



# Les Concrétions des Grottes Françaises, Témoins Exceptionnels du Fonctionnement du Karst et Archives des Paléoclimats

*Dossier de présentation en vue de l'inscription sur la liste du  
Patrimoine Mondial de l'UNESCO au titre d'un bien naturel*



**Tome 1**  
**Présentation Générale**



Les Concrétions des Grottes Françaises,  
Témoins Exceptionnels du Fonctionnement  
du Karst et Archives des Paléoclimats

*Dossier de présentation en vue de l'inscription sur la liste du  
Patrimoine Mondial de l'UNESCO au titre d'un bien naturel*

**Tome 1**  
**Présentation Générale**



## **Tome I : document général de la proposition**

### **Sommaire du tome I**

#### ***RESUME ANALYTIQUE ..... 1***

Etat partie .....	1
Etat, province ou région .....	1
Nom du bien.....	1
Coordonnées géographiques à la seconde près .....	1
Description textuelle des limites du bien proposé pour inscription .....	2
Carte au format A4 (ou lettre) du bien proposé pour inscription, montrant les limites et la zone tampon (s'il y a lieu) .....	2
Surface du bien proposé pour inscription (en hectares) et de la zone tampon proposée (en hectares) le cas échéant .....	2
Justification, déclaration de valeur .....	2
Critères selon lesquels le bien est proposé pour inscription .....	2
Nom et coordonnées pour les contacts de l'institution / agence locale officielle.....	3

#### ***1. IDENTIFICATION DU BIEN ..... 5***

1.a Pays .....	5
1.b Etat, province ou région.....	5
1.c Coordonnées géographiques à la seconde près .....	6
1.d Cartes et plans indiquant les limites du bien proposé pour inscription et celles de la zone tampon .....	7
1.e Surface du bien proposé pour inscription (en hectares ) et de la zone tampon proposée (en hectares).....	9

#### ***2. DESCRIPTION ..... 11***

2.a Description du bien .....	11
2.a-1 Le concrétionnement, témoin du fonctionnement du karst (à l'échelle du système) .....	11
2.a-2 Le concrétionnement, expression de contraintes locales du milieu souterrain ...	32
2.a-3 Les concrétions témoins des environnements anciens.....	39

2.a-4	Les concrétions, éléments esthétiques majeurs des paysages souterrains.....	43
2.b	Historique et développement .....	49
2.b-1	Des paléoclimats aux interrogations sur le climat actuel.....	49
2.b-2	La protection du milieu souterrain.....	50

### **3. JUSTIFICATION DE L'INSCRIPTION.....55**

3.a	Critères selon lesquels l'inscription est proposée (et justification de l'inscription suivant ces critères) .....	55
3.b	Projet de déclaration de la valeur universelle exceptionnelle .....	57
3.c	Analyse comparative.....	58
3.d	Intégrité et/ou authenticité .....	60

### **4. ETAT DE CONSERVATION DU BIEN ET FACTEURS AFFECTANT LE BIEN ..... 61**

4.a	Etat actuel de conservation .....	61
4.b	Facteurs affectant le bien.....	61
(i)	Pressions dues au développement (par exemple, empiètement, adaptation, agriculture, exploitation minière) .....	61
(ii)	Contraintes liées à l'environnement (par exemple pollution, changements climatiques, désertification).....	62
(iii)	Catastrophes naturelles et planification préalable (tremblement de terre, inondations, incendies etc.).....	64
(iv)	Contraintes dues aux visiteurs / au tourisme.....	64
(v)	Nombre d'habitants dans le périmètre du bien, dans la zone tampon .....	68

### **5. PROTECTION ET GESTION DU BIEN ..... 69**

5.a	Droit de propriété.....	69
5.b	Classements de protection .....	70
5.c	Moyens d'application des mesures de protection .....	71
5.d	Plans actuels concernant la municipalité et la région où est situé le bien proposé (par exemple plan régional ou local, plan de conservation, plan de développement touristique) .....	72
5.e	Plan de gestion du bien ou système de gestion documenté et exposé des objectifs de gestion pour le bien proposé pour inscription au patrimoine mondial ..	73
5.f	Sources et niveaux de financement .....	75
5.g	Sources de compétences spécialisées et de formation en technique de conservation et de gestion. ....	76

5.h	Aménagement pour les visiteurs et statistiques les concernant.....	77
5.i	Politique et programmes concernant la mise en valeur et la promotion du bien .....	78
5.j	Nombre d'employés (secteur professionnel, technique, d'entretien).....	79
<b>6.</b>	<b><i>SUIVI.....</i></b>	<b><i>81</i></b>
6.a	Indicateurs clés.....	81
6.b	Dispositions administratives pour le suivi du bien .....	81
6.c	Résultats des précédents exercices de soumission de rapports.....	81
<b>7.</b>	<b><i>DOCUMENTATION.....</i></b>	<b><i>83</i></b>
7.a	Photographies, diapositives, inventaire des images et tableau d'autorisation de reproduction, et autre documentation audiovisuelle.....	83
7.b	Textes relatifs au classement à des fins de protection.....	83
7.c	Forme et date des dossiers ou des inventaires les plus récents concernant le bien	83
7.d	Adresse où sont conservés l'inventaire, le dossier et les archives.....	83
7.e	Bibliographie.....	83
<b>8.</b>	<b><i>COORDONNEES DES AUTORITES RESPONSABLES.....</i></b>	<b><i>85</i></b>
8.a	Responsables de la préparation de la proposition .....	85
8.b	Institution ou agence officielle locale .....	85
8.c	Autres instances locales.....	88
8.d	Adresse internet officielle.....	91
<b>9.</b>	<b><i>SIGNATURE AU NOM DE L'ETAT PARTIE.....</i></b>	<b><i>93</i></b>



# RESUME ANALYTIQUE

## Etat partie

France

## Etat, province ou région

Trois régions du Sud de la France : Midi-Pyrénées, Languedoc-Roussillon, Rhône-Alpes.

## Nom du bien

Les concrétions des grottes françaises, témoins exceptionnels du fonctionnement du karst et archives des paléoclimats.

## Coordonnées géographiques à la seconde près

Les coordonnées géographiques sont celles des entrées principales des 18 sites souterrains constituant le bien.

<b><i>N° d'élément du site</i></b>	<b><i>Nom</i></b>	<b><i>Latitude en degrés, minutes et secondes du site (WGS84)</i></b>	<b><i>Longitude en degrés, minutes et secondes du site (WGS84)</i></b>
01	Grotte Amélineau	N 44° 12' 08"	E 003° 19' 24"
02	Grotte de Choranche	N 45° 04' 15"	E 005° 23' 54"
03	Aven Armand	N 44° 13' 21"	E 003° 21' 20"
04	Grottes des Demoiselles	N 43° 54' 28"	E 003° 44' 41"
05	Balme del Pastre	N 43° 43' 21"	E 002° 59' 25"
06	Grotte de l'Aguzou	N 42° 45' 41"	E 002° 05' 32"
07	Grotte du Lauzinas	N 43° 28' 46"	E 002° 44' 28"
08	Grotte du TM 71	N 42° 45' 23"	E 002° 05' 09"
09	Réseau de Cabrespine-Lastours	N 43° 21' 34"	E 002° 27' 25"
10	Gouffre d'Esparros	N 43° 01' 50"	E 000° 19' 48"
11	Grotte de Pousselières	N 43° 28' 21"	E 002° 52' 37"
12	Grotte de Clamouse	N 43° 42' 34"	E 003° 33' 10"
13	Réseau Lachambre	N 42° 36' 01"	E 002° 23' 00"
14	Réseau du Rautely	N 43° 31' 25"	E 002° 54' 41"
15	Aven du Mont Marcou	N 43° 41' 36"	E 003° 00' 21"
16	Grotte de la Cigalère	N 42° 49' 38"	E 000° 54' 25"
17	Aven d'Orgnac	N 44° 19' 12"	E 004° 24' 43"
18	Barrency de Fournes	N 43° 20' 02"	E 002° 22' 56"

# Résumé Analytique

## Description textuelle des limites du bien proposé pour inscription

Il s'agit d'un ensemble de 18 sites souterrains à concrétions (grottes, ensemble de grottes, cavités) répartis dans la zone sud de la France.

Cf. carte de France administrative avec localisation par rapport aux Régions.

## Carte au format A4 (ou lettre) du bien proposé pour inscription, montrant les limites et la zone tampon (s'il y a lieu)

Cf. carte du Sud de la France avec limites administratives régionales et localisation des cavités proposées (identification par numéros).

Chacun des 18 sites est localisé sur une carte de situation (au 1/25 000ème) et sur une carte des protections montrant la zone centrale et les zones tampon (cf. annexe cartographique).

## Surface du bien proposé pour inscription (en hectares) et de la zone tampon proposée (en hectares) le cas échéant

La surface du bien est de **3 581,36 ha**, la surface de la zone tampon sans double compte est de **51 457,33 ha**.

## Justification, déclaration de valeur

Les concrétions de 18 sites du Sud de la France (grottes, ensemble de grottes, cavités), par l'exceptionnelle diversité des morphologies et des faciès minéraux représentés, constituent un ensemble unique qui traduit toute la variété des processus de transfert (actuels et anciens) et de dépôt par cristallisation dans les cavités karstiques. Par la situation des sites, cet ensemble présente un exceptionnel atout pour l'étude scientifique de ces phénomènes et constitue une archive précieuse des paléoclimats. Par ailleurs cet ensemble illustre, sur un territoire restreint, un patrimoine souterrain d'une beauté exceptionnelle dont la qualité esthétique est unanimement reconnue.

## Critères selon lesquels le bien est proposé pour inscription

*Il s'agit des critères (vii), (viii) définis pour le patrimoine naturel*

***Le critère (vii) : représenter des phénomènes naturels remarquables ou des aires d'une beauté naturelle et d'une importance esthétique exceptionnelles.***

Les environnements souterrains karstiques ont permis l'expression et la conservation de morphologies minérales inconnues en surface : les concrétions de grottes. L'ensemble de concrétions des 18 grottes du sud de la France présente l'essentiel des éléments illustrant la richesse esthétique de ces objets naturels particuliers. Les formes des concrétions, leurs couleurs, leurs associations entre elles et avec le support rocheux, enfin leur situation dans

des grottes aux morphologies souvent extraordinaires déterminent la qualité esthétique de cet ensemble.

***Le critère (viii) : être des exemples éminemment représentatifs des grands stades de l'histoire de la terre, y compris le témoignage de la vie, de processus géologiques en cours dans le développement des formes terrestres ou d'éléments géomorphiques ou physiographiques ayant une grande signification.***

Les concrétions des 18 sites français constituent un ensemble éminemment représentatif des diverses expressions minéralogiques et morphologiques de la sédimentation chimique active dans les systèmes karstiques. En effet, cette concentration exceptionnelle de sites remarquables se situe dans un territoire au très riche héritage géologique et marqué par une forte empreinte de l'histoire climatique récente. La continuité du dépôt dans le temps et la sensibilité aux variations environnementales extérieures permettent d'utiliser les spéléothèmes comme une archive paléoclimatique du milieu continental.

### **Nom et coordonnées pour les contacts de l'institution / agence locale officielle**

Organisation : Ministère de l'écologie et du développement durable  
Adresse : 20 avenue de Ségur 75302 Paris 07 SP  
Tél. : 01.42.19.20.41  
Fax : 01.42.19.20.35  
Courriel : philippe.demeron@ecologie.gouv.fr  
Adresse Internet : [www.ecologie.gouv.fr](http://www.ecologie.gouv.fr)



## Biens pour inscription sur la liste du patrimoine mondial

### 1. IDENTIFICATION DU BIEN

#### 1.a Pays

France

#### 1.b Etat, province ou région

L'ensemble du bien concerne trois régions du Sud de la France, 9 départements, et 24 communes.

<i>Régions</i>	<i>Départements</i>	<i>Nombre de communes</i>
<i>Midi-Pyrénées</i>	<i>Ariège (09)</i>	<i>1</i>
	<i>Aveyron (12)</i>	<i>1</i>
	<i>Hautes-Pyrénées (65)</i>	<i>1</i>
<i>Languedoc-Roussillon</i>	<i>Aude (11)</i>	<i>8</i>
	<i>Hérault (34)</i>	<i>7</i>
	<i>Lozère (48)</i>	<i>1</i>
	<i>Pyrénées-orientales (66)</i>	<i>2</i>
<i>Rhône-Alpes</i>	<i>Ardèche (07)</i>	<i>1</i>
	<i>Isère (38)</i>	<i>2</i>

#### Nom du bien

Les concrétions des grottes françaises, témoins exceptionnels du fonctionnement du karst et archives des paléoclimats.

## Identification du Bien

### 1.c Coordonnées géographiques à la seconde près

Le bien est constitué d'une série de 18 sites souterrains contenant les concrétions de grottes.

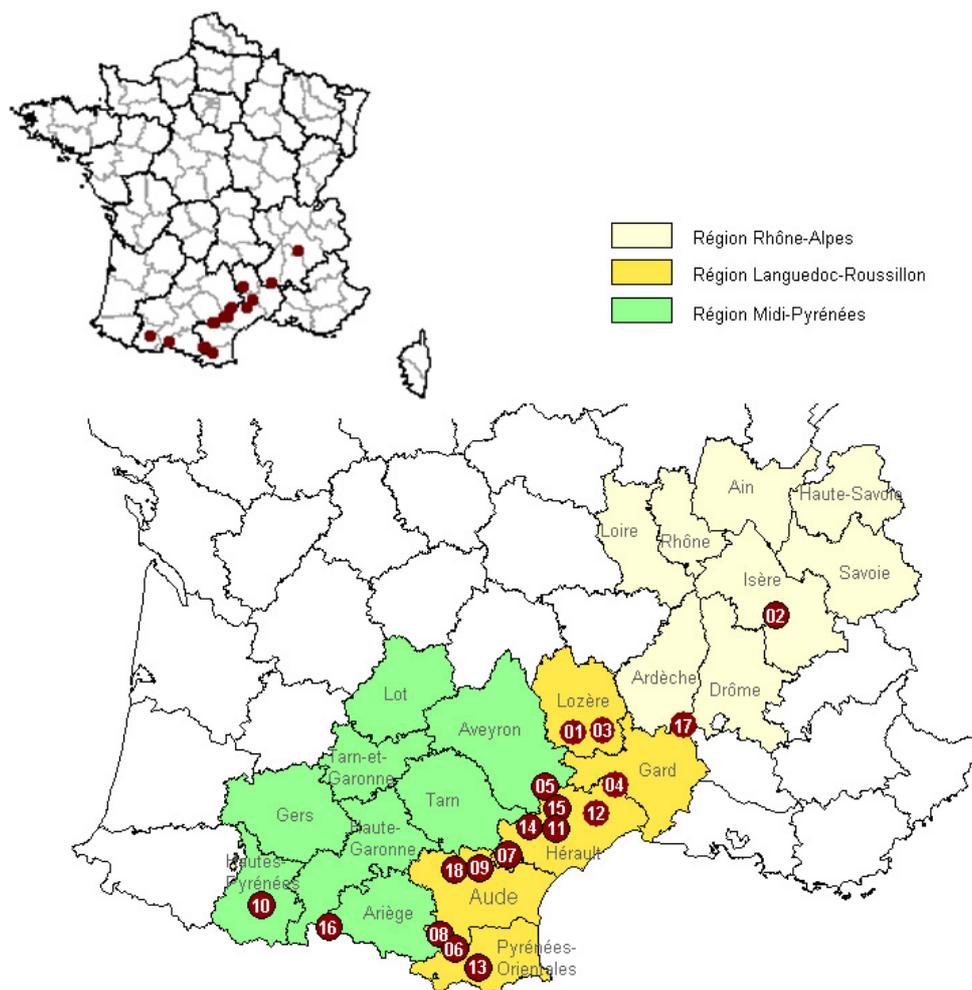
<i>N° d'élément du site</i>	<i>Nom</i>	<i>Région</i>	<i>Département</i>	<i>Latitude en degrés, minutes et secondes du site (WGS84)*</i>	<i>Longitude en degrés, minutes et secondes du site (WGS84)*</i>
01	Grotte Amélineau	Languedoc-Roussillon	Lozère	N 44° 12' 08"	E 003° 19' 24"
02	Grotte de Choranche	Rhône-Alpes	Isère	N 45° 04' 15"	E 005° 23' 54"
03	Aven Armand	Languedoc-Roussillon	Lozère	N 44° 13' 21"	E 003° 21' 20"
04	Grottes des Demoiselles	Languedoc-Roussillon	Hérault	N 43° 54' 28"	E 003° 44' 41"
05	Balme del Pastre	Midi-Pyrénées	Aveyron	N 43° 43' 21"	E 002° 59' 25"
06	Grotte de l'Aguzou	Languedoc-Roussillon	Aude	N 42° 45' 41"	E 002° 05' 32"
07	Grotte du Lauzinas	Languedoc-Roussillon	Hérault	N 43° 28' 46"	E 002° 44' 28"
08	Grotte du TM 71	Languedoc-Roussillon	Aude	N 42° 45' 23"	E 002° 05' 09"
09	Réseau de Cabrespine-Lastours	Languedoc-Roussillon	Aude	N 43° 21' 34"	E 002° 27' 25"
10	Gouffre d'Esparros	Midi-Pyrénées	Hautes-Pyrénées	N 43° 01' 50"	E 000° 19' 48"
11	Grotte de Pousselières	Languedoc-Roussillon	Hérault	N 43° 28' 21"	E 002° 52' 37"
12	Grotte de Clamouse	Languedoc-Roussillon	Hérault	N 43° 42' 34"	E 003° 33' 10"
13	Réseau Lachambre	Languedoc-Roussillon	Pyrénées-Orientales	N 42° 36' 01"	E 002° 23' 00"
14	Réseau du Rautely	Languedoc-Roussillon	Hérault	N 43° 31' 25"	E 002° 54' 41"
15	Aven du Mont Marcou	Languedoc-Roussillon	Hérault	N 43° 41' 36"	E 003° 00' 21"
16	Grotte de la Cigalère	Midi-Pyrénées	Ariège	N 42° 49' 38"	E 000° 54' 25"
17	Aven d'Ornac	Rhône-Alpes	Ardèche	N 44° 19' 12"	E 004° 24' 43"
18	Barrency de Fournes	Languedoc-Roussillon	Aude	N 43° 20' 02"	E 002° 22' 56"

\* Les coordonnées géographiques correspondent à l'entrée principale de chaque élément du bien.

## 1.d Cartes et plans indiquant les limites du bien proposé pour inscription et celles de la zone tampon

Les 18 sites contenant les éléments du bien sont reportés sur la carte de France ci-dessous.

**PROJET D'INSCRIPTION À L'INVENTAIRE DU PATRIMOINE MONDIAL DE L'UNESCO  
DE 18 CAVITÉS OU GROUPES DE CAVITÉS DU SUD DE LA FRANCE**



- |                           |                               |                           |
|---------------------------|-------------------------------|---------------------------|
| 01 Grotte d'Amélieau      | 07 Grotte de Lauzinas         | 13 Réseau André Lachambre |
| 02 Grotte de Choranche    | 08 Grotte du TM 71            | 14 Réseau du Rautely      |
| 03 Aven Armand            | 09 Réseau Cabrespine-Lastours | 15 Aven du Mont Marcou    |
| 04 Grotte des Demoiselles | 10 Gouffre d'Esparros         | 16 Grotte de la Cigalère  |
| 05 Balme del Pastre       | 11 Grotte de Pousselières     | 17 Aven d'Orgnac          |
| 06 Grotte de l'Aguzou     | 12 Grotte de Clamouse         | 18 Barrency de Fourmes    |

## Identification du Bien

Chacun des 18 sites est localisé sur une carte de situation et sur une carte des protections montrant la zone centrale et les zones tampon (cf. annexe cartographique).

Pour chaque site (numéroté de 01 à 18 selon les critères scientifiques) il est ainsi présenté en annexe et dans cet ordre la cartographie suivante :

- a : **Topographie de la cavité** (plan, coupe ou 3D suivant le cas)
- b : Report du plan de la cavité sur la « BD Ortho » (**photographie aérienne**) sauf pour les grottes de Choranche (site n°2) et Aven d'Ornac (site n° 17) (fonds de carte IGN non disponibles à ce jour). Figurent également sur cette photographie aérienne, **les limites du bien** et de la **zone protégée** (établie ou projetée). A noter que souvent ces deux limites sont confondues ;
- c : Report du plan de la cavité sur la cartographie « Scan 1/25000 » de l'Institut Géographique National, montrant les **courbes de niveaux** à la même échelle que la carte « b », avec report **des limites du bien** et de **la zone protégée** ou en cours de protection ;
- d : Report du plan de la cavité sur la cartographie « Scan 1/25000 » de l'Institut Géographique National, montrant **le bien et la zone tampon** (limite administrative de la commune).

Pour chaque carte une échelle linéaire est indiquée sur le document.

### **1.e Surface du bien proposé pour inscription (en hectares ) et de la zone tampon proposée (en hectares)**

S'agissant d'un ensemble de sites disjoints, la surface du bien correspond à la somme des superficies de chacun des sites en considérant leurs zones centrales respectives. Est considéré comme zone centrale le territoire karstique permettant d'assurer l'intégrité de ses caractères, et donc du bien proposé. Ces zones font l'objet de mesures de protections législatives à caractère réglementaire adaptées.

De même, les zones tampon sont en général disjointes. La surface de la zone tampon du bien correspond à la somme des superficies des zones tampon de chacun des sites, sans double-compte. Ces zones tampon correspondent aux territoires des communes contenant la zone centrale.

Dans tous les cas la limite communale a été choisie comme limite de la zone tampon du bien.

Dans 7 cas (sites n<sup>os</sup> 1, 10 à 13, 16 et 17) on remarque que la limite de l'élément du bien se trouve pour partie confondue avec cette limite communale.

En aucun cas, cela ne porte préjudice à la conservation du bien. L'ensemble des conditions environnementales qui président à la formation et à la conservation des concrétions a bien été pris en compte par la protection établie. En effet, au droit de cette partie, l'établissement de la zone tampon n'a pas été jugé indispensable en raison de la configuration des lieux : soit ces parties de limite correspondent à des fonds de vallée (sites n<sup>os</sup> 1, 11, 12 et 13), soit à des limites de bassin versant (sites n<sup>os</sup> 10, 16 et 17). En outre, s'agissant du contrôle d'activités industrielles pouvant occasionner des secousses ou vibrations dans le milieu (carrières), ce risque a été jugé très minime (sites peu accessibles) et tout à fait contrôlable par la réglementation environnementale (études d'impact, régime des carrières,...).

## Identification du Bien

<b>N° d'élément du site</b>	<b>Nom</b>	<b>Commune(s), n° de département (cf. tableau 1b)</b>	<b>Coordonnées du site</b>	<b>Surface de la zone centrale (ha)</b>	<b>Surface de la zone tampon (ha)</b>
01	Grotte Amélineau	Hures-la-Parade (48)	N 44° 12' 08" E 003° 19' 24"	31,37	8 826,74
02	Grotte de Choranche	Choranche, Presle (38)	N 45° 04' 15" E 005° 23' 54"	611,70	3 019,30
03	Aven Armand	Hures-la-Parade (48)	N 44° 13' 21" E 003° 21' 20"	0,89	8 826,74
04	Grottes des Demoiselles	Saint-Bauzille-de-Putois (34)	N 43° 54' 28" E 003° 44' 41"	7,66	1 808,34
05	Balme del Pastre	Mélagues (12)	N 43° 43' 21" E 002° 59' 25"	16,38	4 434,62
06	Grotte de l'Aguzou	d'Escouloubre- les-Bains (11)	N 42° 45' 41" E 002° 05' 32"	232,20	2 881,80
07	Grotte du Lauzinas	Saint-Pons-de-Thomières (34)	N 43° 28' 46" E 002° 44' 28"	43,95	4 055,05
08	Grotte du TM 71	Fontanès-de-Sault (11)	N 42° 45' 23" E 002° 05' 09"	104,00	425,00
09	Réseau de Cabrespine-Lastours	Cabrespine, Trassanel, Fournes-Cabardès, Lastours, Sallèles-Cabardès, Limousis (11)	N 43° 21' 34" E 002° 27' 25"	968,90	4 420,10
10	Gouffre d'Esparros	Esparros (65)	N 43° 01' 50" E 000° 19' 48"	43,65	3 212,35
11	Grotte de Pousselières	Ferrières-Poussarou (34)	N 43° 28' 21" E 002° 52' 37"	13,57	2 587,43
12	Grotte de Clamouse	Saint-Jean-de-Vedas (34)	N 43° 42' 34" E 003° 33' 10"	111,20	1 289,00
13	Réseau Lachambre	Ria-Sirach, Corneilla-de-Conflent (66)	N 42° 36' 01" E 002° 23' 00"	281,20	2 102,80
14	Réseau du Rautely	Olargues, Saint Etienne d'Albagnan (34)	N 43° 31' 25" E 002° 54' 41"	76,63	4 053,37
15	Aven du Mont Marcou	Saint-Geniès-de-Varensal (34)	N 43° 41' 36" E 003° 00' 21"	37,17	1 217,83
16	Grotte de la Cigalère	Sentein (09)	N 42° 49' 38" E 000° 54' 25"	598,50	5 319,50
17	Aven d'Orgnac	Orgnac-l'Aven (07)	N 44° 19' 12" E 004° 24' 43"	379,90	1 804,10
18	Barrency de Fournes	Lastours, Fournes-Cabardès, Limousis (11)	N 43° 20' 02" E 002° 22' 56"	40,39	1 972,00
<b>Surface totale du bien proposé pour inscription avec double compte*</b>				<b>3 599,25</b>	
<b>Surface totale du bien proposé pour inscription sans double compte</b>				<b>3 581,36</b>	
<b>Surface totale de la zone tampon du bien proposé pour inscription avec double compte**</b>					<b>62 760,68</b>
<b>Surface totale de la zone tampon proposée sans double compte.</b>					<b>51 457,33</b>

\* Le double compte de la zone centrale concerne les sites des Barrency de Fournes et du réseau de Cabrespine-Lastours

\*\* Les deux doubles comptes de la zone tampon concernent les couples de sites suivants :

la grotte Amélineau et l'Aven Armand, les Barrency de Fournes et le réseau de Cabrespine-Lastours.

## 2. DESCRIPTION

### 2.a Description du bien

Le bien est un ensemble de concrétions de grottes (ou spéléothèmes) considérées dans leur contexte naturel. Tous les grands types de concrétions sont représentés sur un territoire restreint et forment un ensemble exceptionnel par leur qualité et leur diversité.

Les 18 sites souterrains du sud de la France constituant le bien illustrent la diversité des minéralogies, des formes et des couleurs des concrétions, diversité elle-même étroitement liée au fonctionnement du système karstique, à son paléoenvironnement et à l'histoire de l'évolution du climat.

Les éléments du bien ont été sélectionnés en fonction de la représentativité minéralogique de l'ensemble, de la qualité exceptionnelle de leurs éléments et du caractère particulièrement illustratif des formes et des associations de concrétions pour les processus naturels karstiques. La numérotation a été arrêtée en fonction des critères scientifiques de sélection suivants.

- Cavités essentiellement à concrétions de calcite : 01 - Grotte Amélineau, 02 - Grotte de Choranche, 03 - Aven Armand, 04 - Grotte des Demoiselles, 05 - Balme del Pastre, 06 - Grotte de l'Aguzou, 07 - Grotte du Lauzinas, 08 - Grotte du TM 71.
- Cavités à concrétions d'aragonite blanche : 09 - Réseau de Cabrespine-Lastours, 10 - Gouffre d'Esparros, 11 - Grotte de Pousselières, 12 - Grotte de Clamouse, 13 - Réseau Lachambre.
- Cavités à concrétions d'aragonite colorée : 14 - Réseau de Rautely, 15 - Aven du Mont Marcou.
- Cavités à concrétions de gypse : 16 - Grotte de la Cigalère.
- Cavité montrant dans le concrétionnement un enregistrement remarquable de grands cycles climatiques : 17 – Aven d'Ornac.
- Cavité à concrétions présentant des phénomènes de diagenèse : 18 – Les Barrencs de Fournes.

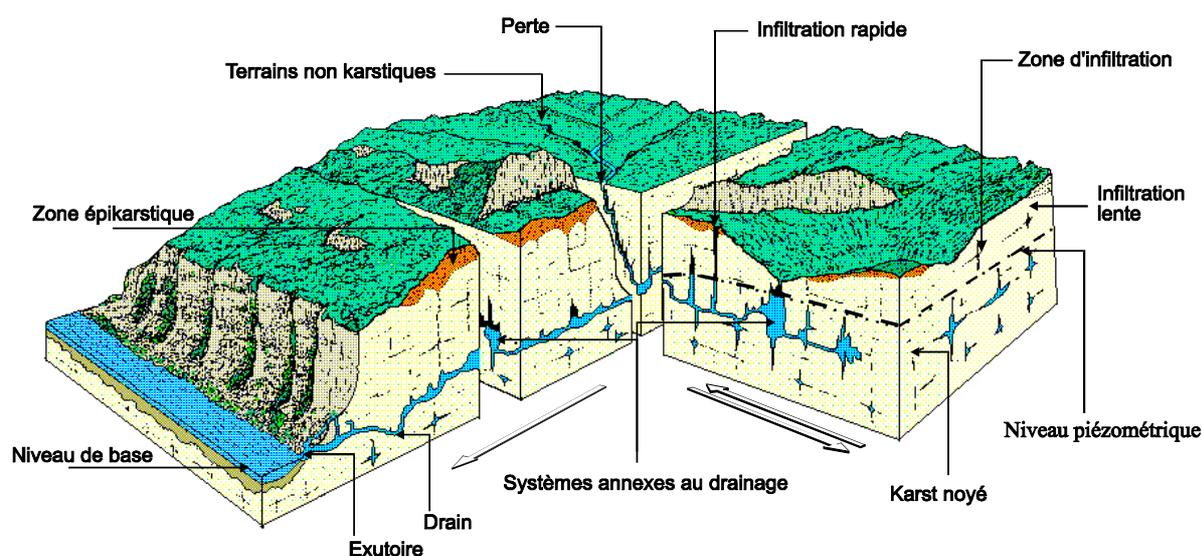
#### 2.a-1 Le concrétionnement, témoin du fonctionnement du karst (à l'échelle du système)

**Les concrétions des 18 sites souterrains témoignent des différents aspects du fonctionnement du système karstique. La nature des roches, le fonctionnement hydraulique actuel ou ancien, l'histoire des sites et les relations avec la surface sont autant de facteurs d'influence sur le concrétionnement, parfaitement illustrés dans les sites sélectionnés. Cette corrélation ouvre aujourd'hui de nouvelles perspectives de recherches scientifiques.**

## Description

### 2.a.1.1 Un ensemble de sites particulièrement illustratif du système karstique et de son fonctionnement

Le karst est à la fois un paysage de surface et souterrain, il héberge un écosystème particulier et un aquifère au comportement complexe. Dans les cavités, des dépôts minéraux secondaires, les concrétions de grottes, témoignent d'une morphogenèse unique remarquablement exprimée dans le bien.



#### *L'aquifère karstique (Alain Mangin 1975)*

### Le karst : de la surface aux grottes

Les concrétions de grottes sont indissociables des systèmes karstiques qui les hébergent. Le karst<sup>1</sup> est un ensemble de morphologies originales développées dans des roches solubles, principalement les calcaires.

**En surface**, l'organisation habituelle des reliefs par les réseaux hydrographiques est peu marquée ou absente à cause du drainage, principalement souterrain. Elle est remplacée par des formes particulières : lapiés, canyons, dépressions fermées.

*Dans les sites choisis, les lapiés du Bentaillou au-dessus de la grotte de la Cigalère, les gorges de la Jonte ou du Tarn, le cirque de Choranche illustrent les principales morphologies karstiques connues.*

---

<sup>1</sup> Karst est un terme dérivé de Kras, mot d'origine pré-indoeuropéenne qui veut dire pierre. La région éponyme du karst est une zone de plateau calcaire de Slovénie.



*Les gorges de l'Hérault devant la grotte de Clamouse*

## Description

**Sous terre**, le drainage emprunte des réseaux de vides interconnectés dont certains sont pénétrables par l'homme. Dans les cavités, les eaux d'infiltration déposent des cristallisations secondaires de carbonate de calcium : les concrétions de grottes.

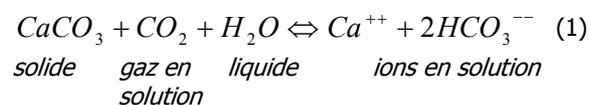
*Ces concrétions contribuent à la spécificité des paysages karstiques. L'ensemble exceptionnel de 18 grottes à concrétions du Sud de la France fait l'objet de la proposition d'inscription.*



*La rivière souterraine de la grotte de la Cigalère*

### L'eau, le sol et la roche

La formation d'un karst résulte de la dissolution des roches par de l'eau de pluie acidifiée dans les sols, principalement par l'incorporation de gaz carbonique d'origine biologique. Le mécanisme est représenté par l'équilibre chimique suivant :



La dissolution débute dans les fissures de la roche qui s'élargissent progressivement formant un réseau de vides interconnectés et hiérarchisés. Finalement, l'essentiel des eaux de pluie circule dans un véritable réseau hydrographique souterrain qui comporte aussi de grands volumes noyés constituant des réserves en eau (55% des réserves en eau souterraines françaises sont karstiques). Ces eaux résurgent souvent par de grosses sources dont certains sites présentent des exemples remarquables : *résurgences de Couffin et Gournier à Choranche, résurgence du Pestril du réseau Cabrespine-Lastours, source vaclusienne du Jaur issue du système du Lauzinas, résurgence de Clamouse.*



*Concrétionnement de calcite le long d'une fissure dans la grotte de Lauzinas*

## Description

### Les réseaux souterrains et l'organisation du karst

Ce sont les écoulements de l'eau dans les roches préalablement fissurées qui sont à l'origine de la genèse et de l'organisation géométrique du réseau souterrain ; c'est en ce sens que le karst est un système auto-organisé. Le système est constitué par une zone d'infiltration dont la partie supérieure (épikarst) est souvent occupée par un aquifère superficiel ; elle surmonte une zone noyée.

Des drains principaux (conduits) assurent les écoulements, parfois sous forme de rivières souterraines présentes dans plusieurs sites du bien. *La rivière des réseaux de Cabrespine est remarquable ainsi que le ruisseau de la Cigalère avec ses 26 cascades et les deux rivières dans la grotte de Choranche dont le confluent est un lac souterrain.*

Latéralement à ces drains, des systèmes annexes (réseaux comprenant de grands volumes) constituent des réserves en eau. *Les vestiges de ces grands volumes noyés sont exceptionnellement représentés dans l'Aven Armand, la grotte des Demoiselles et dans les grands réseaux d'Ornac.*



#### *Aven d'Ornac – Les Salles Rouges*

*Distance de 100 mètres entre l'objectif photo et le fond de la salle*

Si les morphologies primaires de grottes sont le résultat des écoulements, l'histoire complexe des karsts a aussi généré des morphologies secondaires : les successions de remplissages et d'érosion des réseaux ont parfois développé des galeries dites paragénétiques avec chenaux de voûte, et corrosions particulières de parois. Les écoulements de type rivières souterraines déposent aussi dans les grottes des corps sédimentaires, ou impriment des marques mécaniques. *Les grands réseaux de Cabrespine-Lastours, Lauzinas ou d'Ornac-Issirac présentent l'essentiel des caractères évoqués.*

## Le concrétionnement dans l'évolution du karst

### 1) La genèse du karst

Elle nécessite, d'une part un évènement tectonique préalable responsable de la fissuration générale de la formation rocheuse soluble, d'autre part une morphologie de surface établissant un gradient hydraulique dans des conditions climatiques suffisamment pluvieuses. Notons que la karstification des terrains calcaires nécessite aussi la présence d'un sol où l'eau d'infiltration se charge en gaz carbonique et devient agressive pour la roche. La mise en place d'un karst est un phénomène rapide à l'échelle géologique : 10 000 à 20 000 ans, comparativement aux 450 000 ans qui sont nécessaires pour atteindre un équilibre morphologique en surface. Beaucoup de karsts actifs sont récents : leur âge de mise en place est quaternaire ou fin tertiaire.

### 2) Les phases stables et le concrétionnement

Les phases de stabilités résultent d'un équilibre dynamique qui s'établit dans un système ouvert sur l'extérieur. Dans ces conditions, les processus d'évolution du système physique sont très ralentis. L'eau continue son action de dissolution et le concrétionnement assure une redistribution de la matière minérale dans des vides de la zone d'infiltration qui tendent ainsi à se colmater.



*La rivière et les plafonds de fistuleuses de la grotte de Choranche*

Plusieurs phases stables peuvent se succéder dans le temps et se marquer dans les morphologies et les remplissages des vides souterrains. Elles se rapportent, dans nos régions, aux effets des glaciations qui ont modifié considérablement l'environnement extérieur, particulièrement les couverts végétaux, les niveaux de base et le régime des pluies dans le dernier million d'années. Il en résulte un polyphasage visible dans les sédiments comme dans le concrétionnement. *Les travaux réalisés sur la grotte de Clamouse et dans les réseaux d'Ornac-Issirac illustrent clairement ce phénomène.*

## Description

### 3) L'arrêt du fonctionnement ou la destruction.

L'arrêt du fonctionnement karstique se produit principalement par perte de la fonctionnalité du drainage souterrain et finalement colmatage des vides. L'évolution peut aussi provoquer une destruction par ablation puis recouplement des cavités par l'érosion. Des effets anthropiques (pollutions, aménagements irréfléchis ou surfréquentation de sites touristiques) peuvent aussi affecter gravement le milieu karstique et surtout son concrétionnement.

### **Les mécanismes chimiques du concrétionnement en grotte**

Si les réseaux souterrains karstiques sont le cadre naturel du concrétionnement, les caractères de ce milieu particulier permettent aussi de comprendre l'origine chimique des spéléothèmes et d'éclairer leur typologie ; les 18 sites du bien en constituent la plus complète illustration.

Les eaux d'infiltration des karsts se chargent en ions au contact des roches qu'elles traversent et dissolvent. Des temps de séjours souterrains importants rapprochent la composition de l'eau de la saturation. Dans la zone d'infiltration, l'écoulement souterrain amène cette eau, souvent fortement minéralisée en bicarbonates, dans de grands vides souterrains relativement ventilés. Un gradient chimique apparaît alors à l'interface entre l'eau et l'atmosphère souterraine, il permet un départ du gaz carbonique. L'équilibre chimique (1) est alors déplacé induisant la sursaturation des eaux en carbonate de calcium qui précipite et cristallise sous forme de concrétions des grottes (*la plupart de celles présentées*). Lorsque l'eau arrive à l'air libre aux exutoires des sources, le même phénomène peut produire les constructions de travertin. *Les grandes cascades de tuf des résurgences de Couffin et de Gournier dans le cirque de Choranche en fournissent un exemple spectaculaire.*



*Les cascades de tuf, dans le cirque de Choranche*

L'évaporation est aussi à l'origine de la sursaturation des eaux et de précipitations minérales ; c'est le phénomène principal lorsque des cristaux de gypse se forment à partir d'eaux chargées en sulfates (*concrétions exceptionnelles de la grotte de la Cigalère*). L'évaporation peut aussi jouer un rôle dans les cristallisations de carbonates (*aragonites, hydromagnésites de la grotte de la Clamouse et du réseau Lachambre*).

## Description



*Concrétions excentriques d'aragonite et d'hydromagnésite sur de la calcite dans le réseau Lachambre*

### 2.a.1.2 La minéralogie des concrétions du bien : illustration de la diversité de l'héritage géologique

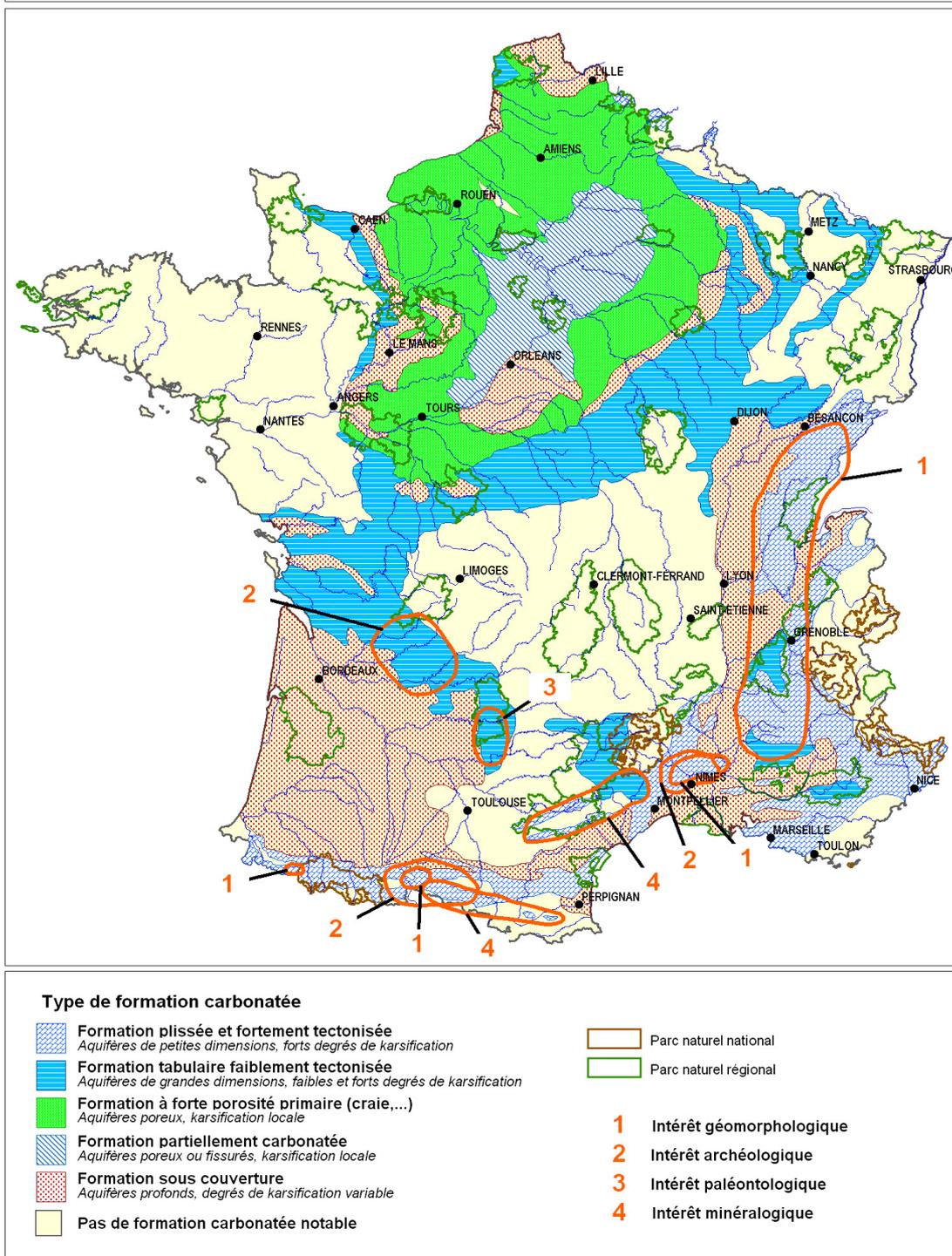
**Les différentes concrétions du bien, par leurs minéralogies et leurs colorations, traduisent toute la richesse géologique du territoire exprimée dans la variété de composition et d'organisation des « roches mères ».**

#### Un héritage géologique riche

Le bien présente, dans ses 18 sites, une remarquable variété de conditions naturelles par la coïncidence d'un héritage géologique particulièrement riche, d'une situation dans une zone tectoniquement active et d'une forte empreinte de l'histoire climatique récente. Le territoire recouvre des ensembles géologiques différents : la bordure sud et est du Massif Central, les Pyrénées et les Alpes ; ceux-ci ont une histoire tectonique récente complexe qui est celle du plissement alpin initié à l'Eocène (40 millions d'années) dans le domaine pyrénéo-provençal et qui se poursuit actuellement. Ces mouvements se manifestent finalement par une élévation des reliefs importants des Pyrénées et des Alpes. Depuis l'Oligocène (30 millions d'années), cette région a également subi de fortes variations climatiques contrastées par la proximité des massifs montagneux qui ont porté à plusieurs reprises des glaciers parfois importants (glaciations quaternaires des deux derniers millions d'années) et de la Méditerranée qui a subi un assèchement quasi total avec un abaissement du niveau de plus de 1500 mètres lors de la crise messinienne (6,8 à 5,3 millions d'années). Il est intéressant de constater que, du point de vue de la biodiversité, cette région Pyrénées-Cévennes-Alpes est également exceptionnelle par son taux d'endémisme élevé.

Les formations karstiques sont principalement des calcaires, des calcaires dolomitiques ou des dolomies. La calcite  $\text{CaCO}_3$  constitue les calcaires, la dolomite  $\text{MgCa}(\text{CO}_3)_2$  constitue les dolomies ; les calcaires dolomitiques sont des associations des deux espèces minérales. Ces roches contiennent cependant d'autres minéraux solubles: souvent des sulfures métalliques, parfois des sulfates. Après dissolution, la minéralisation des eaux est ainsi principalement bicarbonatée calcique mais elle varie en composition (variation des rapports Mg/Ca, occurrence des ions S, éléments en trace Ni, Cu etc.). Le concrétionnement reflète ces différences chimiques par la diversité des espèces minérales formées (calcite, aragonite, gypse pour l'essentiel, ou autres minéraux plus rares) et leur coloration. On retrouve les éléments en trace dans l'analyse des concrétions où ils constituent des marqueurs chimiques locaux : *arsenic dans les aragonites de la grotte de Cabrespine*.

## Patrimoine géomorphologique des formations carbonatées en France métropolitaine



D'après Gèze 1973, modifié 2005

### Les minéraux des concrétions

La représentativité minéralogique de l'ensemble de la série a été l'un des principaux critères de choix des sites. Si la calcite est le minéral ubiquiste des concrétions de grottes, les autres (aragonite, gypse), plus rares, sont représentés dans des sites de référence de la série.

**La calcite et l'aragonite sont les minéraux les plus fréquents des concrétions de grottes** ; ce sont deux polymorphes du carbonate de calcium, c'est à dire de même composition chimique mais avec une organisation différente de la matière. La calcite cristallise dans le système rhomboédrique, c'est le minéral le plus stable qui forme l'essentiel des concrétions. L'aragonite est orthorhombique, elle est plus rare et moins stable, elle est commune dans le règne vivant, formant la nacre des coquilles ou les perles, mais on ne la retrouve pas dans les formations géologiques anciennes. Ce sont les calcaires dolomitiques ou les dolomies (riches en Mg) qui hébergent la totalité des grottes à concrétions d'aragonite. Le facteur explicatif retenu est que l'abondance du magnésium dans les solutions détermine la croissance cristalline de l'aragonite.



*Calcites de la galerie des fleurs dans la grotte de l'Aguzou*



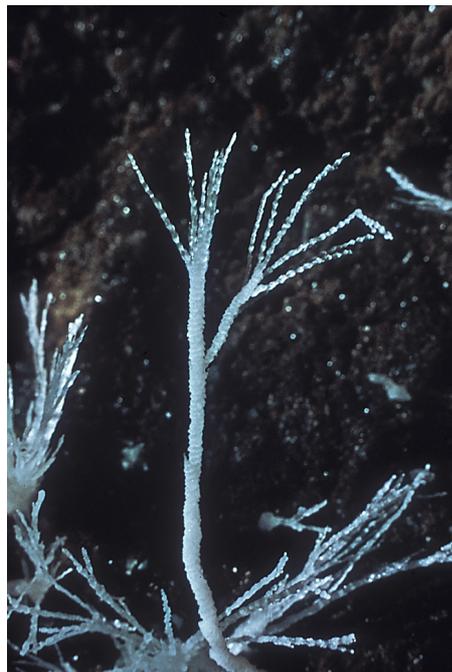
*Aragonites de la grotte de Cabrespine*

**Le gypse** (sulfate de calcium hydraté) est plus rare ; il est lié dans les exemples du bien aux lessivages de sulfures dans les roches et adopte des faciès très particuliers. D'autres minéraux (carbonates, sulfates, oxydes et sulfures) sont rares ou exceptionnels et concrétionnent dans des conditions très particulières.

## Description



***Grotte de Pousselières -  
Aiguilles d'Aragonites***



***Barrencs de Fournes -  
Aragonite en « Chapelets de Boules »***

*Plusieurs sites du bien ont été sélectionnés pour leur contenu minéralogique (espèces minérales ou faciès des cristaux) qui en font des références uniques au niveau mondial. Le réseau Lachambre est un site exceptionnel pour l'aragonite et l'hydromagnésite (carbonate de magnésium hydraté) mais aussi pour la quantité et la qualité de ses cristallisations ; des faciès particuliers d'aragonite et de calcite sont présents au gouffre d'Esparros (cristaux à faces courbes) ; des morphologies exceptionnelles (chapelets de boules) ou uniques (aragonites à symétrie 2-3-4) se trouvent dans les sites des Barrencs de Fournes et de Pousselières.*



***Succession minérale calcite-aragonite-gypse dans la grotte de la Cigalère***

*La grotte de la Cigalère est quant à elle une référence mondiale pour les concrétions de gypse ; en outre, ce site contient des concrétions rarissimes de pyrite et de blende et des dépôts de limonite, hématite et goethite. Des minéraux particuliers : l'hydromagnésite et la huntite (carbonate de magnésium et de calcium anhydre) se trouvent à la grotte de la Clamouse.*

### **Les couleurs des concrétions**

La couleur des concrétions a fait également partie des critères de choix des sites pour la rareté des colorations qui marquent un héritage géochimique particulier et pour la qualité esthétique des associations minérales formées.

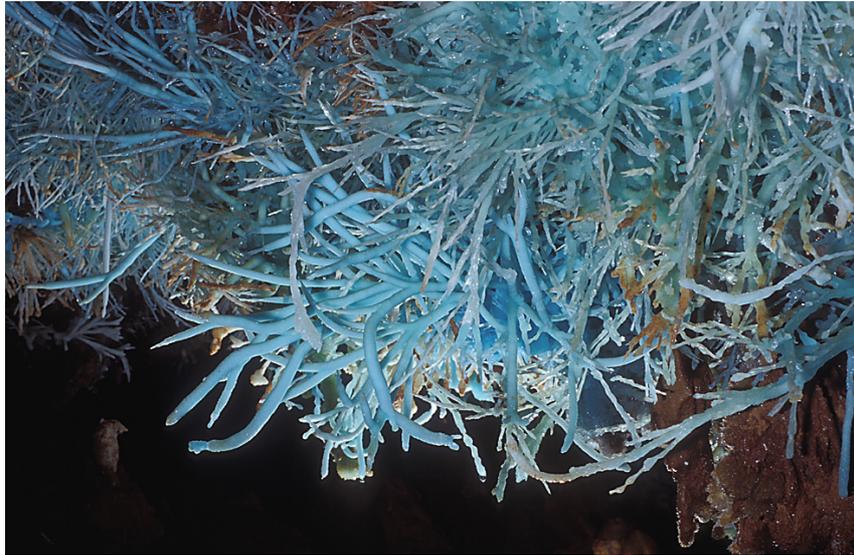
Les concrétions sont souvent colorées ; alors que les trois principaux minéraux qui les constituent (calcite, aragonite et gypse) sont incolores à l'état pur. L'origine de la teinte est diverse : la texture polycristalline fine donne souvent la couleur blanche et l'opacité, l'aspect blanc laiteux est dû à la dispersion de la lumière par des micro-inclusions d'eau, alors que les pigmentations classiques jaunes, oranges ou brunes résultent de la présence d'acides organiques. *Ainsi, la palette complète de ces colorations depuis les bruns ou rouges les plus soutenus jusqu'aux ocres les plus clairs est exceptionnellement exprimée dans le site du Lauzinas.*



### ***Les draperies de la grotte du Lauzinas***

Des particularités de la roche encaissante produisent des colorations très variées et rares par l'intégration ou la substitution d'éléments métalliques dans le réseau cristallin de concrétions : le cuivre donne ainsi de belles teintes bleues à vertes de la calcite et de l'aragonite. *Les aragonites bleues des Barrencs de Fournes, celles du TM71, du Réseau de Rautely ou de la grotte de l'Asperge (associées dans ce site à de la calcite verte), constituent parmi les plus beaux exemples d'associations colorées connus.*

## Description



*Réseau du Rautely – Aragonite Coralloïde Colorée en Bleu  
(Grotte de l'Asperge)*

Plus rarement, le nickel (vert), le fer, le cobalt (lilas) ou le chrome donnent aussi des couleurs particulières, *c'est le cas des aragonites vertes du Mont Marcou qui sont liées à des teneurs de 1 à 2% en nickel.*



*Concrétions d'Aragonite colorée en vert à l'Aven du Mont Marcou*

*Enfin les hydroxydes de fer et de manganèse donnent une couleur soutenue rouille ou noire aux gypses de la Grotte de la Cigalère.*

### **2.a.1.3 Les morphologies des concrétions comme révélateurs des différents régimes d'écoulement des eaux en grotte**

**L'importance et la manière dont se font les écoulements dans les grottes influent sur les conditions de la précipitation minérale dirigeant ainsi la structure des arrangements minéraux, les textures des dépôts ainsi que la dynamique de l'édification de la concrétion. Des régimes d'écoulement variés produisent ainsi des types de concrétions spécifiques. Le bien illustre cet aspect de la morphogenèse par une série complète des grands types de concrétion.**

#### **Les fistuleuses**

**Les fistuleuses témoignent de la régularité et de la permanence des apports d'eau, le milieu sus-jacent jouant le rôle d'un filtre hydraulique.**

Les fistuleuses sont de délicates concrétions translucides tubiformes dont le diamètre est déterminé par la taille d'équilibre de la goutte d'eau qui dépose le minéral (calcite ou aragonite) sous forme d'une collerette d'accrétion à son extrémité. La fistuleuse est généralement monocristalline et proche de la verticale, elle témoigne de l'équilibre entre les arrivées d'eau et l'égouttement ou l'évaporation. La construction des très grandes fistuleuses nécessite la persistance d'un régime hydraulique régulier.

*Les fistuleuses de la grotte Amélineau par leur nombre (plusieurs milliers), par leur densité et leurs tailles (elles atteignent 4 mètres de long) constituent la plus belle association connue. Le bien contient aussi les remarquables exemples des grandes fistuleuses de la grotte de Choranche dans un magnifique paysage de lac souterrain.*



*Des fistuleuses de 4 mètres de long dans la grotte Amélineau*

## Description

### Stalactites, stalagmites et concrétions classiques

Les concrétions classiques de type stalactites, stalagmites, colonnes, draperies traduisent un régime d'écoulement plus actif. Le dépôt minéral est contrôlé par le débit de la fissure et par le gradient de concentration en CO<sub>2</sub> entre l'eau et l'atmosphère souterraine.



*Les galeries dans les réseaux de l'Aven Orgnac (Hauteur 15 mètres)*

**Les stalactites** sont de loin les formes les plus présentes dans les grottes. Ce sont des structures généralement coniques, l'eau s'écoule à leur surface, perd son gaz carbonique et dépose de la calcite qui accroît en même temps le diamètre et la longueur de la concrétion. La structure interne traduit d'autant mieux ce processus que les croissances sont saisonnières et que des épisodes peuvent provoquer le dépôt d'impuretés visibles entre les couches de calcite pure. La stalactite est généralement associée à la **stalagmite** qui récupère une partie du potentiel de concrétionnement de l'eau après l'égouttement. La stalagmite croît verticalement sous forme de colonne, de cône ou de dôme suivant les cas. La structure laminée, réputée annuelle, constitue un marqueur chronologique précieux. *Bien que ces formes classiques de concrétions soient largement représentées dans tous les sites du bien, des associations de ces types morphologiques sont particulièrement nombreuses et spectaculaires dans les réseaux d'Orgnac. Des particularités morphologiques de ces types classiques apparaissent, par exemple sous forme de monocristaux à section triangulaire qui prolongent la croissance d'un motif cristallin de calcite dont l'axe d'ordre 3 est vertical ; ce cas est parfaitement illustré dans le bien dans les grottes du TM 71 et de l'Aguzou.*

*Le développement hélicoïdal d'une stalagmite constitue un autre exemple de particularité remarquable que possède la grotte d'Amélineau.*



*Les stalagmites hélicoïdales de la salle des fistuleuses, grotte Amélineau*

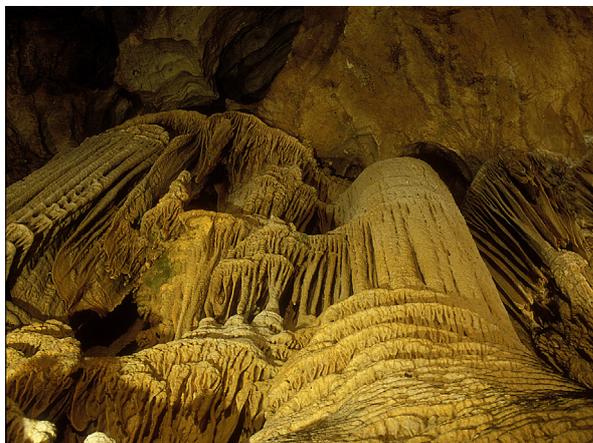
Lorsque le support est oblique, l'écoulement de l'eau se fait suivant la plus grande pente et développe des **draperies** parfois translucides. Certaines montrent aussi des bandes de croissances parallèles diversement pigmentées en jaunes, oranges ou bruns teintées par la matière organique piégée dans la concrétion et marquant visuellement la relation avec la surface. *C'est dans la grotte du Lauzinas que les exemples les plus pédagogiques sont connus.*

### **Les concrétions massives**

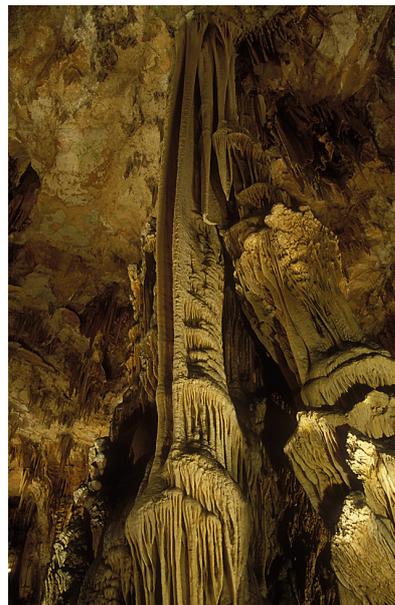
**Les grandes concrétions : piliers, buffets d'orgues ou « grandes coulées de calcite » résultent d'écoulements abondants.**

C'est l'accumulation de dépôts de calcite à partir de grosses arrivées d'eau sursaturée et en l'absence de filtre hydraulique actif qui sont à l'origine des constructions massives. Dans les cas où les écoulements sont abondants ou instables, les stalactites perdent leurs formes coniques simples et deviennent massives ou complexes. *Les grosses concrétions sont particulièrement bien représentées dans le site de la grotte des Demoiselles ou de l'Aven d'Orgnac.*

## Description



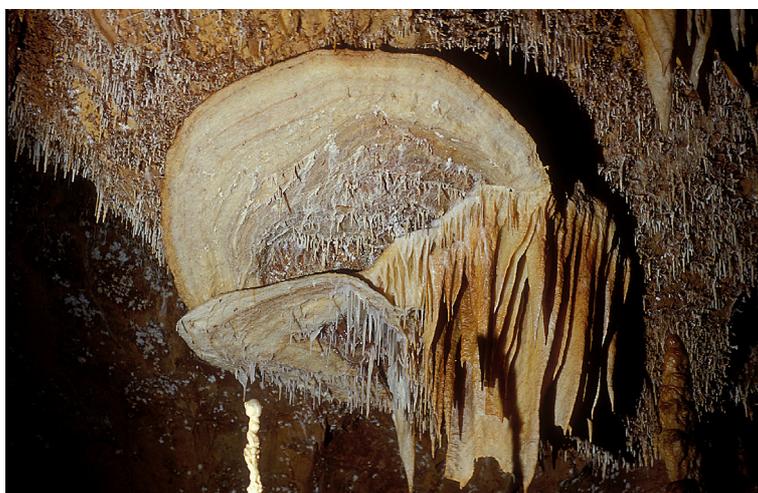
*Grotte des Demoiselles -  
Les Orgues  
Hauteur 15 mètres*



*Grotte des Demoiselles -  
La Grande Draperie Double  
Hauteur 20 mètres*

### Les disques

**Les disques résultent de l'activité de puissants jets d'eau dans des circonstances particulières de charge hydraulique.** Les disques sont en fait des doubles plateaux de calcite développés de part et d'autre d'une fissure centrale dont l'orientation est indépendante de la paroi ou de la verticale. La croissance est interprétée par la précipitation symétrique de calcite à partir d'un jet d'eau sous pression émis à partir d'une fissure active. La zone de précipitation est équidistante du centre d'émission de l'eau et forme des disques par accroissement périphérique. Souvent, lors de l'évolution du dépôt, le disque inférieur se charge en stalactites et se décroche. *Les disques sont exceptionnellement développés dans le réseau de Cabrespine-Lastours, du Lauzinas, ainsi que dans la zone dite de la discothèque du réseau d'Ornac-Issirac où ils atteignent une densité remarquable.*



*Les disques des réseaux de l'Aven d'Ornac*

#### 2.a.1.4 Le polyphasage des karsts, sa marque dans le concrétionnement

L'équilibre dynamique entre les entrées et sorties des systèmes karstiques procure la stabilité physique caractéristique des parties souterraines du karst. Cependant, chaque changement de l'environnement extérieur (*modification des niveaux de base, évolution du couvert végétal, changement climatique*) amène le milieu sur un niveau de stabilité différent qui se traduit par un nouvel état d'équilibre dans le milieu souterrain. Le polyphasage traduit physiquement la succession dans le temps de ces équilibres. A l'échelle des réseaux souterrains, *des grottes comme le Gouffre d'Esparros sont marquées dans la morphologie et l'organisation des galeries en dispositifs superposés d'anciens réseaux de drainage successivement abandonnés. Le réseau de la Grotte de Choranche montre quant à lui des évolutions clairement reliées à des étapes du plissement alpin.*

Le concrétionnement reste cependant le plus fin et le plus riche marqueur des évolutions de l'environnement. Dans le paysage, la succession de types de concrétions, l'évolution continue des formes, les arrêts, corrosions ou reprises mais aussi les couleurs des concrétions témoignent de tels changements. L'analyse plus précise trace aussi ces évolutions dans les changements des structures ou textures internes et des compositions minéralogiques ou chimiques issues des modifications de la composition des eaux.

*Des concrétions comme les champignons d'argile calcifiée de la grotte du Lauzinas représentent un exemple spectaculaire de l'empreinte de l'évolution des conditions environnementales. Plus simplement, les grandes concrétions couchées (le vaisseau fantôme de l'Aven d'Ornac) et les reprises stalagmitiques témoignent de périodes bien différentes du fonctionnement souterrain. Dans la galerie d'aragonite du Gouffre d'Esparros, la répartition des cristaux sous un niveau horizontal est interprétée par la croissance sélective des cristaux sur le placage d'argile laissé par un ennoyage ancien de la galerie qui indique une situation bien différente de l'actuel. Cette « stratification » s'observe aussi au réseau Lachambre, au Lauzinas et avec des concrétions de gypse dans la grotte de la Cigalère. D'autres exemples remarquables de ce polyphasage s'observent dans le développement de concrétions d'un type particulier : le verseur à pastis (Cabrespine), les cymbales (TM71).*



*Les champignons d'argile calcifiée de la grotte du Lauzinas*

## Description



*« Le verneur à Pastis » de la Grotte de Cabrespine*



*Les « cymbales » de la grotte du TM 71*

L'analyse des textures minérales indique qu'après un dépôt initial, une phase de recristallisation peut se produire dans la masse de la concrétion. *La durée de ce phénomène de diagenèse a pu être chronologiquement bornée à moins de 2000 ans par une datation à 300 B.P. dans le site des Barrengs de Fournes, puisqu'il s'agit d'une mine ancienne.*

### 2.a-2 Le concrétionnement, expression de contraintes locales du milieu souterrain

**Des facteurs locaux comme la présence de retenues d'eau, le colmatage des fissures, la hauteur des voûtes, la nature du sol, ou l'état de confinement d'une cavité influent aussi sur les formes des concrétions. Ces contraintes déterminent une variété morphologique supplémentaire du concrétionnement représentée de manière remarquable dans le bien.**

#### 2.a.2.1 Les retenues d'eau et le concrétionnement associé

**Conduits ou réservoirs, les réseaux souterrains ont tous une fonction hydraulique. Cette fonction peut évoluer au cours du temps. Cependant la zone d'infiltration d'un karst reste un lieu de transfert des eaux qui y sont parfois retenues en petits volumes et donnent naissance à des concrétions bien particulières qui sont représentées de façon exemplaire dans le bien.**

#### Les gours

Ce sont des retenues d'eau naturelles formées par des barrages de calcite qui font succéder des plans d'eau et des déversoirs. Dans les réseaux actifs ou dans la zone d'infiltration du karst, des écoulements permanents ou temporaires forment des rivières, des

lacs ou de petits plans d'eau. La perte de  $\text{CO}_2$  sursature les eaux qui précipitent alors du carbonate en périphérie de la retenue ou sur des points singuliers de l'écoulement, ces accumulations minérales au ras de la surface construisent les rebords des gours. *Le fond du réseau d'Ornac en contient de très spectaculaires de grandes dimensions (les grands gours), mais aussi de plus petits et très délicatement cristallisés dans la Salle des Treize. Un exceptionnel gour d'aragonite toujours alimenté en eau se trouve aux Barrengs de Fourmes.*



*Le lac vert de la grotte du Lauzin*

### **Des cristaux de gours**

Des cristaux germent aussi sur les parois et le fond de ces bassins d'eau sursaturée, formant les cristaux de gours. Leur croissance dans l'eau permet le libre développement des faces cristallines qui expriment des symétries internes de la matière par des terminaisons fréquentes en pointes de scalénoèdres. Les cristaux adoptent souvent de très belles dispositions en bouquets qui tapissent des surfaces importantes. *Les cristaux de gours de l'Aguzou en sont de remarquables exemples autant par leurs formes que par leurs tailles et l'agencement des cristaux qui de plus varient d'un gour à l'autre. Les réseaux d'Ornac-Issirac contiennent des grandes quantités de cristaux de gours et des concrétions en choux-fleurs formées dans des bassins ayant reçu des sédiments argileux.*



*Les gours de la grotte de l'Aguzou*

## Description

Lorsque les niveaux restent constants, des croissances horizontales de calcite matérialisent la surface de l'eau. *Les coupelles de la grotte de Cabrespine en constituent de très beaux exemples.* Les calcites flottantes cristallisent à la surface de l'eau des gours sous forme de voiles très fins qui flottent grâce à la tension superficielle. Elles sont souvent temporaires.



*Calcite flottante de la grotte du Lauzinas*

**Les triangles creux** sont une autre expression surprenante des cristaux de gours. *Ils sont interprétés comme une réponse aux microvariations de niveau de l'eau des gours dans les beaux exemples des grottes du Lauzinas et de l'Aguzou.*



*Calcite en forme de triangles creux de la grotte de l'Aguzou*

### Les perles des cavernes

Ce sont des pisolithes formés par accrétion concentrique de calcite à partir d'un noyau, un petit gravier en général. Les perles se développent dans de petites retenues d'eau peu profondes, sous des écoulements d'énergie assez forte pour les mettre en mouvement, leur donnant la possibilité de rester isolées de leur support et permettant leur croissance concentrique. Ces perles s'organisent en nappes, nids ou en individus isolés. *La Balme del Pastre (Aven des Perles) est le site de référence avec des milliers de perles au sol. Des perles d'une taille exceptionnelle, atteignant 8 cm de diamètre ont été trouvées dans les réseaux de Choranche. Dans le réseau Lachambre elles sont très nombreuses mais ne sont plus alimentées en eau.*



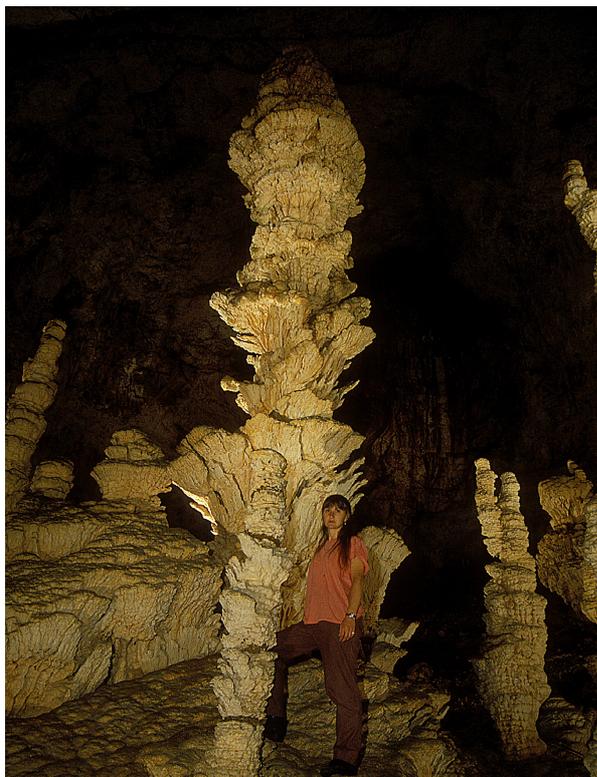
*Un nid de perles des cavernes de la Balme del Pastre*

### 2.a.2.2 Les grands volumes souterrains, contexte d'un concrétionnement original

**Même si les vides souterrains ne constituent en général pas plus de 1 à 2% du volume de roche, certaines cavités souterraines sont surprenantes par leur gigantisme. Curieusement, le concrétionnement y développe des types particuliers, non seulement par les tailles des constructions, mais surtout par les formes des dépôts stalagmitiques. Le bien contient les exemples les plus remarquables de ces morphologies.**

Des types de concrétions, particuliers aux grottes à grande hauteur de voûte et aux parties très ventilées par l'air extérieur, sont interprétés comme résultant de l'énergie de chute des gouttes d'eau qui éclatent à l'impact libérant instantanément le CO<sub>2</sub> et déposant le carbonate. Des éclaboussures latérales expliquent les constructions en piles d'assiettes de plusieurs mètres de haut et des grandes stalagmites avec des expansions latérales d'une grande richesse morphologique: les feuilles de palmiers. *La plus impressionnante association de ces grosses stalagmites en piles d'assiettes est la salle de l'Aven Armand par ses dimensions et la densité du concrétionnement qui s'y trouve. Les salles d'Ornac sont également remarquables pour la variété, la taille et l'association de concrétions uniques : le palmier, la pomme de pin.*

## Description



*La pomme de pin de l'Aven d'Orgnac*



*Les feuilles de palmier de l'Aven d'Orgnac*

Lorsque les écoulements sont plus importants que des égouttements, ils déposent des concrétions massives classiques qui se forment également dans ces grands volumes (*grotte des Demoiselles*)

### **2.a.2.3 Le concrétionnement dans les parties confinées : les grottes à cristaux**

**Certains sites souterrains, ou parties de sites, protégés de l'influence directe du milieu extérieur, hébergent des grottes à cristaux ou grottes géodes. Particulièrement spectaculaires, les concrétions qui s'y développent forment des paysages souterrains extraordinaires mais très fragiles. Le bien en contient des exemples uniques dont le caractère de référence mondiale est reconnu.**

#### **Les concrétions à formes cristallines et les efflorescences**

Si toutes les concrétions de grottes sont constituées de matière cristallisée, elles présentent rarement les formes géométriques extérieures caractéristiques de l'habitus cristallin. Dans certaines grottes (dites grottes géodes), le concrétionnement se manifeste pourtant par des quantités de cristaux macroscopiques bien formés qui poussent sur les voûtes, les parois ou les sols. Ces sites sont en général confinés, c'est à dire préservés des arrivées d'eau de type ruissellements ou d'égouttements et ne reçoivent que des apports faibles au travers de microfissures, de parois poreuses ou de placages argilo-limoneux. Les solutions cristallisent alors sous forme d'efflorescences minérales nourries par des films d'eau à leur surface. La faiblesse des apports se manifeste par l'évolution chimique des solutions au cours de la cristallisation comme en témoignent les successions minérales : *calcite, aragonite, hydromagnésite au réseau André Lachambre et à la grotte de la Clamouse avec de la huntite.*



*Efflorescences d'aragonite dans le gouffre d'Esparros*

Dans cette dernière grotte, des débits de 0,00035 ml/min ont été mesurés sur des concrétions d'aragonite en croissance, à partir de solutions dont le rapport Mg/Ca est supérieur à 1,1. Une sursaturation importante, un dégazage prolongé et l'évaporation sont les autres conditions déterminantes pour le développement de telles structures minérales et expliquent aussi les modifications de l'habitus en cours de croissance. La croissance lente des cristaux dans des conditions où le nourrissage est suffisant favorise le développement des faces minérales à l'origine de grands monocristaux parfois proches de l'automorphie<sup>2</sup>. *Les magnifiques cristallisations de gypse de la Cigalère sont des exemples extrêmes des possibilités de la cristallisation avec des monocristaux mesurant jusqu'à 53 cm de long pour 5 mm d'épaisseur et des cristaux maclés fer de lance de taille exceptionnelle.*

Divers faciès minéraux peuvent s'exprimer grâce à la variété des conditions de germination et de croissance. L'aragonite est particulièrement riche en faciès particuliers : *le gouffre d'Esparros avec ses cristaux d'aragonite à faces courbes. L'aragonite prend facilement la forme aciculaire (grotte de Cabrespine, les aiguilles bleues de la Grotte de l'Asperge) mais la calcite peut également montrer un habitus de ce type (Réseau Lachambre, Aven d'Orgnac, grotte du Lauzin).*

---

<sup>2</sup> Les cristaux automorphes ont des formes géométriques propres c'est à dire qu'ils développent des faces et des arêtes qui expriment les symétries internes au réseau cristallin.

## Description



**Grotte de la Cigalère – Cristaux Fer de Lance**

*Même s'il ne s'agit pas de faciès cristallins simples, les aragonites coralloïdes de la grotte de Cabrespine ou en chapelets de boules au Barrencs de Fournes se forment dans des conditions similaires, il en est de même des exceptionnelles aragonites en tiges d'encrines des Barrencs de Fournes qui enregistrent dans leur morphologie des modifications cycliques de l'alimentation en eau.*

### **Les excentriques ou hélictites**

La compétition entre plusieurs mécanismes qui orientent la croissance cristalline provoque des évolutions d'orientation de l'axe de croissance ou des branchements dans des directions aléatoires qui éloignent la concrétion de la verticale, formant ainsi une excentrique. *Les plafonds d'Orgnac sont ornés de panneaux exceptionnels pour leur qualité et de plusieurs dizaines de mètres carrés de surface avec localement des exemplaires géants et translucides, on en observe aussi au Lauzinas et à l'Aguzou. Les excentriques d'aragonite bleue des Barrencs de Fournes de l'Asperge et du TM71 sont particulièrement belles et rares du fait de leur nature minéralogique et de leur couleur.*



*Concrétions excentriques d'aragonite dans le réseau Lachambre*

### 2.a-3 Les concrétions témoins des environnements anciens

Les concrétions se forment dans des systèmes karstiques ouverts sur l'environnement extérieur mais stables et protégés. Constitués par des dépôts plus ou moins continus, les concrétions des grottes (stalagmites, planchers stalagmitiques etc.) ont enregistré, au cours de leur croissance, l'évolution des environnements locaux, régionaux et globaux. Leur atout principal est la possibilité de les dater par des méthodes radiométriques ce qui en fait des archives paléoclimatiques aussi précieuses que les carottes de glace ou marines. Au-delà même de l'intérêt des résultats acquis dans plusieurs sites, le bien, par la diversité des spéléothèmes représentés, la variété des environnements concernés et l'activité scientifique en cours, représente un patrimoine avec un potentiel remarquable pour l'analyse des paléoenvironnements et notamment des paléoclimats.

## Description

### 2.a.3.1 Le karst, système ouvert et concrétionnement

L'essentiel de la minéralisation des eaux percolant dans le karst provient de la mise en solution de la matière rocheuse qu'elles traversent. Toutefois, l'eau est aussi marquée chimiquement par l'atmosphère extérieure et par son transfert dans les sols, où elle acquiert les propriétés d'acide faible par dissolution de  $\text{CO}_2$ , mais aussi la signature isotopique de l'activité biologique, elle-même liée au climat. Elle transporte aussi des témoins de la végétation : grains de pollens ou acides organiques. Les dépôts concrétionnés présentent ainsi les caractéristiques chimiques et isotopiques des eaux qui leur ont donné naissance. Ils peuvent aussi contenir de véritables fossiles et des inclusions de fluides contemporains des dépôts.



*Coupe de stalagmite contenant des inclusions fluides macroscopiques*



*Grossissement plus important montrant une bulle d'air piégée dans l'inclusion fluide*

*Photos Dominique Genty*

Certains éléments sont utilisés dans ce milieu comme traceurs géochimiques ou isotopiques (oxygène  $-\delta^{18}\text{O}-$ , carbone  $-\delta^{13}\text{C}-$ , D, Sr, Mg, U). En effet, les cavités karstiques des zones tempérées constituent un environnement de dépôt favorable à l'analyse grâce à leurs propriétés naturellement conservatoires, à leur humidité, généralement proche de la saturation, qui préserve du fractionnement isotopique par évaporation et à des conditions de stabilité thermique à un niveau voisin de la moyenne annuelle de la surface ce qui permet d'envisager son utilisation dans l'évaluation des paléotempératures.

La structure interne des concrétions est révélatrice du mécanisme de concrétionnement lui-même et peut aussi être interprétée comme un marqueur environnemental. Ainsi l'étude des lamines (variations d'épaisseurs ou de compositions) permet d'accéder à des évolutions dans les alternances saisonnières et de caler soit des phénomènes globaux (modifications

climatiques ou de circulation atmosphérique), soit des changements locaux (modification du couvert végétal, évolution des écoulements ou simples changements intervenus dans la cavité). Les arrêts de croissance du concrétionnement sont parfois associés à des phases non fonctionnelles du karst, elles-mêmes liées à des variations du climat.

C'est ainsi que plusieurs paramètres climatiques, comme la température moyenne, l'intensité des précipitations, l'évolution du couvert végétal ou même le type de circulation atmosphérique au moment du dépôt, peuvent être estimés à partir de l'analyse des concrétions, sur une échelle de temps recouvrant les quatre derniers grands cycles climatiques (env. 500 000 ans).

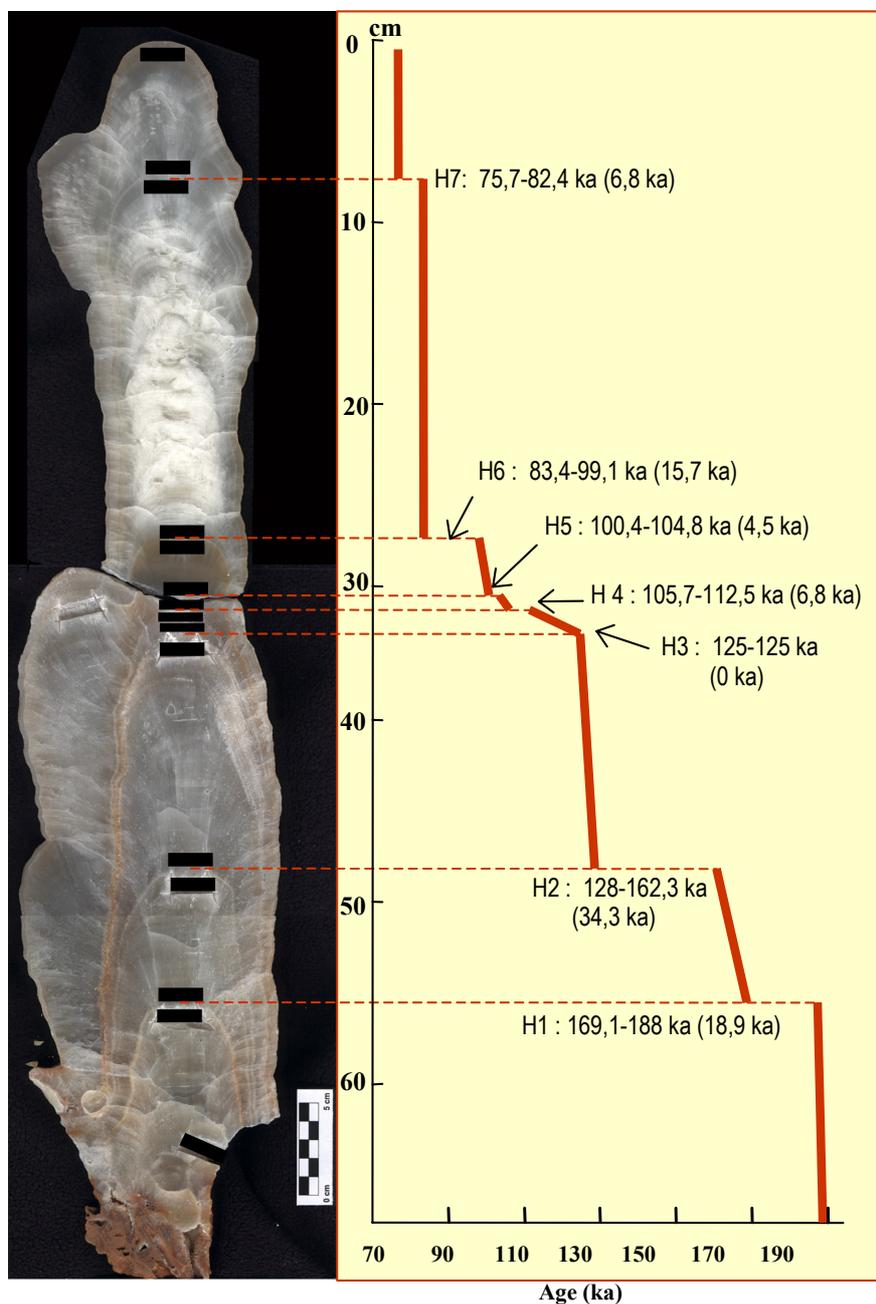
Les concrétions aussi sont mécaniquement sensibles et peuvent enregistrer l'histoire géologique de la grotte (mouvements sismiques ou remplissages liés à des variations environnementales). Des concrétions brisées ont été reliées à des séismes majeurs dont l'impact est également recherché dans la morphologie de surface.

Les résultats sur les concrétions sont ainsi utilisés à différentes échelles :

- **à l'échelle de la concrétion** ou du groupe de concrétion, ils traduisent les conditions locales de transfert de matière dans la cavité.
- **à l'échelle du site**, ils marquent le fonctionnement du système naturel karstique. Souvent peu accessible, son évolution peut être très lente, de l'ordre du million d'années, mais il peut réagir très rapidement et enregistrer des événements très courts de l'ordre de quelques années.
- **à l'échelle globale** car des évolutions et des événements climatiques se marquent avec une bonne résolution dans les concrétions. Ainsi, la géochimie et l'analyse des lamines de croissances permettent d'identifier des événements d'échelles de temps très différentes : du cycle saisonnier à la période glaciaire et ouvrent le champ des études paléoclimatiques.

## Description

### 2.a.3.2 Les concrétions et les marqueurs chronologiques des dépôts



***Datations sur une stalagmite de la grotte de la Clamouse  
15 datations montrant les lacunes de croissance  
Photographie Valérie Plagne.***

Le concrétionnement est un dépôt régulier et continu dont la vitesse de croissance est très variable (en moyenne de 0,01 à 1 mm/an) et qui obéit au principe de superposition sur le même objet. La possibilité de dater précisément les dépôts concrétionnés fournit une base chronologique aux marqueurs environnementaux scellés dans le dépôt minéral et permet d'accéder aux paléoclimats. Les différentes méthodes de datation utilisées sont : le

Carbone 14, jusqu'à 40 000 ans environ et l'Uranium-Thorium qui, grâce à des procédures récentes, permet de remonter de façon sûre jusqu'à 500 000 ans. Des méthodes complémentaires comme le paléomagnétisme, la palynologie ou le comptage des lamines annuelles servent aussi à caler chronologiquement les évolutions des dépôts. Le développement de la recherche des marqueurs sismiques est également une piste.

Par rapport à ces méthodes, l'avantage de l'utilisation des concrétions est d'abord la finesse de l'information et la précision de datation, meilleure que sur les dépôts lacustres ou tourbières ou même que sur les calottes de glace qui fournissent actuellement les séries de référence. La possibilité d'échantillonner les concrétions à un pas très fin (millimétrique à inframillimétrique) apporte une finesse remarquable pour la reconstruction des paléoenvironnements continentaux, le tout sur une échelle chronologique absolue inégalée dans les autres archives. *Les travaux pionniers de J.C. Duplessy qui appliqua la radiochronologie aux concrétions de grotte ont eu lieu sur le site de l'Aven d'Ornac en 1967. Le travail de datation a repris récemment à Ornac dans le cadre d'une opération grand site, il est en cours dans la grotte de la Clamouse et concerne aussi la grotte des Demoiselles et de Choranche.*

La problématique actuelle des paléoenvironnements sera développée dans la partie 2b « historique et développement ».

### **2.a-4 Les concrétions, éléments esthétiques majeurs des paysages souterrains**

**La valeur paysagère du milieu souterrain est uniquement attachée à sa composante naturelle, et plus particulièrement minérale (les animaux y sont peu visibles et les végétaux rares ou inexistantes, sauf aux entrées) ; elle est aussi intimement liée à la présence du concrétionnement, souvent qualifié de décoration des cavernes.**

**La particularité des croissances minérales et les qualités conservatoires de ce milieu qui soustraient les objets minéraux fragiles à la destruction par les agents de surface expliquent la rareté et la spécificité des morphologies rencontrées sous terre. La relation entre la matière et les formes de ces objets suscite l'émotion esthétique et le sentiment d'étrangeté. Dans les 18 sites souterrains, la valeur esthétique des concrétions ou des ensembles de concrétions de grottes est manifestée de manière exceptionnelle par leurs formes, leurs couleurs, leurs associations entre elles et avec le support rocheux.**

La fréquentation du milieu souterrain par les hommes reste relativement rare en raison des contraintes physiques du milieu (difficulté d'accès, obscurité, humidité). Pourtant, il s'agit à l'évidence d'un lieu d'exception qui tient une place considérable dans l'imaginaire des civilisations. Beau, étrange ou effrayant, il ne laisse pas indifférent et reste pour l'homme un stimulant de la pensée depuis les âges les plus reculés.

Les grottes et leurs concrétions constituent des paysages souterrains exclusivement minéraux. La valeur esthétique des objets et des sites souterrains est associée à l'extraordinaire et à l'étrangeté des formes. Le développement de certaines morphologies des concrétions va à l'encontre de l'intuition, d'autant que les formes les plus complexes n'ont d'équivalent que dans le monde vivant.

## Description



### *Crosse et Fleur de Gypse de la Grotte de la Cigalère*

La relation entre la matière minérale et ses formes est certainement à la base du plaisir visuel.

Cette étrangeté paraît avoir des raisons objectives. Le rapport entre le visiteur et le paysage est affecté par de nombreux facteurs comme les anomalies de composition de son atmosphère<sup>3</sup>, la nature strictement minérale du milieu et surtout l'absence totale de lumière. Ainsi, l'éclairage artificiel fait que l'observateur révèle lui-même les objets souterrains et produit le paysage.



*Monocristaux de calcite à faces courbes déposés à la surface d'une stalactite au gouffre d'Esparros*



*Les Champignons d'argile calcifiée de la grotte du Lauzinas*

<sup>3</sup> L'air souterrain est en général proche de la saturation en vapeur d'eau, il est excédentaire en gaz carbonique et déficitaire de la même quantité d'oxygène par rapport à l'atmosphère extérieure.

Une autre raison est que les processus physico-chimiques qui modèlent le paysage souterrain n'ont souvent aucune expression visible à l'extérieur : ils sont absents ou mineurs dans la dynamique de surface car mobilisant peu d'énergie, ils sont souvent supplantés par des phénomènes plus actifs (la croissance de fins cristaux, les morphologies de dissolution qui modèlent les grottes alors que l'érosion mécanique domine en surface).

**La forme des concrétions** est sans doute l'élément esthétique le plus frappant. Le jeu des différentes contraintes produit une variété infinie de formes qui restent individuellement analysables au travers du ou des processus dominants qui orientent le dépôt minéral.



*Hélictites de 1 m de haut de la grotte du Lauzinas*

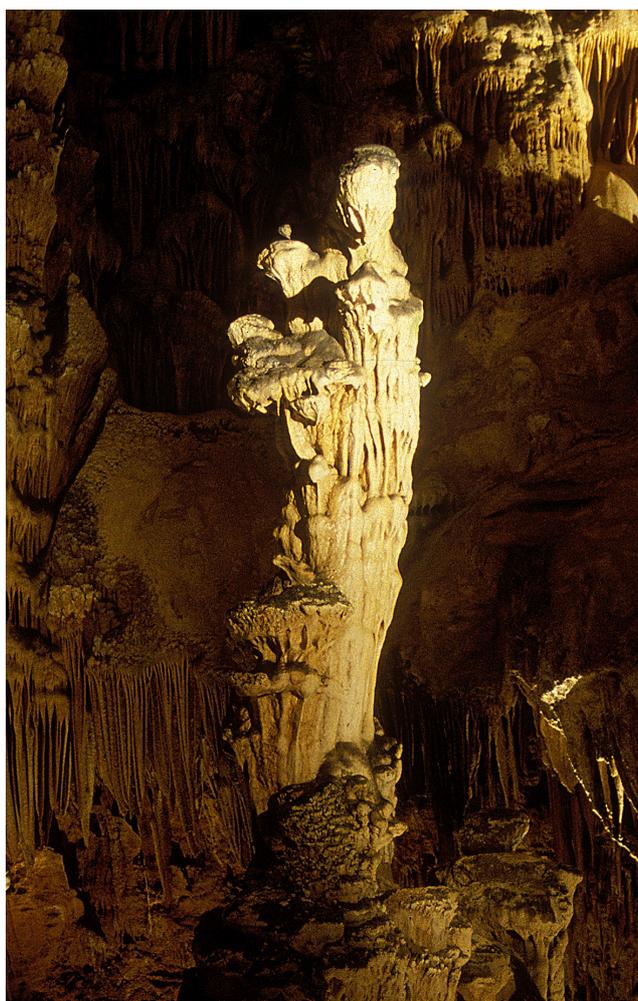
L'expression claire de symétries dans les formes des concrétions est un élément esthétique remarquable. Ces symétries sont présentes dans les processus physiques dirigeant le concrétionnement : ainsi la gravité se matérialise de façon évidente dans les associations verticales stalactite, stalagmite, colonnes. Les terminaisons cristallines géométriquement parfaites expriment dans leurs formes extérieures les symétries internes du réseau cristallin. On rencontre aussi des croissances minérales horizontales qui fossilisent des plans d'eau disparus.

## Description

Dans d'autres cas, la symétrie se perd. L'effet esthétique est alors renforcé par le développement d'une forme contraire à l'intuition. C'est typiquement le cas des excentriques dont la croissance dans différentes directions de l'espace laisse perplexe l'observateur. Certaines stalactites ou plus souvent stalagmites voient aussi leur symétrie brisée par des croissances contrariées, des reprises latérales ou des coalescences.

La présence de morphologies fractales\* pour les cristaux branchus ou certaines concrétions, l'invariance d'échelle qui est associée à ce type d'objet et qui rend impossible l'estimation des tailles réelles de cristaux ou des concrétions sans un repère connu participe aussi à l'impression d'étrangeté du milieu.

La présence de formes particulières sollicite l'imaginaire et amène les spéléologues à baptiser les concrétions exceptionnelles en utilisant, parfois de façon humoristique, des analogues morphologiques (*la pomme de pin et les pinces de homard de l'Aven d'Ornac, le verneur à pastis de Cabrespine, les champignons du Lauzinas, les cymbales du TM 71*) ou des projections anthropomorphiques (*la vierge et l'enfant de la grotte des Demoiselles*).



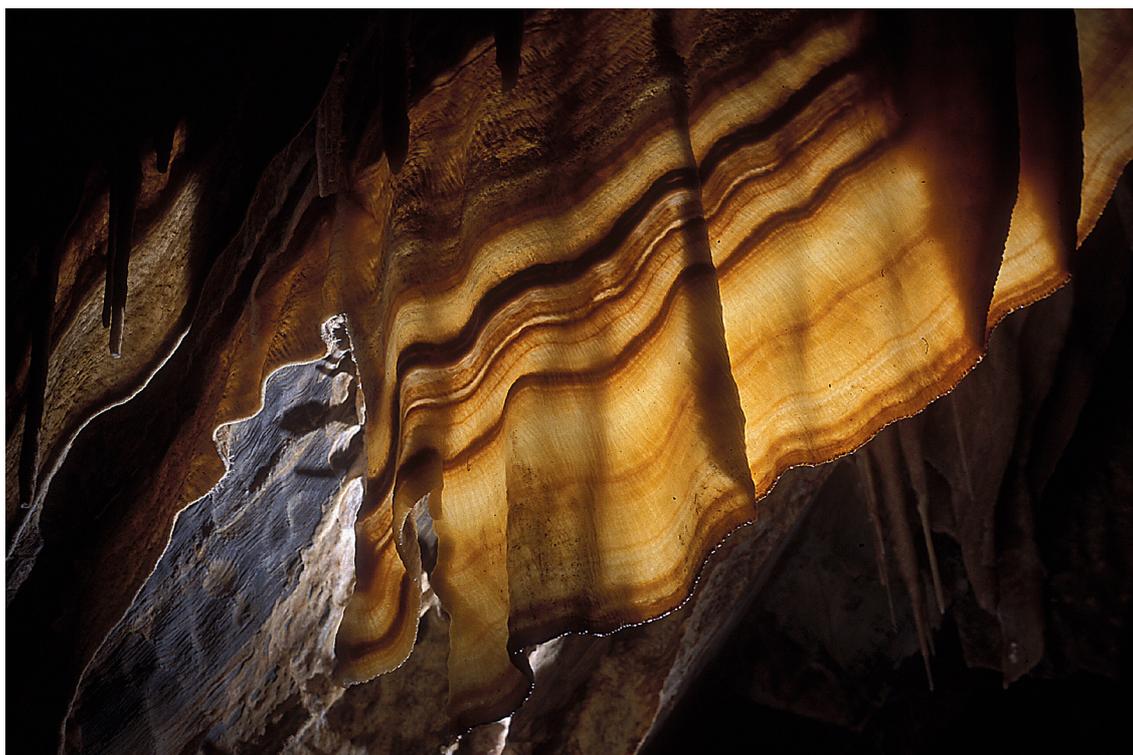
*La vierge et l'enfant de la Grotte des Demoiselles*

---

\* L'adjectif fractal indique le caractère fractionné à l'infini, qui présente des irrégularités à toutes les échelles.

### Lumière et couleurs

Ce monde naturellement obscur renvoie sans cesse à l'importance de la lumière apportée par le visiteur. Un des effets les plus frappants est le scintillement des milliers de faces des cristaux de calcite d'un paysage de concrétions qui en révèle immédiatement la nature minérale. Les concrétions présentent rarement les propriétés de transparence ou de translucidité de la calcite pure ou de l'aragonite, ce sont principalement des effets de texture (taille, forme, arrangement des cristaux) qui commandent leur aspect.



*Draperie au bas de « l'escalier des géants » de la grotte du Lauzinas*

Alors que l'adaptation à l'obscurité se traduit souvent par une perte de la pigmentation des organismes vivants, on a la surprise de trouver un milieu souterrain minéral généralement coloré. Les colorations des concrétions massives sont souvent remarquables par leurs nuances depuis les noirs ou rouges sombres jusqu'à des orangés, des jaunes et des blancs très purs, cependant que certains cristaux d'aragonite présentent d'exceptionnels *bleus (grotte de l'Asperge) ou verts (Aven du Mont Marcou)*.

**Les associations** entre support rocheux, eau et concrétions jouent aussi un rôle esthétique dans les paysages ou micropaysages. Le contraste apparaît entre les parois rocheuses creusées ou corrodées avec une structure interne parfois esthétiquement riche (litages, réseaux de fractures, inclusions de fossiles, colorations) témoignant de sa formation et de son évolution, et les concrétions formées plus récemment qui tranchent par leurs reliefs, leurs textures cristallines souvent visibles à l'œil, leur qualité optique translucide voire transparente. Les associations entre cristaux constituent parfois des structures extraordinaires *comme les fourrures d'Hermine de la grotte de la Cigalère*.

## Description



*Les « Fourrures d'Hermine » de la galerie du 7° Ciel, grotte de la Cigalère*

La relation avec l'eau génère aussi une esthétique particulière par la nature ou la position des objets : gours, cristaux immergés ou flottants ou plus couramment par les effets de reflets sur les plans d'eau. L'association des morphologies minérales avec l'eau est souvent un élément d'intérêt esthétique supplémentaire, les cascades issues de gours tapissés de cristaux, les reflets qui leur donnent une richesse supplémentaire, les gouttes uniques suspendues aux extrémités des fistuleuses ou les simples gouttelettes sur les aiguilles de calcite (*les aiguillettes de l'Aven d'Orgnac*) ou d'aragonite soulignent la relation entre le monde cristallin et l'élément liquide d'origine. Les spéléologues qualifient de « vivantes » ces concrétions.

**La taille** des objets minéraux est un caractère souvent évoqué pour décider de la valeur d'un concrétionnement et de son caractère remarquable. La hauteur des colonnes, la longueur des concrétions, voire leur volume ou leur poids sont souvent évoqués. Pour les cristaux, le critère est encore plus fort : la grande taille est synonyme de rareté et d'exceptionnel. *Les grandes aiguilles de gypse de la grotte de la Cigalère en sont un bel exemple.*

**Ainsi l'ensemble présenté illustre superbement la richesse esthétique présente dans la morphologie des concrétions, de leurs associations entre elles et avec la grotte et leur caractère exceptionnel.**

Compte tenu de l'importance et du caractère de série de ce bien, des fiches précisent, pour chacun des 18 sites : i) la description des éléments du bien, ii) contiennent une documentation complète, iii) rappellent les éléments de la gestion.

## 2.b Historique et développement

Les processus de formation des concrétions sont exposés dans la description du bien; l'historique de la découverte, de l'exploration et dans certains cas de l'aménagement de chaque grotte, sont contenus dans chacune des 18 fiches descriptives des éléments du bien.

Cette partie présente une dimension historique particulière et nouvelle des concrétions de grottes : leur qualité d'archive des paléoclimats. En effet, les spéléothèmes sont devenus ces dernières années des outils importants d'étude dans le contexte du grand défi scientifique qu'est l'évaluation du changement climatique d'origine anthropique et de ses effets. Le bien, de par la diversité des dépôts et des conditions naturelles de fonctionnement, constitue dans ce domaine un patrimoine exceptionnel.

Une protection adaptée est indispensable à ces sites fragiles, elle nécessite la prise en compte du fonctionnement naturel dans la gestion du bien. Des opérations pilotes incluant des travaux scientifiques ont été menées sur plusieurs éléments du bien proposé. Elles visent à améliorer la connaissance, à fonder des décisions de gestion, et à suivre l'évolution de l'environnement sur le long terme. Elles permettent aussi la sensibilisation du public à la protection de l'environnement souterrain.

### 2.b-1 Des paléoclimats aux interrogations sur le climat actuel

**L'éventualité d'un changement climatique d'origine anthropique a renouvelé l'intérêt pour l'étude des paléoclimats et la dynamique des changements climatiques anciens. Ces dernières années, les concrétions se sont révélées les meilleures archives paléoclimatiques des continents, et ont permis de reconstituer la variabilité des changements climatiques anciens sur les derniers cycles climatiques (env. 500 000 ans). L'objectif des développements actuels de la paléoclimatologie est de mieux comprendre les processus climatiques et ainsi de valider et de raffiner les modèles d'évolution future des climats. Les concrétions, au même titre que les carottes de glace et marines, apportent des informations précieuses à cette problématique et confèrent au bien, par la variété des dépôts qu'il contient, une valeur patrimoniale inestimable.**

#### 2.b.1.1 Le problème du changement climatique

**Le réchauffement climatique enregistré ces dernières décennies et la prise en compte de l'effet de serre additionnel d'origine anthropique ont mené toutes les modélisations à prédire un changement climatique global.** Cependant les modalités quantitatives et temporelles de ces modifications restent à ce jour largement spéculatives, de même que les impacts sur les milieux naturels et sur les activités économiques et sociales. Dans ce contexte il n'est pas possible de proposer des solutions crédibles.

La nécessité d'anticiper les effets de tels changements impose donc la compréhension globale du fonctionnement et de l'évolution du climat de la planète et constitue un des défis scientifiques les plus importants que l'humanité ait jamais eu à relever.

## Description

Le groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) recommande ainsi dans son bilan 2001 « *d'accélérer à l'échelle internationale les progrès de notre compréhension des changements climatiques* ». Les matériaux marqueurs des paléoclimats sont nombreux et leurs qualités sont sensiblement différentes. Les concrétions se révèlent l'un des plus prometteurs.

### 2.b.1.2 Apport récent des études des spéléothèmes et perspectives

**Les spéléothèmes sont à ce jour les meilleures archives paléoclimatiques utilisables pour le milieu continental.** La continuité, au moins partielle pour certains, la finesse d'enregistrement, la sensibilité du marquage d'événements par plusieurs paramètres physico-chimiques, produisent des informations de grande qualité. Le concrétionnement par sa spécificité qui le distingue des modes d'enregistrement des grands bassins sédimentaires marins et d'accumulation glaciaire, fournit des chroniques indépendantes. La possibilité de corrélérer l'information obtenue sur les concrétions dans différentes aires continentales permet d'appréhender la variabilité spatiale des paléoclimats. Les bonnes corrélations avec les séries de référence des grandes carottes glaciaires ont aussi permis d'introduire des précisions chronologiques nouvelles dans les modalités des changements rapides (événements de Dansgaard-Oeschger d'échelle millénaire et d'amplitude thermique atteignant la dizaine de degrés en surface). Ainsi les études sur les spéléothèmes intègrent une valeur régionale et globale précieuse dans la reconstruction fine des effets climatiques. Une autre qualité de la matière concrétionnée est de fournir de l'information directe sur les systèmes hydrologiques. Tous ces éléments contribuent à la connaissance historique des changements climatiques et à la construction d'une nouvelle génération de modèles climatiques et justifient les travaux en cours dans plusieurs sites du bien (*Aven d'Orgnac, grotte de Clamouse, grotte de Choranche, grotte des Demoiselles*).

### 2.b-2 La protection du milieu souterrain

**La protection des grottes à concrétions concerne un milieu complexe et ouvert sur l'environnement extérieur. Les flux d'eau et d'air qui transitent par les cavités karstiques y produisent un équilibre dynamique qui doit être maintenu. C'est à cette condition que l'intégrité physique du milieu est préservée et que les fragiles concrétions ou les vestiges préhistoriques se conservent. La robustesse de ce milieu, attestée par des exemples de conservation extraordinaires, n'est qu'apparente et des modifications qui sembleraient mineures peuvent avoir des conséquences destructrices. Ainsi, l'ensemble du bien bénéficie d'une protection renforcée et adaptée à sa spécificité.**



### ***Balisage de la galerie d'aragonite dans le gouffre d'Esparros***

L'intérêt esthétique des concrétions est en grande partie à l'origine du développement d'un tourisme souterrain. Le concrétionnement est fragile et ne se renouvelle pas à l'échelle humaine, aussi est-il nécessaire de le protéger contre les dégradations, qu'elles soient volontaires ou non. Des réglementations existent contre toute destruction dans les biens protégés au titre des paysages ou de la nature (*réserves naturelles : articles L. 332-1 et suivants du code de l'environnement, sites classés : articles L. 341-1 et suivants*). C'est le cas pour tous les éléments du bien qui seront tous protégés par des procédures de classement au titre des sites ou des réserves naturelles. En outre, ces réglementations permettent des mesures de gestion adaptées à leurs spécificités, notamment pour toutes les grottes classées au titre de l'article L. 341-1 et suivants, pour lesquelles des comités de gestion ont été créés *cf. exemple d'arrêté en annexe et encadré sur la protection réglementaire (infra)*.

## Description

Ainsi, toute atteinte volontaire ou non du fait d'aménagements vulnérants (modification des ouvertures, des conditions de surface), de la surfréquentation touristique ou de pollutions accidentelles pourra être évitée.

La prise de conscience de la fragilité du milieu souterrain et de son contenu est en grande partie associée aux dégradations des vestiges dans les célèbres grottes ornées de Lascaux, de Niaux ou d'Altamira. Un travail scientifique sur la conservation des vestiges et de l'environnement souterrain a été initié et se poursuit, le Laboratoire de Moulis (CNRS) ayant été l'une des structures françaises les plus impliquées à cet égard. L'objectif de ces travaux était d'identifier les fonctionnements naturels des grottes en les distinguant des perturbations liées aux aménagements et aux visites. L'enjeu était de déterminer des sensibilités particulières, des seuils de stabilité physiques et des niveaux de fréquentation acceptables. Ainsi, à partir d'une instrumentation utilisant des paramètres pertinents<sup>4</sup>, des suivis environnementaux se sont mis en place sur plusieurs sites pour assurer autant une surveillance de l'évolution physique du milieu que pour fournir une aide à la décision lors de modifications (gestion des ouvertures ou caractère vulnérant de certains aménagements).

*A l'Aven d'Orgnac cette approche a dirigé le nouvel aménagement vers des solutions durables et non vulnérantes : suppression des aires étanches de parking et réouverture des entrées naturelles. Le fonçage d'un puits pour la mise en place d'un ascenseur a été réalisé sous condition de respecter le confinement aérodynamique des parties inférieures du site et de limiter l'aménagement aux parties déjà visitées. Une même démarche originale d'évaluation et de suivi environnemental a été menée au gouffre d'Esparros durant l'étude préalable, les travaux et la phase d'exploitation touristique. Cette opération préliminaire à tout aménagement souterrain est le premier exemple d'une telle démarche.*

*Le suivi de ces deux sites est assorti d'une présentation des dispositifs de mesure intégrée à la visite du site afin de sensibiliser le public à la protection de l'environnement souterrain. Un travail de recherche sur le thème de la conservation est en cours à partir du suivi de sites témoins (Aven d'Orgnac, Gouffre d'Esparros).*

Les techniques de spéléologie intègrent de nos jours dans la progression en grottes, le balisage, le nettoyage si besoin, la protection des sols et des concrétions ; les lampes à acétylène sont maintenant remplacées par de l'éclairage électrique. *L'organisation des visites spéléologiques des réseaux d'Orgnac et de la grotte de l'Aguzou est à ce titre exemplaire. De plus, s'adressant en partie à des spéléologues occasionnels, elles sont pédagogiques. Aujourd'hui, les principales galeries de l'ensemble des cavités du bien ont été balisées afin de permettre une visite contrôlée des spéléologues. Dans le cas des grottes d'Esparros et du Lauzinas les sols ont été localement restaurés conformément aux recommandations de l'IUCN.*

---

<sup>4</sup> Dans le gouffre d'Esparros par exemple, les températures de l'air et de la roche en différents points et l'hygrométrie constituent des paramètres principaux de suivi de la conservation, la concentration en gaz carbonique et la pression barométriques étant également mesurées.

Si les études sur le concrétionnement sont d'un grand intérêt scientifique, il faut aussi prendre garde aux risques de destructions entraînés. S'agissant de sites de valeur patrimoniale exceptionnelle, les prélèvements pour analyse sont ainsi réalisés avec la plus grande prudence et avec des garanties portant aussi bien sur la qualité de la démarche scientifique que sur celles de la qualité et de l'importance du prélèvement. Ainsi les prélèvements à des fins de datation sont réalisés à l'heure actuelle sur des concrétions cassées naturellement ou à l'aide de carottages. Ces prélèvements s'effectuent avec pour principe de nuire le moins possible à l'esthétique du lieu et d'éviter d'en affecter significativement le potentiel pour de futures études que le raffinement des techniques d'analyse permettrait d'envisager.



### 3. JUSTIFICATION DE L'INSCRIPTION

#### 3.a Critères selon lesquels l'inscription est proposée (et justification de l'inscription suivant ces critères)

*Critères (vii), (viii).*

Les critères retenus pour la justification de l'inscription résultent d'un processus de réflexion impliquant des experts internationaux dans plusieurs séminaires scientifiques (dont Orgnac 2003, Lipica 2004). Ainsi, l'intérêt scientifique du bien a été privilégié par rapport au critère de beauté naturelle, même si ce critère est également proposé. Les critères *vii* et *viii* sont donc explicités ici dans l'ordre imposé par le format de l'UNESCO.

***Le critère (vii) : représenter des phénomènes naturels remarquables ou des aires d'une beauté naturelle et d'une importance esthétique exceptionnelles.***

Les environnements souterrains karstiques ont permis l'expression et la conservation de morphologies minérales inconnues en surface : les concrétions de grottes. L'ensemble des concrétions de 18 grottes du Sud de la France présente l'essentiel des éléments illustrant la richesse esthétique de ces objets naturels particuliers. Les formes des concrétions, leurs couleurs, leurs associations entre elles et avec le support rocheux, enfin leur situation dans des grottes aux morphologies souvent extraordinaires déterminent la qualité esthétique exceptionnelle de cet ensemble par ailleurs reconnu sur le plan touristique pour les sites ouverts au public. Des publications ont aussi révélé la beauté très particulière et l'intérêt de ce patrimoine. La bibliographie et les photographies jointes au présent dossier permettent d'apprécier ces qualités.

**La forme** des concrétions est l'élément esthétique le plus frappant. Un foisonnement morphologique résulte de l'expression de symétries, de leurs distorsions, successions ou associations pendant le dépôt minéral. Inconnues dans l'environnement minéral de surface, ces formes n'ont d'équivalent que dans le monde vivant et confèrent aussi à ces objets leur étrangeté. Ainsi, la relation entre la matière minérale et ses formes est certainement à la base du plaisir visuel. Les morphologies résultent des interactions entre différents facteurs physiques liés au milieu (*gravité, forces de tension superficielle, qualité et position des arrivées d'eau, régime des débits d'eau, présence de plans d'eau, composition des atmosphères souterraines*) et à la matière (*symétries des réseaux cristallins processus de germination et de croissance cristalline*). Le jeu des différentes contraintes produit une variété infinie de formes qui restent individuellement analysables au travers du ou des processus dominants qui orientent la morphologie du dépôt.

La présence de **couleurs** parfois vives dans ce milieu obscur est surprenante. Les concrétions présentent rarement les propriétés de transparence de la calcite pure ou de l'aragonite, ce sont principalement des effets de texture (*taille, forme, arrangement des cristaux*) qui commandent leur aspect. Les couleurs de certaines concrétions résultent de la présence d'impuretés sous formes de particules, d'éléments ou composés chimiques apportés en solution dans l'eau et piégés dans la concrétion. Pour d'autres, (*bleus et verts*) elles sont la marque d'un contexte géochimique très particulier.

## Justification de l'Inscription

**Les associations** entre support rocheux, eau et concrétions jouent aussi un rôle esthétique dans la création de paysages ou micro paysages. Le contraste apparaît entre les parois rocheuses creusées ou corrodées supportant des concrétions, édifices en relief dont la géométrie est marquée le plus souvent par la symétrie et dont les teintes tranchent souvent avec celles de la roche. La relation avec l'eau génère aussi une esthétique particulière par la nature ou la position des objets : gours, cristaux immergés ou flottants ou plus couramment par les effets de reflets sur les plans d'eau.

***Le critère (viii) : être des exemples éminemment représentatifs des grands stades de l'histoire de la terre, y compris le témoignage de la vie, de processus géologiques en cours dans le développement des formes terrestres ou d'éléments géomorphiques ou physiographiques ayant une grande signification.***

Les concrétions des 18 sites français constituent un ensemble exceptionnel particulièrement représentatif des diverses expressions minéralogiques et morphologiques de la sédimentation chimique active dans les systèmes karstiques à l'exception des karsts hydrothermaux. La continuité du dépôt dans le temps et la sensibilité aux variations environnementales extérieures permettent d'utiliser les spéléothèmes comme une archive paléoclimatique du milieu continental.

Les concrétions de grottes sont le résultat d'une redistribution de la matière minérale dissoute par des circulations d'eau météorique dans des vides souterrains appartenant à des systèmes karstiques.

Le karst, développé dans des roches faiblement solubles au contact de l'eau (*essentiellement des calcaires ou des dolomies*) est caractérisé par des formes de dissolution en surface et en profondeur où se met en place un réseau hiérarchisé de vides souterrains. Système naturel auto-organisé et ouvert, il réagit de manière sensible et très rapide (à l'échelle géologique) aux évolutions de son environnement (*variation des niveaux de base, évolution du couvert végétal, changement des régimes hydrologique etc.*). **La genèse et la variété du concrétionnement souterrain témoignent des fonctionnements du karst et des évolutions qu'il subit.** Les concrétions se forment dans la zone d'infiltration du karst. L'eau de surface, après avoir traversé les sols, lorsqu'ils existent, s'infiltré et percole dans les réseaux de fissures où elle se charge en matière dissoute (et parfois solide). Lorsque l'écoulement atteint une cavité souterraine où les équilibres physico-chimiques sont modifiés, la précipitation minérale engendre le concrétionnement.

La diversité des compositions chimiques des eaux, des débits, des conditions de circulation et d'émergences ou la qualité des atmosphères souterraines est à l'origine de la richesse minéralogique (*faciès cristallographiques et arrangements morphologiques*). Dans d'autres situations, la permanence des régimes d'écoulement souterrain permet des accumulations régulières, périodiques ou continues et organisées chronologiquement ; les spéléothèmes sont alors analogues aux séries sédimentaires.

Grâce au caractère ouvert des systèmes karstiques, tous ces dépôts de matière minérale piègent les inclusions de matière ou de fluides fossiles et contiennent les traceurs géochimiques qui enregistrent une empreinte des paléoenvironnements.

La possibilité de dater précisément les dépôts de matière minérale soit par les radio-isotopes soit simplement par comptage des lamines d'accrétion donne aux concrétions **leur statut d'archives des paléoclimats pour le milieu continental.** Leurs données se corréleront et complèteront celles des sédiments marins et des calottes glaciaires.

L'enjeu de ces études est la compréhension des mécanismes climatiques fondamentaux afin d'évaluer les conséquences de l'effet de serre additionnel et d'un changement climatique d'origine anthropique.

### 3.b Projet de déclaration de la valeur universelle exceptionnelle

Les concrétions des 18 sites du Sud de la France (grottes, ensembles de grottes, cavités), par l'exceptionnelle diversité des morphologies et des faciès minéraux représentés, constituent un ensemble unique qui traduit toute la variété des processus de transfert (actuels et anciens) et de dépôt par cristallisation dans les cavités karstiques. Par la situation des sites, cet ensemble présente un exceptionnel atout pour l'étude scientifique de ces phénomènes et constitue une archive précieuse des paléoclimats. Par ailleurs, cet ensemble illustre un patrimoine souterrain d'une beauté exceptionnelle dont la qualité esthétique est unanimement reconnue.

Cet ensemble de concrétions de grottes (ou spéléothèmes) est un **témoignage exceptionnel du fonctionnement de systèmes naturels complexes et sensibles : les karsts**. La formation de cet ensemble unique par sa diversité résulte de la conjonction sur un territoire restreint (à l'articulation des Alpes, des Pyrénées, du Massif Central et du rivage méditerranéen) de conditions environnementales à la fois actives et variées en surface, complexes et conservatoires en profondeur. En effet, le dépôt chimique de matière minérale sous forme concrétionnée dans les cavités dépend à la fois des dynamiques de surface, des phénomènes de dissolution de la roche et des transferts dans les vides souterrains. La formation des concrétions résulte d'un dépôt lent et régulier de matière minérale, parfois sous la forme de lamines d'accrétions minérales annuelles. Le concrétionnement constitue ainsi une archive des processus naturels ou anthropiques qui ont marqué les environnements continentaux.

Aussi, les types de concrétions, leurs situations dans des sites différents (altitudes, couvert végétal, type de roche, âge des systèmes karstiques) sur un territoire restreint confère à l'ensemble **une valeur paléoenvironnementale** dont seule une partie du potentiel a été explorée à ce jour. La mémoire des concrétions vient étendre les données recueillies par exemple dans les calottes glaciaires et participe ainsi à la connaissance des évolutions climatiques particulièrement sensibles du dernier million d'années.

Par ailleurs, **la valeur esthétique** de cet ensemble se manifeste par le caractère tout à fait remarquable ou très original des formes, les coloris et les associations de concrétions entre elles dans le contexte souterrain. L'ensemble proposé contient les exemples les plus représentatifs de la diversité morphologique de la matière minérale déposée dans les grottes, dont un certain nombre de références mondiales. L'intérêt paysager de ces sites est par ailleurs attesté au travers des diverses protections et classements établis à ce titre, et au travers des 4,5 millions de visiteurs annuels des 107 grottes touristiques françaises. La France est le troisième pays visité pour ce type de patrimoine, après la Chine et les Etats-Unis d'Amérique. Les 8 grottes touristiques qui se trouvent dans l'ensemble des sites sélectionnés accueillent annuellement plus de 700 000 visiteurs, étant bien précisé que la série des sites a été constituée avant tout sur la base de critères scientifiques et que les conditions d'accès et de visite du patrimoine souterrain sont très particulières.

### 3.c Analyse comparative

Sur les 812 biens labellisés à ce jour par le patrimoine mondial, 160 sont des biens naturels dont seulement 4 ont été retenus pour la qualité exceptionnelle du milieu souterrain : Mammoth Cave (Etats-Unis), les grottes d'Aggtelek (Hongrie) et du karst de Slovaquie, les grottes de Skocjan (Slovénie) et le parc national des grottes de Carlsbad (Etats-Unis). Il existe aussi d'autres biens naturels du patrimoine mondial qui contiennent des grottes mais dont la justification d'inscription ne porte pas principalement ou uniquement sur cette partie du bien (Parc de Gunung Mulu en Malaisie, Parc national de la rivière souterraine de Puerto Princesa aux Philippines, Pyrénées Mont Perdu en France et en Espagne). De même, 10 sites souterrains, grottes ou ensembles de grottes, sont inscrits comme biens culturels pour les vestiges qu'ils contiennent (par exemple les grottes ornées de la vallée de la Vézère en France ou de Yungang en Chine).

En dehors du patrimoine mondial reconnu, de nombreuses zones karstiques dans des pays comme la Chine ou l'Indonésie hébergent des sites souterrains de grand intérêt, mais il s'agit de grottes isolées et très éloignées géographiquement d'autres sites comparables. Ainsi, le patrimoine souterrain reste assez peu présent et reconnu au niveau mondial. Ce constat s'explique toutefois par le fait que l'exploration spéléologique est relativement récente et demeure encore faible dans certains pays, ou simplement par la difficulté d'accès à ce milieu.

Du point de vue de la nature du bien, le site incontestablement le plus proche inscrit suivant les mêmes critères que ceux choisis pour le bien proposé (critères *i* et *iii* correspondant maintenant aux critères *vii* et *viii*) est le Parc national des grottes de Carlsbad avec les cristallisations incomparables de la grotte de Lechuguilla. La qualité des concrétions est dans ce site le résultat de conditions souterraines exceptionnelles et notamment de la présence importante de soufre et de concrétions, qualifiées de « biothèmes », dues à l'action de colonies bactériennes.

L'ensemble proposé ici concerne les mêmes objets (des concrétions de grotte à caractère exceptionnel) mais d'un type souvent différent car résultant d'un concrétionnement exceptionnel dans des karsts gravifiques pouvant témoigner d'un système ouvert relié à l'environnement de surface. Dans la série proposée, une plus grande variété minéralogique et morphologique résulte de la diversité de contextes souterrains actuels et anciens ; cette série vient donc compléter les éléments de référence du site de Carlsbad.

Des formes plus classiques de concrétions se trouvent aussi dans la grotte d'Aggtelek, de même que dans les grottes de Skocjan et dans celles de Mammoth Cave ; cependant les concrétions ne constituent dans aucun de ces sites un élément patrimonial central. Enfin, toujours du point de vue du concrétionnement, l'ensemble proposé contient sur un territoire restreint une plus grande variété de types, de colorations et d'associations de concrétions que dans les sites de Slovaquie et de Slovénie. C'est cette diversité et son intérêt scientifique qui justifient la proposition.

En résumé, comparée aux autres biens existants inscrits sur la liste du patrimoine mondial, la valeur de la présente proposition se caractérise par la concentration d'une très grande richesse à la fois :

- du point de vue du fonctionnement des systèmes karstiques : Carlsbad peut être considéré comme un type unique, appartenant à un contexte karstique différent et bien localisé, et dans les systèmes d'Aggtelek et de Slovaquie, le concrétionnement tient une

## Justification de l'Inscription

place relativement moins importante et moins représentative des processus géologiques ; dans les 18 grottes, la très grande variété des concrétionnements exprime à un niveau inégalé la relation avec l'ensemble du fonctionnement karstique ;

- du point de vue de la connaissance des paléoclimats, la répartition géographique et climatique des 18 grottes permet d'avoir une vision affinée et très diversifiée d'événements récents sur un territoire confinant à trois ensembles montagnards (Pyrénées, Massif Central, Alpes) et à deux espaces maritimes (Atlantique, Méditerranée) dont la proximité a affecté la géologie de manière différenciée ;
- enfin, du point de vue esthétique, les 18 grottes françaises complètent une morphologie exprimée à Carlsbad ou en d'autres endroits mais qui se trouve ici à une toute autre échelle par sa très grande variété.

Bien que l'analyse comparative doive porter essentiellement sur la valeur et la représentativité de l'ensemble de la série, il est important de souligner que certains sites parmi l'ensemble des 18 grottes françaises, considérés isolément (réseau André Lachambre, Aven d'Orgnac, Aven Armand ou grotte de la Cigalère), offrent par eux-mêmes une qualité exceptionnelle.

Il est ainsi possible d'établir, notamment, des comparaisons par types de concrétions.

*S'il existe des **fistuleuses** dans de nombreuses cavités au niveau mondial, en revanche les fistuleuses de grande taille sont rares : celles de la grotte Amélineau sont exceptionnelles par la longueur, le nombre et la densité.*

*Les **Champignons** du Lauzinas sont uniques au monde pour leur forme parfaite et leur taille de 1,25 m de haut, même s'il existe des champignons de moindre ampleur dans la Cueva Grande de Santa Catalina à Cuba.*

*Si des concrétions d'**aragonite colorée en bleu** sont connues dans des cavités de Sardaigne, les aragonites bleues de l'ensemble français sont de grande taille, totalement intactes et les aiguilles bleues du réseau du Rautely (grotte de l'Asperge) semblent uniques au monde.*

*L'**aragonite colorée en vert émeraude** est rarissime, elle a été signalée dans une cavité d'Afrique du Sud mais la qualité du concrétionnement du Mont Marcou est unique.*

*Les **perles des cavernes** qui sont plus nombreuses dans certaines cavités (grotte mexicaine) ont souvent été pillées (Grotte de Carlsbad 1929). La grotte de la Balme del Pastre (ou Aven des perles) est un ensemble remarquable par le poli, la forme, la fraîcheur, le nombre et la concentration de perles ; sa grande qualité est d'avoir été intégralement préservée.*

*Si le **gypse** est très présent à la grotte de Lechugilla aux USA, la grotte de la Cigalère en contient de très grandes quantités dans un contexte totalement différent.*

*Des **formes uniques** se trouvent dans le bien présenté : cristaux de calcite et d'aragonite à faces courbes d'Esparros, concrétions de pyrite et de blende de la Cigalère, aragonite en tige d'encrine, aragonite corraloïde à symétrie 2, 3, 4 des Barrencs de Fournes, stalagmites à section équilatérales des grottes de l'Aguzou et du TM 71. Les tubes d'aragonite annelée du réseau du Rautely (grotte du PN 77) sont eux aussi uniques.*

## Justification de l'Inscription

*Les **stalagmites en piles d'assiettes** sont connues à l'Aven Armand et à l'Aven d'Orgnac ; il en existe quelques rares exemplaires à l'aven de la Salamandre (Gard) et aux grottes de Frassassi (Italie) et à la grotte de Zhijin en Chine.*

*Quant aux **concrétions polyphasées**, la densité exceptionnelle et la variété dans l'ensemble du bien semblent inégalées dans le monde.*

Si dans de nombreuses grottes dans le monde, il existe des travaux sur l'environnement souterrain, des études toujours en cours sur deux des sites du bien (Aven d'Orgnac, gouffre d'Esparros) permettent, à partir de mesures fines, de mieux comprendre les processus de fonctionnement des karsts et ceux-ci sont devenus des sites pilotes sur les problèmes de conservation du patrimoine naturel souterrain.

L'ensemble de concrétions proposées, par le caractère unique ou rarissime de nombreux éléments du bien, et par la représentativité de l'ensemble, vient ainsi compléter de manière originale les précédentes inscriptions.

### **3.d Intégrité et/ou authenticité**

Les conditions d'intégrité sont remplies pour tous les sites concernés dans le sens où l'ensemble du réseau souterrain est inclus dans la proposition d'inscription et que ce périmètre comprend les cavités et le système karstique qui les héberge. Le bien possède tous les éléments nécessaires pour exprimer sa valeur universelle exceptionnelle.

Les protections des sites souterrains français au titre des articles L. 341-1 et suivants du code de l'environnement (ancienne loi de 1930) concernaient à l'origine uniquement les tréfonds. La prise en compte du système naturel karstique englobant les cavités et tenant compte de leur fonctionnement a étendu la protection aux parcelles de surface. Chacun des sites est actuellement d'une taille suffisante pour permettre une représentation complète des caractéristiques et des processus qui expriment l'importance de ce bien.

Tous les sites proposés sont authentiques dans le sens où le concrétionnement qui motive la proposition de classement n'a été ni provoqué ni influencé par l'activité humaine et reste l'expression des seuls processus naturels. Parmi l'ensemble des cavités proposées, le seul site qui puisse faire exception est celui des Barrencs deournes, ancienne mine où l'intervention humaine est largement responsable du creusement des cavités. Pour ce site, le concrétionnement est postérieur à la cessation de l'exploitation un peu avant le début de notre ère, et résulte d'un processus naturel.

## 4. ETAT DE CONSERVATION DU BIEN ET FACTEURS AFFECTANT LE BIEN

**Bien que l'état de conservation soit entièrement satisfaisant dans l'ensemble présenté, les éléments du bien sont dans des situations contrastées et présentent des sensibilités très différentes depuis des grottes accueillant un « tourisme de masse »** (*Grotte de Choranche, des Demoiselles, de Clamouse, Aven d'Orgnac*) jusqu'à des sites visités exceptionnellement à cause de leur sensibilité (*Réseau du Rautely, Barrenc de Fournes, Grotte Amélineau*). Une réflexion globale a pourtant été le moteur de la politique de protection de tous ces sites, elle prend en compte les particularités de chacun.

### 4.a Etat actuel de conservation

L'état de conservation actuel est exemplaire pour l'ensemble des éléments du bien proposé ; des mesures sont prises pour maintenir et assurer un suivi de l'état du bien.

A l'occasion de la mise en place de chaque protection réglementaire, un inventaire photographique a été ou sera réalisé ; il concerne notamment les zones les plus exceptionnelles de concrétionnement.

Dans certains sites touristiques (Gouffre d'Esparros, Aven d'Orgnac par exemple), fragiles ou exposés, des suivis environnementaux en continu sont réalisés sur plusieurs paramètres physiques du milieu, permettant de vérifier la stabilité de l'environnement face aux perturbations induites par la fréquentation touristique ou les aménagements. Dans certaines grottes ou parties de grottes particulièrement sensibles des limites de fréquentation s'imposent. Dans d'autres cas, de simples visites permettent de répondre à des interrogations sur la qualité du milieu naturel et d'identifier des sensibilités particulières du site.

### 4.b Facteurs affectant le bien

#### (i) Pressions dues au développement (par exemple, empiètement, adaptation, agriculture, exploitation minière)

Les protections établies selon les conditions environnementales qui président à la formation et à la conservation des concrétions permettent de garantir totalement le maintien en l'état des lieux. En outre, à proximité de ceux-ci, s'agissant du contrôle d'activités industrielles pouvant occasionner des secousses ou vibrations dans le milieu (carrières), ce risque a été jugé très minime (sites peu accessibles) et tout à fait contrôlable par la réglementation environnementale (études d'impact, régime des carrières,...).

## Etat de Conservation du Bien et Facteurs Affectant le Bien

### **(ii) Contraintes liées à l'environnement (par exemple pollution, changements climatiques, désertification)**

Les protections établies permettent de contrôler totalement les modes d'occupation des sols de la surface des cavités et des réseaux de cavités. La délimitation des protections (sites classés ou réserves naturelles) a été établie en tenant compte du fonctionnement hydrogéologique du karst (cf. encadré protection). Ces protections sont pour certaines en cours de finalisation et des mesures de sauvegarde pourraient, en l'attente de cette finalisation, être mises en œuvre (instances de classement). Compte tenu de la collaboration des acteurs locaux et de la faible pression anthropique dans ces zones, il ne semble pas que la conservation du bien puisse être menacée.

## La protection réglementaire.

**En fonction du type de patrimoine qu'elle contient, une grotte peut-être protégée par l'une des quatre lois suivantes :**

- **La loi du 31 décembre 1913**, relative à la protection des monuments historiques, englobe l'ensemble du domaine préhistorique et historique. C'est à ce titre que sont protégées des cavités comme Lascaux, Niaux, etc. Cette loi permet aussi de protéger les mines anciennes, très nombreuses sur le territoire français. Le bien contient l'ancienne mine des Barrencs de Fourmes datée de 1000 ans avant notre ère (en cours de classement). Cette loi soumet encore tous les travaux concernant les vestiges archéologiques à une autorisation du ministère de la Culture.
- **La loi du 2 mai 1930**, codifiée aux articles L. 341 et suivants du code de l'environnement, relative à la protection des monuments naturels et des sites, permet de protéger les paysages souterrains d'intérêt national, qu'il s'agisse de concrétions ou de galeries présentant une morphologie exemplaire d'Esparros (Hautes-Pyrénées), l'aven d'Orgnac (Ardèche), l'aven Armand (Lozère)... 120 cavités françaises sont protégées à ce titre.
- **La loi du 27 septembre 1941**, concernant les fouilles archéologiques, protège dès leur découverte, tous les sites contenant des vestiges archéologiques. Cette loi précise en effet que « nul ne peut effectuer sur un terrain lui appartenant, ou appartenant à autrui, un sondage ou des fouilles pouvant intéresser (...) ». Le mot « pouvant », difficile à interpréter en raison de ses multiples acceptations a été précisé par la jurisprudence, c'est à dire:
  1. La loi relative aux fouilles archéologiques s'applique à l'ensemble des sites contenant des vestiges paléontologiques, en l'absence totale des vestiges d'occupation humaine, du moment qu'il s'agit de sites contemporains de l'apparition de l'homme sur terre. A ce titre sont pris en compte tous les sites paléontologiques d'âge quaternaire (Les exemples de jurisprudence sont nombreux, le premier étant celui de l'affaire du pillage des ossements d'ours des cavernes, dans une grotte de l'Ariège).
  2. Cette même loi s'applique à l'ensemble des vestiges miniers anciens : à toutes les mines et leurs haldes (matériaux sortis de la mine et entreposés à l'extérieur), ainsi qu'à l'ensemble des bâtiments contemporains de l'exploitation, dès l'instant où le propriétaire renonce à la concession. Ce texte a été complété par la loi relative à la protection des collections publiques contre les actes de malveillance (15 juillet 1980) qui interdit de détruire des terrains contenant des vestiges archéologiques sans avoir préalablement fait des fouilles nécessaires et obtenu les autorisations correspondantes.
- **La loi du 10 juillet 1976**, relative à la protection de la nature, permet la création de réserves naturelles (articles L. 332-1 et suivants du code de l'environnement) et l'établissement d'arrêtés préfectoraux de protection de biotopes. Elle permet entre autres de prendre en compte l'intérêt minéralogique, géomorphologique, biologique d'une cavité. Elle prévoit la gestion d'une réserve naturelle avec des moyens financiers qui lui sont propres et un comité de gestion constitué de l'ensemble des acteurs concernés (propriétaires, élus, administrations et associations). Sur ces cent trente-trois réserves naturelles en France, trois concernent directement le milieu souterrain : l'une d'elles protège des minéraux, les deux autres des chauves-souris.

*Une procédure simplifiée permet à un propriétaire de demander la protection de son patrimoine au titre de réserve naturelle volontaire. Il en existe cent cinquante à ce jour en France ; une trentaine concernent le patrimoine souterrain (minéralogie et biologie).*

Actuellement, deux cent cinquante cavités sont protégées au titre des monuments historiques, des sites, et au nom de la protection de la nature, alors que la loi sur les fouilles archéologiques s'applique de façon générale à tous les sites déjà découverts, qu'ils soient souterrains ou non.

Pour le dossier du réseau des 18 grottes proposées, s'agissant d'un bien naturel, seules les lois du 2 mai 1930 (**sites classés**) et du 10 juillet 1976 (**réserves naturelles**) sont utilisées (cf. infra, 5. b).

## Etat de Conservation du Bien et Facteurs Affectant le Bien

### **(iii) Catastrophes naturelles et planification préalable (tremblement de terre, inondations, incendies etc.)**

Dans cette zone du Sud de la France les risques de tremblement de terre ne sont pas nuls. Toutefois à l'expérience du séisme d'Arette (1967) où des spéléologues qui progressaient dans les cavités proches du village détruit n'ont rien senti. Il semble que le bien soit peu sensible à ces phénomènes.

Les risques d'inondation font partie du fonctionnement naturel de ce type de bien (au moins pour certaines cavités). Un épisode récent suite à une pluie centennale a été observé à l'Aven d'Orgnac en 2002 ; il a ennoyé les parties basses du réseau mais n'a pas causé de modifications significatives des zones concernées.

Les incendies peuvent avoir un effet sur l'infiltration, mais seule la perte complète de la couverture végétale pourrait être préjudiciable.

Ce type de bien est généralement bien protégé contre les catastrophes naturelles.

### **(iv) Contraintes dues aux visiteurs / au tourisme**

Certaines cavités, ou parties de cavités, sont ouvertes au grand public sans limitation de visiteurs comme Orgnac, Choranche, les Demoiselles, d'autres avec limitation de visiteurs comme Esparros. Des cavités sont ouvertes à la visite des seuls spéléologues avec des quotas de visiteurs (Lauzinas, Lachambre, Aven des Perles...), des parties de cavités peuvent être interdites à la visite (Septième Ciel de la Cigalère, galeries d'Orgnac IV, galerie de l'aragonite d'Esparros). Enfin, pour un seul cas, les visites seront très réduites aux seuls scientifiques : les Barrencs de Fournes. Nous disposons donc sur l'ensemble du projet de tous les types de gestions possibles en fonction de la fragilité du patrimoine qui est présent.

## Etat de Conservation du Bien et Facteurs Affectant le Bien

N° d'élément du site	Nom	Cavité	Ouverture au tourisme	Découverte safari	Ouverture au spéléologues	Partie interdite aux visites
01	<i>Grotte Amélineau</i>	Grotte Amélineau	Non	Non	Ouverture exceptionnelle	Non
02	<i>Grotte de Choranche</i>	Grotte de Choranche	Oui Environ 120 000 visiteurs par an	Non	Oui	Non
03	<i>Aven Armand</i>	Aven Armand	Oui Environ 100 000 visiteurs par an	Non	Descente du grand puits possible sur demande	Non
04	<i>Grottes des Demoiselles</i>	Grotte des Demoiselles	Oui Environ 100 000 visiteurs par an	Non	Oui avec le groupe spéléologique de l'Université de Montpellier	Non
05	<i>Balme del Pastre</i>	Aven des Perles	Non	Non	Limité à 6 visites de 10 personnes par an	Non
06	<i>Grotte de l'Aguzou</i>	Grotte de l'Aguzou	Non	Découverte du Milieu souterrain : de l'ordre de 1100 personnes par an.	Oui	Non
07	<i>Grotte du Lauzinas</i>	Grotte de Lauzinas	Non	Non	Limité à 20 visites de 10 personnes par an	Non
08	<i>Grotte du TM 71</i>	Grotte du TM 71	Non	non	Limité à 12 visites de 10 personnes par an	Non

## Etat de Conservation du Bien et Facteurs Affectant le Bien

N° d'élément du site	Nom	Cavité	Ouverture au tourisme	Découverte safari	Ouverture au spéléologues	Partie interdite aux visites
09	<i>Réseau de Cabrespine-Lastours</i>	Grotte de Cabrespine	Oui Environ 90 000 personnes par an	Oui De l'ordre de 900 personnes par an	Oui	Non
		Grotte de Trassanel	Non	Non	Oui	Non
		Grotte de Limousis	Oui Environ 25 000 visiteurs par an	Non	Oui	Non
10	<i>Gouffre d'Esparros</i>	Gouffre d'Esparros	Oui Limité à 300 personnes par jours Environ 30 000 visiteurs par an	Non	La traversée de l'entrée naturelle à la partie touristique est limités à 12 visites de 10 personnes par an	La visite de la Galerie de l'Aragonite est soumise à autorisation spéciale. Placée en réserve intégrale en 2005
11	<i>Grotte de Pousselières</i>	Grotte de Pousselières	Non	Non	Quotas limités en cours d'étude	Non
12	<i>Grotte de Clamouse</i>	Grotte de Clamouse	Oui Environ 100 000 visiteurs par an	Non	Environ 2 visites de 10 personnes par an	Non
13	<i>Réseau Lachambre</i>	Réseau Lachambre	Non	Non	Oui Limité à 12 visites de 10 personnes par an	La visite de la seconde partie des Canyons Blancs est soumise à autorisation spéciale

## Etat de Conservation du Bien et Facteurs Affectant le Bien

N° d'élément du site	Nom	Cavité	Ouverture au tourisme	Découverte safari	Ouverture au spéléologues	Partie interdite aux visites
14	<i>Réseau du Rautely</i>	Grotte de l'Asperge	Non	Non	Oui Quotas limités en cours d'étude	Non
		Grotte du PN 77	Non	Non	Oui Quotas limités en cours d'étude	Non
		Grotte du Rautely	Non	Non	Oui	Non
15	<i>Aven du Mont Marcou</i>	Aven du Mont Marcou – Partie sportive	Non	Non	Oui	Non
		Aven du Mont Marcou – La géode Verte	Non	Non	Limité à 12 visites de 6 personnes par an.	Non
16	<i>Grotte de la Cigalère</i>	Grotte de la Cigalère	Non	Non	12 Km de galeries – Limité à un camp annuel de trois à 4 semaines en été avec 20 personnes par semaine	La visite de 4 réseaux très concrétionnés est soumise à autorisation spéciale du préfet
17	<i>Aven d'Ornac</i>	Aven d'Ornac	Oui Environ 120 000 visiteurs par an	Oui	Oui	La visite d'Ornac IV est soumise à autorisation
18	<i>Barrency de Fournes</i>	Barrency de Fournes	Non	Non	Non	Réserve intégrale totalement réservé aux scientifiques

## Etat de Conservation du Bien et Facteurs Affectant le Bien

Parmi les cavités proposées, certaines sont donc des sites touristiques aménagés pour permettre la visite dans des conditions de sécurité et de confort acceptables. Des éléments permettent l'accès aux zones d'intérêt (tunnels, puits d'ascenseurs) d'autres facilitent et canalisent la déambulation (mains courantes, passerelles, escaliers, protections). Dans ces sites, les aménagements ont été jugés conformes au respect de l'intégrité des concrétions et du site dans son ensemble. Il existe des différences sensibles dues à l'histoire même de chaque site. *Ainsi, l'aménagement récent du gouffre d'Esparros, qui a fait l'objet d'un contrôle et d'un suivi environnemental encore actif, ne peut être comparé à celui de la Grotte des Demoiselles qui fut visitée dès 1890, équipée pour le tourisme dès 1929 et dont l'aménagement intérieur d'origine est conservé.*

Dans toutes les autres cavités, aucune modification susceptible d'affecter le site ou son concrétionnement n'est intervenue et seuls des équipements spéléologiques nécessaires à la progression (cordes fixes, échelles fixes, cale-pieds, poignées etc.) ou à la protection physique ont été ajoutés (clôture des abords, porte d'entrée, balisage évitant la divagation). Enfin, des cavités ou des portions de cavités sont complètement fermées à la visite y compris spéléologique, et font l'objet d'une protection intégrale : *Les Barrencs de Fournes, réseau IV d'Orgnac, la galerie des aragonites du Gouffre d'Esparros.*

### (v) Nombre d'habitants dans le périmètre du bien, dans la zone tampon

N° d'élément du site	Nom	Nombre d'habitants	
		dans le périmètre du bien	dans la zone tampon
01	Grotte Amélineau	0	177
02	Grotte de Choranche	0	219
03	Aven Armand	0	177*
04	Grottes des Demoiselles	0	1140
05	Balme del Pastre	0	102
06	Grotte de l'Aguzou	0	90
07	Grotte du Lauzinas	2	2287
08	Grotte du TM 71	0	4
09	Réseau de Cabrespine-Lastours	10	637
10	Gouffre d'Esparros	0	194
11	Grotte de Pousselières	0	49
12	Grotte de Clamouse	0	1160
13	Réseau Lachambre	5	1552
14	Réseau du Rautely	0	842
15	Aven du Mont Marcou	0	209
16	Grotte de la Cigalère	0	147
17	Aven d'Orgnac	2	341
18	Barrencs de Fournes	0	316*
<b>TOTAL</b>		<b>19</b>	<b>9150</b>

\* en double compte

A l'exception des quatre sites suivants: Grotte du Lauzinas, réseau de Cabrespine-Lastours, réseau Lachambre et l'Aven d'Orgnac, qui comptent un total de 19 personnes, la totalité du bien reste inhabitée. Dans la zone tampon est comptée la population totale des communes concernées.

## 5. PROTECTION ET GESTION DU BIEN

### 5.a Droit de propriété

Il existe trois types de propriété foncière : Etat, commune et propriétaires privés. Le tableau ci-dessous donne la répartition, sans qu'il soit toujours possible d'en préciser exactement la proportion en raison de l'émiettement du parcellaire ou du fait que, certaines protections étant en cours, la délimitation n'est pas encore définitivement arrêtée.

<b>N° d'élément du bien</b>	<b>Nom</b>	<b>Propriété de l'Etat</b>	<b>Propriété de la commune</b>	<b>Propriété privée</b>
01	Grotte Amélineau			100%
02	Grotte de Choranche		X	X
03	Aven Armand			100%
04	Grottes des Demoiselles			100%
05	Balme del Pastre			100%
06	Grotte de l'Aguzou	100%		
07	Grotte du Lauzinas		X	X
08	Grotte du TM 71	2%	9%	89%
09	Réseau de Cabrespine-Lastours	X	X	X
10	Gouffre d'Esparros		100%	
11	Grotte de Pousselières		10%	90%
12	Grotte de Clamouse			100%
13	Réseau Lachambre	75%	X	X
14	Réseau du Rautely		X	X
15	Aven du Mont Marcou		75%	25%
16	Grotte de la Cigalère	100%		
17	Aven d'Ornac		X	X
18	Barrency de Fournes		X	X

A noter, pour les éléments suivants :

- 02 : protection en cours d'un site important situé sur deux communes ;
- 07 : changements fonciers intervenus depuis la date du classement (acquisitions récentes de la commune de Saint-Pons) ;
- 09 : protection en cours d'un site important (situé sur six communes) ;
- 13 : grand nombre de propriétés réparties sur deux communes ;
- 14 : protection en cours sur deux communes ;
- 18 : protection en cours sur trois communes.

## 5.b Classements de protection

Comme indiqué précédemment, s'agissant d'un bien naturel, deux types de protection sont utilisées : les sites classés ou inscrits et les réserves naturelles (voir encadré du chapitre 4). Le tableau ci-dessous fait le point sur l'état d'avancement de ces deux types de protection, ainsi que sur la mise en place du comité de gestion à l'échelon local.

<b>N° d'élément du bien</b>	<b>Nom</b>	<b>Commune(s), n° de département</b>	<b>Protection acquise</b>	<b>Protection en cours</b>	<b>Comité de gestion local</b>
01	Grotte Amélineau	Hures-la-Parade (48)	Grotte : Site classé au 01/02/1990 Gorges du Tarn et de la Jonte : Site classé au 29/03/2002	Protection assurée	Oui 10/07/2003
02	Grotte de Choranche	Choranche, Presle (38)	Protection en cours	Classement en cours au titre des sites	Prévu
03	Aven Armand	Hures-la-Parade (48)	Grotte : site classé au 20/08/1941 Gorges du Tarn et de la Jonte : Site classé au 29/03/2002	Protection assurée	Oui 10/07/2003
04	Grottes des Demoiselles	Saint-Bauzille-de-Putois (34)	Protection en cours	Protection en cours au titre des sites ; la procédure débute en 2006	Prévu
05	Balme del Pastre	Mélagues (12)	Site classé au 26/04/2002	Protection assurée	Oui 12/09/2002
06	Grotte de l'Aguzou	d'Escoloubre- les-Bains (11)	Site classé au 01/02/1990	Protection assurée	Oui 15/09/2003
07	Grotte du Lauzinas	Saint-Pons-de-Thomières (34)	Site classé au 16/07/1996	Protection assurée	Oui 10/01/2000
08	Grotte du TM 71	Fontanès-de-Sault (11)	Réserve naturelle au 17/08/1987	Protection assurée	Oui 23/11/1988
09	Réseau de Cabrespine-Lastours	Cabrespine, Trassanel, Fournes-Cabardès, Lastours, Sallèles-Cabardès, Limousis (11)	Grotte de Limousis : Site Inscrit au 10/09/1947 Entrée de la grotte de Cabrespine : arrêté de protection de biotope pour les chiroptères au 13/08/1996	Protection générale en cours	Prévu
10	Gouffre d'Esparros	Esparros (65)	Site classé au 30/10/1987	Protection assurée	Oui 04/05/1999
11	Grotte de Pousselières	Ferrières-Poussarou (34)	Protection en cours	Protection en cours -	Prévu
12	Grotte de Clamouse	Saint-Jean-de-Vedas (34)	Grotte : Site classé au 15/02/2005 Vallée de l'Hérault : Site classé au 22/02/2001	Protection assurée	Prévu début 2006
13	Réseau Lachambre	Ria-Sirach, Corneilla-de- Conflent (66)	Site classé au 18/01/1991	Protection assurée, mais agrandissement du site en cours	Oui 10/03/1999
14	Réseau du Rautely	Olargues, Saint Etienne d'Albagnan (34)	Protection en cours	Protection en cours	Prévu

<b>N° d'élément du bien</b>	<b>Nom</b>	<b>Commune(s), n° de département</b>	<b>Protection acquise</b>	<b>Protection en cours</b>	<b>Comité de gestion local</b>
15	Aven du Mont Marcou	Saint-Geniès-de-Varensal (34)	PROTECTION EN COURS	Protection en cours ; la procédure commence début 2006	Prévu
16	Grotte de la Cigalère	Sentein (09)	SITE CLASSE AU 24/04/1981	PROTECTION ASSUREE	OUI 13/12/1995
17	Aven d'Orgnac	Orgnac-l'Aven (07)	SITE CLASSE ET SITE INSCRIT AU 25/02/1946	PROTECTION ASSUREE	OUI 12/4/1999
18	Barrency de Fournes	Lastours, Fournes-Cabardès, Limousis 11)	PROTECTION EN COURS	PROTECTION AU TITRE DES SITES EN COURS ; LA PROCEDURE COMMENCE DEBUT 2006	PREVU

Onze cavités ou groupes de cavités bénéficient actuellement de protections. Pour les sept autres, les procédures sont en cours : pour les Barrency de Fournes, la grotte des Demoiselles et l'aven du Mont Marcou, la mise à l'enquête publique administrative doit intervenir début 2006, pour la grotte de Choranche, le réseau Cabrespine-Lastours, le réseau du Rautely et la grotte de Pousselières, le périmètre est en cours de définition ; toutes ces procédures seront achevées en 2008.

### 5.c Moyens d'application des mesures de protection

Pour les sites classés : les articles L. 341-1 et suivants du code de l'environnement concernent les monuments naturels et les sites dont la conservation ou la préservation présente, du point de vue artistique, historique, scientifique, légendaire ou pittoresque un intérêt général. Le classement au titre des sites implique en particulier qu'ils ne peuvent être ni détruits, ni modifiés dans leur état ou leur aspect, sauf autorisation spéciale du préfet ou du ministre chargé des sites, après avis de la commission départementale ou supérieure des sites. L'inscription permet une information et une intervention des services compétents pour tout projet de modification. Compte tenu de la spécificité du milieu souterrain, les conditions de gestion des grottes classées au titre des sites sont précisées par arrêté.

Pour les réserves naturelles : les articles L. 332-1 et suivants du code de l'environnement précisent que « des parties du territoire d'une ou de plusieurs communes peuvent être classés en réserve naturelle lorsque la conservation de la faune, de la flore, du sol, des eaux, des gisements de minéraux et de fossiles et en général, du milieu naturel présente une importance particulière ou qu'il convient de les soustraire à toute intervention artificielle susceptible de les dégrader... Sont prises en considération à ce titre... la préservation de biotopes et de formations géologiques, géomorphologiques ou spéléologiques remarquables ». Aucune modification ne peut être apportée à l'état ou à l'utilisation des lieux sans autorisation spéciale du préfet ou du ministre chargé de l'environnement, suivant le cas. Une réserve naturelle doit être dotée d'un organisme de gestion, qui doit élaborer un plan de gestion.

Les différents services de l'Etat, aux niveaux central et local (ministère de l'écologie et du développement durable, préfets, directions régionales de l'environnement, services départementaux de l'architecture et du patrimoine...) assurent le suivi et la mise en œuvre de ces protections.

### 5.d Plans actuels concernant la municipalité et la région où est situé le bien proposé (par exemple plan régional ou local, plan de conservation, plan de développement touristique)

Pour chacun des 18 éléments du bien, des actions de promotion existent. Une information est effectuée dans les locaux d'accueil du public à la cavité (7 lieux) et, bien souvent, relayée à proximité. En outre, dans le cadre du dispositif de gestion locale de chaque élément du bien (cf. 5.b), certains sites disposent de plans de gestion formalisés, soit liés à l'activité touristique qui s'y déploie (ex. le Grand Site de France de l'Aven d'Ornac), soit liés à une protection au titre du milieu naturel (ex. réserve naturelle du TM 71).

<i>Éléments du bien</i>	<i>Information et promotion</i>	
	<i>dans le hall d'accueil de la cavité</i>	<i>autres lieux</i>
01 - Grotte Amélineau		éco-musée à Huelza
02 - Grotte de Choranche	X	locaux du parc naturel régional du Vercors
03 - Aven Armand	X	éco-musée à Huelza locaux du parc national des Cévennes
04 - Grotte des Demoiselles	X	
05 - Balme del Pastre		mairie de Mélagues locaux du parc naturel régional des Grands Causses
06 - Grotte de l'Aguzou		maison de la réserve naturelle de la grotte du TM 71
07 - Grotte de Lauzinas		syndicat d'initiative de Saint Pons musée français de la spéléologie à Courniou-les-Grottes
08 - Grotte du TM 71		maison de la réserve naturelle de la grotte du TM 71
09 - Réseau Cabrespine à Lastours	X	hall d'accueil de la grotte de Limousis
10 - Gouffre d'Esparros	X	
11 - Grotte de Pousselières		mairie de Ferrières Poussarou centre des Ecosystème d'Olargues musée français de la spéléologie à Courniou-les-Grottes
12 - Grotte de Clamouse	X	
13 - Réseau André Lachambre		locaux du Parc des Pyrénées Catalanes locaux du syndicat d'initiative de Prades
14 - Réseau du Raulety		centre des Ecosystème d'Olargues musée français de la spéléologie à Courniou-les-Grottes
15 - Aven du Mont Marcou		musée français de la spéléologie à Courniou-les-Grottes
16 - Grotte de la Cigalère		projet de valorisation des mines anciennes du Bentaillou à Sentein projet de la maison du monde souterrain de Moulis près de Saint-Girons
17 - Aven d'Ornac	X	musée régional de préhistoire à Ornac
18 - Barrencs de Fournes		projet de musée de la mine (en cours d'études)

Quant aux actions de promotion et de valorisation de l'ensemble du bien proposé, elles sont prévues dans le cadre de la structure de gestion définie au 5.e.

Ainsi, les points d'information et de promotion de chaque élément du bien pourront relayer, d'une manière harmonisée, la reconnaissance internationale de l'ensemble du bien proposé (présentation globale, pédagogie, sensibilisation du public...).

### **5.e Plan de gestion du bien ou système de gestion documenté et exposé des objectifs de gestion pour le bien proposé pour inscription au patrimoine mondial**

#### **Structures de gestion**

Au-delà de la nécessité d'un organisme de gestion adapté et spécifique à chaque bien du patrimoine mondial, la nature territorialement discontinue de la série composant ici le bien, réparti sur trois régions, constitue une justification supplémentaire pour une structure de gestion globale du bien.

L'objectif de celle-ci est de garantir l'intégrité du bien, par nature extrêmement fragile (toute partie détériorée est irrémédiablement perdue), d'en assurer, sous conditions, la valorisation auprès du public et, sur le plan de la connaissance, d'en développer les potentialités scientifiques.

Dans cette perspective, la structure envisagée devrait comporter trois composantes, garantissant le respect de ces objectifs et la participation de tous les acteurs à tous les niveaux.

- 1) **Une structure associative**, dont la forme juridique définitive sera à trouver, mais qui prendra la forme dans un premier temps d'une association de préfiguration (association de la loi de 1901), devra être créée au niveau local et réunir l'ensemble des exploitants ou, à défaut, des représentants des propriétaires de chacune des 18 cavités ou groupes de cavités.

Composée de 18 membres, elle aura pour objet la contribution au portage de la candidature et la mise en commun de la valorisation du bien et des expériences de gestion. Pour ce faire, elle bénéficiera du concours des organismes de recherche scientifique, de l'Association nationale des exploitants de cavernes aménagées pour le tourisme (ANECAT) et de la Fédération française de spéléologie (FFS), chacun pour les questions relevant de leurs compétences.

Une présidence sera mise en place selon les mécanismes associatifs en vigueur et les statuts de cette structure prévoient expressément la possibilité d'accueillir de nouveaux membres si, le cas échéant, de nouvelles cavités étaient intégrées à la série faisant l'objet du présent dépôt.

Plusieurs réunions ont d'ores et déjà eu lieu fin 2005 et début 2006, réunissant l'ensemble des acteurs concernés. Ceux-ci ont donné leur accord exprès à une charte d'engagement (voir pièce jointe en annexe).

Cette structure devrait avoir son siège et se réunir périodiquement dans un lieu voisin du territoire où sont situées les cavités.

- 2) **Un comité de pilotage**, distinct de l'association, réunira les collectivités de différents niveaux (communes, départements, régions), les services déconcentrés de l'Etat, les organismes de recherche scientifique, les associations spécialisées dans les grottes touristiques et la spéléologie (ANECAT, FFS), et bien évidemment les membres de l'association constituée des exploitants et/ou propriétaires (cf. 1).

Ce comité de pilotage, présidé par le préfet de Languedoc-Roussillon, préfet coordonnateur, ou son représentant, assurera au niveau local le suivi de la protection et de la valorisation du bien.

Le ministre de l'écologie et du développement durable, par lettre en date du 15 février 2005, avait en effet chargé le préfet de Languedoc-Roussillon d'instituer ce comité de pilotage interdépartemental et interrégional, dont la première réunion s'est tenue à Lodève, sous l'égide de la sous-préfète déléguée, le 12 octobre 2005.

- 3) Enfin, **une coordination de niveau national** sera instituée dans le cadre d'un comité national du patrimoine souterrain en voie de création par la ministre de l'écologie et du développement durable.

Ce comité doit associer des représentants du ministère de l'écologie et du développement durable, des membres du conseil national de la protection de la nature (CNP) et de la commission supérieure des sites, perspectives et paysages (CSSPP), des représentants des ministères de la culture (pour les aspects archéologiques) et de la jeunesse et des sports (pour les aspects spéléologiques), ainsi que des institutions scientifiques (dont le Centre national de la recherche scientifique (CNRS), le Bureau de recherches géologiques et minières (BRGM) et le Muséum national d'histoire naturelle (MNHN)). Il devrait accueillir en outre un représentant des gestionnaires de grottes touristiques (ANECAT) et un représentant des spéléologues (FFS), ainsi que des représentants des sections françaises de l'Union mondiale pour la nature (UICN) et du Conseil international des monuments et des sites (ICOMOS).

Parmi ses missions, il sera chargé d'assurer un contrôle et une évaluation générale du dispositif de gestion du bien et un suivi particulier des mesures de protection de niveau national (finalisation des derniers classements au titre des réserves naturelles et des sites, extensions éventuelles, mise en oeuvre des protections), et de proposer des orientations de recherche.

Il travaillera en liaison avec les instances locales et aura la charge d'établir des bilans de la gestion du bien dans toutes ses composantes.

Ce dispositif global de gestion du bien (association, comité de pilotage et coordination de niveau national) viendra en complément des dispositifs de gestion locale de chaque élément du bien.

En effet, chaque site bénéficie d'une gestion propre précisée dans la documentation annexe : comité de gestion de réserve naturelle ou de site classé. Ces comités associent les services administratifs compétents, des élus et des experts. Ils proposent au préfet les mesures réglementaires ou de police à même d'assurer la conservation du bien.

### 5.f Sources et niveaux de financement

Les structures et les moyens décrits dans le présent document peuvent être considérés comme suffisants pour assurer une gestion satisfaisante et adaptée à chaque élément du bien. S'agissant de la globalité du bien, les moyens à mettre en place seront précisés dans le cadre de la structure de gestion décrite ci-dessus.

La spécificité des éléments du bien du point de vue de leur accès, difficile et aisément contrôlable, permet de limiter les moyens nécessaires pour en assurer la préservation. Ces moyens sont modestes et largement assurés par les personnels des services de l'Etat dédiés aux politiques de protection ; c'est en particulier le cas pour la mise en place des mesures réglementaires de protection et de gestion, ainsi que les quelques mesures de police indispensables.

Quant à la valorisation, notamment touristique, quelle que soit l'échelle de la fréquentation, chaque gestionnaire de cavité recevant du public est soucieux de cette valorisation et y consacre les moyens nécessaires, en liaison notamment avec les offices de tourisme. Ces gestionnaires sont en outre très largement regroupés au sein d'une association (l'ANECAT) qui dispose notamment d'un site internet et d'une documentation.

En outre, pour les sites touristiques les plus importants, l'Etat et les collectivités participent généralement à la gestion du bien. En effet, certains sites font d'ores et déjà l'objet d'un partenariat formalisé, mis au service d'une valorisation du patrimoine souterrain : c'est le cas de l'aven d'Ornac, qui bénéficie du label Grand Site de France (GSF). Cet élément du bien, l'un des plus fréquentés, a mobilisé en partenariat, pour l'amélioration de son accueil, 5,5 millions d'euros répartis entre l'Europe, l'Etat, la région, le département et la commune.

Plus généralement, la politique des grands sites menée par le ministère de l'écologie et du développement durable fournit les outils techniques pour faire face aux problèmes liés à la fréquentation et à la surfréquentation touristiques ainsi que les méthodologies de recherche guidant la réalisation des travaux dans des conditions respectueuses des sites.

Par ailleurs, pour assurer la valorisation de l'ensemble du bien, notamment la communication, les moyens nécessaires pourront être apportés sans difficultés par les collectivités gestionnaires des territoires sur lesquels les cavités sont situées. En effet, ces collectivités sont associées au comité de pilotage de la gestion de l'ensemble du bien proposé (cf. 5.e). De plus, la moitié environ des sites faisant l'objet d'une exploitation économique, d'ordre privé dans certains cas, un partenariat spécifique doit être établi : c'est dans cet objectif que l'organisation globale de gestion décrite ci-dessus a été proposée. Un partenariat mixte – public/privé – pourra ainsi être organisé pour les biens faisant l'objet d'une exploitation commerciale, tant avec les exploitants qu'avec les représentants des milieux économiques.

La promotion globale du bien sera également assurée au niveau national par les outils de communication portés notamment par l'Etat et concernant l'ensemble des biens français du patrimoine mondial (projets de création de site internet, de publications, mise en place d'un réseau des gestionnaires des sites français du patrimoine mondial,...).

Enfin, il faut préciser que l'Etat intervient financièrement pour la réalisation d'études (études pour les protections sites classés et réserves naturelles, études environnementales à Esparros avec un cofinancement communal, étude préliminaire à la protection du site du réseau du Rautely,...), ainsi que pour la pose de portes blindées ou l'équipement ou le balisage de cavités.

## 5.g Sources de compétences spécialisées et de formation en technique de conservation et de gestion.

Le tableau ci-dessous résume, pour chaque élément du bien, les compétences existant sur place. Lorsque les cavités ne sont pas aménagées pour recevoir du public, ce sont les compétences spéléologiques qui sont nécessaires et chaque cavité est gérée par le ou les clubs spéléologiques locaux compétents, à l'origine de leur découverte et ayant milité pour leur protection. Le site des Barrencs de Fournes (ancienne mine placée en réserve intégrale) n'est ouvert qu'aux scientifiques.

<i>Eléments du bien</i>	<i>Cavités aménagées pour le public</i>	<i>Compétences</i>
01 - Grotte Amélineau	NON	
02 - Grotte de Choranche	OUI	Le directeur et plusieurs guides ont été formés au cours d'un stage d'une semaine au laboratoire souterrain de Moulis
03 - Aven Armand	OUI	L'un des actionnaires est géologue et plusieurs guides ont été formés au cours d'un stage d'une semaine au laboratoire souterrain de Moulis
04 - Grotte des Demoiselles	OUI	Le directeur est géologue et plusieurs guides ont été formés au cours d'un stage d'une semaine au laboratoire souterrain de Moulis
05 - Balme del Pastre	NON	
06 - Grotte de l'Aguzou	NON	
07 - Grotte de Lauzinas	NON	
08 - Grotte du TM 71	NON	
09 - Réseau Cabrespine à Lastours	OUI	Le propriétaire de la partie ouverte au public de la grotte de Cabrespine est géologue
10 - Gouffre d'Esparros	OUI	
11 - Grotte de Pousselières	NON	
12 - Grotte de Clamouse	OUI	L'un des actionnaires est géologue. Plusieurs guides ont été formés au cours d'un stage d'une semaine au laboratoire souterrain de Moulis
13 - Réseau André Lachambre	NON	
14 - Réseau du Raulety	NON	
15 - Aven du Mont Marcou	NON	
16 - Grotte de la Cigalère	NON	
17 - Aven d'Orgnac	OUI	Le directeur et plusieurs guides ont été formés au cours d'un stage d'une semaine au laboratoire souterrain de Moulis
18 - Barrencs de Fournes	NON	

Le laboratoire souterrain du CNRS situé à Moulis, près de Saint-Girons (Ariège) est spécialisé dans la protection des cavités présentant un patrimoine exceptionnel, qu'il soit archéologique (grottes Chauvet, de Niaux, Gargas, Pech Merle...) ou minéralogique (Esparros, Orgnac). Il est dirigé par Alain Mangin, spécialiste internationalement reconnu du karst. Les recherches, fondamentale et appliquée, sont réalisées directement sur ces sites de référence. En outre, le ministère chargé de l'environnement dispose d'un spécialiste de haut niveau, docteur en géologie, dans les domaines de la formation et de la protection des concrétions, Patrick Cabrol.

## 5.h Aménagement pour les visiteurs et statistiques les concernant

Le tableau ci-dessous présente, pour chaque élément du bien, les données concernant la fréquentation (au total 700 000 visiteurs environ, avec une très grande dispersion selon les lieux) ainsi que les divers équipements mis éventuellement à la disposition du public.

N° d'élément du site	Nom	Ouvert au public	Fréquentation (2005)	Parking	Sentier pédagogique	Boutique	Publications	Musée	Restauration	W.C.
01	Grotte Amélineau	Non	15	Non	Non	Non	DVD	Non	Non	Non
02	Grotte de Choranche	Oui	120 000	Oui	Oui	Oui	Oui	Non	Oui	Oui
03	Aven Armand	Oui	100 000	Oui	Non	Oui	Oui	Non	Oui	Oui
04	Grottes des Demoiselles	Oui	100 000	Oui	Non	Oui	Oui	Non	Oui	Oui
05	Balme del Pastre	Non	60	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non
06	Grotte de l'Aguzou	Oui (type « safari »)	1000	En projet	En projet	Non	Non	Non	Non	Non
07	Grotte du Lauzinas	Non	200	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non
08	Grotte du TM 71	Non	120	En projet	En projet	Non	Non	Non	Non	Non
09	Réseau de Cabrespine-Lastours	Oui	115 000	Oui	Non	Oui	Non	Non	Non	Oui
10	Gouffre d'Esparros	Oui	30 000	Oui	Non	Oui	En projet	Non	Non sur place Oui à 500 m	Oui
11	Grotte de Pousselières	Non	200	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non
12	Grotte de Clamouse	Oui	100 000	Oui	Non	Oui	Oui	Non	Oui	Oui
13	Réseau Lachambre	Non	120	Non	Non	Non	Oui	Non	Non	Non
14	Réseau du Rautely	Non	300	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non
15	Aven du Mont Marcou	Non	50	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non
16	Grotte de la Cigalère	Non	80	Non	Non	Non	Non	A l'étude	Non	Non
17	Aven d'Orgnac	Oui	120 000	Oui	Non	Oui	Non	Oui	Oui	Oui
18	Barrenacs de Fournes	Non	0	Non	Non	Non	Non	A l'étude	Non	Non

Le surcroît de fréquentation qui pourrait être généré par l'inscription donnera lieu à la mise en place des équipements indispensables à un bon accueil du public (cf. charte d'engagement des gestionnaires).

### 5.i Politique et programmes concernant la mise en valeur et la promotion du bien

Selon l'article 5 de la convention du patrimoine mondial, les mesures concernant l'ensemble du bien sont les suivantes:

- pour la politique générale du patrimoine naturel : la mise au point de la candidature a réactivé une politique générale spécifique au patrimoine souterrain (cf. 5.e, mise en place du comité national) ; l'ensemble du bien proposé constitue le fleuron de ce type de patrimoine en France ;
- pour l'institution des services de protection : la France dispose de longue date de services de protection à même d'assurer la gestion du patrimoine souterrain ; toutefois, le renforcement des protections liées au bien a été l'occasion de mieux structurer les services existants (comités de gestion locaux) ;
- pour le développement des études et de la recherche scientifique : celles-ci ont déjà été réactivées pour la préparation du dossier ; toutefois, une reconnaissance internationale serait très importante pour mobiliser des moyens dédiés à ces types de milieux ;
- pour l'ensemble des mesures juridiques, scientifiques etc. pour assurer la protection et la mise en valeur : la France dispose depuis longtemps de mesures de protection adaptées ; toutefois, la spécificité des milieux souterrains sera mieux prise en compte grâce à une reconnaissance internationale ;
- pour le développement de la formation : si, au plan technique, des formations de gestionnaires ont été mises en place, la gestion du bien devrait être l'occasion de renforcer la formation et la sensibilisation des milieux de la spéléologie ; pour ce faire, la Fédération Française de Spéléologie (FFS) est associée à la structure de gestion mise en place.

L'existence de tous ces éléments conduit à considérer que la mise en valeur et la transmission de ce patrimoine naturel aux générations futures est bien assurée, comme le requiert l'art. 4 de la convention.

## 5.j Nombre d'employés (secteur professionnel, technique, d'entretien)

Le tableau ci-dessous récapitule les données relatives aux différentes catégories d'employés pour chaque élément du bien.

<i>Site</i>	<i>Cavité aménagée</i>	<i>Encadrement</i>	<i>Guides</i>	<i>Divers</i>
01 - Grotte Amélineau	Non			
02 - Grotte de Choranche	Oui (Privé)	1	4,5 équivalents temps plein annuel	9,5 équivalents temps plein annuel
03 - Aven Armand	Oui (Privé)	3	4 guides toute l'année + 2 l'été	2 personnes toute l'année + 5 l'été
04 - Grotte des Demoiselles	Oui (Privé)	1	4 guides à temps partiel toute l'année + 6 l'été	2 personnes à temps plein toute l'année + 6 à temps partiel l'été
05 - Balme del Pastre	Non			
06 - Grotte de l'Aguzou	Oui (Privé)	1		1 personne l'été
07 - Grotte de Lauzinas	Non			
08 - Grotte du TM 71	Non			
09 - Réseau Cabrespine à Lastours	Oui (Privé)	2	4 permanents + 6 l'été	
10 - Gouffre d'Esparros	Oui (Communal)	1	4	1
11 - Grotte de Pousselières	Non			
12 - Grotte de Clamouse	Oui (Privé)	1	3 guides toute l'année + 5 l'été	3,5 personnes toute l'année + 3 l'été
13 - Réseau Lachambre	Non			
14 - Réseau du Raulety	Non			
15 - Aven du Mont Marcou	Non			
16 - Grotte de la Cigalère	Non			
17 - Aven d'Ornac	Oui (Communal)	1	3 guides toute l'année + 3 l'été pour la grotte	. 2 personnes toute l'année + 2 l'été . 3 personnes toute l'année dans le musée
18 - Barrencs de Fournes	Non			

De très nombreux guides des grottes touristiques ont reçu la formation spécialisée donnée au cours d'un stage d'une semaine au Laboratoire Souterrain de Moulis (Ariège). Ce stage est organisé par l'Association Nationale des Cavités Aménagées pour le Tourisme (ANECAT) et le GRETA de l'Ariège.

Les grottes des Demoiselles, de la Clamouse et l'Aven Armand bénéficient de la présence d'un géologue dans leur direction. Les directeurs ou les gérants des grottes de Choranche et d'Esparros ont reçu la formation des guides des grottes organisée par l'ANECAT. Le directeur des grottes de Cabrespine et de Limousis est géologue.



## 6. SUIVI

### 6.a Indicateurs clés

Les concrétions des grottes évoluent très peu à l'échelle humaine. Les modifications naturelles des minéraux ne peuvent se voir qu'après des dizaines, des centaines, voire des milliers d'années.

Les principales modifications susceptibles d'altérer le bien sont donc essentiellement d'origine humaine. Il faut distinguer les travaux en surface, au-dessus de la grotte et dans sa zone d'influence, ainsi que les atteintes directes dans le milieu souterrain.

Le contrôle des travaux en surface est assuré tant par les comités de gestion que par les différents services de l'Etat. Le cheminement des visiteurs dans la cavité relève de la responsabilité des gestionnaires, sous le contrôle des comités de gestion. Enfin, l'état de conservation des concrétions est assuré par un contrôle visuel et photographique périodique.

Le suivi au quotidien de la gestion de ce bien par le comité de gestion local est donc l'élément essentiel de ce dispositif. Les bilans établis dans le cadre de la structure de gestion globale proposée pour le bien (cf. 5.e) permettront de regrouper ces différents renseignements et de disposer d'une vue d'ensemble.

### 6.b Dispositions administratives pour le suivi du bien

Le ministère de l'écologie et du développement durable :

Catherine Bergeal, sous-directrice des sites et paysages, direction de la nature et des paysages, ministère de l'écologie et du développement durable, 20 avenue de Ségur, 75302 Paris 07 SP, France  
tél. : 01 42 19 20 31  
fax : 01 42 19 20 35  
[catherine.bergeal@ecologie.gouv.fr](mailto:catherine.bergeal@ecologie.gouv.fr)

Le préfet de région Languedoc-Roussillon, préfet de l'Hérault, préfet coordonnateur :

voir ci-dessous (8.b)

Les directions régionales de l'environnement de Languedoc-Roussillon, Midi-Pyrénées et Rhône-Alpes :

voir ci-dessous (8.b)

### 6.c Résultats des précédents exercices de soumission de rapports

Sans objet.



## 7. DOCUMENTATION

### 7.a Photographies, diapositives, inventaire des images et tableau d'autorisation de reproduction, et autre documentation audiovisuelle

Voir annexe particulière

### 7.b Textes relatifs au classement à des fins de protection

Voir annexe particulière

### 7.c Forme et date des dossiers ou des inventaires les plus récents concernant le bien

Un inventaire des grottes devrait être finalisé par le comité en cours de création.

### 7.d Adresse où sont conservés l'inventaire, le dossier et les archives

Sans objet.

### 7.e Bibliographie

La bibliographie est constituée :

- 1) de citations d'ouvrages ou d'articles sur les thématiques générales abordées dans la proposition (cf. liste infra, tome I),
  - 2) de citations d'ouvrages ou d'articles réalisés à partir de l'étude de certains sites ou groupes de sites constituant le bien (cf. listes attachées à chacune des fiches de sites, tome II).
- **BURROUGHS W.J.**, 1992.  
Weather cycles. Real or imaginary? *Cambridge University Press*. 207 p.
  - **CABROL P.**, 1978.  
Contribution à l'étude du concrétionnement carbonaté des grottes du Sud de la France : morphologie-génèse-diagenèse. *Thèse Univ. de Montpellier*, 275 p.
  - **CABROL P., MANGIN A.**, 2000.  
« Fleurs de Pierre » *Edt. Delachaux et Niestlé*, 191 p.
  - **DELANNOY J.J.**, 1997.  
Recherches géomorphologiques sur les massifs karstiques du Vercors et de la transversale de Ronda (Andalousie). Les apports morphogénétiques du karst. Thèse, *Edt. le Septentrion*, Lille, 678 p.

## Information pour les Contacts

- **DREYBRODT W.**, 1988.  
Processes in Karst Systems Physics, Chemistry and Geology. *Springer Series in Physical Environment*, Springer-Verlag, New York, 288 p.
- **FORD D.C.** and **WILLIAMS, P.**, 1989.  
Karst Geomorphology and Hydrology. *Unwin Hyman*, Winchester, Massachusetts, 320 p.
- **GENTY D., BLAMART D., OUAHDI R., GILMOUR M., BAKER A., JOUZEL J. & VAN-EXTER S.**, 2003.  
Precise dating of Dansgaard-Oeschger climate oscillations in western Europe from stalagmite data. *Nature*, Vol.421, pp. 833 – 837.
- **GIEC**, 2001.  
Changements climatiques 2001. Rapport de synthèse.
- **HILL C., FORTI P.**, 1997.  
Cave minerals of the world (2<sup>nd</sup> edition). *National Speleological Society ed.*, 463 p.
- **HUPPERT A.G., BURRI E., FORTI P., CIGNA A.A.**, 1993.  
Effects of tourist development on caves and karst. *In Karst terrains, environmental changes, human impact. Catena Suppl, PW Williams ed (25)*, p.251-268.
- **JOUSSAUME S.**, 1999.  
Climat d'hier à demain, *Editions du CNRS*, 1999, 143 p.
- **KLIMCHOUK A.B., FORD D.C., PALMER A.N., DREYBRODT W.**, 2000.  
Speleogenesis. Evolution of karst aquifers. *Ed. National Speleological Society, Inc.*, Huntsville, Alabama, USA, 527p.
- **MCDERMOTT F.**, 2004.  
Palaeo-climate reconstruction from stable isotope variations in speleothems: a review ; *Quaternary Science Reviews*, v. 23, p. 901-918.
- **MANGIN A.**, 1975.  
Contribution à l'étude hydrodynamique des aquifères karstiques. Thèse Université de Dijon, *Annales de Spéléologie* 29 (3) p.283-332 ; 29 (4) p.495-601 ; 30 (1) p.21-214.
- **SELF C.A.** and **HILL C.** 2003.  
How speleothems grow: an introduction to the ontogeny of cave minerals. *Journal of cave and karst Studies*, 65(2) : 130-151.
- **SOUBIES F., SEIDEL A., MANGIN A., GENTY D., RONCHAIL J.**, 2005.  
A fifty-year climatic signal in three Holocene stalagmite records from Mato Grosso, Brazil. *Quaternary International*, v. 135, n. 1, p. 115-129.

## **8. COORDONNEES DES AUTORITES RESPONSABLES**

### **8.a Responsables de la préparation de la proposition**

Philippe Démeron, adjoint à la sous-directrice des sites et paysages, direction de la nature et des paysages, ministère de l'écologie et du développement durable, 20 avenue de Ségur, 75302 Paris 07 SP, France

tél. : 01 42 19 20 41

fax : 01 42 19 20 35

[philippe.demeron@ecologie.gouv.fr](mailto:philippe.demeron@ecologie.gouv.fr)

Patrick Cabrol

chargé de mission pour le patrimoine souterrain

DIREN Midi-Pyrénées

Cité Administrative - Bât G

Boulevard Armand Duportal

31 074 Toulouse Cedex

tél. : 05 34 45 15 31

fax : 05 34 45 15 39

[patrick.cabrol@midi-pyrenees.ecologie.gouv.fr](mailto:patrick.cabrol@midi-pyrenees.ecologie.gouv.fr)

### **8.b Institution ou agence officielle locale**

#### **PREFECTURES DE REGIONS ET DE DEPARTEMENTS :**

##### **Midi-Pyrénées :**

Préfecture de la région Midi-Pyrénées  
et préfecture de la Haute-Garonne

Place Saint-Etienne

31038 TOULOUSE CEDEX 9

Tél. : 05 34 45 34 45

Télécopie : 05 34 45 37 38

Préfecture de l'Ariège

2, rue de la préfecture

BP 87

09007 FOIX CEDEX

Tél. : 05 61 02 10 00

Télécopie : 05 61 02 74 82

Préfecture de l'Aveyron

Pl. Charles de Gaulle

12007 RODEZ CEDEX

Tél. : 05 65 75 71 71

Télécopie: 05 65 68 25 67

## Coordonnées des Autorités Responsables

Préfecture des Hautes-Pyrénées  
Place Charles de Gaulle - Rue des Ursulines  
65013 TARBES CEDEX  
Tél. : 05 62 56 65 65  
Télécopie : 05 62 51 20 10

### **Languedoc-Roussillon :**

Préfecture de la Région Languedoc-Roussillon et préfecture de l'Hérault  
34, place des Martyrs de la Résistance  
34062 MONTPELLIER CEDEX 02  
Tél. : 04 67 61 61 61  
Télécopie : 04 67 02 25 79

Préfecture de l'Aude  
52, rue Jean Bringer  
11012 CARCASSONNE CEDEX  
Tél. : 04 68 10 27 01  
Télécopie : 04 68 10 27 00

Préfecture de la Lozère  
Rue de la Rovère  
48005 MENDE CEDEX  
Tél. : 04 66 49 60 00  
Télécopie : 04 66 49 17 23

Préfecture des Pyrénées-Orientales  
24, Quai Sadi Carnot  
66951 PERPIGNAN CEDEX  
Tél. : 04 68 51 66 66  
Télécopie : 04 68 34 68 51

Sous-préfecture de Béziers  
Place du Général-De-Gaulle  
34526 BEZIERS CEDEX  
Tél. : 04 67 36 70 70  
Télécopie : 04 67 36 70 94

Sous-préfecture de Lodève  
BP64  
34702 Lodève Cedex  
Tél. : 04 67 88 34 00  
Télécopie : 04 67 44 23 05

### **Rhône-Alpes :**

Préfecture de la région Rhône-Alpes  
et préfecture du Rhône  
106, rue Pierre Corneille  
69419 LYON CEDEX 03  
Tél. : 04 72 61 60 60  
Télécopie : 04 78 60 49 38

## Coordonnées des Autorités Responsables

Préfecture de l'Ardèche  
Rue Pierre Filliat  
BP 721  
07007 PRIVAS CEDEX  
Tél. : 04 75 66 50 00  
Télécopie : 04 75 64 03 39

Préfecture de l'Isère  
Place de Verdun – B.P. 1046  
38021 GRENOBLE CEDEX 01  
Tél. : 04 76 60 34 00  
Télécopie : 04 76 51 34 88

### **DIRECTIONS REGIONALES DE L'ENVIRONNEMENT :**

#### **Midi-Pyrénées**

Cité Administrative,  
bd Armand-Duportal, Bât G  
31074 Toulouse Cedex  
Tél. : 05 62 30 26 26  
Télécopie : 05 62 30 27 49

#### **Languedoc-Roussillon**

CS 79034, 58 av. Marie de Montpellier  
34965 Montpellier Cedex 2  
Tél. : 04 67 15 41 41  
Télécopie : 04 67 15 41 15

#### **Rhône-Alpes**

208 bis rue Garibaldi  
69422 Lyon Cedex 03  
Tél. : 04 37 48 36 00  
Télécopie : 04 37 48 36 01

## Coordonnées des Autorités Responsables

### 8.c Autres instances locales

#### MAIRES :

##### Midi-Pyrénées :

Maire d'Esparros	André PENE	Village - 65130 Esparros	05 62 39 19 23
Communauté de Communes d'Esparros	Maurice LOUDET	Mairie 65 250 - La Barthe de Neste	05 62 98 21 32
Maire de Mélagues	Jean MILISI	Le Bourg - 12360 Mélagues	05 65 99 53 03
Mairie de Sentein	Guy CARRIEU	Pace de l'Eglise - 09800 Sentein	05 61 96 73 92

##### Languedoc-Roussillon :

Mairie Fontanès le Sault	Henri Paris	11140 Fontanès le Sault	04 68 20 39 30
Maire Escoulobre	Jacques PETIT	11140 Escoulobre	04 68 20 40 88
Mairie Cabrespine	Mr Antoine MENEN	Rue Six Ponts - 11160 cabrespine	04 68 26 16 56
Mairie Trassanel	Mne Jacqueline BONNEL	Le Village - 11160 Trassanel	04 68 26 11 92
Mairie Sallèles Cabardès	Albert Gendre	Forge 11600 - Salleles Cabardes	04 68 77 04 49
Mairie Limousis	Camille RAMEL	7 Grand Rue - 11600 limousis	04 68 77 15 79
Mairie Fournes Cabardès	Guy CHIFFRE	11 600 - Fournes Cabardes	
Mairie Lastours	Max BRAIL	1 rte Fournes - 11600 Lastours	04 68 77 16 76
Mairie Lastours	Max BRAIL	1 rte Fournes - 11600 Lastours	04 68 77 16 76
Mairie Fournes Cabardès	Guy CHIFFRE	Mairie - 11600 Fournes Cabardes	
Mairie de Saint Pons	Kléber MESQUIDA	Mairie - 34220 Saint Pons de Thomières	04 67 97 39 39
Mairie de Ferrières Poussarou	Francis Taboureich	Hameau La Fraise - 34360 Ferrieres Poussarou	04 67 38 02 81
Mairie d'Olargues	Jean ARCAS	Plan du Pourtal - 34390 Olargues	04 67 97 70 79
Mairie de St Génies de Varensal	Jean Claude BOLTZ	Le Village - 34610 Saint Génies de Varensal	04 67 23 60 95
Mairie de Saint Bauzille de Putois	Remi CARLUY	31 av Chemin Neuf - 34190 Saint Bauzille De Putois	04 67 73 70 12
Mairie de Saint Jean de Fos	Pierre CAPELLI	Place de la Mairie - 34150 Saint Jean de Fos	04 67 57 72 97
Mairie de Hures la Parade	Christian PRATLONG	La Parade - 48150 Hures La Parade	04 66 45 61 38 Mairie
Mairie de Hures la Parades	Christian PRATLONG	La Parade - 48150 Hures La Parade	04 66 45 61 38 Mairie
Mairie de Corneilha de Conflent	Claudette MARTINETTO	5 Carrer Casa de la Villa - 66820 Corneilla De Conflent	04 68 05 63 98

##### Rhône-Alpes :

Mairie de Choranche	Henri – Jacques SENTIS	Le Village - 38680 Choranche	04 76 36 01 65
Mairie D'Ornac	René Ughetto	Le Village - 07150 Ornac l'Aven	04 75 38 61 67

## Coordonnées des Autorités Responsables

### PROPRIETAIRES ET/OU GESTIONNAIRE DIRECT D'UNE CAVITE

1 - Grotte Amélineau	nom	Adresse	Téléphone
Propriétaire et gestionnaire	Armand PRATLONG	Hyelzas - 48150 Hures La Parade	04 66 45 43 68
06 - Grotte Aguzou	nom	Adresse	Téléphone
Conservateur de la grotte de l'Aguzou	Philippe MORENO	Grotte Aguzou - 09460 Mijanès	04 68 20 45 38
08 - Grotte TM 71	nom	Adresse	Téléphone
Gestionnaire de la grotte du TM 71	Philippe MORENO	Grotte Aguzou - 09460 Mijanès	04 68 20 45 38

### EXPLOITANTS DE GROTTES AMENAGEES POUR LE TOURISME :

#### Midi-Pyrénées :

10 - Gouffre d'Esparros	nom	Adresse	Téléphone
Communauté de Communes	Maurice LOUDET	Mairie 65250 - La Barthe de Neste	05 62 98 21 32

#### Languedoc-Roussillon :

09 - Cabrespine / Lastours	nom	Adresse	Téléphone
Exploitants des grottes touristiques de Cabrespine et de Limousis	Mr Jean Pierre LLORET	Gouffre Géant de Cabrespine - 11160 Cabrespine	04 68 26 14 22 06 85 84 68 74
04 - Grotte des Demoiselles	nom	Adresse	Téléphone
Exploitant :	Guilhem de Grully	Résidence du Parc des Graves G.170 - 1444 route de Mende - 34090 Montpellier	04 67 54 68 62 06 12 19 79 19
12 - Grotte de Clamouse	nom	Adresse	Téléphone
Exploitant	Paul et Nicole DUBOIS	Chemin des Merlets - Rue Grèzes - 34070 Montpellier	04 67 45 01 68
3 - Aven Armand	nom	Adresse	Téléphone
Direction de l'Aven	Jean Paul PIN	1 rue des Magnolia - 31470 Fonsorbes	05 61 06 58 42

#### Rhône-Alpes :

02 - Grotte de Choranche	nom	Adresse	Téléphone
Directeur d'exploitation	Laurent GARNIER	Grottes de Choranche - 38680 Choranche	04 76 36 09 88
17 - Aven d'Orgnac	nom	Adresse	Téléphone
Gestionnaire du site	Joël Ughetto	Aven d'Orgnac - 07150 Orgnac l'Aven	04 75 38 62 51

## Coordonnées des Autorités Responsables

### CLUBS DE SPELEOLOGIE ASSURANT LA GESTION D'UNE CAVITE PROTEGEE DU PROJET :

#### Midi-Pyrénées :

10 - Gouffre d'Esparros	nom	Adresse	Téléphone
Spéléo-Rando-Club d'Esparros	Jean Pierre BERMONT	Le Chemin du Figaret 34600 Bédarieux	04 67 23 09 53
05 - Aven des Perles	nom	Adresse	Téléphone
Spéléo Club des Cadets de Brassac	Claude BOU	52 Chemin Fourestole – 81990 Cambon d'Albi	05 63 53 01 41
16 - Grotte de la Cigalère	nom	Adresse	Téléphone
Association de Recherches Spéléologiques sur la Haute Vallée du Lez (ARSHAL)	Daniel ROUCHEUX	4 Ruelle de l'Arche – 28130 Maintenon	02 37 27 11 59 Dom 01 40 83 81 70 Trav.

#### Languedoc-Roussillon :

13 - Réseau Lachambre	nom	Adresse	Téléphone
Conflent Spéléo Club (CSC)	Jean Louis PEREZ	4 Rue Traverse Fabrique – 66500 Prades	04 68 96 51 58
07 - Grotte du Lauzinas	nom	Adresse	Téléphone
Spéléo Club Montagne Noire Espinouze	Guy GEHIN	Le Buc - 81660 Payrin Augmontel	05 63 61 54 85
Spéléo Club de Saint Pons	RESTOUBLE	8 r Charles Barthes - 34220 Saint Pons de Thomières	04 67 97 00 34
11 - Grotte de Pousselières	nom	Adresse	Téléphone
Spéléo Club de Béziers et des Avants Monts	Jean Philippe FERRARA	6 Impasse Rivetti – La Ronceraie – 34500 Béziers	04 67 62 07 00
14 - Grotte de l'Asperge	nom	Adresse	Téléphone
Spéléo Club de Béziers et des Avants Monts	Jean Philippe FERRARA	6 Impasse Rivetti – La Ronceraie – 34500 Béziers	04 67 62 07 00
15 - Aven du Mont Marcou	nom	Adresse	Téléphone
Association Marcou	Michel BERBIGE	Chemin de Loudero - 34600 Bédarieux	04 67 95 03 29 dom. 04 67 95 91 04 trav.
09 - Cabrespine / Lastours	nom	Adresse	Téléphone
Spéléo Club de l'Aude (SCA)	DELPECH Serge	38 rue Bazalac – 11570 Palaja	04 68 79 84 71

### **8.d Adresse internet officielle**

Ministère de l'écologie et du développement durable  
20 avenue de Ségur  
75302 Paris 07 SP  
France  
[www.ecologie.gouv.fr/sommaire.php3](http://www.ecologie.gouv.fr/sommaire.php3)

(cf. aussi 8.a)



## *9. SIGNATURE AU NOM DE L'ETAT PARTIE*

L'Ambassadeur de France, délégué permanent de la République française auprès de l'UNESCO.



- Le Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable présente ses remerciements tout particuliers à Alain Mangin, directeur de recherche au CNRS, responsable du laboratoire de Moulis, pour ses contributions essentielles au présent dossier.
- Rédaction du texte de la proposition : François Bourges (Géologie Environnement Conseil.)
- Maquette et impression : ALT 92

**Janvier 2006**

