

Contenus enseignés pour  
Spéléologie et Karst 2009

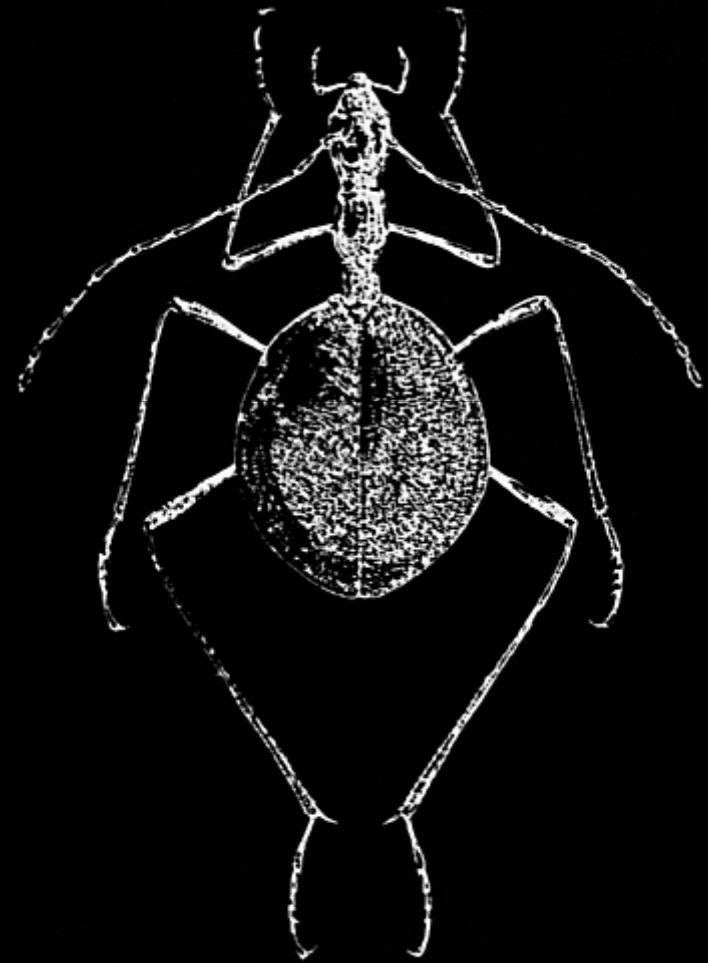


SOCIETÀ  
SPELEOLOGICA  
ITALIANA



***SYSTEMATIQUES  
ET ADAPTATION  
DE LA VIE  
SOUTERRAINE***

Par  
Fabrizio Serena  
&  
Leonardo Latella



# TAXONOMIE – Histoire

L'homme a toujours classé les espèces d'une façon ordonnée et logique.

Les biologistes, pour identifier et communiquer l'information sur la diversité des espèces ont fait des classifications.

La **taxonomie** classifie les espèces dans une façon logique ; un groupe constitue un **taxon**, le niveau dans lequel il est localisé est une **catégorie**. La **détermination** identifie les espèces. Aristote fut le premier à tenter une classification.

Les différences entre différents organismes sont étudiés dans les **systematiques**.

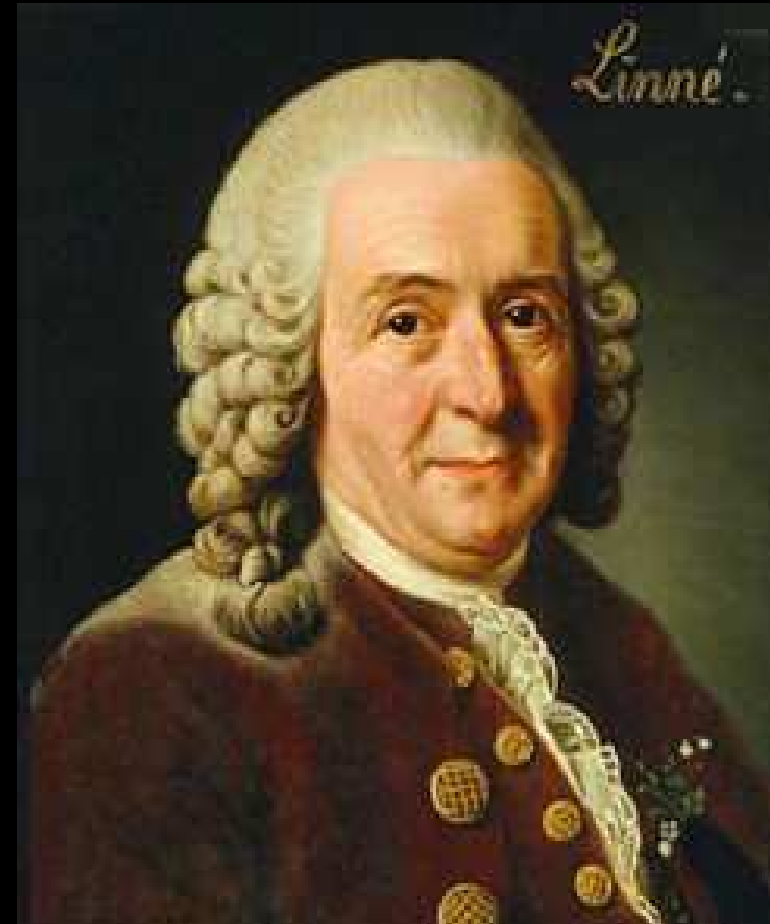


Ἀριστοτέλης (Aristote) (384 BC./322 B.C.)

# TAXONOMIE – Histoire

Au XVIII<sup>ème</sup> siècle, Carl Von Linné inventa le système de **nomenclature binomiale**.

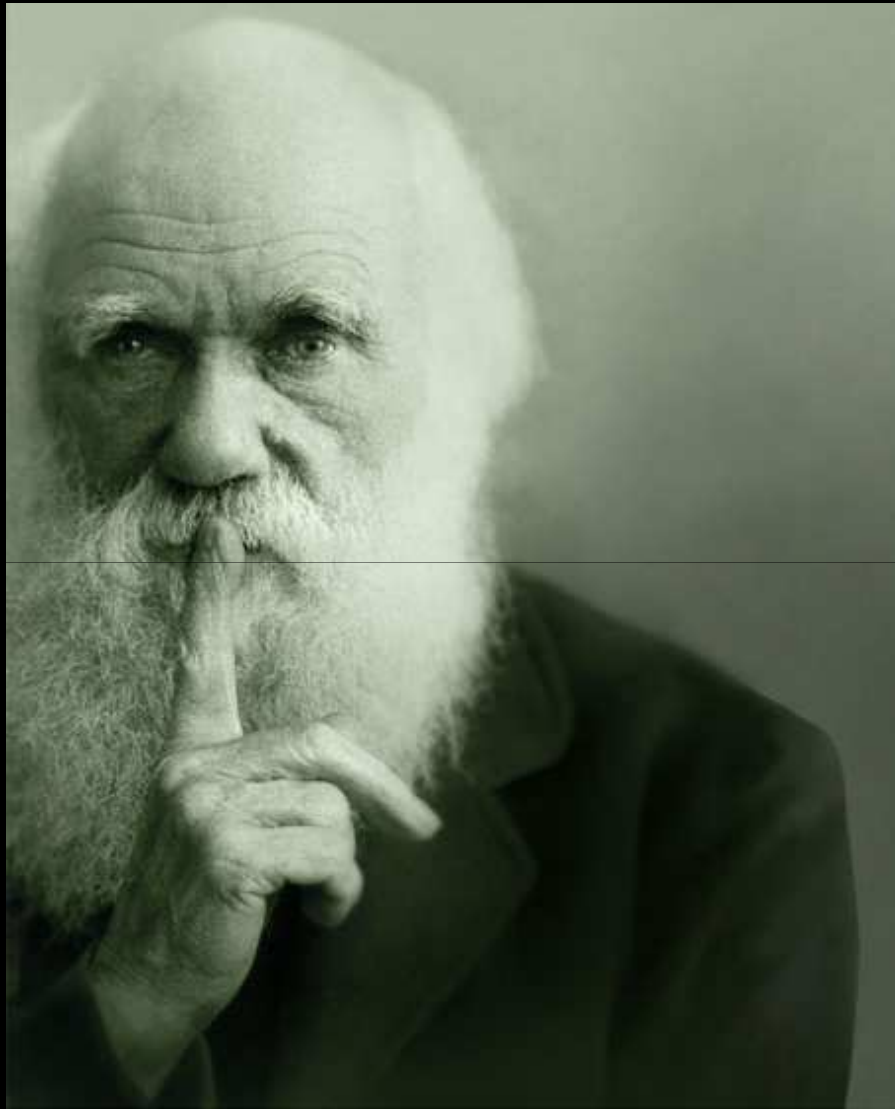
Chaque organisme est identifié par un double nom en Latin : le **genre** et les noms d'**espèces**. L'homme, par exemple, est classé comme *Homo sapiens*. De même les genres sont alors groupés en **familles**, les familles sont groupés en **ordres**, ceux-ci en **classes**, et les classes en **embranchement** et finalement en **règnes**, végétal et animal.



Carl von Linné (Suède) 1707-1778



# TAXONOMIE – Histoire



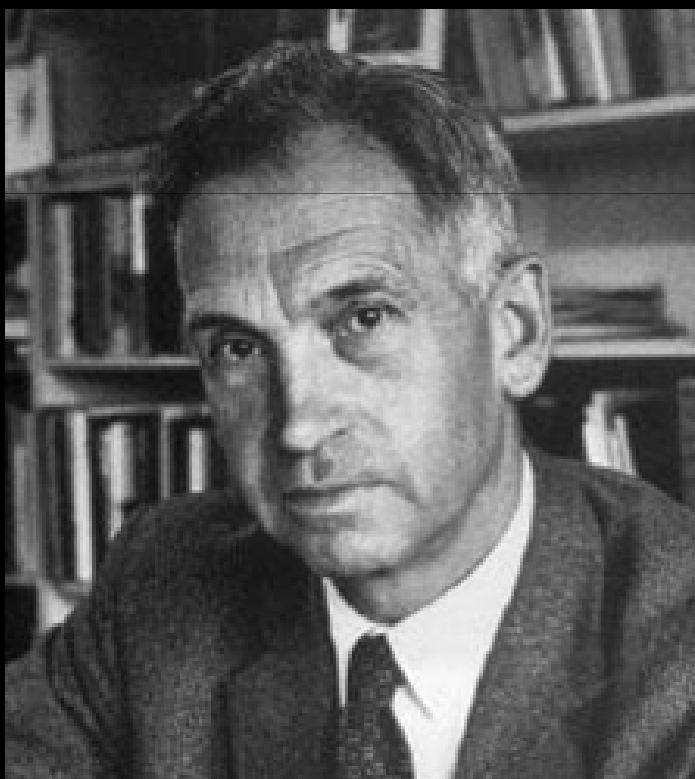
Charles Robert Darwin (Royaumes Unis) 1809-1882

La **théorie évolutionniste** de Darwin est basée sur la variabilité et l'hérédité des caractères, l'adaptation à l'environnement, la lutte pour survivre, la sélection naturelle et l'isolement géographique. Les individus d'une population sont en compétition pour les ressources naturelles disponibles ; dans cette lutte de survie, l'environnement provoque une sélection, appelée **la sélection naturelle**. L'**Espèce** (du latin *specere*, observer, regarder) signifie "**différentes choses**", quelque chose d'aspect et de forme différent.



# TAXONOMIE – Histoire

*Nous avons le devoir d'être intelligent, parce que cela nous aide à respecter les autres. Mais nous avons aussi le droit d'être intelligent, parce que c'est le meilleur moyen de nous respecter nous mêmes.* Mayr théorise une définition biologique du concept des **espèces**. Deux êtres vivant appartenant à la même espèce s'ils sont capables de se reproduire donnent naissance à un descendant fertile.



Ernst Mayr (Allemagne, USA) 1904-2005

Diversement, l'union entre deux individus qui appartiennent à des espèces différentes dans la classification de **Linné** donnera naissance à un **avorton** ou à un être **stérile**.



Mayr à l'âge de 100 ans, donne un cours à Harvard University

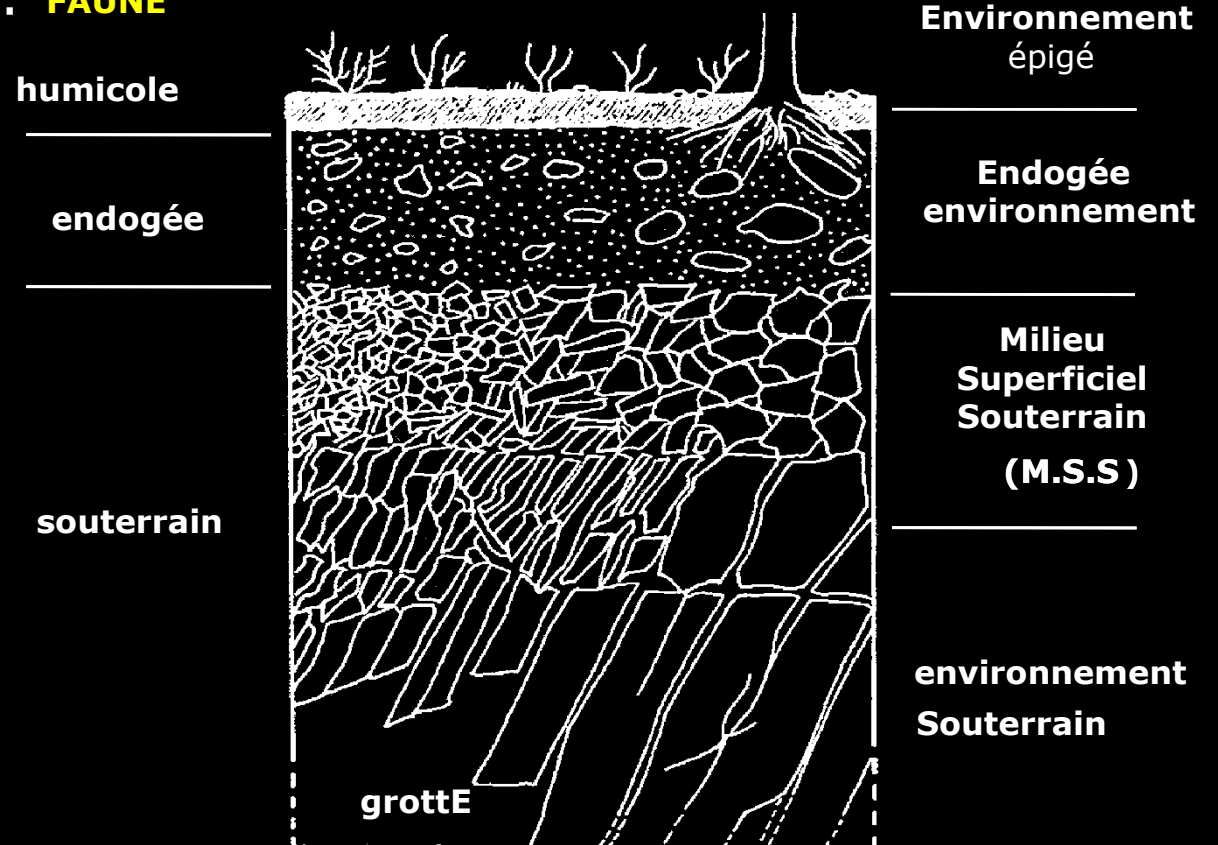
# ENVIRONNEMENT SOUTERRAIN - Généralités

L'habitat souterrain est subdivisé en zones suivantes : **FAUNE**

- Endogée ;
- Fissures ;
- Microcavités ;
- Interstitiel ;
- Cavernes artificielles ;
- *Milieu Superficiel Souterrain* (MSS);
- Grotte.

Il y a deux systèmes :

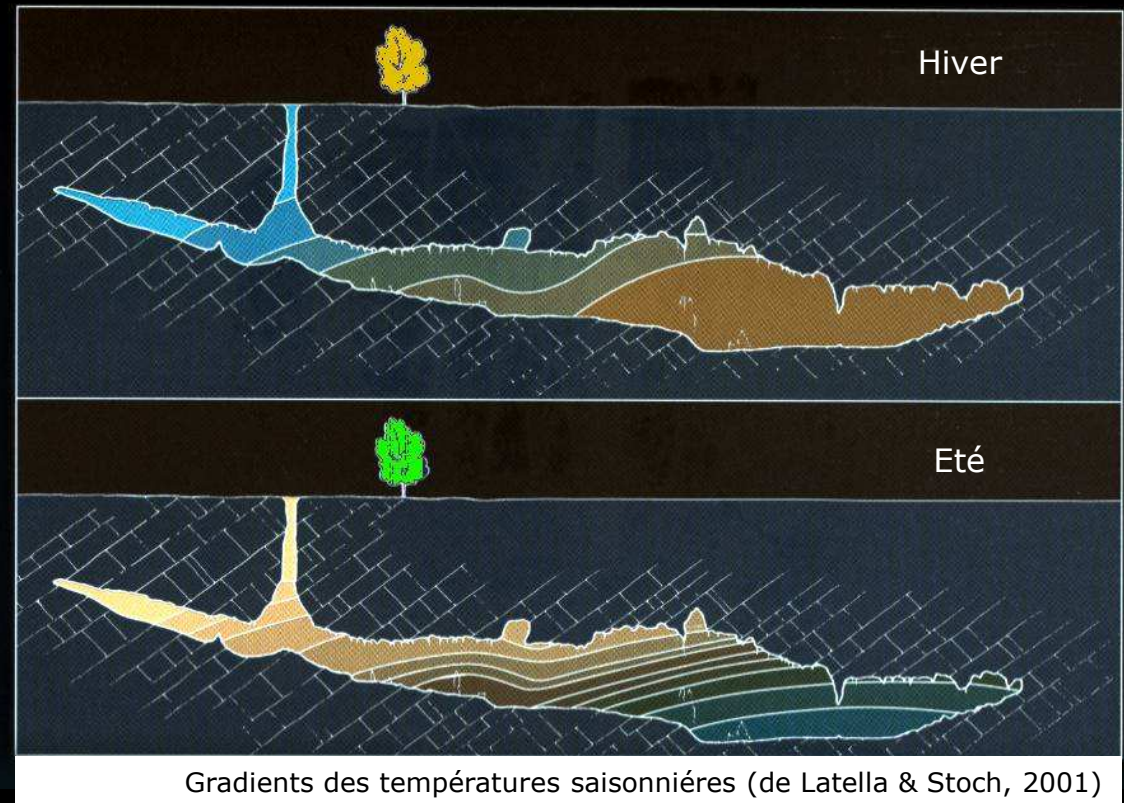
- 1) Terrestre ;
- 2) Aquatique.



De Juberthie et Decu, 1994 modifié

# ENVIRONNEMENT SOUTERRAIN - Généralités

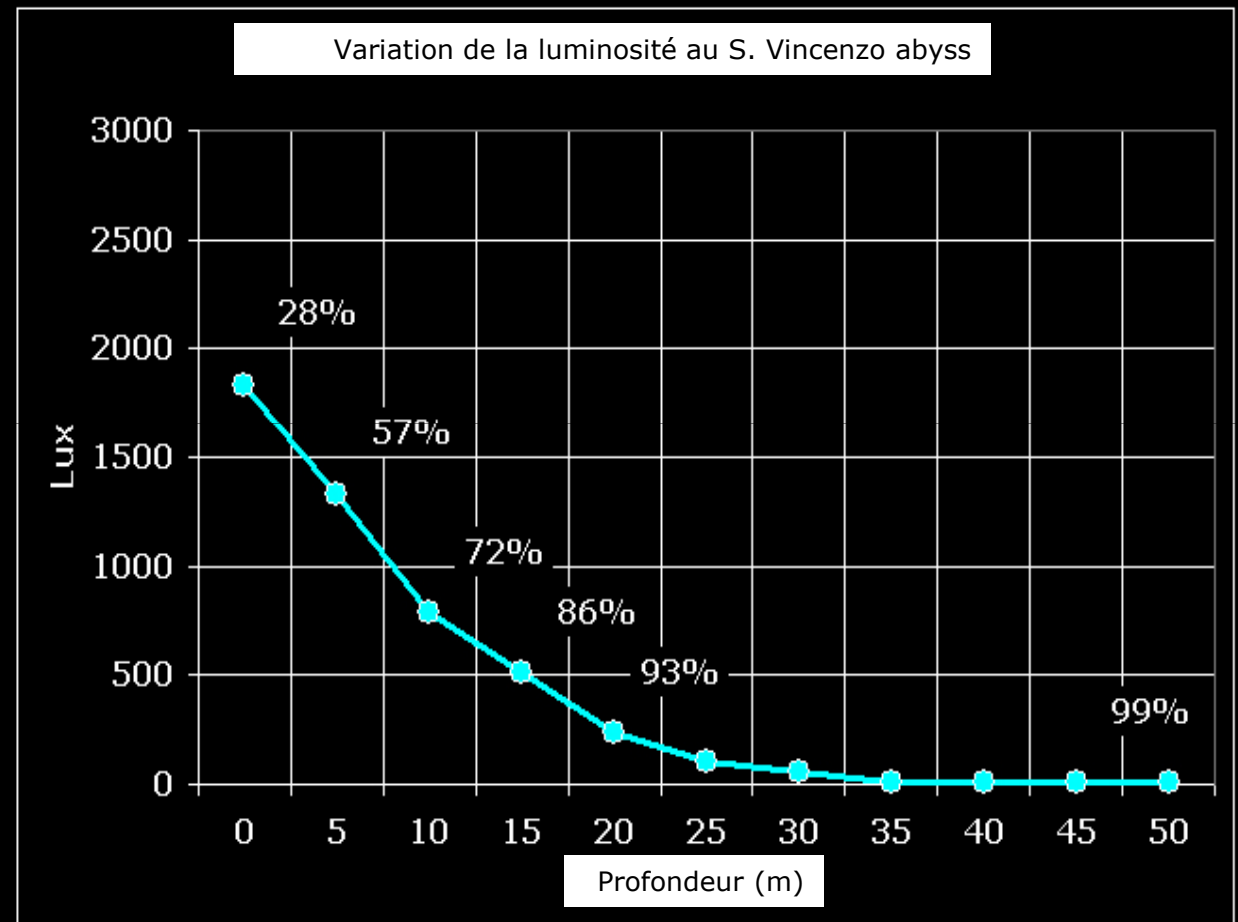
Dans une grotte il y a absence totale de **lumière**, **température** et **humidité** sont constant dans le temps, les **courants d'air** alternent régulièrement ainsi que les **conditions hydrologiques** .



# ENVIRONNEMENT SOUTERRAIN - Généralités

La lumière diminue progressivement et conditionne les communautés de plantes et les animaux dans les entrées, incluant ceux des zones obscures. Une grotte peut être subdivisée en trois secteurs :

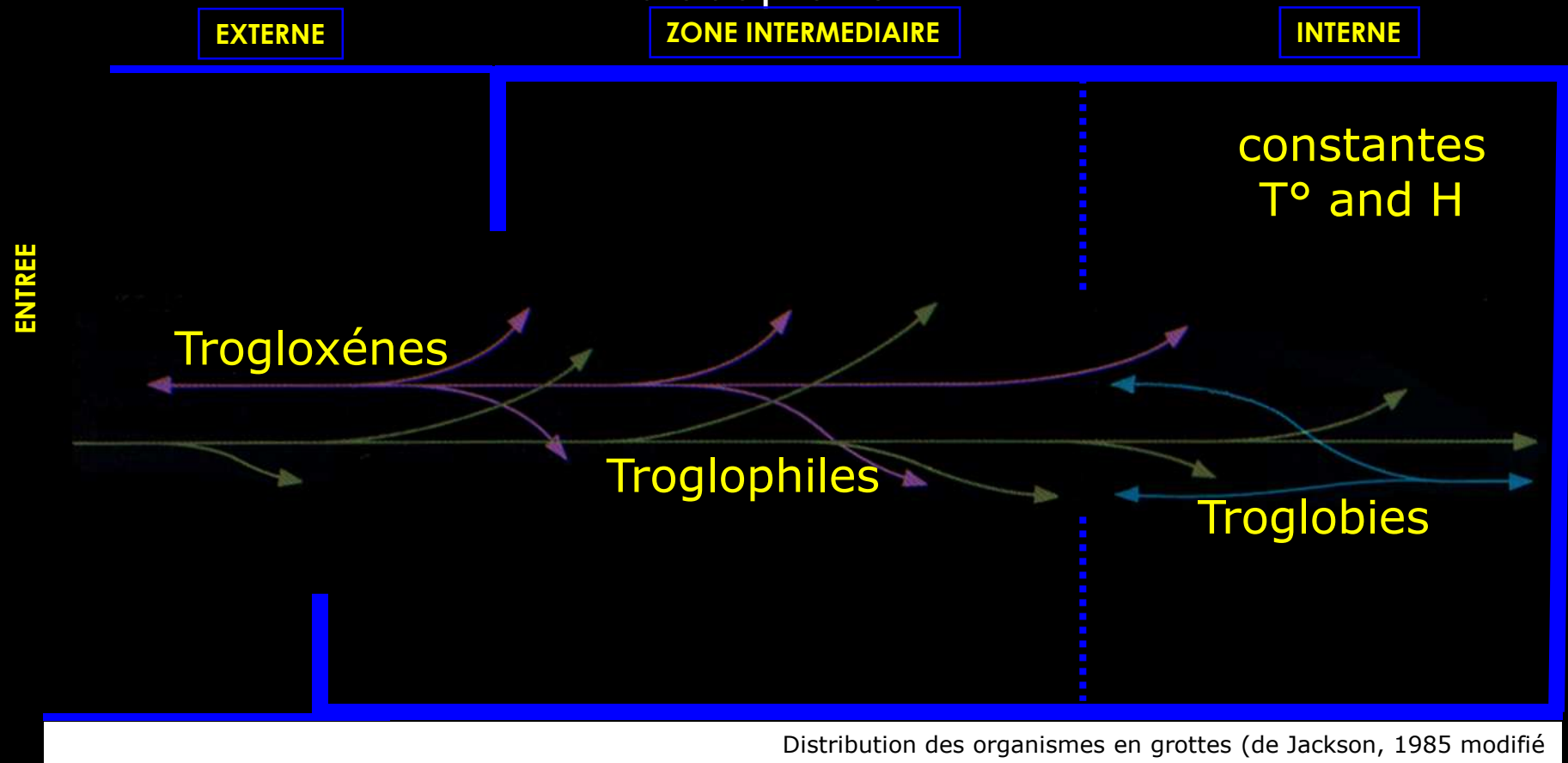
1. lumineux
2. sublumineux
3. interne





# ENVIRONNEMENT SOUTERRAIN - Organismes

Les *Phyla* et les *classes* garantissent aussi la diversité biologique dans un environnement extrême. Les organismes sont classés en *Trogloxènes*, *Troglophiles* et *Troglobies* en lien avec leur degré d'adaptation.



# LES ORGANISMES des GROTTES – Plantes

Parmi les *Phyla* dans le règne des plantes, trois sont présents dans les grottes. Seuls les **Champignons** peuvent être trouvés dans la zone obscure.



Casteltendine cave, Toscane, Italie (photo F. Serena)

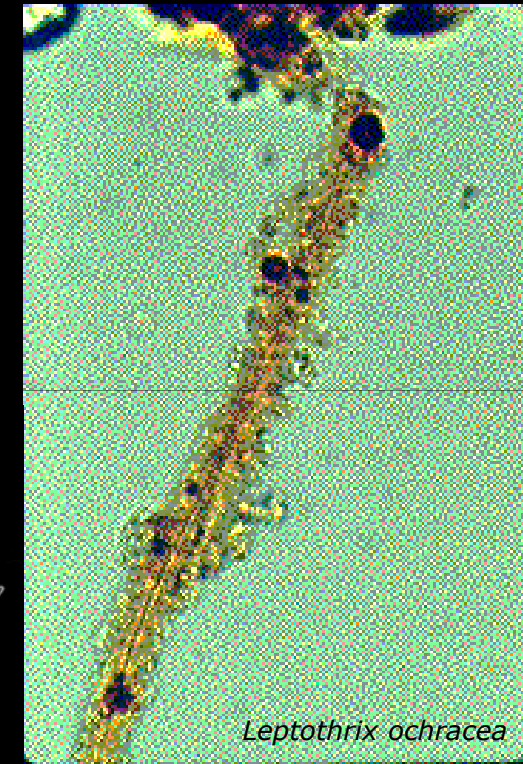
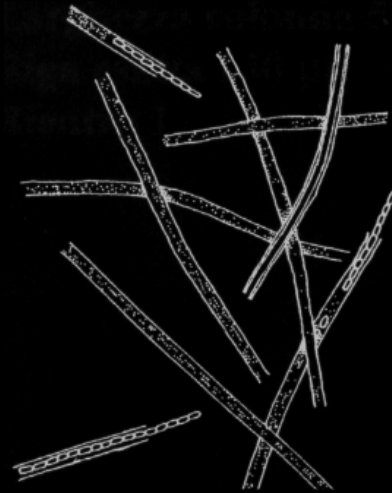
PHYLUM	DIVISION	CLASSE
Schizophyta	Bacteriophyta	
Protophyta	Cyanophyta	Cyanophyceae
	Rhodophyta	Rhodophyceae
	Myxophyta	
	Fungi	Ascomycetes Ficomycetes Basidiomycetes
	Lichens	
Euphyta	Chlorophyta	Chlorophyceae
	Briophyta	Hepatica Mosses
	Pteridophyta	Ferns
	Spermatophyta	

# LES PLANTES des GROTTES - Schizophyta

Ce Phylum est composé d'organismes unicellulaires, sans nucleus réel. Ils se multiplient par division directe produisant de longues cellules permanentes appelées **spores**.

## Bacteriophyta

Elles ont des cellules nues ou ciliées ou des cellules formant des groupes. Elles peuvent prendre des formes variées (sphères, bâtons, virgules, sacs etc...). Le corps est constitué d'une hémicellulose. Ils se multiplient par division ou par des spores.



*Leptothrix ochracea*

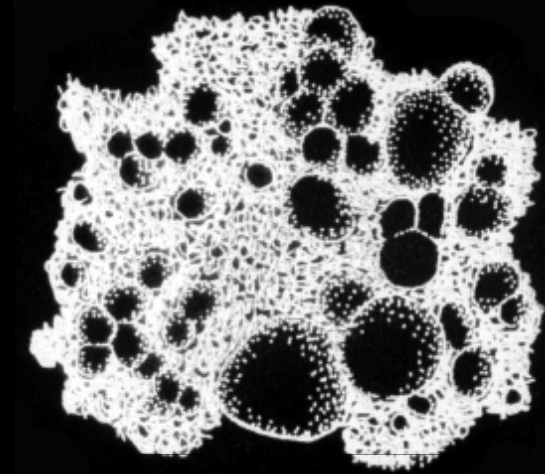


# LES PLANTES des GROTTES - Protophyta

Organismes pluricellulaires avec un nucleus différencié se reproduisant sexuellement. Ils ont évolués en chloroplasts, et ont aussi un thalle.

## Cyanophyta

C'est une algue bleue. Chlorophylle et Phycocyanin déterminent la couleur vert-bleutée. Elles sont rarement hétérotrophiques, certaines sont capables de fixer le nitrogène de l'atmosphère. Elles se reproduisent par division.



*Nostoc sphaericum*



*Oscillatoria* sp



# LES PLANTES des GROTTES - Protophyta

## Rhodophyta

Elles ont une couleur rouge, dérivant de phycoérythrine et phycocyanin dans le trophoblaste lequel masque le vert de la chlorophylle. Le Cycle de reproduction comprend trois générations: gamétophyte, sporophyte et carposporophyte.



*H. rivularis*



*Hildebrandia rivularis*

Casteltendine cave Toscane, Italie (photo F. Serena)

# LES PLANTES des GROTTES - Protophyta

## Champignons

Les unités structurelles sont les "hyphes", des cellules spéciales qui forment de longs fils avec la double fonction de conduits et de protection. Ils ont une reproduction sexuée et une asexuée. Les champignons peuvent être saprophytes et parasites. Des cinq Phyla de champignons, les plus représentatifs de la "flore" des grottes sont les **Ascomycètes** (Laboulbeniali).



# LES PLANTES des GROTTES - Lichens

C'est le résultat d'une symbiose d'un champignon et d'une algue. La phase d'algue est composée de **Chlorophycée** et **Cyanophycée**, tandis que le champignon est un **Ascomycètes**. La reproduction est double végétative et sexuelle. Le champignon apporte eau et sels minéraux et l'algue les carbohydrates. En fait, c'est comme si l'algue était prisonnière du champignon.



Lichen crusts

Casteltendine cave Toscane, Italie (photo F. Serena)



# LES PLANTES des GROTTES - Euphyta

Ce Phylum est le principal règne, pour la variété et le nombre des espèces. Ils ont aussi le degré maximum de spécialisation. Les **chloroplastes** contiennent des graines, absentes dans les autres groupes, de la chlorophylle **a** et **b** et d'autres pigments.

## Chlorophycées

Ils ont des chloroplastes verts et de différentes formes. Leur reproduction n'est pas sexuée et arrive par division du thalles.





# LES PLANTES des GROTTES - Euphyta

## Bryophytes

Elles ont une structure diversifiée. La reproduction prévoit l'alternance des générations. Elles comprennent les **Hépatiques**, avec des formes souterraines composées d'un mince fil vert lumineux qui colle au sol et les **Mossies**, avec un très haut niveau d'adaptation. Bien qu'elles n'aient pas de racine, elles peuvent toutefois conserver une grande quantité d'eau.



*Fissidens bryoide*



Hépatique  
*Mannia triandra*

Casteltendine cave, Toscane, Italie (photo F. Serena)



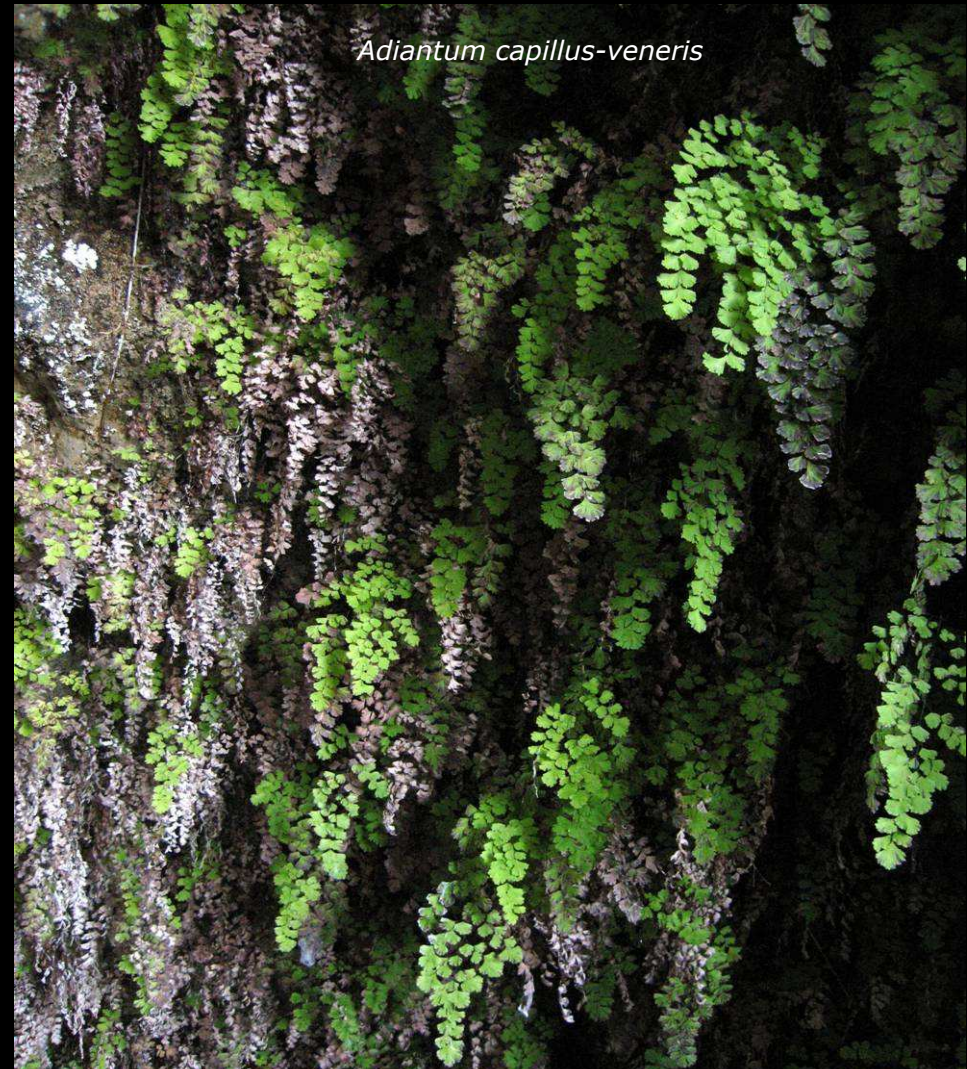
# LES PLANTES des GROTTES - Euphyta

## Ptéridophytes

Avec ces plantes nous passons au groupe des cormophytes ; bien que la fleur ne soit pas développée, le tissu vasculaire est très bien développé. Les **Ferns** sont souvent largement présents dans les entrées de grottes.



*Phyllitis scolopendrium*



*Adiantum capillus-veneris*

Casteltendine cave, Toscane, Italie (photo F. Serena)



# LES PLANTES des GROTTES - Euphyta

## Spermatophytes

Ce sont des plantes produisant des fleurs, capable de produire des graines responsables de leur reproduction. Le degré maximum d'évolution du règne des plantes est atteint. C'est une alternance de génération.



*Saxifraga rotundifolia*



Geraniaceae  
*Geranium robertianum*

Casteltendine cave, Toscane, Italie (photo F. Serena)



# ORGANISMES des GROTTES – Animaux

Parmi les animaux vivant en grottes les phytophages sont absents. Les **Animaux les plus représentés**, en accord avec le classement, sont :

Protozoaires  
 Planaires  
 Annélides  
 Mollusques  
 Arthropodes  
 Vertébrés

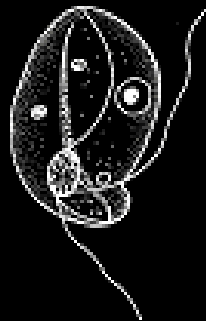
Les exemples les plus communs sont montrés ici.

PHYLUM	CLASSE
PROTOZOI	Ciliati
PORIFERI	Demosponge
CNIDARI	Idrozoi
PLATELMINTI	Turbellari Trematodi Cestodi
NEMERTINI	
ROTIFERI	
GASTROTRICHI	
TARDIGRADA	
NEMATODI	
ANELLIDI	Policheti Oligocheti Irudinei
MOLLUSCHI	Gasteropodi Bivalvi
ONICOFORI	
ARTROPODI	Aracnidi Crostacei Insetti Diplopodi Sinfilii Chilopodi
CORDATI	Pesci Anfibi Rettili Uccelli Mammiferi



# ORGANISMES des GROTTES– PROTOZOAIRES CILIES

Ce sont des organismes unicellulaires, commensal, symbionte, solitaire, en colonie et parasites . Ils peuvent être auto trophiques et hétéro trophiques. La reproduction est sexuée. La locomotion est obtenue par une flagelle, pseudopode ou cil.



# ORGANISMES des GROTTEs – PLANAIRES

Ce sont des animaux plats et non-segmentés. Ils manquent à la fois d'appareil respiratoire et circulatoire, le système nerveux est extrêmement simple avec une paire de noyaux dans la tête. Les organes sensorielles sont composés de papilles et d'ocelles. Ils sont presque tous hermaphrodites.

Il y a trois principales classes en grottes:  
**Trématode** et **Cestode** (parasites); **Turbellarié** avec plusieurs formes troglobies.



# ORGANISMES des GROTTEs – ANNELIDES

Ils ont une symétrie bilatérale et une structure segmentée sauf pour la tête, où se trouve le cerveau, et l'autre côté où se trouve l'anus. Ils ont une respiration par la peau. La reproduction est double : sexuée et asexuée, mais ils peuvent être aussi hermaphrodites.

Ils sont divisés en trois classes: **Polychètes**, **Oligochètes** et **Hirudines**. Ils sont souvent nécrophages. Les vers vivent dans des terrains meubles ou dans le guano de chauves-souris. Ils peuvent être complètement sans couleur et peuvent être aussi totalement aveugles. structure



# ORGANISMES des GROTTES – MOLLUSQUES Gastéropodes

La classe des **Mollusques**, a une adaptation des plus réussies. En général, pendant le processus d'évolution, les **Gastropodes** subissent une torsion du corps comme adaptation larvaire pour survivre. Dans les grottes ils ont changé leurs habitudes alimentaires en devenant carnivores.



*Oxychilus draparnaudi*

Frate cave, Toscane, Italie (photo F. Serena)





# ORGANISMES des GROTTES- ARTHROPODES

## Arachnides

La classe des **Arachnides** est la plus importante des Chélicérates. Ils ont des chélicères ou des pinces ; la respiration peut se faire avec des poumons ou avec des trachées ; ils tissent une toile pour capturer leurs proies, ils ont des crochets venimeux pour les tuer, comme les **scorpions**.

Les quatre plus importants en grottes sont :  
**Araignées, Acariens, Opilions**  
et **Pseudo scorpions**.



# ORGANISMES des GROTTES – ARTHROPODES

## Arachnides

### Pseudo scorpions

Ils ressemblent beaucoup aux scorpions, mais ont un nombre de segments abdominaux différents et n'ont pas de queue avec aiguillon. Il y a beaucoup d'espèces qui vivent en grottes, et beaucoup d'entre elles ont perdu leur pigments et sont aveugles.



# ORGANISMES des GROTTES – ARTHROPODES

## Arachnides

### Araignées

C'est l'ordre le plus important et il se caractérise par la production de soies par des glandes placées sur l'abdomen. L'abdomen est relié au céphalothorax (prosoma) par un pédicule. Les araignées ont une très large distribution.

*Nesticus morisii*



Vernante fort undergrounds, Piedmont, Italie (photo E. Lana)



# ORGANISMES des GROTTES- ARTHROPODES

## Arachnides

### Opilions

Ces Arachnides ont de très longues pattes, le prosoma est articulé avec l'abdomen, lequel est segmenté. Au contraire des autres Arachnides elles sont omnivores. La respiration se fait au moyen de trachées. Les Femelles ont un ovipositeur.



*Holoscotolemon oreophilum*

Partigiani cave, Piedmont, Italie (photo E. Lana)

# ORGANISMES des GROTTES – ARTHROPODES

## Arachnides

### Acariens

Cet ordre contient les **acariformes** et les **tiques** et c'est un des plus largement répandu du règne animal. C'est un groupe variable avec de grandes modifications dans les formes entre les espèces. Ils n'ont pas de segments abdominaux, l'animal est complètement inclus dans le céphalothorax ; ils n'ont pas souvent d'yeux.



# ORGANISMES des GROTTES- ARTHROPODES

## Crustacés

Les Crustacés ont des mandibules et sont les seuls animaux cavernicoles à respirer avec des branchies. Leur corps est composé de quatre parties: **tête**, **thorax**, **abdomen** et une région terminale (**telson**). Le tégument (carapace) est rigide. Généralement mâle et femelle sont différents. Les **Isopodes** n'ont pas de carapace, ils sont omnivores ou parasites. Après la copulation normalement les œufs sont encapsulés.



# ORGANISMES des GROTTES – ARTHROPODES Crustacés

## Amphipodes

Ils ont un corps resserré latéralement, les pattes sont utilisés pour nager et aussi pour respirer. Ils se nourrissent d'animaux morts. Les yeux peuvent être complètement absents, comme dans le genre *Niphargus*. Les sexes sont distincts et la fécondation est externe. Les œufs ne sont pas incubés.



# ORGANISMES des GROTTES- ARTHROPODES

## Insectes

### Collemboles

Ce sont de petits insectes avec un organe qui leur permet de sauter (furca). Les yeux peuvent manquer. Ils peuvent être aquatiques ou terrestres. Ils ont un rôle important dans l'écologie souterraine, ils sont la proie de plusieurs carabidés Coléoptères.



*Deuteraphorura banii*

Cinque Laghi cave, Marche, Italie (photo M. Bani)





# ORGANISMES des GROTTES- ARTHROPODES

## Insectes

### Orthoptères

Ils ont généralement une grande tête et de très robustes mandibules. Leurs yeux sont composés, et beaucoup ont la partie fémorale des pattes arrières agrandie pour sauter. La Métamorphose est graduée. Ils sont omnivores, avec des yeux normaux ou réduits et ont des antennes extrêmement longues.



# ORGANISMES des GROTTES- ARTHROPODES

## Insectes

L'ordre des **Coléoptères** est, parmi les Insectes, le plus grand avec plus de 300 000 espèces. Ils ont généralement un corps dur avec de fortes mandibules ; les adultes ont une paire d'ailes, les antérieures (élytres) ont une fonction de protection. La métamorphose est complète. Les formes strictement inféodées aux grottes sont prédateurs d'autres animaux.

Les familles représentées en grottes sont :

**Tréchinés, Dytiscidé, Catopidés,**  
**Staphylinidés et Carabidés,**  
excellents prédateurs.



Tesulali shaft, Sardaigne Italie (photo E. Lana)

# ORGANISMES des GROTTES – ARTHROPODES

## Insectes

**Les Trichoptères** habitent seulement les zones d'entrée des grottes où généralement elles copulent. Elles ont un corps doux avec une paire d'ailes poilues. L'appareil buccal masticatoire n'est pas très bien développé et ne semble pas adapté pour une vie en grotte.

*Micropterna fissa*



Cinque Laghi cave, Marche, Italie (photo M. Bani)



# ORGANISMES des GROTTES- ARTHROPODES

## Insectes

**Les Lépidoptères** ont un corps doux et des ailes couvertes d'écailles. L'appareil buccal est modifié dans une trompe enroulée en spirale (spirotrompe), les yeux sont grands et composés, la métamorphose est complète.



*Scoliopterix libatrix*

Tana che Urla cave, Toscane, Italie (photo F. Serena)



# ORGANISMES des GROTTES – ARTHROPODES

## Insectes

Parmi les **Diptères** il y a beaucoup d'espèces avec ou sans ailes qui peuvent être considérés comme des reliques ; certains passent leur vie et tous les cycles dans la grotte. Ils ont les ailes antérieures qui sont réellement fonctionnelles, pendant que les autres ailes ont seulement une fonction de balancier.



# ORGANISMES des GROTTES- ARTHROPODES

## Diplopoles

Ils sont aussi appelés "millepattes", et ont des doubles segments (avec deux paires de pattes) le long de leur corps. Ils évoluent doucement sur les surfaces. Les espèces cavernicoles ont modifié leur régime de végétarien en carnivore, se nourrissant d'insectes blessés ou morts et de petits escargots. Les sexes sont distincts et ils copulent.



# ORGANISMES des GROTTES- ARTHROPODES

## Chilopodes

Aussi connu comme "cent pieds". Ils ont un corps massifs et plats avec des pattes plus ou moins longues. Ils sont prédateurs se nourrissant de petits insectes. La proie est capturée avec les crochets, appendices venimeux en forme de griffes. La respiration se fait par des trachées, les sexes sont distincts mais il n'y a pas de copulation. Les espèces vivant en grotte sont dépigmentées et ont une anophtalmie.



*Lithobius scotophilus*

Bossea cave, Piedmont, Italie (photo E. Lana)



# ORGANISMES des GROTTES- VERTEBRES

## Poissons

**Les Poissons**, ensemble avec les amphibiens, sont les seuls vertébrés aquatiques qui ont des adaptations à la vie souterraine. Ils sont dépigmentés et montrent une réduction des yeux jusqu'à leur absence complète. Leur nourriture se compose de petits crustacés; quelques espèces sont détritivores. Ils ont des sexes distincts. Ils sont principalement trouvés en pays tropicaux et subtropicaux.





# ORGANISMES des GROTTES- VERTEBRES

## Amphibiens

Les **Amphibiens** respirent avec des branchies et des poumons, mais aussi avec leur peau. Les sexes sont distincts et leur fécondation peut être interne ou externe; Ils déposent les oeufs en masse ou en rangées. Le premier stade de la métamorphose est le **têtard**. Des trois ordres (Apode, Urodèle et Anoure), seulement **Urodèle** a de véritables espèces cavernicoles, comme le **Protée** et l'**Axolotl** du Texas.



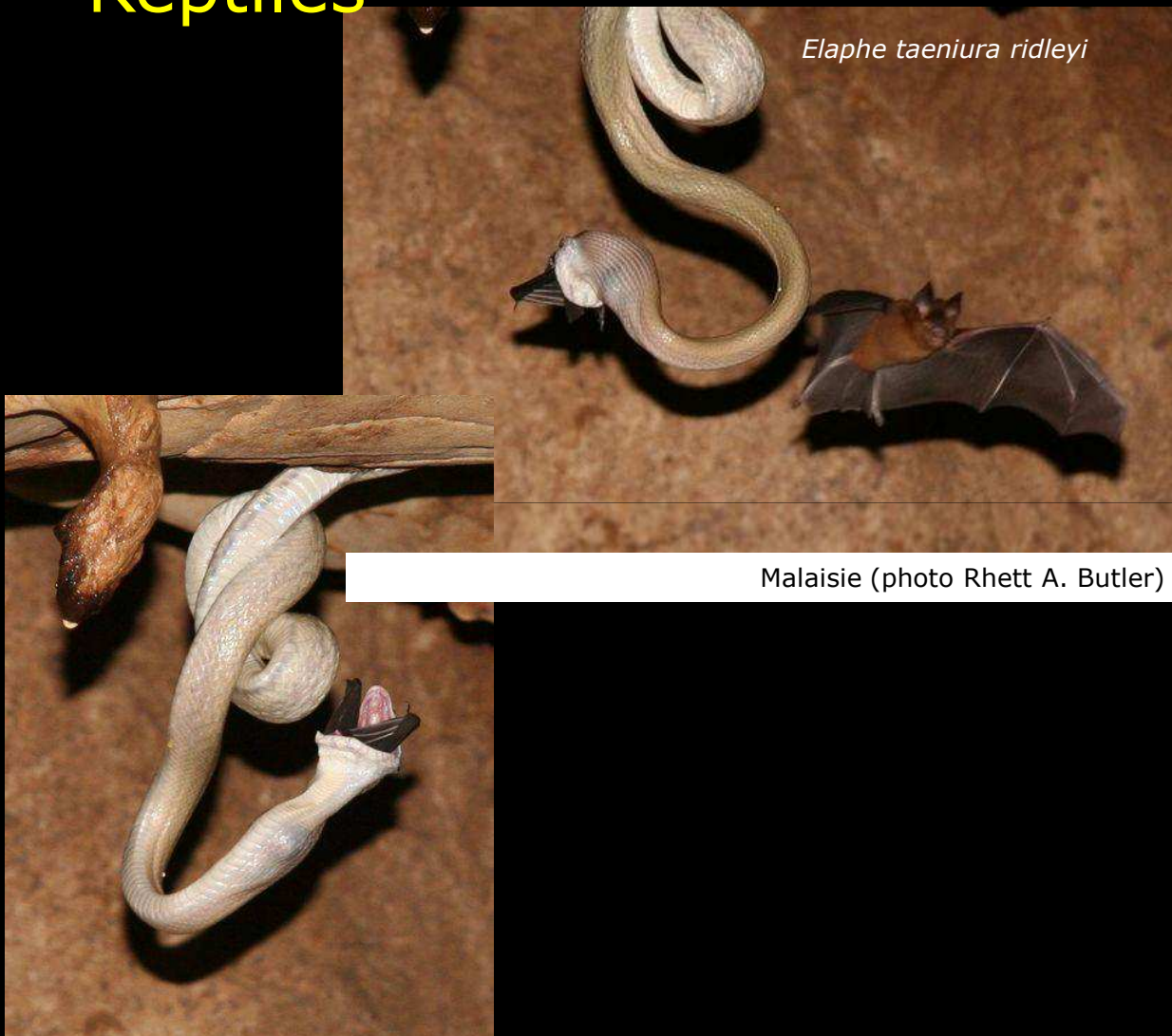
Anura  
*Rana italica*

Frate cave, Toscane, Italie (photo F. Serena)

# ORGANISMES des GROTTES- VERTEBRES

## Reptiles

Ils ont une fécondation interne et produisent des œufs avec une coquille calcaire. La famille des Colubridés (genre *Elaphe*), présente une couleur claire en lien avec les animaux vivant sous la lumière du soleil. Ils chassent les chauves-souris et les oiseaux. Ils sont troglophiles présents en Asie tropicale et en Malaisie.



# ORGANISMES des GROTTES- VERTEBRES

## Oiseaux

Ils ont modifié la coloration intérieure des ailes et les plumes offrent un dégradé qui couvre le corps entier. Le squelette est léger pour améliorer le vol. La respiration se fait par les poumons. Dans la trachée il y a un organe (**syringe**) pour le chant. Les sexes sont distincts et ils produisent des œufs incubés dans le nid.

Six groupes d'oiseaux sont connus pour avoir des espèces cavernicoles : seulement d'eux d'entre elles (**Guacharo** d'Amérique du Sud et les **Hirondelles** d'Asie tropicale) utilisent l'**écholocation** pour la capture des proies et pour voler dans le noir.



# ORGANISMES des GROTTES- VERTEBRES

## Mammifères

Les **Chiroptères** sont les seuls mammifères à pouvoir voler et émettre des ultrasons. Ils hibernent en hiver. Ils ont différents régimes alimentaires (insectivore ou frugivore, etc.) La fécondation est interne et souvent mâle et femelle se distinguent facilement. Ils sont vivipares et donnent des "**soins parentaux**".

L'ordre des chiroptères est divisés en deux sous-ordres : **Mégachiroptères**, tous extra-Européen, et **Microchiroptères** occupant le monde entier.

*Miniopterus schreibersi*



Spipola cave, Bologne, Italie (photo D. Bianco)



# EVOLUTION des ORGANISMES CAVERNICOLES

Dans les années 30-40, en Amérique (Banta, Eingenmann) comme en Europe (spécialement Jeannel), un **concept néo lamarckien** était généralement diffusé et la théorie de Darwin sur la sélection naturelle après quelques difficultés a été adoptée. Premièrement avec Vandel, qui considéra la théorie orthogénétique, selon laquelle les organismes cavernicoles sont des fossiles vivants, et plus tard avec Barr, qui suivait les concepts contemporains évolutionnistes de E. Mayr (1963), la **théorie Néo Darwinienne** était finalement acceptée.



Peinture de Jean-Baptiste de Monet  
Chevalier de Lamarck, 1802-03

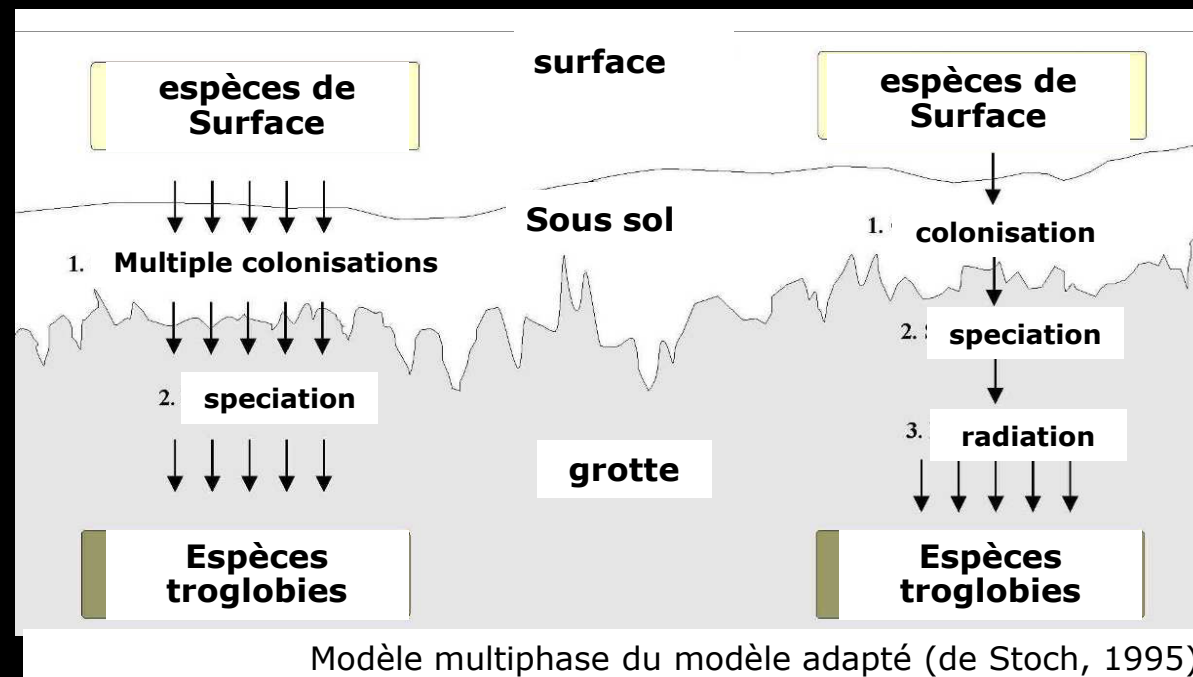


# COLONISATION ET ADAPTATION

Stoch a élaboré un modèle multi phase pour clarifier l'origine des troglobies appelé "**adaptive zone model**" qui explique aussi la diversification des environnements souterrains.

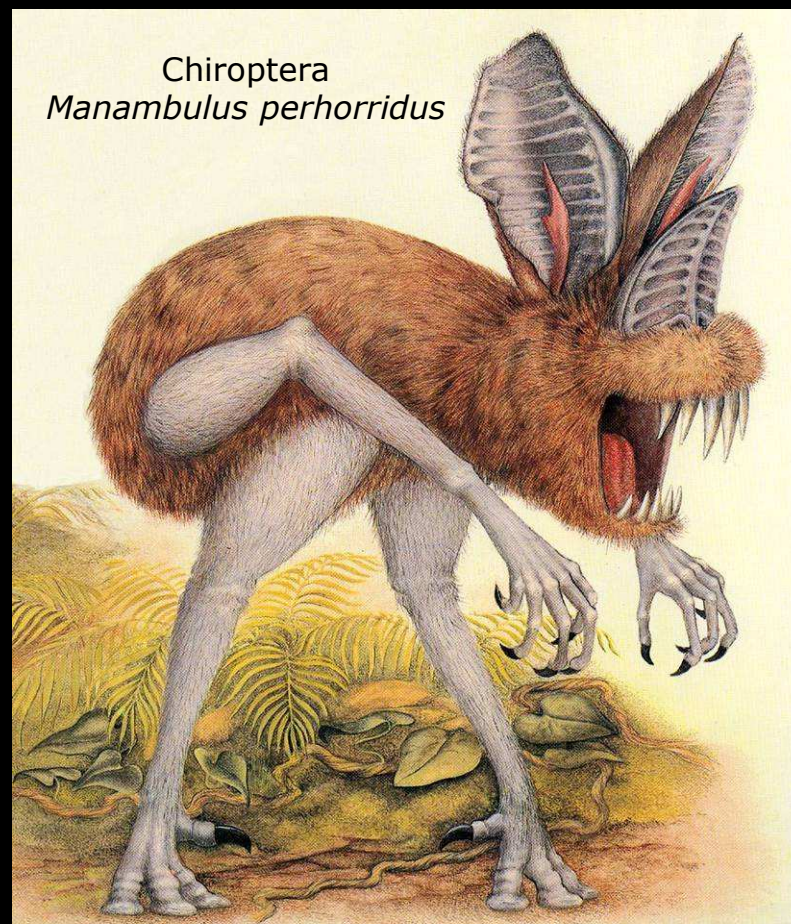
Les organismes Pré-adaptés peuvent coloniser l'environnement hypogée accidentellement et alors subir le phénomène de spéciation, suivant deux modalités distinctes :

- a) Colonisation – spéciation – radiation;
- b) multiple colonisations – spéciation.



# COLONISATION ET ADAPTATION

La colonisation d'une grotte est un phénomène **primaire** quand une espèce vient dans un espace où elle n'était jamais venue avant ; c'est **secondaire** quand l'espèce colonise encore. Ce peut être **actif**, si l'organisme atteint la grotte de lui-même; **passif** quand il est apporté là. La colonisation et l'origine des troglobies ont deux phases distinctes et successives. La **préadaptation** à la vie hypogée est le facteur clé.



Chiroptera  
*Manambulus perhorridus*

Depuis 50 millions d'années l'évolution et l'adaptation des organismes conduiront à de bizarres solutions. Douglas Dixon (1981) interpréta ce phénomène dans son "After Man, a zoology of the future". Des chauves-souris deviendraient des prédateurs nocturnes colonisant des forêts et perdant leur vue



# ADAPTATIONS - Généralités

Le développement et l'adaptation des structures et fonctions biologiques, la modification ou la disparition d'autres, ont permis à des organismes de vivre dans des environnements avec des conditions climatiques et écologiques très spéciales, telles que les grottes.

Ces adaptations concernent essentiellement :

- La **forme** du corps ;
- le développement ou la disparition d'**organes sensoriels**
- Les procédures d'**inter-actions** entre les organismes ;
- les temps de **développement** et le **métabolisme** ;
- **l'alimentation** ;
- **l'empreinte génétique**.



*Patriziella sardoa*



# ADAPTATIONS – Forme du corps



*Parabathyscia  
ligustica*



*Lessiniella  
berica*



*Cansiliella  
montisceseni*

Un progressif **allongement du corps** est clairement visible, ainsi que les pattes et les appendices chez les Coléoptères cholévidés avec un différent degré d'affinité à la vie souterraine.



# ADAPTATIONS – Organes Sensoriels

Avoir des yeux est inutile dans un environnement sombre. Chez certains genres d'araignées, les **yeux disparaissent complètement**.



*Trogliphantes lessinensis*



*Trogliphantes exul*

Trovai cave (157 V/VR), Veneto, Italie(photo F. Ballarin) Brentani quarry (artificial V/VR), Veneto, Italie (photo F. Ballarin)



# ADAPTATIONS – Organes Sensoriels

Le développement ou la disparition des **organes sensoriels** comme l'allongement des antennes, ou des pattes ou d'autres appendices, aident à percevoir le monde ambiant, spécialement sans les yeux. Par exemple les **antennes extrêmement bien développées** des sauterelles cavernicoles



Orthoptera  
*Diestrammena* sp.

Xi Xian Cave, Guizhou, Chine (photo L. Latella)



# ADAPTATIONS – Organes Sensoriels

Dans un environnement complètement obscur il peut être dangereux de voler si l'on n'a pas une bonne vue ; il est préférable de se déplacer avec précaution, **les ailes ne sont plus utiles de toute façon** et peuvent disparaître.



Orthoptera  
*Gryllomorpha dalmatina*

Punta degli Stretti cave, Toscane, Italie (photo M. Rampini)



# ADAPTATIONS – Organes Sensoriels



Di E Cave, Guizhou, Chine (photo L. Latella)

Autre exemple d'allongement du corps c'est le développement des antennes, des pattes et mandibules chez les Coléoptères tréchinés (longues mandibules pour être sûr que les rares proies ne puissent s'échapper).



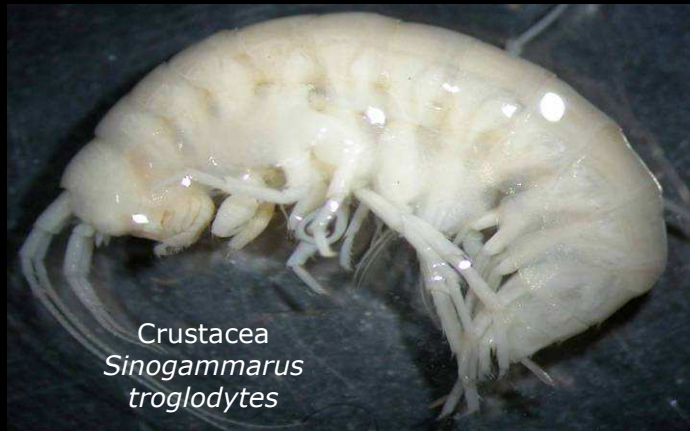
# ADAPTATIONS – Perte des pigments (couleur)

La perte de pigment, des yeux et le développement des antennes chez les crustacés cavernicoles aquatiques (amphipodes) and terrestres (isopodes).



Crustacea  
*Niphargus* sp.

Grave Grubbo, Calabre, Italie(photo L. Latella)



Crustacea  
*Sinogammarus*  
*troglodytes*

Sud Chine (photo L. Latella)



Crustacea Isopoda  
*Androniscus* *dentiger*

(photo G. Comotti)



# ADAPTATIONS – Perte des pigments et des yeux

La couleur n'est pas nécessaire si on ne peut pas nous voir. Chez le protée seuls les jeunes ont des yeux. Les poissons cavernicoles, non présents en Europe, sont un exemple clair d'anophtalmie. La même espèce quand elle vit en grotte est aveugle, pendant que ceux de la même famille, qui vivent en rivières extérieures, ont maintenu leurs yeux.



Poisson  
*Triplophysa* sp.

Xi Xian Cave, Guizhou, Chine (photo F. Rigo)



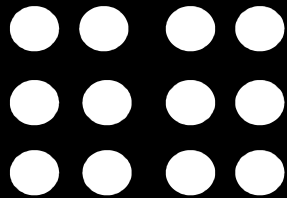
Urodèle  
*Proteo anguinus*

Postumia cave, Slovénie (photo A. Hodalič)



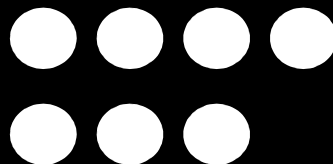
# ADAPTATION – Développement et métabolisme

*Bathysciola* sp. (Latium)  
(photo L. Latella)



Espèces extérieures  
3 stades larvaires  
Grand nombre d'oeufs

*Speonomus* sp. (France  
Pyrénées)



Espèces cavernicoles  
Peu de stades larvaires et d'oeufs

Avec peu de nourriture et des conditions extrêmes c'est préférable d'économiser l'énergie.



Patrizi cave, Latium, Italie (photo L. Latella)





# ADAPTATIONS – Nourriture

Quand la nourriture est rare c'est mieux de manger ce qui vient des environs ; les organismes cavernicoles sont omnivores. Sur la photo un groupe de millepattes se nourrit du cadavre d'une chauve-souris morte.



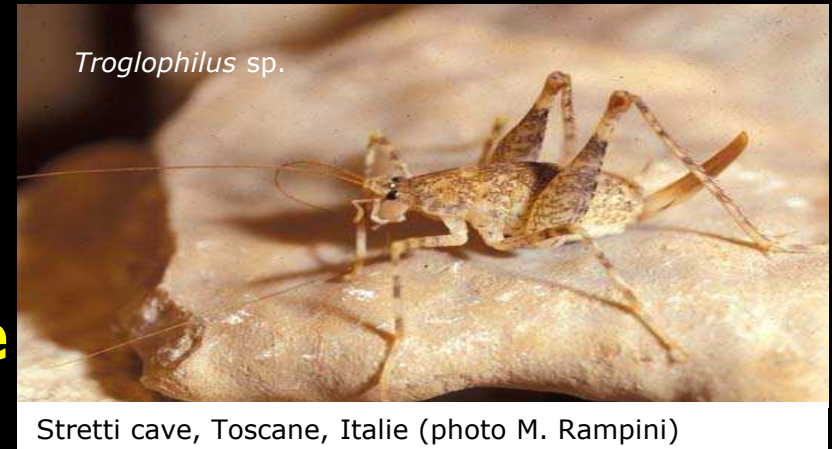
Bai Long Cave, Guangdong, Chine (photo L. Latella)



# ADAPTATIONS – Morphologie, physiologie, éthologie

## Morphologique

- Allongement des pattes et des appendices ;
- Renforcement des organes sensoriels ;
- Régression des yeux, des ailes et de la pigmentation ;
- Augmentation du volume des œufs.



## Physiologique et éthologique

- Ralentissement du métabolisme ;
- Réduction ou perte du rythme nyctéméral ;
- Baisse de la fécondité ;
- Extension de l'étape du développement embryonnaire ;
- Longévité ;
- Tendance à la polyphagie.



# ADAPTATIONS – Population égale

- Augmentation de la variabilité génétique ;
- Distribution spatiale en relation avec l'existence et la stabilité des ressources ;
- Stratégies de reproduction de type "K" (en relation avec la fécondité, longévité *etc...*) ;
- Hétérogénéité de la structure dans les classes des âges.



Poissons dans Xi Xian Cave, Guizhou, Chine (photo L. Latella)



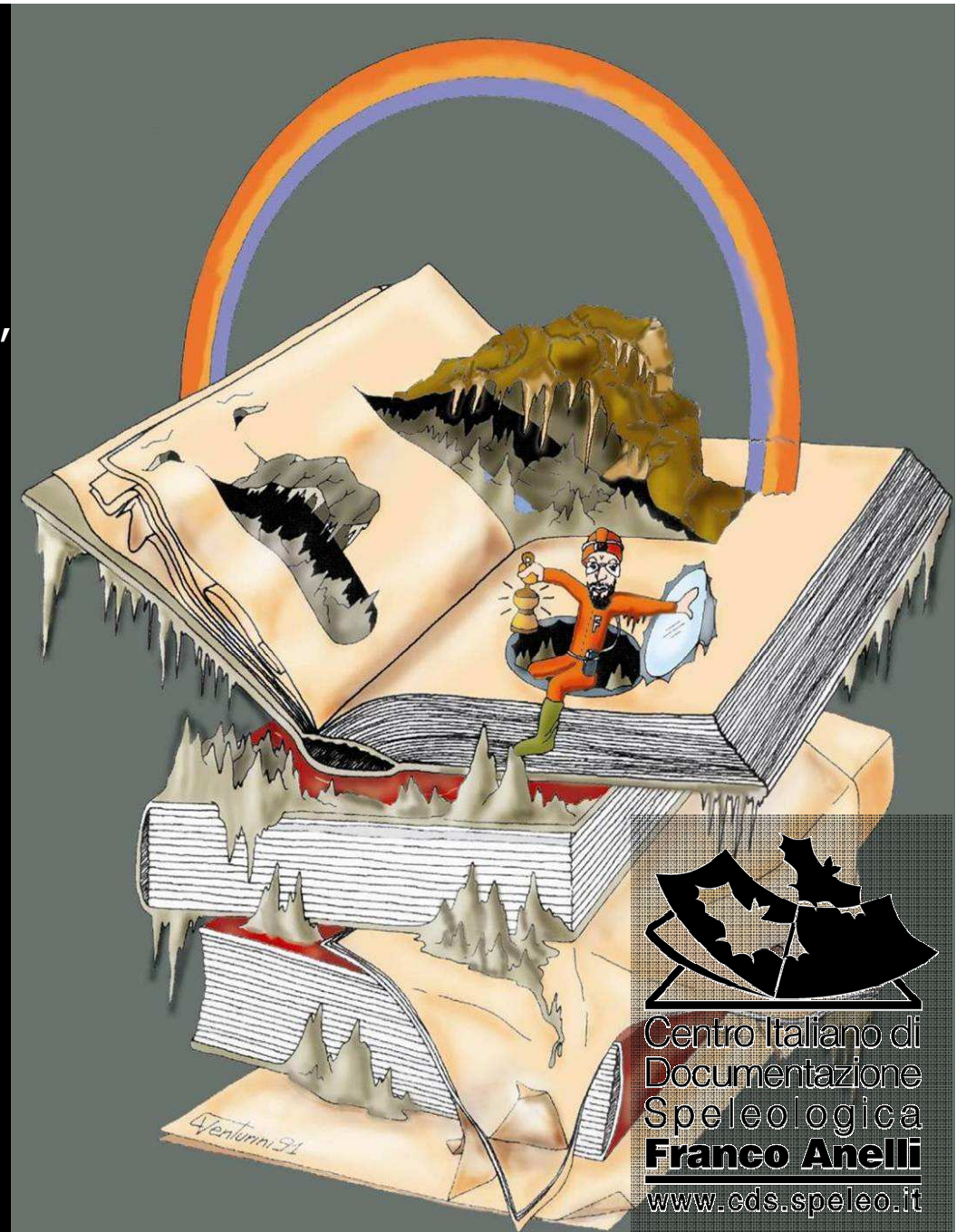
# Pour en SAVOIR PLUS

**COINEAU N. & BOUTIN C.** (1992), *Biological processes in space and time. Colonization, evolution and speciation in interstitial stygobionts*. In: A.I. Camacho, Monografias Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid, 7: 423-451;

**JUBERTHIE C., DECU V.** (eds.) (1994-1998-2001), *Encyclopaedia Biospeologica*. Société de Biospéologie, Moulis (C.N.R.S.), Accademie Roumaine, Tomo I, II, III, Bucarest;

**STOCH F.** (1995), *The ecological and historical determinants of crustacean diversity in groundwaters, or: why are there so many species?* Mémoires de Biospéologie, 22: 139-160;

**VANDEL A.** (1965), *Biospeleology: The Biology of Cavernicolous Animals*. Pergamon Press, Oxford. pp. 524.

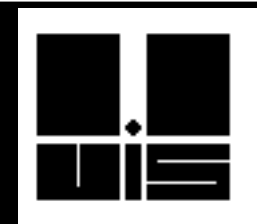


Centro Italiano di  
Documentazione  
Speleologica  
**Franco Anelli**  
[www.cds.speleo.it](http://www.cds.speleo.it)



SOCIETÀ  
SPELEOLOGICA  
ITALIANA

# CREDITS



Cet exposé a été préparé par Fabrizio Serena et Leonardo Latella.  
En collaboration avec Paolo Agnelli, Giuseppe Messana, Mauro Rampini et  
Giuseppe Rivalta.

Traduction de l'anglais en français par Christian Dodelin.

Photographies provenant de Marco Bani, Francesco Ballarin, Roberto Berti,  
Yoan Braud, Rhett A. Butler, G. Comotti, Augustas and Katja Kligys, D.  
Galassi, Arne Hodalič, Enrico Lana, Giuseppe Messana, Mauro Rampini,  
Franco Rigo et Gerad Scholte.

Nous remercions l'institution : Museo di Storia naturale di Verona.

© **Società Speleologica Italiana**

Any part of this presentation may be reproduced at your own responsibility, as long as the contents  
remain unaltered.

If reproducing the presentation (or parts of it) you should acknowledge this project as the source of  
the information.

