

Atelier n°19

Quelles stratégies d'adaptation pour la conservation des milieux souterrains face aux changements climatiques ?



Date : 6 décembre 2024



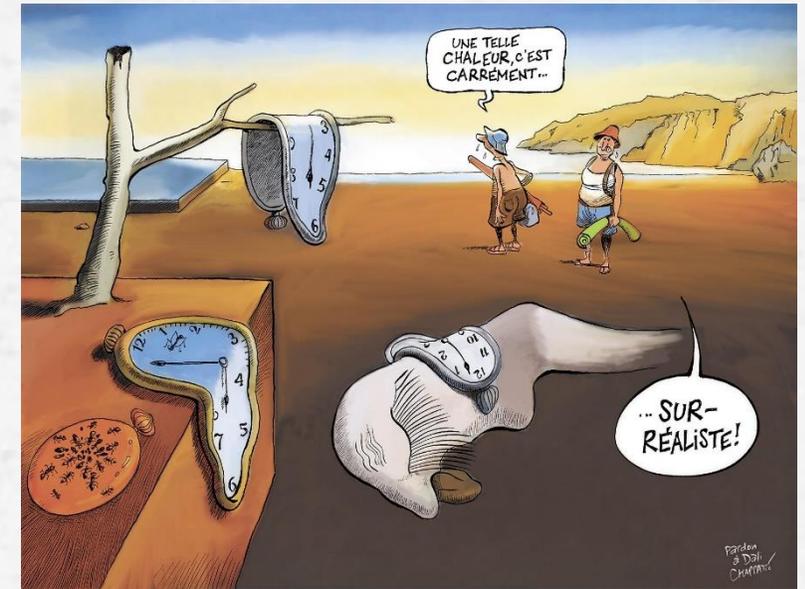
24^e congrès des
Conservatoires d'espaces naturels
NANCY du 4 au 7 décembre 2024



Propos introductifs et postulat...



Benoît Pascault – Cen Rhône-Alpes



Marguerite commune

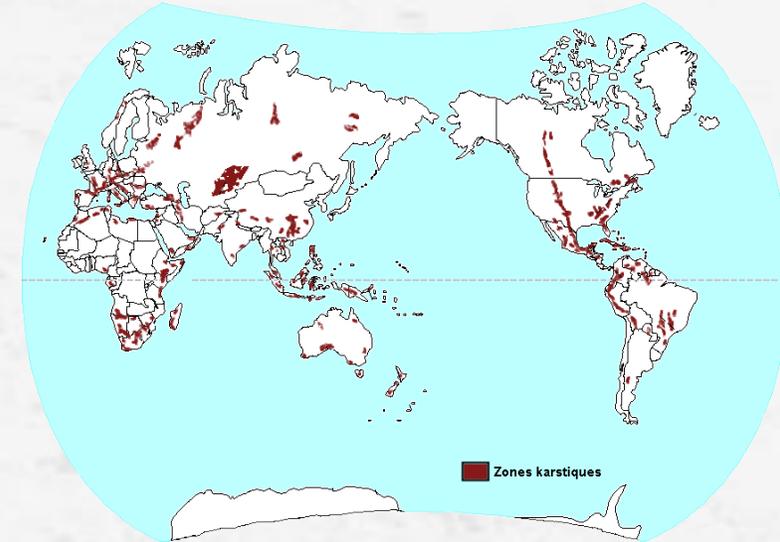


24^e congrès des
Conservatoires d'espaces naturels
NANCY du 4 au 7 décembre 2024

Les milieux souterrains...



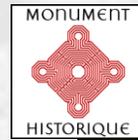
Une grande diversité...
Des plus naturels au plus artificiels



source: <http://souterweb.free.fr/>



© C. Jean-Pierre / FTV



Forteresse de Mimoyecques



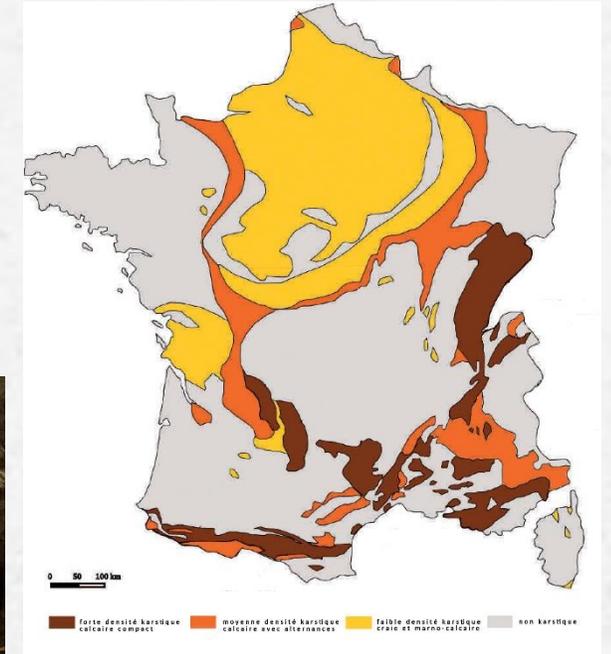
Source: Cen HF



Y. Peyrard



Orgnac



source: Pierre Miche ABADIE d'après Bernard GEZE dans Cahier de l'EFS n°16 (2010)



24^e congrès des
Conservatoires d'espaces naturels
NANCY du 4 au 7 décembre 2024

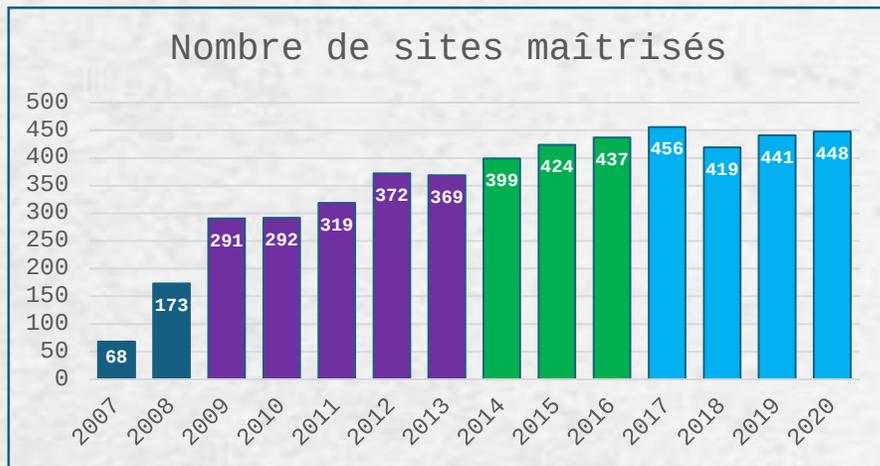
Les conservatoires fortement impliqués dans la gestion et préservation de ces milieux...

A l'échelle du territoire métropolitain (hors IDF et Bretagne)

Source PNA Chiro

2020

22 CEN => 448 SITES / 727 GÎTES



Mines : 42 gites - Grottes : 95 gites - Tunnels : 17 gites

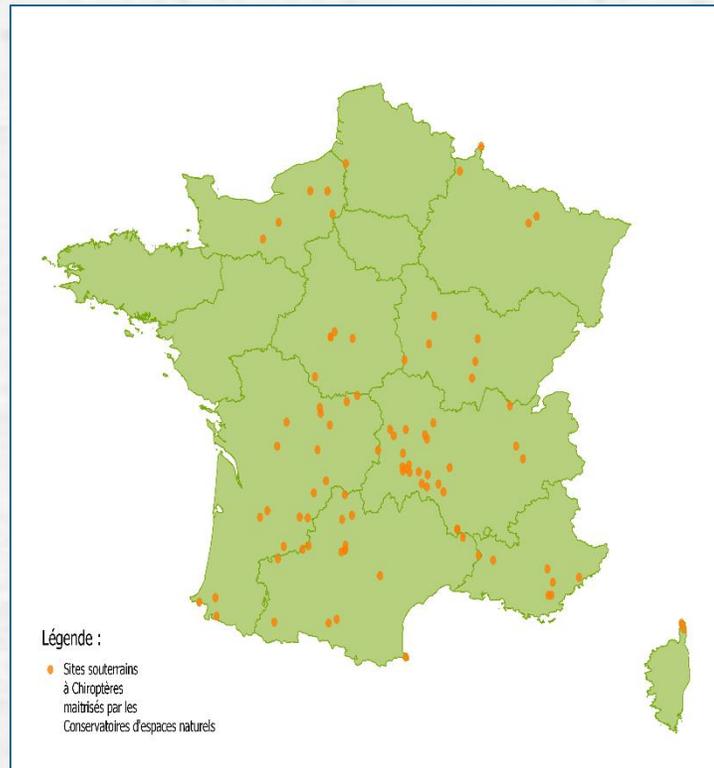


24^e congrès des
Conservatoires d'espaces naturels
NANCY du 4 au 7 décembre 2024

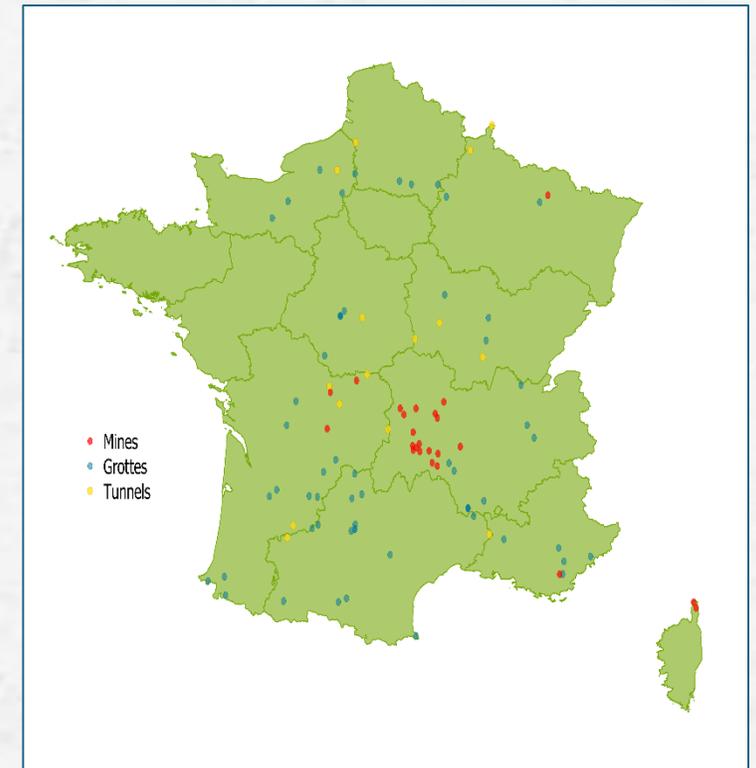
2023

16 CEN => 463 SITES / 737 GÎTES

91 sites souterrains sur les 463 sites chiro maîtrisés



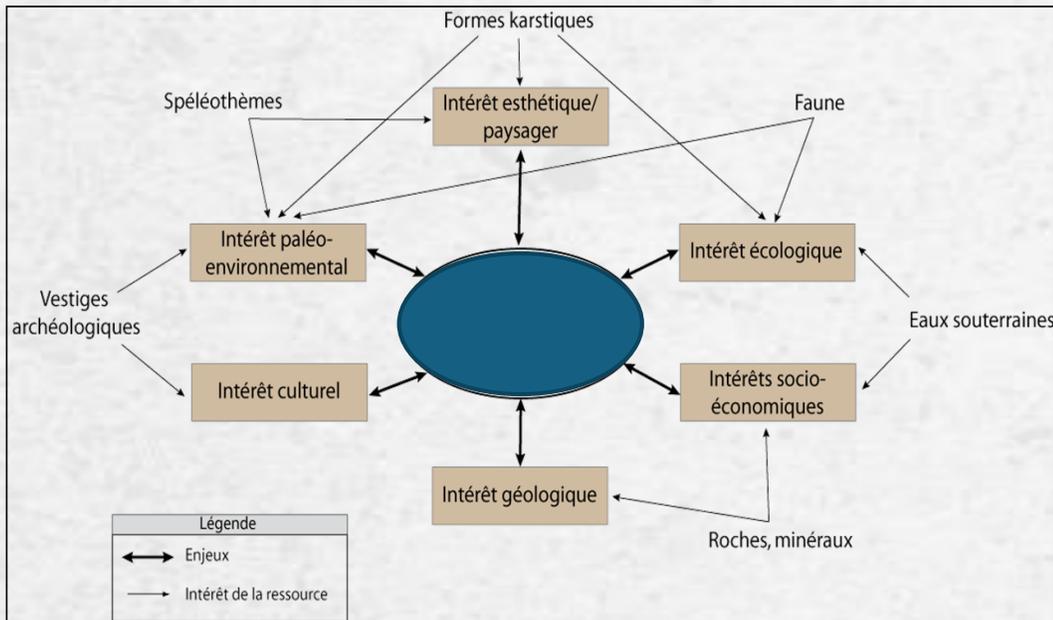
Mines : 24 sites (minimum 41 gites) - Grottes : 52 sites (minimum 94 gites)
Tunnels : 15 sites (minimum 18 gites)



Les milieux riches et complexes...



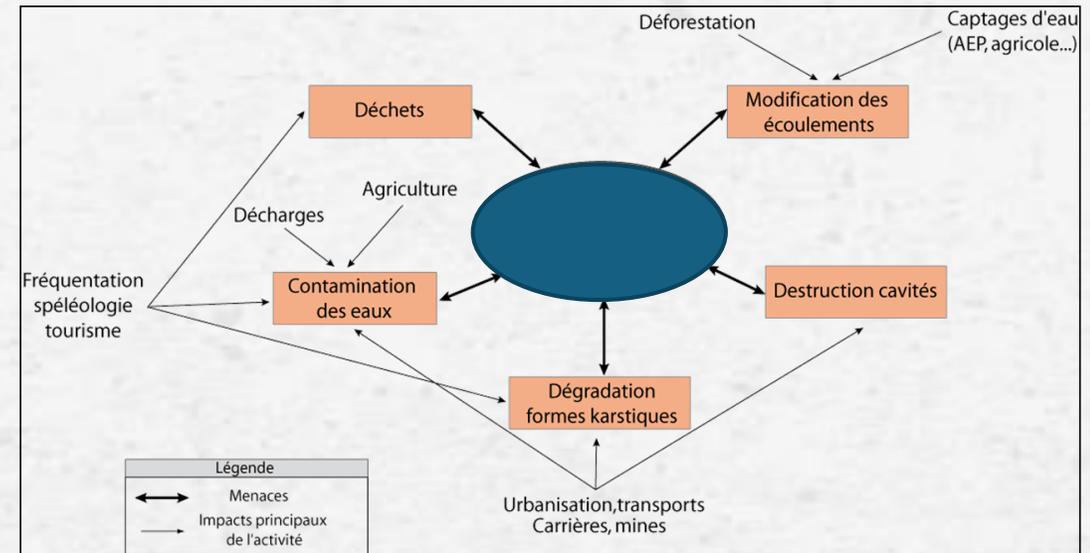
Les milieux souterrains => des intérêts multiples



C. Dode, Cen Rhône-Alpes - 2016

Et le changement climatique ?

Les milieux souterrains => des activités « interférentes »

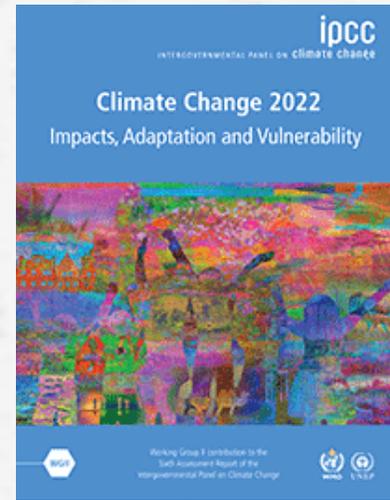


C. Dode, Cen Rhône-Alpes - 2016

Ça chauffe sur Terre...

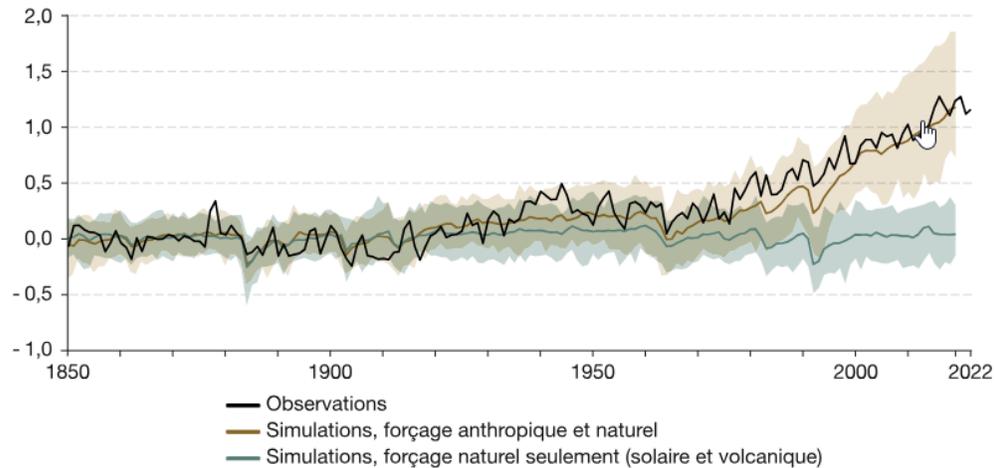


COP29
Baku
Azerbaijan



ÉVOLUTION DE LA TEMPÉRATURE MOYENNE ANNUELLE MONDIALE DE 1850 À 2022

En °C
Anomalie des températures
(référence 1850-1900 – période de référence prise par l'Accord de Paris)



Sources : Giec, 1^{er} groupe de travail, 2021 et HadCrut 5

Chiffres clés France



+1,9°C

réchauffement moyen observé en France (décennie 2013-2022 par rapport à 1850-1900)⁴. La France pourrait atteindre +4 °C de réchauffement avec les politiques actuellement en œuvre.

4 - Haut Conseil pour le Climat - Rapport annuel 2023



50%

Près de la moitié des vagues de chaleur enregistrées en France ont eu lieu après 2010 (22/46 depuis le début des mesures en 1947)⁵

5 - Météo France



+ de 5000 décès

dus à la chaleur en France en 2023 et près de 33000 entre 2014 et 2022⁶.

6 - Santé Publique France (1) et (2)



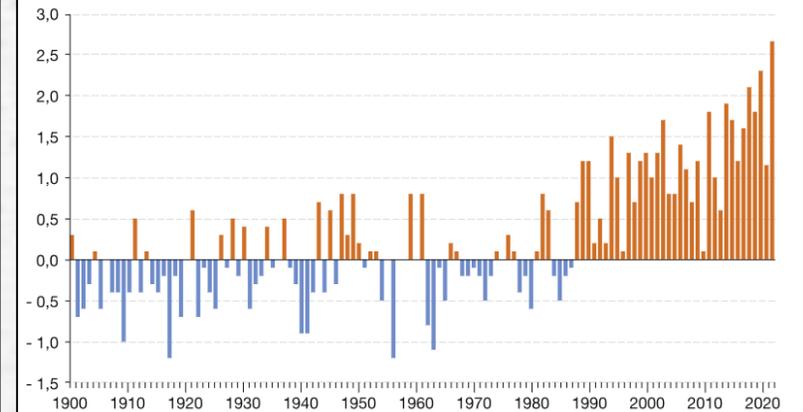
10 à 25%

Le niveau des nappes phréatiques devrait baisser de 10 à 25% en moyenne dans l'hexagone à l'horizon 2046-2065.⁷

7 - Sénat - Adapter la France aux dérèglements climatiques à l'horizon 2050 : urgence déclarée

ÉVOLUTION DE LA TEMPÉRATURE MOYENNE ANNUELLE EN FRANCE MÉTROPOLITAINE DEPUIS 1900

En °C
Écart à la normale des températures moyennes de 1900 à 2022 (normale 1961-1990)



Note : l'évolution de la température moyenne annuelle est représentée sous forme d'écart de cette dernière à la moyenne observée sur la période 1961-1990 (11,8 °C).
Champ : France métropolitaine.

Source : Météo-France



24^e congrès des
Conservatoires d'espaces naturels
NANCY du 4 au 7 décembre 2024

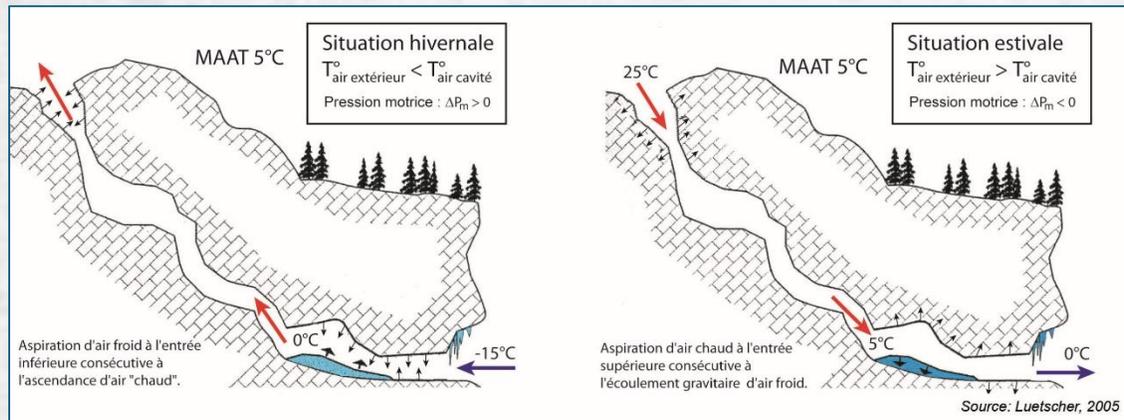
Source :

Rapport « Impacts, adaptation et vulnérabilité », GIEC - février 2022

Rapport « La France face au changement climatique : toutes les régions impactées » Réseau Action Climat France - 2024

Chiffres clés du climat - France, Europe et Monde - Édition 2023 - Commissariat général au développement durable - Ministère de la

Quelles répercussions sur les milieux souterrains...



Des milieux plutôt stables et tamponnés

- ⇒ amplitude thermique variable selon la saison...
- ⇒ donc variable selon l'évolution du climat

Processus induits par le changement climatique

Le suivi environnemental des cavités peu profondes (< 40 m) montre actuellement:

- une **dérive positive de la température** qui peut être fortement accentuée par des modifications de l'aérodynamisme (jusqu'à 2°C par décennie),
- une **augmentation importante de la concentration moyenne en CO2** dans l'atmosphère de la grotte.



24^e congrès des
Conservatoires d'espaces naturels
NANCY du 4 au 7 décembre 2024

Source: Bruno Lartiges (Géosciences Environnement Toulouse)
Projet DECACLIM (ANR)

Et tout cela interroge...

Quels effets/répercussions sur:

- La biodiversité?
- La gestion et la préservation des milieux souterrains et enjeux associés?
- Les usages dont la fréquentation (>CO2?)? => risque lié au travail en espaces confinés?

Comment et où instrumenter et suivre? Pourquoi?

Etc...

Quelles stratégies d'adaptation pour la conservation des milieux souterrains?

Adaptation:

ajustement des systèmes naturels ou humains face à un environnement changeant ; l'adaptation peut être anticipée ou réactive, publique ou privée, autonome ou planifiée.

Source:
Stratégie nationale d'adaptation au changement climatique
Ministère de l'écologie - 2007



24^e congrès des
Conservatoires d'espaces naturels
NANCY du 4 au 7 décembre 2024

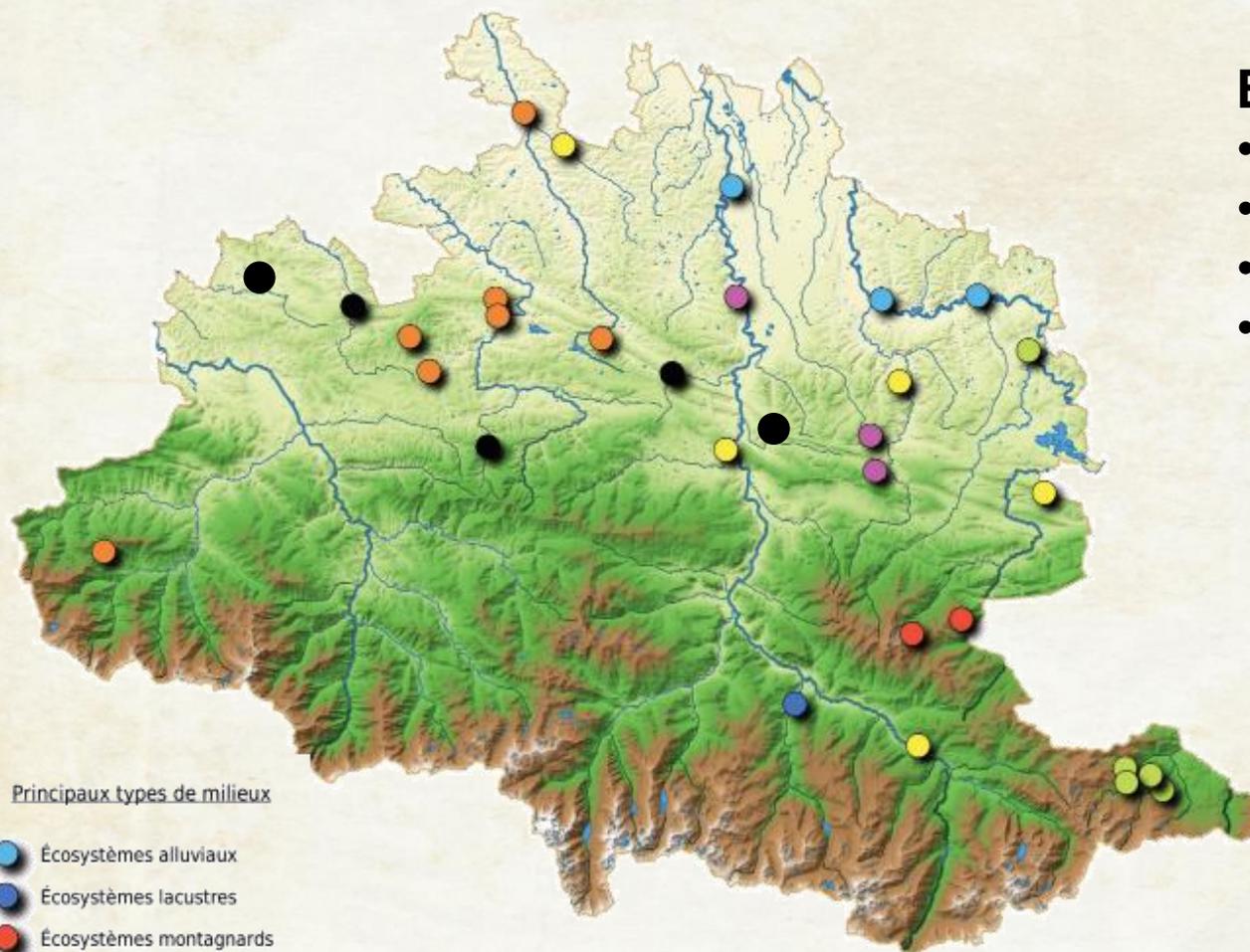
Faut-il encore vouloir conserver les cavités remarquables ?

Retour d'expérience sur le LIFE Natur'Adapt et l'intégration du CC dans la gestion des cavités en aires protégées

Thomas CUYPERS – 24^e Congrès des CEN à Nancy - 06/12/2024

Présentation de l'ANA Conservatoire d'Espaces Naturels Ariège

Cartographie des sites naturels gérés par l'ANA-CEN Ariège en 2021



Principaux types de milieux

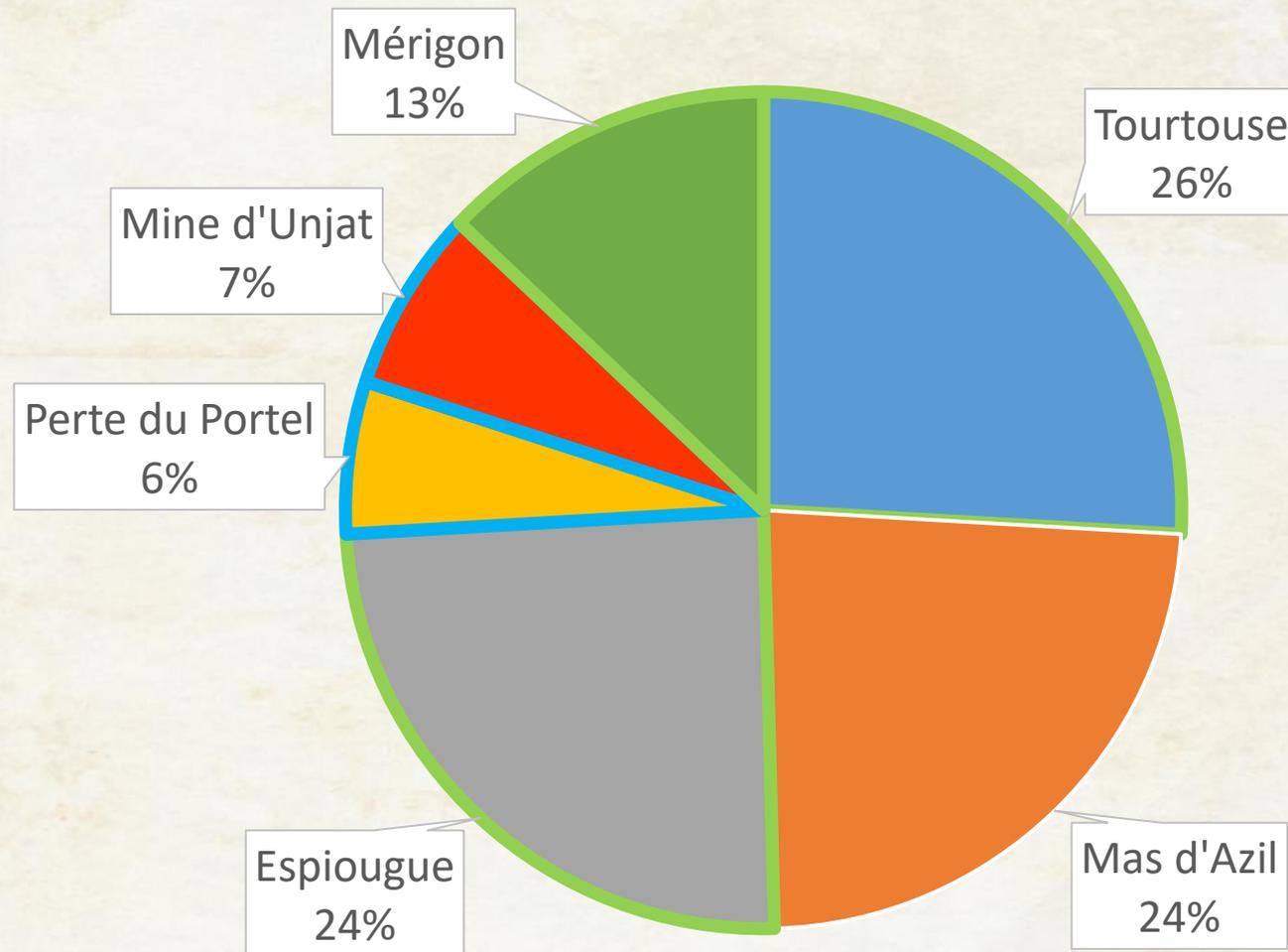
- Écosystèmes alluviaux
- Écosystèmes lacustres
- Écosystèmes montagnards
- Gîtes à chiroptères
- Landes, fructicées et prairies
- Milieux variés
- Pelouses sèches
- Tourbières et marais

Environ ...

- 500 adhérents
- 30 salariés
- 2800 ha en gestion
- dont 5 grottes

Actions de protection en Ariège

Maitrise foncière des sites de reproduction connus pour le Rhinolophe euryale



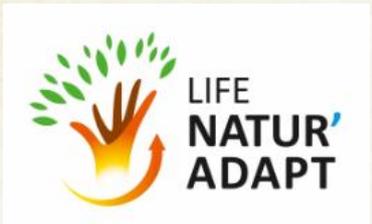
ACQUISITION - CONVENTION

Exemple d'un site - Grotte de l'Espiougue à Esplas-de-Sérou (09) en acquisition



LIFE Natur'Adapt

SITES DU PROJET LIFE NATUR'ADAPT



Carte des sites expérimentaux et des sites tests Natur'Adapt







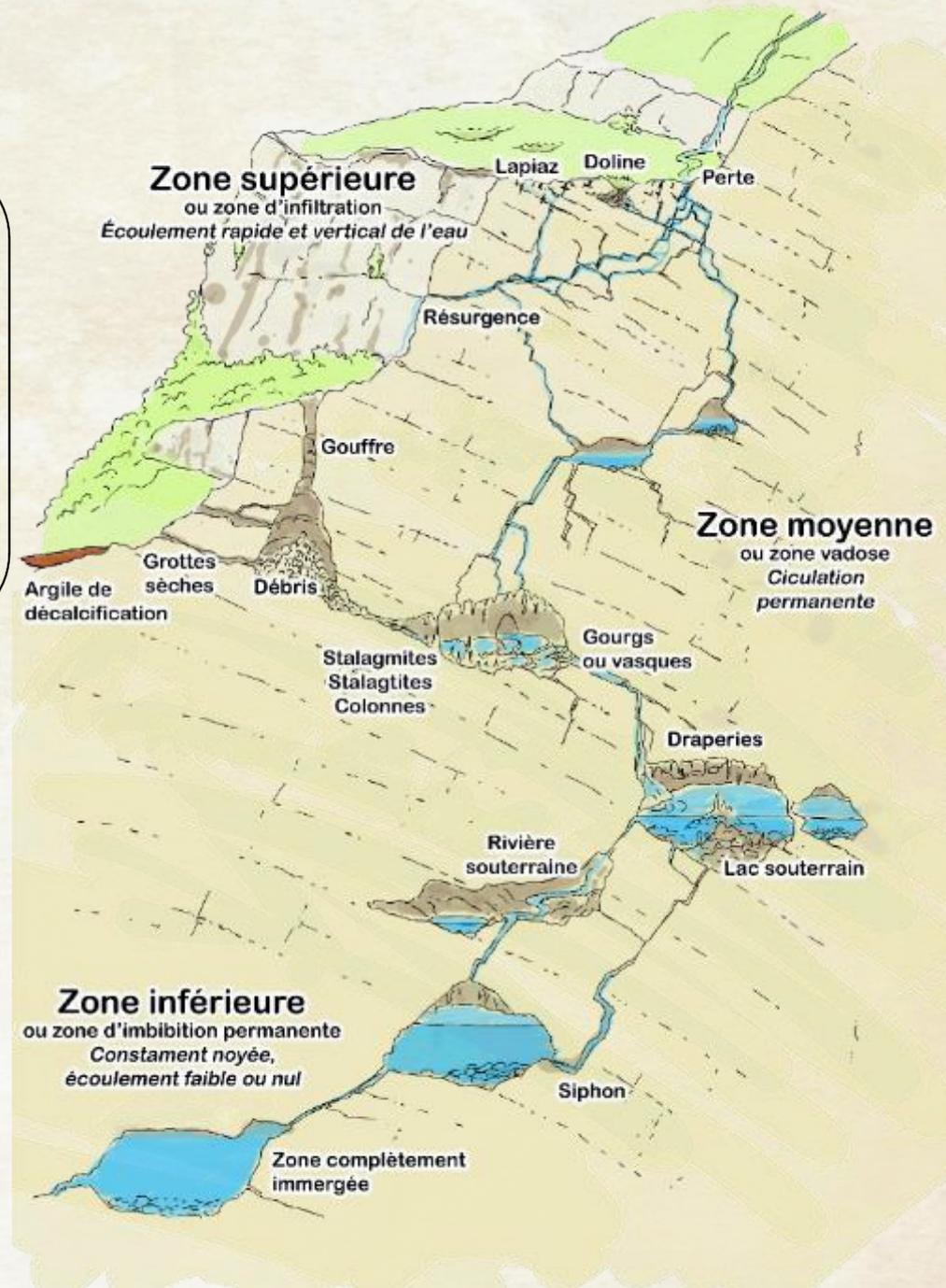


Les milieux karstiques

Identifier les paramètres climatiques clés

Température ?
Précipitations ?
CO₂ ?

Nb jours de gel ?
Réseau hydrographique ?



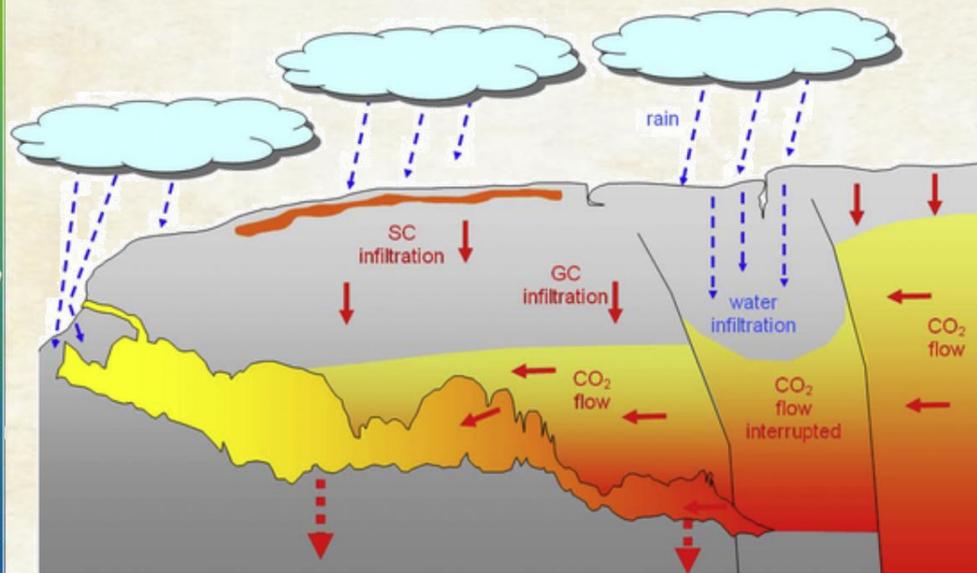
Les milieux karstiques

PARAMETRE	-	Karstification	+
- Gradient hydraulique :	Faible	→	Élevé
- Discontinuités du massif :	Rares	→	Nombreuses
- Climat :	Sec	→	Humide
- Agressivité de l'eau :	Faible	→	Élevée
- Végétation :	Faible	→	Élevée
- Solubilité de la roche :	Faible	→	Élevée

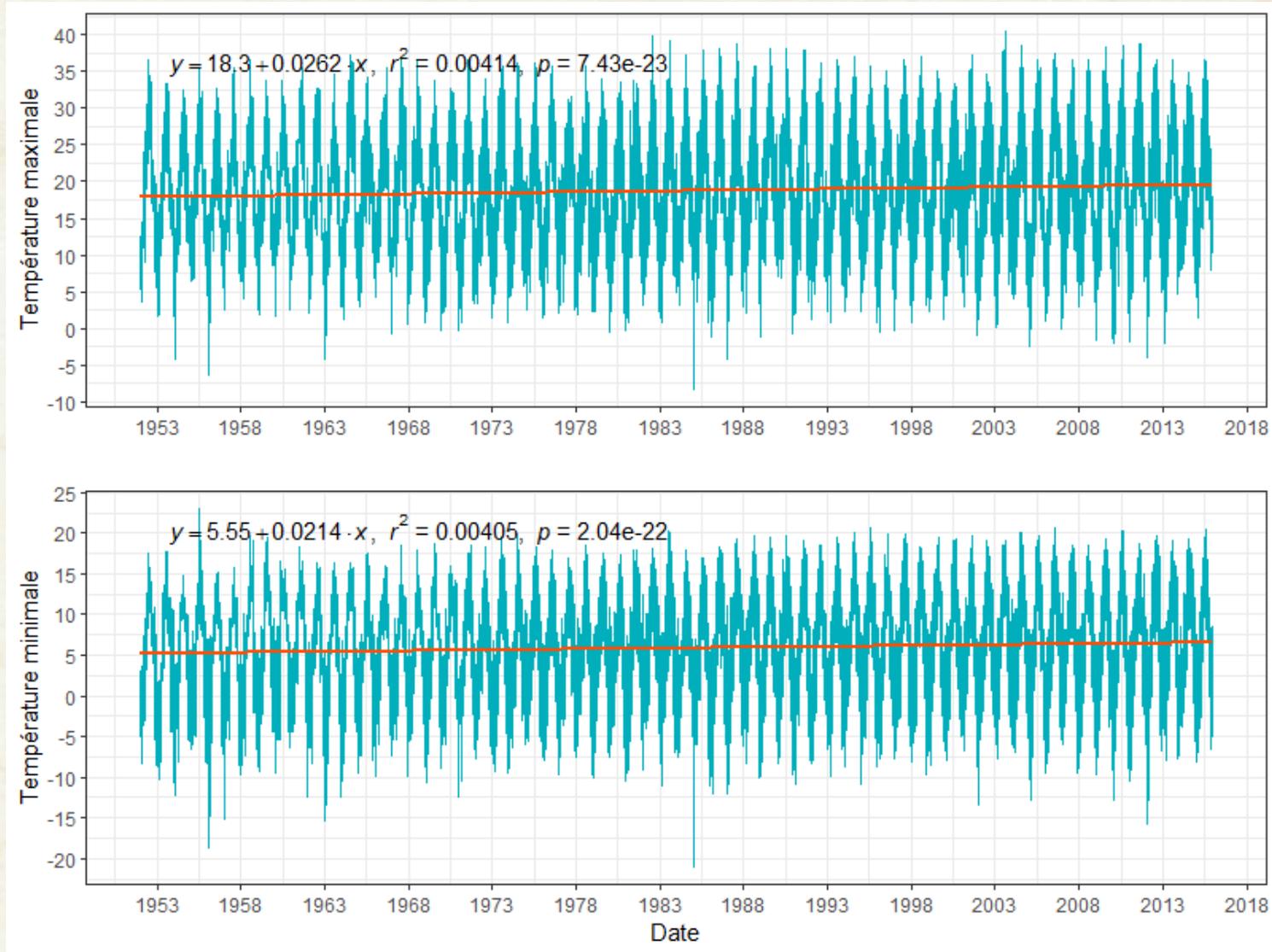


Les milieux karstiques

PARAMETRE	-	Karstification	+
É C O U L E M E N T - Gradient hydraulique :	Faible	→	Élevé
- Discontinuités du massif :	Rares	→	Nombreuses
D I S S O L U T I O N - Climat :	Sec	→	Humide
- Agressivité de l'eau :	Faible	→	Élevée
- Végétation :	Faible	→	Élevée
- Solubilité de la roche :	Faible	→	Élevée

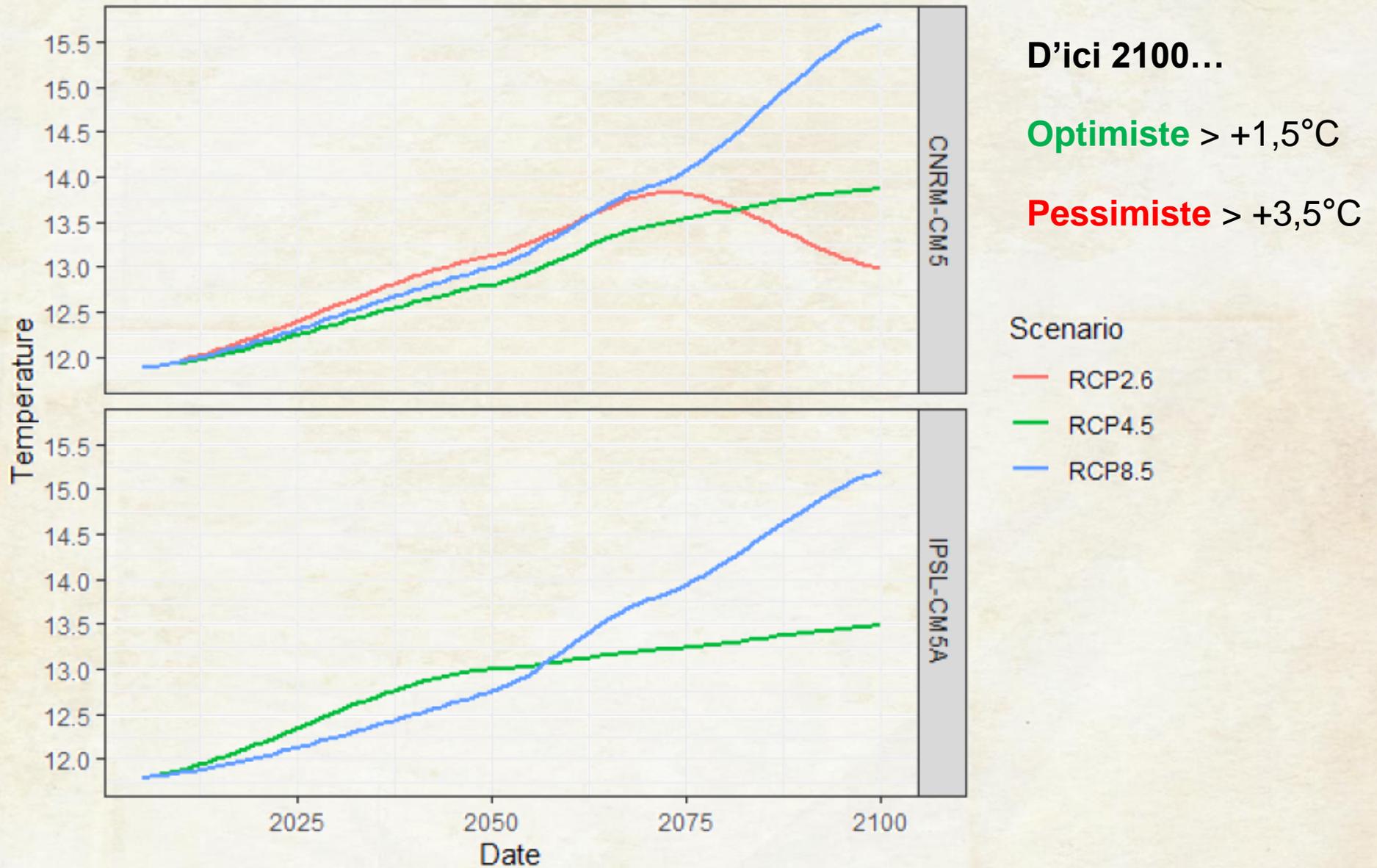


Station météorologique du Mas d'Azil



- +0,25°C tous les 10 ans
- Cohérent avec modélisation de l'OPCC
- **Déjà +1,4°C à 1,7°C depuis 1952**

Prévisions sur le Plantaurel (Ariège) - Climat HD



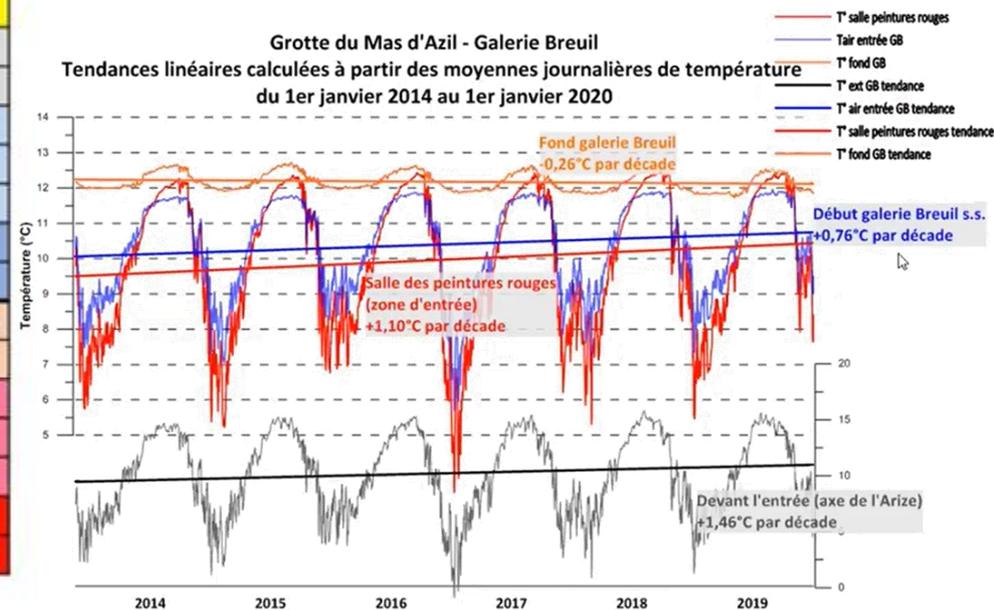
Suivi climatique grotte du Mas d'Azil

Sup. à la dérive de surface
inf. à la dérive de surface

TENDANCES THERMIQUES	
Période de mesure dans la grotte	Évolution moyenne sur la période
Mas d'Azil, fond de la Gal. Breuil (2014-2020)	-0,26 °C par décade depuis 2014
Chauvet Pont d'Arc-salle du fond (1997-2020)	Stabilité à 12,93 °C depuis 1997
Grotte de Niaux-Salon Noir (2002-2020)	Inférieur aux incertitudes de mesures
Villars-galerie supérieure (1996-2018)	+0,17 °C par décade depuis 1997
Bruniquel-fond de la grotte (2015-2020)	+0,18 °C par décade depuis 2015
Grotte de Gargas-grotte basse centrale (2014-2020)	+0,24 °C par décade depuis 2014
Chauvet-salle Brunel (1997-2020)	+0,30 °C par décade depuis 2014
Bruniquel-air lac (2015-2020)	+0,31 °C par décade depuis 2015
Pech Merle-salle colonne brisée (1996-2018)	+0,36 °C par décade de 2009 à 2016
Villars-température galerie inférieure (1996-2018)	+0,39 °C par décade depuis 1997
Grotte de Gargas-gal. sup et basse (2005-2020)	+0,54 °C par décade depuis 2014
Marsoulas-bison ponctué (2004-2020)	+0,78 °C par décade depuis 2011
Aven d'Orgnac-Température T3 SDJ (1998-2020)	+0,84 °C par décade depuis 2014
Mas d'Azil, salle des peintures rouges 2014-2020	+1,10 °C par décade depuis 2014
Aven d'Orgnac-Cône d'éboulis (1998-2020)	+1,3 °C par décade depuis 2014

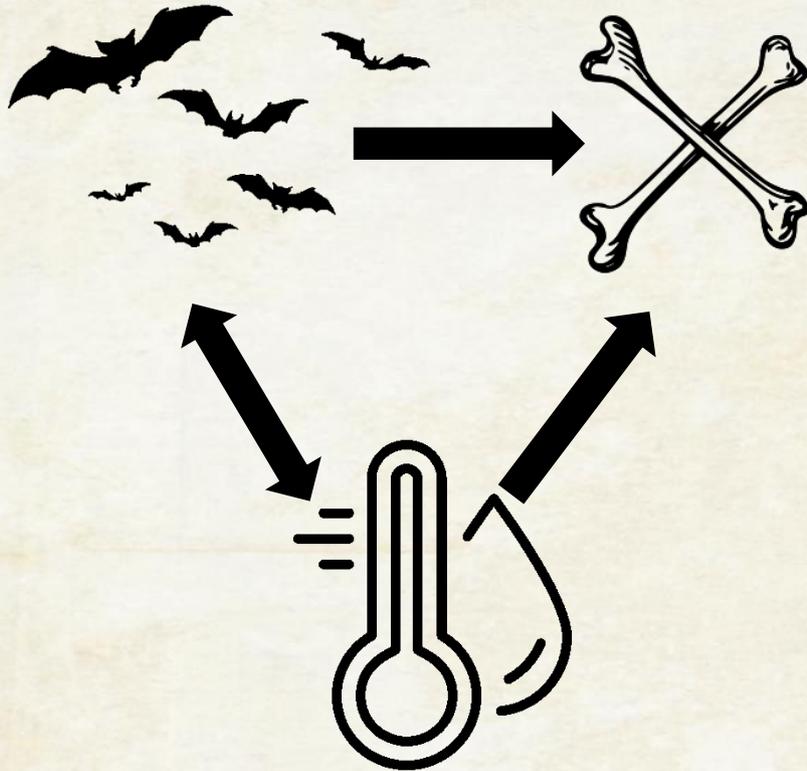
Past and current climate changes, impacts on underground microclimates. What threats on prehistoric painted caves ? F. Bourges, D. Genty, F. Perrier, B. Lartiges, and F. Girault. XVIII ème UISPP 4-9 juin 2018 Paris Sciencesconf.org:uispp 2018:182749

CO₂ evolution in cave atmospheres: new insights, concerns and mitigation strategies. F. Bourges, D. Genty, B. Lartiges, F. Perrier, F. Girault, R. Losno, A. François, J. Leplat, S. Touron, F. Boust, S. Tocino. Soumis à Climate change the karst record KR9 conference, Innsbruck 2020.



- Depuis 2014, dans la grotte, tendance à **1,1°C/10 ans**
- **Nette accélération depuis ~2014**

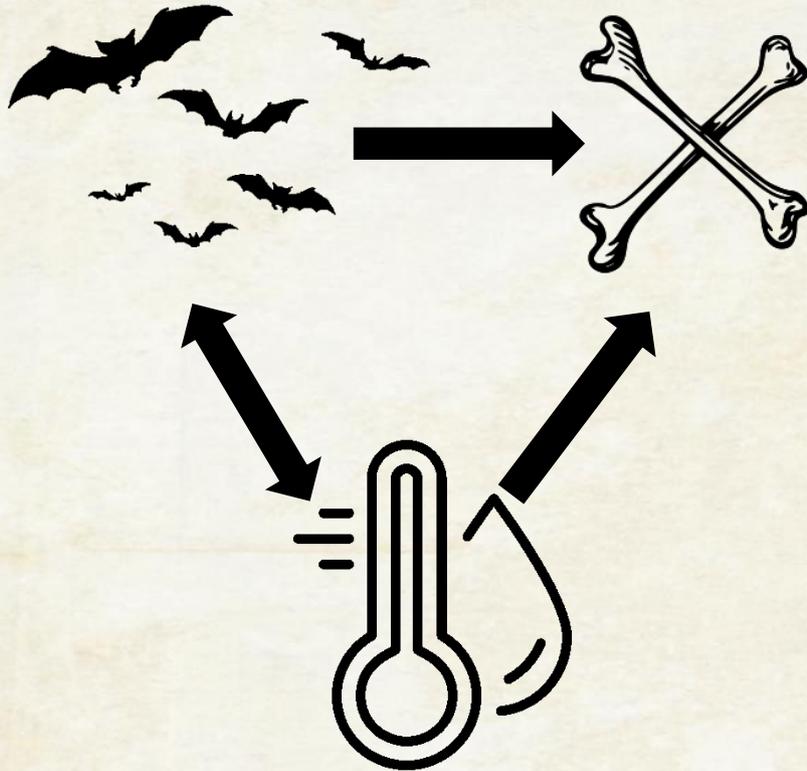
La gestion, schématisée...



Un patrimoine complexe



La gestion, schématisée...



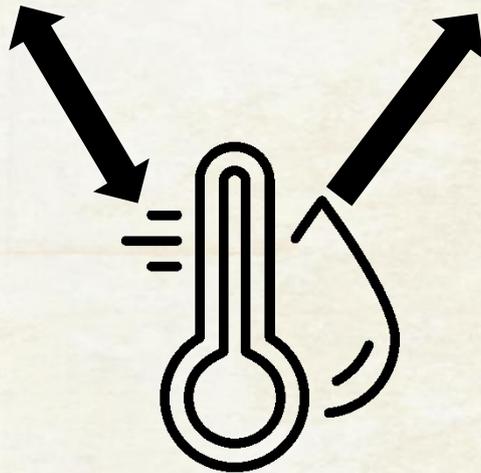
Un patrimoine complexe



Evolution de pressions anthropiques sous l'effet du changement climatique



La gestion, schématisée...



Un patrimoine complexe

Evolution de pressions anthropiques sous l'effet du changement climatique



Anticiper la trajectoire : quelle gestion adopter ?



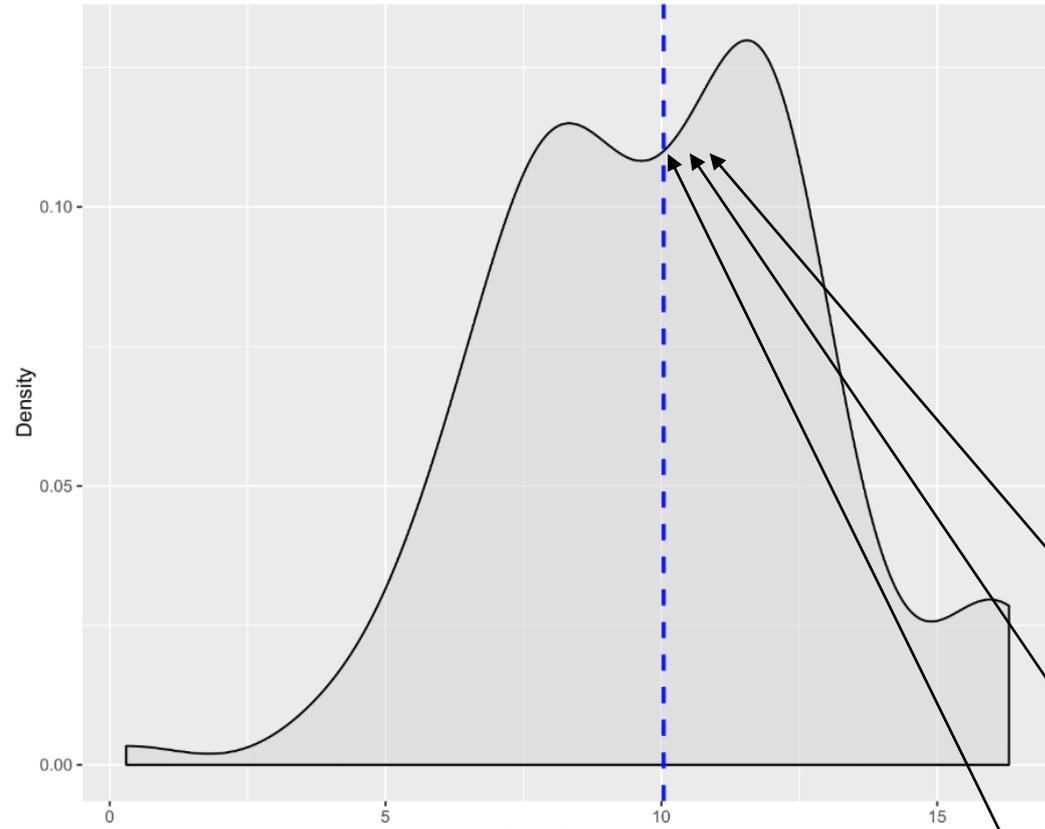
MENACES - et le changement climat ?

L'exemple de l'hibernation du Minioptère de Schreibers

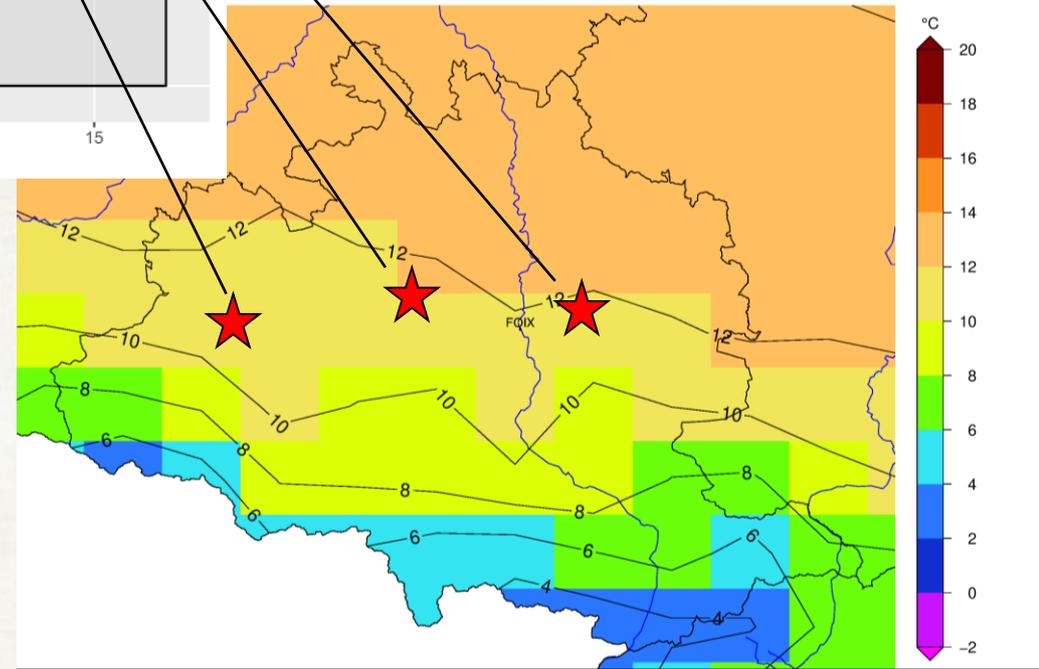


MENACES - et le changement climat ?

L'exemple de l'hibernation du Minoptère

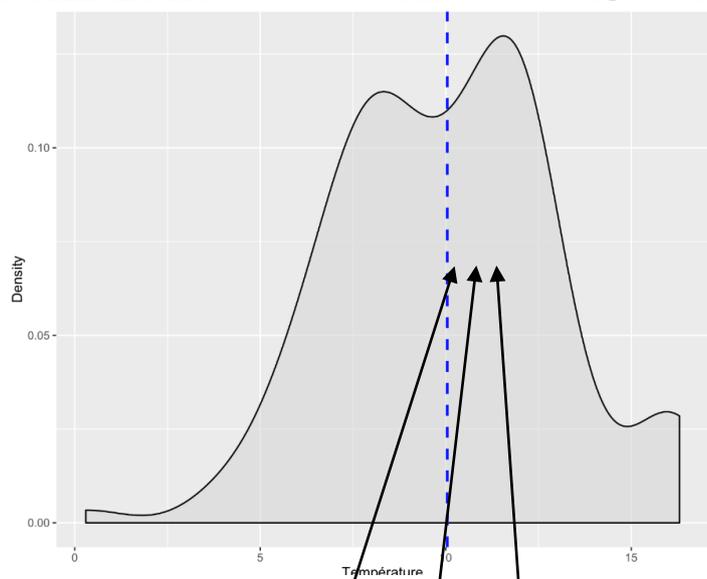


Température moyenne [°C]
 pour le Jeu de données de référence
 Période de Référence (autour de 1970) - Moyenne annuelle
 DRIAS-2020 : Modèles CNRM-CM5 / ALADIN63 : correction ADAMONT

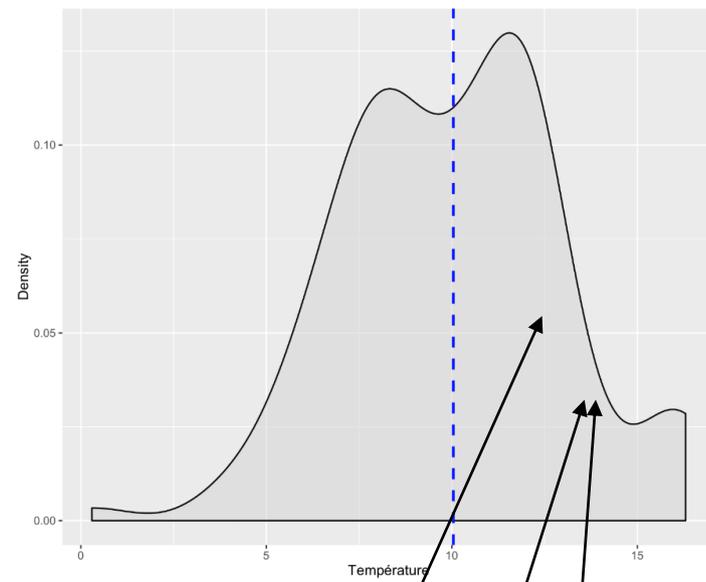


MENACES - et le changement climatique ?

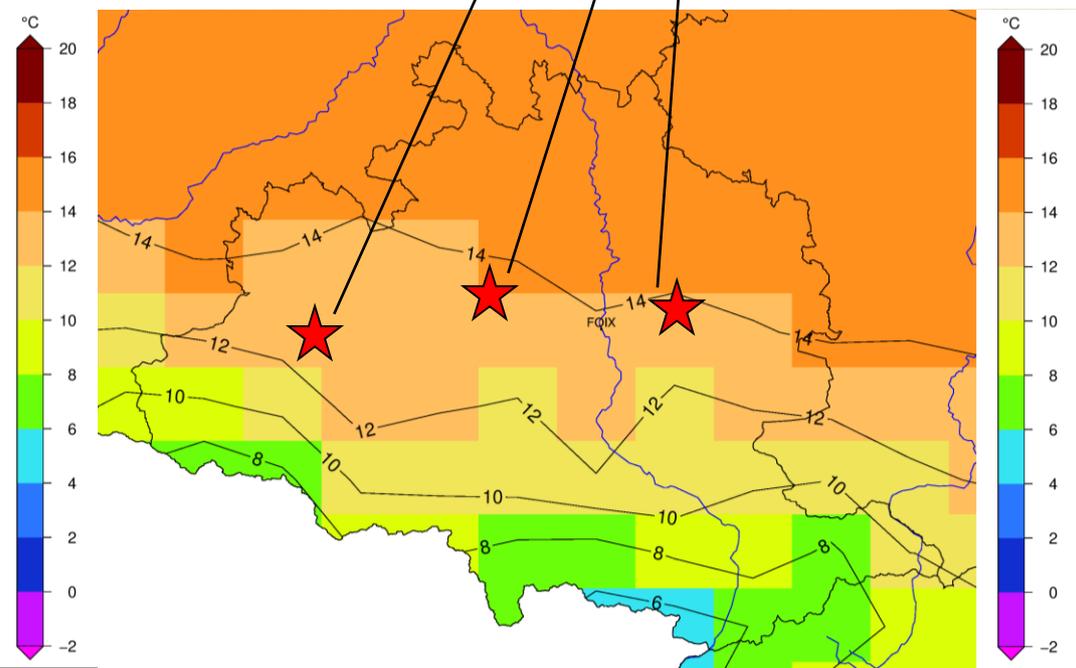
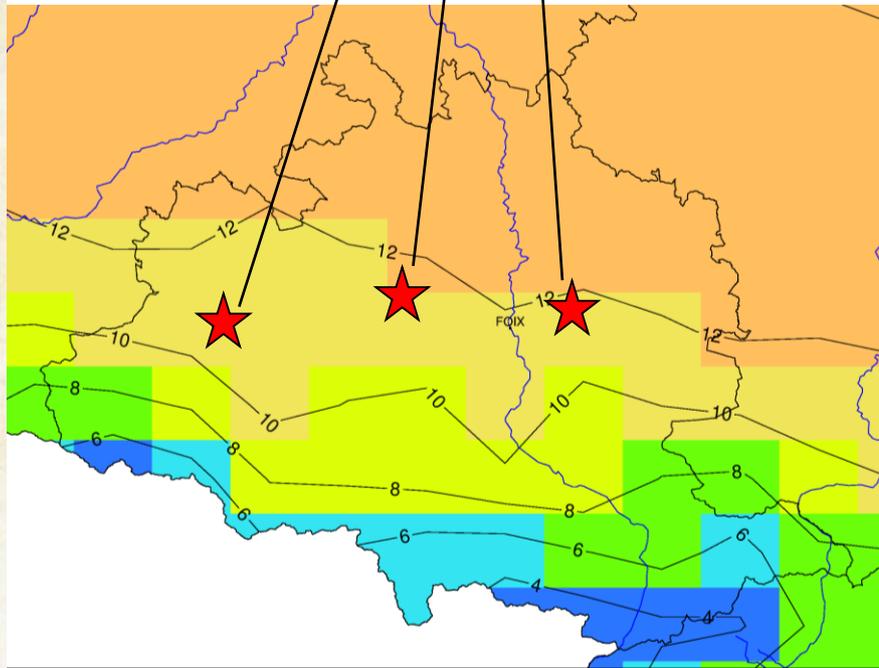
L'exemple de l'hibernation du Minioptère



Température moyenne [°C]
pour le Jeu de données de référence
Période de Référence (autour de 1970) - Moyenne annuelle
DRIAS-2020 : Modèles CNRM-CM5 / ALADIN63 : correction ADAMONT



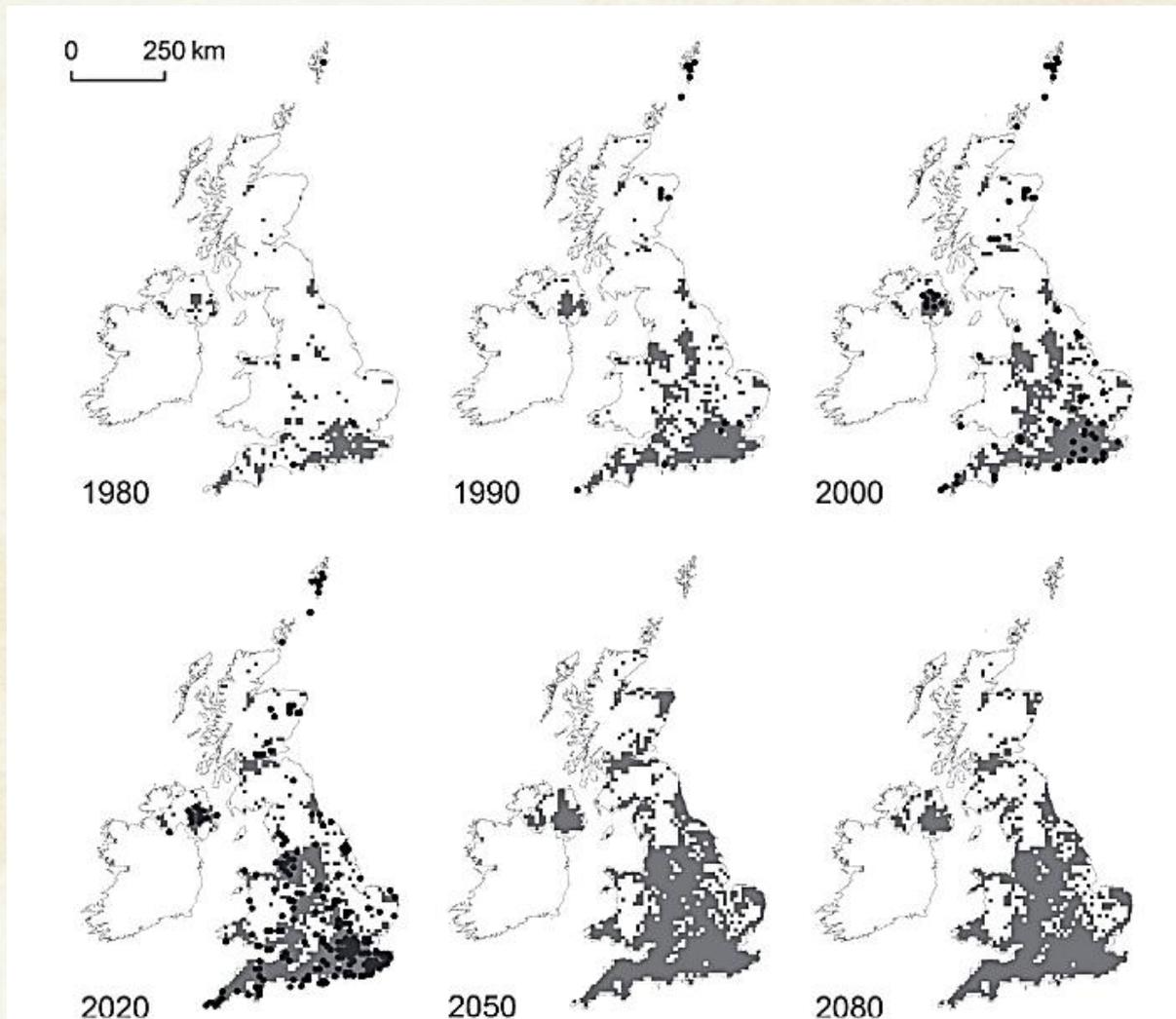
Température moyenne [°C]
pour le RCP8.5 : Scénario sans politique climatique
Horizon moyen (autour de 2055) - Moyenne annuelle
DRIAS-2020 : Modèles CNRM-CM5 / ALADIN63 : correction ADAMONT



Changement climatique - impact sur la gestion des cavités à chiroptères

Quelle évolution dans le temps et l'espace des populations ?

> L'occupation des sites devrait évoluer avec des désertions, des colonisations et « retours ».



Pipistrelle de Nathusius
Grattan Lundy et. al, 2010

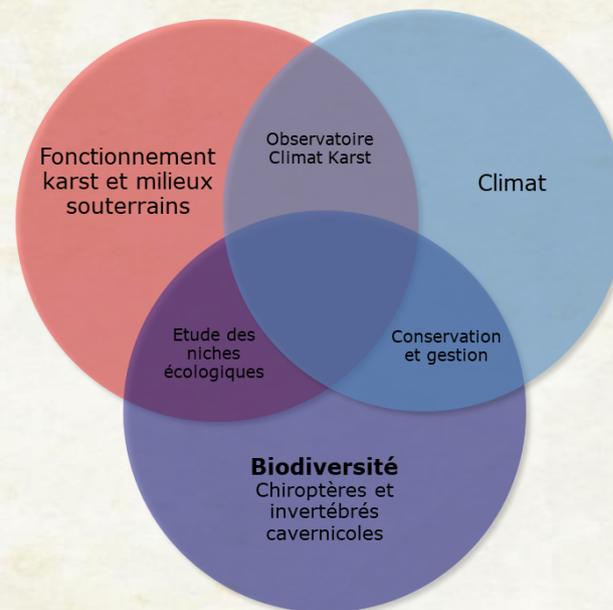
Changement climatique - impact sur la gestion des cavités à chiroptères

Quelle évolution dans le temps et l'espace des populations ?

> L'occupation des sites devrait évoluer avec des désertions, des colonisations et « retours ».

Comment anticiper ces changements dans la gestion ?

- **Comprendre** le fonctionnement d'un site et sa capacité d'accueil pour les chiroptères.
- Cartographier le patrimoine géo-archéo et **définir sa sensibilité** aux variations du milieu.
- **Etudier les niches écologiques** / préférendums des espèces et les comparer aux scénarii climatiques.
- **Adopter une gestion adaptative** à l'échelle territoriale : aire protégées, corridors, ressource alimentaire.



Changement climatique - impact sur la gestion des cavités à chiroptères

Quelle évolution dans le temps et l'espace des populations ?

> L'occupation des sites devrait évoluer avec des désertions, des colonisations et « retours ».

Comment anticiper ces changements dans la gestion ?

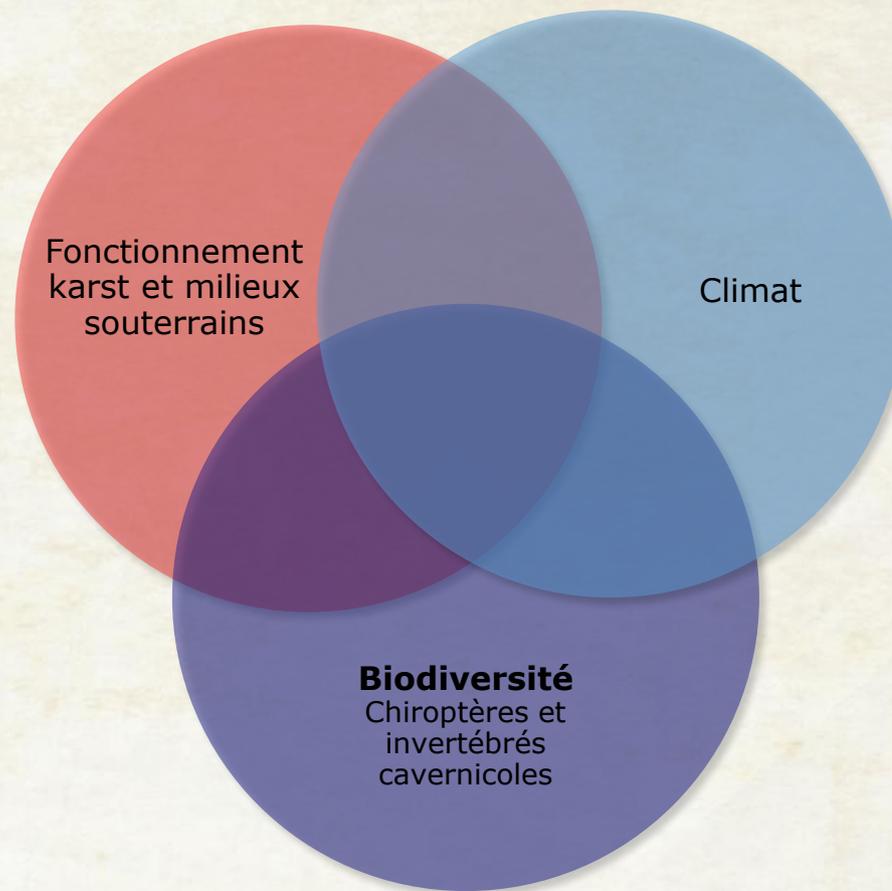
- Décrire le fonctionnement d'un site et sa capacité d'accueil pour les chiroptères.
- Cartographier le patrimoine géo-archéo et définir sa sensibilité aux variations du milieu.
- Etudier les niches écologiques / préférés des espèces et les comparer aux scénarii climatiques.
- Adopter une gestion adaptative à l'échelle territoriale : aire protégées, corridors, ressource alimentaire.

Comment « conserver » des patrimoines dans un contexte de changements rapides et incertains ?

- Croiser les regards entre disciplines pour une meilleure compréhension des enjeux globaux.
- Accepter le changement avec les pertes attendues et les bénéfices éventuels.
- Bien garder les pieds sur terre sur ce qui est possible ou pas en termes de gestion.
- Se positionner en tant que gestionnaire sur ses priorités : lutter, accompagner, laisser faire, renseigner, montrer, alerter, impliquer, ...



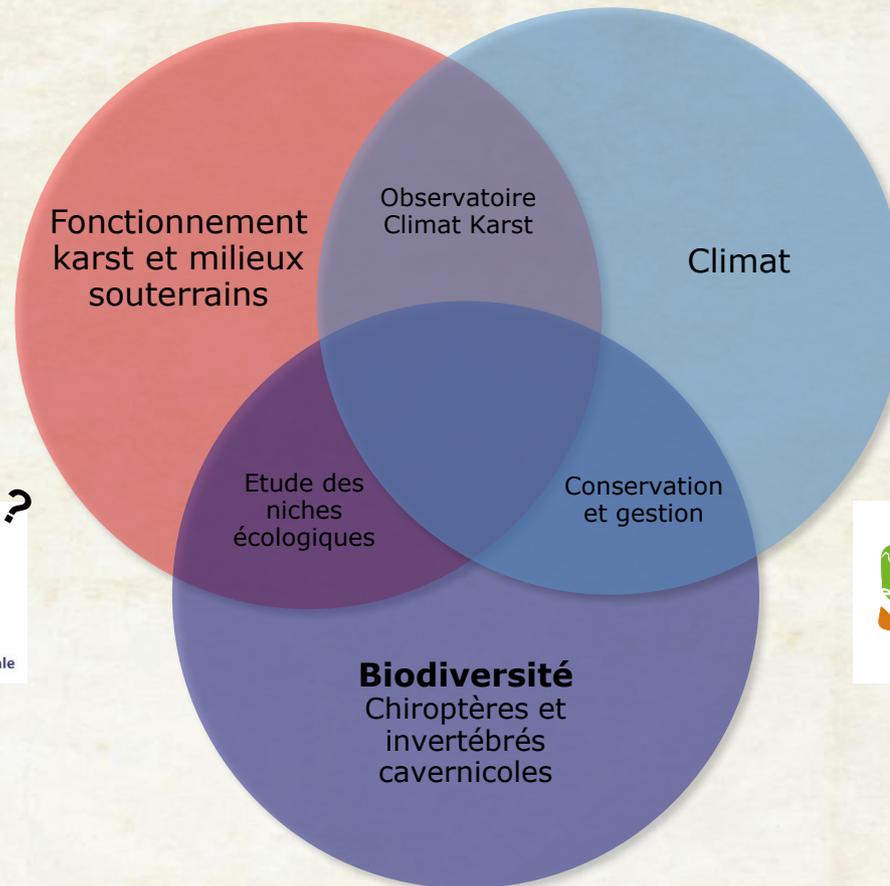
Perspectives d'étude et partenariats ?



Perspectives d'étude et partenariats ?



& réseaux : MSK, Renatec, IFREEMIS, Aires protégées...
Analyse des données climatiques long terme



**GEMS
TRACES
CNRS**



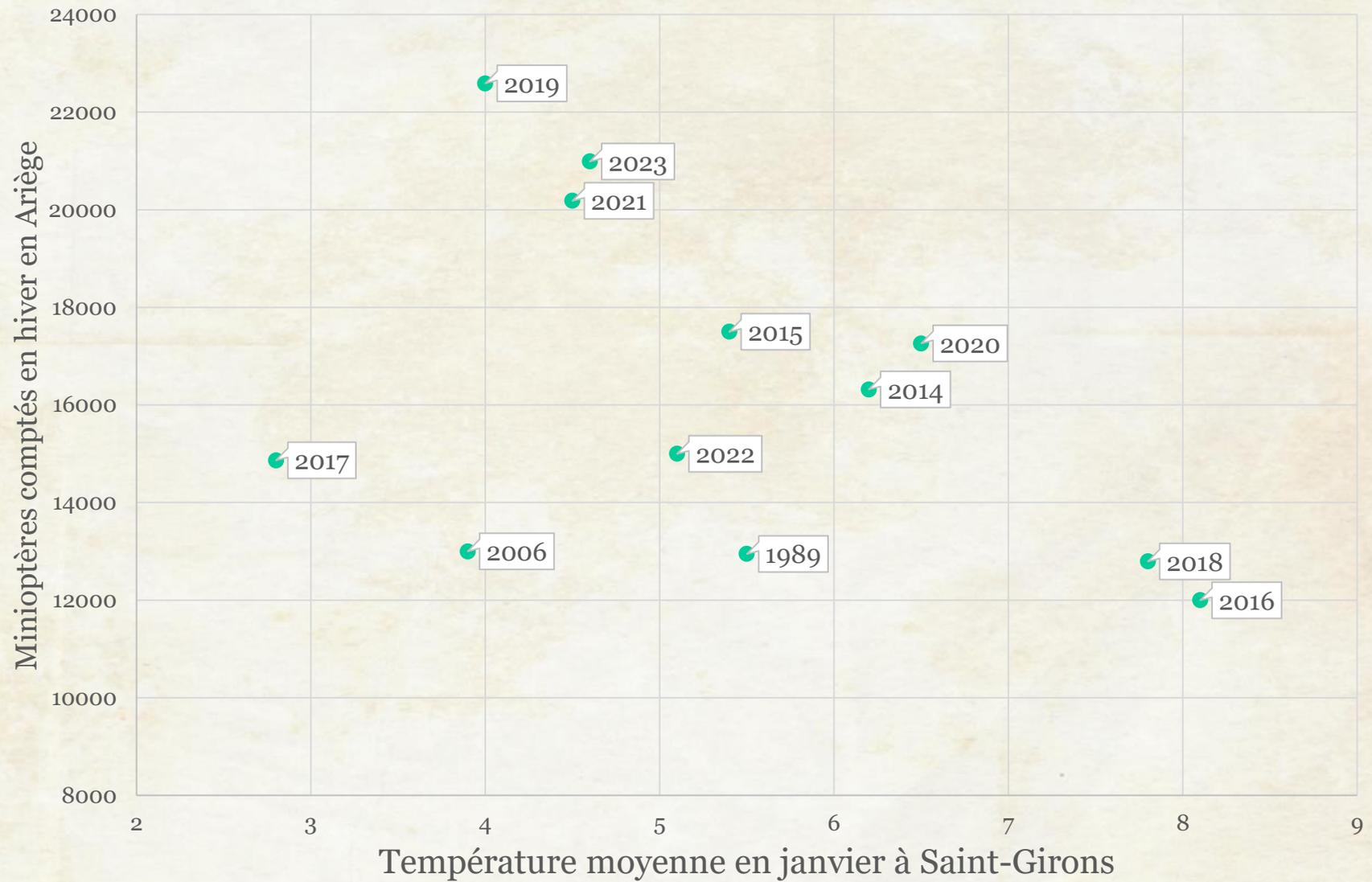
Appareillage du karst
Analyse microclimatique et des niches écologiques
Prévisions



Mise à disposition des sites
Suivis d'espèce
Gestion des milieux
Opérateur de terrain

MENACES - et le changement climat ?

L'exemple de l'hibernation du Minioptère





Fédération Française
de Spéléologie

Quelles stratégies d'adaptation pour la conservation des milieux souterrains face aux changements climatiques ?

**Fédération Française de Spéléologie
(FFS)**

Sophie Front

Commission environnement



Marguerite
commune

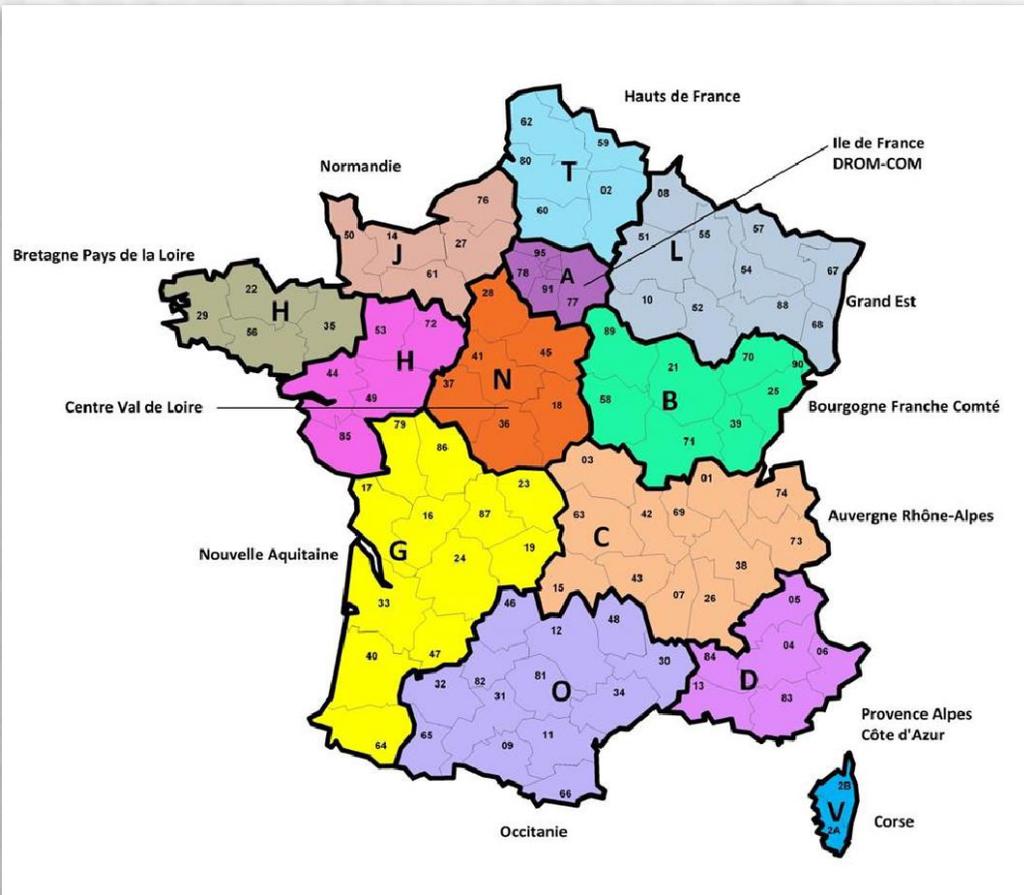


24^e congrès des
Conservatoires d'espaces naturels
NANCY du 4 au 7 décembre 2024

Organisation de la FFS



Fédération Française
de Spéléologie



- Un échelon régional (13 CSR)
- Un échelon départemental (76 CDS)
- Un échelon local (400 clubs)
- Environ 7500 adhérents
- 17 commissions
- 6 salariés (FFS), 6 salariés (CSR, CDS)
- 4 salariés détachés Ministère Jeunesse et Sport (DTN & CTN)



24^e congrès des
Conservatoires d'espaces naturels
NANCY du 4 au 7 décembre 2024

Délégations / Agréments



Fédération Française
de Spéléologie

La FFS est :



- Déléataire du **Ministère des sports** :
Définition du cadre technique de prévention et de sécurité applicable à tout public
- Agréée par le **Ministère de l'Intérieur** pour les secours en milieu souterrain
- Agréée association de protection de l'environnement par le **Ministère de la transition écologique** depuis 1978
- Conventionnée avec le **Ministère de la Culture** : formation, étude, protection et valorisation patrimoine archéologique



24^e congrès des
Conservatoires d'espaces naturels
NANCY du 4 au 7 décembre 2024

Conventions / Partenariats



Fédération Française
de Spéléologie



Office National des Forêts



- Membre de l'UIS, de la FSE dont bureau de la commission ECPC (European Cave Protection Commission)
- Réseau métiers CNRS MSK
- Membre du comité français UICN
- Convention de partenariat FCEN/SFPEM; FCEN; ONF; FFRAndo
- Membre de l'AG de la FPNRF
- Membre de l'IFREEMIS (vice présidence)
- Fédération Française du Tourisme Souterrain (FFTS)
- CREPS Auvergne-Rhône Alpes pour la formation DE
- Syndicat national des professionnels de la spéléologie et du



canyon (SNPSC)

Comment suivre l'impact du changement climatique en MS ?



Fédération Française
de Spéléologie

Spéléologie : Exploration et étude scientifique des cavités souterraines

Spéléologues : Observateurs et acteurs du milieu souterrain

- Réseau d'experts
- Compréhension du milieu souterrain dans son ensemble
- Compétences scientifiques; Expertise technique
- Organisation ANEK 2023 (280 participants, 27 com)

“L'impact du changement climatique sur la gestion et la protection du géopatrimoine karstique”

Audiovisuel
Instrumentation
Hydrologie
Climatologie
Bases Données
Documentation
Biologie



24^e congrès des
Conservatoires d'espaces naturels
NANCY du 4 au 7 décembre 2024

Evolution des températures : observations, suivis, instrumentation



Fédération Française

- Des données existent
- Des augmentations de températures sont observées
- Inertie thermique du sol et de la roche
- FFS CoSci - Développement capteur (10^{ème} degré)

↑ inf. à la dérive de surface
↓ sup. à la dérive de surface

TENDANCES THERMIQUES	
Période de mesure dans la grotte	Évolution moyenne sur la période
Mas d'Azil, fond de la Gal. Breuil (2014-2020)	-0,26 °C par décade depuis 2014
Chauvet Pont d'Arc—salle du fond (1997-2020)	Stabilité à 12,93 °C depuis 1997
Grotte de Niaux —Salon Noir (2002-2020)	Inférieur aux incertitudes de mesures
Villars —galerie supérieure (1996-2018)	+0,17 °C par décade depuis 1997
Bruniquel —fond de la grotte (2015-2020)	+0,18 °C par décade depuis 2015
Grotte de Gargas —grotte basse centrale (2014-2020)	+0,24 °C par décade depuis 2014
Chauvet —salle Brunel (1997-2020)	+0,30 °C par décade depuis 2014
Bruniquel —air lac (2015-2020)	+0,31 °C par décade depuis 2015
Pech Merle —salle colonne brisée (1996-2018)	+0,36 °C par décade de 2009 à 2016
Villars — température galerie inférieure (1996-2018)	+0,39 °C par décade depuis 1997
Grotte de Gargas —gal. sup et basse (2005-2020)	+0,54 °C par décade depuis 2014
Marsoulas —bison ponctué (2004-2020)	+0,78 °C par décade depuis 2011
Aven d'Orgnac — Température T3 SDJ (1998-2020)	+0,84 °C par décade depuis 2014
Mas d'Azil, salle des peintures rouges 2014-2020	+1,10 °C par décade depuis 2014
Aven d'Orgnac —Cône d'éboulis (1998-2020)	+1,3 °C par décade depuis 2014



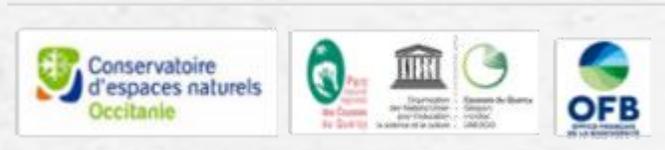
d'après
Bourges et
al, 2018

Evolution des températures : impacts sur les chiroptères



Fédération Française
de Spéléologie

- CDS 46 (Lot) :
 - 2000 cavités, 60 cavités suivies (50 hibernation, 10 reproduction)
 - Observation de déplacement de colonies
 - Suivis colonies (Photos/températures)



- CDS 37 (Indre et Loire) : 7 cavités suivies, 15 sondes t°, hibernation, Rhino euryale, et Grand rhino, Murin à oreilles échancrées, Grand murin



Evolution des températures : impacts sur la faune cavernicole



Fédération Française
de Spéléologie

- **Chercheurs (Études en laboratoire) :**
 - Faune troglobie (coléoptères pyrénéens - Plaza Buendia 2024)
 - Faune stygobie (Aselles - Di Lorenzo 2022)
- **FFS - Commission scientifique (Études in situ) :**
 - Suivi protocolé faune d'entrées : 1h tous les 2 mois
 - Suivi protocolé espèces "modèle" : *Meta bourneti* et *Meta menardi*
cavités choisies passage tous les mois
 - Observation assèchement des sols – Incidences sur faune
hygrophile (*Duvalius*) – Suivi capteurs humidité/caméra ?



M. bourneti
© G.
L'Harrdont



M. menardi
© S. Front



24^e congrès des
Conservatoires d'espaces naturels
NANCY du 4 au 7 décembre 2024



Duvalius
© J.C.
Tempier

Suivis spéléologiques de la cryosphère



Fédération Française
de Spéléologie

- Observations et instrumentation en cours dans les Pyrénées
- Projet Spéléo sentinelle dans les Alpes
- Diminution des réserves d'eau

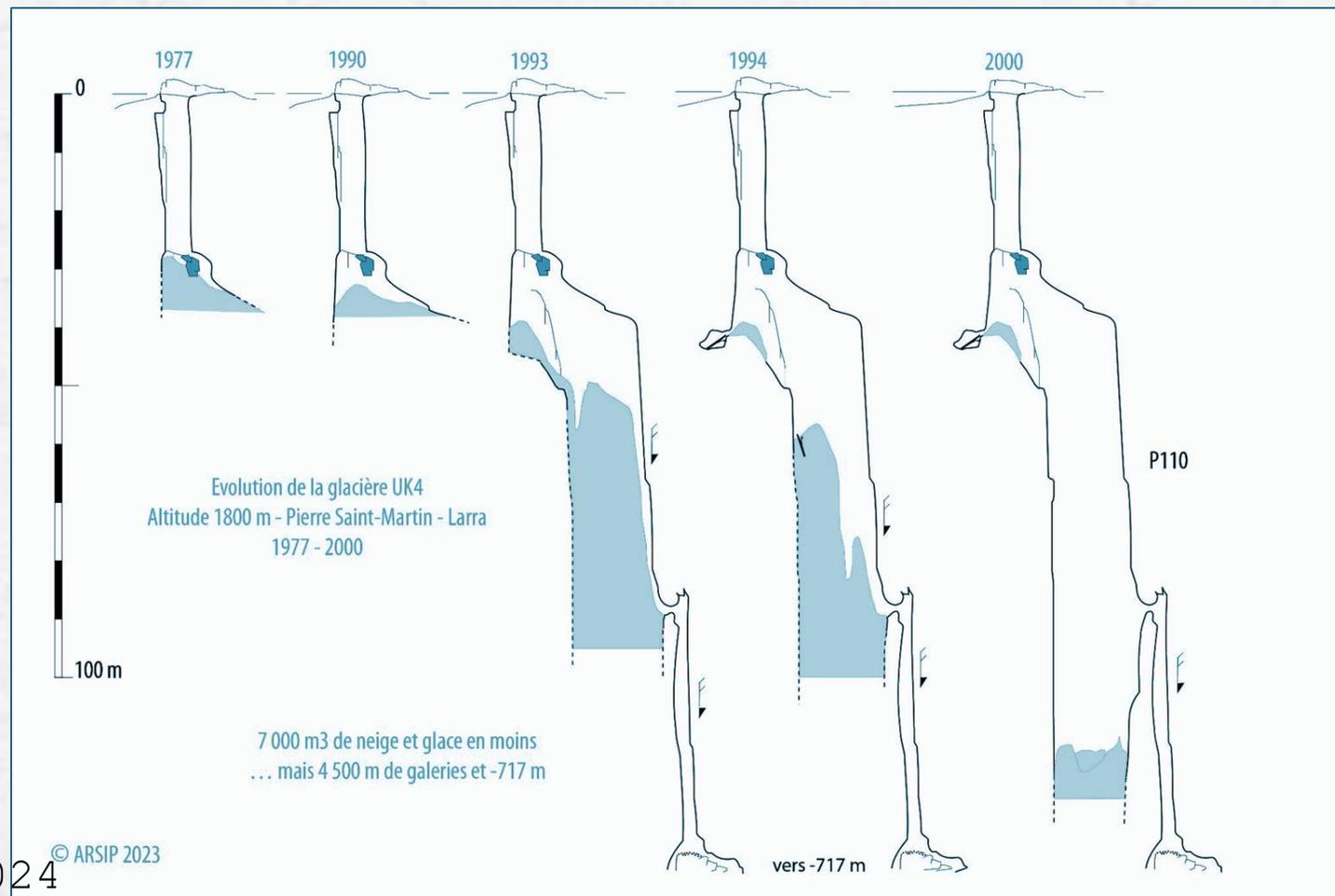


© P. De



24^e congrès des
Conservatoires d'espaces naturels
NANCY du 4 au 7 décembre 2024

M. Douat 2024



Projet OFSEC : Observatoire Fédéral de Surveillance des Eaux de Crues



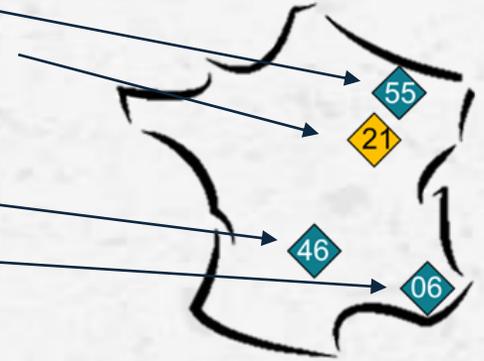
Fédération Française
de Spéléologie

Rivière souterraine du Rupt du Puits (55)

Rivière souterraine de la Combe aux prêtres (21)

Résurgence du Ressel (46)

Canyon St Auban (06)



- FFS commission scientifique
- Mesure en continu des hauteurs d'eau
- Sécurité de la pratique
- **Suivi sur le long termes des changements de régimes hydriques**



24^e congrès des
Conservatoires d'espaces naturels
NANCY du 4 au 7 décembre 2024



TETRAEDRE



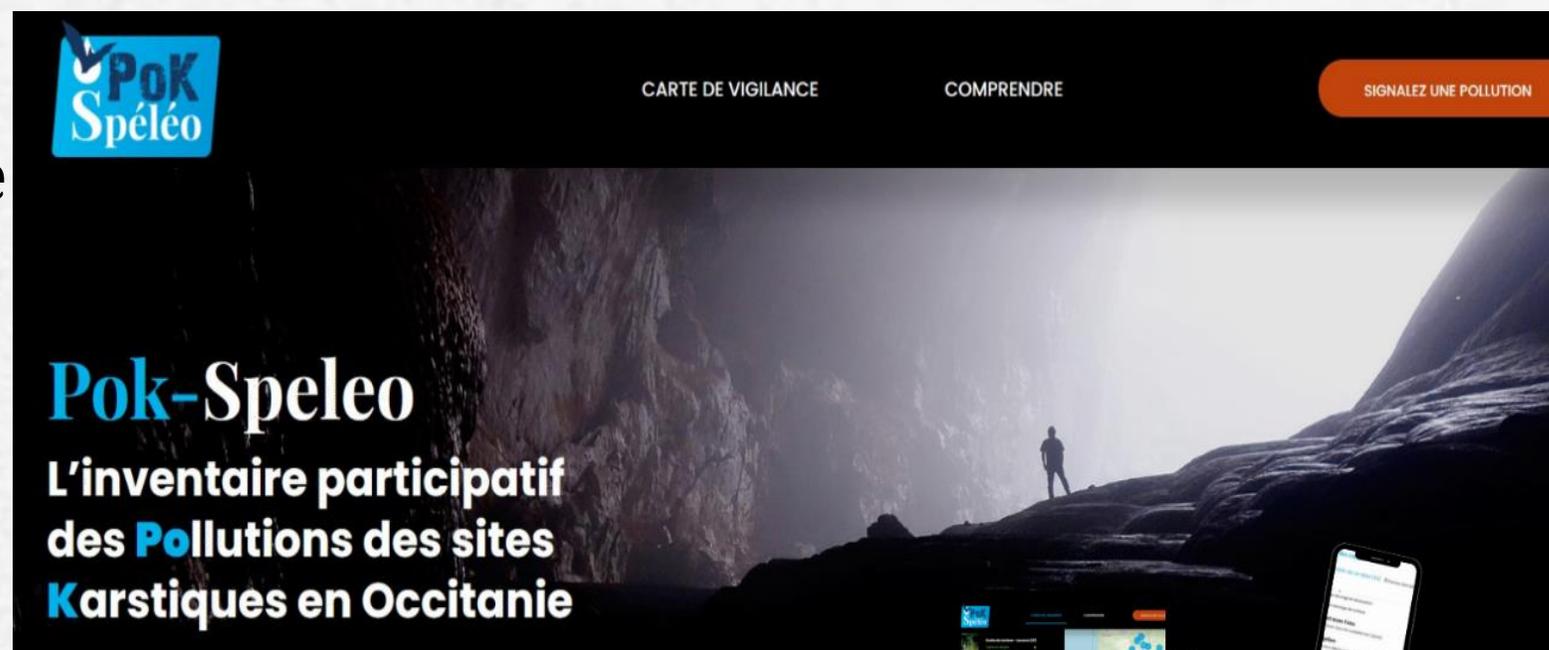
Projet Pok : Inventaire participatif des Pollutions des sites Karstiques



Fédération Française
de Spéléologie

<https://www.pok-speleo.fr/>

- CSR Occitanie
- Déploiement sur le territoire national
- Protection du milieu
- Suivi des pollutions des eaux souterraines



24^e congrès des
Conservatoires d'espaces naturels
NANCY du 4 au 7 décembre 2024



Projet Stygofaune (partenariat) : Programme d'étude de la faune souterraine aquatique en NA

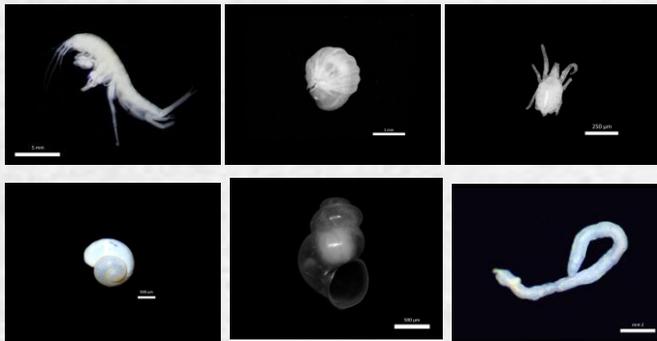


Fédération Française
de Spéléologie

- Porté par la Sepanso
- CSR NA - CDS associés
- Inventaires exhaustifs
- Découverte de nouvelles espèces
- **Vers des bio-indicateurs de la qualité des eaux souterraines**



<https://www.stygofaune-france.org/>



24^e congrès des
Conservatoires d'espaces naturels
NANCY du 4 au 7 décembre 2024

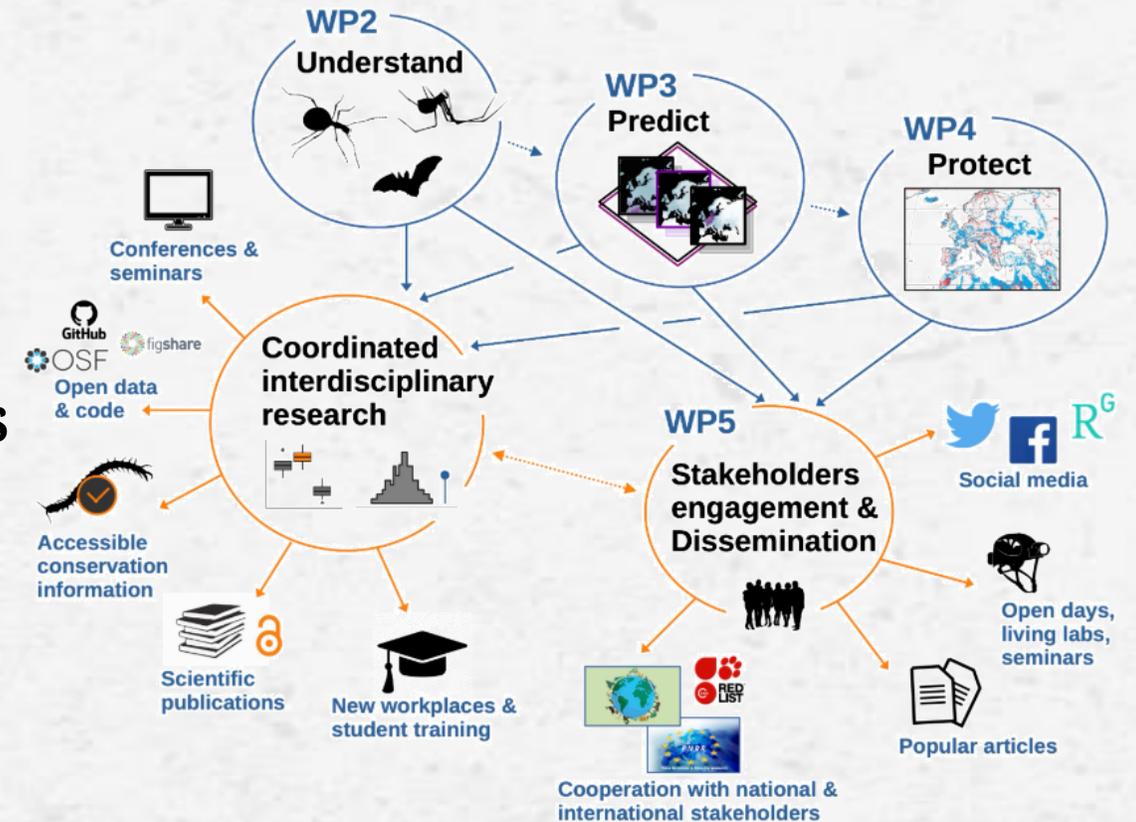


Projet DarCo (contributeur) : Le milieu souterrain dans la stratégie “climat, biodiversité après 2020”



Fédération Française
de Spéléologie

- 13 laboratoires de recherche, 11 pays
- FFS - Commission scientifique associée
- WP2 Acquisition de données
- WP3 Modélisations/prédictions
- **WP4 Vers une stratégie de protection des sites souterrains en fonction des menaces anthropiques**



<https://www.biodiversa.eu/2023/04/19/darco/>



24^e congrès des
Conservatoires d'espaces naturels
NANCY du 4 au 7 décembre 2024



Incidences du changement climatique

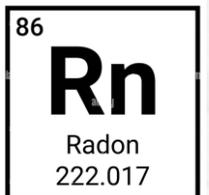


Fédération Française
de Spéléologie

- **CO₂** :
 - Observations d'une augmentation du taux de CO₂
 - Causes : Fermeture couvert paysager, manque froid hivernal, ...
 - Développement de capteurs efficaces



- **Radon** :
 - Impact fort sur la pratique (professionnels)
 - Augmentation attendue en MS liée au CS (ventilation cavités modifiée)
 - Projet en partenariat FFS/MSK/Labo GEOPS/LPC/SNPSC
 - Capteur installés en Ardèche



Projet sciences citoyennes 2025-2028



Fédération Française
de Spéléologie

- Inventaire des suivis déjà réalisés (CSR, CDS)
- Identification de protocoles simplifiés de suivi en appui du réseau MSK
- Harmonisation et déploiement de protocoles de suivi standardisés
- Mise en place d'un réseau de cavités suivies (EFS, CMS)
- Déploiement sous forme participative auprès des membres FFS



Commission Scientifique
Fédération Française de Spéléologie



Fédération Française
de Spéléologie

Commission environnement



Commission Base de Données
Fédération Française de Spéléologie



24^e congrès des
Conservatoires d'espaces naturels
NANCY du 4 au 7 décembre 2024

Une stratégie d'adaptation commune à mettre en place



Fédération Française
de Spéléologie



- Un partenariat pas suffisamment opérationnel
- Une meilleure complémentarité de nos réseaux à trouver :
FFS réseau de bénévoles avec une large expertise technique, connaissance du milieu
CENs procédures opérationnelles, puissance salariale, solide expertise en gestion

Travailler ensemble pour mettre en place des suivis long terme
Améliorer la compréhension des impacts
Identifier une stratégie d'adaptation

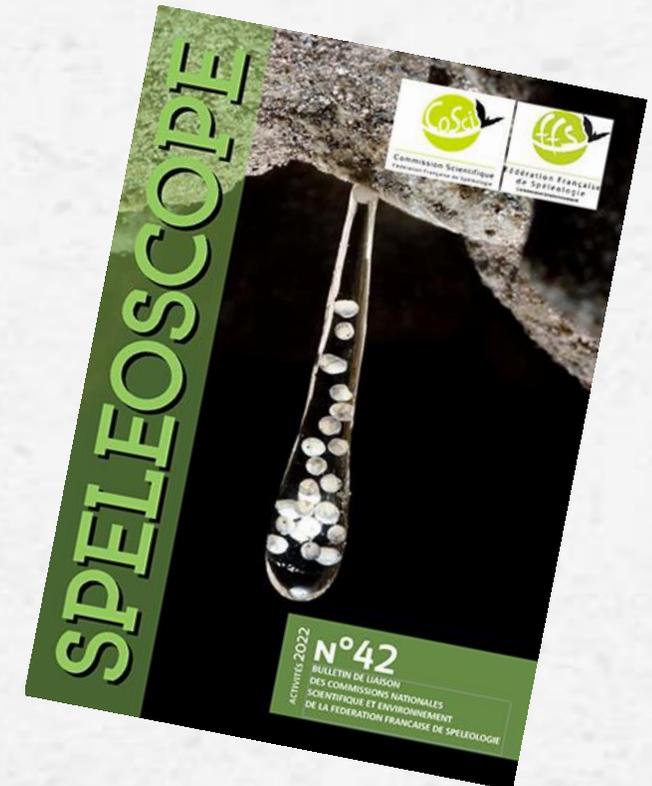
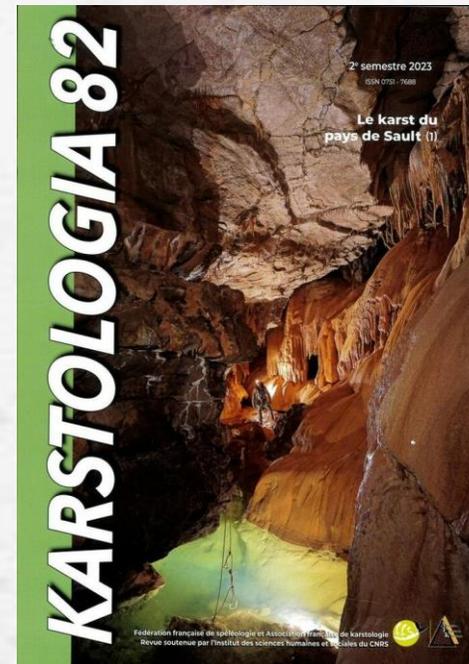
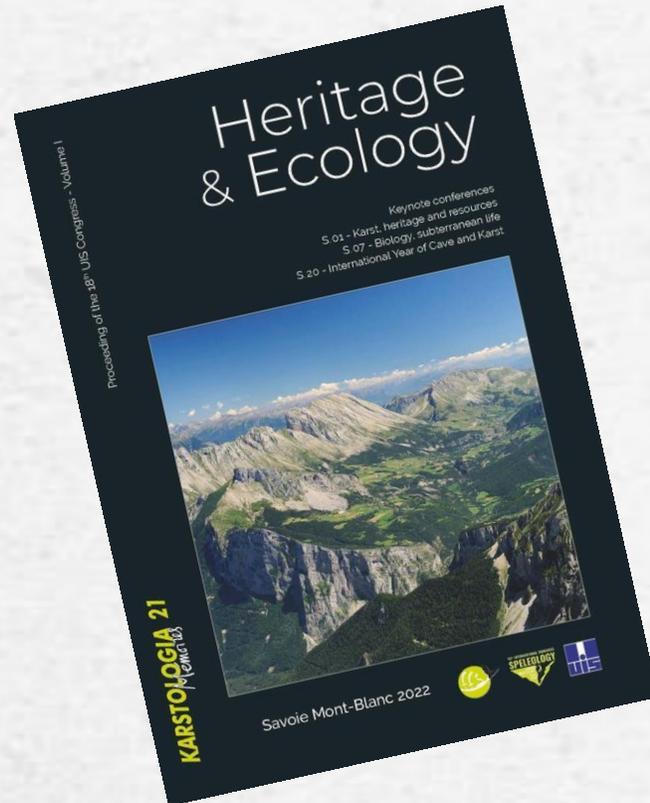
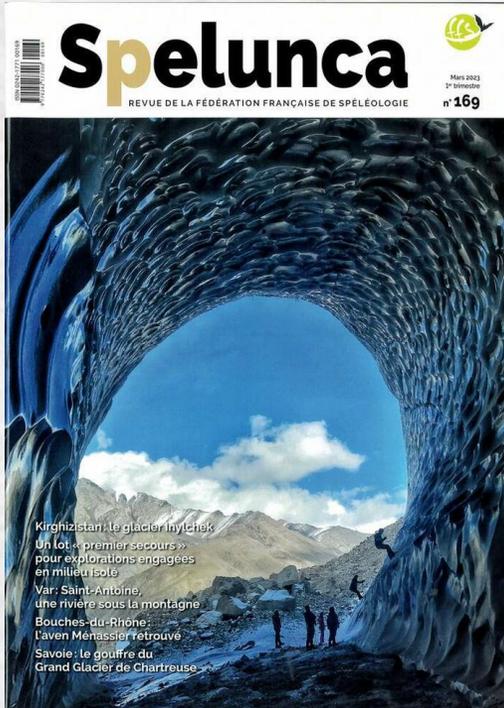


24^e congrès des
Conservatoires d'espaces naturels
NANCY du 4 au 7 décembre 2024

Merci pour votre attention



Fédération Française
de Spéléologie



Institut de Formation de Recherche et d'Expertise En Milieux Souterrains



L'Institut de Formation de Recherche et d'Expertise En Milieux Souterrains



Association pour la connaissance, la protection, la valorisation et la promotion des milieux souterrains et karstiques

- ❖ Tête de réseau des acteurs du monde souterrain et karstique (scientifiques, gestionnaires, propriétaires, pratiquants)
- ❖ Fédère et accompagne les experts dans des projets pluridisciplinaires
- ❖ Diffuse la connaissance acquise



Source: E. Lecornu - AG FFTS 09/10/2024

AG constitutive 6 juillet 2018



24^e congrès des
Conservatoires d'espaces naturels
NANCY du 4 au 7 décembre 2024

Quelques membres adhérents



Fédération des Conservatoires d'espaces naturels

Les Conservatoires d'espaces naturels sont des associations engagées à but non lucratif. Ils rassemblent 1 000 salariés et 7 000...

[En savoir plus](#)



Conservatoire d'espaces naturels Rhône-Alpes

Le Conservatoire d'espaces naturels Rhône-Alpes (Cen Rhône-Alpes), association loi 1901, œuvre depuis 30 ans pour la conservation des milieux...

[En savoir plus](#)



Réserves Naturelles de France

Réserves Naturelles de France Réserves Naturelles de France (RNF) est une association de Loi 1901 créée en 1982 pour rassembler les...

[En savoir plus](#)



Fédération Française de Spéléologie

La Fédération Française de Spéléologie rassemble depuis 1963 les spéléologues, les plongeurs souterrains et les canyons français. Forte...

[En savoir plus](#)



Parc naturel régional des Monts d'Ardèche

Parc naturel régional des Monts d'Ardèche Grâce à son art de vivre, ses richesses patrimoniales et ses grands espaces, l'Ardèche s'est au...

[En savoir plus](#)



Université Grenoble Alpes - CERMOSEM

Le Cermosem est une antenne de l'Université Grenoble Alpes (UGA), rattachée à l'Institut d'Urbanisme et de Géographie Alpine et au laboratoire...

[En savoir plus](#)



Université de Savoie Mont Blanc

Avec 15 000 étudiants, une offre de formation pluridisciplinaire riche d'une centaine de diplômes nationaux et des laboratoires de qualité qui...

[En savoir plus](#)



Tétraktys

Tétraktys Tétraktys est une ONG de développement local implantée dans les Alpes. Son ambition est d'exporter à l'international les...

[En savoir plus](#)

L'Institut de Formation de Recherche et d'Expertise En Milieux Souterrains



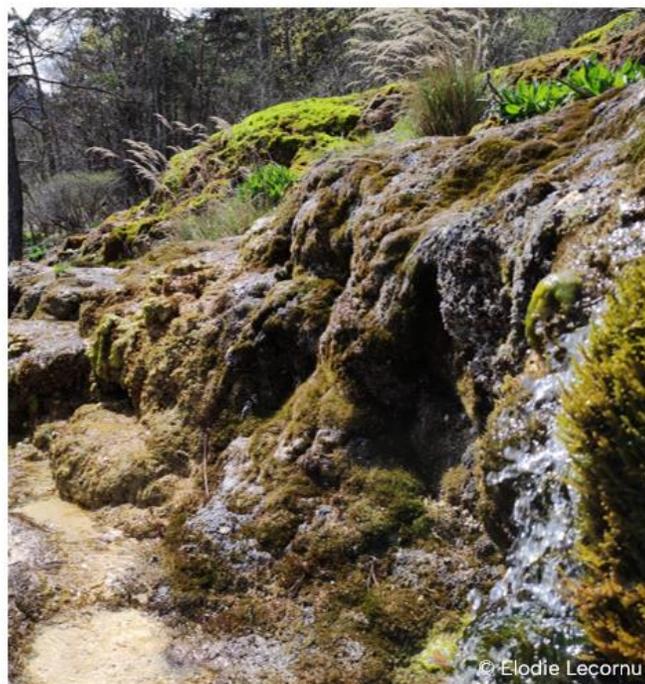
En cours :

- ❖ **Rezoh-tuf** : Plan d'actions, connaissances et **RE**stauration des **Z**ones Humides associées aux **TU**Fières
- ❖ **Projet Cuba** : Coopération décentralisée entre la grotte de Saint-Marcel (France) et la grotte de **Bellamar** (Cuba)
- ❖ **Hôtel à projets** : Tiers-lieu dédié à la recherche et à la formation sur les milieux souterrains

En émergence :

- ❖ **IMPAKTS** : **IMP**acts des Activités humaines sur les milieux Karstiques et Souterrains (*nouvelle version EVALCAV 2.0*)
- ❖ **Grottes Sentinelles**

Source: E. Lecornu - AG FFTS 09/10/2024



D'autres exemples de projets terminés

Projet KARST
Khammouane Ardèche Stratégie Territoriale
(2020 – 2022)



089 - Geoheritage and protected areas

Motion en faveur des milieux souterrains élaborée par l'IFREEMIS et ses partenaires et déposée par RNF (membre UICN)

EVALCAVE

Méthodologie de description des secteurs karstiques et cavités à enjeux

ZOOM sur...



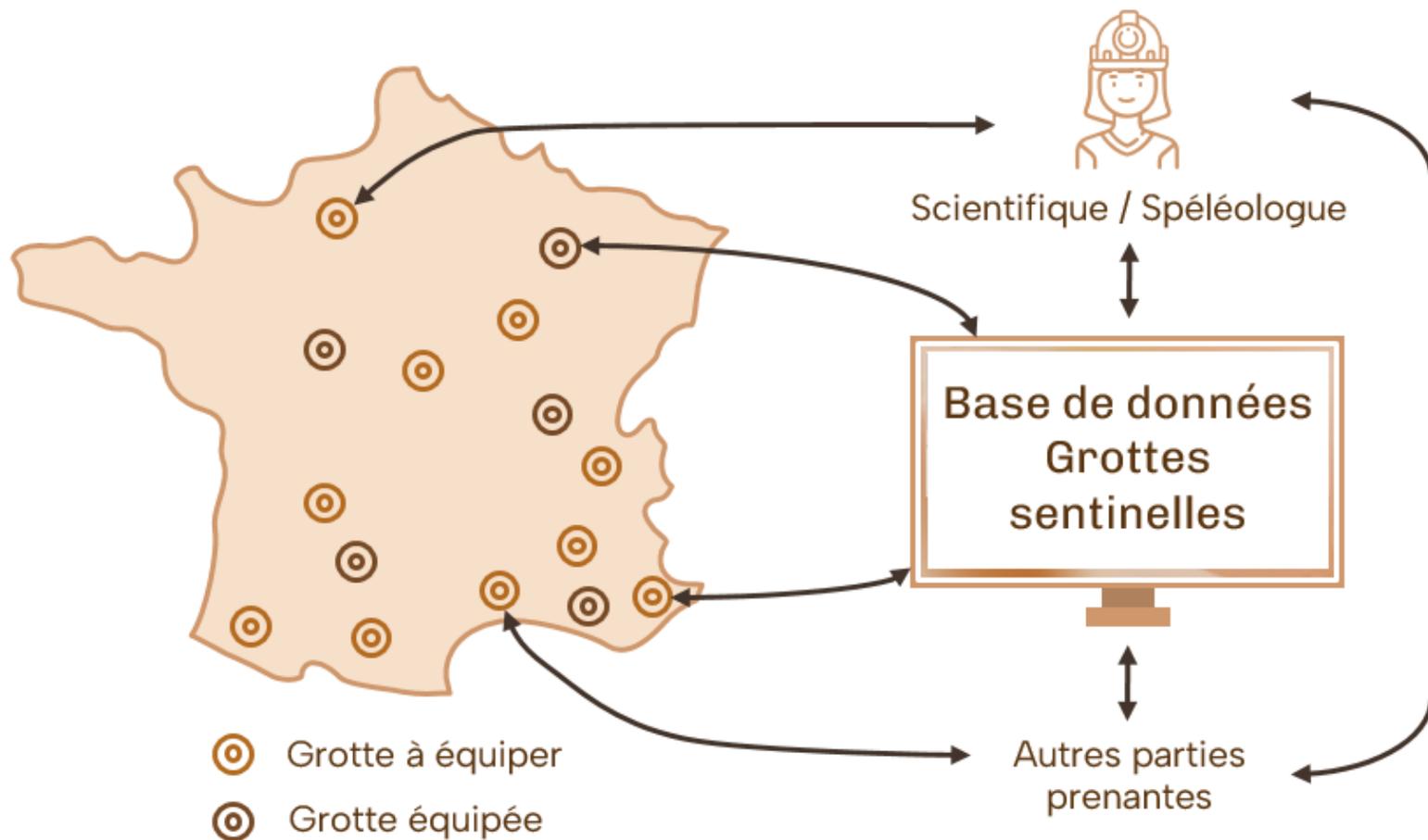
Vers un projet Grottes Sentinelles



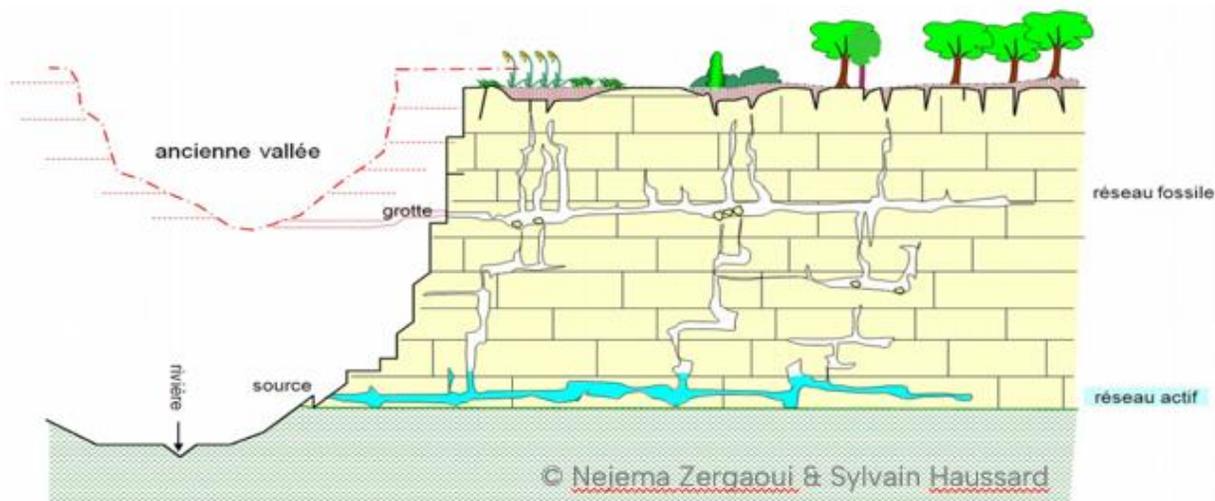
Le projet “Grottes Sentinelles”

1^{er} réseau de grottes sentinelles des évolutions environnementales

1. Peu de grottes laboratoires
2. Peu de réseaux d'experts existants (CNRS MSK, Commission scientifique de la FFS)
3. Absence de méthode de suivi homogène
4. Instruments de mesure développés par des ingénieurs individuels
5. Stockage et bancarisation de la donnée non-interpolable



Contexte “Grottes Sentinelles”



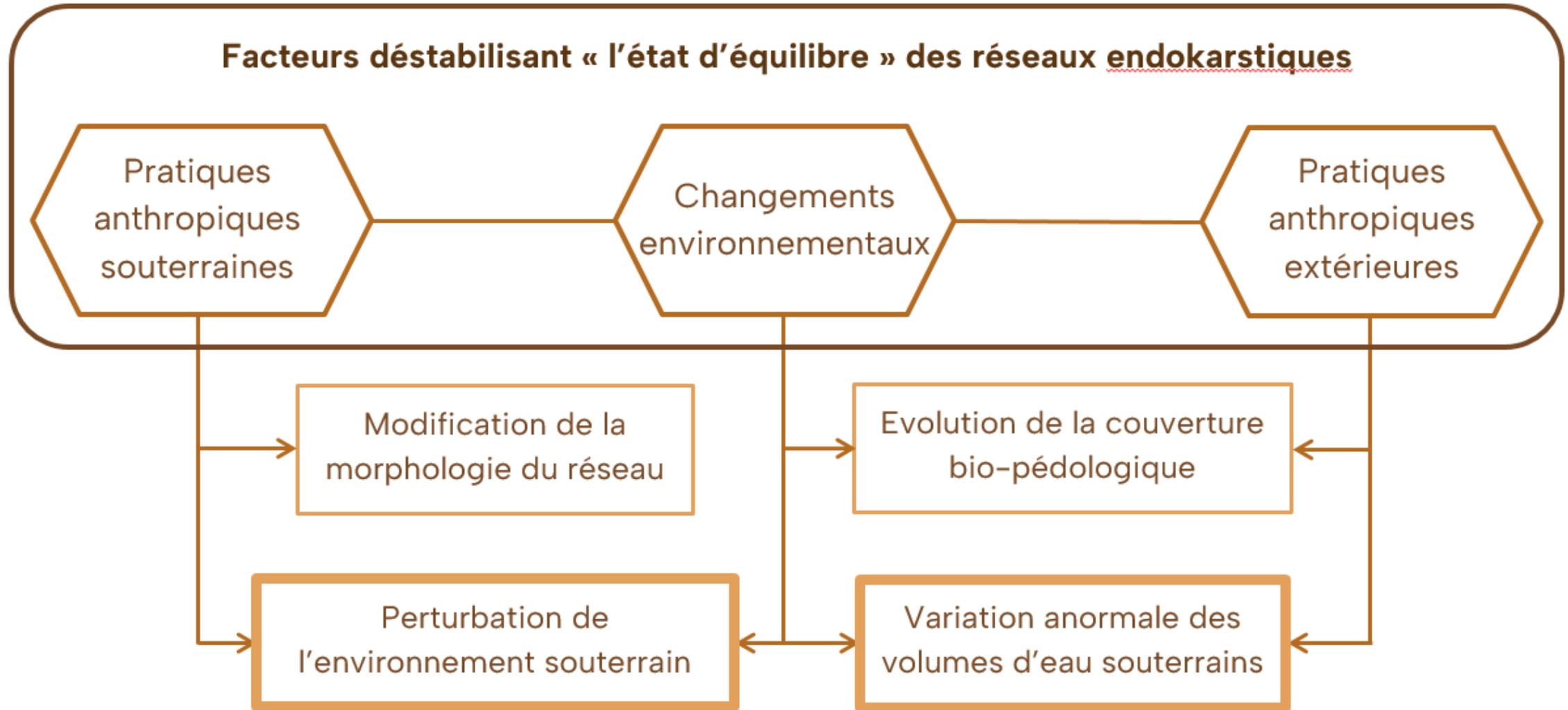
L'objet grotte :

- ❖ Milieu plus tamponné que l'extérieur
- ❖ « Etat d'équilibre » stable (température et composition chimique)
- ❖ Indicateur environnemental, climatique et des forçages anthropiques dans un continuum passé – présent – futur

Source: E. Lecornu - AG FFTS 09/10/2024



Contexte "Grottes Sentinelles"



La méthodologie “Grottes Sentinelles”

1 – Décrire et évaluer les cavités via la méthode EVALCAV 2.0 pour identifier et sélectionner les grottes sentinelles

Principaux objectifs :

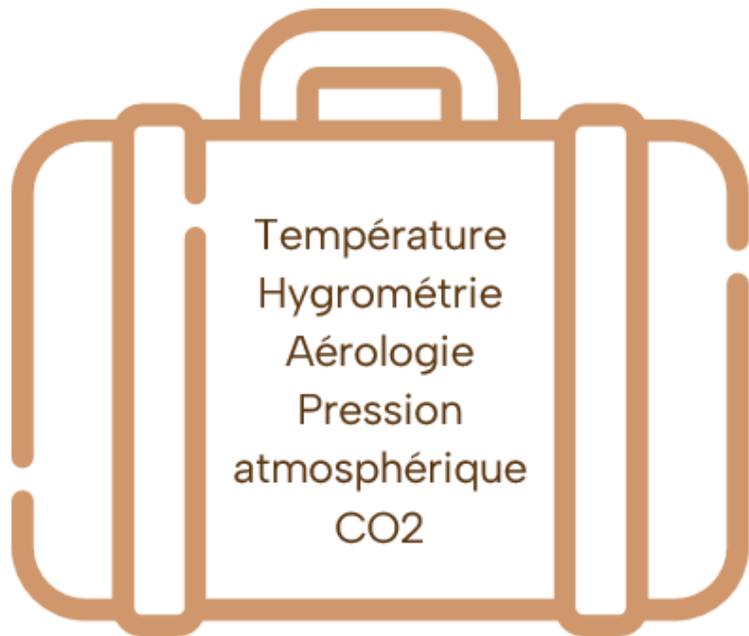
- ❖ Conduire un inventaire des grottes monitorant des paramètres environnementaux et/ou volontaires a intégrer le projet
- ❖ Produire une typologie des grottes et évaluer leur état de conservation à partir de la méthode pluridisciplinaire et multiscalaire EVALCAV 2.0
- ❖ Construire une base de données Grottes Sentinelles
- ❖ Elaborer un protocole de mesure et de suivi Grottes Sentinelles
- ❖ Sélectionner les grottes sentinelles



La méthodologie “Grottes Sentinelles”

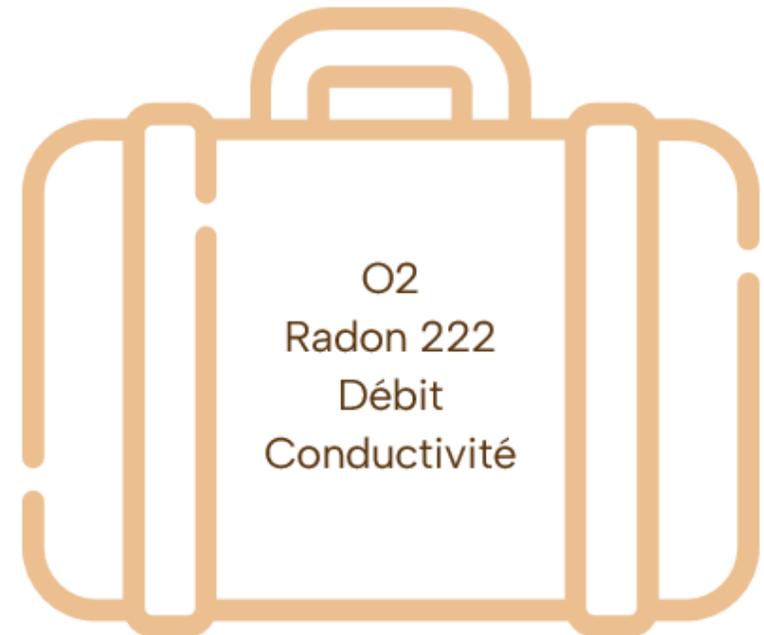
2 – Instrumentation des grottes sentinelles avec des appareils de mesures référents et optionnels

**Kit de capteurs référents pour
toutes les grottes du réseau**



+

**Kit de capteurs optionnels
en fonction du contexte**

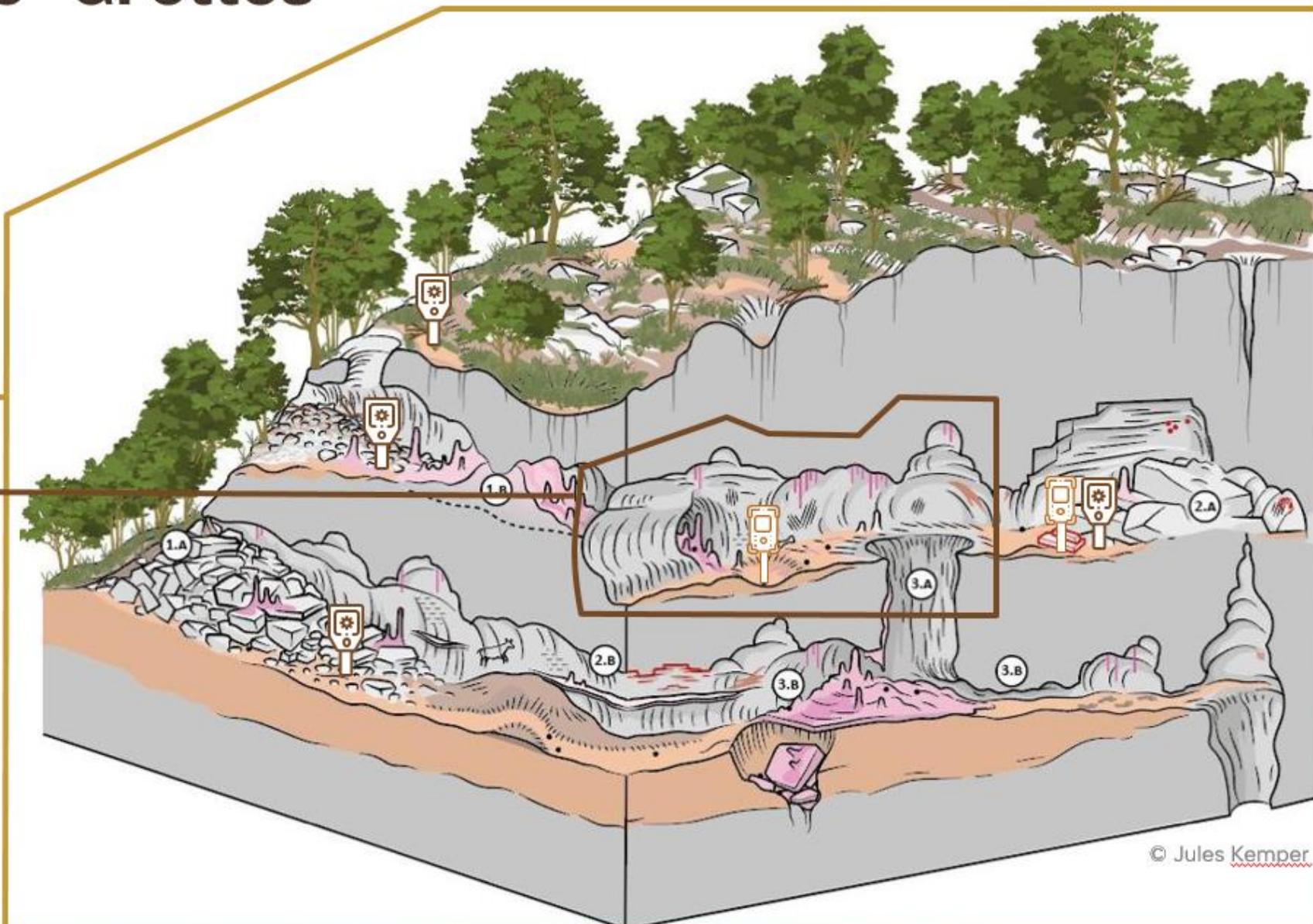


La méthodologie “Grottes Sentinelles”

Analyse multiscale :

- ❖ Nationale
- ❖ Site
- ❖ Compartiment de grotte

Certaines grottes équipées sur des plans horizontaux et verticaux



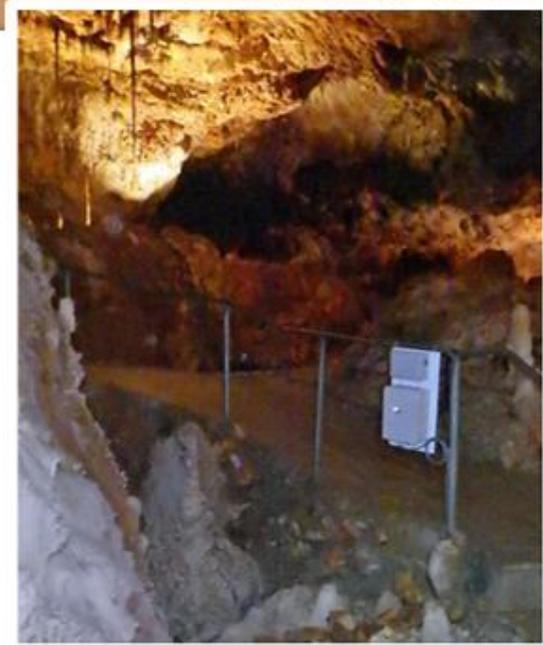
La méthodologie “Grottes Sentinelles”

3 – Suivre l'évolution actuelle des cavités par l'acquisition en continu et ponctuelle de paramètres environnementaux

« Spéléo Sentinelle » : extension participative de « Grottes Sentinelles »

Mobiliser les compétences des spéléologues et des scientifiques pour **veiller, alerter, documenter, étudier** :

- ❖ **Effets du changement climatique** (cryosphère de surface et souterraine, ressources en eau et faune souterraine)
- ❖ **Impacts anthropiques directs** (pollution des eaux, altération des géopatrimoines souterrains et de la biodiversité souterraine)
- ❖ **Risques** : Crues et effondrements



Budget prévisionnel et financeurs potentiels

Budget prévisionnel :

Phase 1 : Décirer, évaluer et sélectionner les cavités sentinelles	240 000 €
Phase 2 : Instrumenter les grottes sentinelles	280 000 €
Phase 3 : Suivre l'évolution des cavités par l'acquisition ponctuelle et continue des données	80 000 €
TOTAL	600 000 €

Financeurs et acteurs contactés :

- ❖ **OFB** : Financier potentiel
- ❖ **EDF** : Financier potentiel si des sources liées à des aménagements hydroélectriques sont étudiées
- ❖ **AERMC** : Intéressée si des grottes sentinelles sont identifiées sur leur territoire
- ❖ **ZAA** : (Zone Atelier Alpes) : **Discussion pour intégrer le projet** « Grottes Sentinelles » au réseau sentinelle des Alpes → **En cours**
- ❖ **Ministère de la Transition Ecologique** : Pas de financements



Source: E. Lecornu - AG FCTS 09/10/2024



AMI Développement et amélioration de la surveillance de la biodiversité terrestre en France (Hexagone, Corse et Outre-mer)

Dépôt en mai 2024
=> projet non retenu

