très sensibles aux dégradations et celles-ci peuvent être irréversibles à l'échelle de temps humaine.

Ces définitions paraissent simples, mais sur le terrain les trois situations peuvent être rencontrées dans la même cavité. Dans ce cas, il peut donc être intéressant de préciser les secteurs concernés.

## Hydrogéologie de la cavité

Ce critère s'intéresse aux écoulements souterrains. Des indices ou une connaissance de la cavité peuvent permettre de déterminer si les écoulements sont temporaires ou permanents. Le secteur peut être précisé.

## Débit mesuré

Le débit permet de préciser la quantité des écoulements souterrains. Une mesure du débit à un instant  $t$  ne permet cependant pas d'évaluer les écoulements réels à l'échelle d'un cycle annuel. Un débit fort peut être intéressant du point de vue de la ressource en eau souterraine. De plus, comme présenté précédemment avec les niveaux énergétiques, une cavité présentant de forts débits est moins sensible aux dégradations.

---

<sup>1</sup> HEATON, T., (1986) - Caves. A tremendous range in energy environments on earth. *National Speleological Society News*, 44(8), 301-304.

## Température (°C)

La température renseigne sur les conditions climatiques dans la cavité. Elle peut être mesurée en plusieurs secteurs.

## Présence de CO2

Dans l'atmosphère, le dioxyde de carbone (CO2) est présent à hauteur de 400 ppm (0,04%). Dans une cavité, cette valeur peut augmenter de manière importante jusqu'à présenter un danger pour les personnes la parcourant. Des signes de présence de CO2 en quantité (gêne respiratoire, maux de tête) ou des mesures peuvent en témoigner. Les secteurs où le CO2 a été détecté peuvent être précisés.

## Caractéristiques historiques

Les caractéristiques historiques permettent de relever un intérêt historique ou archéologique de la cavité.

## Fouilles archéologiques

Permet de savoir si des recherches ont été faites dans la cavité, si elle a été dégradée dans ce but.

## Vestiges observés

Catégories d'objets observés lors de l'inventaire. Des précisions peuvent être mentionnées dans les remarques.

## Anciens usages

Les anciens usages correspondent à des usages passés de la cavité et qui n'ont plus cours actuellement. Des traces des activités anciennes peuvent néanmoins être observées. Les préciser dans les remarques. Mentionner également les secteurs concernés.

## Géomorphologie

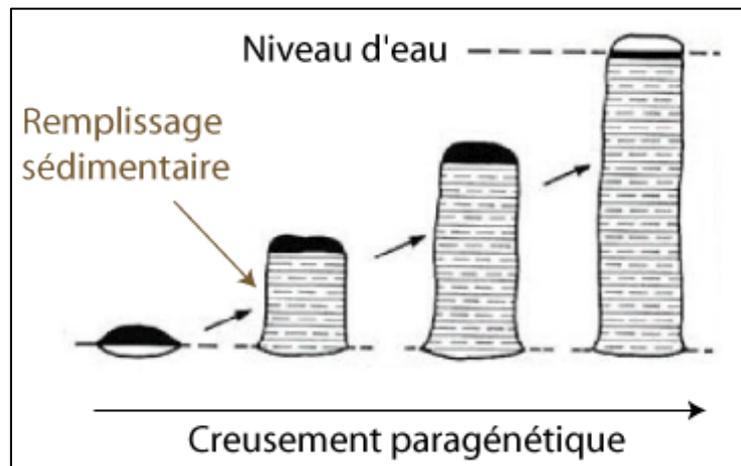
Les tableaux de cette partie proposent de relever l'ensemble des concrétions et remplissages présents dans la cavité, soit à l'échelle de la cavité entière, soit par secteurs. Dans ce cas, un tableau peut être rempli par secteur.

La densité des formes et objets observés est estimée selon trois catégories : rare, commun, abondant, par rapport à l'échelle de la cavité. Les dégradations des formes et objets sont également classées en catégories : dégradation généralisée, dégradation sur plusieurs zones, dégradations localisées, aucune dégradation. Cocher les cases correspondant aux observations dans le tableau.

Le creusement **syngénétique** est rapide, la corrosion agit sur toute la section du conduit qui se façonne plus ou moins en fonction des discontinuités de la roche en conduite forcée. Les secteurs de ces tubes sont bien reconnaissables étant plus ou moins circulaires, elliptiques ou en « trou de serrure » avec des parois lisses ou avec des « vagues d'érosion », des cupules et des « **coups de gouge** », formés en contexte noyé ou épinoyé.

Le creusement **paragénétique** est plus lent et permet le dépôt de sédiments. Les conduits paragénétiques se forment à partir de conduits préexistants partiellement remplis par des sédiments. Le colmatage progressif par les sédiments oblige l'eau à se frayer un passage vers les

côtés et le haut en corrodant la voûte (schéma ci-dessous). Un **chenal de voûte** se forme dans l'axe du courant en sculptant des **lapiés de voûte** et des **anastomoses**.<sup>2</sup>



Paragénétisme (Lauritzen et Lundberg, 2000)

#### Types de formes :

- Coups de gouge : vagues d'érosion en cupules sur les parois. La taille dépend de la vitesse d'écoulement : plus la taille des vagues est grande, plus la vitesse d'écoulement est importante.
- Banquette limite : dépôt le long des parois, caractéristique du paragénétisme (voir schéma ci-dessous)
- Stylolithes : surfaces en dents de scie au cours de laquelle la matière minérale a été éliminée par dissolution sous pression, dans un procédé qui diminue le volume total de roche (image ci-dessous).
- Coupole : « trou » circulaire au plafond, formée par accumulation d'air et soumise à des variations de pression lors des mises en charge. Le creusement de ces coupoles peut être influencée par la présence de chauves-souris en forte concentration.
- Chenal de voûte, lapié de voûte, anastomoses : corrosion de la voûte due aux écoulements d'eau (paragénétisme)
- Marmite : creusement cylindrique de la roche sur le sol, formé par les tourbillons de l'eau sur le lit rocheux
- Chenal de surcreusement : surcreusement du lit du cours d'eau souterrain, souvent étagé
- Remplissage détritique : dépôt de sédiments, galets, sable ou matériel issu de la gélifraction. Plus l'énergie des écoulements est importante, plus les sédiments transportés sont grossiers.

<sup>2</sup> Définition du concept de paragénétisme : Renault Ph., 1958 - Eléments de spéléomorphologie karstique. Annales de. Spéléologie, 13(1-4): 23-48.



Banquette limite (Event de Midroï - Ardèche) 2007 (EFS)



Macrostylolithes dans un calcaire (Michael C. Rygel)

### Les spéléothèmes ou concrétions

Ils sont des dépôts minéraux précipités dans une cavité. Les spéléothèmes sont généralement constitués de carbonate de calcium (calcite, aragonite) ou de sulfate de calcium (gypse). Ils renseignent sur l'environnement climatique actuel et ancien de la cavité.

#### Types de spéléothèmes :

- Stalactite : concrétion qui « tombe » du plafond
- Stalagmite : concrétion qui « monte », la base est au sol
- Choux-fleurs : petites concrétions arrondies sur les parois ou sur le sol, aussi nommées « pop corn »
- Colonne, pilier : concrétion pour laquelle une stalagmite et une stalactite se rejoignent
- Coulée stalagmitique : dépôt de calcite le long des parois ou du sol d'une cavité, formé par écoulement d'eau.
- Disque de calcite : concrétion plates, circulaires se projetant, soit obliquement, soit perpendiculairement aux parois de la grotte (au droit d'une fissure).
- Draperie : concrétion en forme de drap formée au droit d'une fissure dans le plafond
- Excentrique : concrétion fine de forme irrégulière qui semble défier la gravité

- Fistuleuse : fine stalactite formée d'un tube naturel "parfaitement vertical" de concrétion de calcite au sein duquel circule l'eau d'infiltration
- Fleurs de gypse : cristallisation fine de gypse
- Gours : spéléothèmes en forme de barrage en travers d'un écoulement souterrain
- Perle des cavernes : sphère formée par la concrétion de calcite qui s'agence en couches concentrique autour d'un noyau (grain de sable par exemple)
- Plancher stalagmitique : spéléothème correspondant à une couche continue de calcite recouvrant le sol d'une grotte.
- Mondmilch (moonmilk) : spéléothème à forte teneur en eau de composition variée (calcite, aragonite, hydromagnésite, phosphates, sulphates, silicates). Il a une texture plastique lorsqu'il est humide et pulvérulente lorsqu'il est sec.

## Géologie

Un tableau est proposé pour noter les caractéristiques géologiques.

### Stratigraphie

La stratigraphie est une science qui étudie la succession des différentes couches géologiques.

- Texture : aspect, arrangement des minéraux
- Structure : à l'échelle de l'affleurement
- Strate : couche de roche sédimentaire homogène continue, dont l'épaisseur peut aller de quelques centimètres à plusieurs mètres. Préciser la nature de la roche.
- Joint de strate : limite entre deux strates, le plus souvent horizontale
- Diaclase : fracture naturelle entre une ou plusieurs limites de strates ; généralement, une diaclase est à peu près verticale. Pour permettre le passage il faut que l'eau l'ait élargie, car une diaclase est une faille sans déplacement. A ne pas confondre avec l'appellation en spéléo d'une galerie rectiligne plus haute que large

### Indices tectoniques

Les indices tectoniques, tels que plissements et failles sont des indicateurs du contexte géologique et de formation de la cavité.

- Faille
- Plissement

### Fossiles

Préciser si des fossiles sont observés dans la roche et s'ils sont remarquables (taille, visibilité, état de conservation).

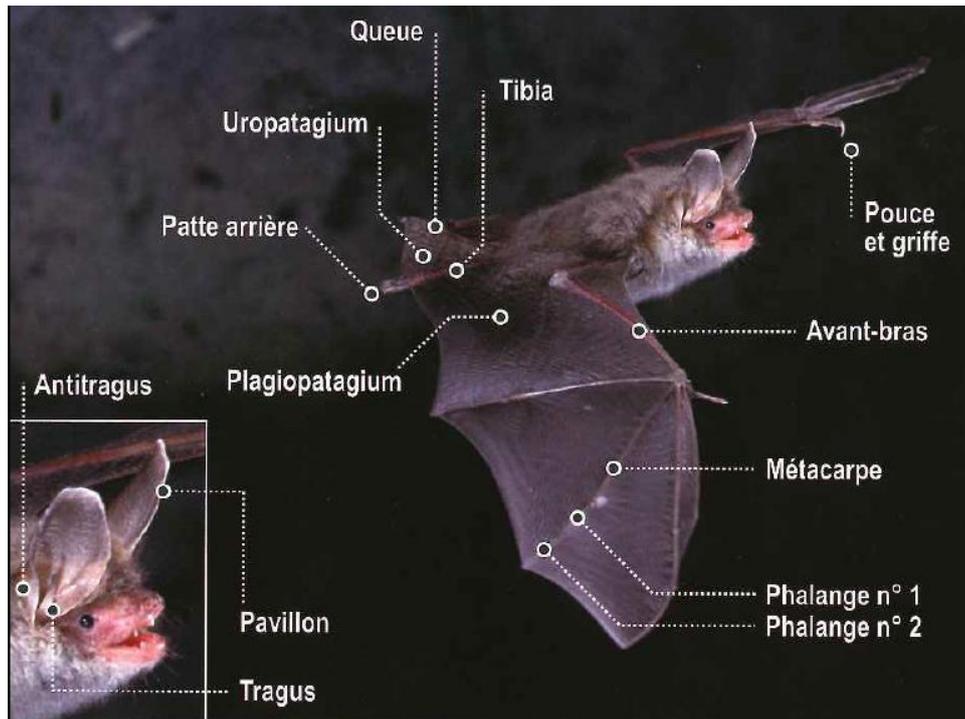
## Biospéléologie

Le même type de tableau que pour la géomorphologie est présenté pour la biospéléologie. Il est séparé en deux : chiroptères (= chauves-souris) d'un côté et vertébrés/invertébrés de l'autre. Localiser chaque observation sur la topographie, avec le numéro de secteur, voire plus précisément si les secteurs choisis sont de grande taille. Une difficulté de la biospéléologie tient en la détermination des espèces sur le terrain, souvent impossible sans microscope et œil aguerris. Si la détermination n'est pas possible, préciser l'ordre ou la famille des individus observés. Il peut être intéressant de prendre également des photos (attention à la sensibilité des espèces liée à l'utilisation

du flash). A savoir que la faune cavernicole n'est souvent pas observable car elle vit dans les fissures et interstices non accessibles aux humains.

### Chiroptères

Pour les **chiroptères**, si l'espèce n'a pas été déterminée, noter des indices visuels qui permettraient de les identifier à posteriori (couleur, taille des oreilles, localisation : pendu ou encastré, individu seul ou en groupe).



Anatomie d'une chauve-souris(extrait: L.Arthur, M.Lemaire, Les Chauve-souris de France, Belgique Luxembourg et Suisse)

Indices pour reconnaître **les 4 familles**<sup>3</sup> (les espèces présentées sont cavernicoles ou peuvent être trouvées dans des cavités) :

**Rhinolophidés** : Museau avec des plis complexes de la peau (feuille nasale). Pas de tragus, mais un anti-tragus bien visible. Queue est plus courte ou de même longueur que le membre postérieur. En léthargie hivernale, corps enveloppé partiellement ou totalement dans les membranes alaires. En activité estivale, oscille autour de ses pieds comme une sorte de toupie.

- Espèces :  
Petit rhinolophe (*Rhinolophus hipposideros*),  
Grand Rhinolophe (*Rhinolophus ferrumequinum*)  
Rhinolophe euryale (*Rhinolophus euryale*)  
Rhinolophe de Méhely (*Rhinolophus mehelyi*).



Grand Rhinolophe (G. Issartel)

**Vespertilionidés** : Les oreilles dépassent de la fourrure du crâne.

- Genre *Eptesicus* : Sérotine de Nilsson (*Eptesicus nilssonii*), Sérotine commune (*Eptesicus serotinus*)
- Genre *Vespertilio* : Vespertilion bicolore (*Vespertilio murinus*)
- Genre *Nyctalus* : Noctule commune (*Nyctalus noctula*)
- Genre *Pipistrellus* : Pipistrelle de Kuhl (*Pipistrellus kuhlii*), Pipistrelle commune (*Pipistrellus pipistrellus*)
- Genre *Hypsugo* : Vespère de Savi (*Hypsugo savii*)



Murin à oreilles échancrées (G. Issartel)

- Genre *Barbastella* :  
Barbastelle d'Europe (*Barbastella barbastellus*)
- Genre *Plecotus* : Oreillard roux (*Plecotus auritus*), Oreillard gris (*Plecotus austriacus*)
- Genre *Myotis* : Murin de Bechstein (*Myotis bechsteinii*), Petit murin (*Myotis blythii*), Murin de Brandt (*Myotis brandtii*), Murin de Capaccini (*Myotis capaccinii*), Murin des Marais (*Myotis dasycneme*), Murin de Daubenton (*Myotis daubentonii*), Murin à oreilles échancrées (*Myotis emarginatus*), Grand Murin (*Myotis myotis*), Murin à moustaches (*Myotis mystacinus*), Murin de Natterer (*Myotis nattereri*), Murin du Maghreb (*Myotis punicus*)

---

<sup>3</sup> Laurent Arthur, Michèle Lemaire, Les Chauve-souris de France, Belgique Luxembourg et Suisse

**Molossidés** : Grandes oreilles en forme de cornets tendus vers l'avant. Grande espèce. Museau de dogue avec cinq plis bien marqués sur la lèvre supérieure. Queue dépassant largement l'uropatagium. Pelage gris ardoisé ressemblant à du velours.

- Espèce : Molosse de Cestoni (*Tadarida teniotis*)



Molosse de Cestoni (S. Vincent)

**Minioptéridés** : doigts effilés, ailes longues, museau court, front bombé et oreilles courtes.

- Espèce : Minioptère de Schreibers (*Miniopterus schreibersii*)



Mynioptères de schreibers (G. Issartel)

## Vertébrés/invertébrés

Certains **vertébrés** (amphibiens, reptiles, mammifères, oiseaux) peuvent être retrouvés à l'entrée des cavités.

Les **invertébrés**<sup>4</sup> peuplant le milieu souterrain peuvent être classés en trois catégories (parfois critiquées) :

- Les **trogloxènes** sont les hôtes occasionnels du domaine souterrain, parfois arrivés accidentellement dans les grottes ; ils meurent et disparaissent sur place ou reviennent à la surface. Certaines troglaxènes peuvent s'installer pour une période plus ou moins longue.
- Les **troglophiles** sont des espèces qui vivent et se reproduisent dans le milieu souterrain mais qui peuvent également vivre à l'extérieur. Elles passent sous terre une ou plusieurs phases de leur cycle biologique.
- Les **troglobies** sont des espèces strictement inféodées au milieu souterrain, leur cycle de vie entier a lieu dans les cavités. Elles sont totalement adaptées à ce milieu et ne peuvent vivre dans d'autres conditions. Elles sont en général caractérisées par l'absence ou la réduction des yeux, une dépigmentation cutanée, un allongement des organes sensitifs (pattes, antennes, soies,...) et un ralentissement du métabolisme. Les espèces aquatiques sont appelées stygobies.

---

<sup>4</sup> C.CHAUVIN, J-P. HENRY, G.MAGNIEZ. Milieux souterrains, biocénoses souterraines, espèces souterraines

## Principaux invertébrés :

- **Les vers** : ils sont représentés les annélides (lombrics, sangsues...), les plathelminthes (planaires) et les nématodes (vers non segmentés). Certaines espèces sont inféodées aux eaux souterraines.
- **Les mollusques** : gastéropodes et bivalves. Exemple d'espèce : *Hyalinia lucida*
- **Les macrocrustacés** :
  - Syncarides : espèces interstitielles
  - Isopodes : ordre de crustacés aquatiques (aselles, *Caecosphaeroma*) ou terrestres (cloportes) sans carapace, au corps aplati, aux pattes très semblables entre elles.
  - Amphipodes : ordre de crustacés représentés par les *Niphargus* et les *gammare*s
- **Les microcrustacés** : copépodes, ostracodes
- **Les insectes** : diptères (mouches et moustiques), lépidoptères (papillons), coléoptères (staphylins, carabes...), Hyménoptères (fourmis, guêpes, abeilles...) ,...
- **Les "insectes" non ailés (hexapodes)** : collemboles, diploures, thysanoures
- **Les arachnides** : araignées, les scorpions, les pseudoscorpions, les acariens, les opilions.
- **Les myriapodes** : mille-pattes

## Perturbations anthropiques

Le tableau présente différents types de dégradations, qui peuvent être évalués à l'échelle de la cavité ou par secteurs. Il permettra de calculer un indice de dégradation de la cavité (voir plus loin). Pour la case « Localisé », il est possible de préciser les secteurs concernés.

- **Déchets** :\_Tous les déchets, ménagers ou organiques, laissés par les visiteurs. Ils ont un impact important par rapport à la stabilité du milieu souterrain.
- **Destruction des spéléothèmes**: Des concrétions peuvent être détruites pour faciliter l'exploration ou par négligence.
- **Salissures (boue, argile, acétylène)** : dégradation des parois et concrétions, potentiellement réversibles
- **Graffitis** : Toute marque récente apposée par des humains sur les parois, les concrétions : gravures, dessins, textes...
- **Piétinement** : Les sols peuvent être piétinés par le passage des humains et de l'argile transportée, salissant éventuellement d'autres parties de la cavité ou des concrétions. La roche peut être patinée par les passages.
- **Fouilles** : Des fouilles archéologiques peuvent être observées. Elles peuvent être à l'origine de la destruction de vestiges archéologiques.
- **Désobstruction** : travail permettant d'ouvrir un passage existant ou supposé vers une cavité ou des galeries. Une désobstruction peut avoir de nombreux impacts sur la cavité.
- **Aménagements** : Apport de matière extérieure dans la cavité, qui peut potentiellement être source de dégradations. La plupart des aménagements de progression spéléologiques utilisés sont réversibles, ils représentent tout de même un apport de matière extérieure à la cavité.

## Intérêts de la cavité

Cette partie permet, à l'aide d'une grille de notation simplifiée (intérêt majeur, important, moyen, faible/à préciser) adaptée des travaux<sup>5</sup> Harley et al, (2011), de faire le bilan des intérêts de la cavité sur la base de plusieurs des critères décrits précédemment: faune, hydrogéologie, concrétionnement, géologie, minéralisation, paléontologie, culture/histoire.

## Bilan général de la cavité et remarques

Cette partie renseigne sur le niveau de sensibilité, l'état de conservation et les éventuelles remarques et préconisations qui peuvent être faites pour sa gestion ou pour une collecte de données futures.

### Niveau de sensibilité

Le niveau de sensibilité repose sur l'intérêt (patrimonialité) des différents critères renseignés dans la partie "Intérêt de la cavité". Plus une cavité sera remarquable, plus elle sera sensible à des perturbations.

#### Classe de sensibilité:

- Faible/A préciser : au moins 5 des 8 critères présentent un faible intérêt ou reste à préciser
- Moyenne : au moins 5 des 8 critères présentent un intérêt moyen
- Importante : au moins 5 des 8 critères présentent un intérêt important
- Extrême : au moins 5 des 8 critères présentent un intérêt majeur

### Etat général de la cavité

Le niveau général de la cavité repose sur la description des perturbations anthropiques. Cette évaluation est également adaptée des travaux de Harley et al, (2011)<sup>6</sup>.

#### Classe de l'état général:

- Mauvais : la cavité présente de nombreuses perturbations généralisées sur l'ensemble de son développement
- Médiocre : la cavité présente quelques perturbations en plusieurs zones ou localisées
- Bon : la cavité présente quelques perturbations localisées
- Excellent : la cavité ne présente aucune perturbations anthropiques.

## Remarques sur la fiche d'inventaire

La fiche d'inventaire est en cours de test. Merci d'indiquer vos remarques pour la faire évoluer !

Indiquer également le temps mis pour remplir la fiche.

---

<sup>5</sup> Application of a cave inventory system to simulate of management strategies: The case of west-central Florida, USA (source: Journal of environmental management n°92, 2011)

<sup>6</sup> Ibidem



***rédaction***

*Coralie DODE*

*Benoît PASCAULT*

***coordination***

*Benoît PASCAULT*

***collaboration***

*Judicaël ARNAUD (CDS07)*

*Gérard ISSARTEL (LPO07)*

*Didier CAILHOL (EDYTEM)*



# Protocole simplifié de description des cavités

## Note de présentation de la fiche inventaire cavité

Action réalisée avec le soutien de







***rédaction***

*Coralie DODE*

*Benoît PASCAULT*

**coordination**

*Benoît PASCAULT*

**collaboration**

Judicaël ARNAUD (CDS07)

Gérard ISSARTEL (LPO07)

Didier CAILHOL et Fabien HOBLEA (EDYTEM)

Laurent CADILHAC (AERMC)



# Méthodologie de description et d'évaluation des systèmes karstiques et des cavités à enjeux

Action réalisée avec le soutien de

