



UNIVERSITÉ
PERPIGNAN
VIA
DOMITIA



CRPG

RgF
RÉFÉRENTIEL
GÉOLOGIQUE
DE LA FRANCE



Contraindre les taux d'incision des vallées depuis le Miocène ancien : nouveautés, potentialités et limites

A. Sartégou^(1,2), R. Braucher⁽²⁾, P.-H. Blard⁽³⁾, D. L. Bourlès⁽²⁾, M. Calvet⁽¹⁾, B. Tibari⁽³⁾, L. Zimmermann⁽³⁾, P. Voinchet⁽⁵⁾, J.-J. Bahain⁽⁵⁾, P. Sorriaux, G. Hez, Y. Gunnell⁽⁴⁾, G. Aumaitre⁽²⁾, et K. Keddadouche⁽²⁾

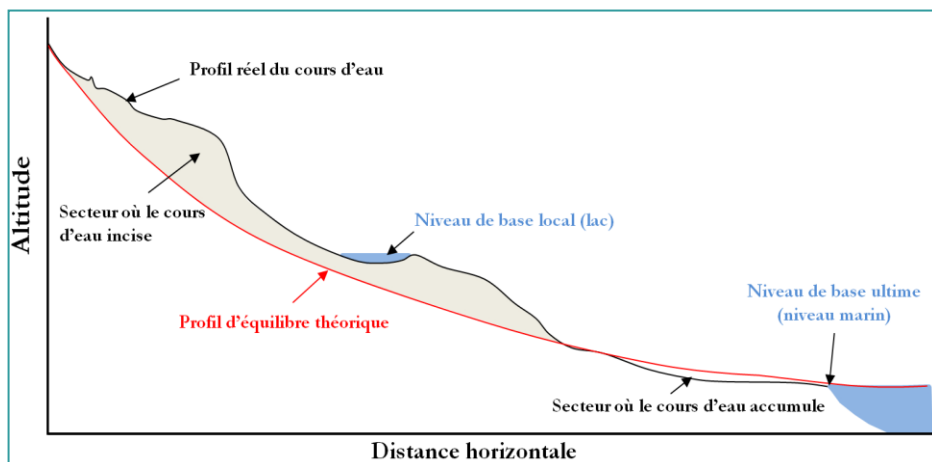
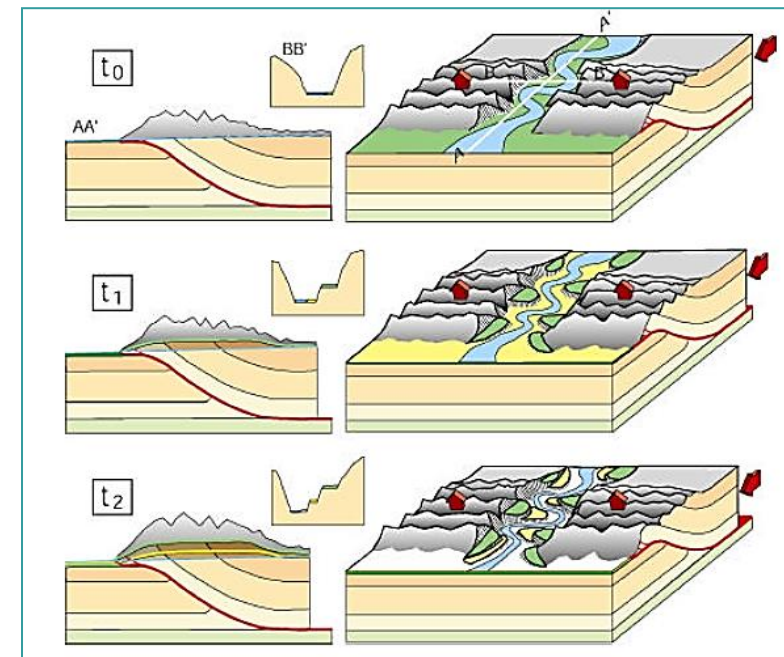
(1) HNHP Perpignan, (2) CEREGE Aix-en-Provence, (3) CRPG Nancy, (4) EVS Lyon, (5) HNHP Paris

Qu'apportent les études de l'incision quant à la connaissance du soulèvement ?

- Mouvements verticaux = sources des topographies continentales.

Modèle de formation et d'abandon de terrasses au cœur d'un pli actif (Lavé & Avouac, 2000) : les terrasses alluviales sont des marqueurs passifs du soulèvement →

➔ Mais peu de reliquats dans les zones d'intérêt et pas intégralement adapté à notre échelle de temps (conservation)



← Profil d'équilibre d'un cours d'eau : les rivières sont des marqueurs dynamiques du soulèvement ➔ mais pas adapté à notre échelle de temps

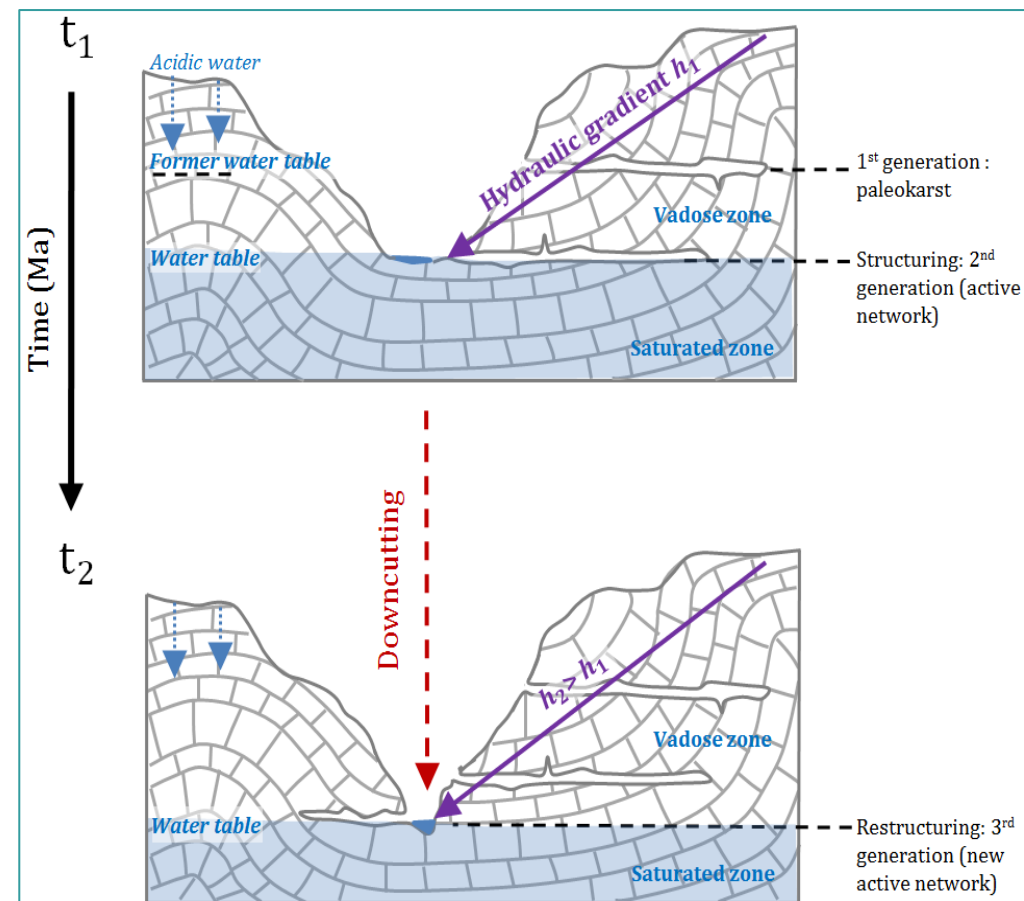
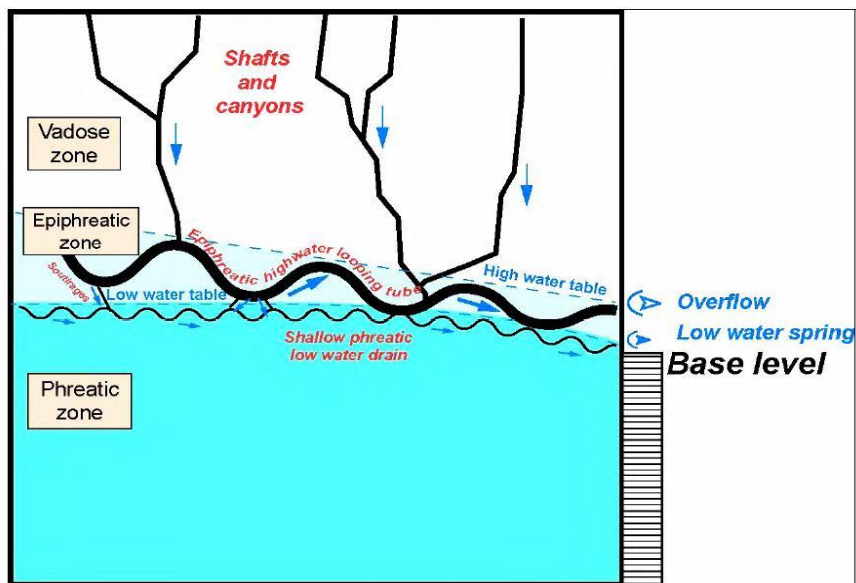
➔ **Nécessité de trouver un autre marqueur**

Le karst : un outil puissant

- Postulat de base : les grandes galeries épinoyées indiquent la proximité du toit de la nappe = position contemporaine du niveau de base local dans les vallées → étagement en fonction de ses variations ;
- Réalisation très rapide d'un réseau (10-40 ka) & conservation très longue des formes et des dépôts (plusieurs Ma).

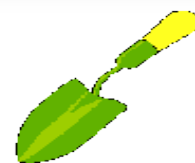
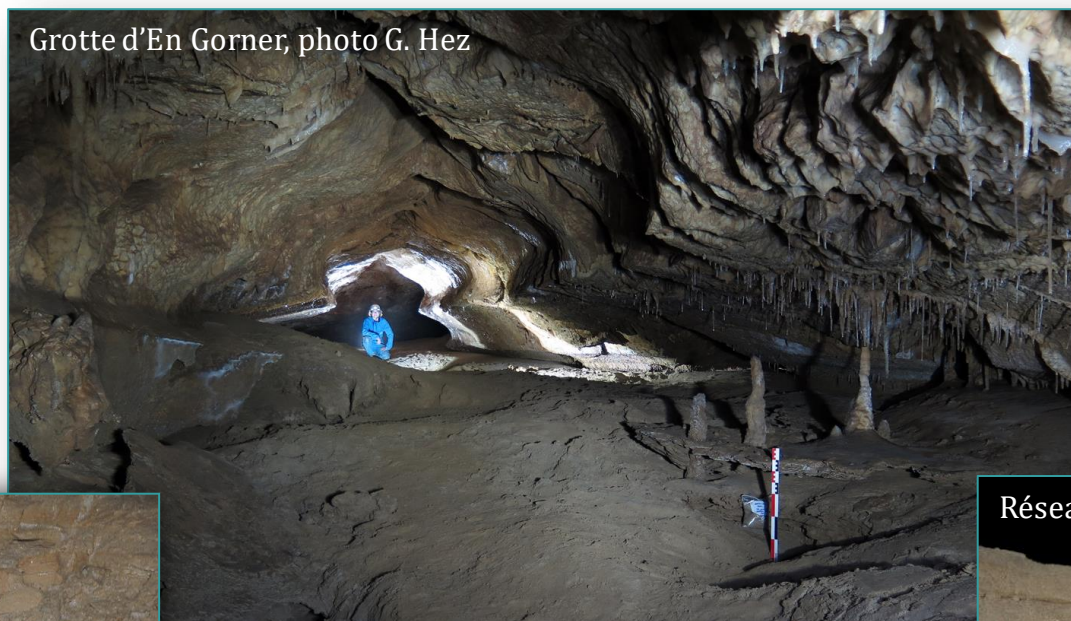
Modèle épiphréatique (Audra & Palmer, 2004)

- Meilleure adéquation entre le toit de la nappe et le niveau de base ;
- Deux systèmes de galeries superposés et synchrones.

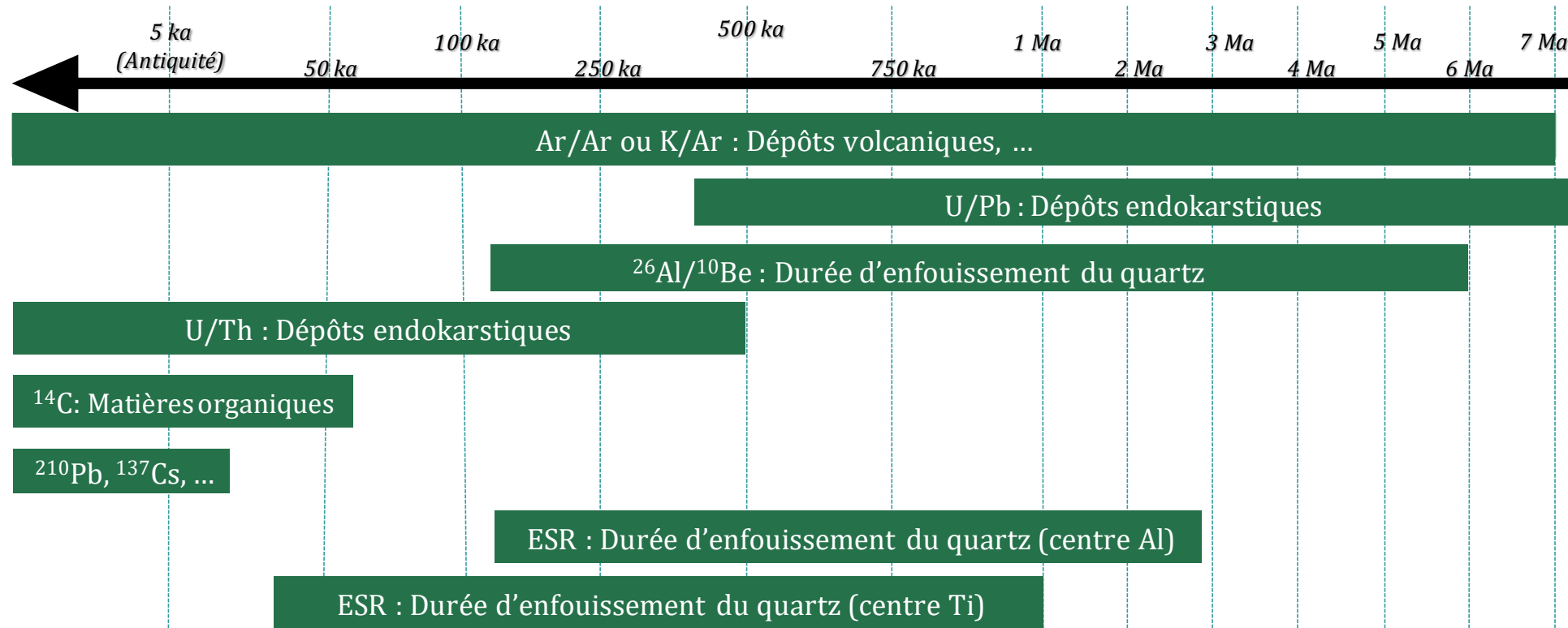


Le karst : un outil puissant

- Systèmes karstiques étagés aux flancs des vallées ⇔ même intérêt que les terrasses alluviales → documente les étapes de l'incision ;
- Présence de matériel alluvial piégé dans ces galeries ainsi que de planchers stalagmitiques → jalons datables (âges d'abandon des galeries par les eaux) et paléotaux de dénudation



Depuis combien de temps sont enfouis les échantillons ?



Problème : Selon le matériau, la granulométrie, etc. certaines gammes temporelles ne sont pas couvertes par les méthodes actuelles → nécessité d'avoir recours à des développements pour combler ces lacunes.

Depuis combien de temps sont enfouis les échantillons ?

Dans les grottes → argiles à blocs provenant du massif lui-même ou des massifs en amont, souvent de nature cristalline → abondance de quartz



Photo G. Fraisse, Stavanger (Norvège)



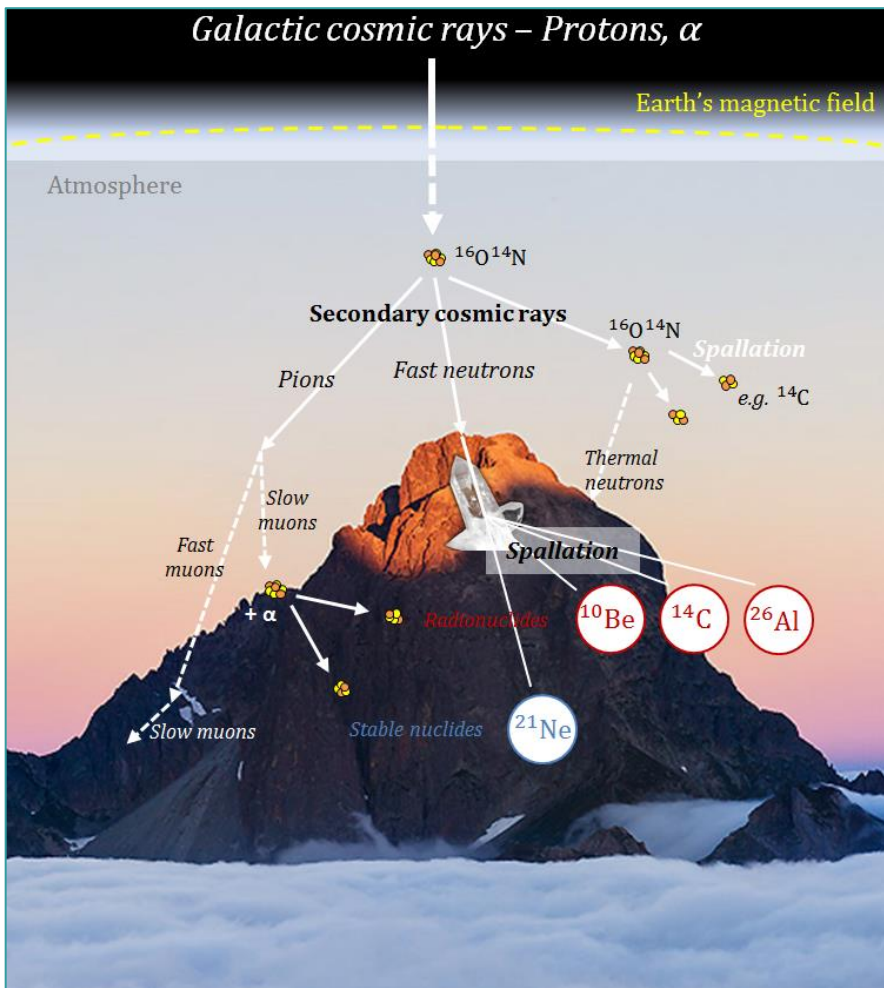
P. Moreno, TM 71 (Aude)

Utilisation de l'écrantage au rayonnement cosmique

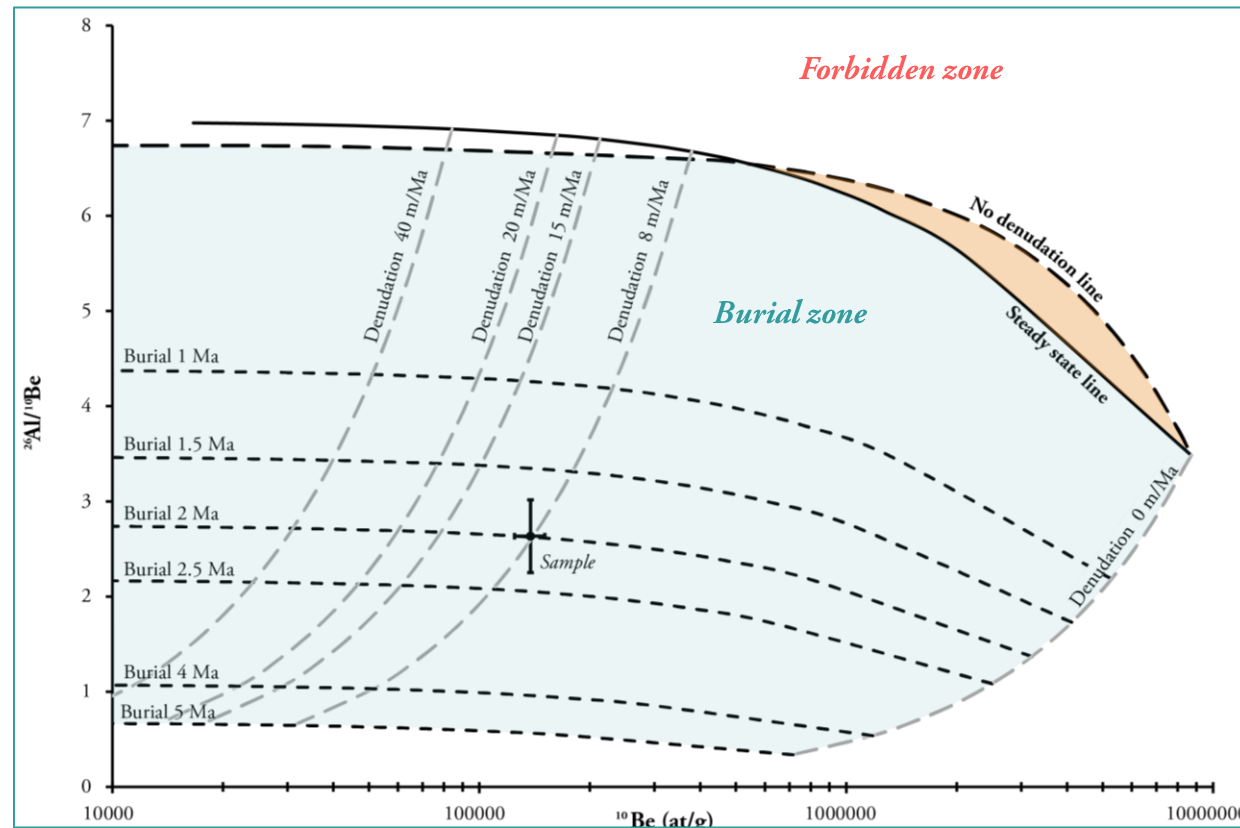
→ recours aux nucléides cosmogéniques *in situ*

Utilisation de l'accumulation par les minéraux de l'énergie provenant de la radioactivité ambiante → luminescence

Depuis combien de temps sont enfouis les échantillons ?



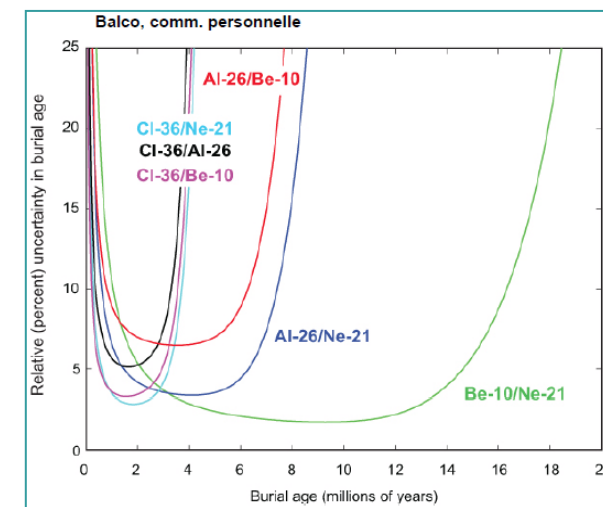
Mode de production des nucléides cosmogéniques



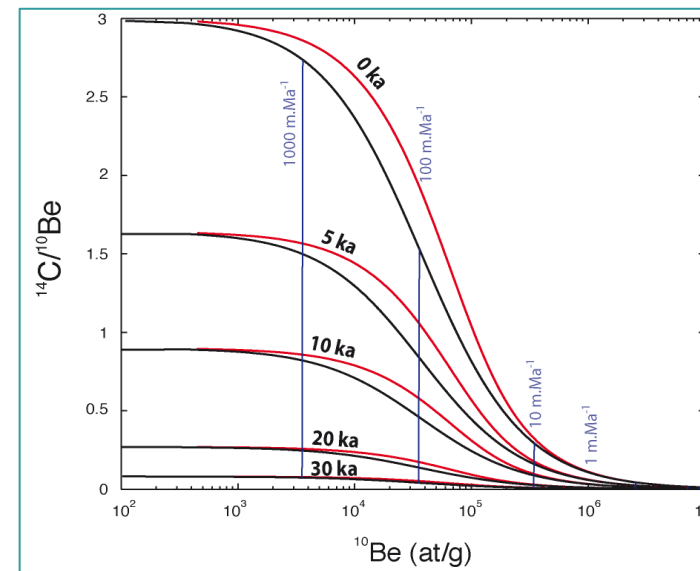
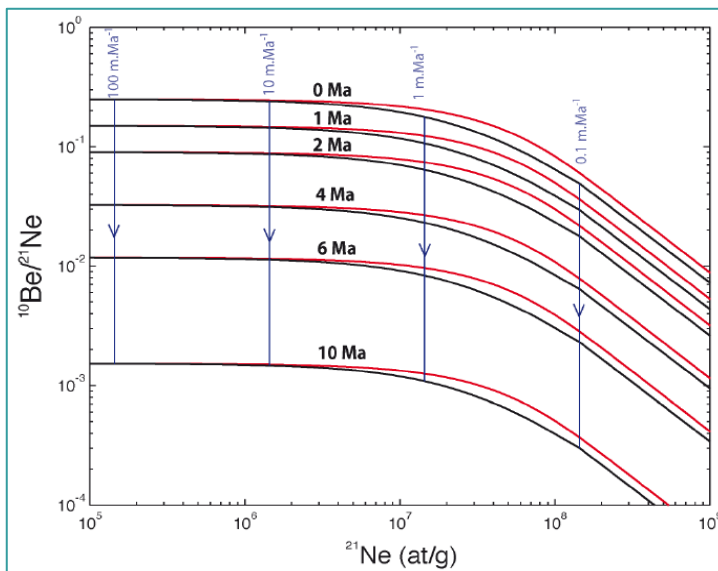
Que se passe t-il lorsqu'un échantillon est protégé de l'influence du rayonnement cosmique ?

Depuis combien de temps sont enfouis les échantillons ?

- ➔ Utilisation du nucléide cosmogénique stable ^{21}Ne :
 - ➔ Gamme élargie : de 1 Ma à près de 18 Ma en théorie ;
 - ➔ Incertitude ≥ 0.5 Ma ;
- ➔ Utilisation du nucléide cosmogénique radiogénique ^{14}C produit *in situ* :
 - ➔ Gamme très restreinte : de 1 ka à environ 50 ka ;
 - ➔ Incertitude ≥ 1 ka.



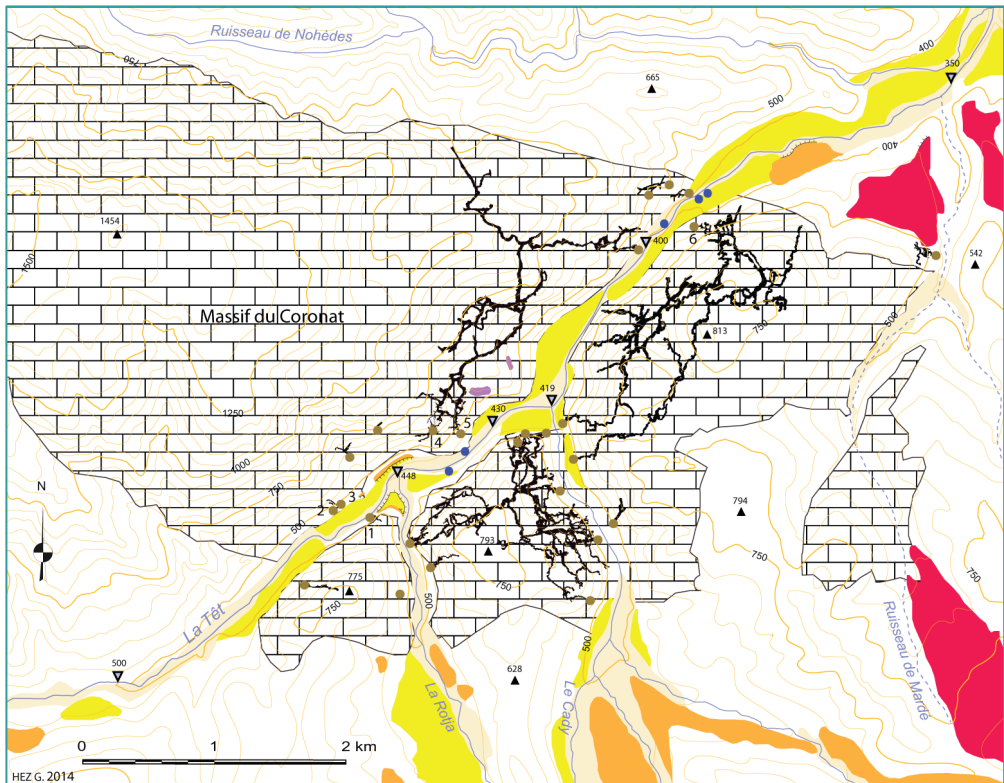
Mesures du néon cosmogénique au CRPG Nancy



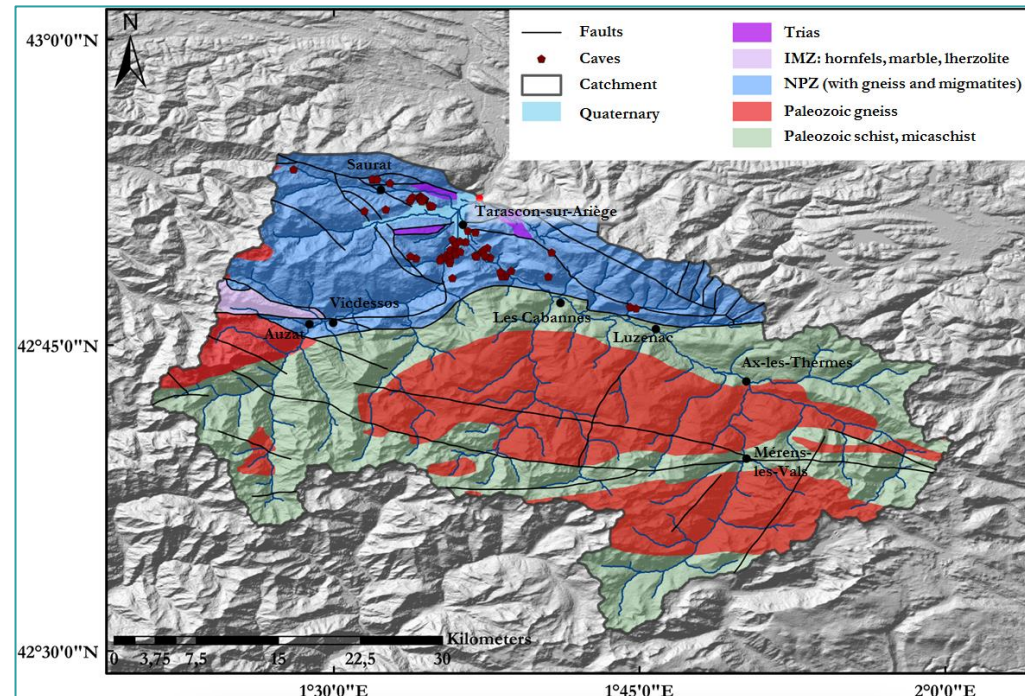
Mesures en cours à l'ETH Zürich (collab. M. Lupker)



Vallées de la Têt et de l'Ariège



Formations alluviales	Oro - hydrographie	Éléments karstiques
<ul style="list-style-type: none"> Rebord de terrasse alluviale T5 Haute terrasse : Fort Libéria T4 Haute terrasse T2 Moyenne terrasse T1 Basse terrasse T0 Plaine d'inondation 	<ul style="list-style-type: none"> 750 Isohypse (équidistance 50 m) 775 Point d'altitude côté (en m) Cours d'eau pérenne et intermittent 419 Point d'altitude au niveau de la Têt (en m) Emergence karstique 	<ul style="list-style-type: none"> Calcaires dévoniens Cavité et entrée 1 Grotte du Mas Py 2 Grotte Malou 2 3 Grotte des Pourques (Malou 1) 4 Grotte du Faubourg 5 Puits des Racines (entrée artificielle) 6 Réseau Lachambre



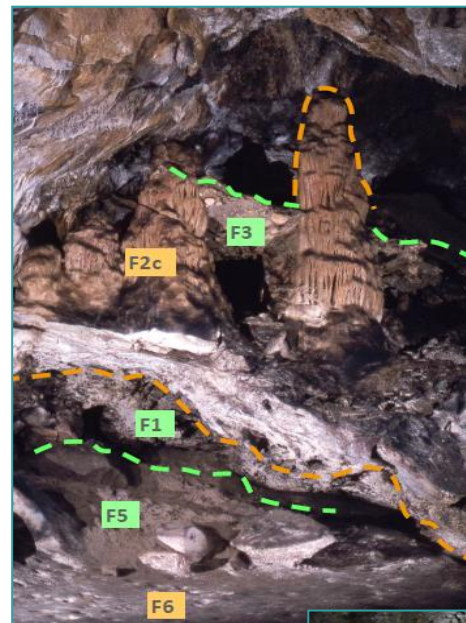
Hez, 2015

Vallées de la Têt et de l'Ariège

- Galeries très larges : signes de circulations polyphasées → mélanges de sédiments ;
- Durées d'enfouissement hétérogènes du fait des mélanges + incohérences inter-méthodes.



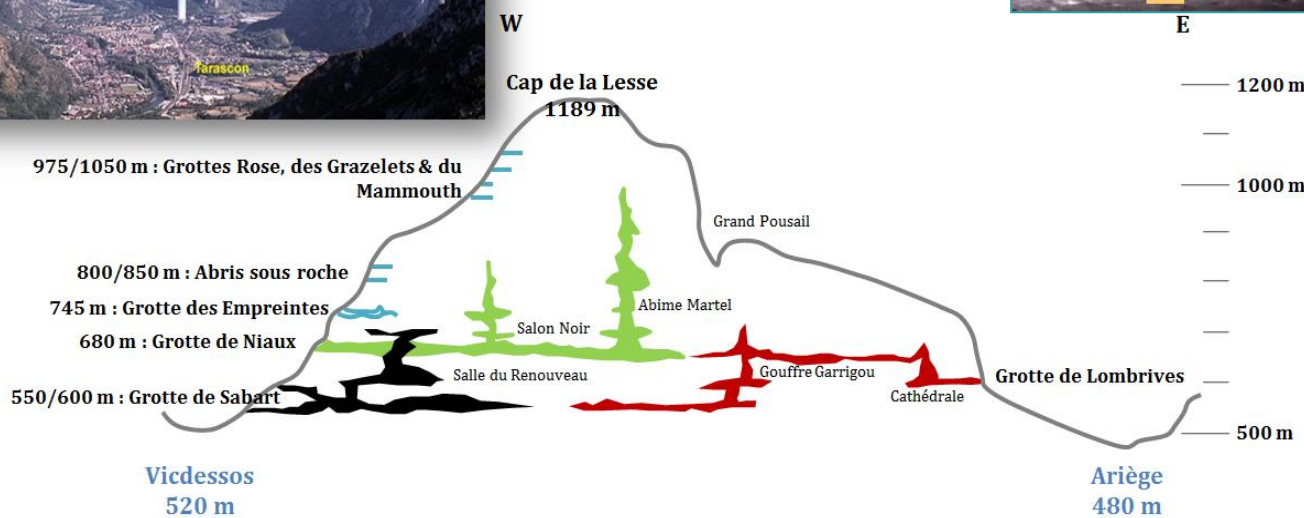
Plusieurs phases de dépôts alluviaux (Niaux) →



Porche de la grotte de Bédeilhac, massif du Sédour ↓



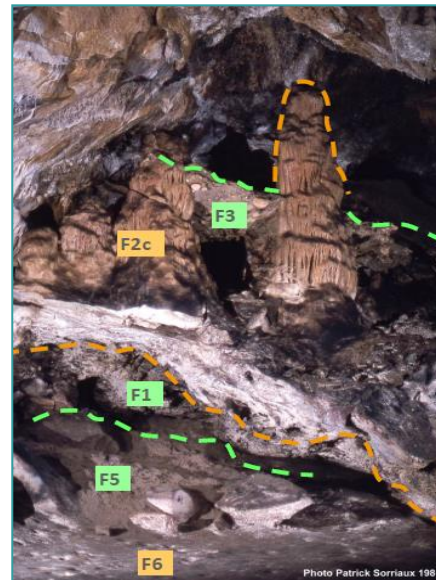
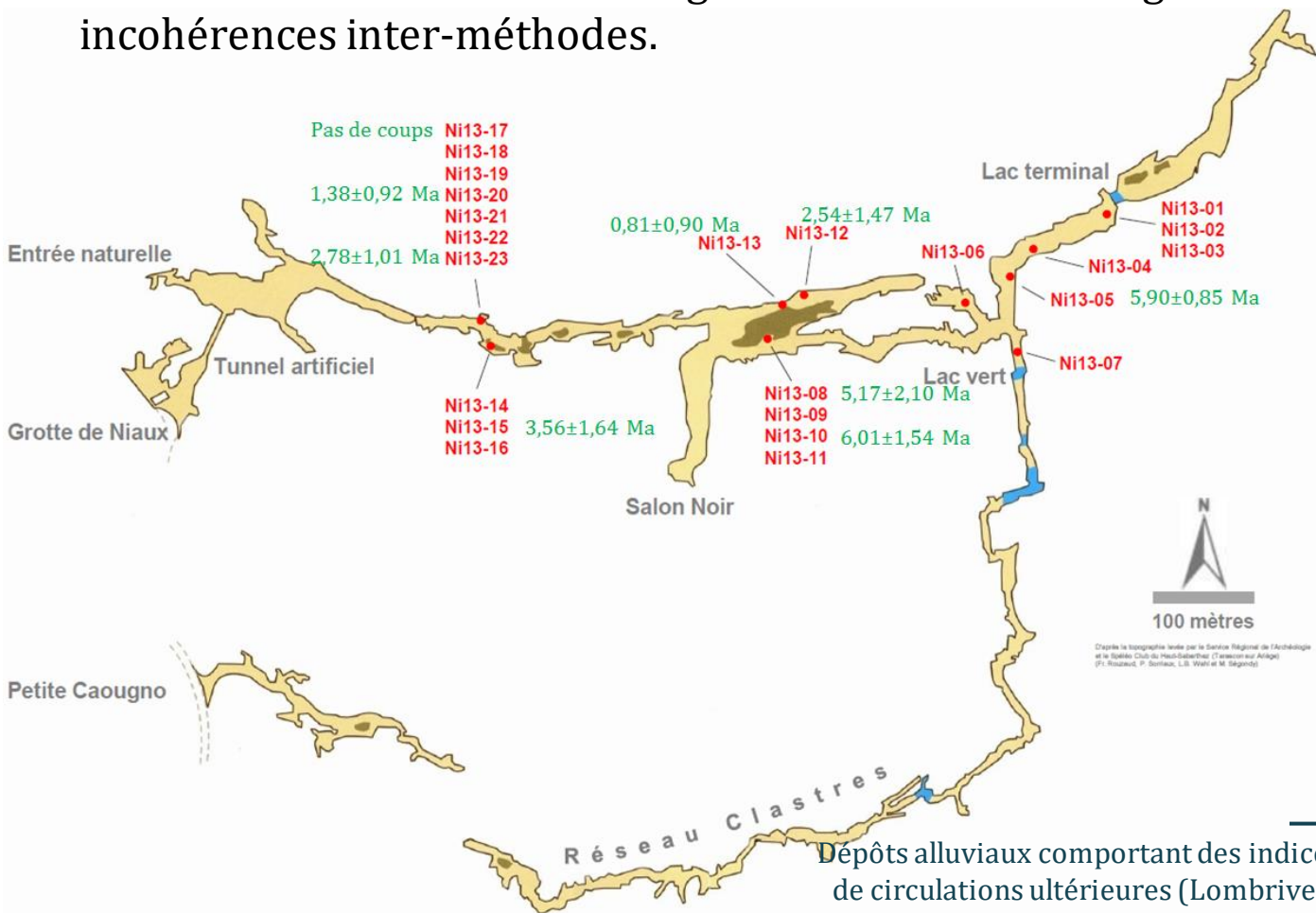
Dépôts alluviaux comportant des indices de circulations ultérieures (Lombrives) ↓



Vallées de la Têt et de l'Ariège



- Galeries très larges : signes de circulations polyphasées → mélanges de sédiments ;
- Durées d'enfouissement hétérogènes du fait des mélanges + incohérences inter-méthodes.



Les grès F3 (Ni13-20 & 23) sont scellés par des planchers datés entre 90 et 150 ka. Mais F2c a un âge d'environ 336 ka.

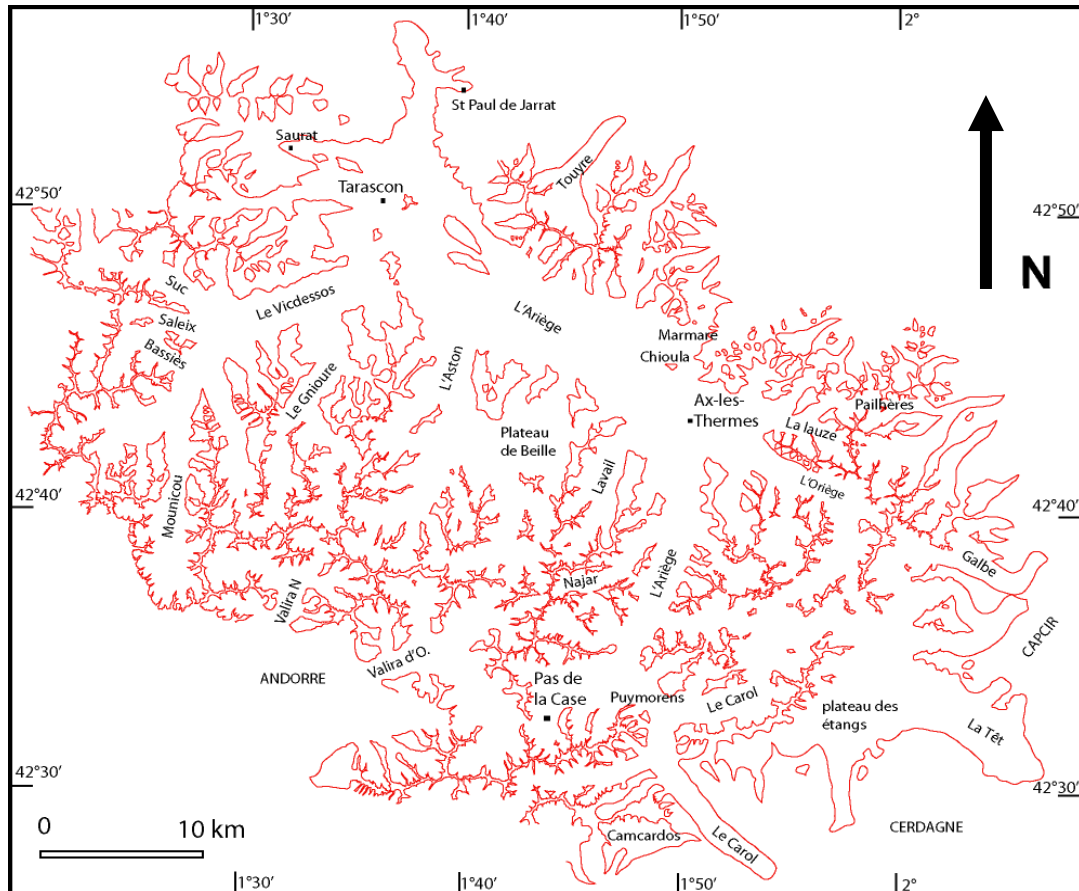
← Dépôts alluviaux comportant des indices de circulations ultérieures (Lombrives)



→ Dépôts alluviaux comportant des indices de circulations ultérieures (Lombrives)

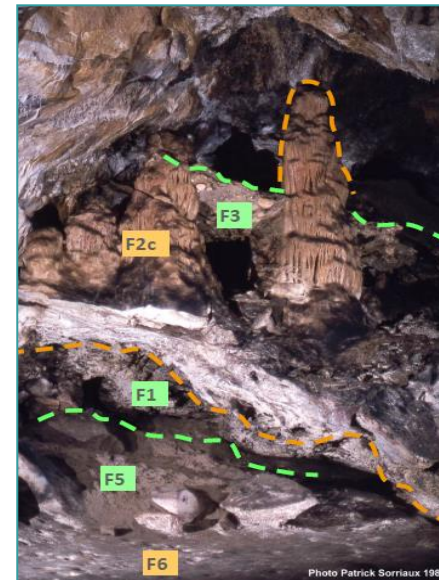
Vallées de la Têt et de l'Ariège

- Galeries très larges : signes de circulations polyphasées → mélanges de sédiments ;
- Durées d'enfouissement hétérogènes du fait des mélanges + incohérences inter-méthodes.



←
Delmas *et al.*
(2012) :
chronologie et
emprise
glaciaires

→
Dépôts alluviaux
comportant des
indices de
circulations
ultérieures
(Lombrives)

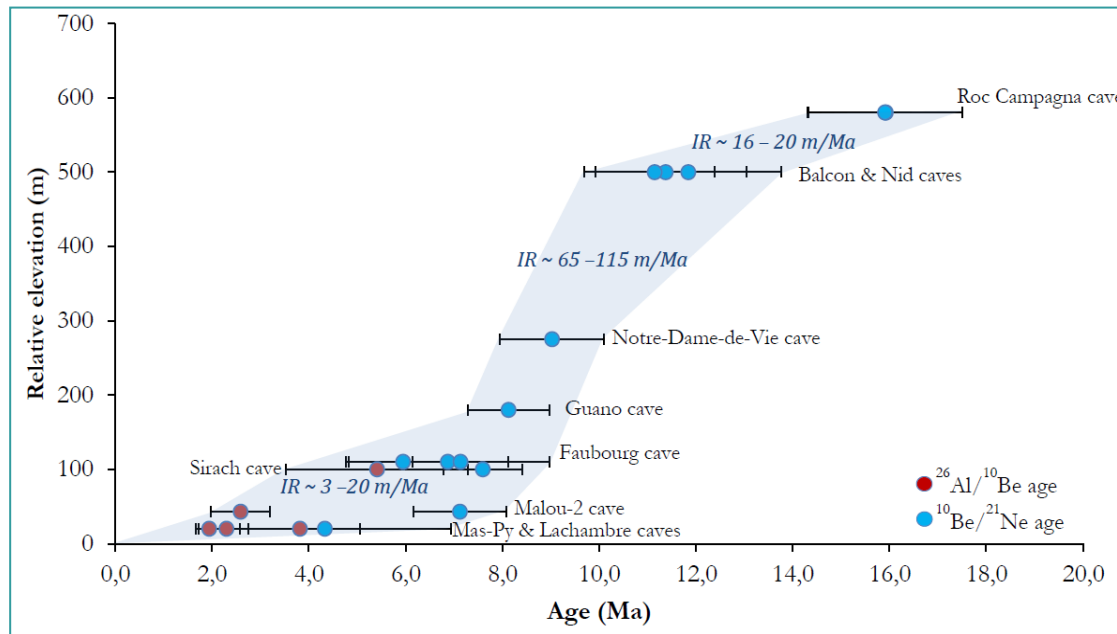


Les grès F3 (Ni13-20 & 23) sont scellés par des planchers datés entre 90 et 150 ka. Mais F2c a un âge d'environ 336 ka.

←
Plusieurs phases de
dépôts alluviaux (Niaux)

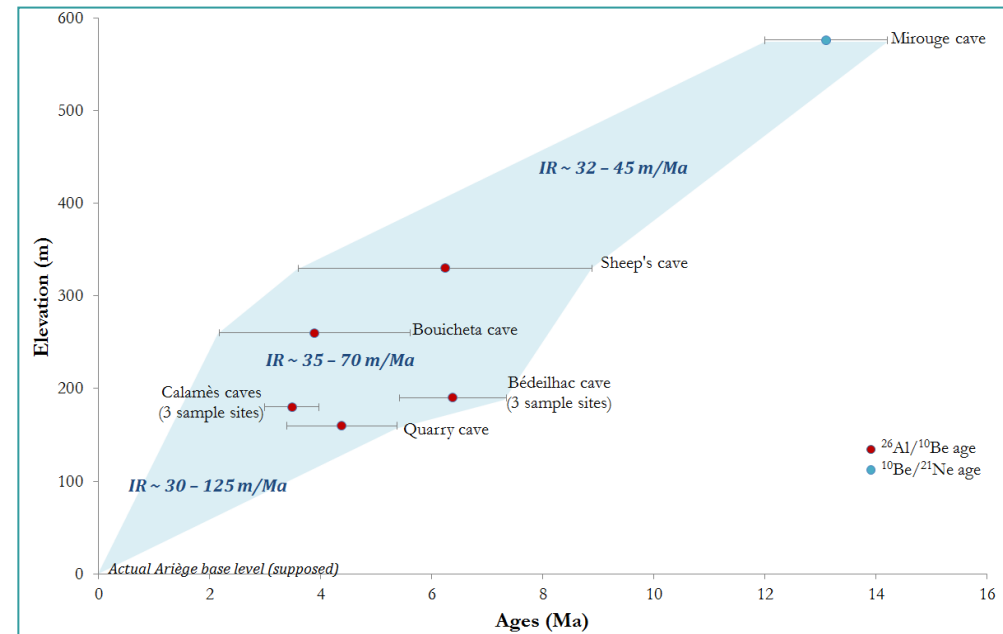


Vallées de la Têt et de l'Ariège



Encaissement supposé de la vallée de la Têt au cours du temps

- Problème de corrélation avec les lambeaux de terrasses (datations incertaines)?
- Influence du Messinien → remaniements de sédiments en place?
- Paléotaux moyens de dénudation faibles. Taux de dénudation initial à $\sim 16 \text{ Ma} < 1 \text{ m/Ma}$ → surface plane peu incisée. Vraiment cohérent dans ce contexte?



Encaissement supposé de la vallée de l'Ariège au cours du temps

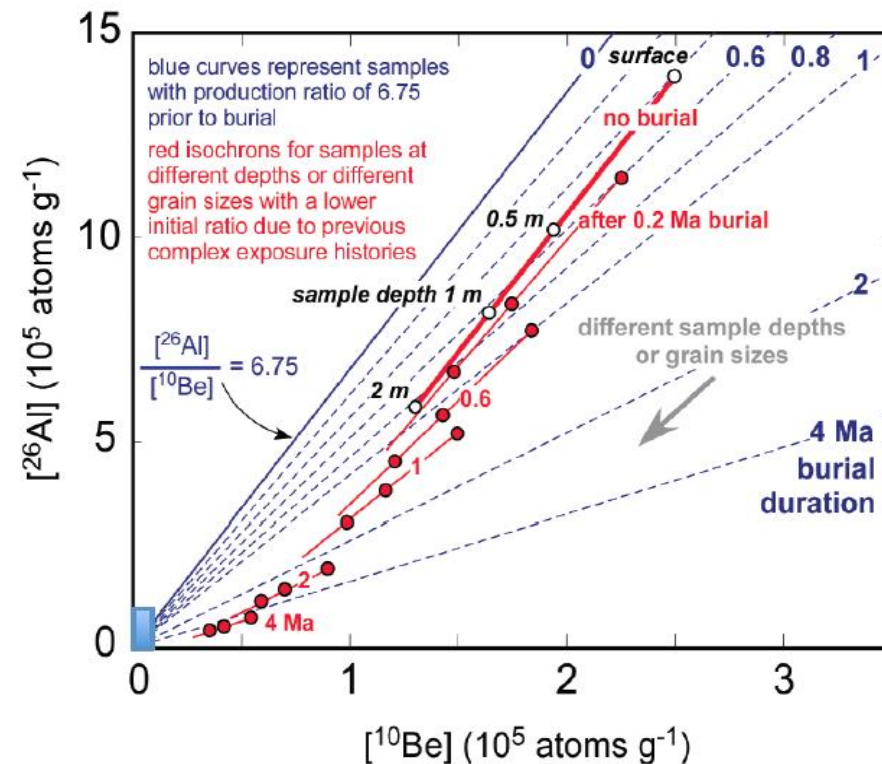
- Incision depuis le Serravalien;
- Les réseaux les plus développés comportent des indices de fonctionnements polyphasés → remobilisation de dépôts antérieurs (mélanges) → complexe de déconvoluer les signaux tectonique et climatique.

Une alternative ?

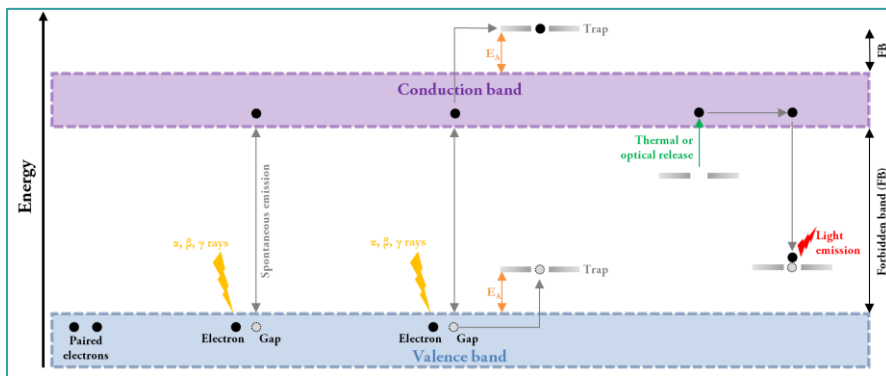
La méthode isochrone

- Principe : mesurer les concentrations des deux éléments dans les clastes d'un même dépôt → histoire d'enfouissement de chaque galet connue ;
- Pente dépend de la durée d'exposition ;
- Limites :
 - dénudation considérée comme étant nulle ;
 - durée d'exposition suffisamment courte pour que les pertes par décroissance radioactive soient négligeables ;
 - post-production inexistante ;
 - production muonique des nucléides cosmogéniques négligeable dans le bassin versant ;
 - Remise en cause du postulat de base ;
 - Analyse d'une dizaine de clastes par horizon.

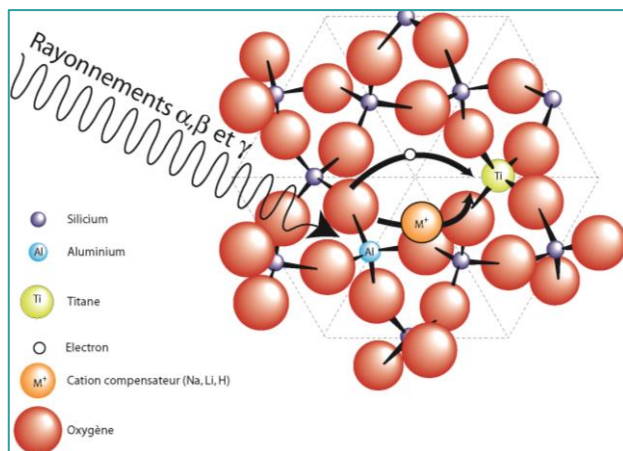
→ Ce sont donc des hypothèses fortes → apporte plus de questions que de réponses... ;



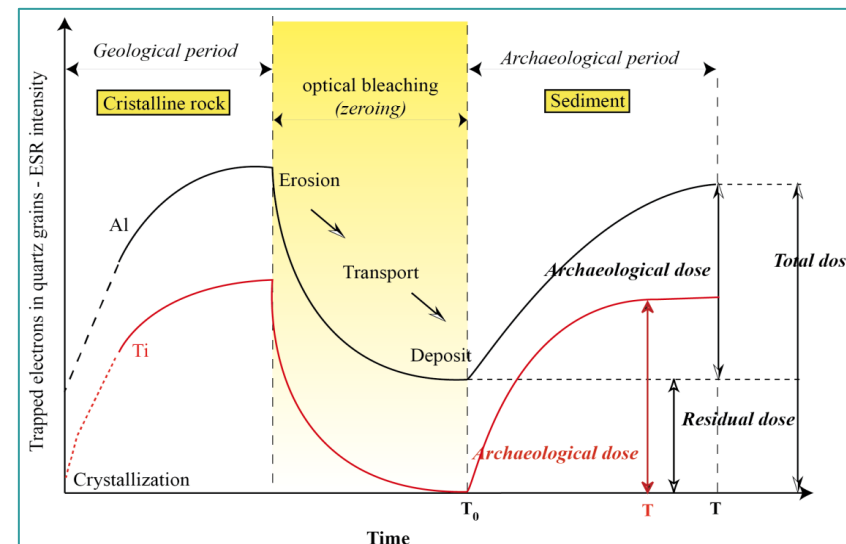
L'ESR, une solution ?



Rayonnements énergétiques → désappariement des électrons de spins opposés → l'électron excité laisse alors un trou dans la BV en sautant dans la BC → il est piégé dans les défauts de structure ou les impuretés → recours à un apport énergétique pour vidanger les pièges



Centres du quartz (Voinchet, comm.pers)

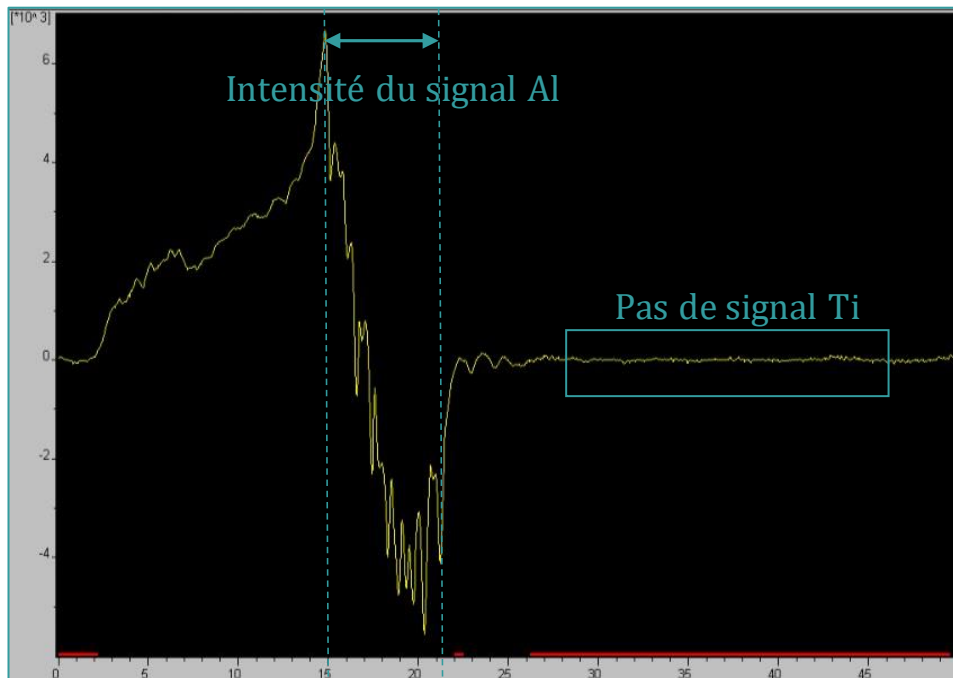


Que se passe-t-il lorsqu'un échantillon est protégé de la lumière ?

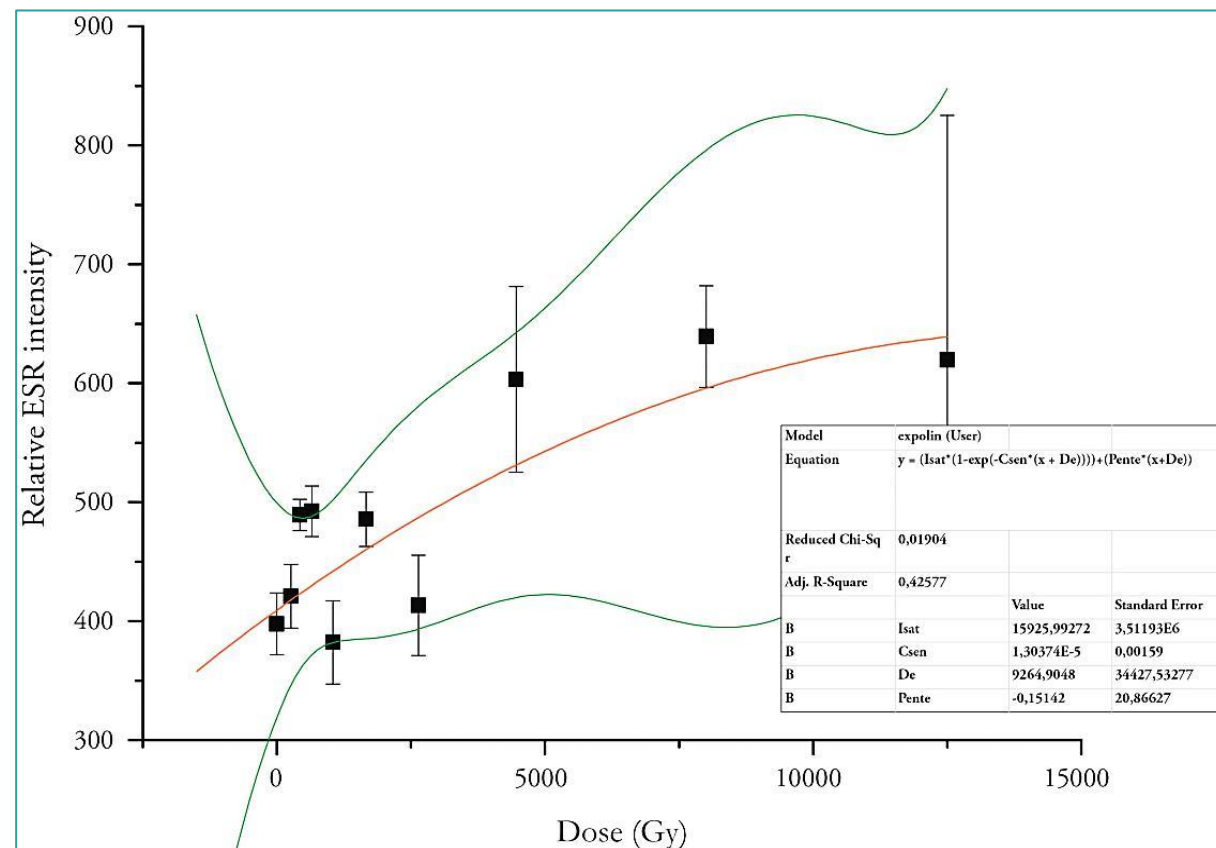


P. Moreno

Quels signaux pour les quartz pyrénéens ?



Exemple de signal ESR sur l'échantillon prélevé dans la carrière du massif de Calamès (Ariège). L'intensité relative pour les centres Al est assez faible, et aucun signal n'est observé pour les centres Ti



Mesure un échantillon du massif de Calamès (Ariège). Cette mesure est représentative des difficultés rencontrées sur nos échantillons : faibles doses et paliers de saturation multiples

Fortes hétérogénéités pour les échantillons faiblement irradiés, avec des échantillons qui ont des signaux parfois plus faibles que l'échantillon blanchi ! → présence de plusieurs populations de grains ? → Certaines sources « proximales » pourraient apporter des grains non blanchis.

Comment résoudre ces problèmes ?

- Combiner au maximum les diverses méthodes de mesures lorsque c'est possible (tests vallée de la Têt) ;
- Investigations en cours sur le réseau du TM 71 (Aude) → niveau de base actuel et niveau à +10 m. Prélèvements de sables à chaque niveau pour combinaison multi-méthodes : combinaison des nucléides cosmogénique ^{21}Ne , ^{14}C *in situ*, ^{26}Al et ^{10}Be , et de la luminescence (OSL et ESR).



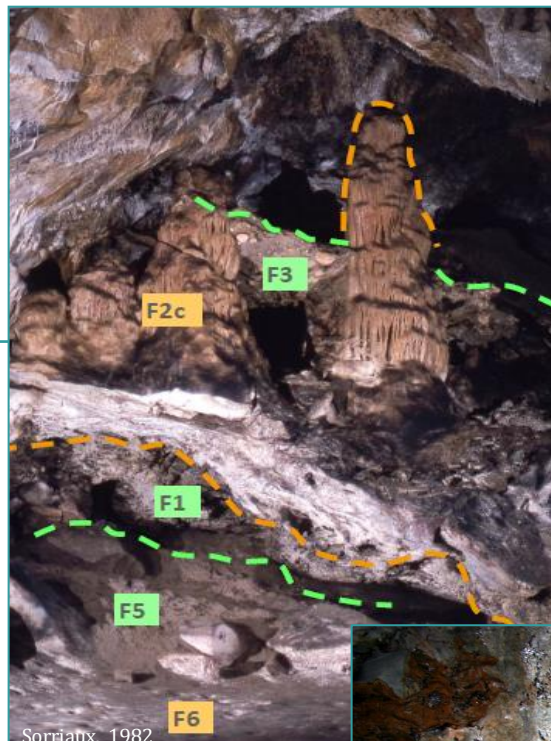
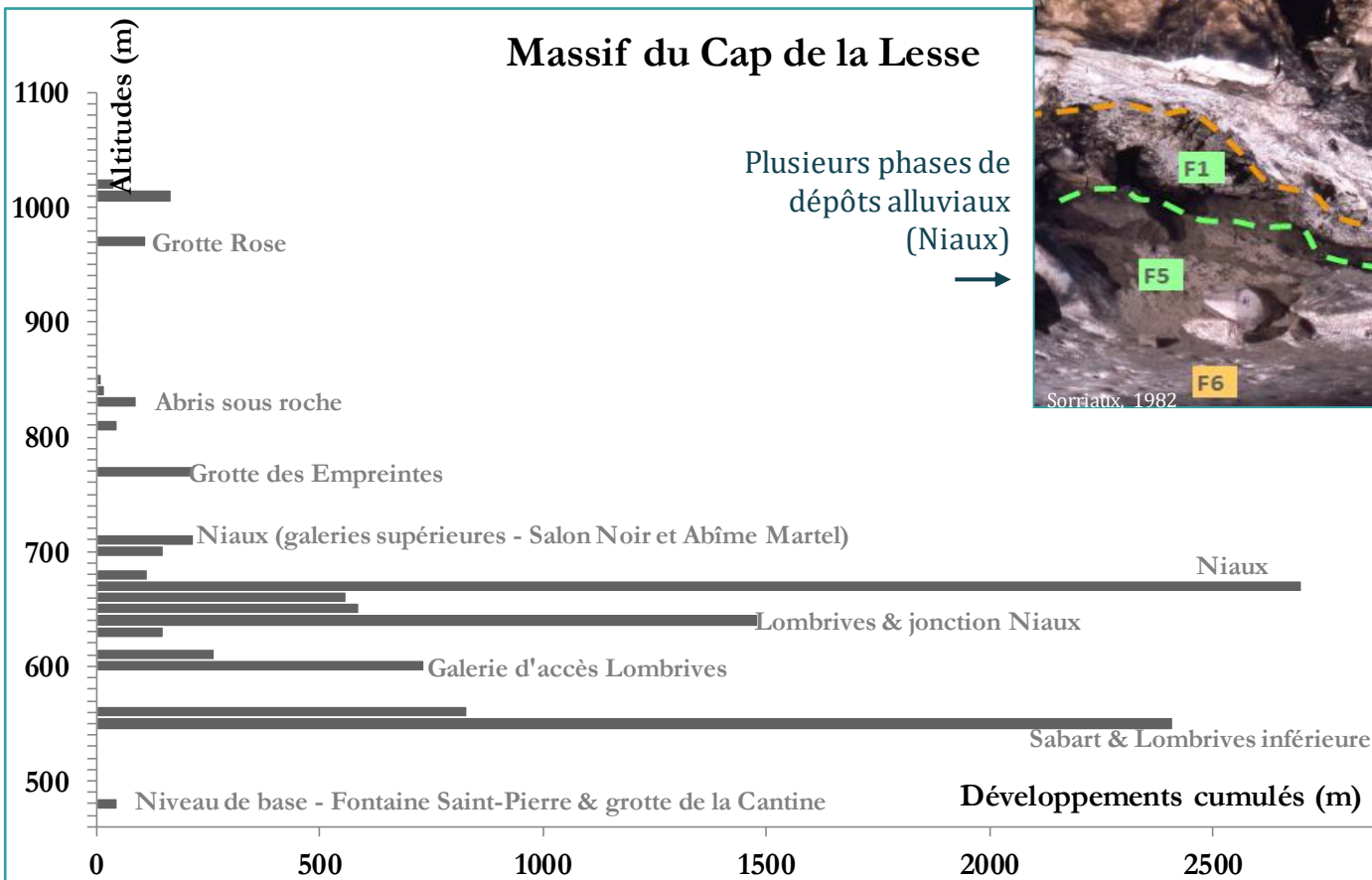
**MERCI DE
VOTRE
ATTENTION !**



Grotte de
Lombrives, partie
inférieure (vallée
de Tarascon-sur-
Ariège). Photo V.
Guinot

Vallées de la Têt et de l'Ariège

- Galeries très larges : signes de circulations polyphasées → mélanges de sédiments ;
- Durées d'enfouissement hétérogènes du fait des mélanges + incohérences inter-méthodes.



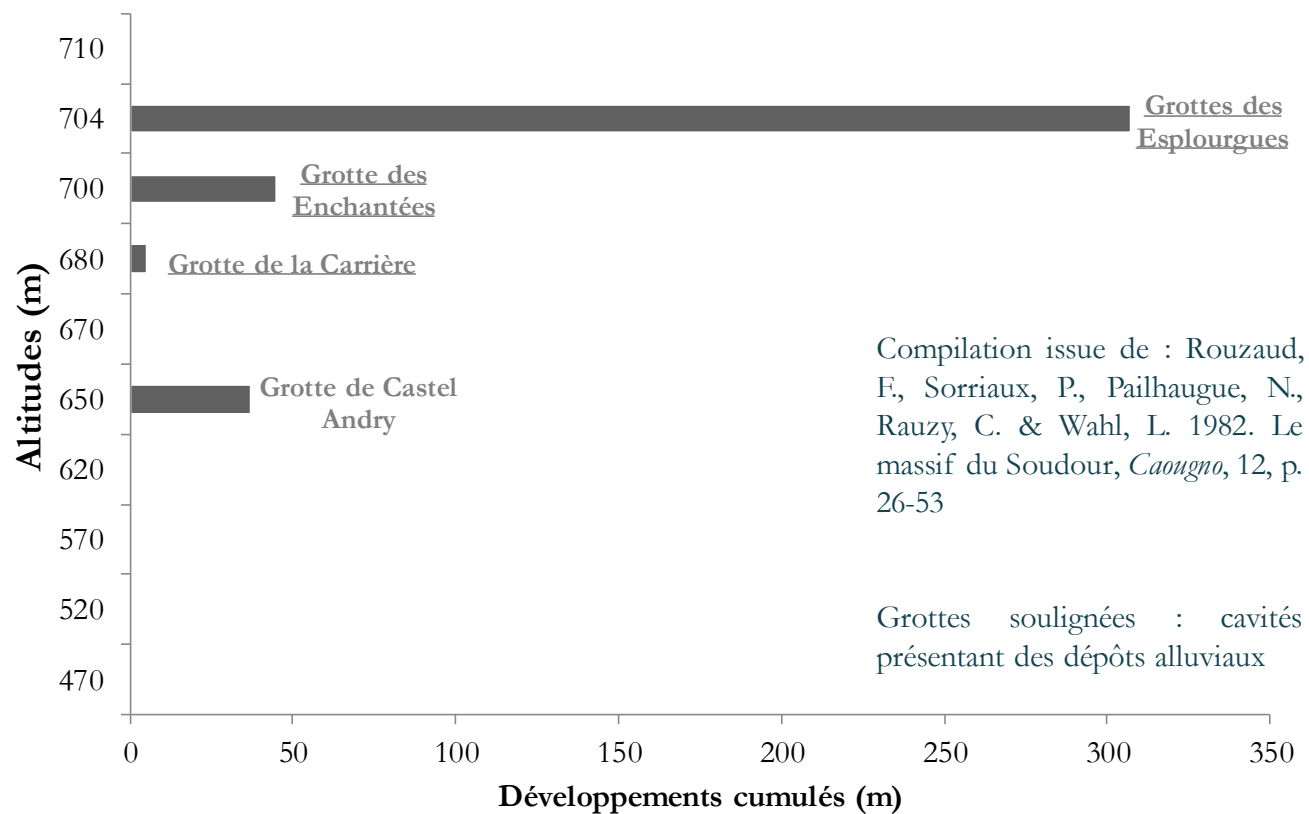
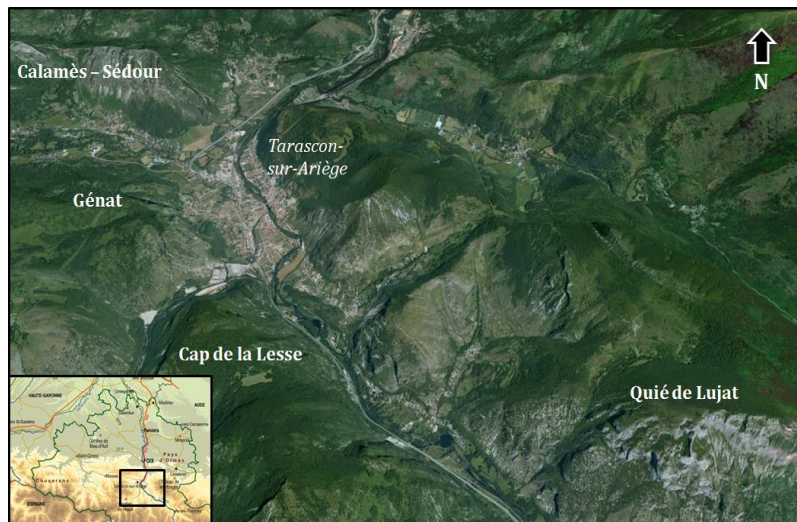
Porche de la grotte de Bédeilhac, massif du Sédour ↓



Dépôts alluviaux comportant des indices de circulations ultérieures (Lombrives) ↓



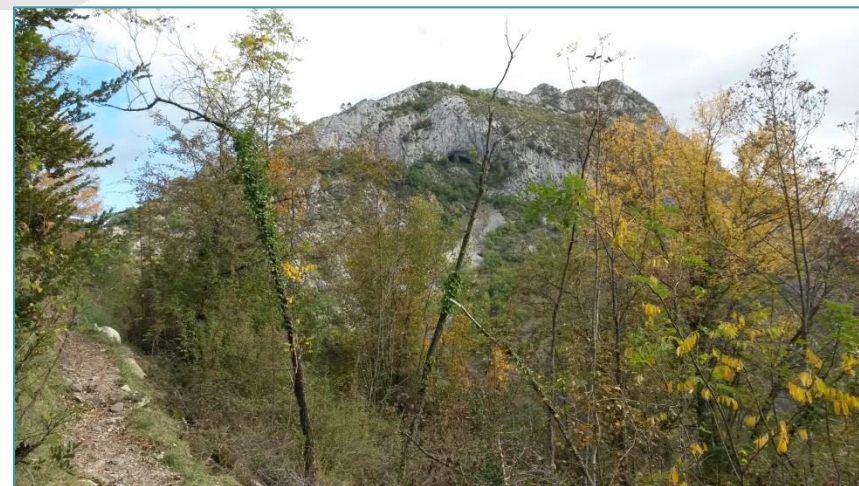
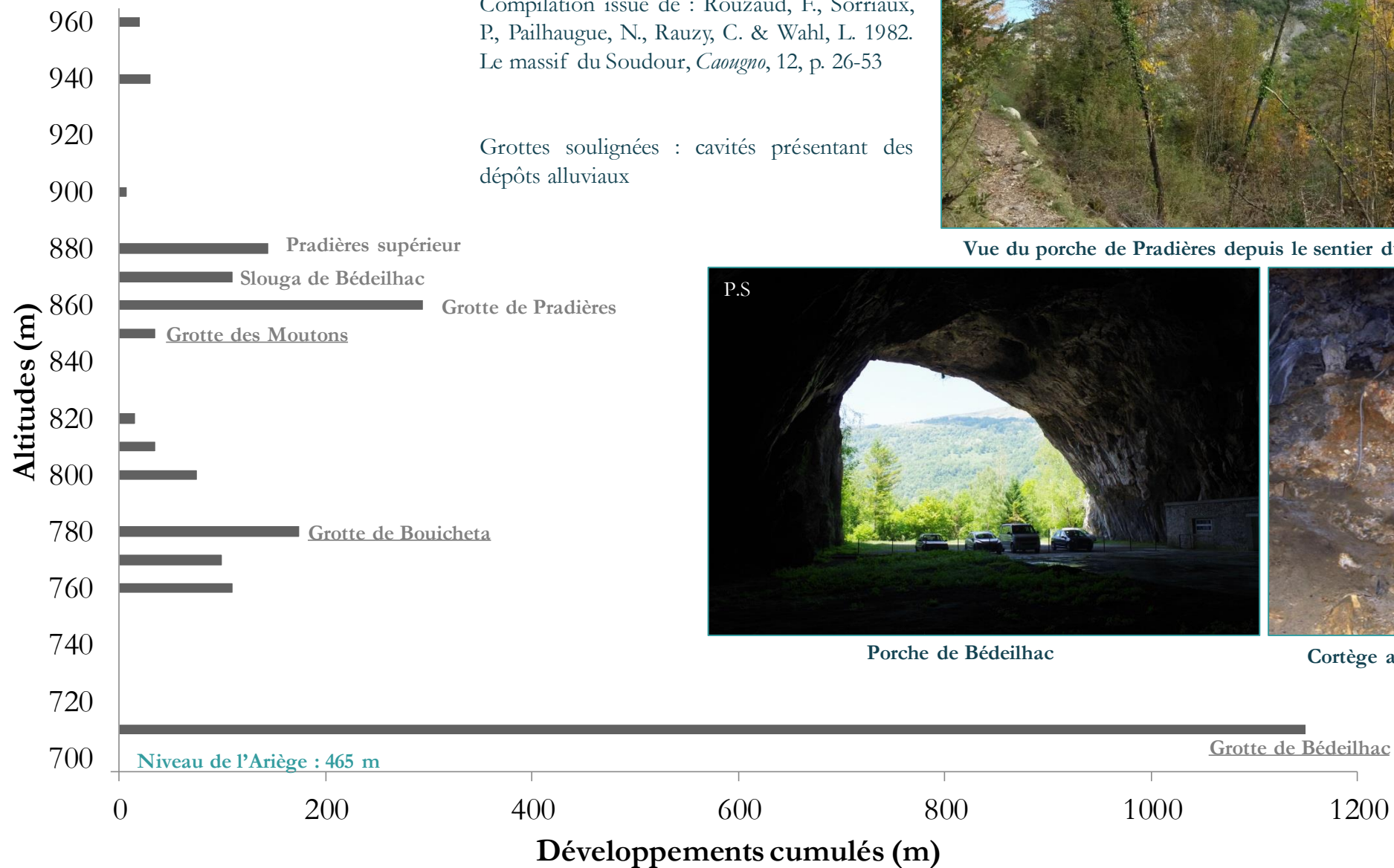
P. Sorriaux



Massif du Sédour

Compilation issue de : Rouzaud, F, Sorriaux, P, Pailhaugue, N., Rauzy, C. & Wahl, L. 1982.
Le massif du Soudour, *Caougnou*, 12, p. 26-53

Grottes soulignées : cavités présentant des dépôts alluviaux



Vue du porche de Pradières depuis le sentier du Calamès



Porche de Bédeilhac



Cortège alluvial à 100 m du porche de Bédeilhac