

Ecologie et peuplement du souterrain

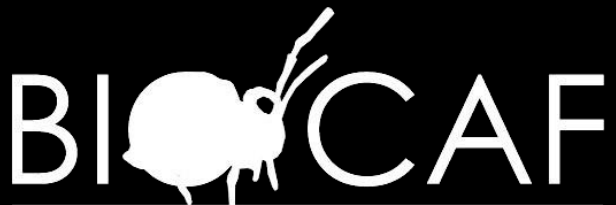
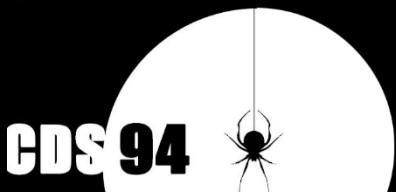
Stage biospéléo 16-17 octobre 2021

Marina FERRAND



Fédération Française de Spéléologie

COMITE DEPARTEMENTAL DE SPELEOLOGIE.



INVENTAIRE BIOSPELEOLOGIQUE DES CARRIERES SOUTERRAINES FRANCILIENNES



STAGE (S) DECOUVERTE

de la faune cavernicole d'Ile-de-France



I. Classification écologique des espèces présentes sous terre.

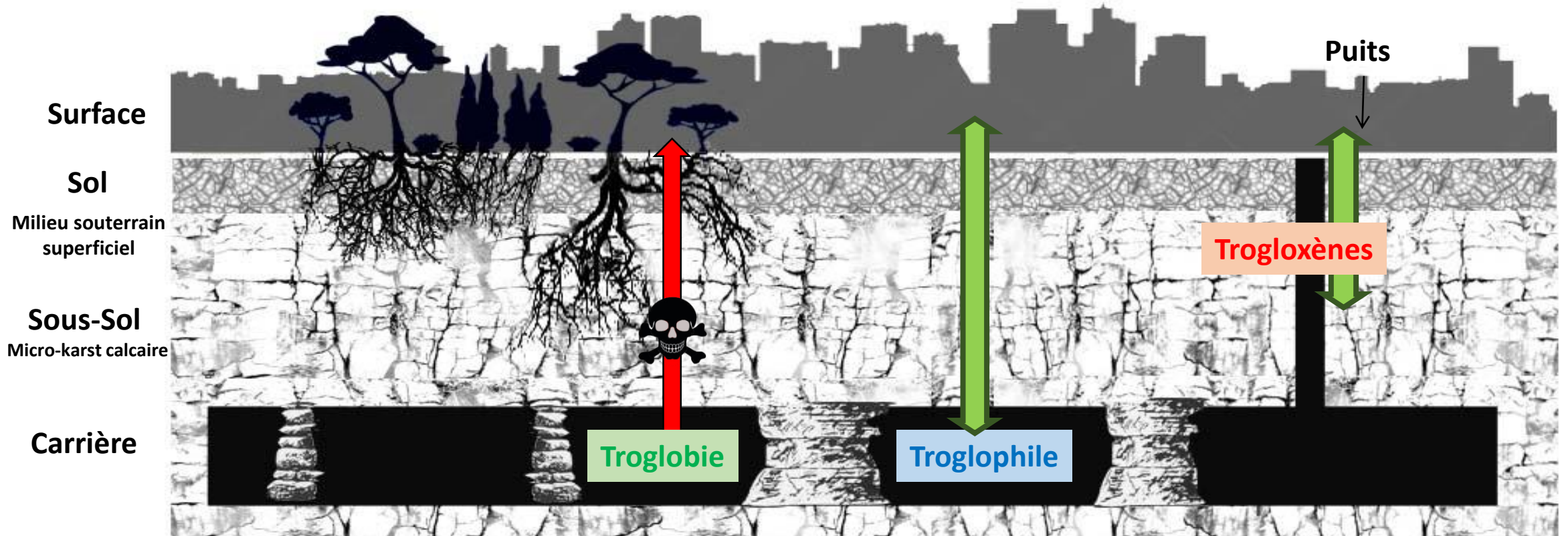
Classification Ecologie-Evolution

Classification de
Schiner - Racovitza
1907

Exclusifs
Bq modifications
morphologiques
Dans les profondeurs

Électifs / saisonniers
Qql modifications
morphologiques

Temporaires
ou accidentels
Proche accès



Caractéristiques de l'environnement souterrain

Stabilité de l'environnement

Milieu idéal/original :
comme laboratoire de l'étude de l'histoire de l'évolution

Peu de compétition entre les espèces

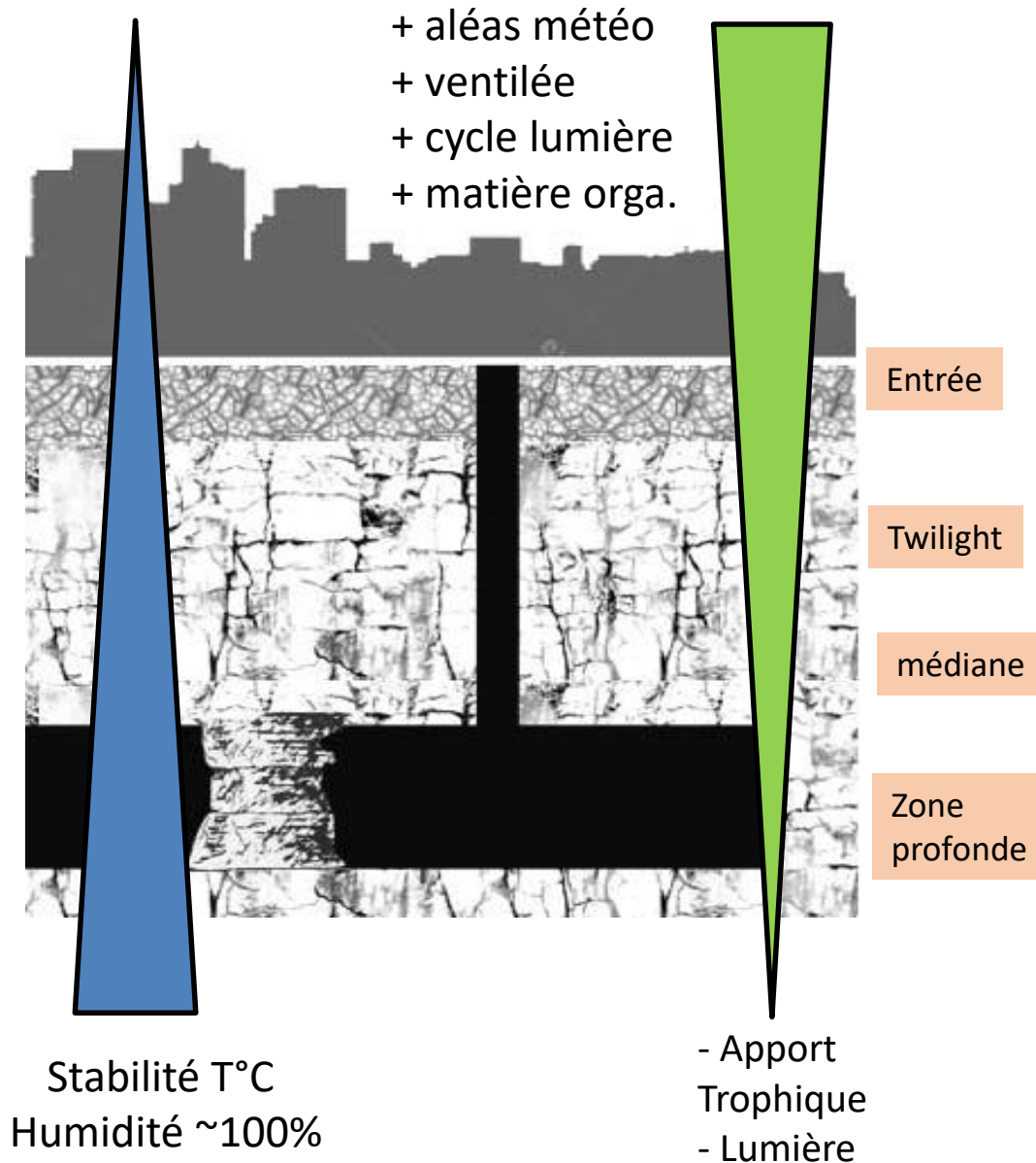
Densité de vie plus faible,
Biodiversité plus faible.

Peu d'apport trophique

Bouge et se reproduisent plus lentement.
Métabolisme ralenti

Fort taux d'endémisme

vie dans une région restreinte et que l'on arrive à trouver
naturellement dans un seul endroit.
habitat stable / lacune de prospection



Aspect Evolution : Le troglomorphisme

Troglomorphisme (Christiansen 1962)

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

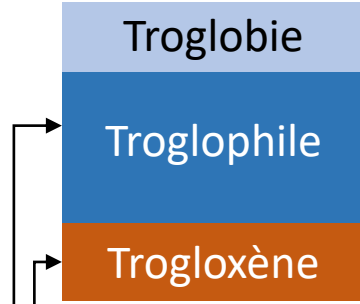
- L'anophtalmie

- La dépigmentation

- Aptère

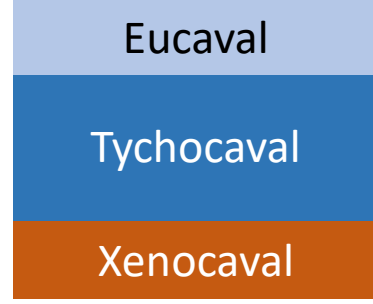


Classification
Schiner-Racovitza (1907)
Utilisé dans le monde



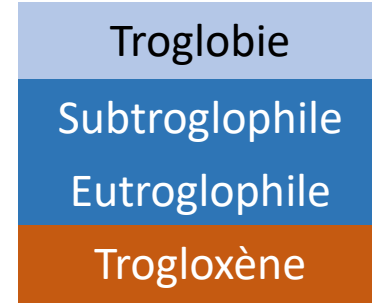
Plus souvent dehors
Plus souvent dessous

Hesse (1924)
Utilisé en écologie

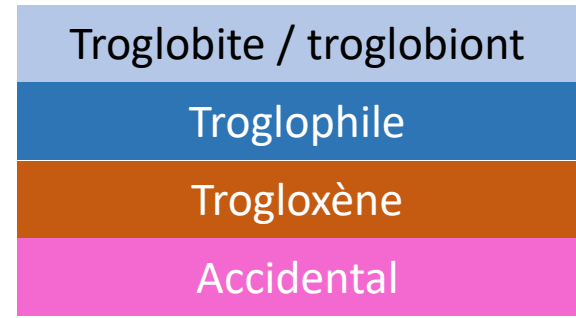


Besoin de la surface pour une fonction vitale au moins
Capable de s'établir +/- en permanence sous terre

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

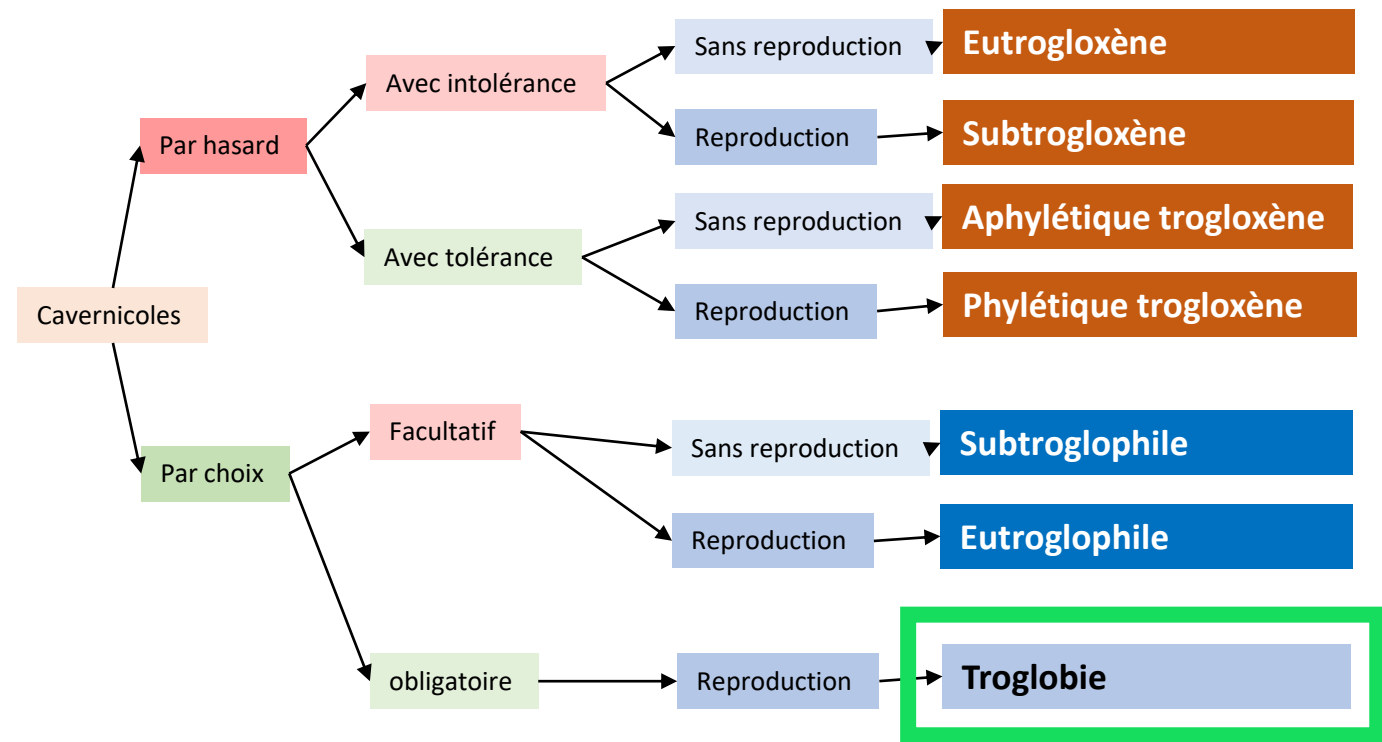


Classification de **Barr**
Utilisé chez les biologiste US



Piégé sous terre

Classification des biotes souterrains par
Tomaselli et Pavan (1944)





Stygo-

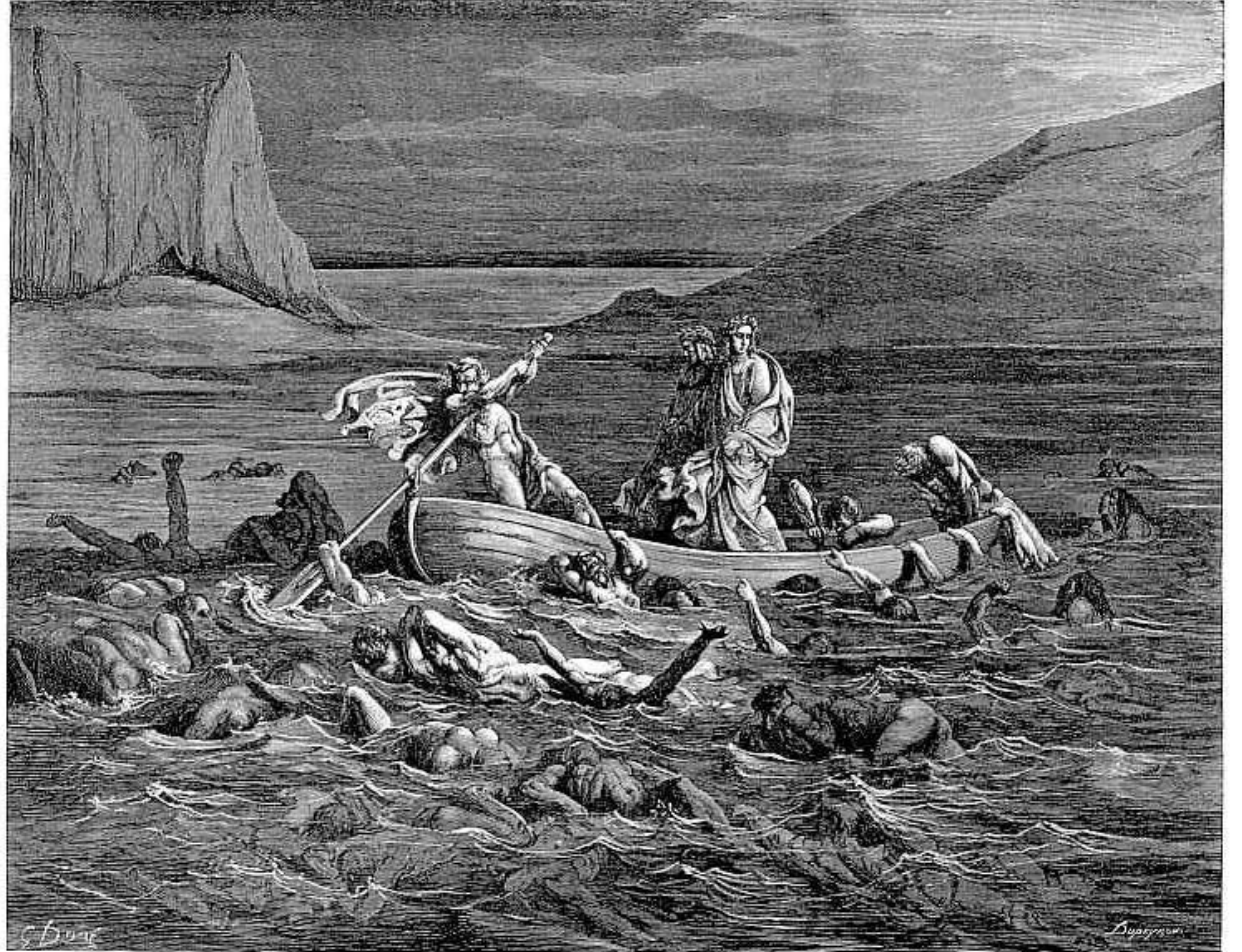
Chapman 1986

Botosaneanu, 1986

Stygobie

Stygophile

Stygoxène



THE STYX—PHLEGYAS

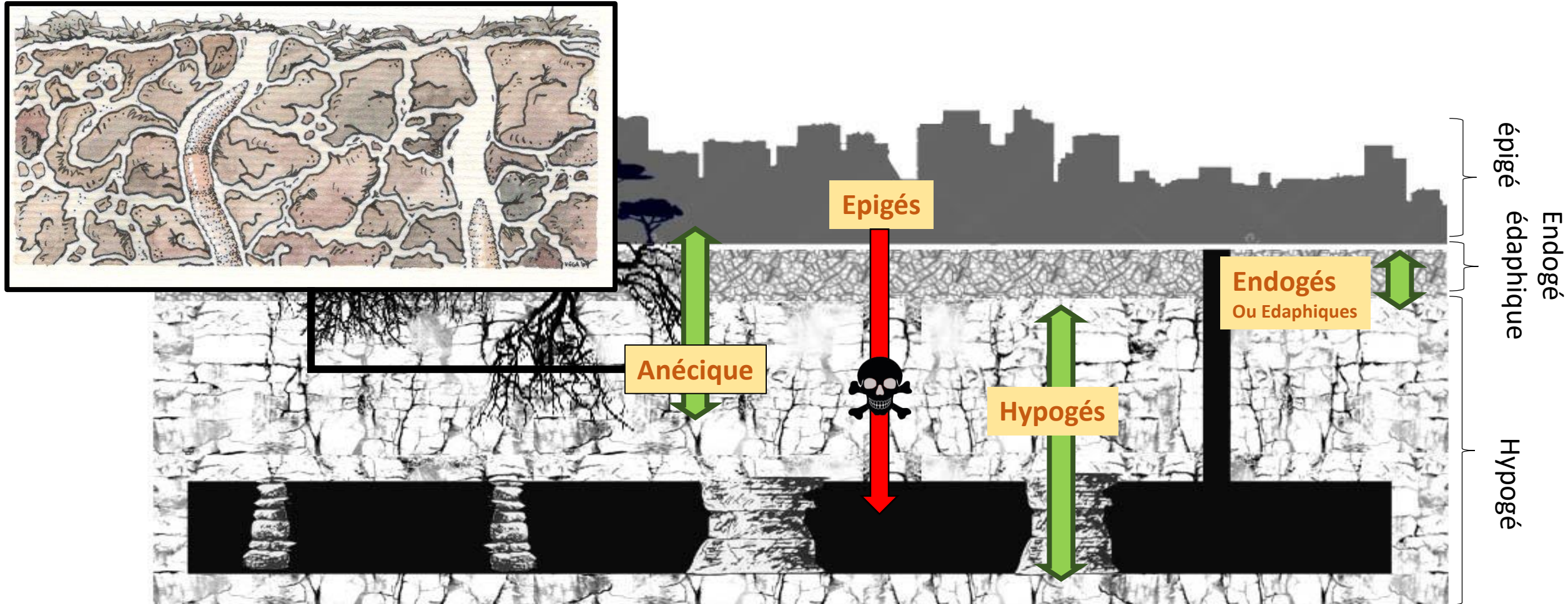
The antique prow goes on its way, dividing / More of the water than 't is wont with others (*Iliad*, VIII, 29, 30).

(C) WahooArt.com

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

Catégorie en fonction des profondeurs

Ver anécique. Galerie verticale de *Lumbricus Terrestris*



Etude de la faune édaphiques

Milieus naturels : Recrutement des endogés



Classification
Schiner-Racovitza (1907)
La plus utilisée.

MSP

Troglobie

Troglophile

Trogloxène

Endogés

Milieu souterrain superficiel (MSS)

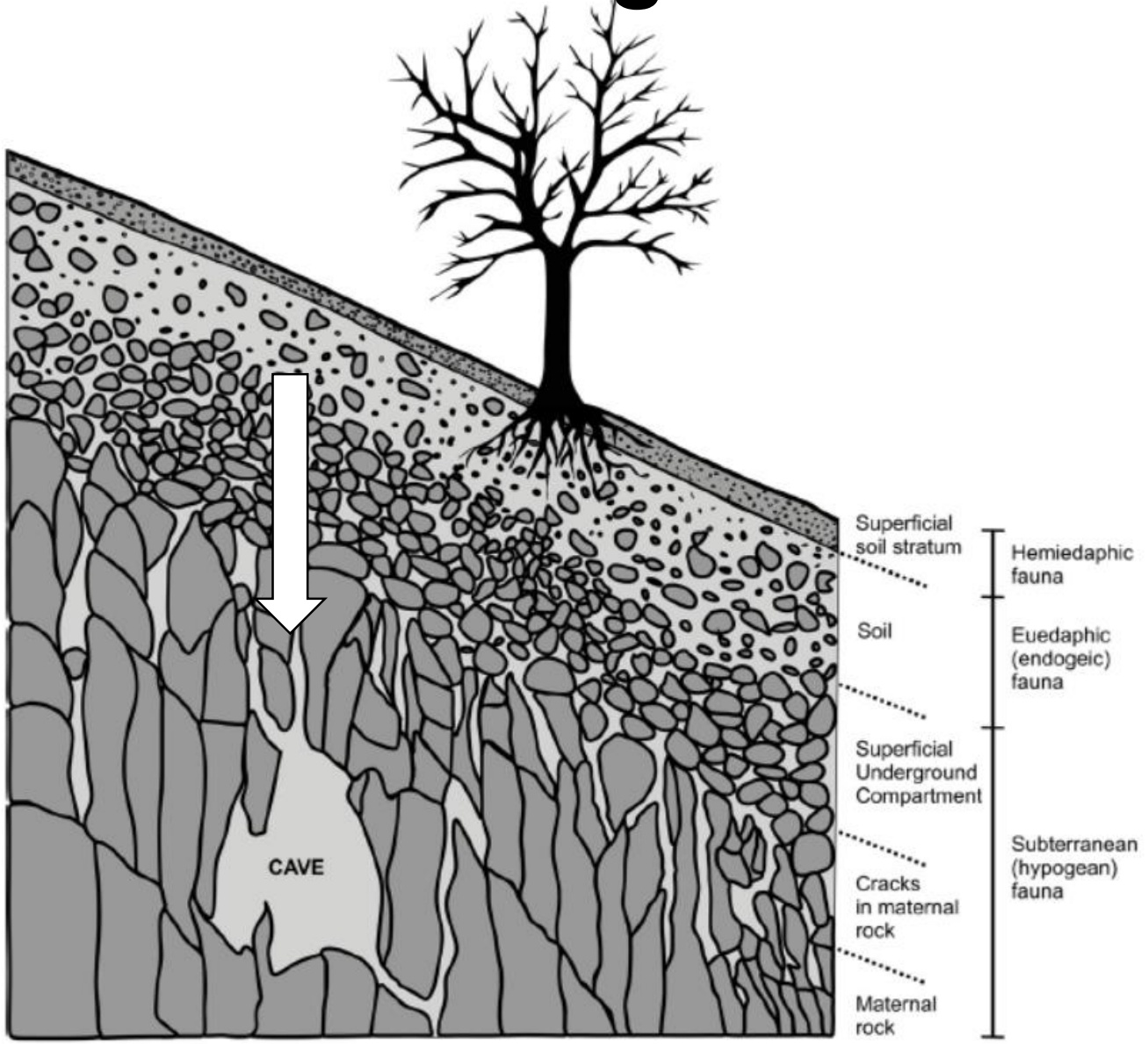
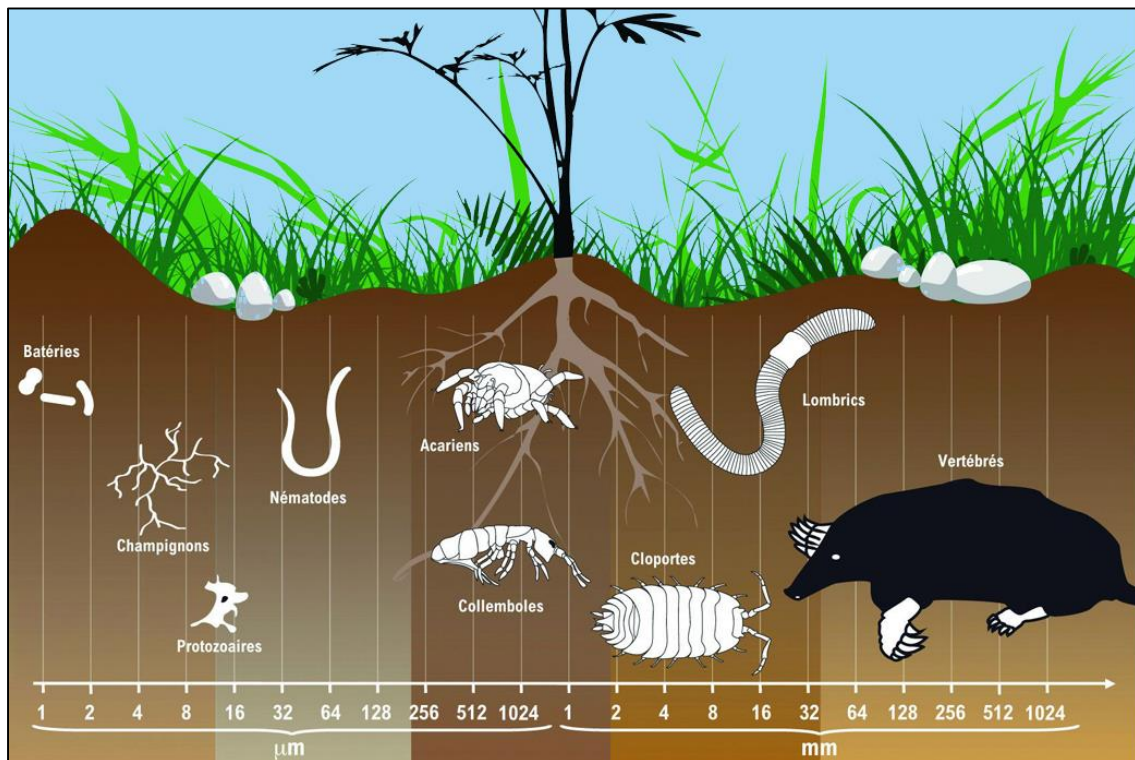


Fig. 6. Mesocavernous Shallow Substratum (MSS), an example of the soil and bedrock interface. Free interpretation of JUBERTHIE and DECU (1994).

Caractéristiques 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

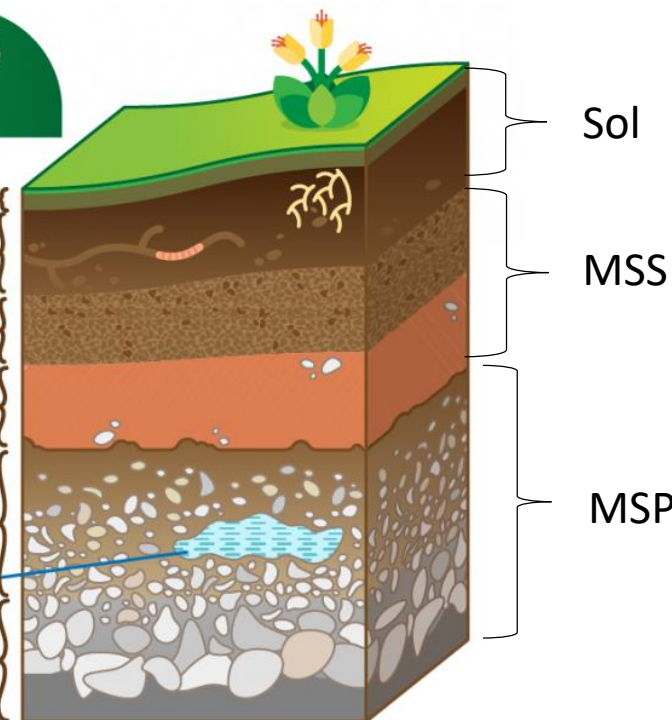
Couche de matériau originel

L'horizon R

Substrat rocheux

Eau souterraine

échelle structurale



Edaphobie

Edaphophile

Edaphoxène

Coiffait 1959

Microfaune 1-200 μm

Mésafaune 200 μm – 2mm

Macrofaune > 2mm

- Matière organique
- O₂
- + Matière minérale

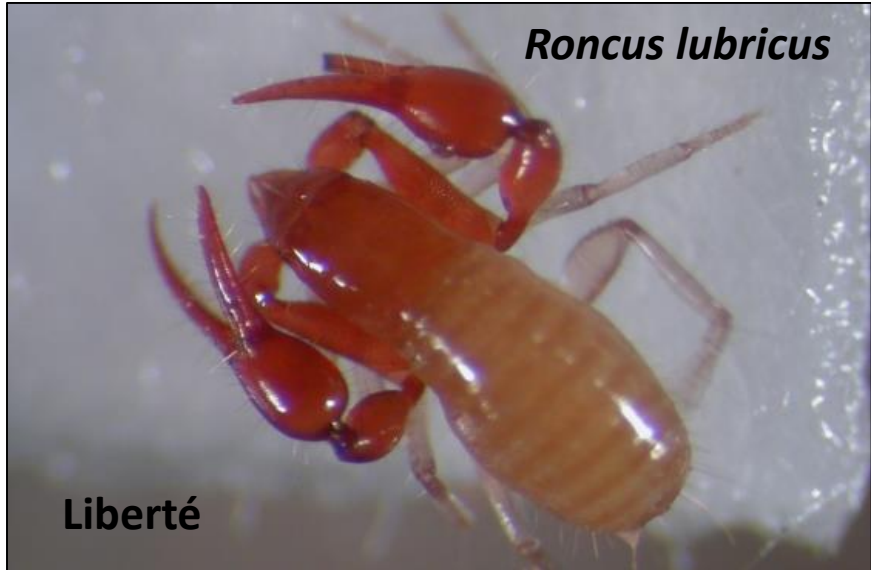
> Les sols hébergeraient environ un 1/4 des espèces animales actuellement décrites

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



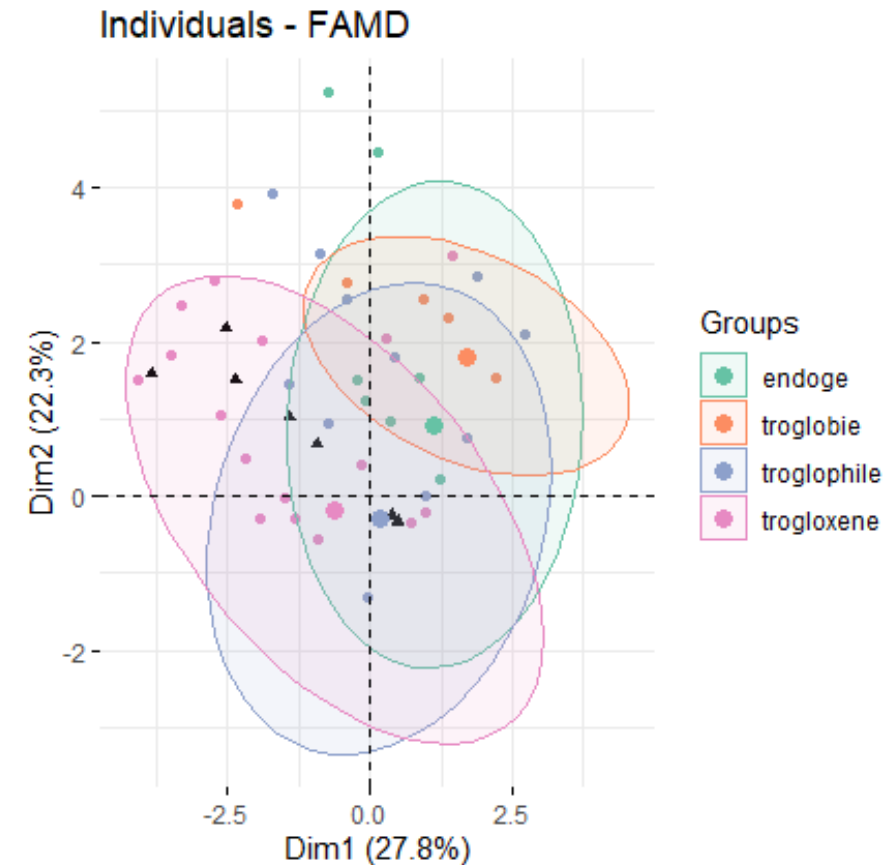
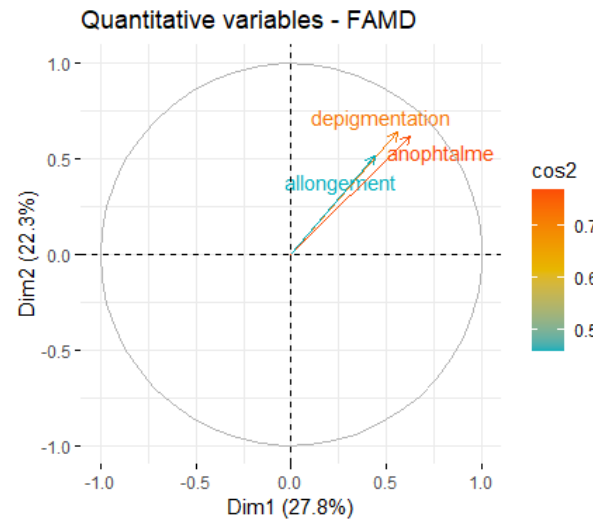
Les classes Racovitza : Pertinence et ambiguïtés

Degré de sophistication croissante des adaptations en fonction du temps passé sous terre = **ERREUR**

10 espèces des 300 de *Niphargus* sont épigés, aucune ont d'yeux

> Comment prendre en compte des catégories transitionnelles ?

Analyse factorielle, Paramètres : troglomorphisme

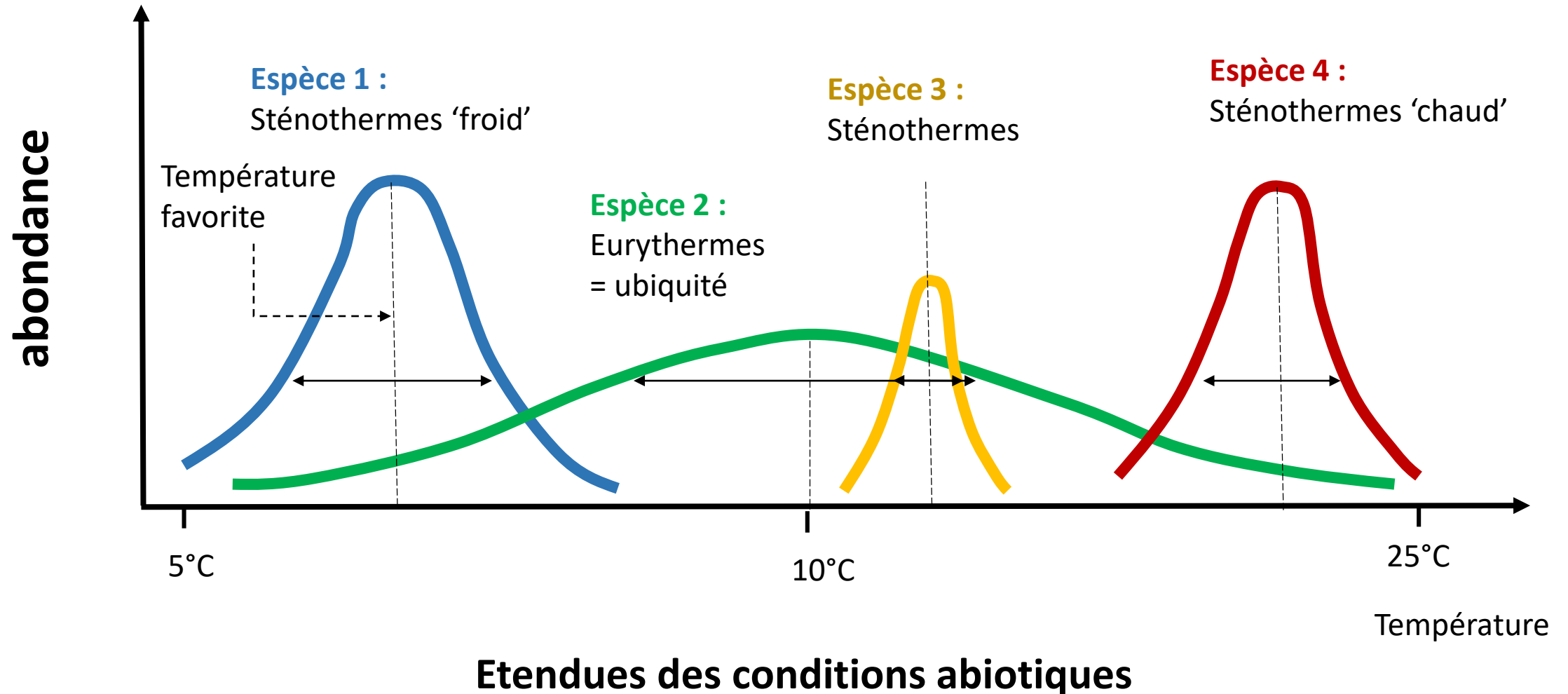


Valence écologique

Et description de la niche écologique

Espèce sténoïque
(Sténoéce)

Espèce euryoïque
(Euryéce)



Classifications statistiques

Saisonnalité ou récurrence de présence

➤ Fréquence / Abondance

Mesures de paramètres environnement :

Proche de la sortie, ou bien profondément...

Paramètres physiques ; Températures, humidité, conductimétrie...

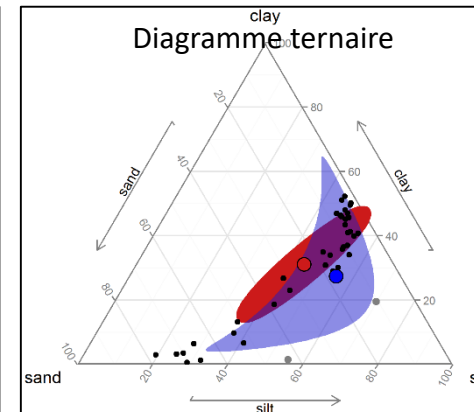
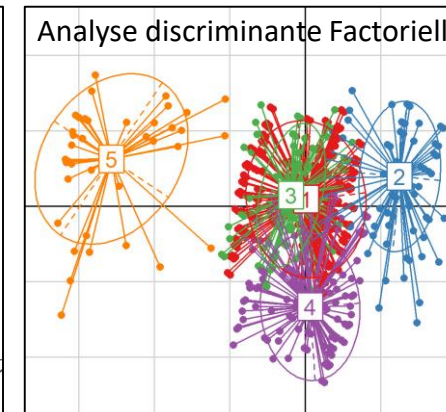
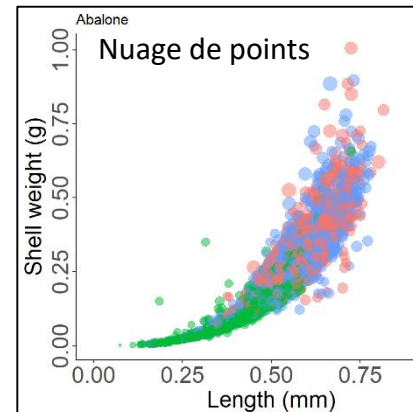
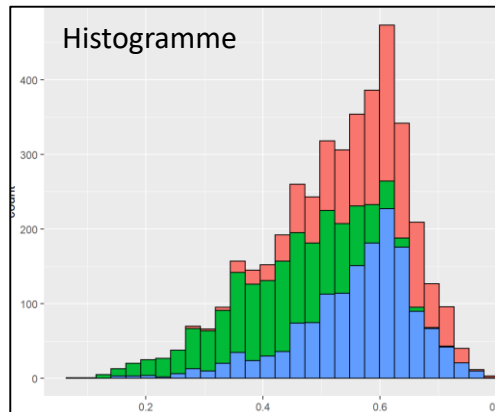
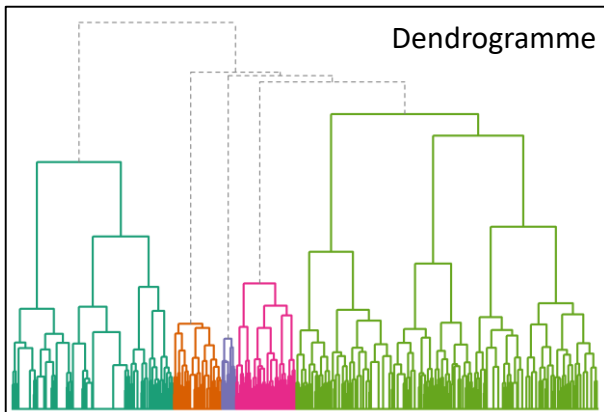
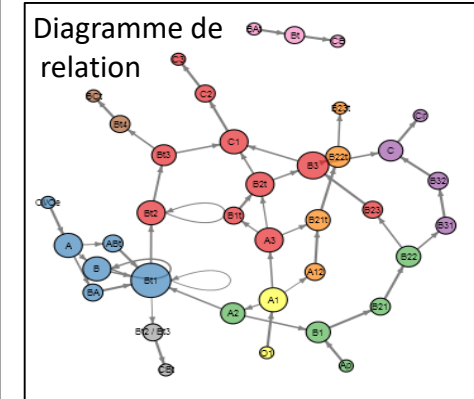
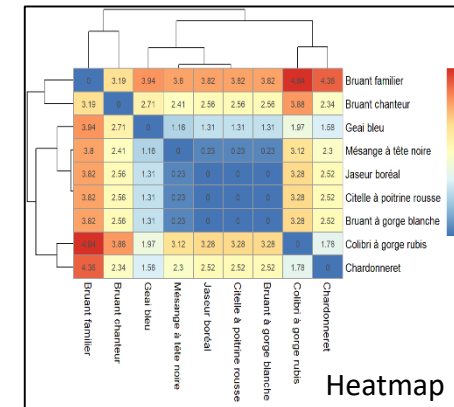
Modifications morphologiques :

troglo-morphisme : présence / absence

Mesurer / biométrie

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

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



II. Origine du peuplement souterrains

Autochtones : Espèces relictuelles du tertiaire



Cortèges 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

Colonisation depuis le retrait de la mer
(Miocène -23,5Ma)

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)



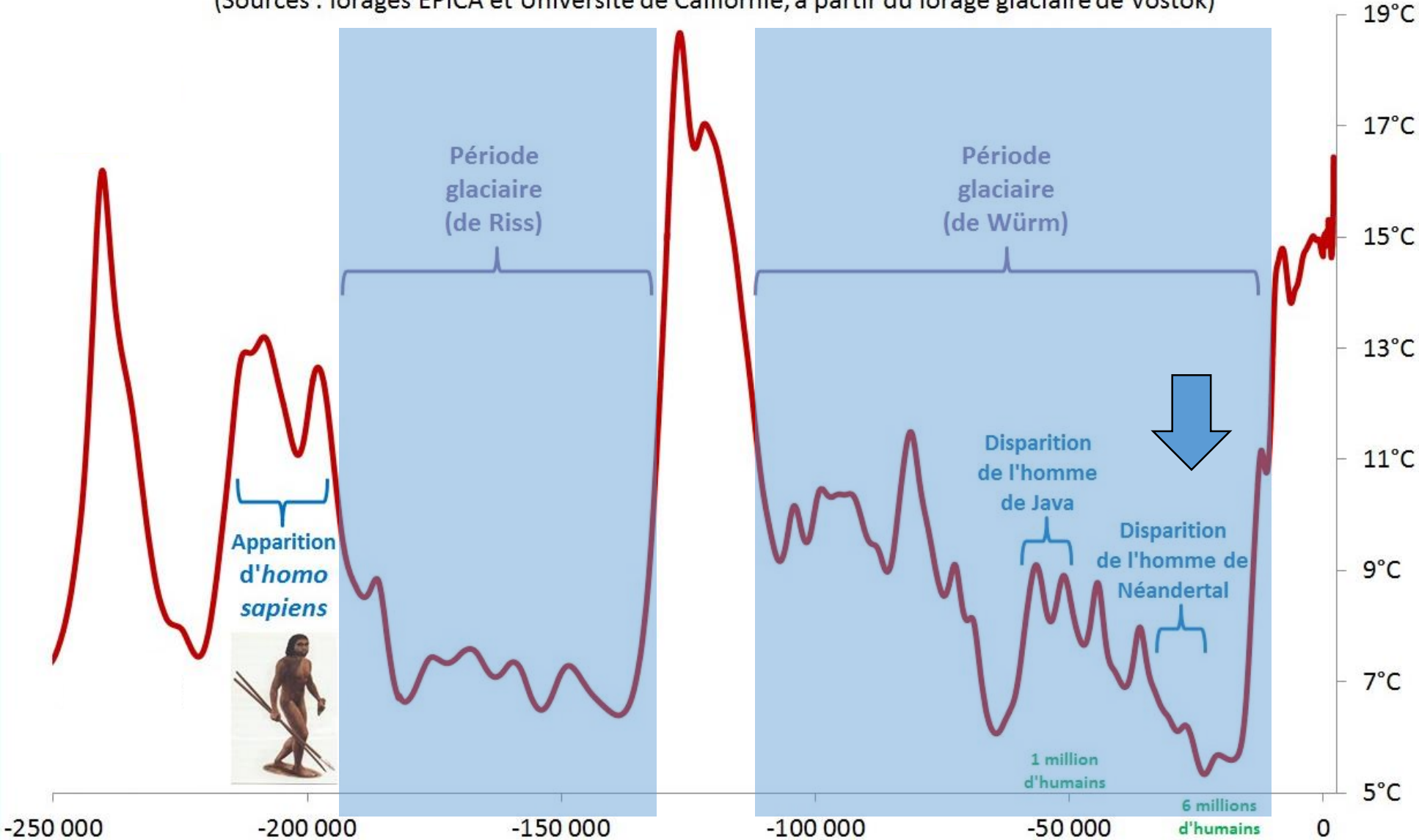
La France au Miocène (- 23.5 Ma)

Ère Tertiaire

Autochtones : Espèces relictuelles quaternaires

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

30 000 - 17 000 ans



Proasellus cavaticus

La partie immergée de l'iceberg

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 CO₂



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^{er} de Serbie 75016

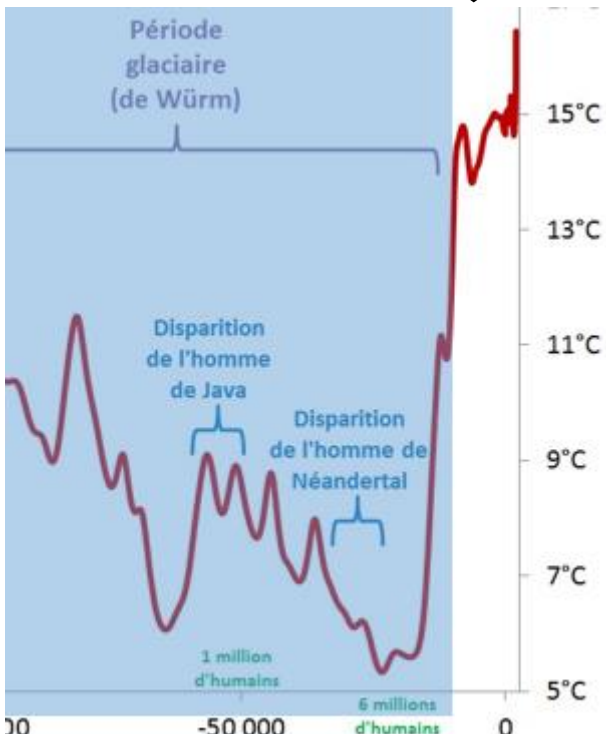
Espèces allochtones

Synantropiques

= dont la relation durable avec l'humain

Colonisation au cours de l'Holocène

(10 000 ans avant le présent) RECENT 😊



< *Cylindroiulus parisorum*



Pholcus phalangioides



Zoropsis spinimana



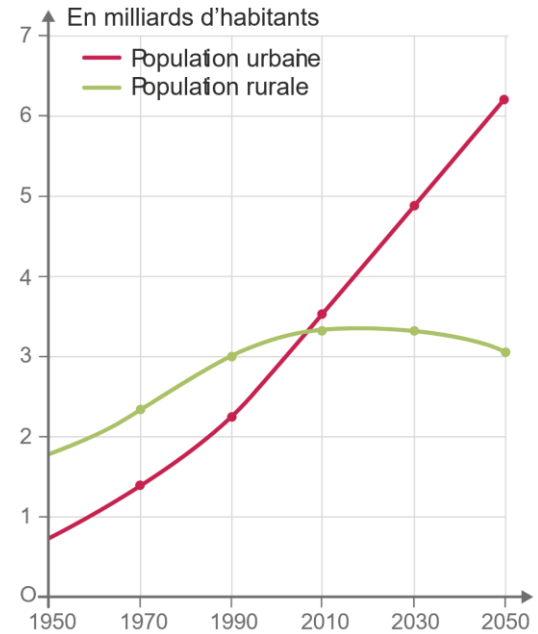
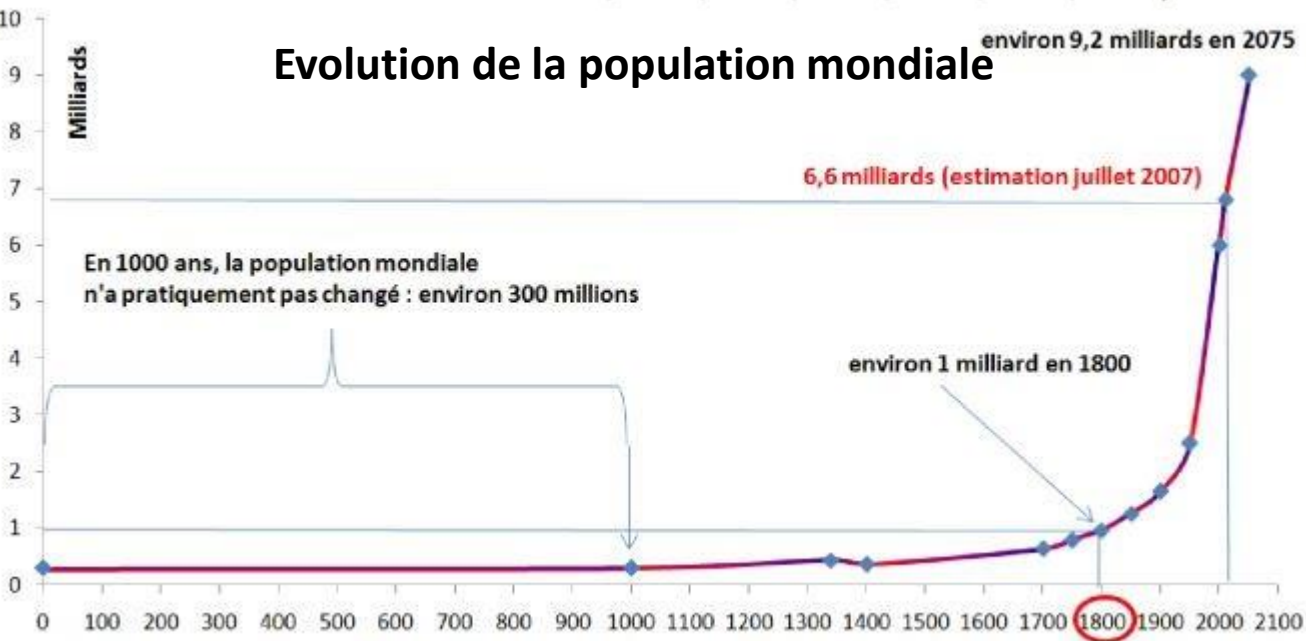
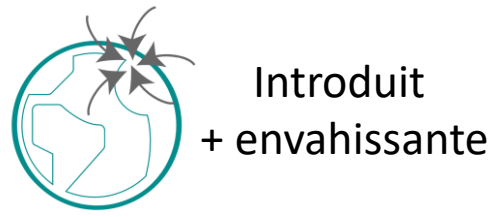
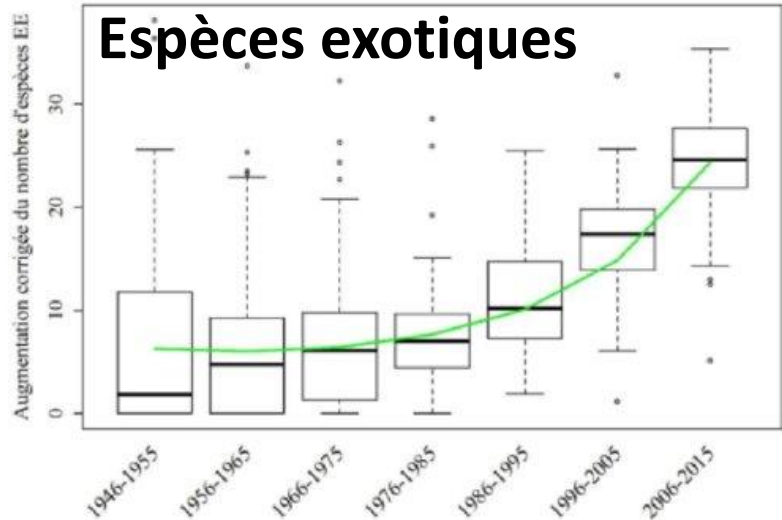
Steatoda grossa

Porcellio dilatatus



Espèces allochtones, depuis le 19^{ème} siècle, Et forte urbanisation mondiale depuis le 20^{ème} siècle

Source : Les espèces exotiques envahissantes et leur gestion
January 2018

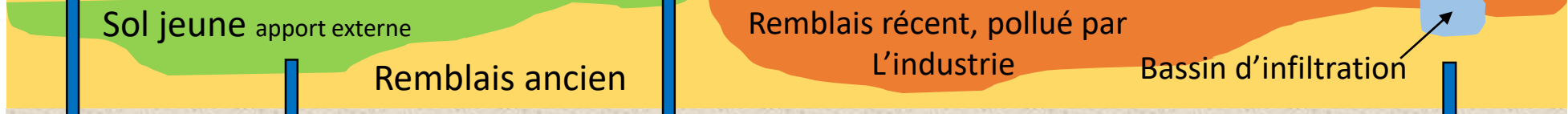


Particularité des zones anthropiques : Compartimentation du souterrain

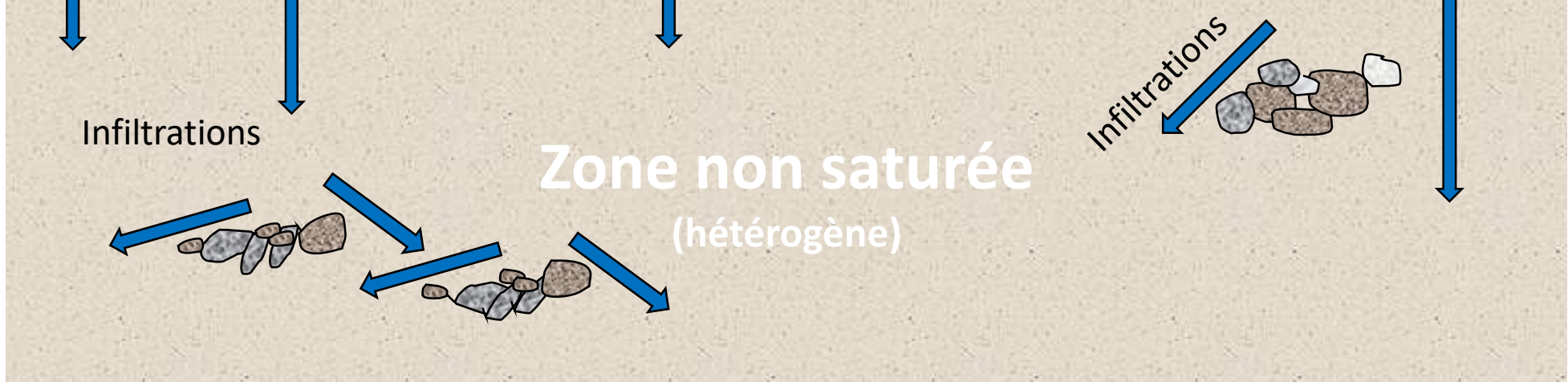
Source image : Simcity



ZONE ALLOCHTONE
Couche anthropique



ZONE AUTOCHTONE
Sédiment quaternaire



Présence d'espèces autochtones

Zone saturée en eau / Aquifère alluvial

Introduction accidentelle souterraine

Carriers 1890

- Les carriers (**depuis 12^{ème} siècle**)
- Le bois pour travaux souterrains (**depuis 1276 - 1777**)
- Les spécimens élevés par A. Viré (**1897**)

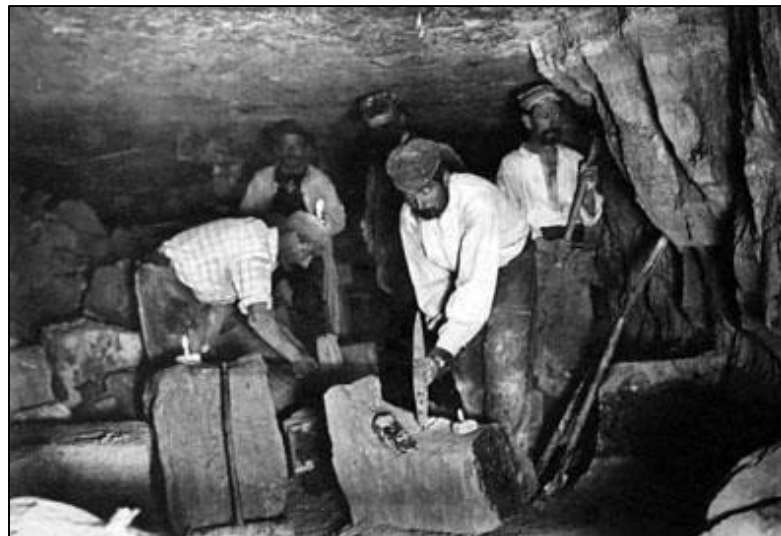
Bagneux en 1896



Ouvriers IGC 2013



Carriers 1890



1897



Boisages de consolidation en carrière



Zonitoides arboreus



Cossonus linearis



Brasserie Dumesnil (Cellier...)

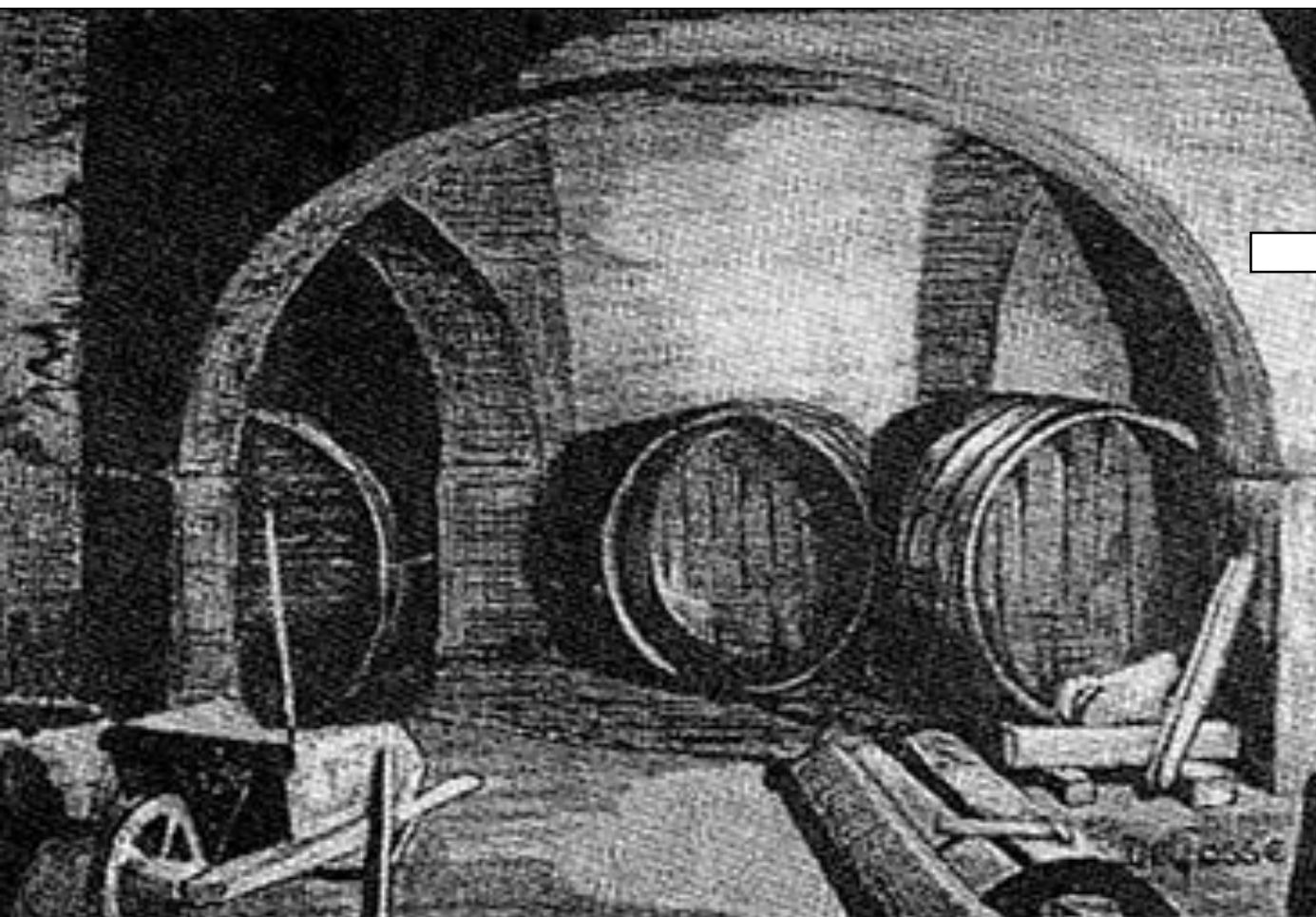
Tonneaux des anciennes brasseries (**Dumesnil depuis 1860**)
Stockés dans les carrières du 13^{ème} (sous le marché au cheveaux)
et du 14^{ème} (Cellier)



Wharf Borer / Foreur de quai
Nacerdes melanura

10-12mm

1860

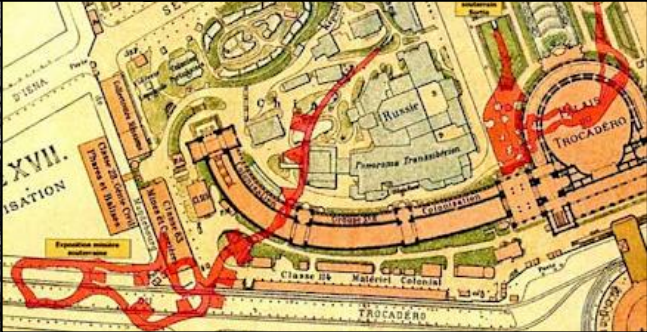
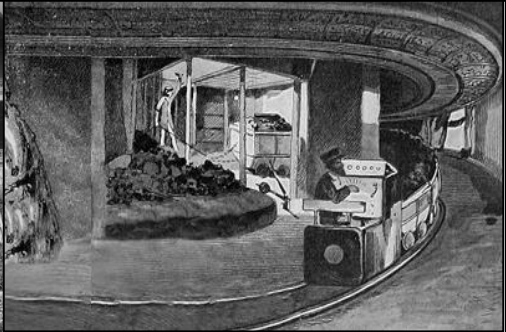


Réputé se développer dans les bois flottés par la mer, ou dans des piliers en bois de pontons maritimes, trouvé à proximité des anciennes cuves à bière de brasserie installée dans les carrières de Paris (où des tonneaux étaient entreposés)

Exposition minière, exposition universelle 1900

Carrière du trocadéro

Leptoneta sp.



Accès expo

MINIERE

Espèces exotiques

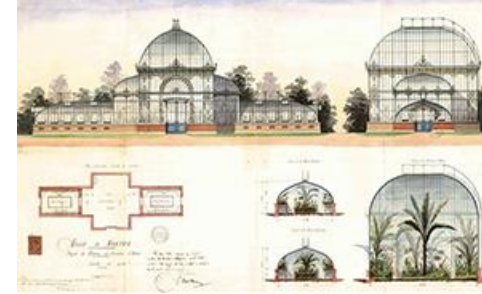
Introduite accidentellement d'un autre continent que celui dont elles sont originaire.

Diestrammena asynamora, **Sauterelles de serre**



Nicolai Adelung. 1902

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)

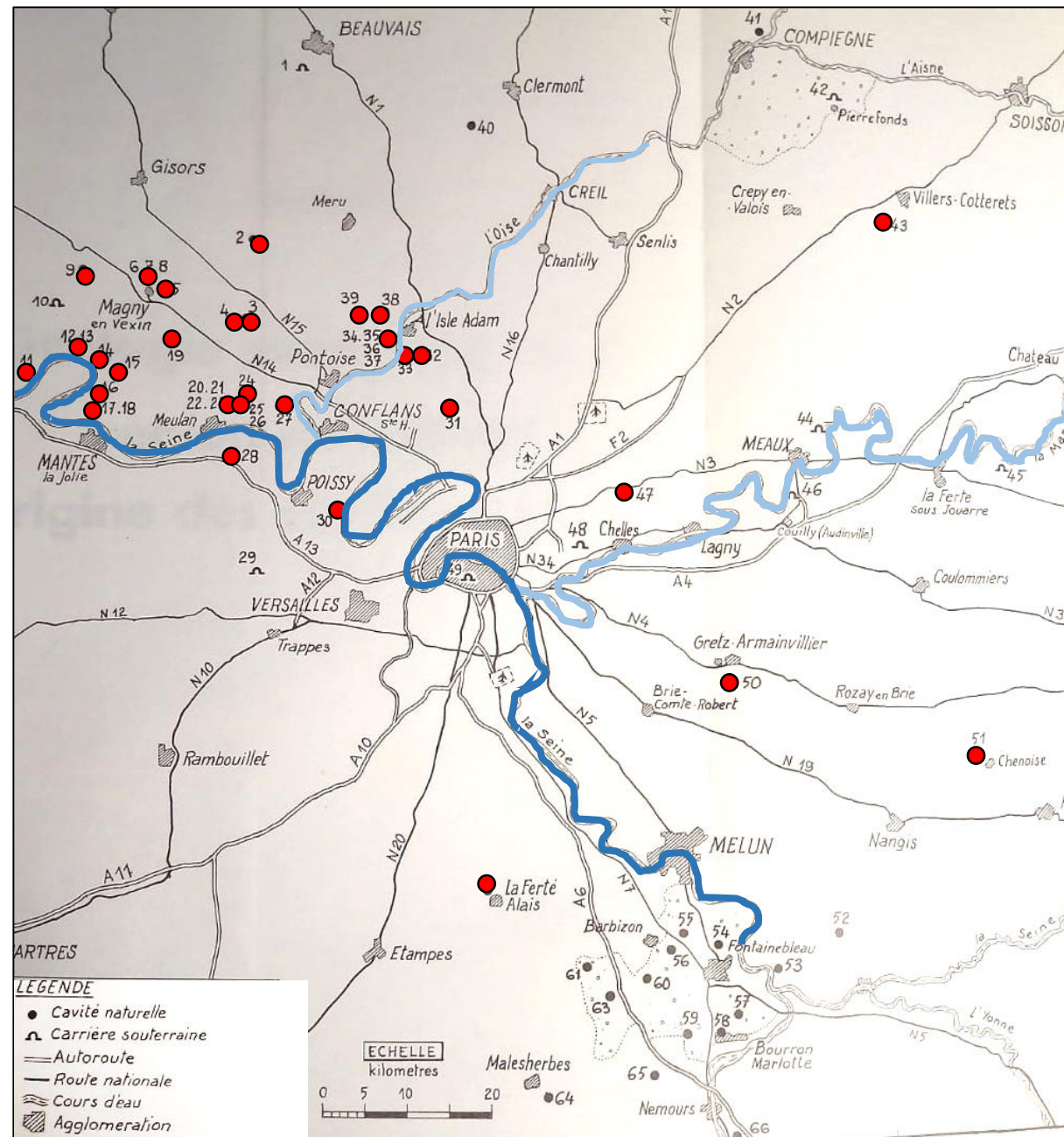
III. Souterrains franciliens

Spécificité écologiques et peuplements



INVENTAIRE BIOSPELEOLOGIQUE DES
CARRIERES SOUTERRAINES FRANCILIENNES

Cavités naturelles en Ile-de-France



GROTTES = Accessible à l'homme

Diaclases de décollements : rive de la Seine

Phénomènes karstiques dans le calcaire

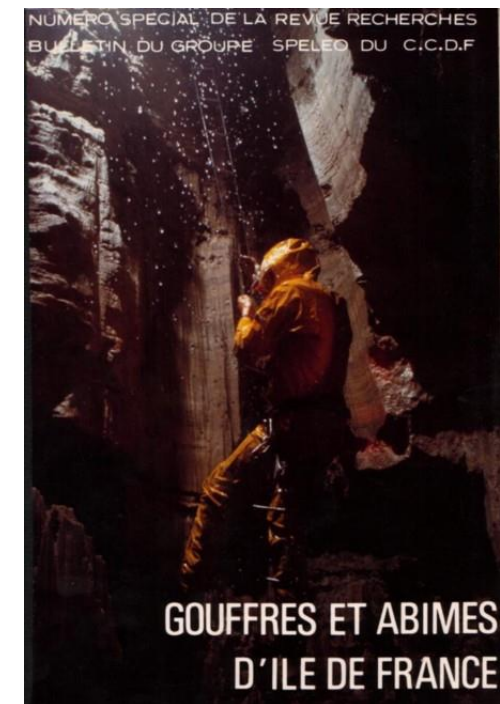
Phénomènes karstiques dans le gypse

Cavité du grès (Micro cavernes)

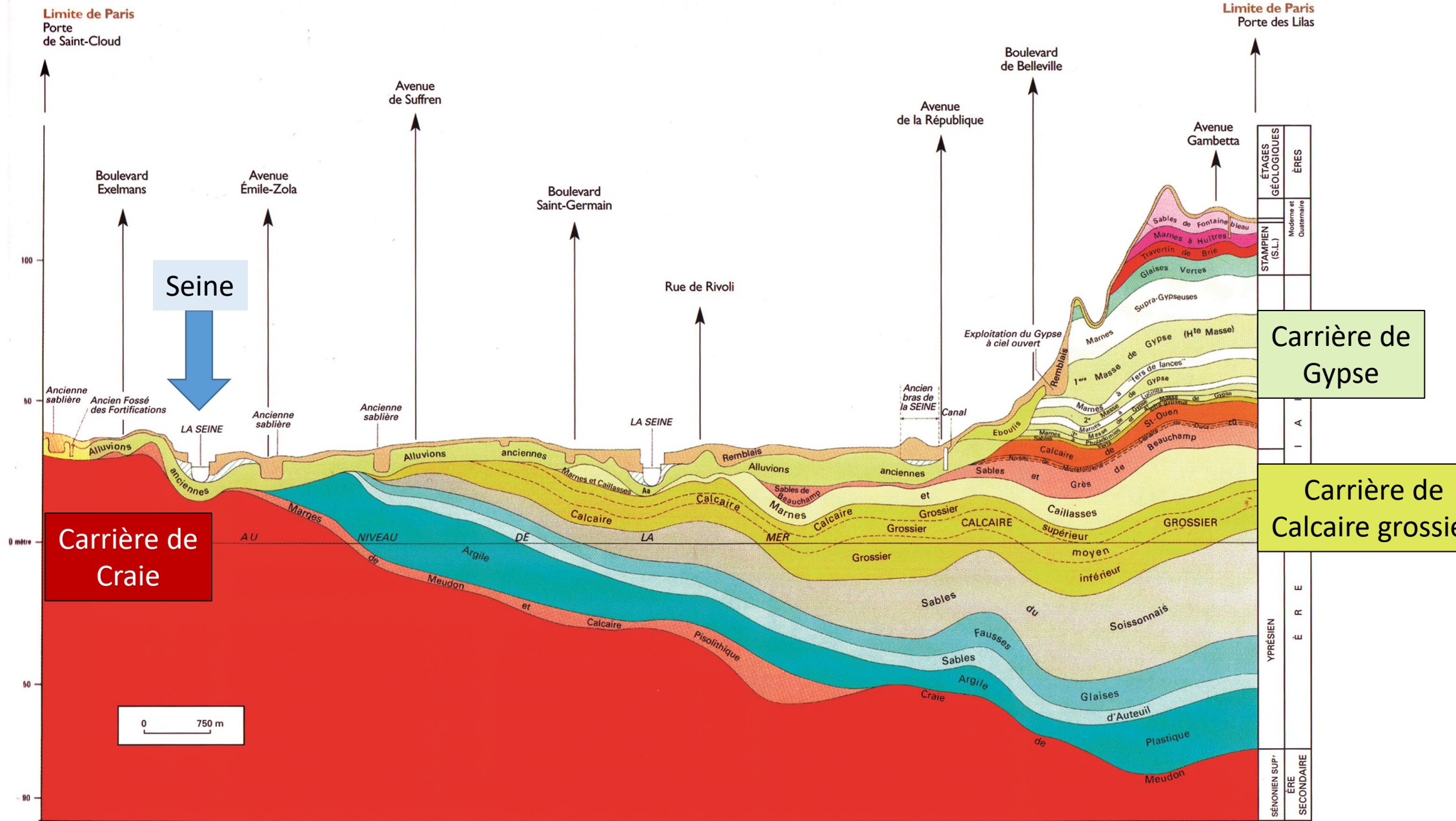
Développement max :

Gouffre de l'araignée 82m (19m de profondeur)

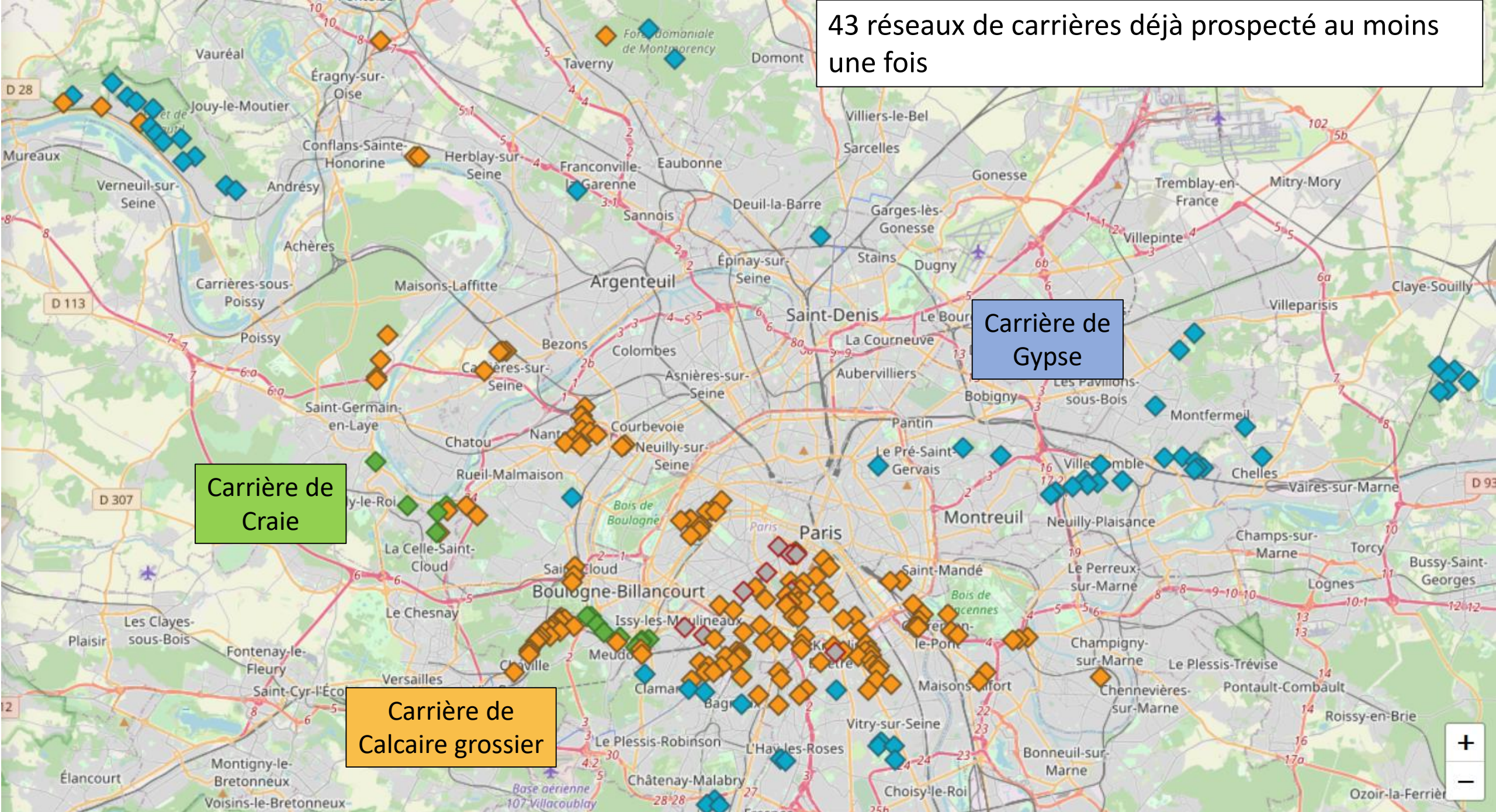
Source : La vie du SCOF



Géologie d'Ile-de-France



43 réseaux de carrières déjà prospecté au moins une fois



Carrière de Gypse

Carrière de Craie

Carrière de Calcaire grossier

Type de peuplement dans notre échantillonnage

Diversité des espèces

Aiguillette commune



Niphargus plateaui



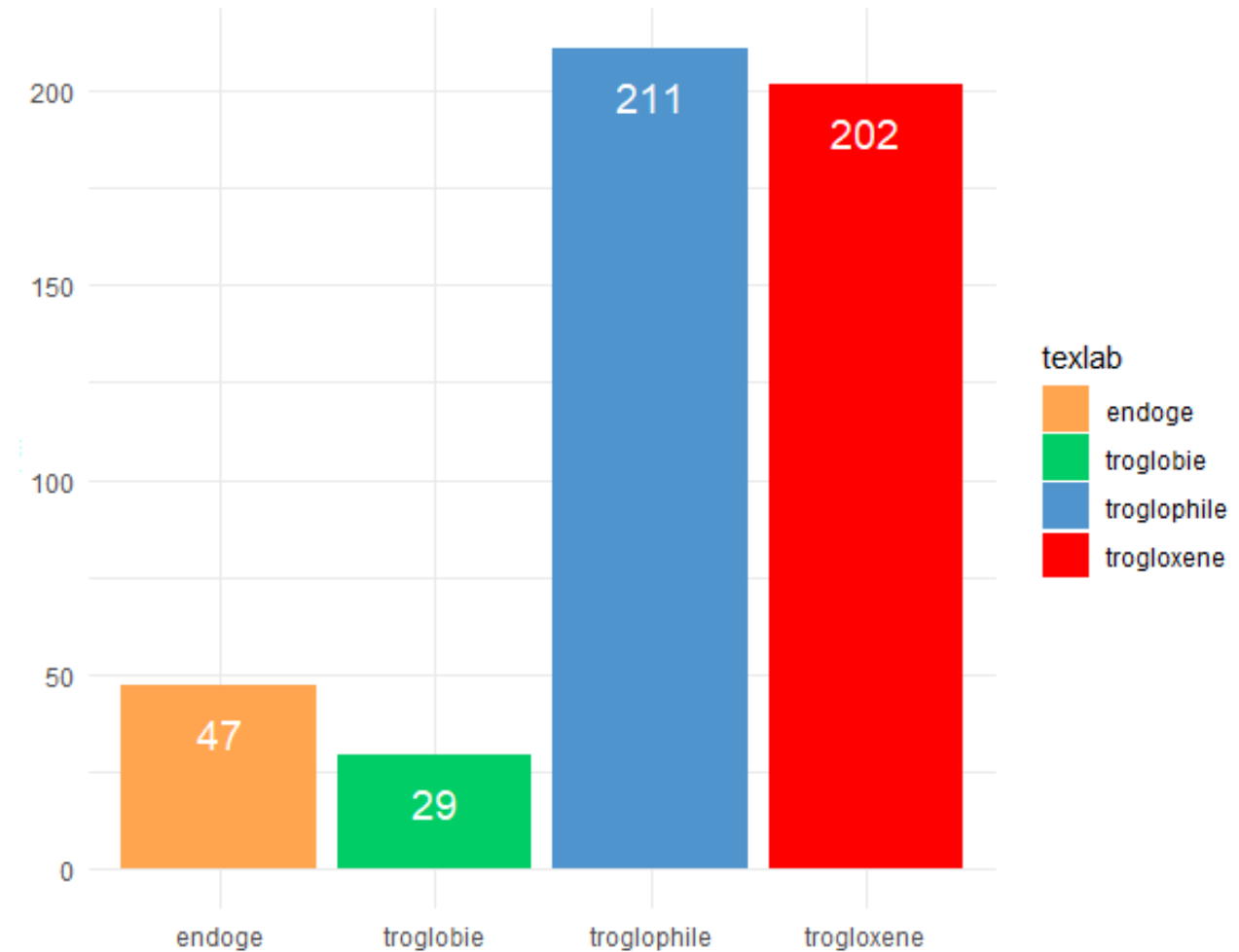
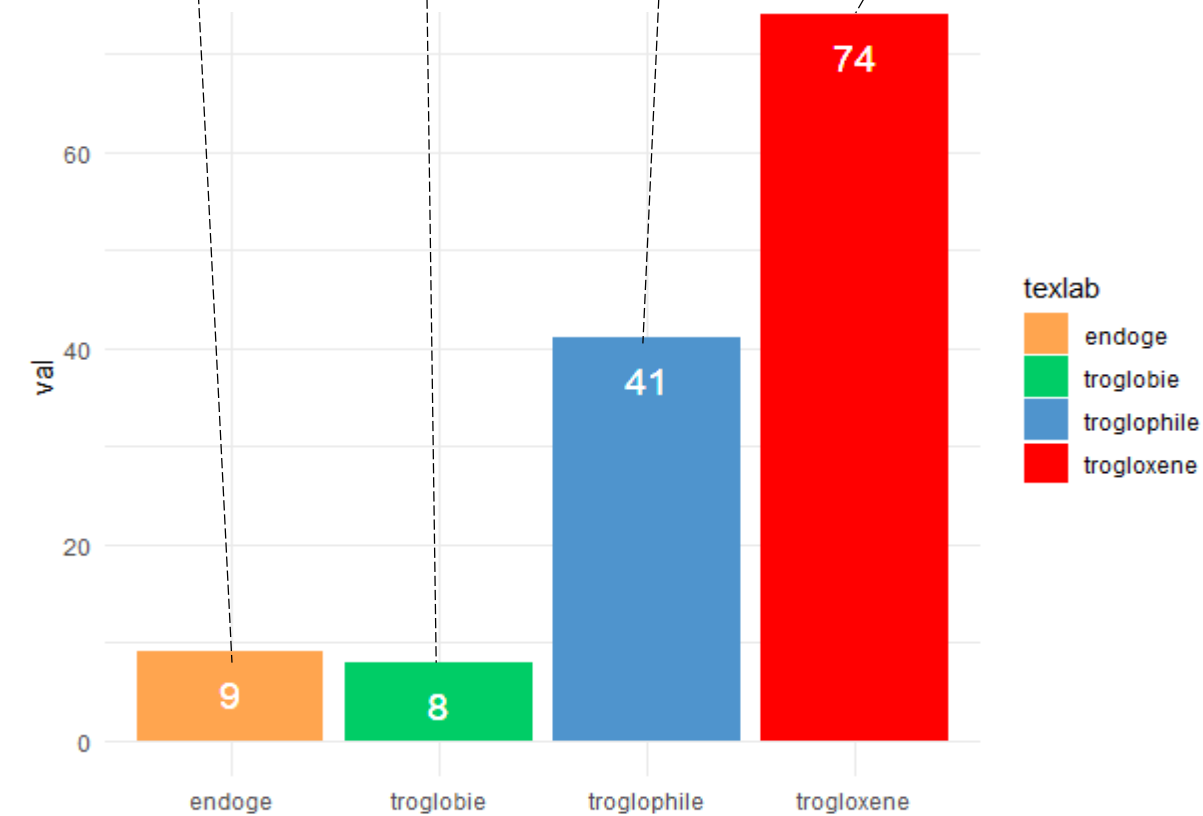
Scotolemon doré



Paon du jour



Abondance des espèces



Comparaison avec des cavités belges

Bulletin des Chercheurs de la Wallonie, XLVI, 2007, 73-95

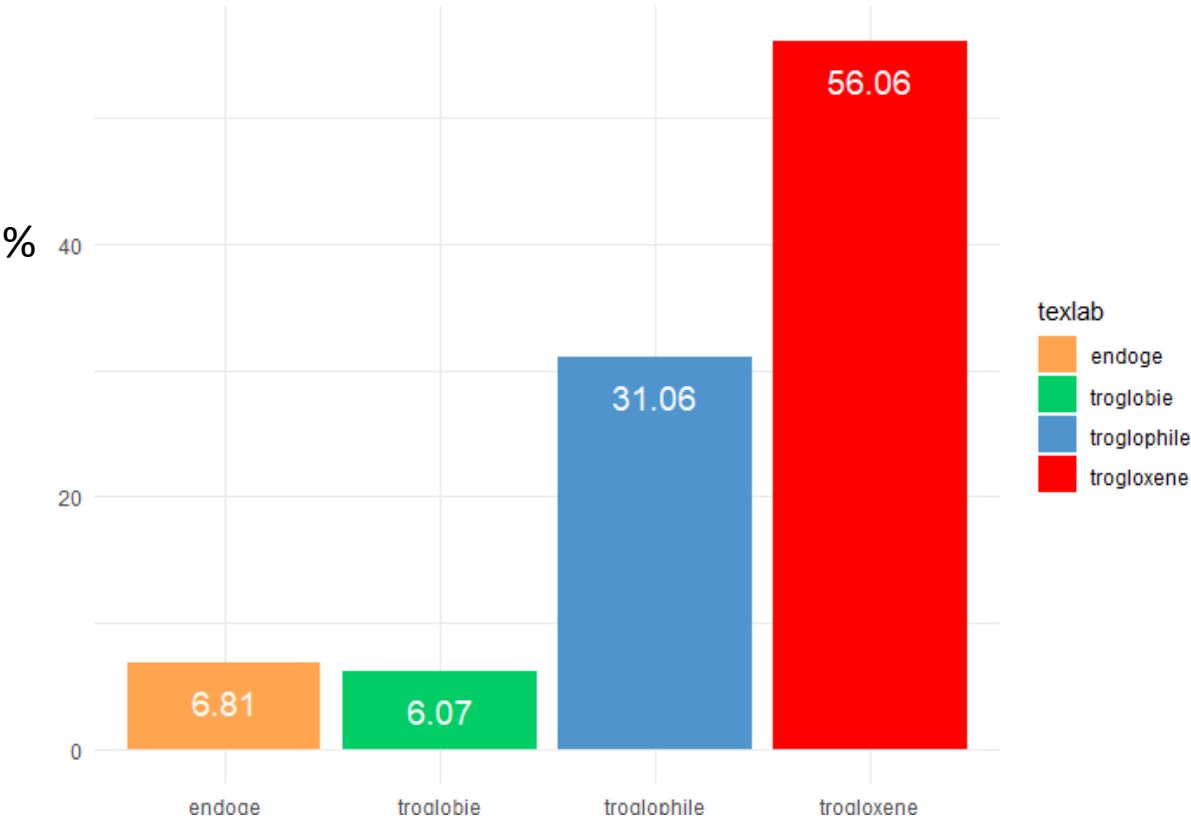
Les invertébrés des carrières souterraines de craie du nord-est de la Belgique

* Chercheurs de la Wallonie, C.R.S.O.A.

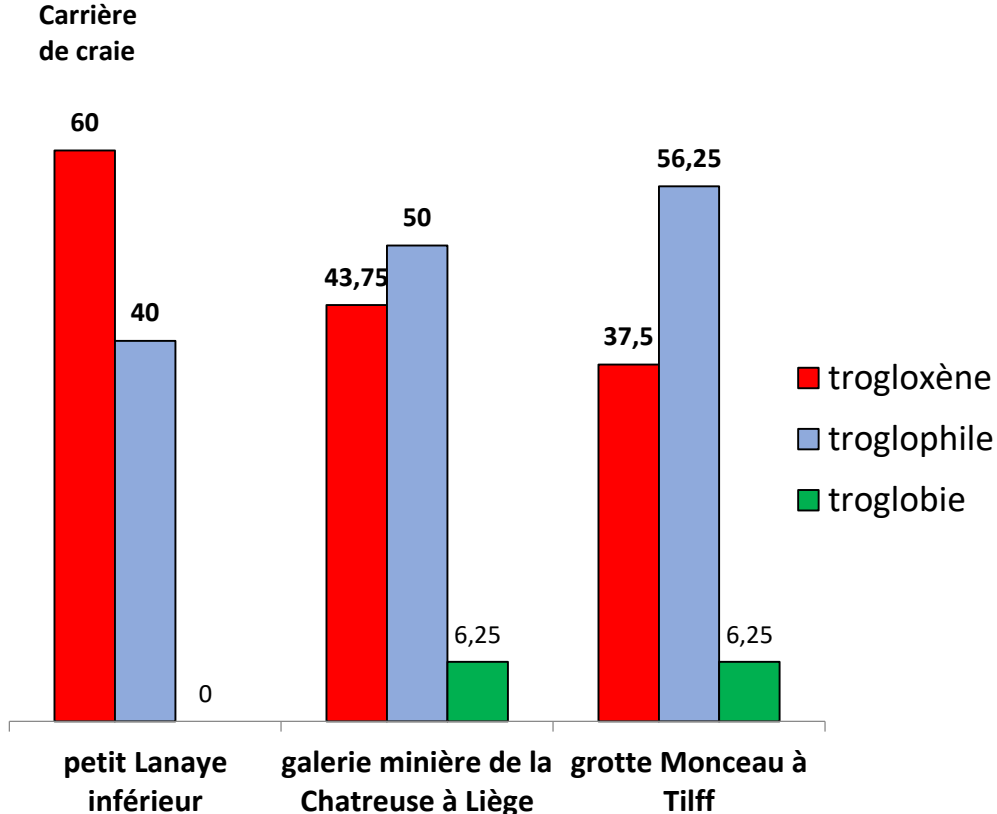
Michel DETHIER*

Diversité des espèces

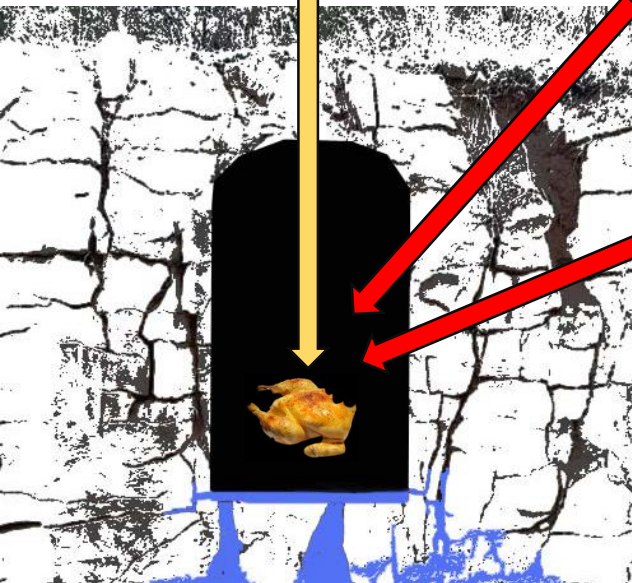
Carrières d'Ile-de-France
% de taxons par type



% taxons



Anthropisation + de trogloxènes + de compétition



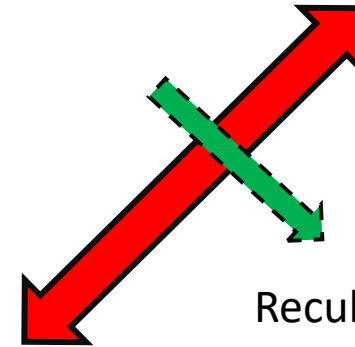
Trogloxènes drainés

introduction d'espèces
**Synanthopiques,
Euryèces**

opportunistes



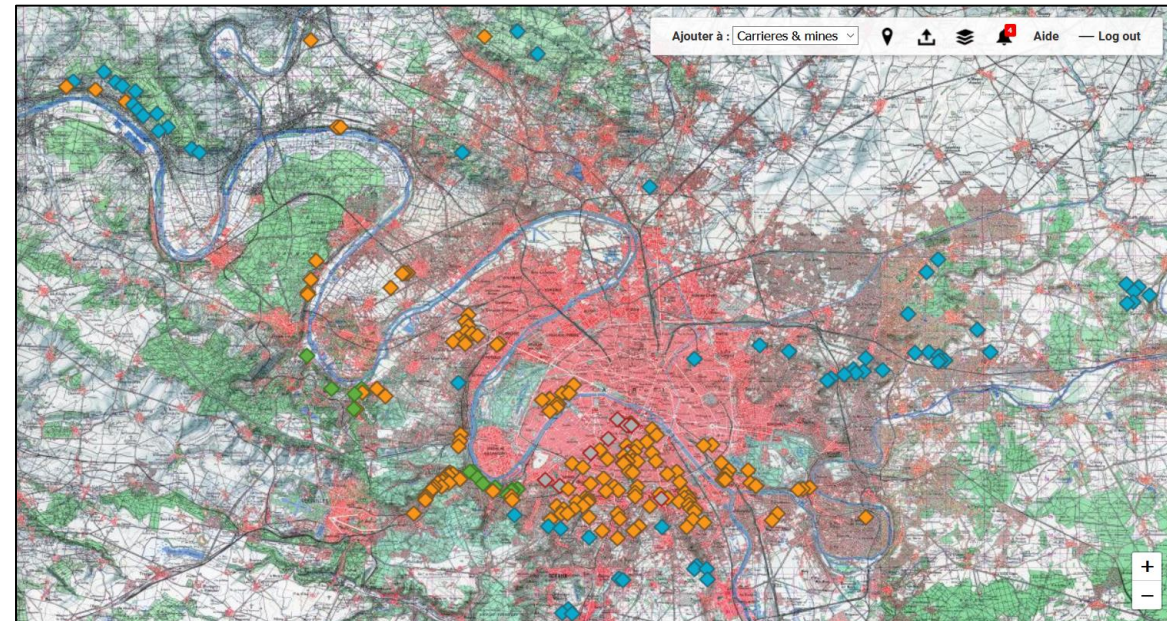
Hausse du nombre d'espèces



Recul du peuplement cavernicole :
dans le réseau des fissures

Les cavités artificielles d'Ile-de-France

Terrain surface = Urbain / Parcs / Forêt



T°C souterraine =
10 – 13°C en banlieue
12 - 16°C (rare 19°C)
sous Paris

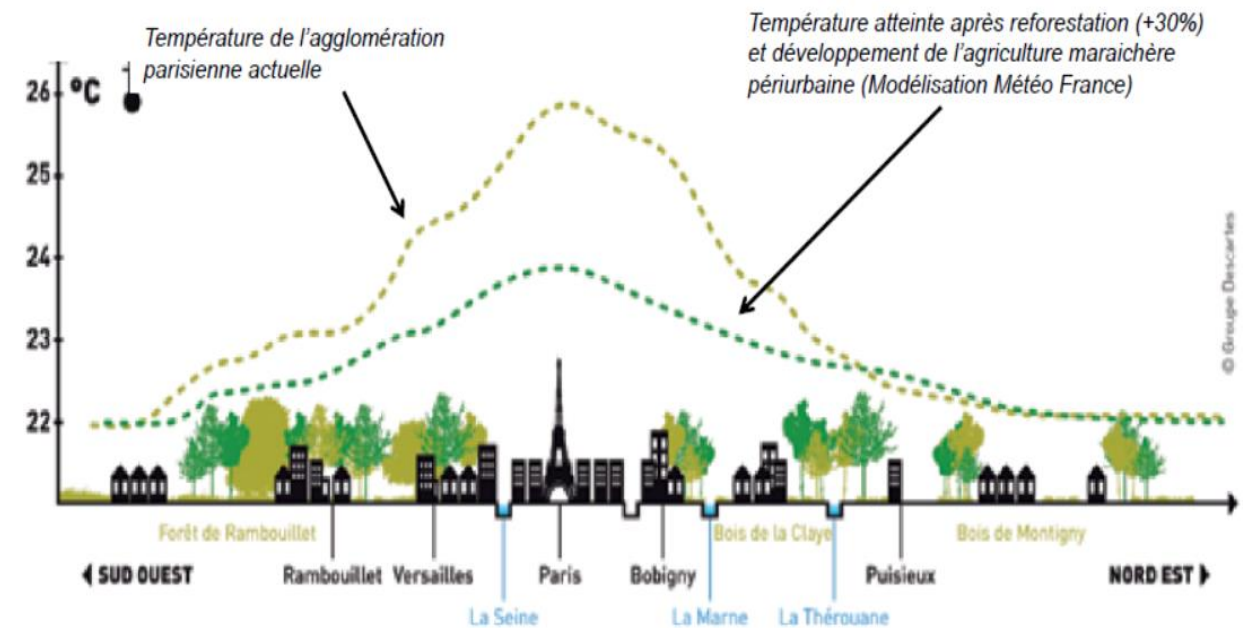
Milieu rural : + d'évapotranspiration
Milieu urbain : îlot de chaleur causé
par le rayonnement solaire
emmagasiné par les toits et routes,
restitué la nuit

Taille de l'accès = Cavage / porte / puits



Tampon de puits de service :
Catacombes de Paris

Entrée en cavage,
Carrière de Gagny St-Pierre



Impact thermique de la ville



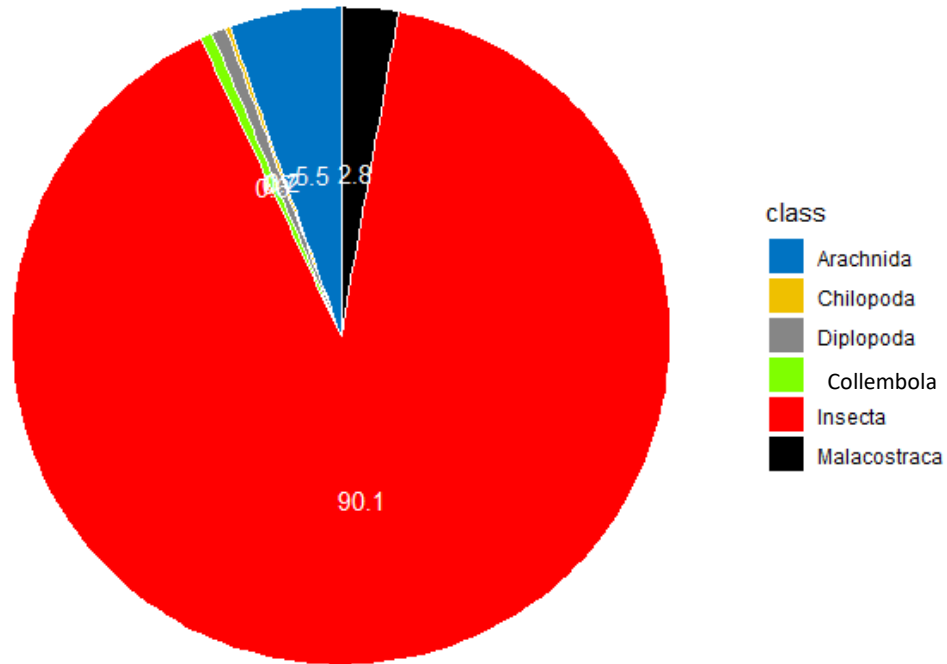
Gain de température sous terre :

- Puit géothermique
- Pompe à chaleur
- Chauffage urbain (CPCU)
- Climatiseur

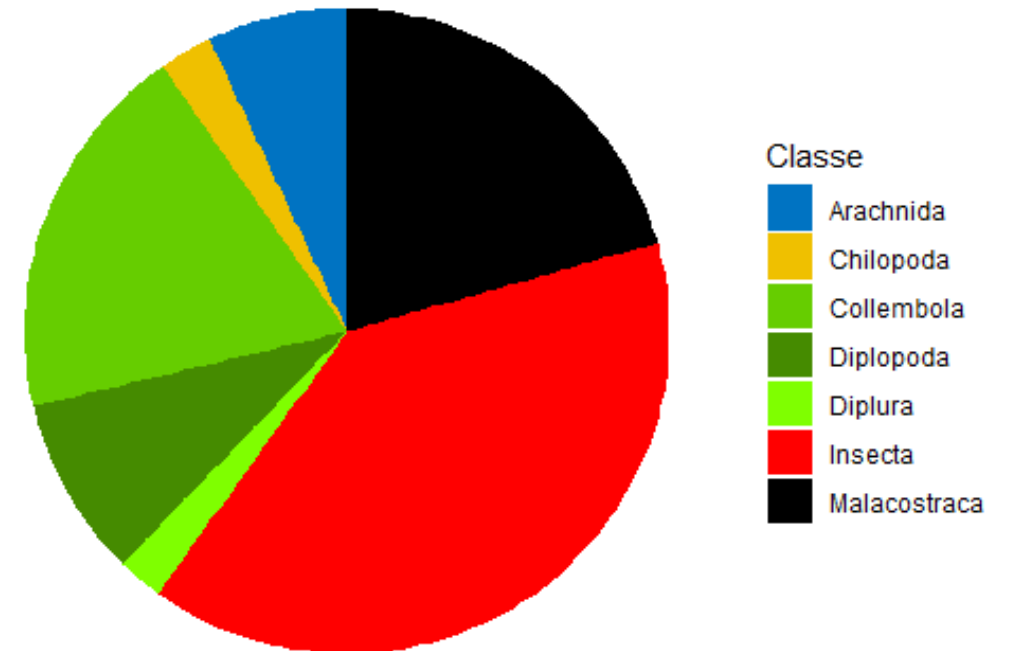
Composition de la communauté souterraine

ARTHROPODES

Proportion des classes représentées
dans le monde SURFACE



Proportion des classes représentées
dans nos échantillons
des arthropodes



Structure du peuplement souterrain

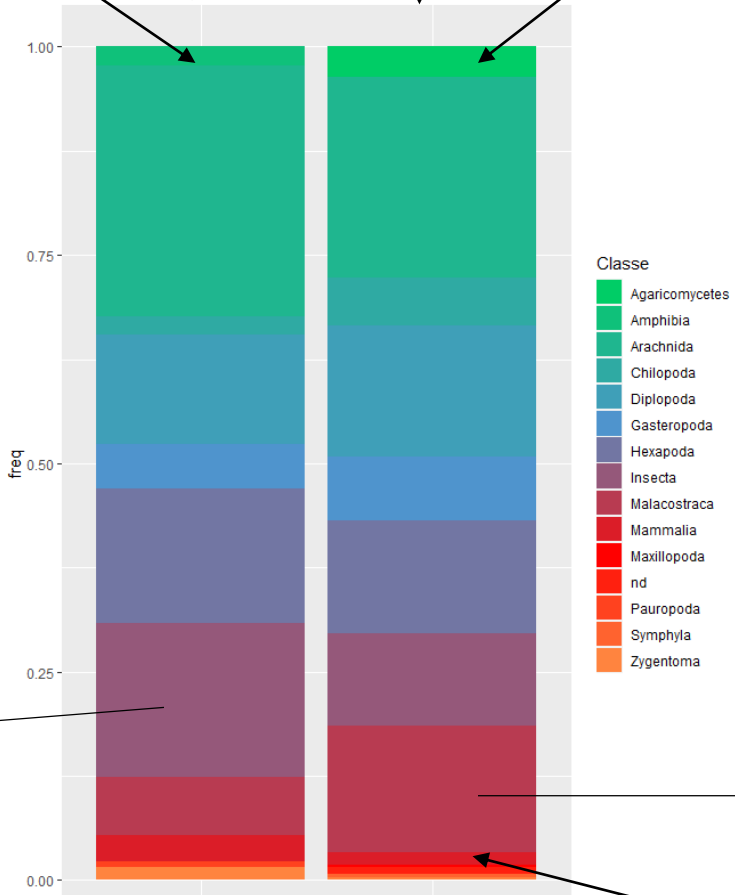
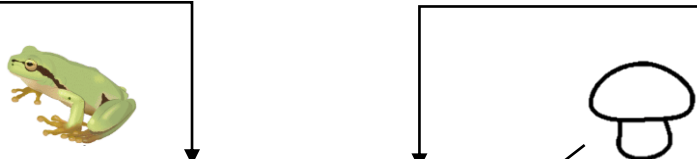
Comparaison d'environnement



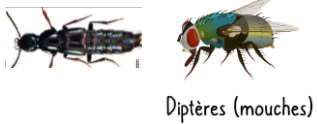
Milieu Boisé
Cavage de carrière de Maule (78)



Milieu urbain, rue goudronnée
Place Denfert à Paris (75)

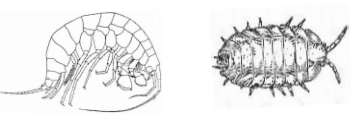


Occurrence d'individus par Classe



Insectes

malacostraca



Surface des interfaces vers l'extérieur

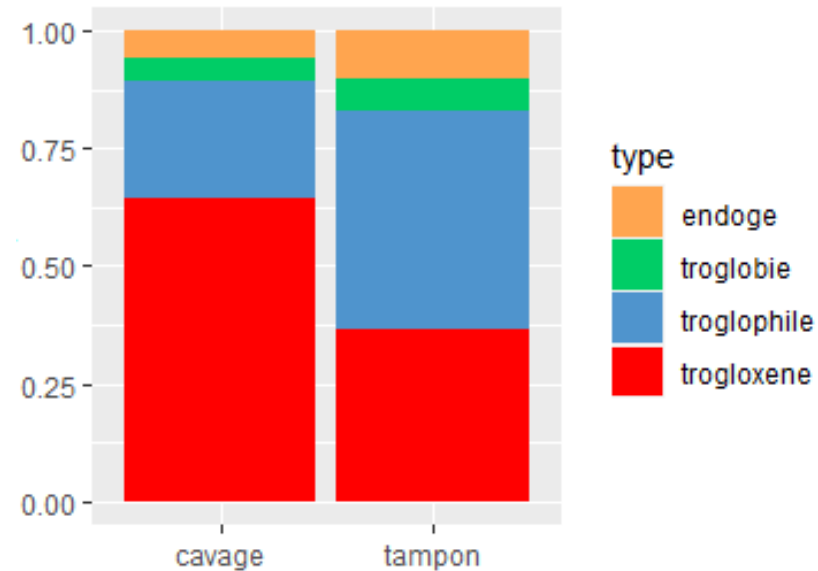


Entrée en cavage des carrières de Gagny



Tampon de puits de service : Catacombes de Paris

Occurrence d'individus par type



Surface des interfaces vers l'extérieur



Entrée en cavage des carrières de Gagny

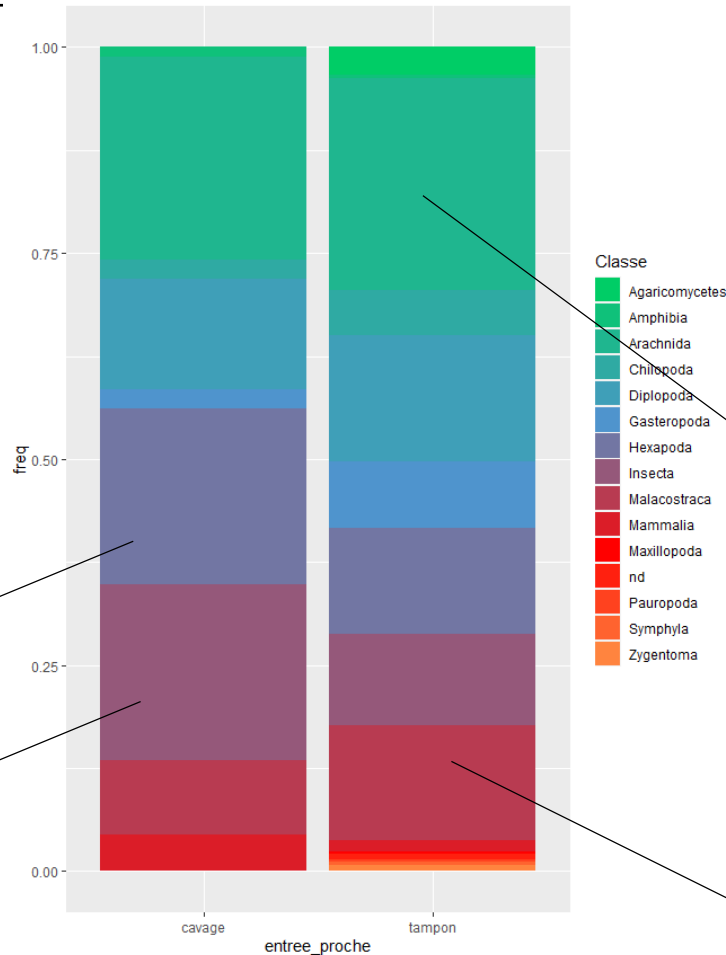


Collemboles et diploures



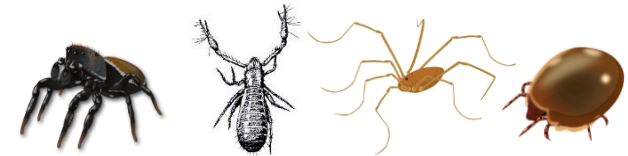
Insectes

Occurrence d'individus par Classe



Tampon de puits de service : Catacombes de Paris

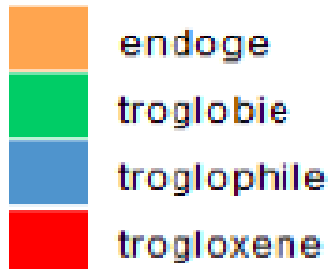
Arachnides



Malacostraca



Evolution de la biodiversité : Carrières d'Ile-de-France

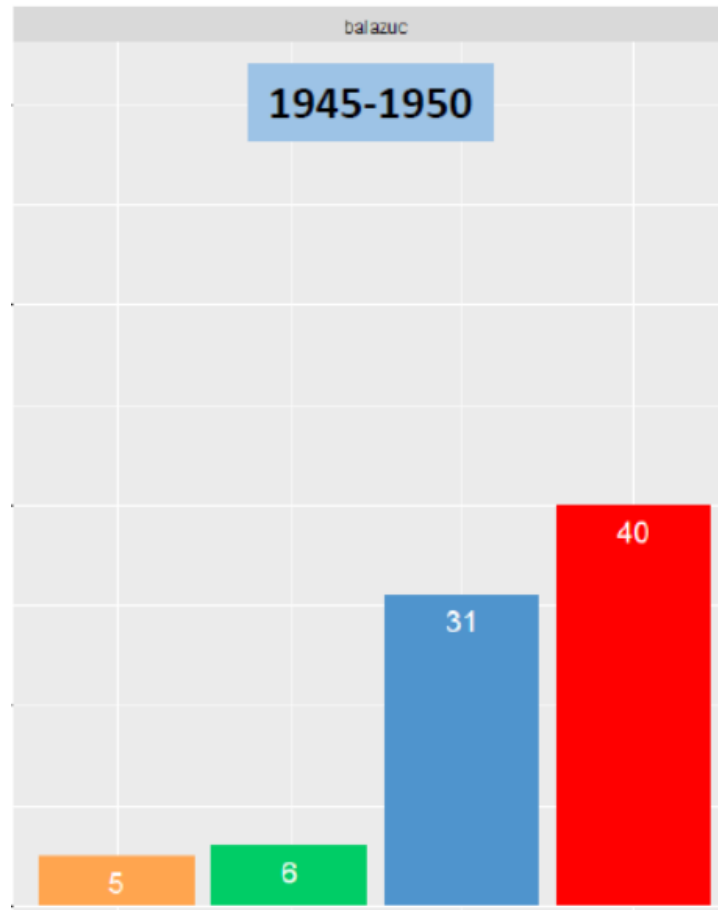


Difficultés :

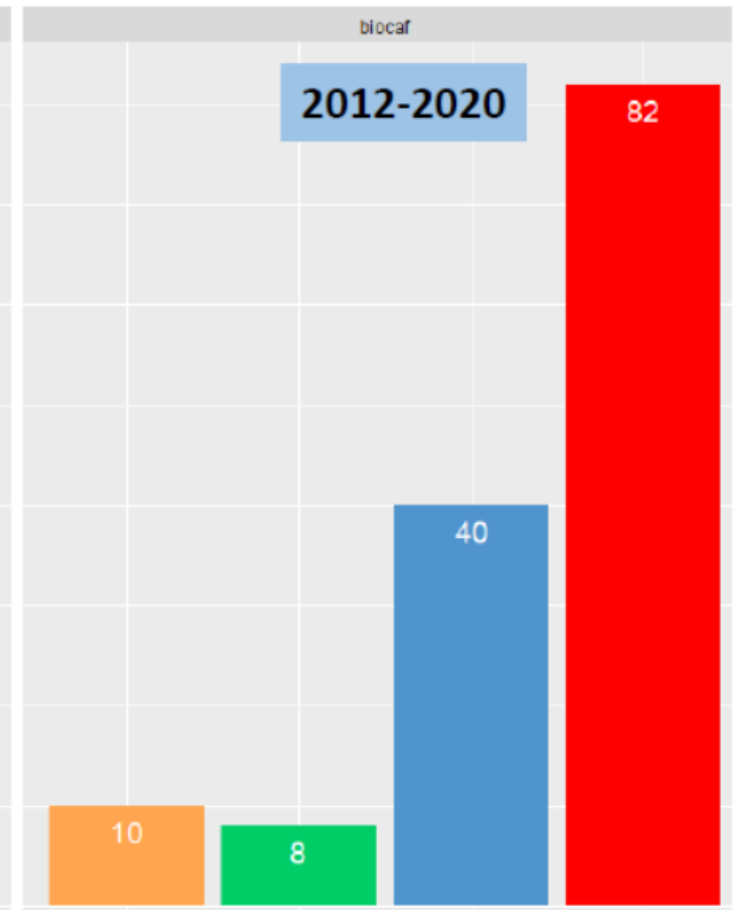
Certaines cavités disparues/inaccessibles
Certains taxons redéfinis
Catégories variables suivant sources biblio

BALAZUC

(82 espèces, 28 carrières)



(140 espèces, 43 carrières)



Evolution de la biodiversité : Carrières d'Ile-de-France



Murin de Daubenton



Murin à oreilles échancrées



Grand Murin



Grand Rhinolophe

Observations :

Mammalia : disparition des chiroptères

12sp >>> 4sp

⇒ URBANISME & destruction de l'habitat

Collemboles & Gasteropodes

Plus d'identifications pour BIOCAF



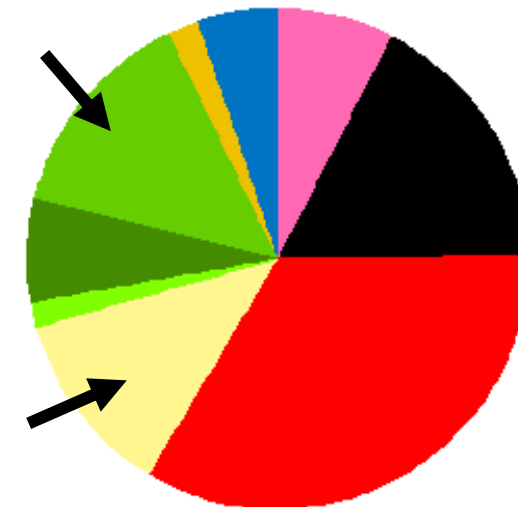
BALAZUC

(82 espèces, 28 carrières)



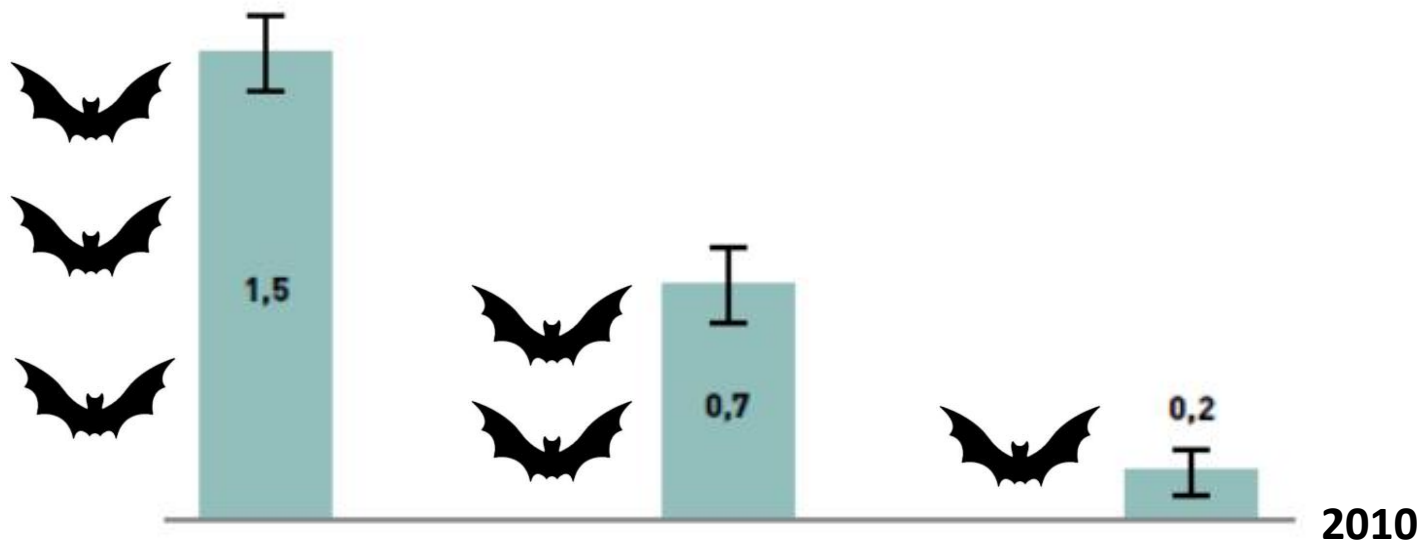
BIOCAF
INVENTAIRE BIOSPÉCÉOLOGIQUE DES
CARRIÈRES SOUTERRAINES FRANÇAISES

(140 espèces, 43 carrières)



Classe

- Arachnida
- Chilopoda
- Collembola
- Diplopoda
- Diplura
- Gasteropoda
- Insecta
- Malacostraca
- Mammalia



Zone rurale
(n=245)

Zone suburbaine
(n=159)

Zone urbaine
(n=64)



Pipistrelle commune

Source Photo : Wikipédia

natureparif

Agence régionale pour
la nature et la biodiversité

île de France

Effectifs relevés, d'après l'intensité de l'activité ultrasonore, de Pipistrelles communes par tronçon parcouru, en Île-de-France, dans les trois grandes catégories de milieu¹⁹

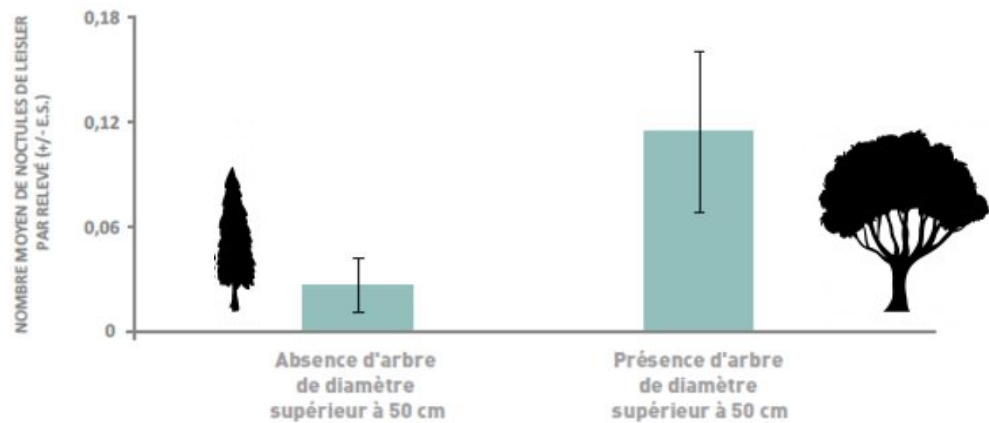


Figure 7. On trouve près de cinq fois plus de Noctules de Leisler dans les boisements avec vieux arbres. Si on sait que ces derniers sont essentiels à cette espèce pour gîter, le fait que les jeunes forêts soient de l'ordre de trois fois moins fréquentées en activité de chasse est un élément nouveau²⁰.

20. Natureparif, 2011. 2011 : Biodiversité en Île-de-France, État de santé et résilience. Paris. 16 p



Noctule de Leisler, source photo : Wikipédia



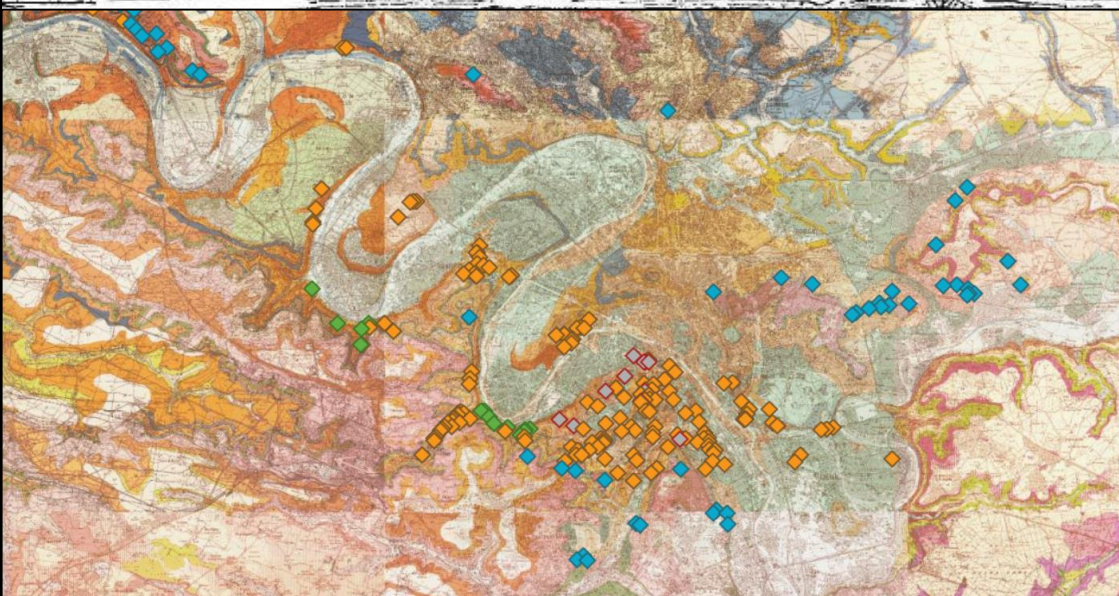
Conclusion : Explorer les données d'inventaire

PERSPECTIVES :

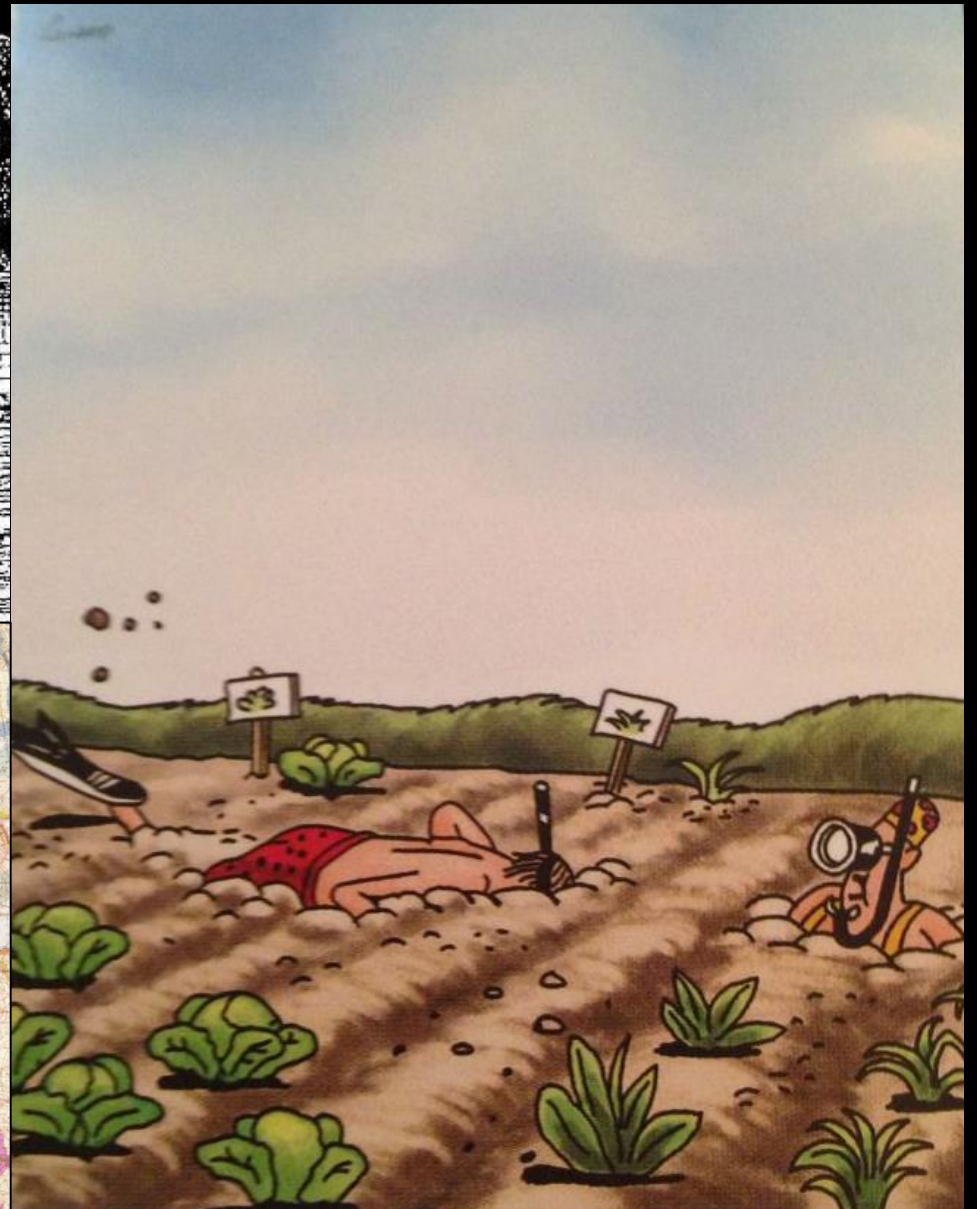
- **Description du micro-habitat**
- **Évaluer la biodiversité génétique**
- **Ecologie fonctionnelle**
- Prendre en compte interactions biotiques :
 - prédation / compétition / parasites
 - Co-distribution d'espèces
 - Pollution : Bioindicateur d'une perturbation ?

Continuer de prospecter les carrières qu'on a pas faites !!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
(et de dire au gens de prendre des photos de ce qu'ils observent)

DES QUESTIONS ?



The Far Side by Gary Larson



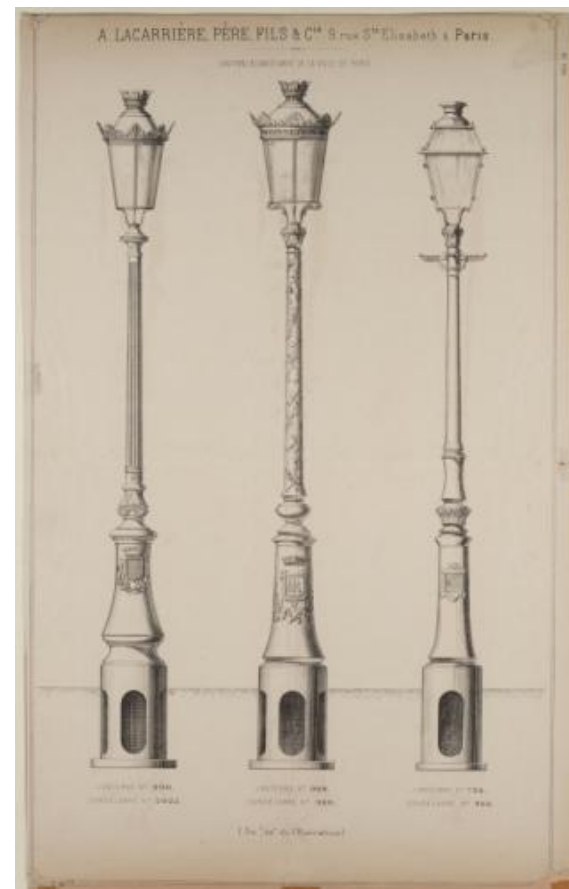
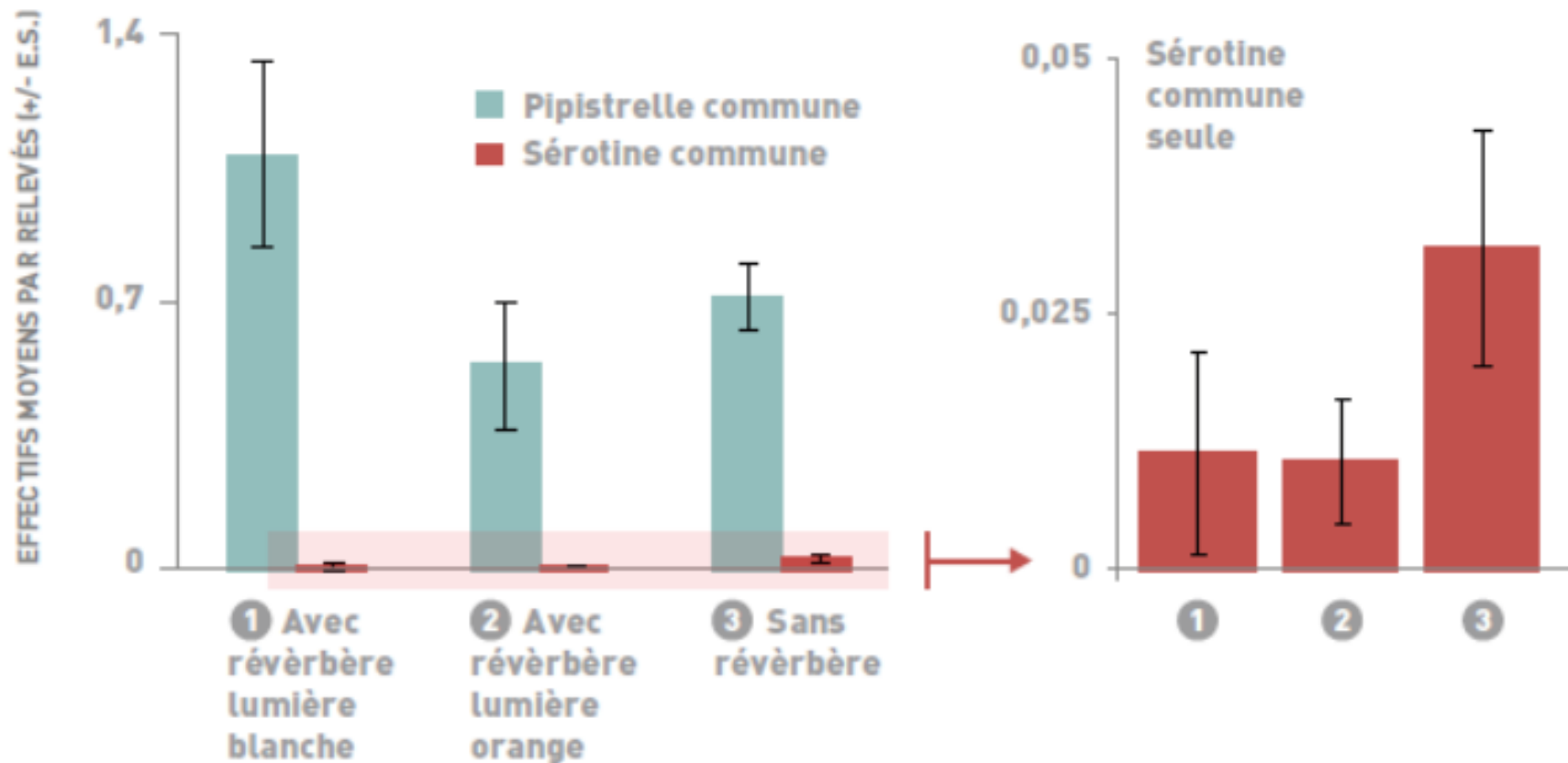


Figure 9.

Relation entre abondance de chiroptères en activité de chasse et éclairage urbain. La Pipistrelle commune, de loin la plus abondante des chauves-souris d'Île-de-France, se trouve significativement favorisée par un éclairage à lumière blanche. Natureparif, 2011. 2011 : Biodiversité en Île-de-France, État de santé et résilience. Paris. 16 p

natureparif

Agence régionale pour
la nature et la biodiversité

île de France

Biotope aquatique En carrière

Puits à eaux, Fontaine d'étéage
nappe phréatique

Ruisseaux eaux courantes
Niphargus, copépode.

Les flaques (infiltration)
Piégés et emporté par un écoulement

