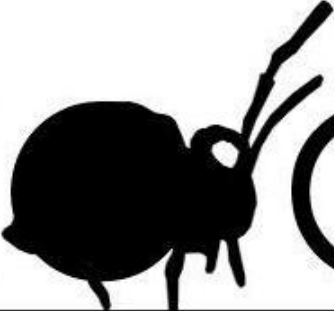


# Ecologie et peuplement du souterrain

Stage biospéléo 12-13 septembre 2020

Marina FERRAND



**BI**  **CAF**

INVENTAIRE BIOSPELEOLOGIQUE DES  
CARRIERES SOUTERRAINES FRANCILIENNES



# I. Classification et typologie des espèces vivant sous terre.

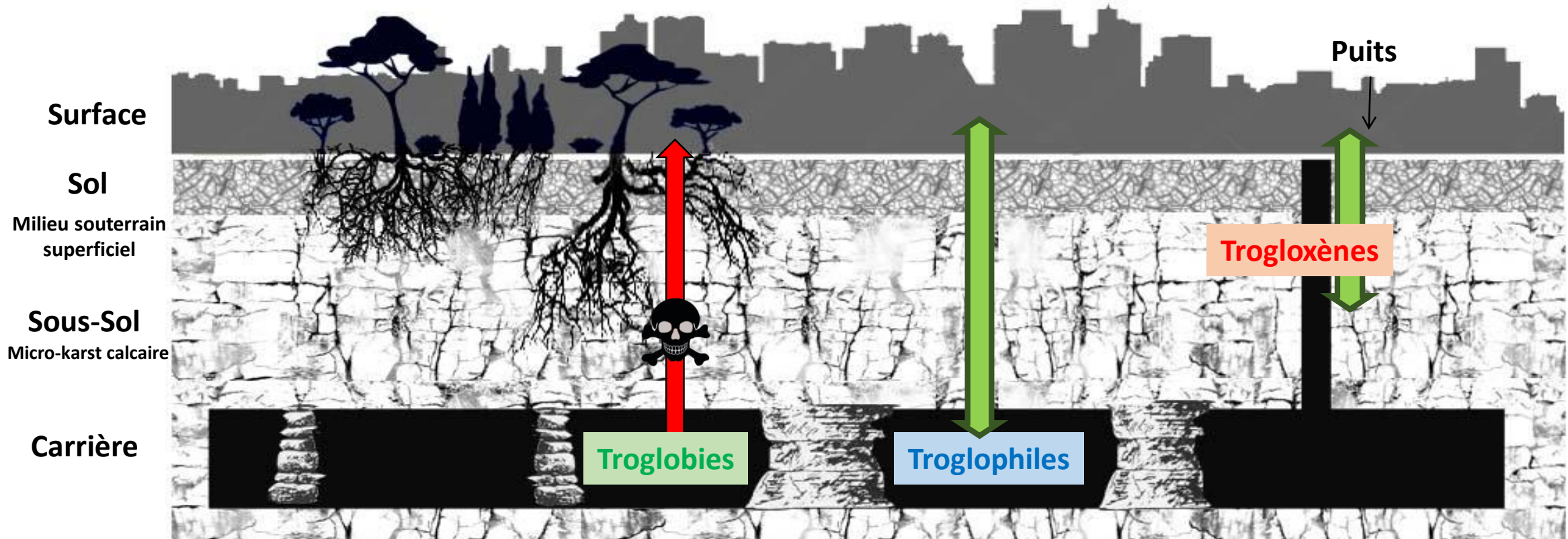
# Typologie Ecologie-Evolution

Classification de  
Schiner - Racovitza  
1907

Exclusifs  
Bq modifications  
morphologiques  
Dans les profondeurs

Électifs  
Qql modifications  
morphologiques

Temporaires  
ou accidentels  
Proche accès





# Aspect Evolution : Le troglomorphisme

**Troglomorphisme** (Christiansen 1962)

**Troglobiornorphie** (Juberthie and Decu 1994, p. 22)

- Appendices, plus allongés, présence de poils ou autres appareils sensoriels (capteurs de vibrations pour repérer les proies).

- L'anophtalmie

- La dépigmentation

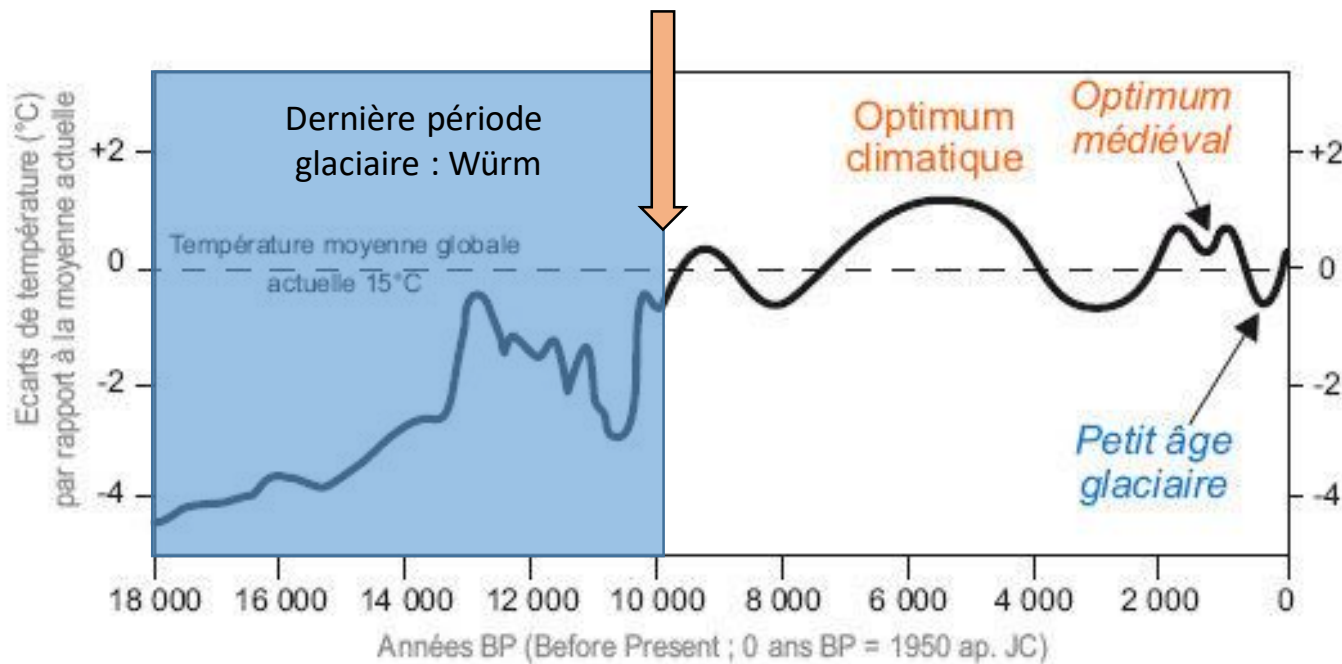
- L'aptèrisme



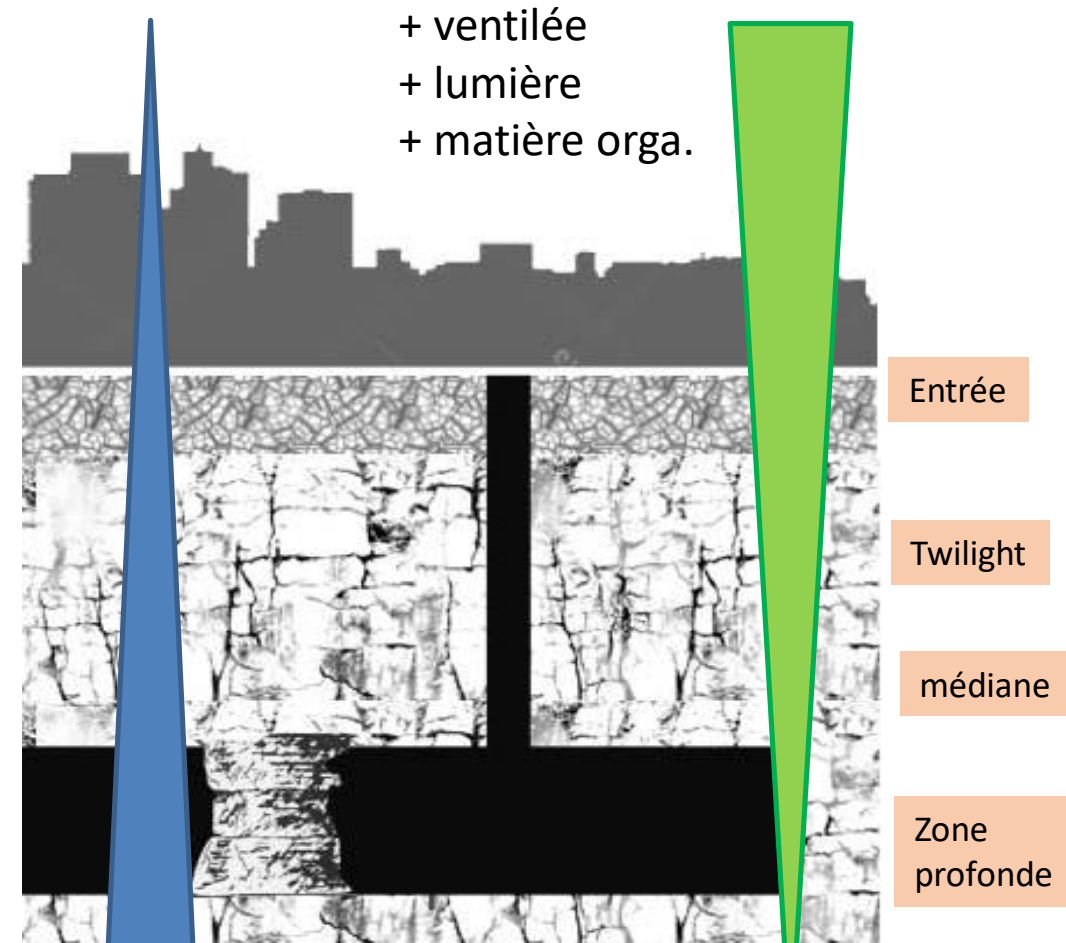
# Caractéristique écologique des souterrains

## Stabilité des conditions.

Karst de décollement de la Seine : depuis **10 000 ans**

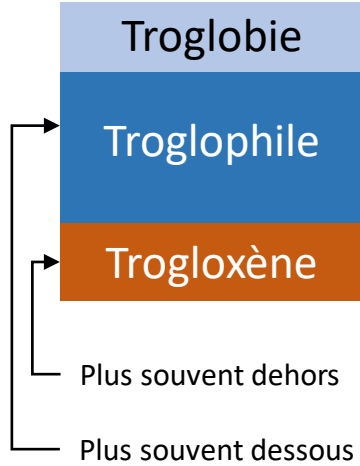


Milieu idéal : pour l'étude de l'évolution  
=> Conditions peu variables

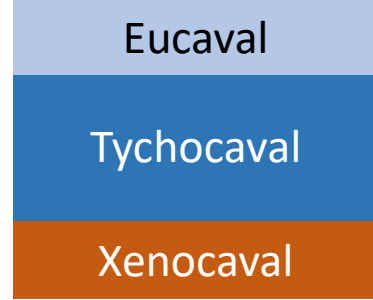


Stabilité T°C	- Apport Trophique	- De vie
Humidité ~100%	- Lumière	- De compétition

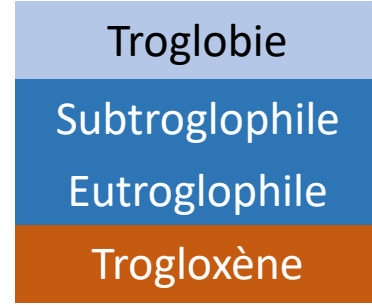
Classification  
**Schiner-Racovitza (1907)**  
Utilisé dans le monde



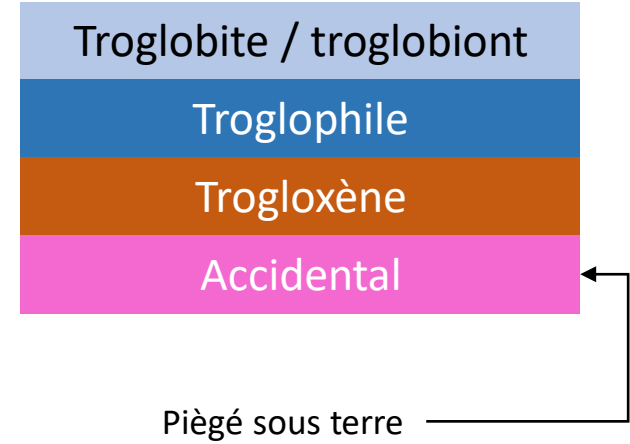
**Hesse (1924)**  
Utilisé en écologie



Classification de **Ruffo (1957)**  
Utilisé chez les biologistes italiens

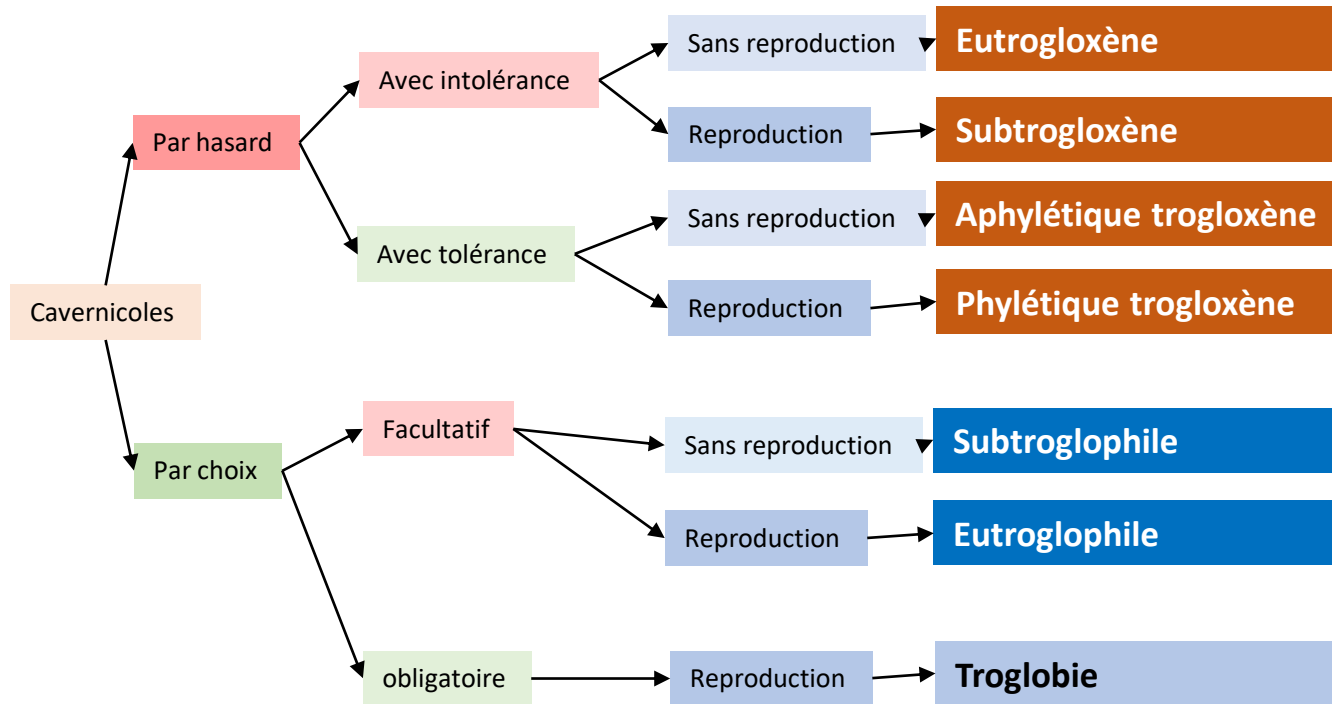


Classification de **Barr**  
Utilisé chez les biologistes US



Besoin de la surface pour une fonction vitale au moins  
Capable de s'établir +/- en permanence sous terre

Classification des biotes  
souterrains par  
Tomaselli et Pavan (1944)







Stygo-

Chapman 1986

Botosaneanu, 1986

Stygobie

Stygophile

Stygoxène



THE STYX—PHLEGYAS

The antique prow goes on its way, dividing / More of the water than 't is wont with others (*Inf.*, VIII, 29, 30).

(C) WahooArt.com

**Mythologie Grec** : Le Styx est un des fleuves qui sépare le monde terrestre des Enfers . Le Styx, se dirigeait au centre du monde souterrain vers un vaste marais.

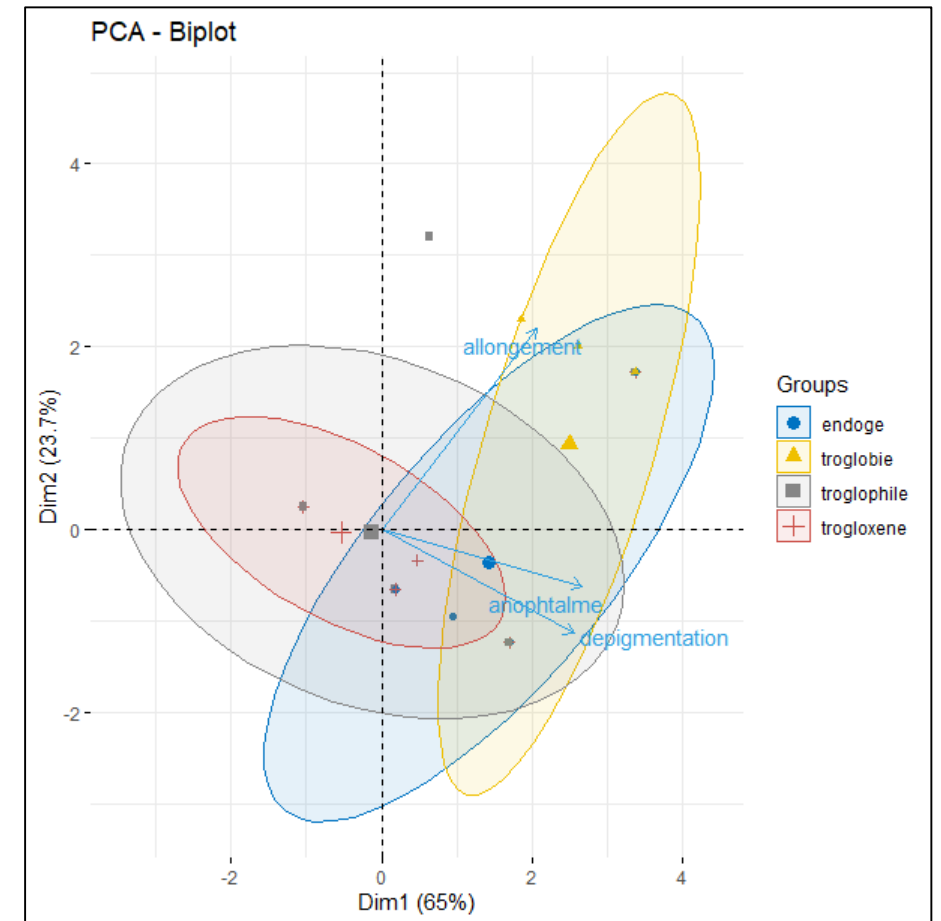
# Les classes Racovitza : Pertinence et ambiguïtés

**Erreur** : croire que le degré de troglomorphisme est proportionnel au degré d'évolution souterraine  
Associée à une idée de l'évolution graduelle avec finalité

- Comment prendre en compte des catégories transitionnelles ?
- **Problème des endogés**  
10 espèces des 300 de *Niphargus* sont épigés, aucune ont d'yeux



## ACP, Paramètres : troglomorphisme



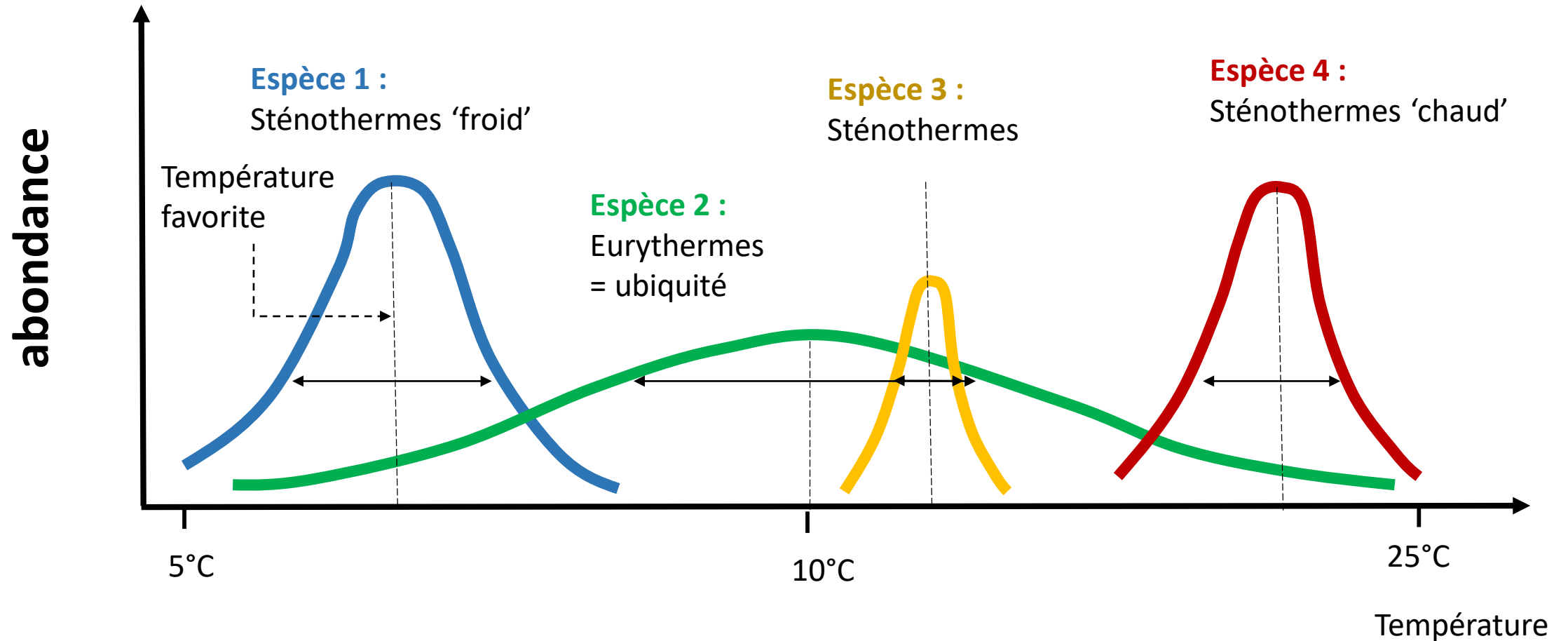


# Valence écologique

Et description de la niche écologique

Espèce sténoïque  
(Sténoéce)

Espèce euryoïque  
(Euryéce)



Etendues des conditions abiotiques

# Classifications : Usine à gaz et Ambiguïtés

## Fréquence d'occupation du souterrain

- Comment estimer cette fréquence ? Certains troglodites y sont toute l'année.
- Installation +/- permanente : 3 semaines, 1 ans, 10ans, 100ans ? À quelle saison ?

Abondance / fréquence >> analyses statistiques

Troglobie : on le retrouve JAMAIS en surface.  
Si prospection insuffisante, ca peut changer à l'avenir. MAJ troglophile

## Aspect variables environnementales :

Proche de la sortie, ou zones profondes ...

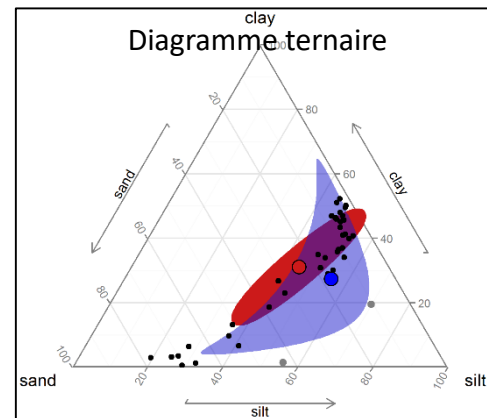
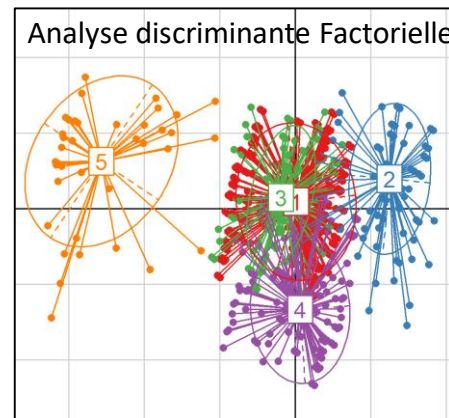
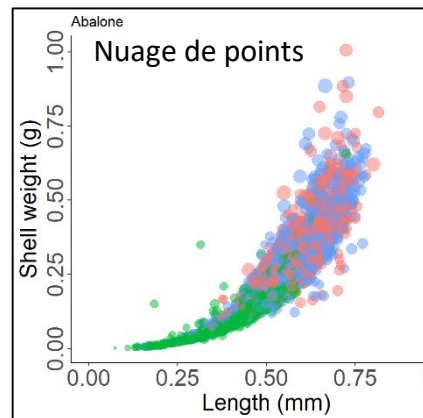
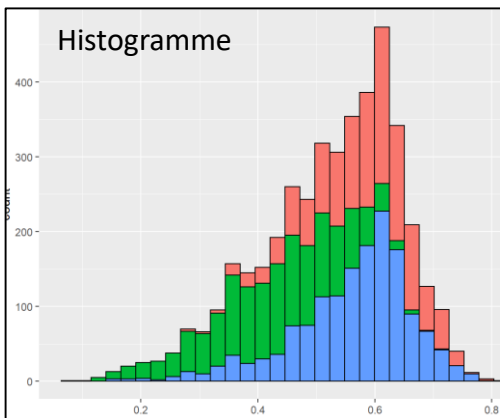
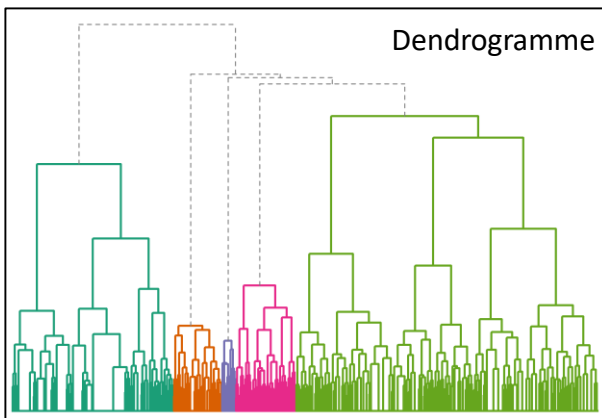
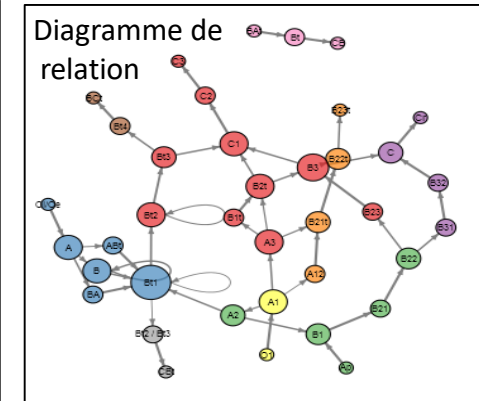
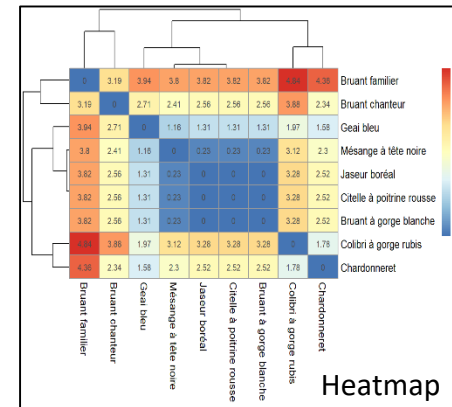
Mesurer distance / profondeur / lumière / T°C / pH / Humidité / conductivité / surface d'échange >> analyses statistiques

## Aspect évolutif :

Caractères troglomorphisme : éviter présence / absence

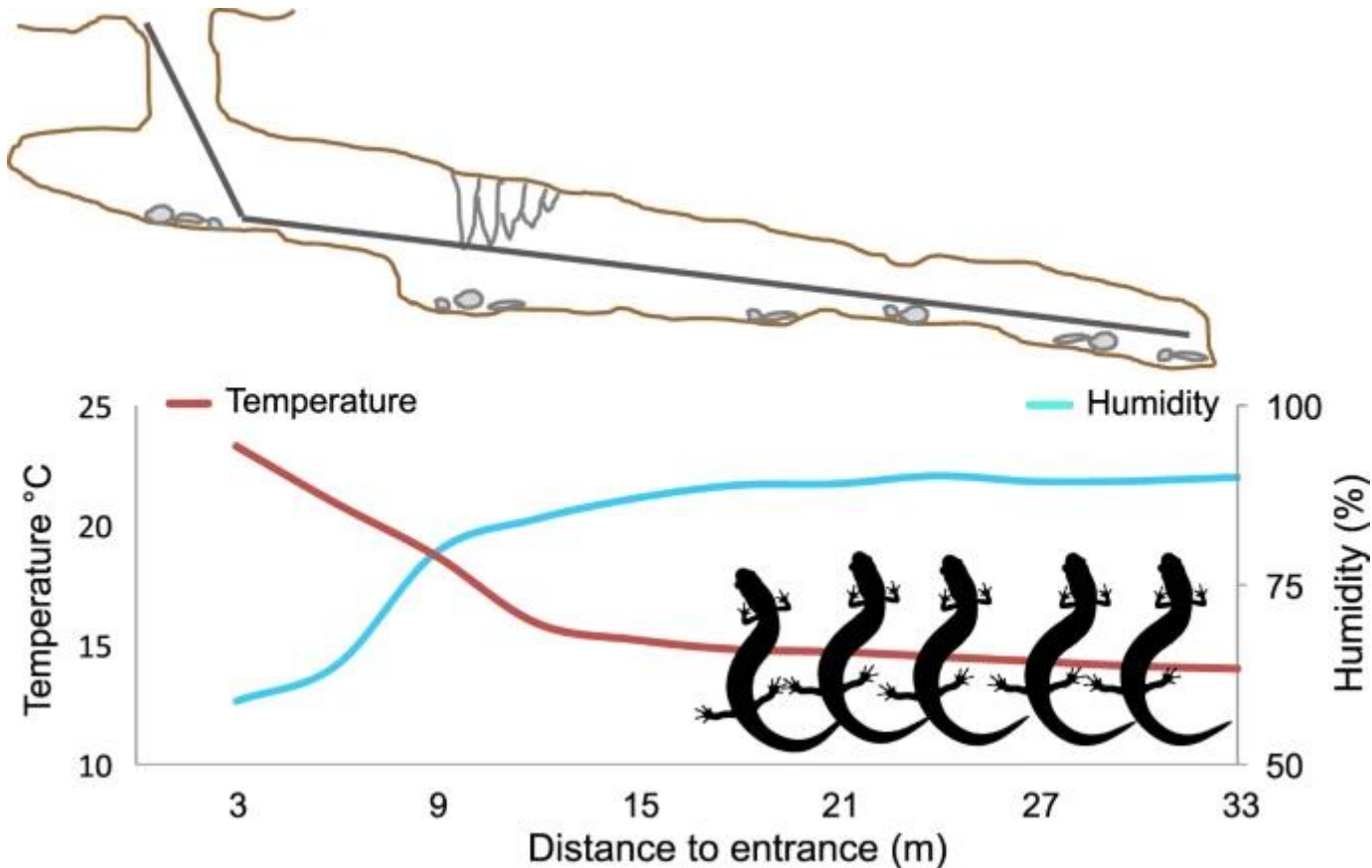
Mesurer caractères / biométrie >> analyses statistiques

**Classification subjective = stop / Classification à l'aide des statistiques**

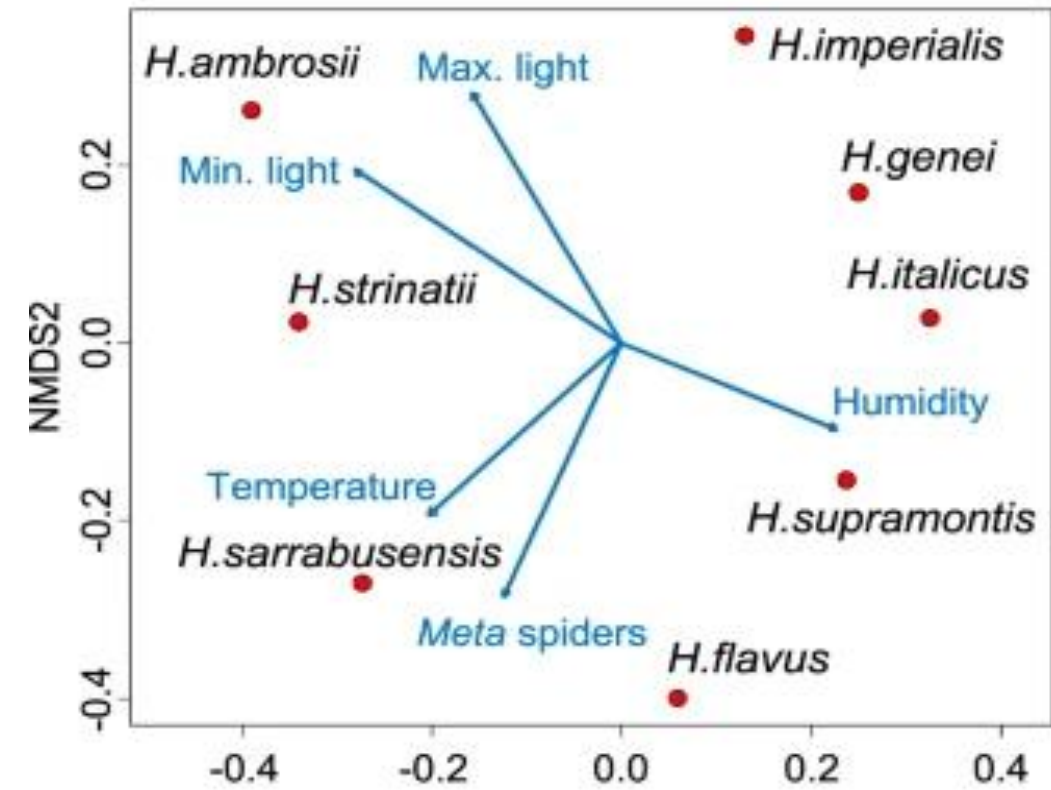


# Distributions d'espèces et description de micro-habitat

Niche écologique étudiée suivant la distribution des espèces en fonction de variables environnementales  
Idée que les espèces + proche parenté, ont des niches écologiques plus ressemblantes.



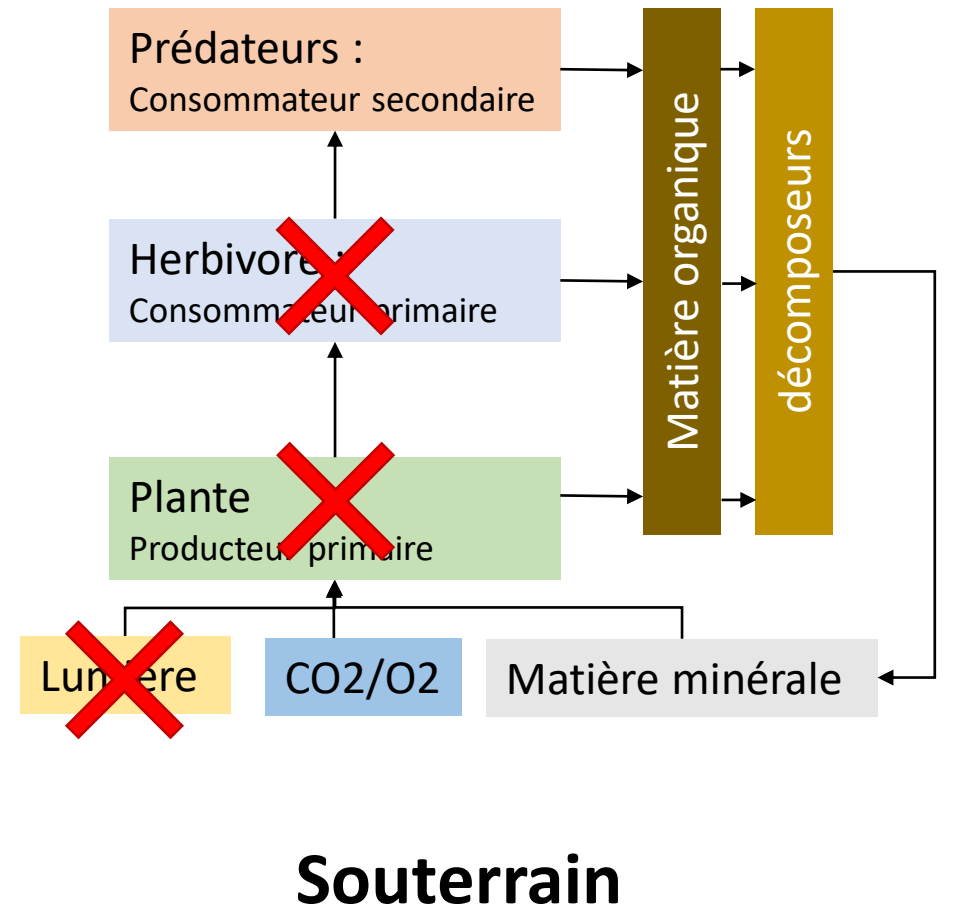
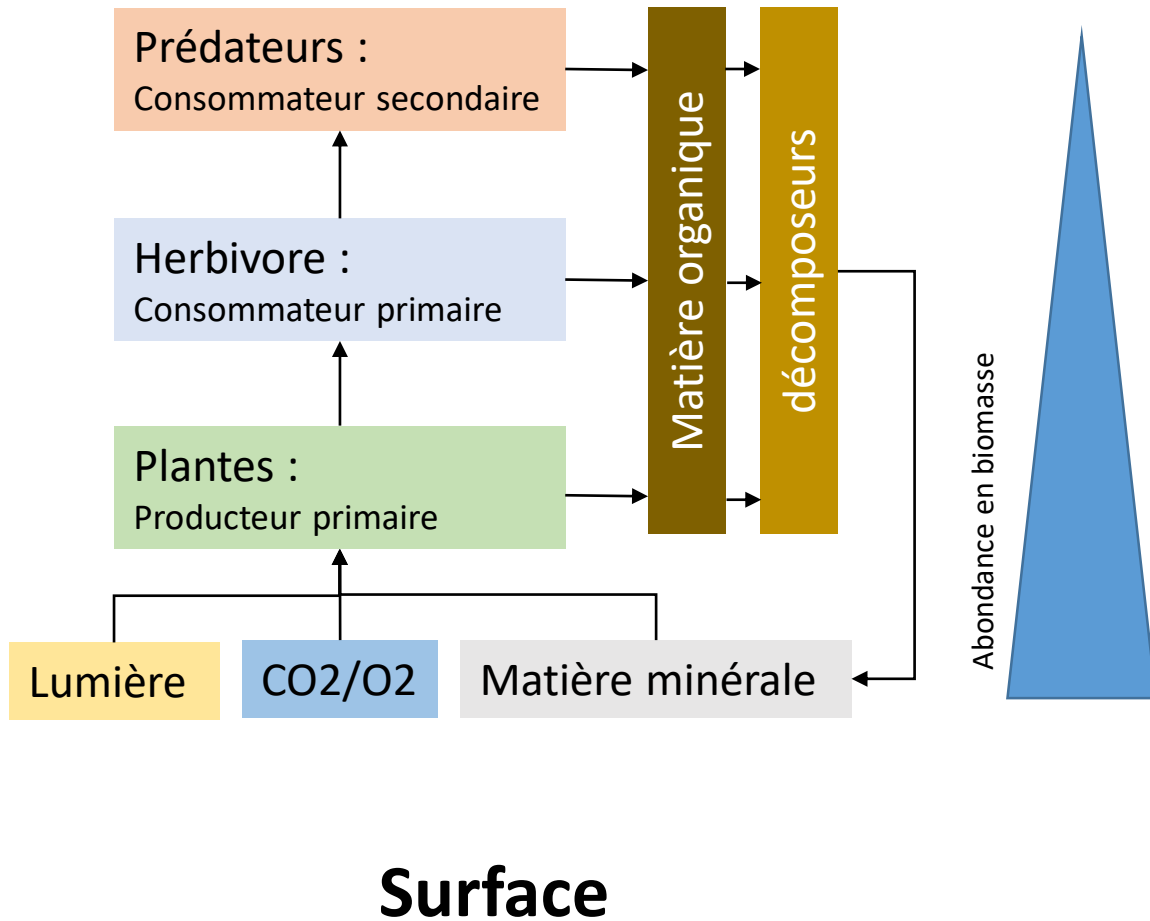
a) Microhabitat analysis



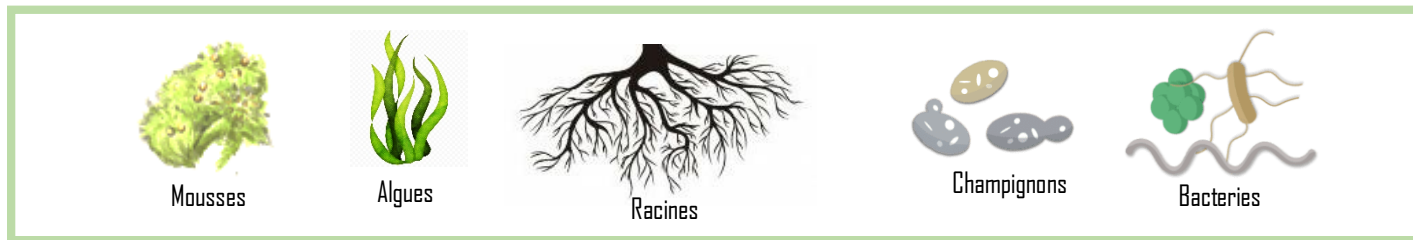
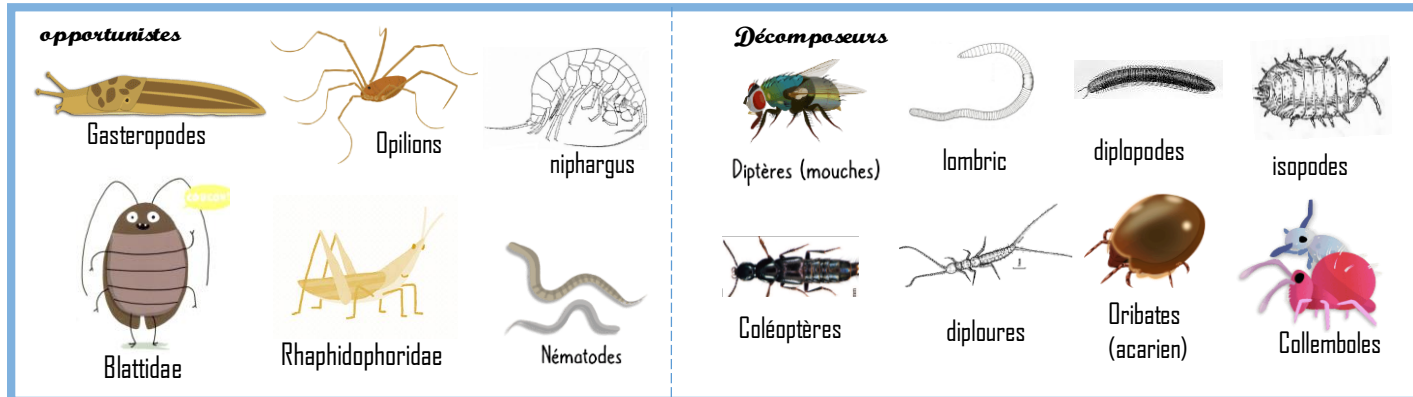
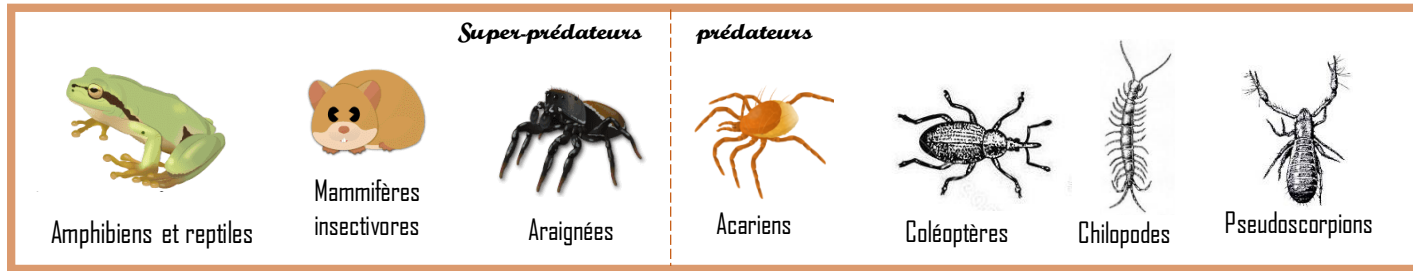
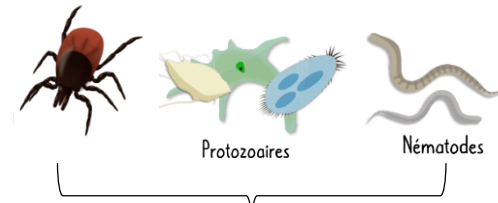
Multi Dimensional scaling



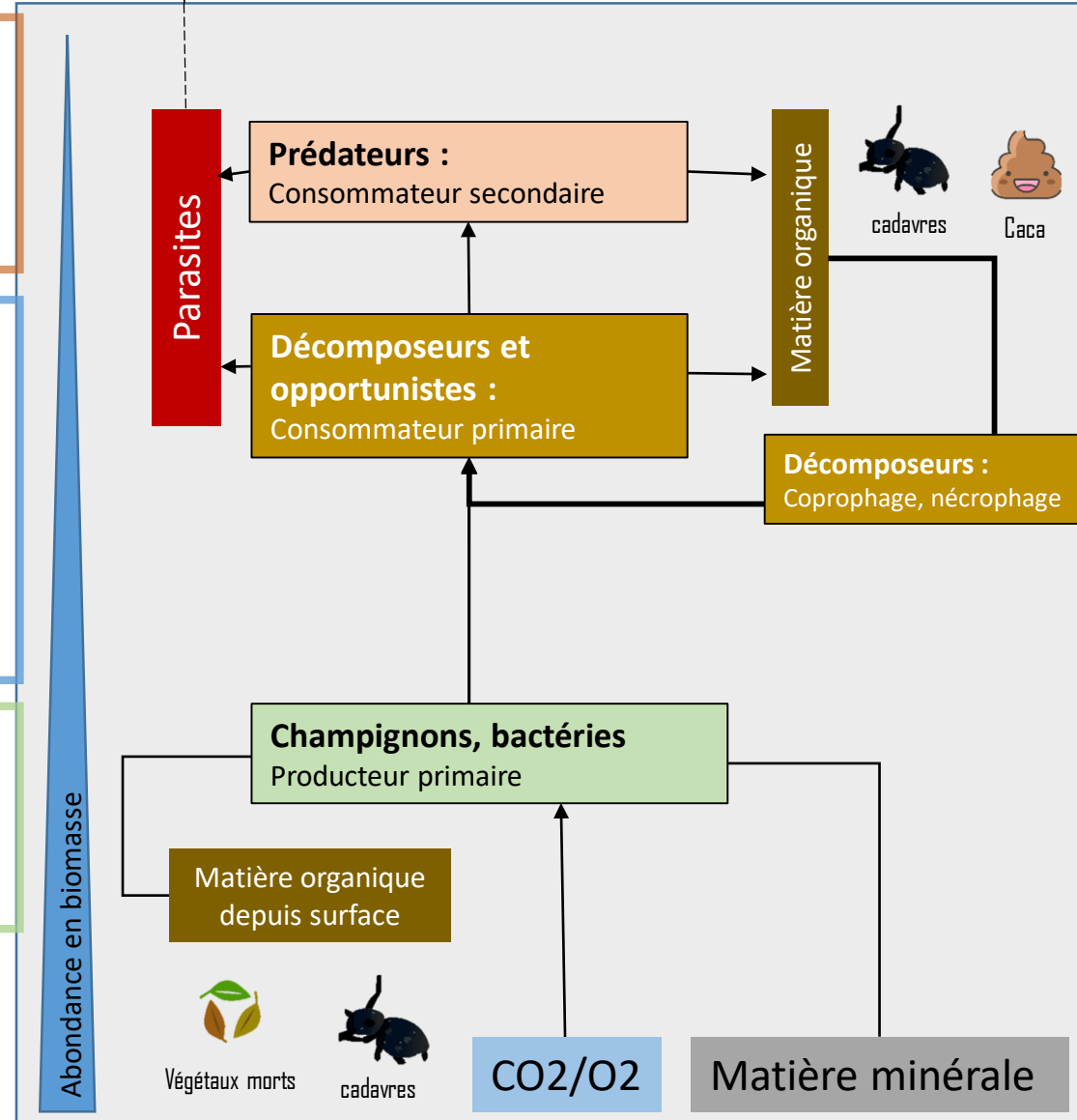
# Classification fonctionnelle : réseau trophique



# Chaîne trophique souterraine



Abondance de vie souterraine : très dépendante de la matière organique provenant de la surface.



## **II. Milieux souterrains autres que les grottes**



# Le réseau des fentes karstiques

- Volume **BEAUCOUP** plus important que les grottes à l'échelle d'un massif.
- Densité irrégulière mais continuité du réseau
- Plus de CO<sub>2</sub>



Racovitza : « *J'incline à penser que beaucoup de cavernicoles ont leur habitat normal dans les fentes et non dans les grottes.* »

Jeannel :  
« *Domaine phréatique terrestre* »



Rue Pierre 1<sup>er</sup> de Serbie 75016



Domaine de Saint-Cloud  
Diaclase  
au ciel de la carrière



# Milieu souterrain superficiel



Classification  
**Schiner-Racovitza (1907)**  
La plus utilisée.

MSP

Troglobie

Troglophile

Trogloxène

Endogés

Milieu souterrain superficiel (MSS)

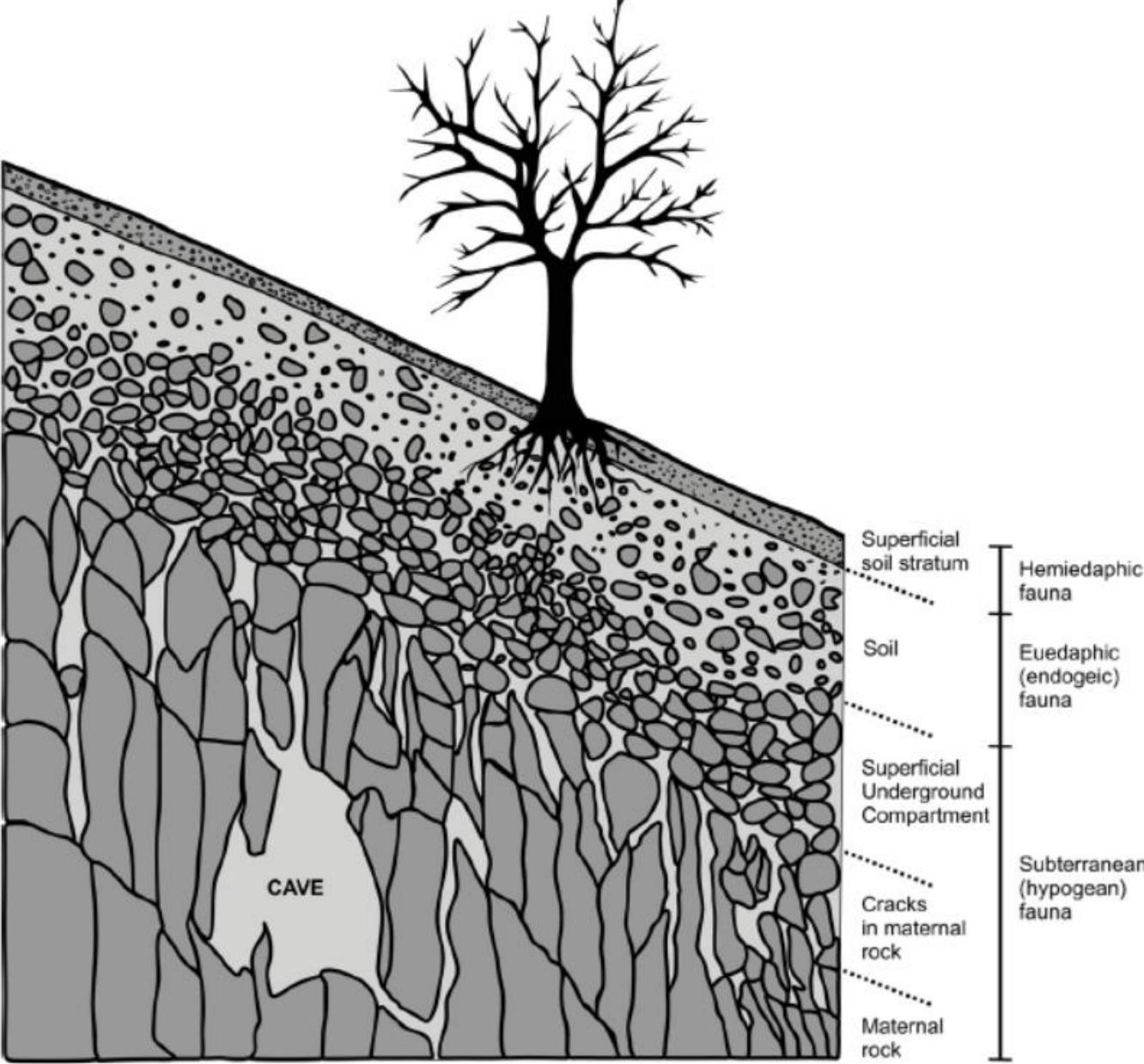
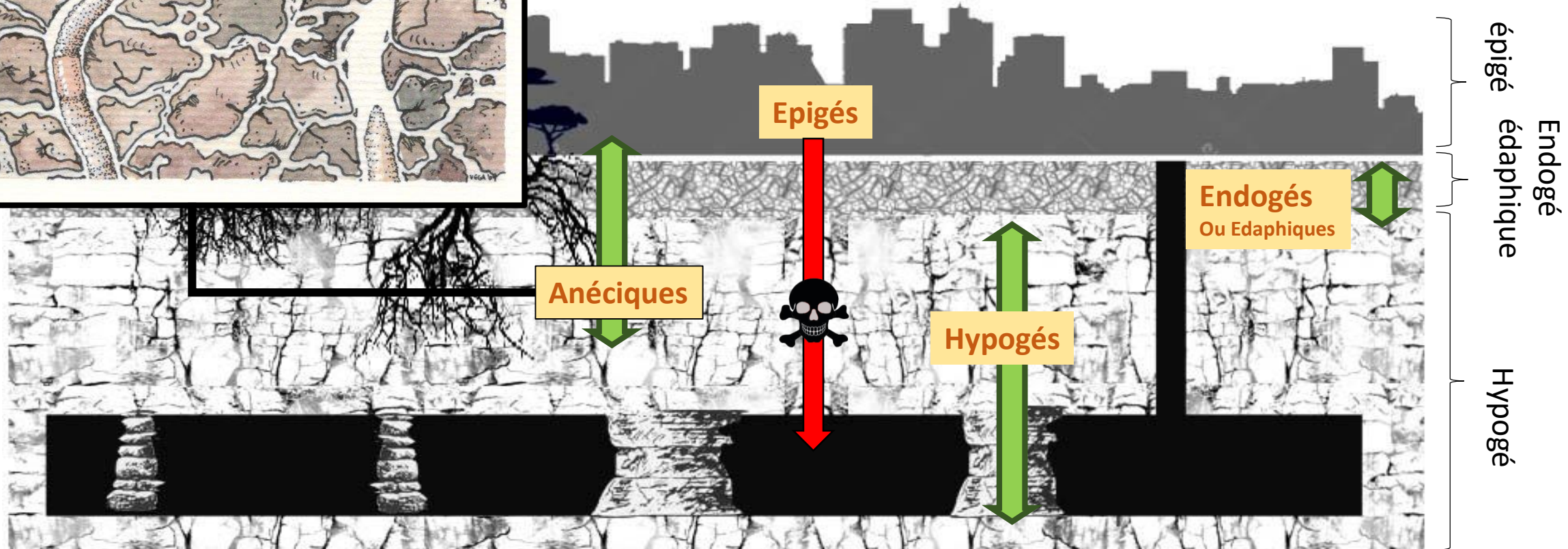
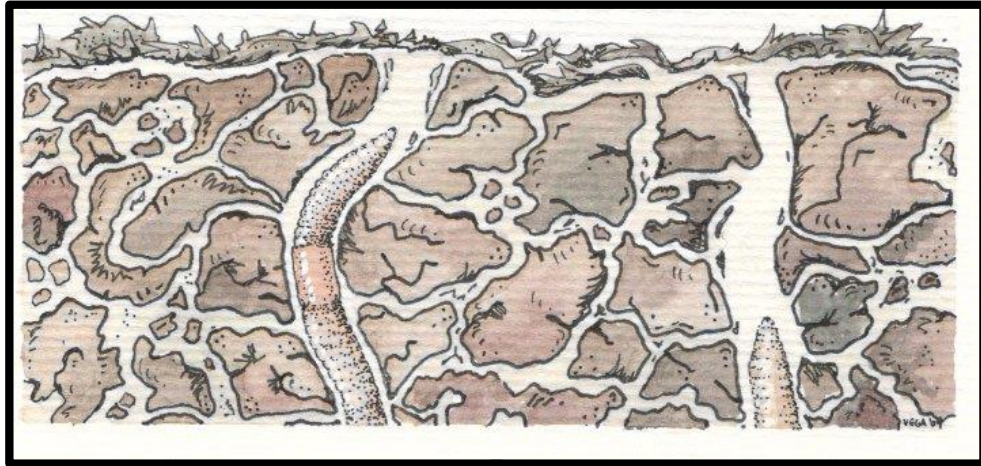


Fig. 6. Mesocavernous Shallow Substratum (MSS), an example of the soil and bedrock interface. Free interpretation of JUBERTHIE and DECU (1994).



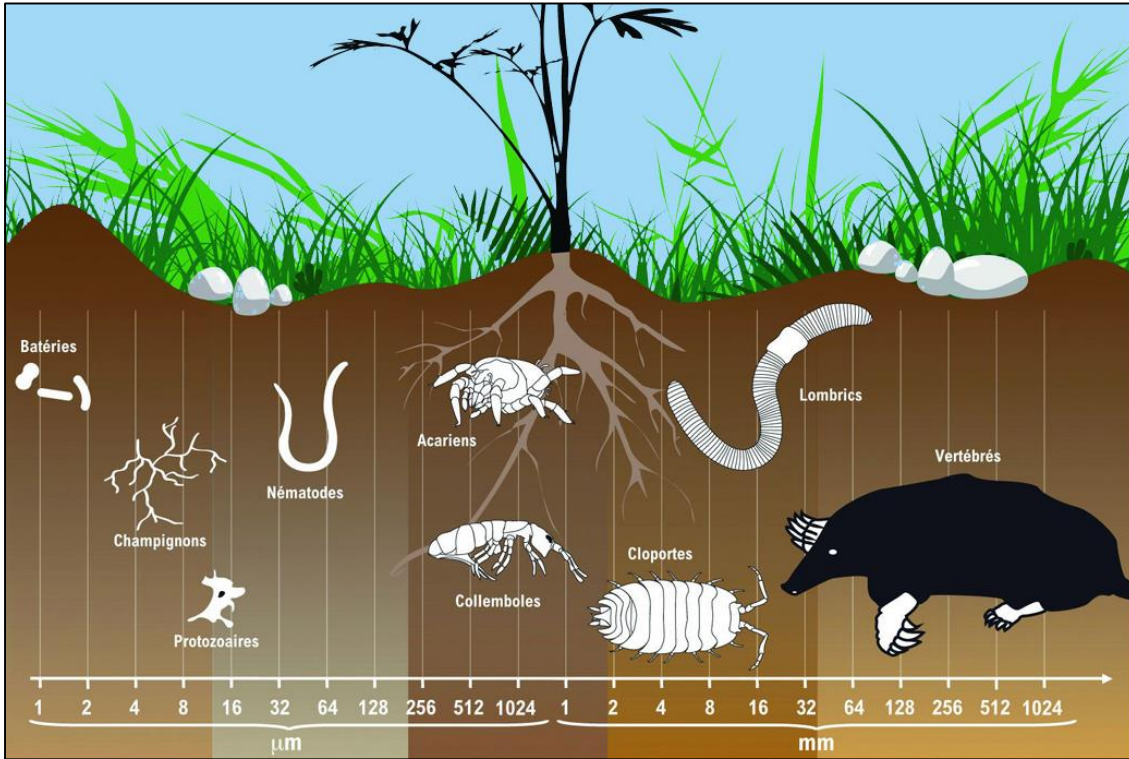
# Pédologie : faune édaphique ou endogée

Ver anécique. Galerie verticale de *Lumbricus Terrestris*



Etude de la faune édaphique

# Diversité du sol



Source IRD-Corsini

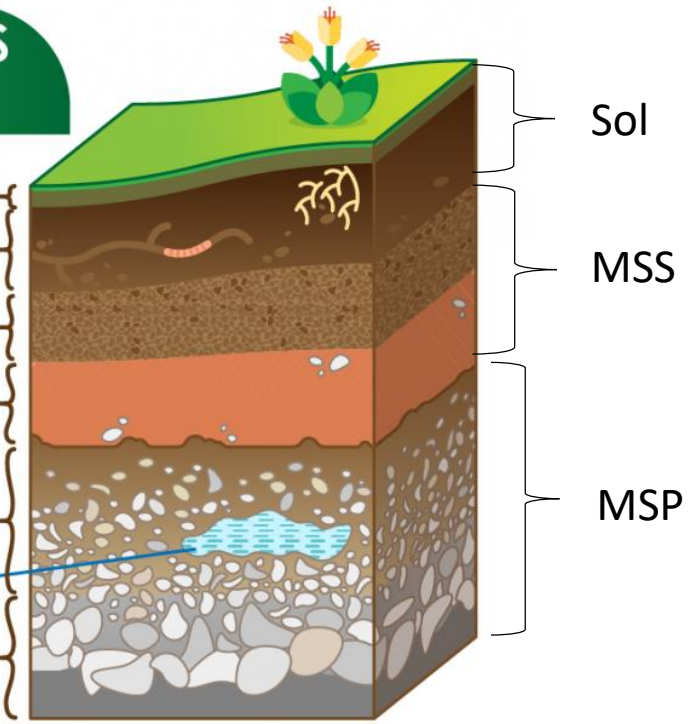
Diversité vivant dans le sol

Couches du sol :

## LES HORIZONS DU SOL

- L'horizon O Humus
- L'horizon A Couche arable (Sol de surface)
- L'horizon E Éluviaux
- L'horizon B Sous-sol
- L'horizon C Couche de matériau originel
- L'horizon R Substrat rocheux

échelle structurale



- Edaphobie
- Edaphophile
- Edaphoxène

Coiffait 1959

- Microfaune 1-200µm
- Mésafaune 200µm – 2mm
- Macrofaune > 2mm

- Matière organique
- O<sub>2</sub>
- + Matière minérale

> Les sols hébergeraient environ un 1/4 des espèces animales actuellement décrites

Source : <https://parlonssciences.ca/ressources-pedagogiques/documents-dinformation/science-du-sol>



# Quelques Endogés



*Podocinum sp.*



*Ferreria marqueti*



*Mesotritia nuda* (Berlèse, 1887)



*Veigaia propinqua*



PAUROPODA

*Campodae*





## II. Origine du peuplement souterrain

# Hypothèse sur l'origine du peuplement souterrain aquatique



## Cortège de stygobies dans le réseau de fentes

Illustration : Étude et protection des gallaselles et de leurs habitats aquatiques souterrains en Poitou-Charentes François Lefebvre, Bruno Fillon, Gailledrat Miguel 2015

## Espèces relictuelles du tertiaire :

Refuges depuis le retrait de la mer du bassin parisien entre fin du Lutétien (41,3Ma) et Miocène (23,5 Ma).



La France à l'Oligocène (- 34 Ma)



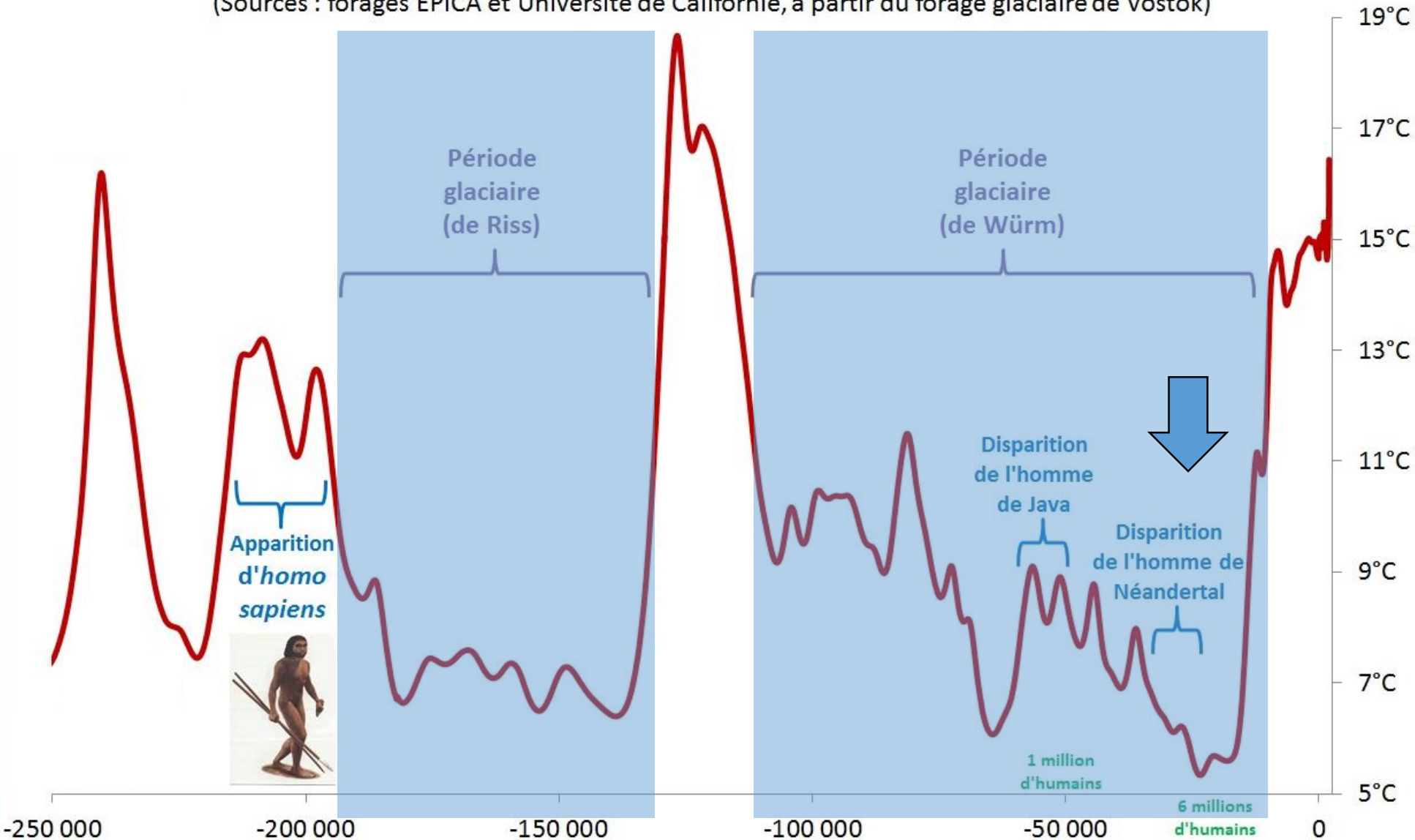
La France au Miocène (- 23.5 Ma)

Ère Tertiaire

# Espèces relictuelles quaternaires : glaciations

## Évolution de la température de la planète depuis 250 000 ans

(Sources : forages EPICA et Université de Californie, à partir du forage glaciaire de Vostok)



Refuge aussi pour survivre aux périodes glaciaires du quaternaire, et se seraient adaptées à ce nouvel habitat.

Dernière période : Pléniglaciaire supérieur

**30000 - 17 000 ans**



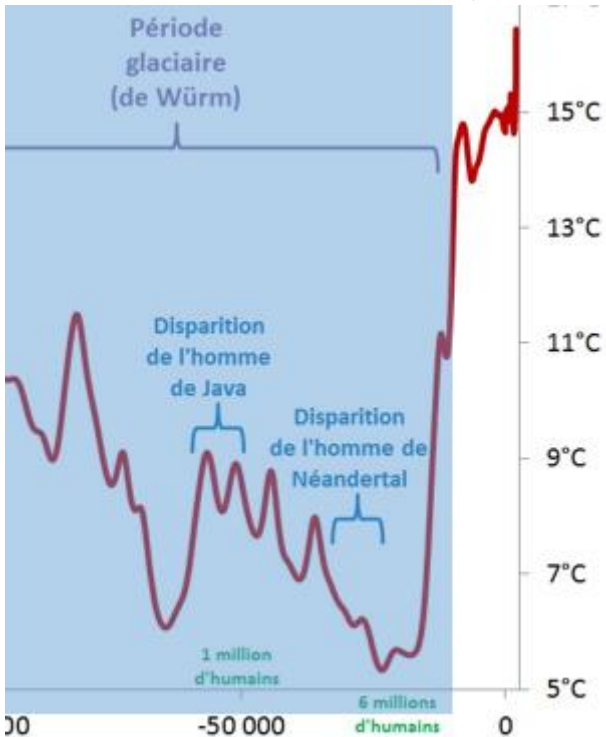
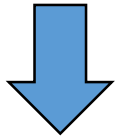
# Espèces Synanthropiques :

= dont la relation durable avec l'humain

Espèces allochtones (ou allogènes)

Colonisation au cours de l'Holocène

(10 000 ans avant le présent) RECENT 😊



< *Cylindroiulus parisorum*



*Zoropsis spinimana*



*Steatoda grossa*



*Pholcus phalangioides*



*Porcellio dilatatus*



# Introduction accidentelle

Clandestinement introduites depuis la surface :

- Les carriers (**depuis 12<sup>ème</sup> siècle**)
- Le bois pour travaux souterrains (**depuis 1276 - 1777**)
- Tonneaux des anciennes brasseries (**Dumesnil depuis 1860**)
- Les spécimens élevés par A. Viré (**1897**),
- L'exposition minière souterraine (expo universelle de **1900**)



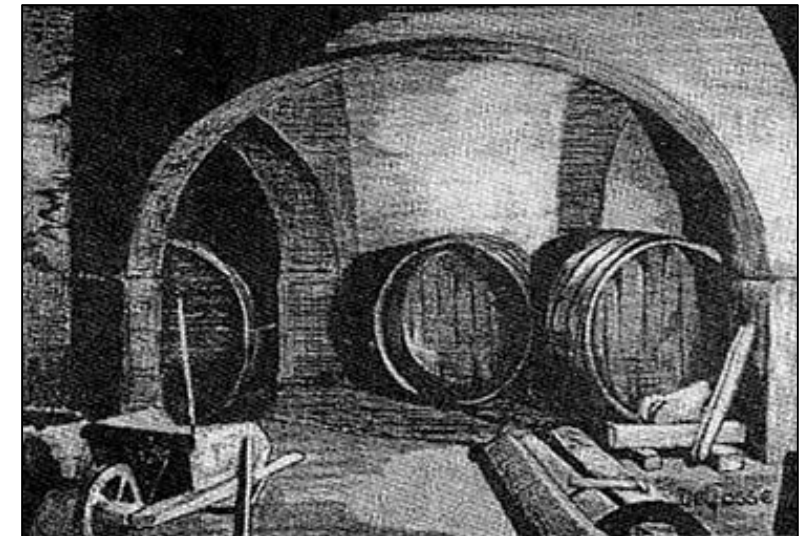
1890



2013



1860

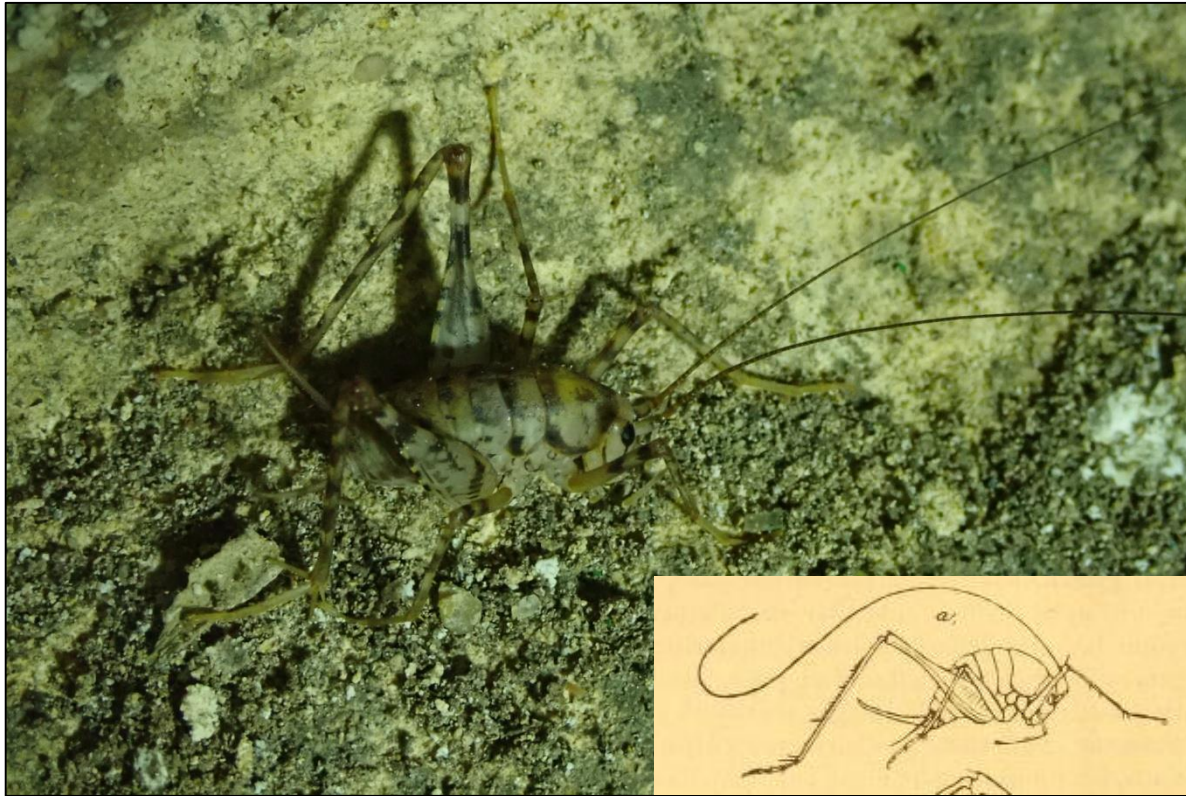




# Espèces exotiques

Introduites accidentellement d'un autre continent que celui dont elles sont originaires.

*Diestrammena asynamora*, **Sauterelles de serre**



Nicolai Adelung. 1902

Origine : Chine, Japon

Déjà à Paris depuis début XXème dans les serres

*Psilochorus simoni* (troglophile)

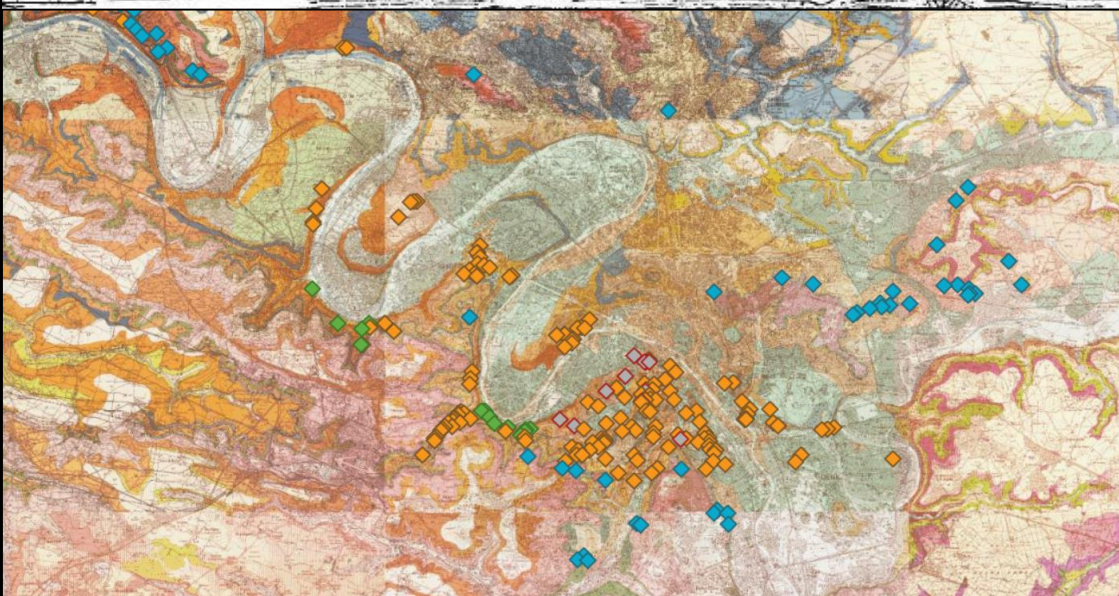


La première décrite en France, fut dans les caves du laboratoire d'anatomie comparée à la Sorbonne (proche du laboratoire de botanique et géologie ou du matériel de différent pays été stocké). (Berland, 1911)

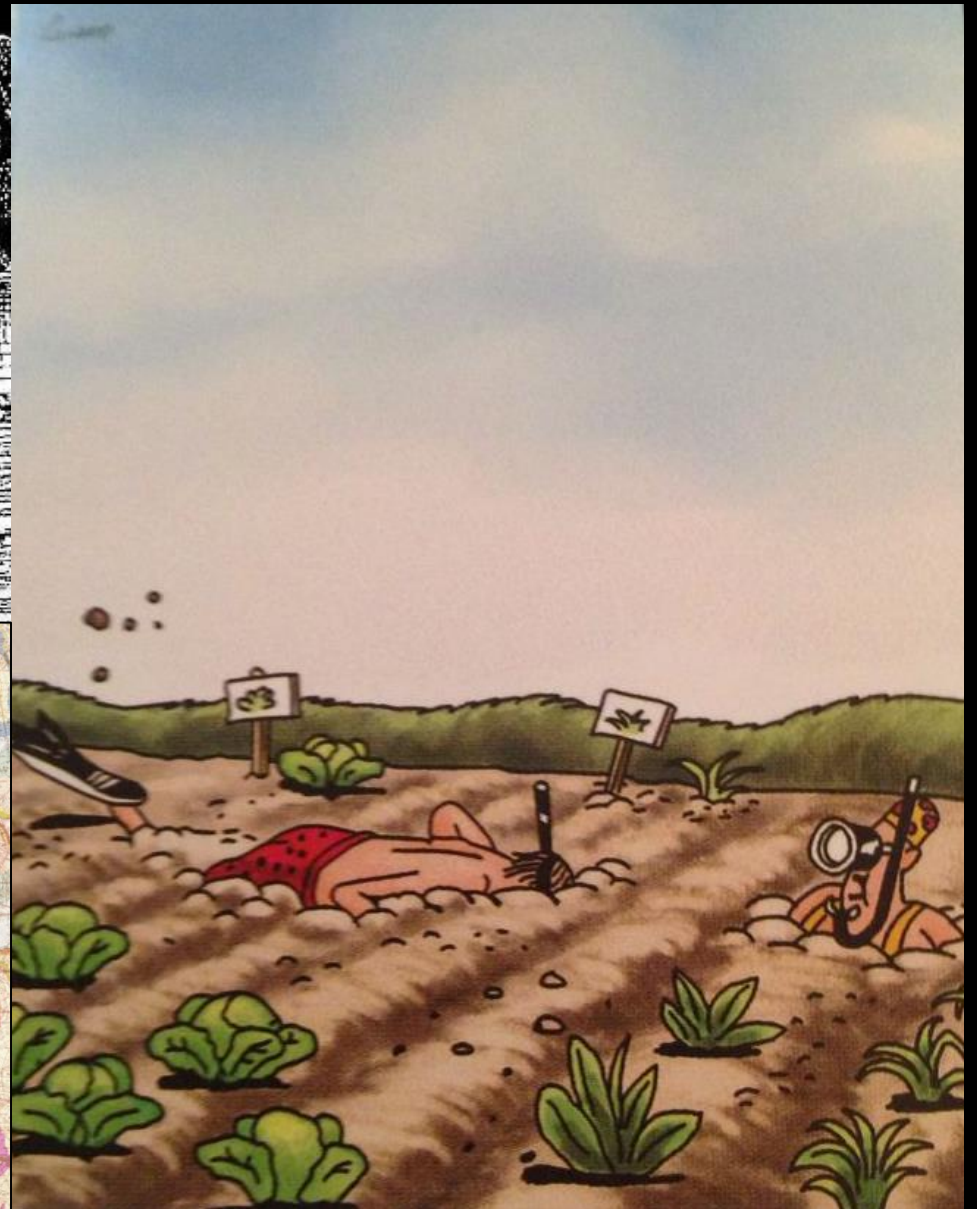
Origine : USA



# DES QUESTIONS ?



The Far Side by Gary Larson



**Slides supplémentaires**



Shadow animals	Schiödte, 1849
Twilight animals	Schiödte, 1849
Animals of dark areas	Schiödte, 1849
Stalactite animals	Schiödte, 1849
Ocasional cave animals	Schiner, 1854; Ginet and Decou, 1977
Troglophiles	Schiner, 1854; Racovitza, 1907; Jeannel, 1943; Hamilton-Smith, 1970
Eutroglophiles	Pavan, 1950
Subtroglophiles	Pavan, 1950
Troglobites	Schiner, 1854; Racovitza, 1907; Jeannel, 1943; Pavan, 1950; Hamilton-Smith, 1970; Ginet and Decou, 1977
Recent troglobites	Jeannel, 1943
Relict troglobites	Jeannel, 1943
Trogloxenes	Racovitza, 1907; Jeannel, 1943
Eutrogloxenes	Pavan, 1950
Subtrogloxenes	Pavan, 1950
Regular trogloxenes	Hamilton-Smith, 1970; Ginet and Decou, 1977
Irregular trogloxenes	Ginet and decou, 1977
Accidental trogloxenes	Hamilton-Smith, 1970
Phyletic trogloxenes	Pavan, 1950
Aphyletic trogloxenes	Pavan, 1950
Xenocaval animals	Hesse, 1924
Tychocaval animals	Hesse, 1924
Eucaval animals	Hesse, 1924
Pseudotroglobionts	Dudich, 1932
Hemitroglobionts	Dudich, 1932
Eutroglobionts	Dudich, 1932
Edaphobites	Coiffait, 1959
Edaphophiles	Coiffait, 1959; Ginet and Decou, 1977
Edaphoxenes	Coiffait, 1959; Ginet and Decou, 1977
Pholeophiles	Coiffait, 1959
Stytigicoles	Chapman, 1986
Stygoxenes	Chapman, 1986
Parasites	Ginet and Decou, 1977
Guanobites	Ginet and Decou, 1977
Cryptozoic animals	Peck, 1990

# Science du sol : biotope

Le sol est un mélange d'eau, d'air et de matières minérales et organiques

## échelle texturale

### Texture du sol

