

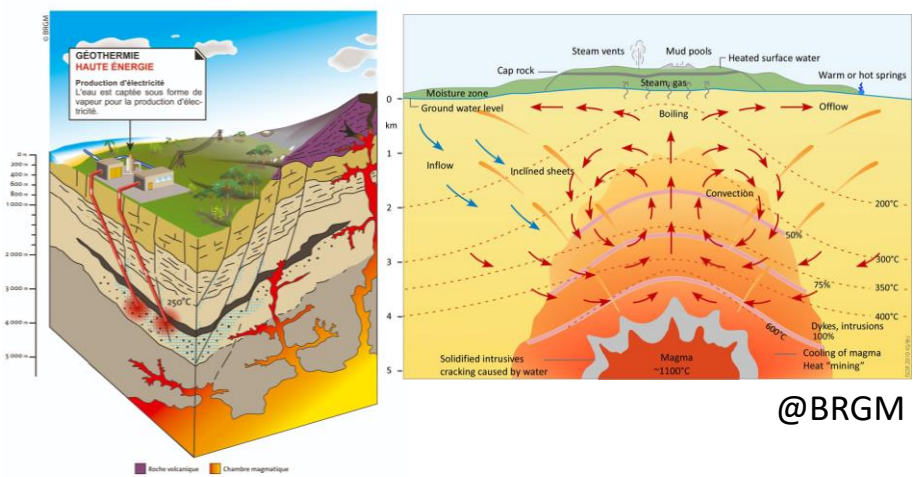
La méthode (U-Th)/He pour identifier les anomalies thermiques de la croûte supérieure : l'exemple de la faille de la Têt (Pyrénées Orientales)

*Gaétan Milesi¹, Roger Soliva¹, Patrick Monié¹, Philippe Münch¹,
Mathieu Bellanger², Olivier Bruguier¹, Audrey Taillefer¹, Michaël Bonno¹*
¹Géosciences Montpellier ²TLS Geothermics, Toulouse.

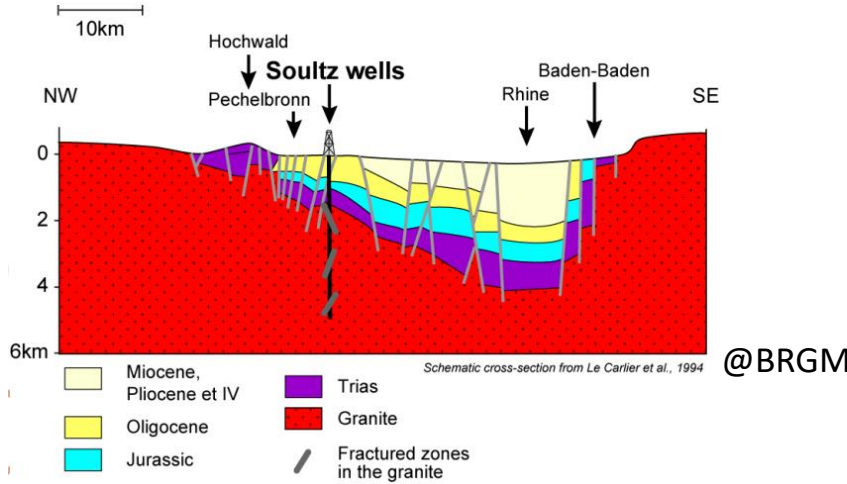
28 Juin 2019



Différents contextes

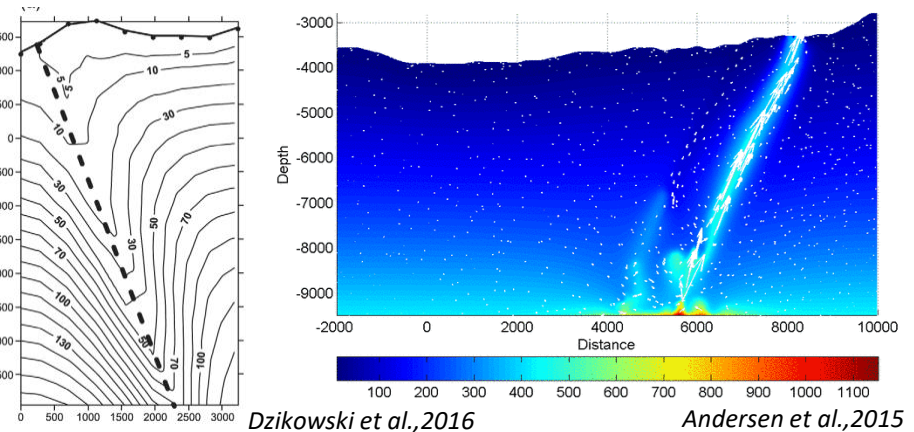


Magmatique – *fort flux de chaleur local* –
Bouillante => connu

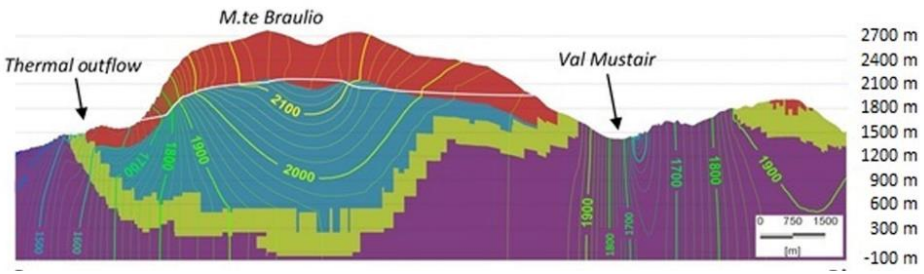


Rift – *amincissement et fort flux en base de croûte* – Soutz => connu

Faïlle active – *friction et transport de roches chaudes* – F. alpine => connu mais difficilement exploitable

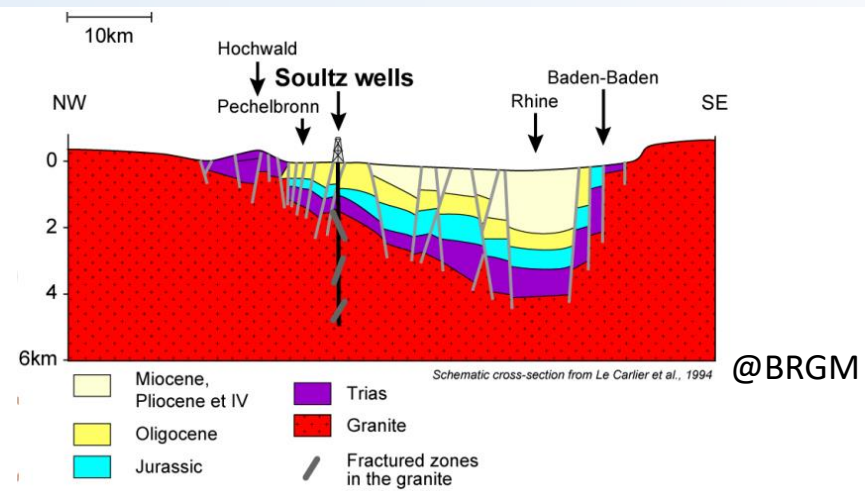
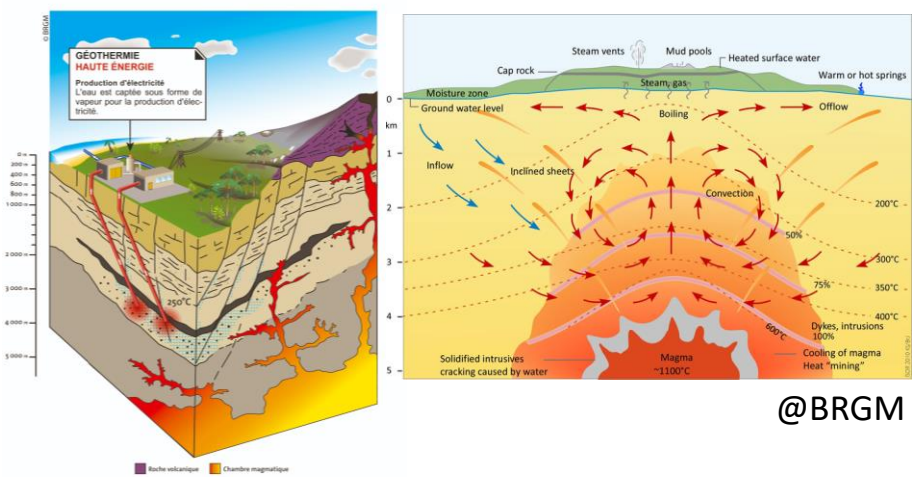


Topographie – *convection forcée de fluides* – Alpes => connu mais peu exploité



Volpi et al., 2017

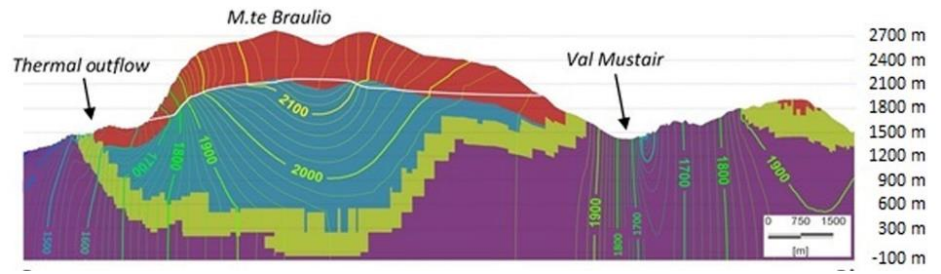
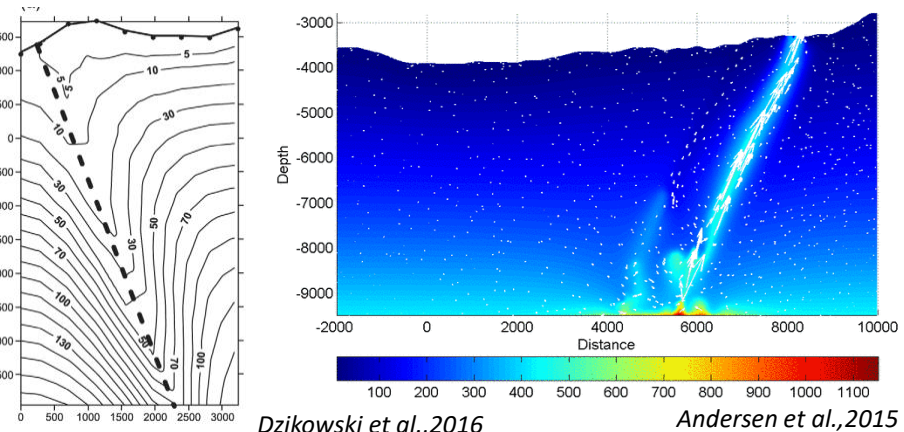
Différents contextes



Magmatique – fort flux de chaleur local – Rift – amincissement et fort flux de base de
Souvent difficile d'isoler et analyser la contribution de chacun des paramètres
 Faille active – friction et transport de fluides Convection forcée de fluides

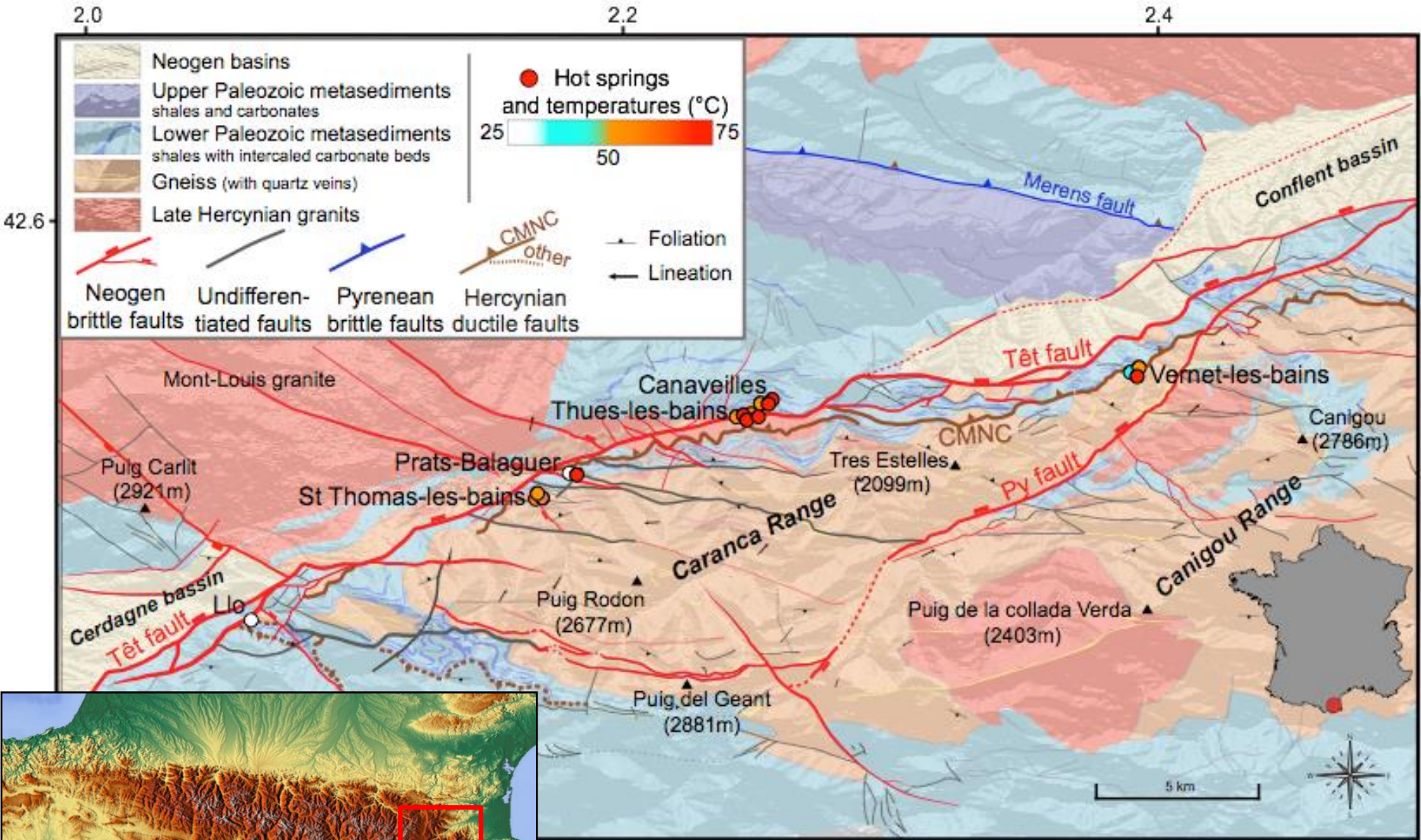
chaudes – F. alpine => connu mais difficilement exploitable

– Alpes => Connu mais peu exploité



Volpi et al., 2017

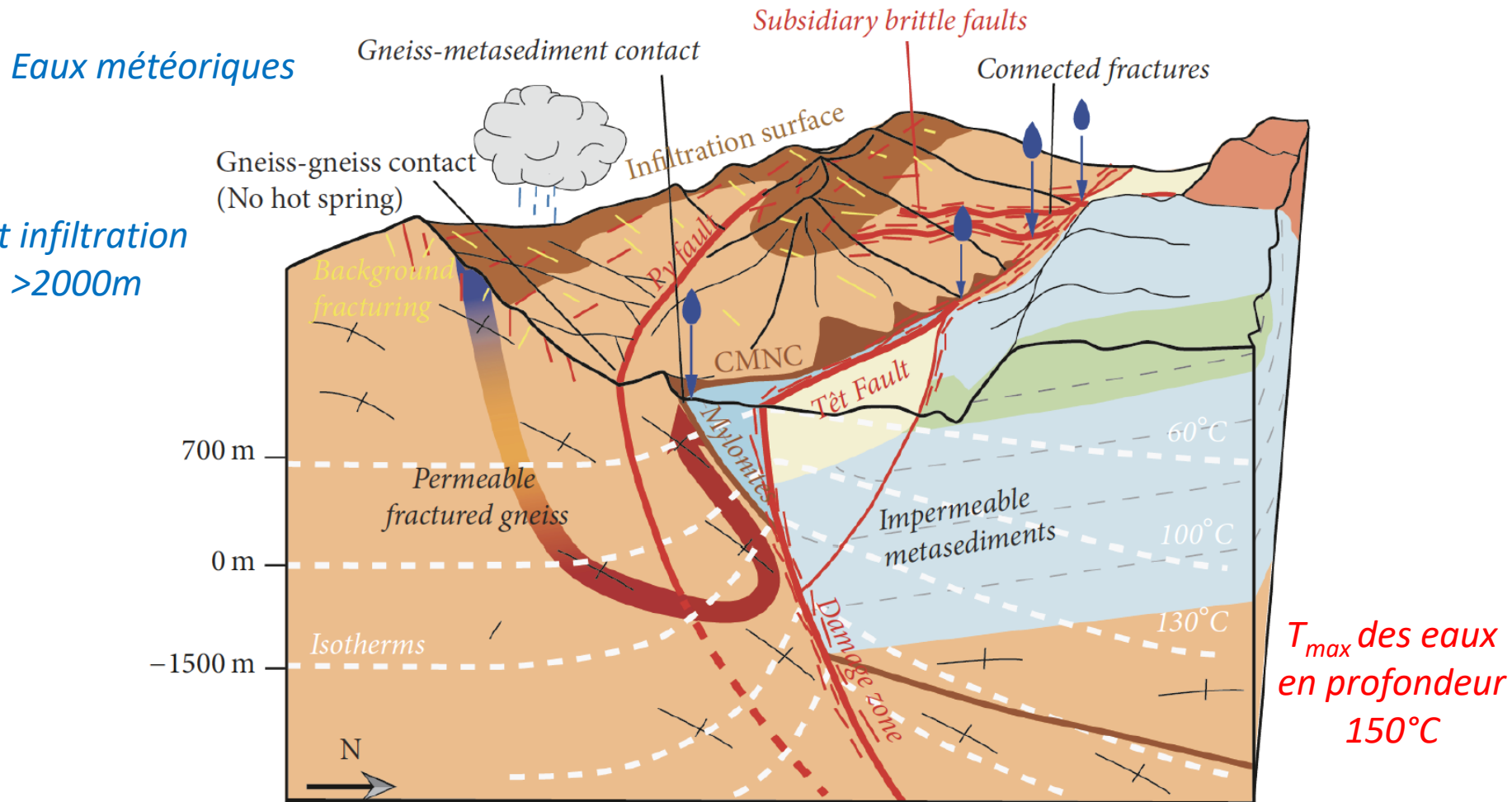
Le système hydrothermal de la Têt



Taillefer et al., 2017

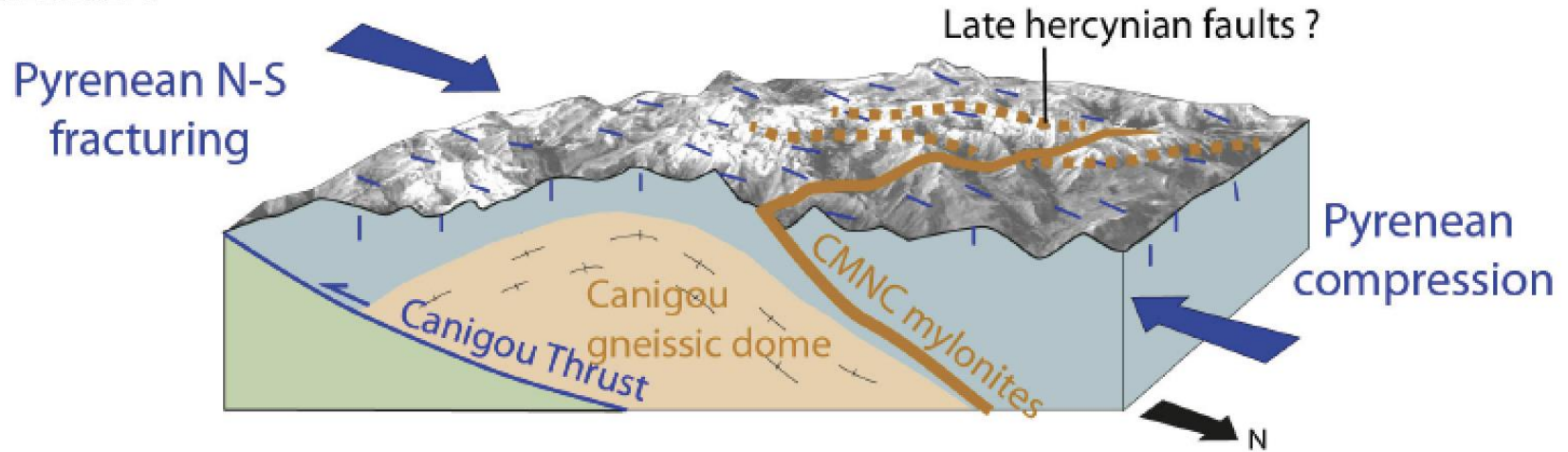
Le système hydrothermal de la Têt

Faïlle de la Têt : Faïlle peu active + topographie => 2 paramètres,
Contexte très fréquent, et facilement exploitable en domaine continental



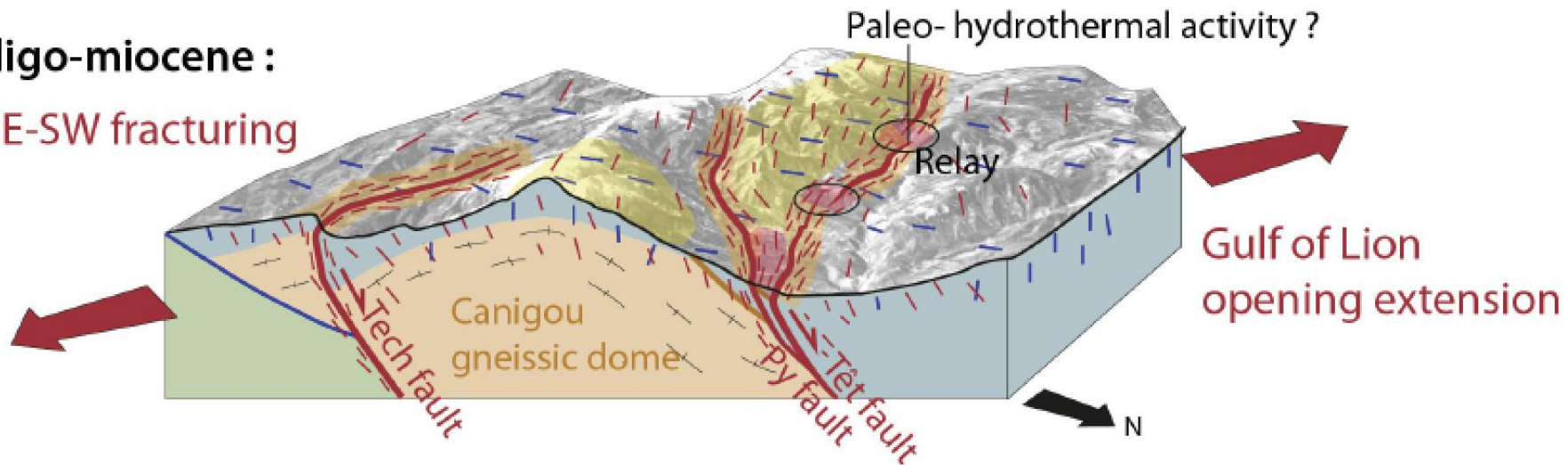
Contexte tectonique régional

Eocène :



Oligo-miocène :

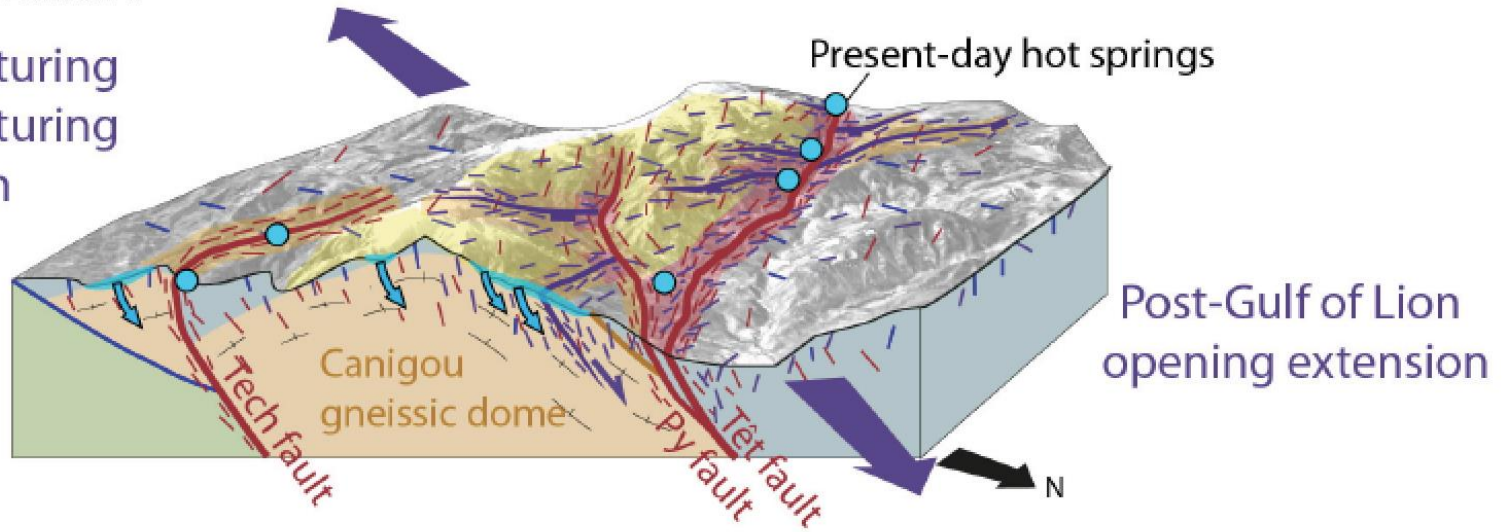
NE-SW fracturing



Contexte tectonique régional

Mio-Pliocene :

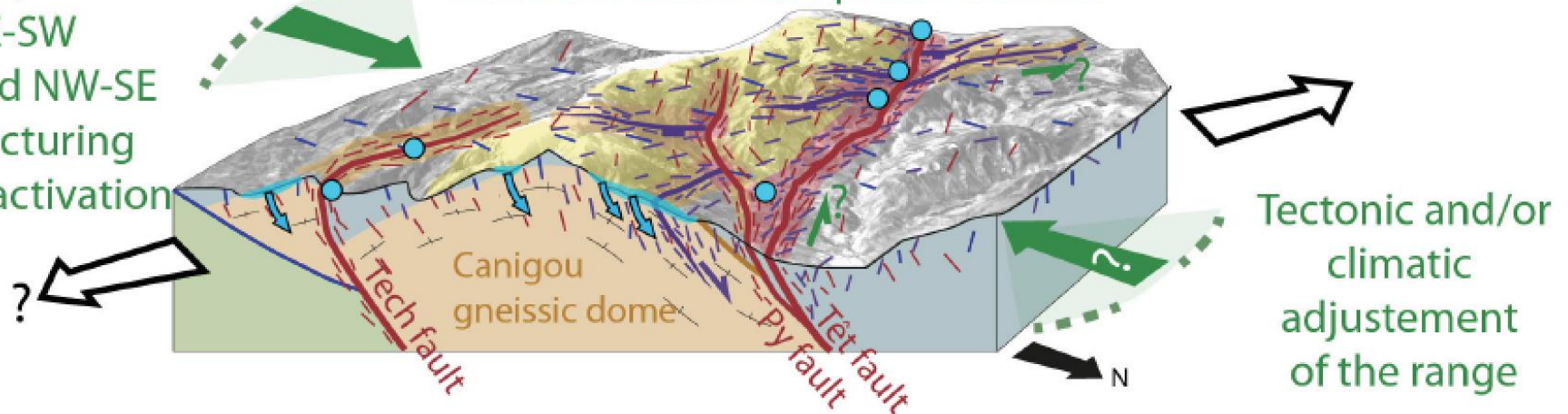
NW-SE fracturing
NE-SW fracturing
reactivation



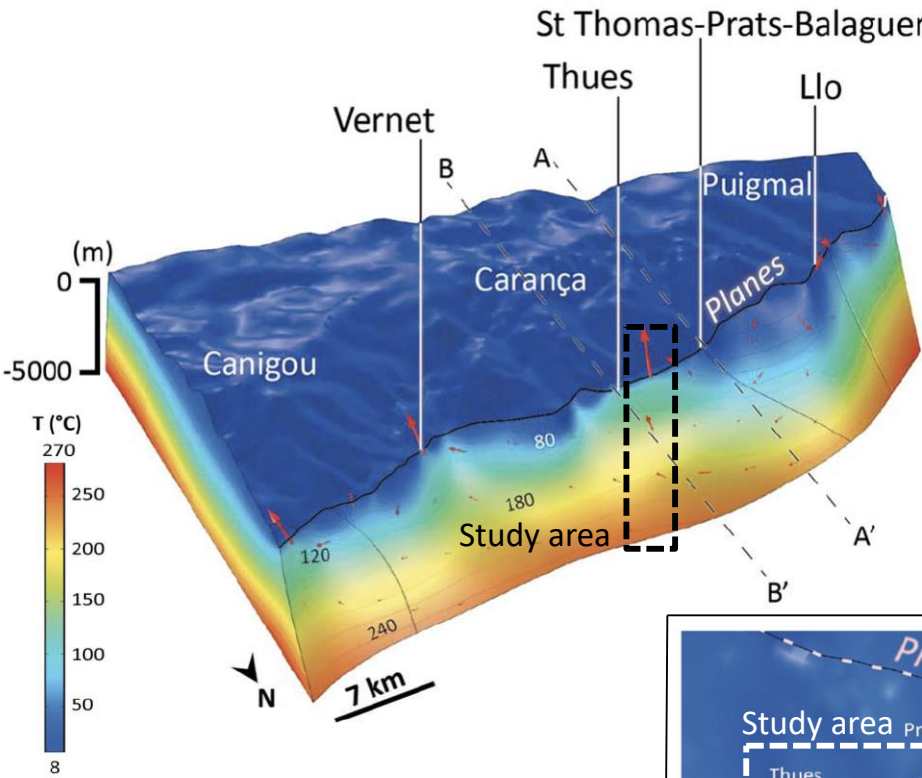
Plio-quadernary :

N-S,
NE-SW
and NW-SE
fracturing
reactivation

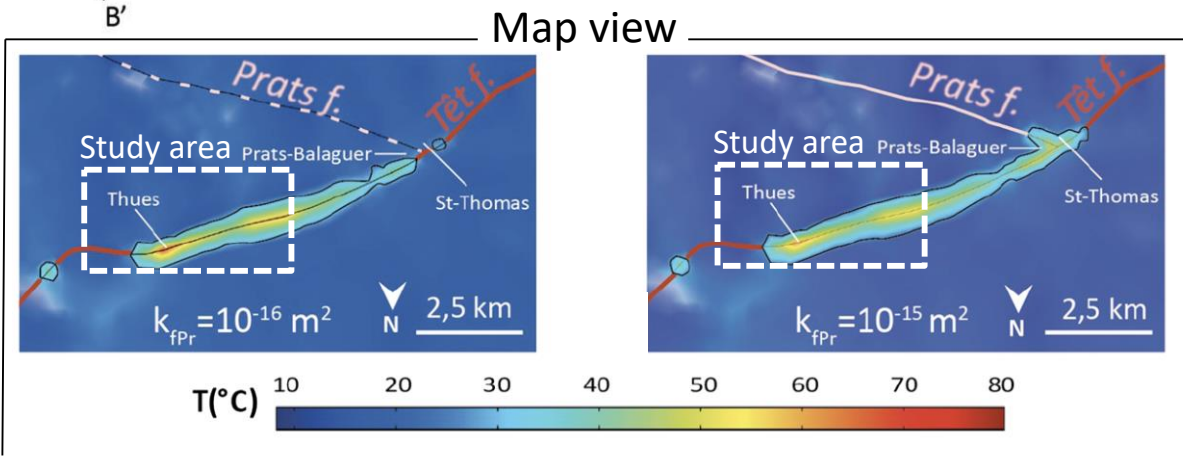
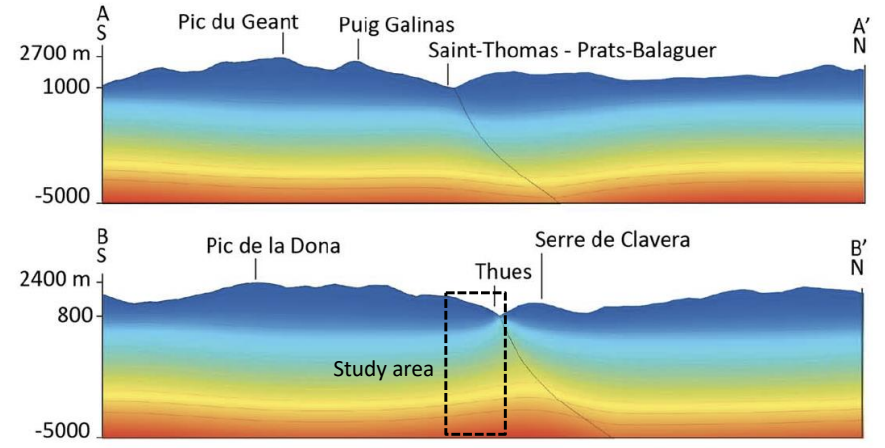
Mobile and low compressive stress



Les modèles numériques



Taillefer et al., 2018

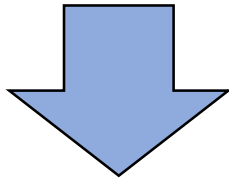


Modèles de circulation de fluides (Comsol) et de diffusion de la chaleur dans le massif
 => 3 Ma pour avoir un système à l'équilibre
 => Anomalie thermique possible depuis le miocène supérieur

Problématique locale

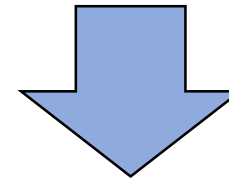
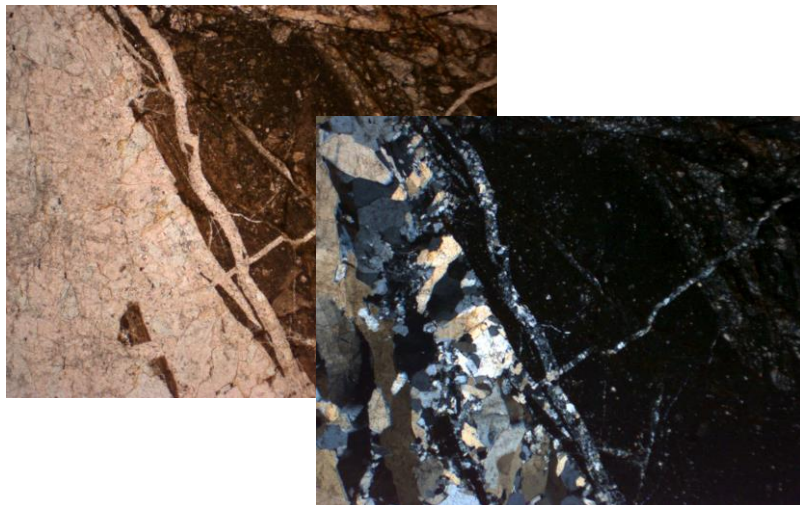
Peut-on confirmer l'amplitude et la longueur d'onde de l'anomalie thermique avec d'autres approches ?

Peut-on donner un âge au système et préciser son contexte régional de mise en place ?



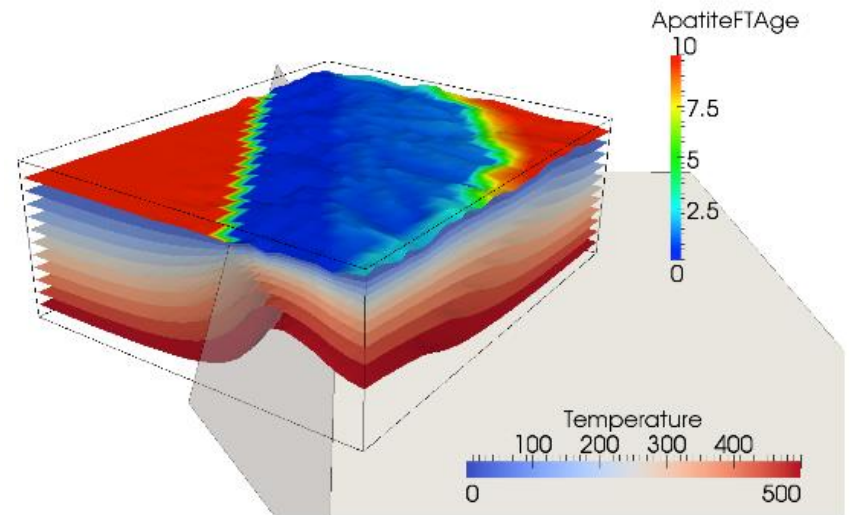
Analyse structurale

Analyse de la zone d'endommagement et des minéralisations associées

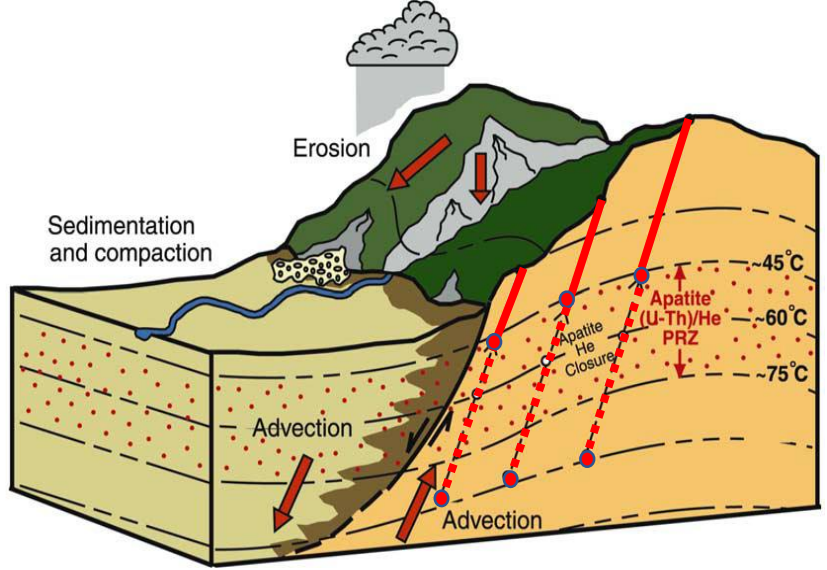
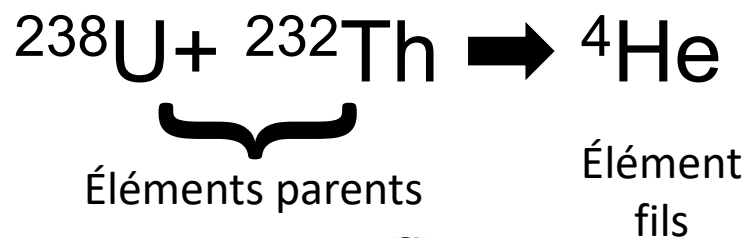


Thermochronologie

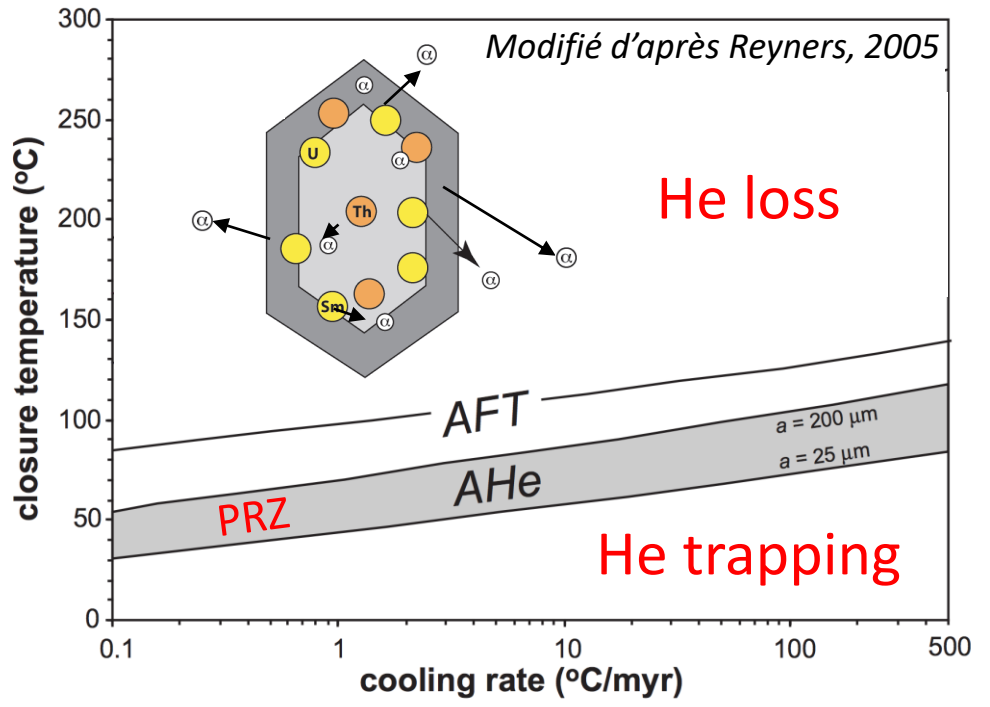
températures et âges



La méthode (U-Th)/He sur apatite

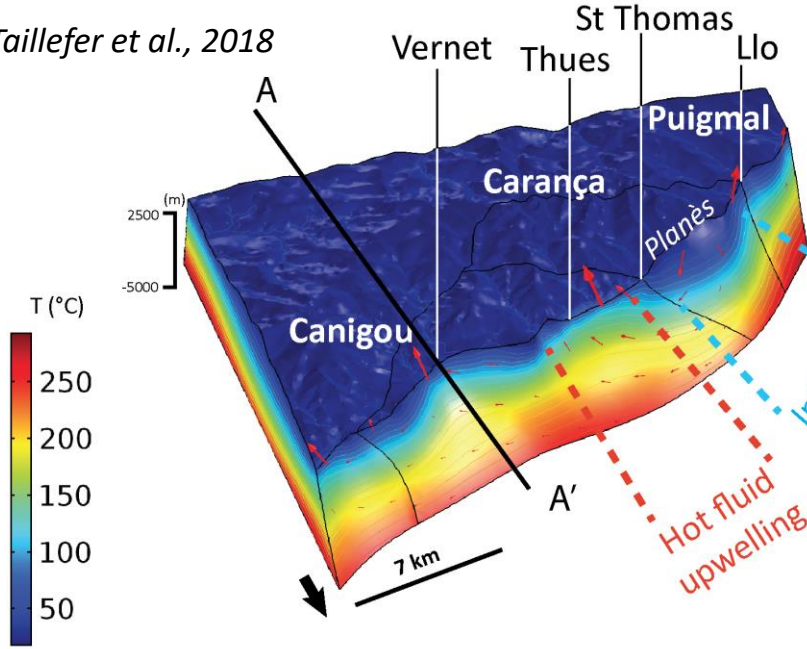


Modifié d'après Ehlers et Farley, 2003



La température de fermeture et la dispersion des âges est dépendante du taux de refroidissement :
 ⇒ **Taux de refroidissement rapide:** âges groupés
 ⇒ **Taux de refroidissement lent:** âges dispersés

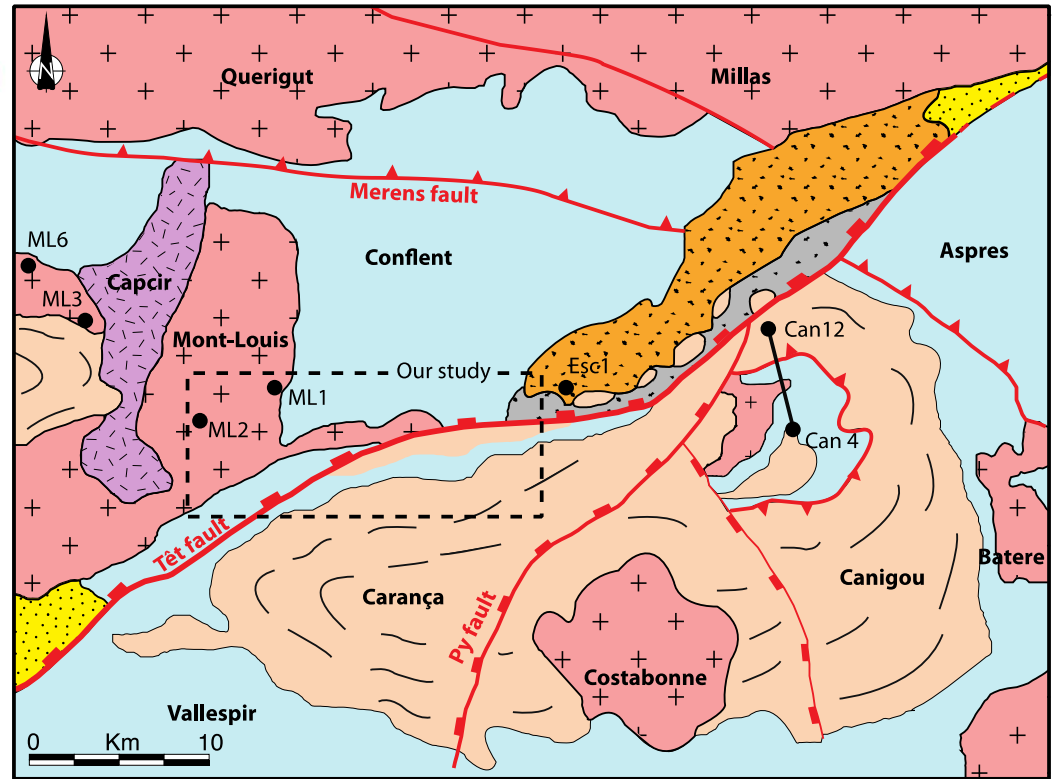
La zone d'étude



Mont Louis
 Âges AHe entre 30
 et 45 Ma

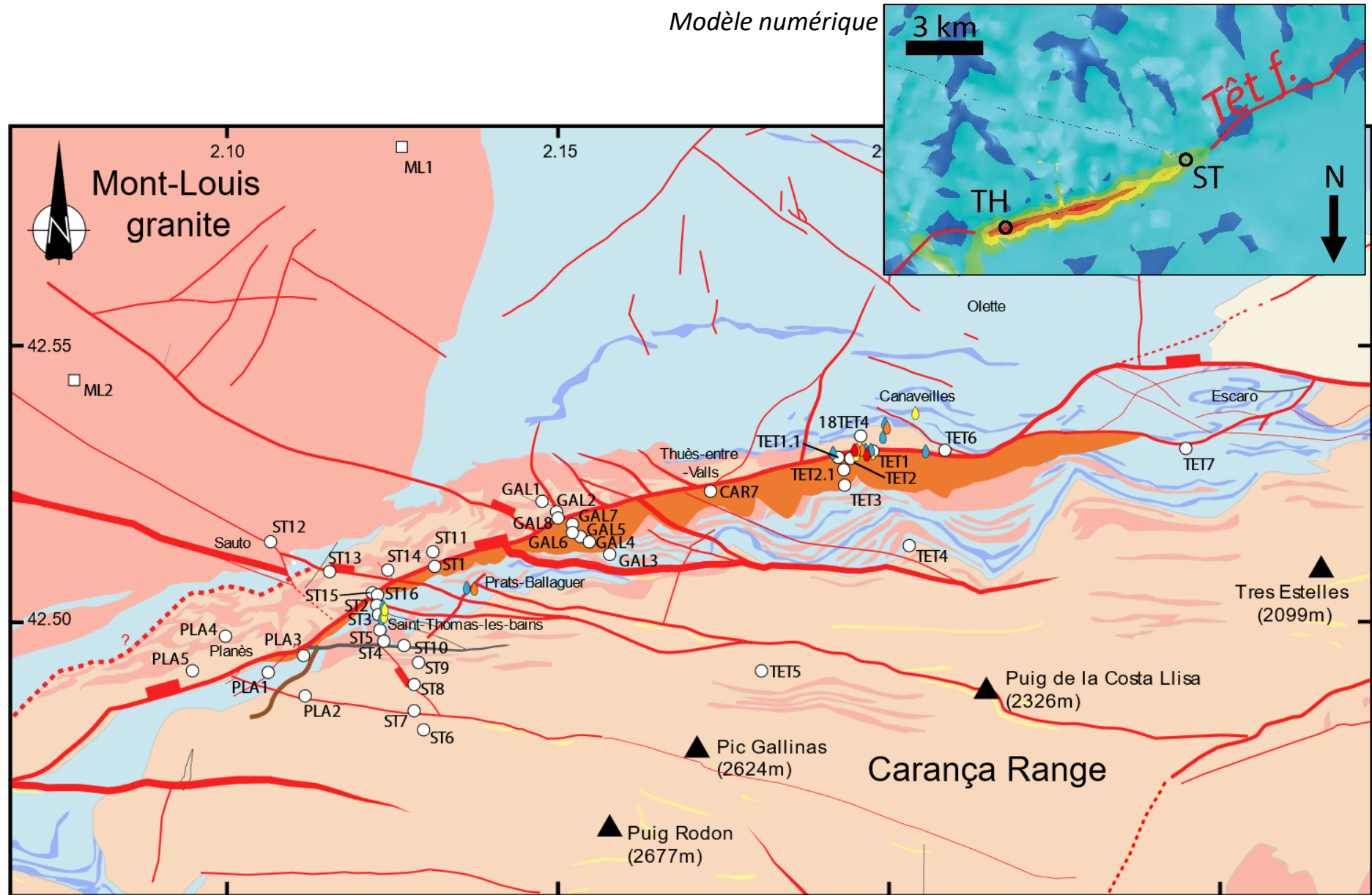
Canigou
 Âges AHe groupés
 exhumation rapide
 18 Ma à la base
 et 25 Ma au sommet du
 Canigou

- Variscan granitoids
- Paleozoic gneiss
- Paleozoic metasediments
- Lower miocene of the Conflent basin
- Upper miocene of Rousillon and Cerdynia
- Miocene collapse of paleozoic terrane
- Glaciary quaternary
- Thrusting
- Mylonite
- Oligo-miocene normal fault

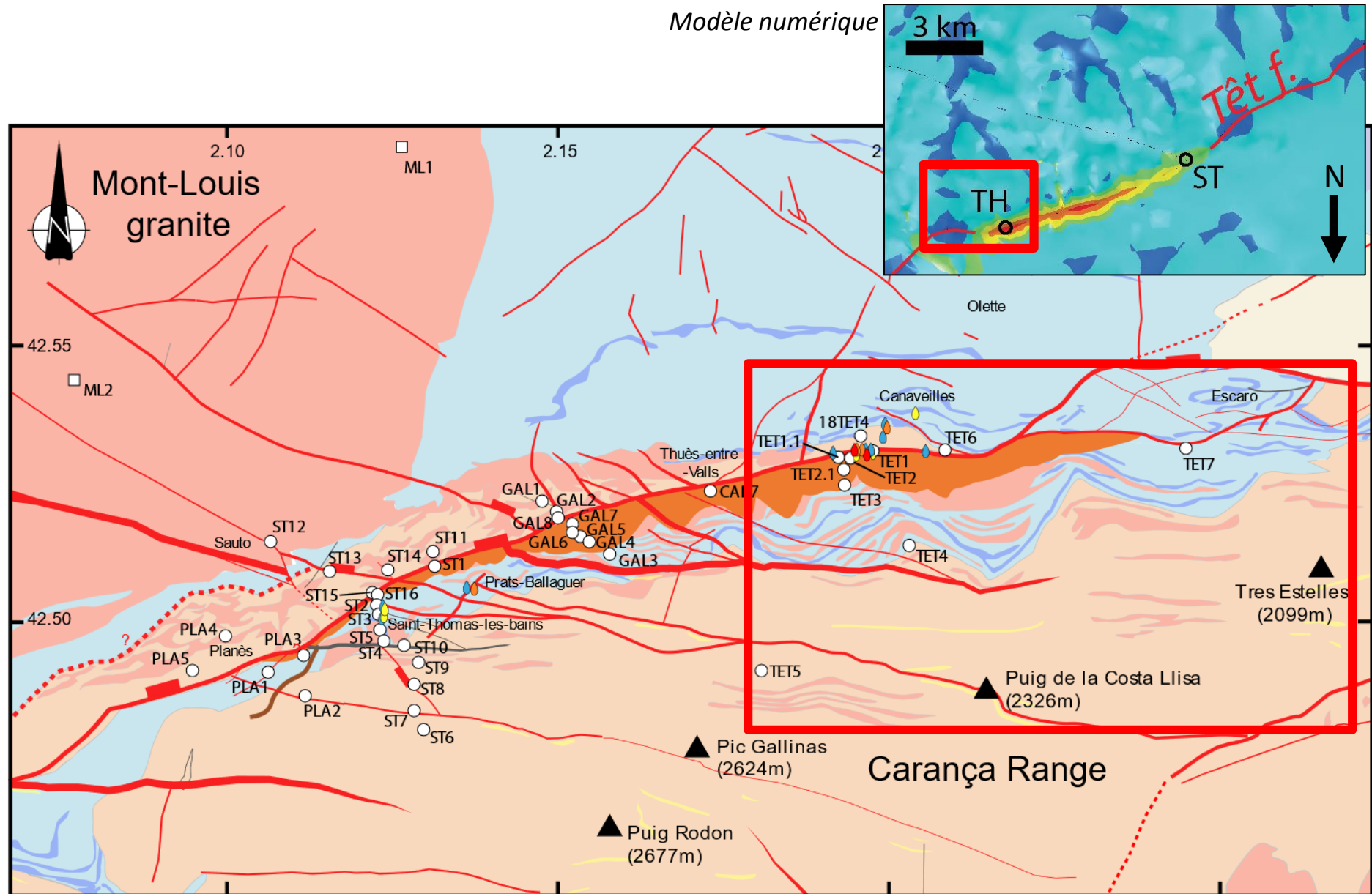


Modifié d'après Maurel et al., 2007

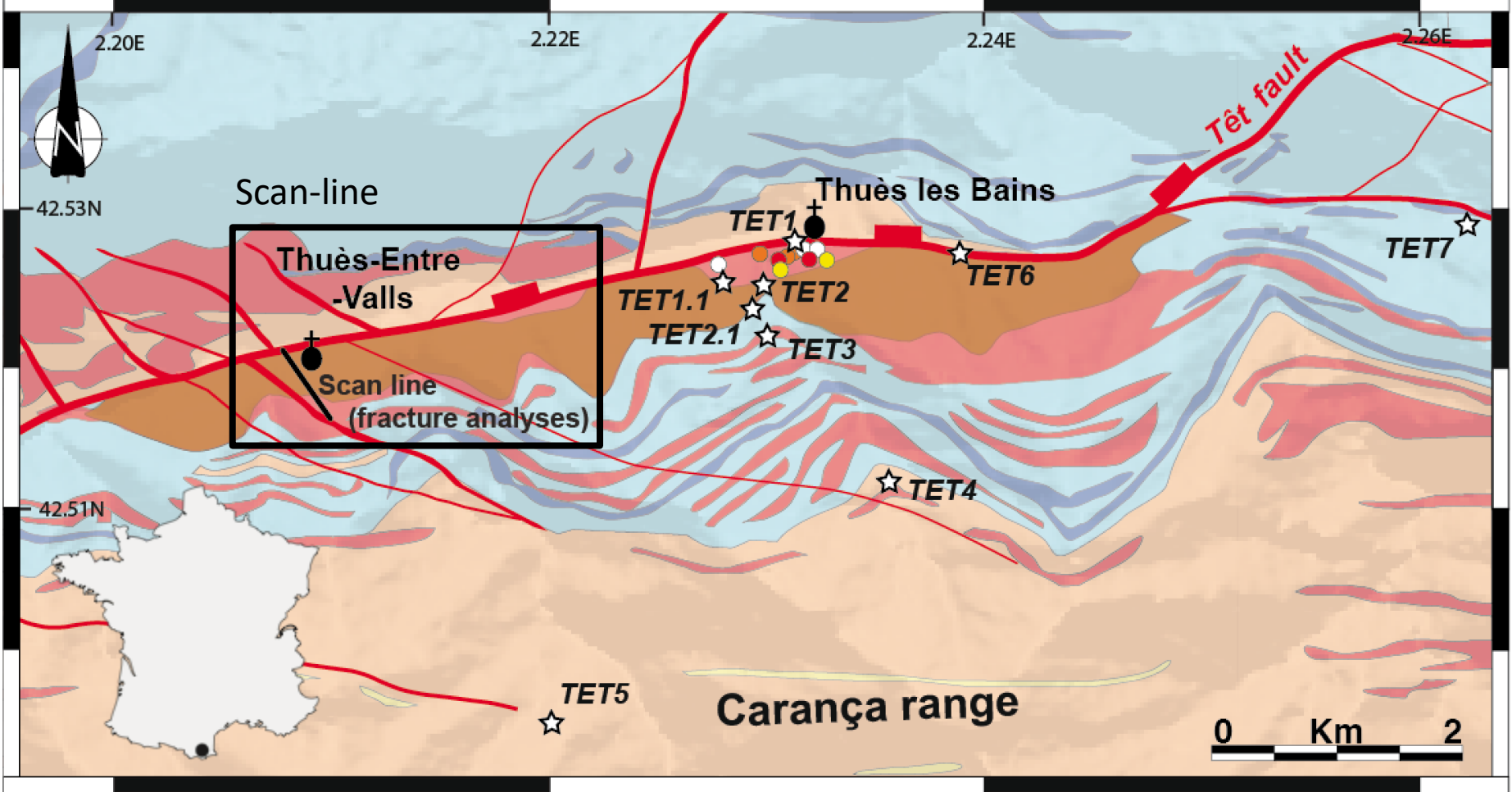
L'échantillonnage



L'échantillonnage



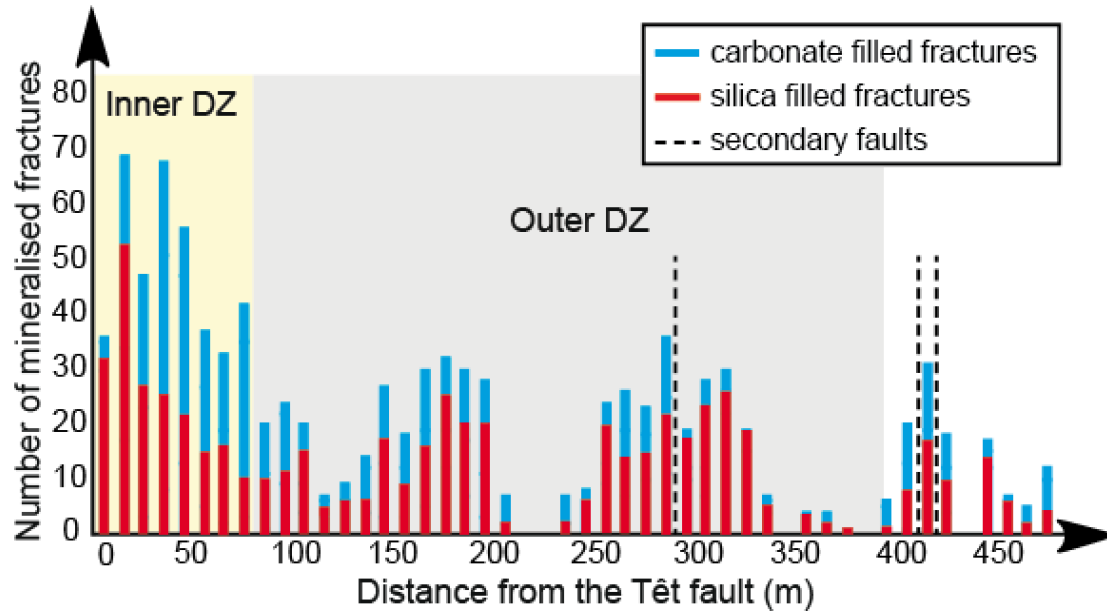
Le profil TET



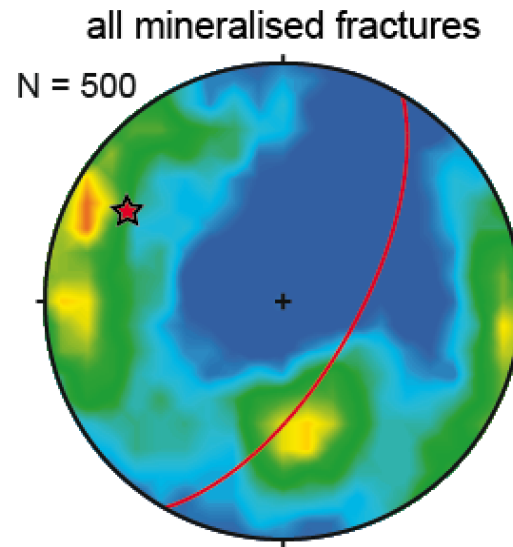
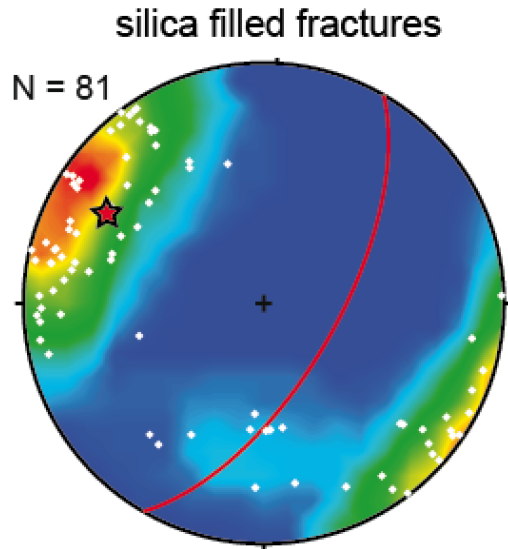
- Palaeozoic metasediments
shales with intercalated carbonate beds
- Gneiss (with quartz veins)
- Late Variscan granite
- Variscan mylonite
- ^{TET1} (U-Th)/He samples
- Neogene brittle faults
- Hot springs**
- 60-75°C
 30-45°C
- 45-60°C
 15-30°C

Modifié d'après Taillefer et al., 2017

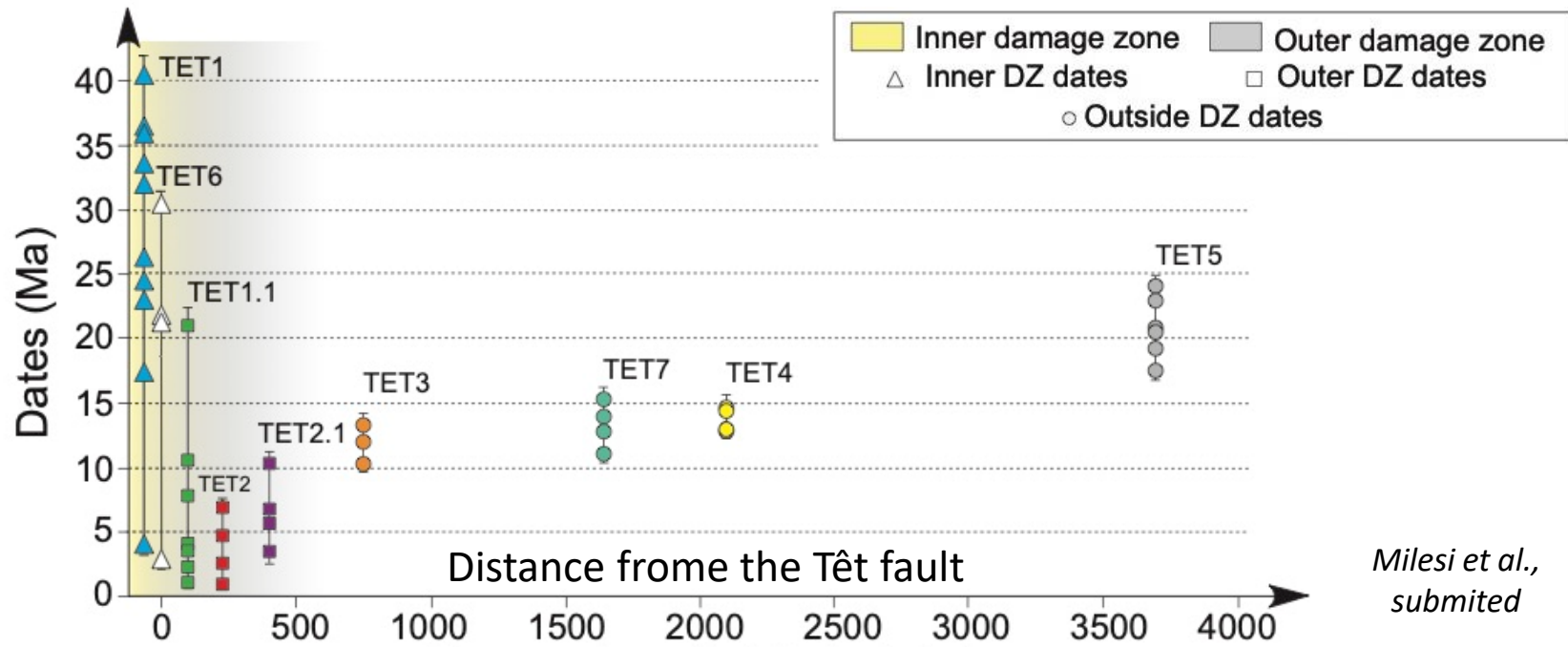
Scan-line dans la vallée de la Carança



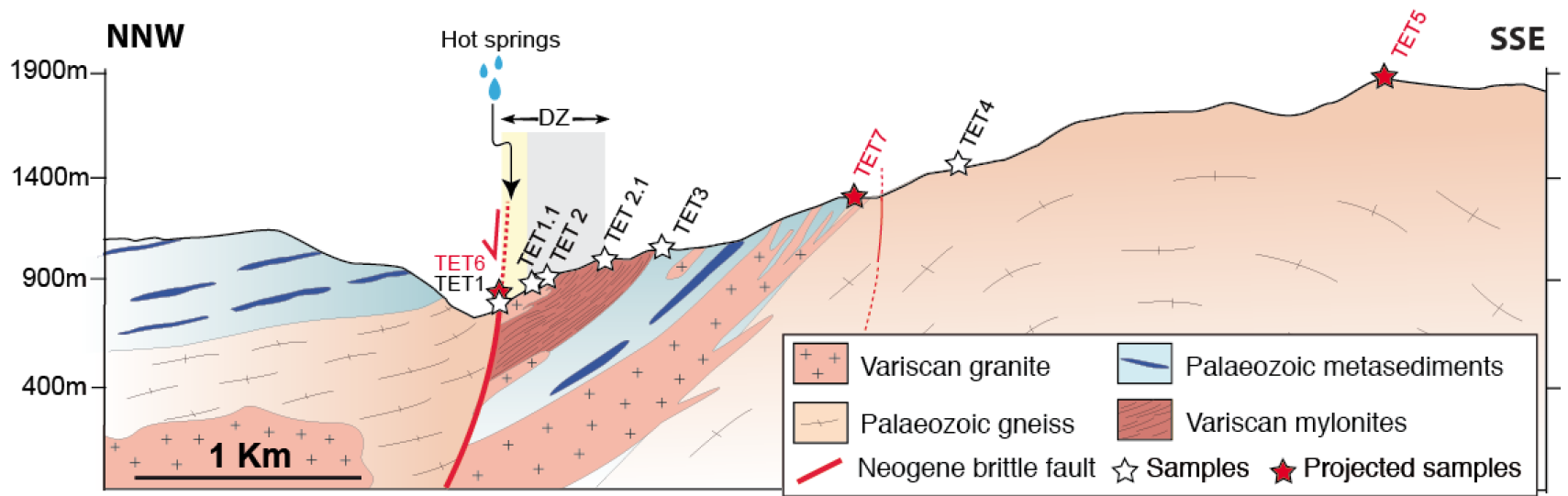
Milesi et al., submitted



Les datations (U-Th)/He sur apatite

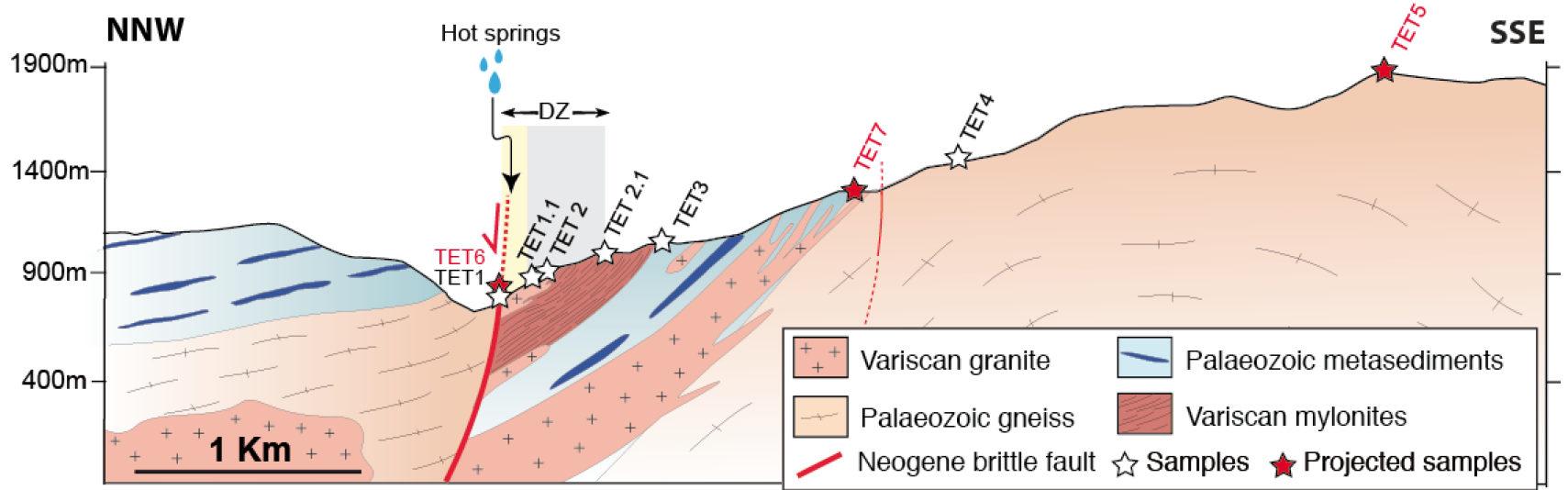
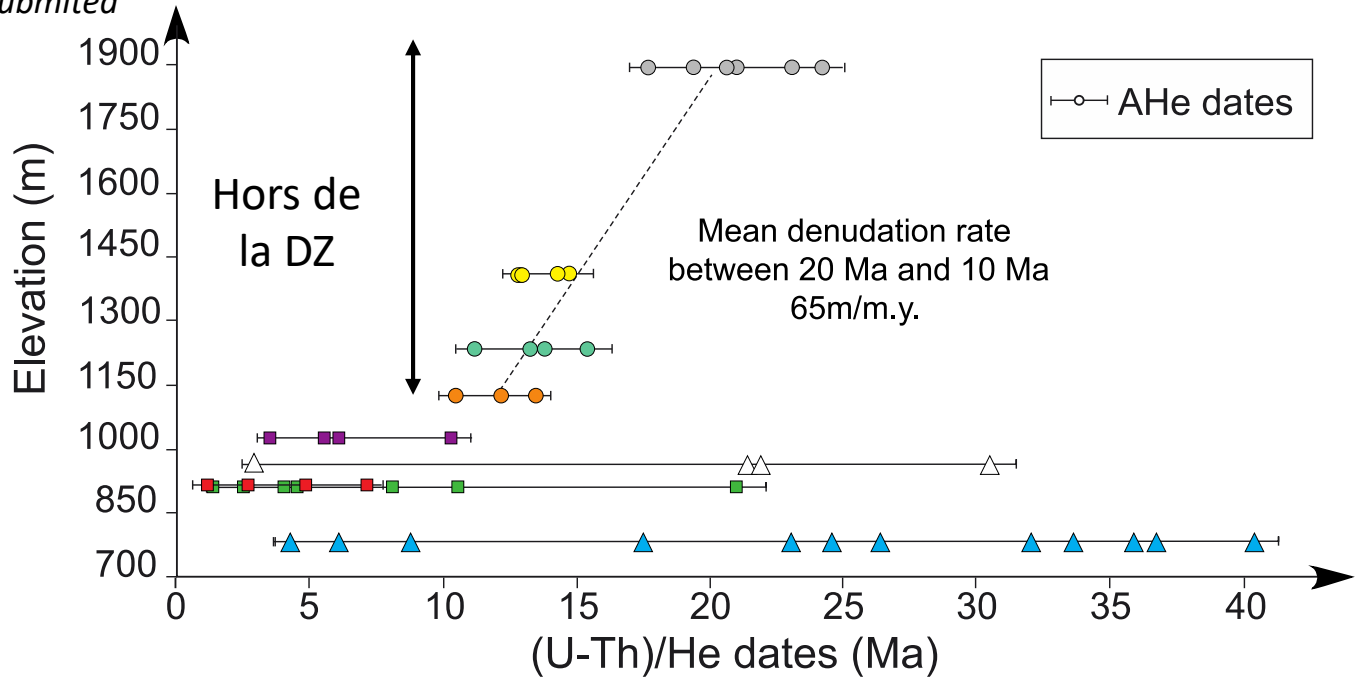


Milesi et al., submitted

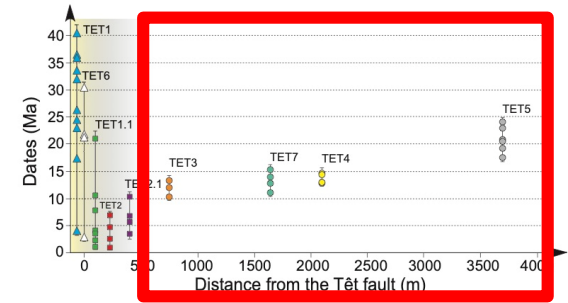
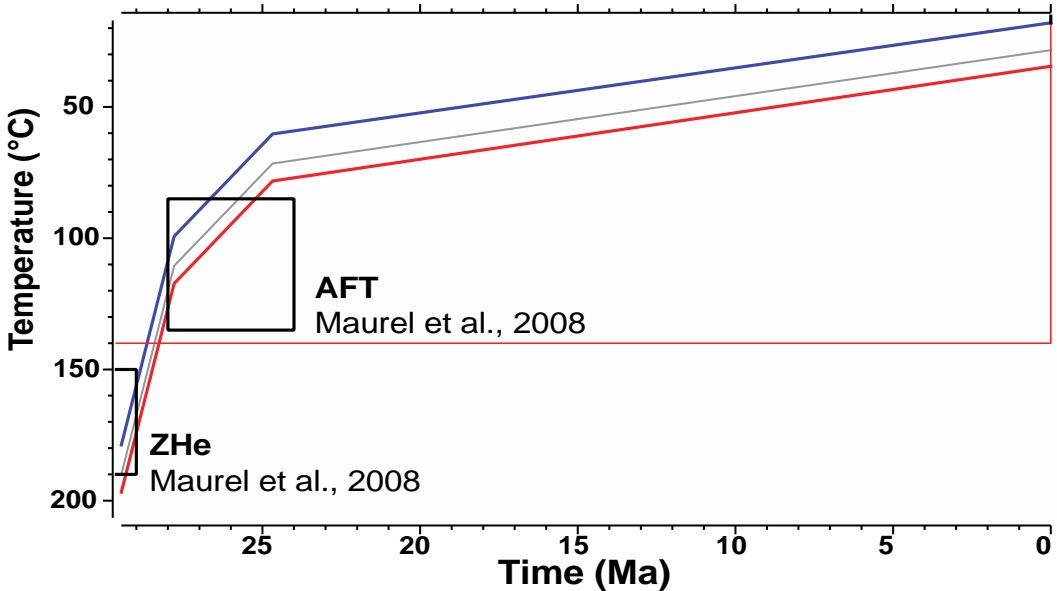


Les datations sur (U-Th)/He sur apatite

Milesi et al., submitted

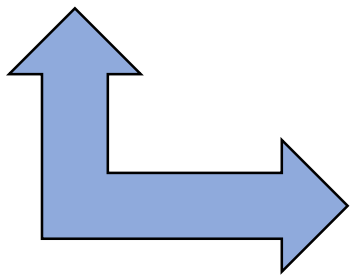


Hors de la zone d'endommagement

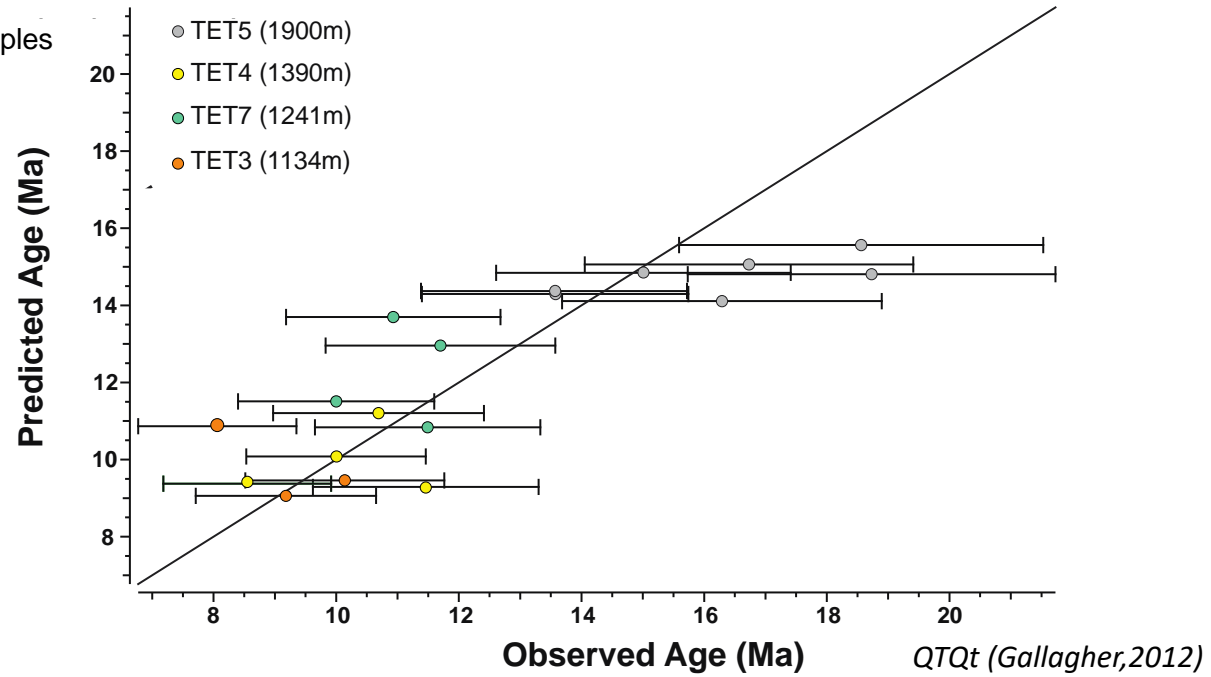


Les modèles QTQt incluent la taille des grains (R_s) et les teneurs en éléments parents U-Th (eU)

- Modeling regional cooling trend using samples outside the DZ (red/blue lines error bars)
- Modeling window



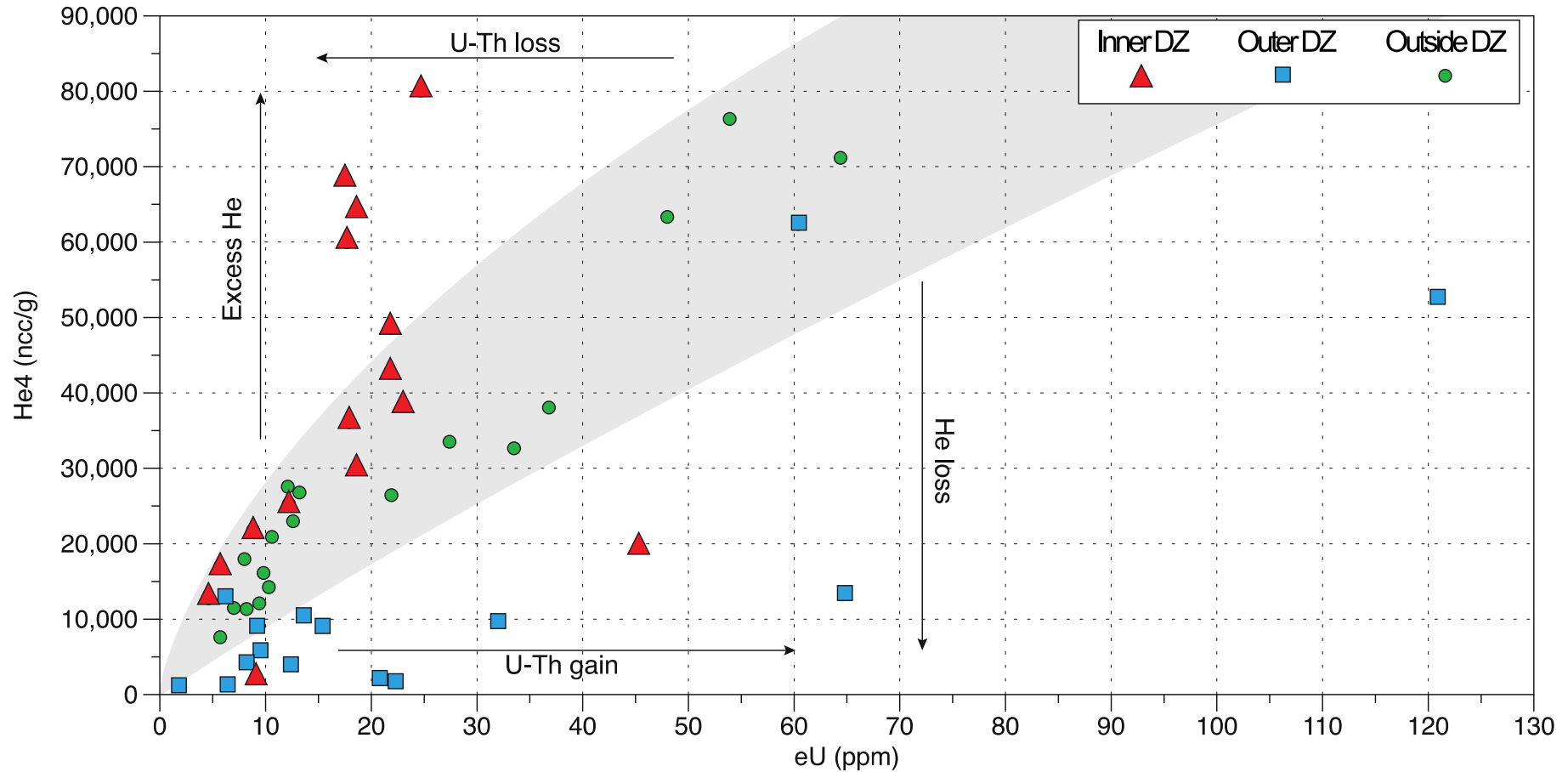
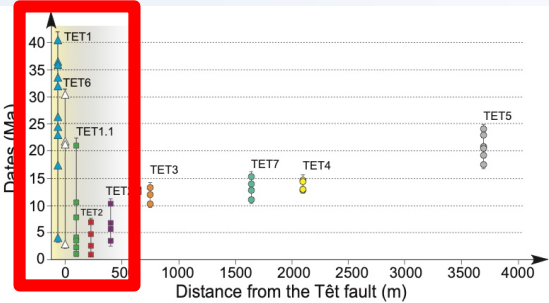
Taux de refroidissement moyen de 3°C/Ma



QTQt (Gallagher, 2012)

Dans la zone d'endommagement

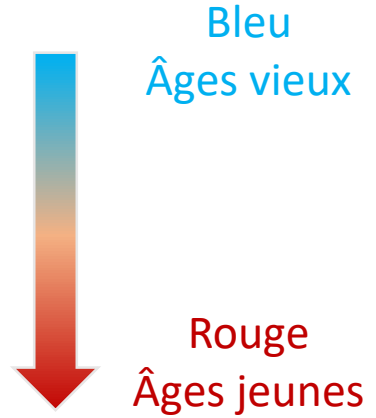
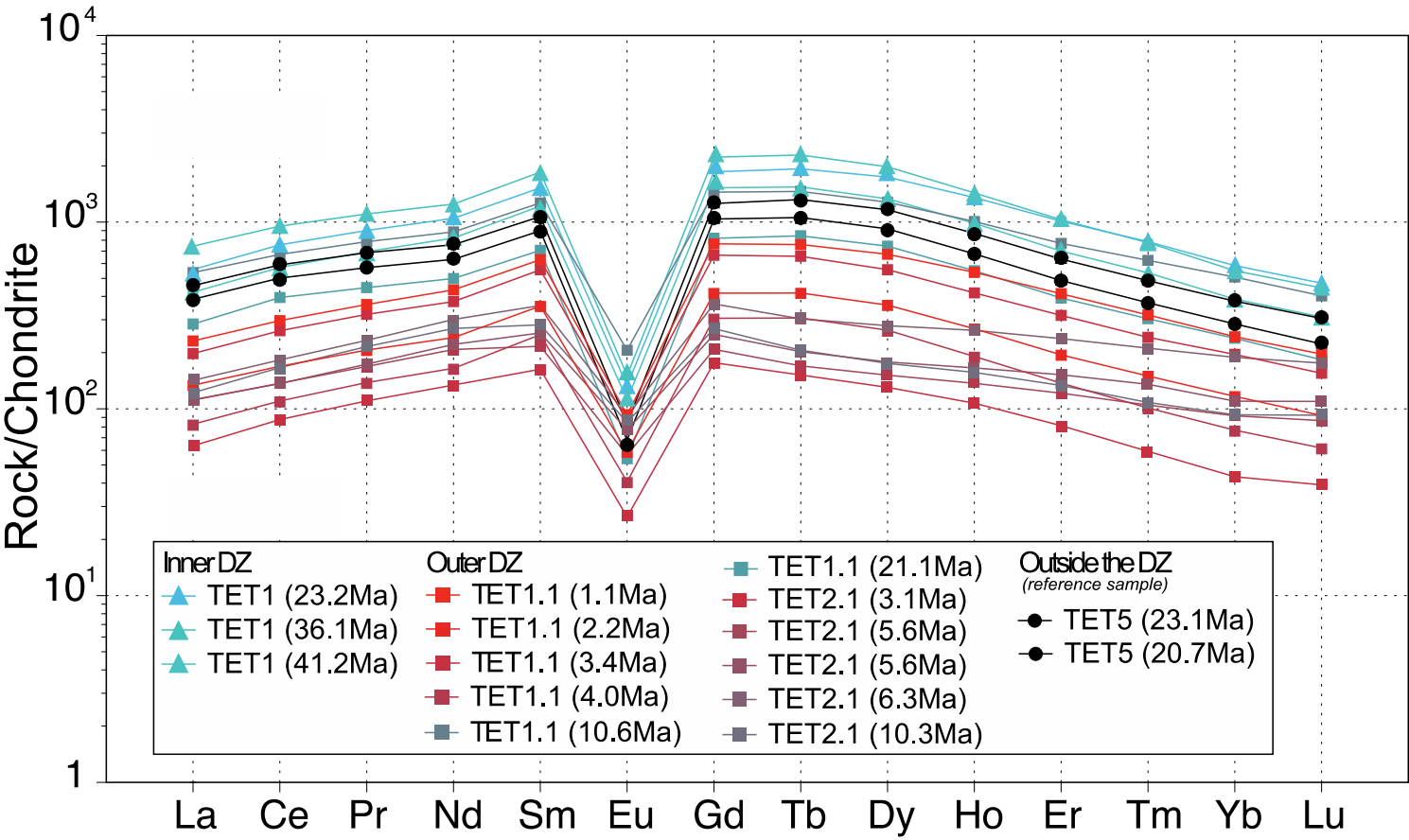
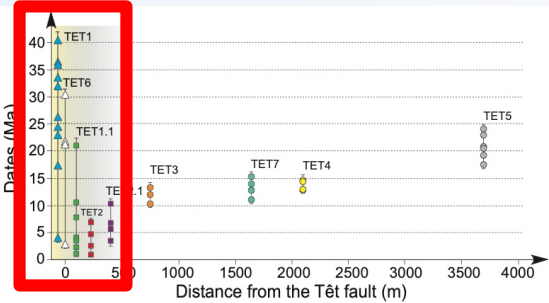
Etalement important des datations (U-Th)/He



Milesi et al., submitted

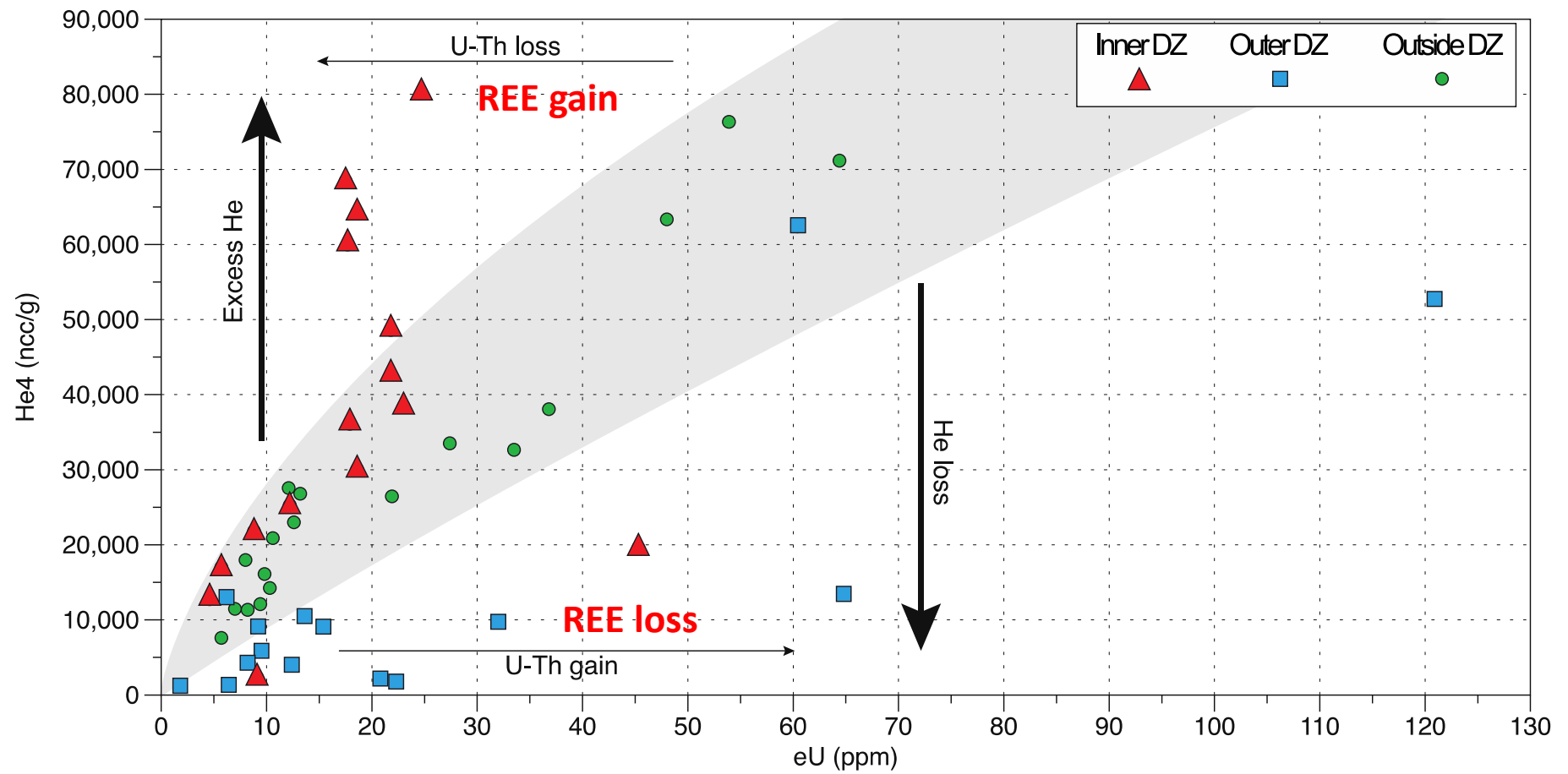
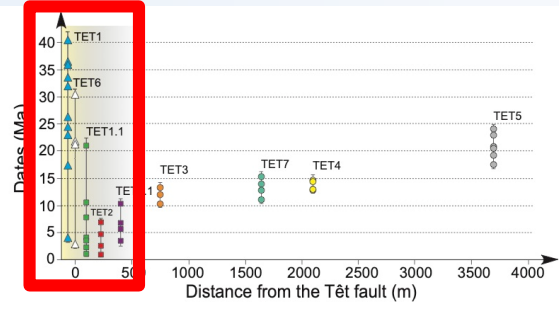
Dans la zone d'endommagement

La solubilité de l'Uranium et du Thorium est similaire à celle des HREE



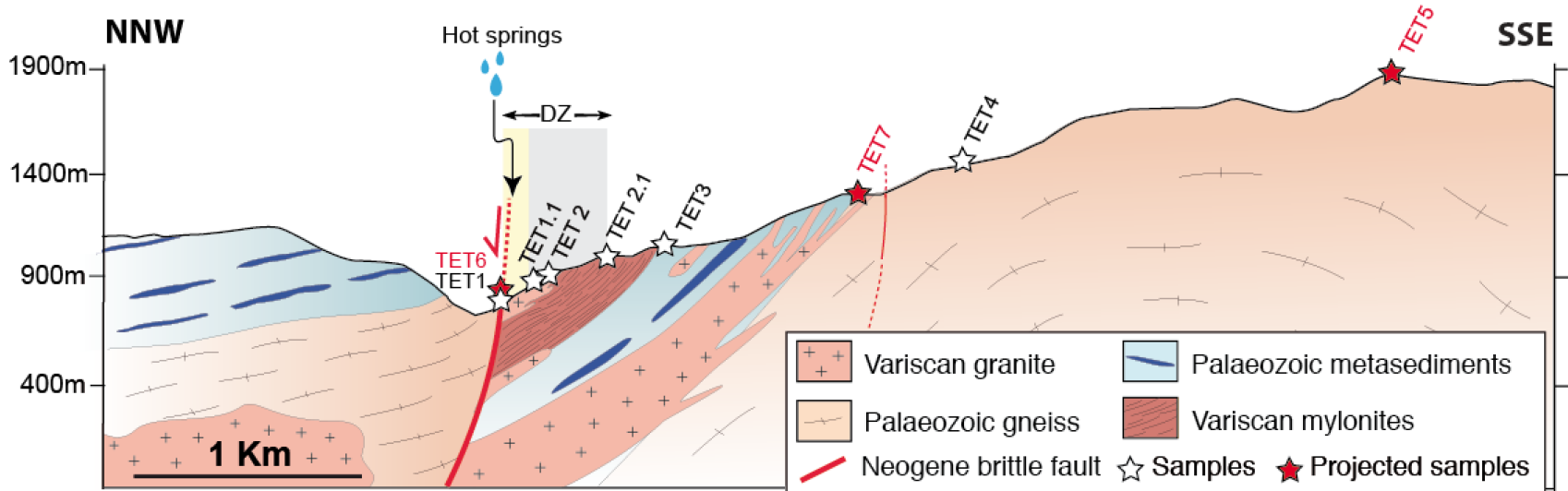
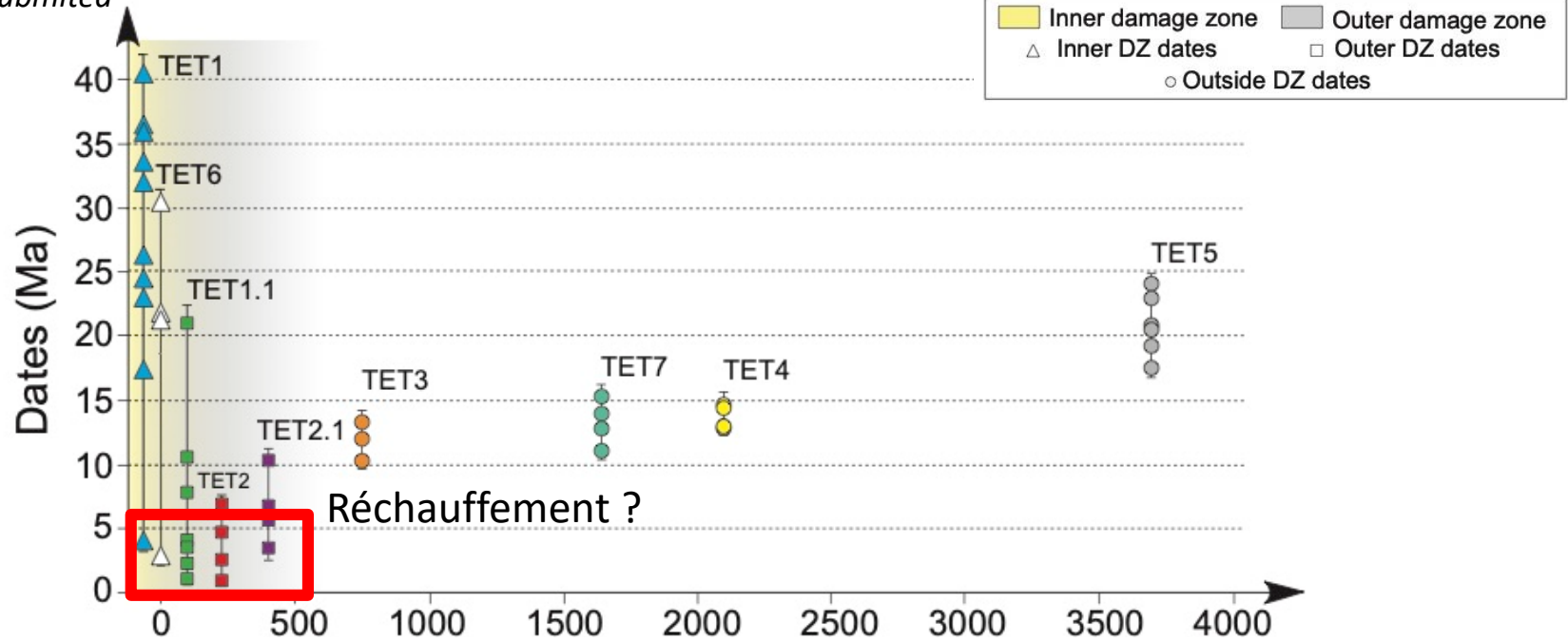
Dans la zone d'endommagement proximale

L'hypothèse de la mobilité de l'hélium est favorisée

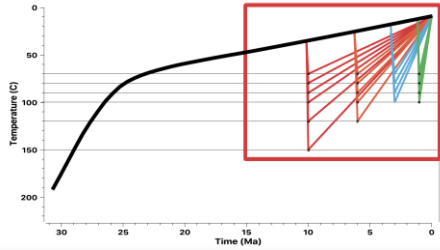


Signification des âges jeunes

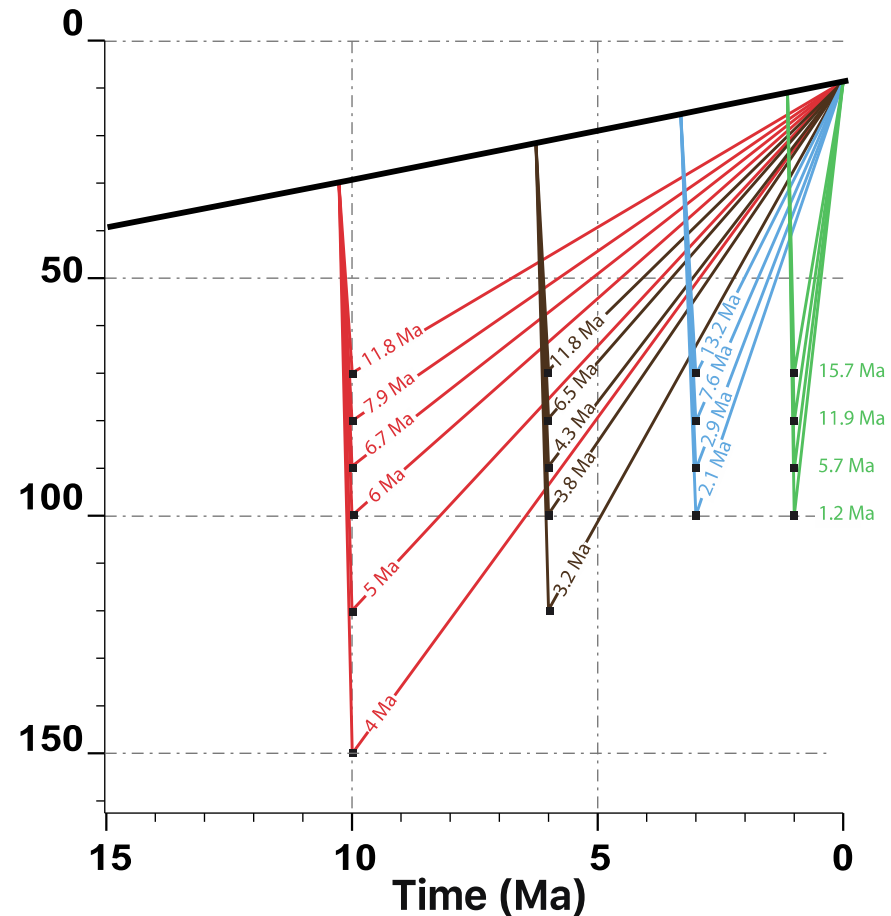
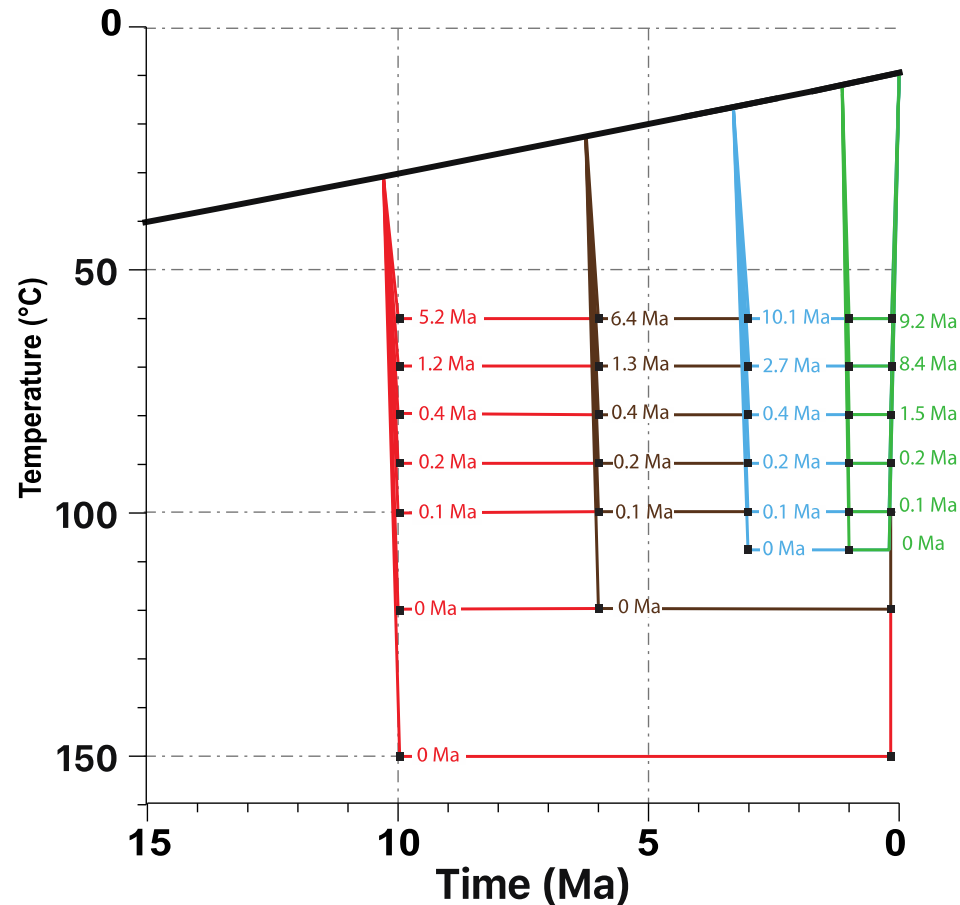
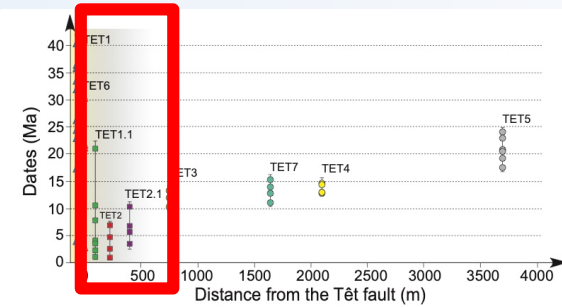
Milesi et al., submitted



Signification des âges jeunes

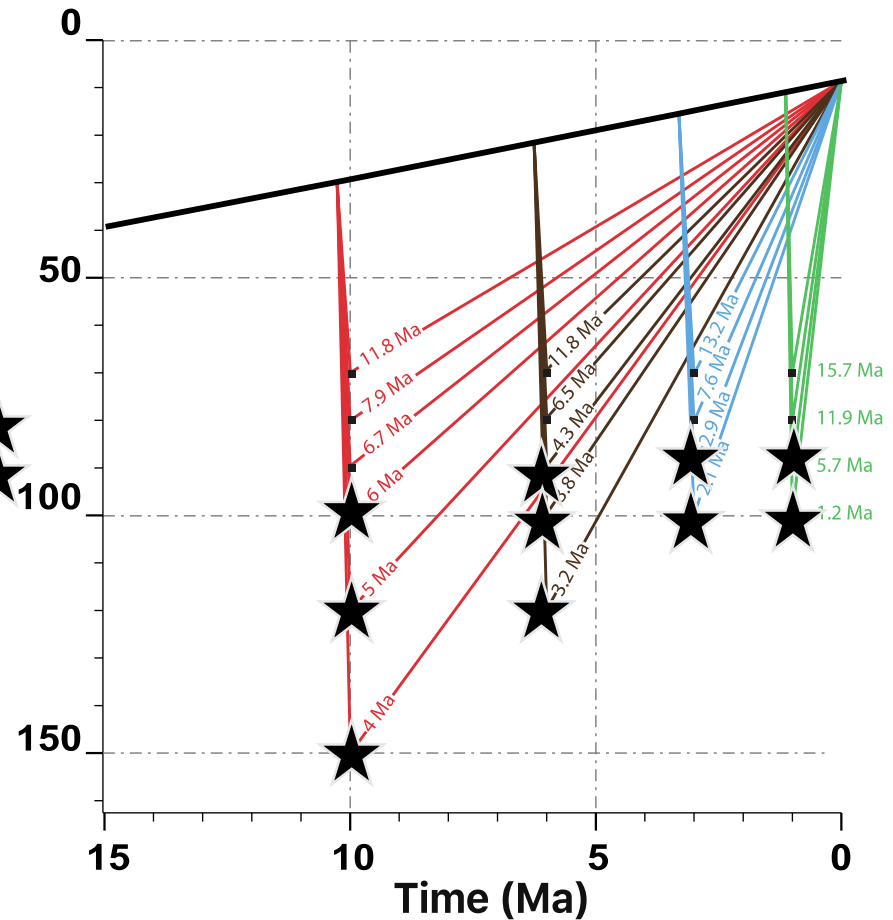
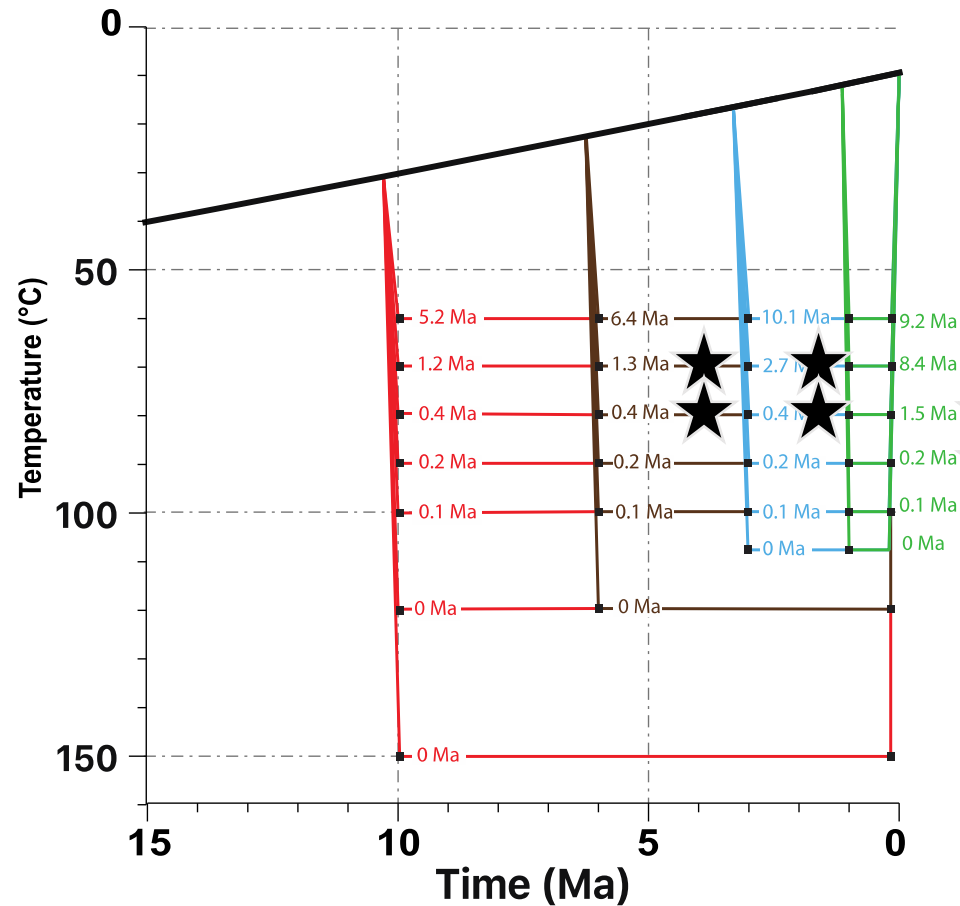
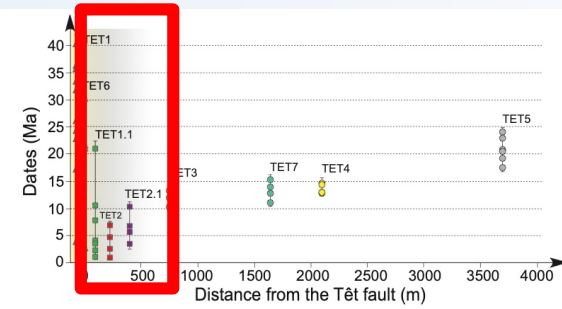


Modèles paramétriques de diffusion
pour contraindre l'âge, la durée et
l'intensité de l'anomalie thermique



Signification des âges jeunes

Les solutions suggèrent un réchauffement entre 60 et 90°C et un système <6 Ma



Conclusions

- **Les circulations de fluides impactent les âges AHe :**

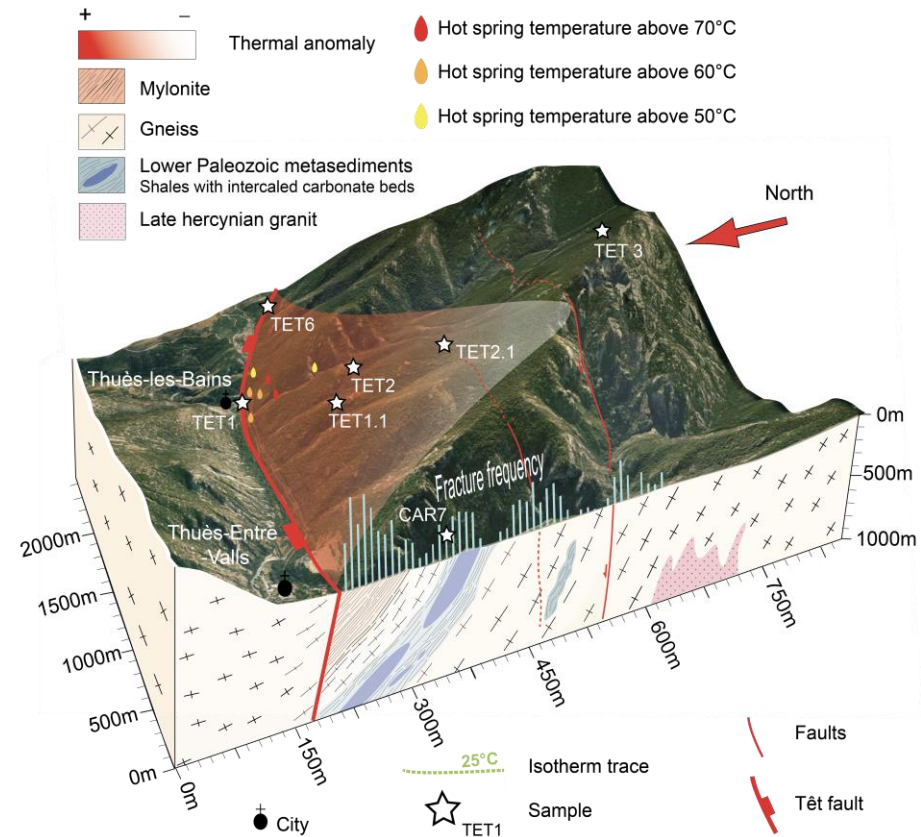
- Dispersion des âges dans la DZ proximale par piégeage d'hélium
- Rajeunissement des âges dans la DZ distale par diffusion de l'hélium

donc prudence pour l'interprétation des **thermochronomètres dans les zones de faille localisant ou ayant localisé des circulations hydrothermales => potentiel de détaction de l'anomalie thermique**

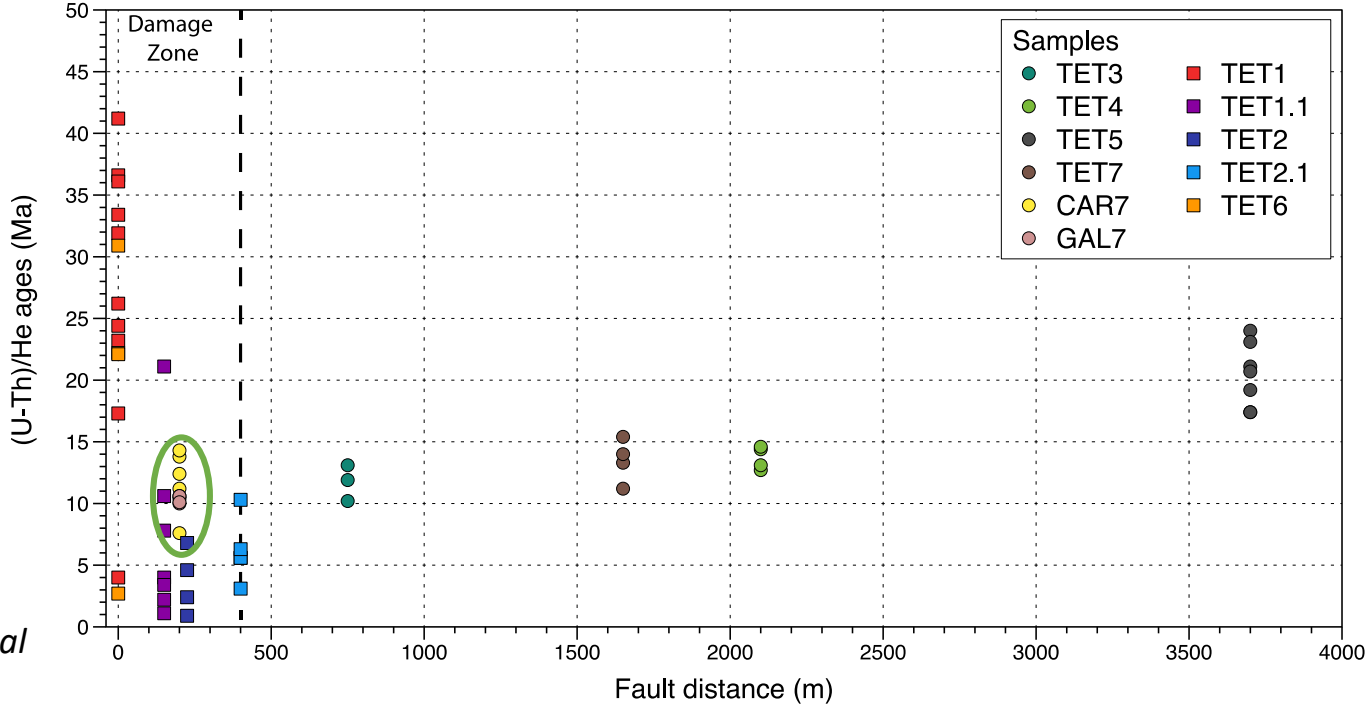
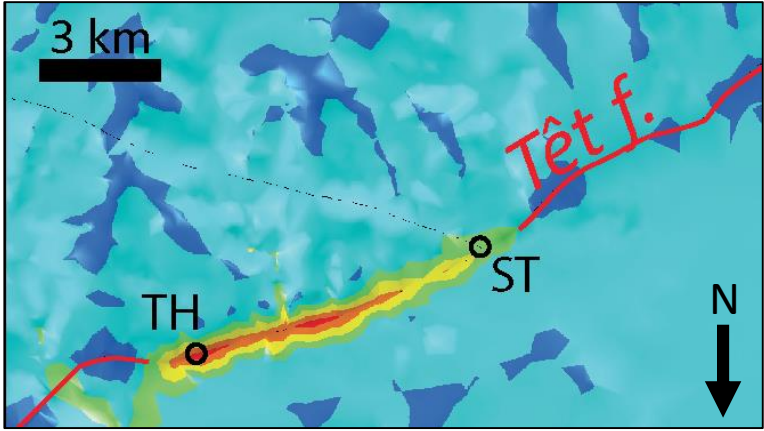
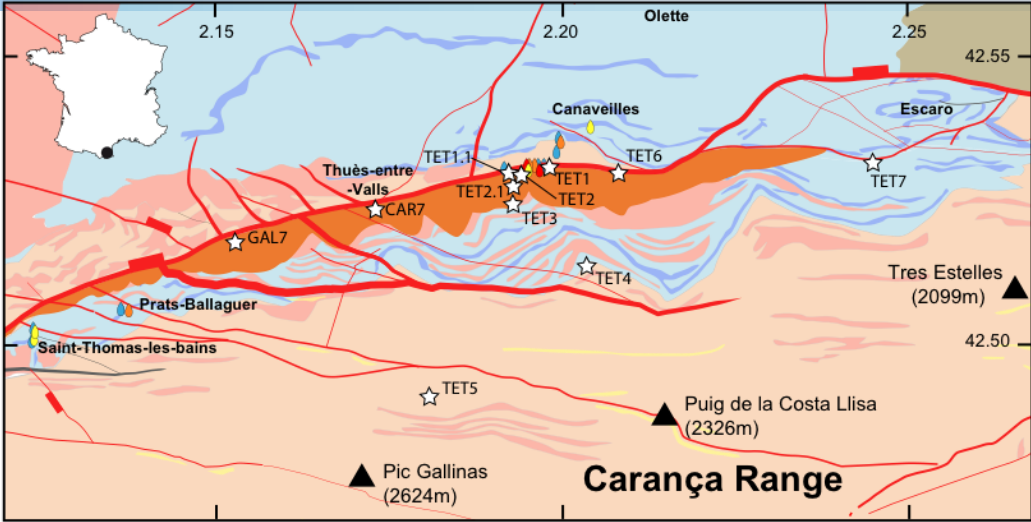
- **Cohérence dans la zone d'endommagement des observations structurales (scan-line) et du comportement du thermochronomètre AHe**

- Les modèles suggèrent **un réchauffement de l'ordre de 60-90°C et une durée < 6 Ma**

- La thermochronologie peut constituer **un outil supplémentaire pour la prospection géothermique**

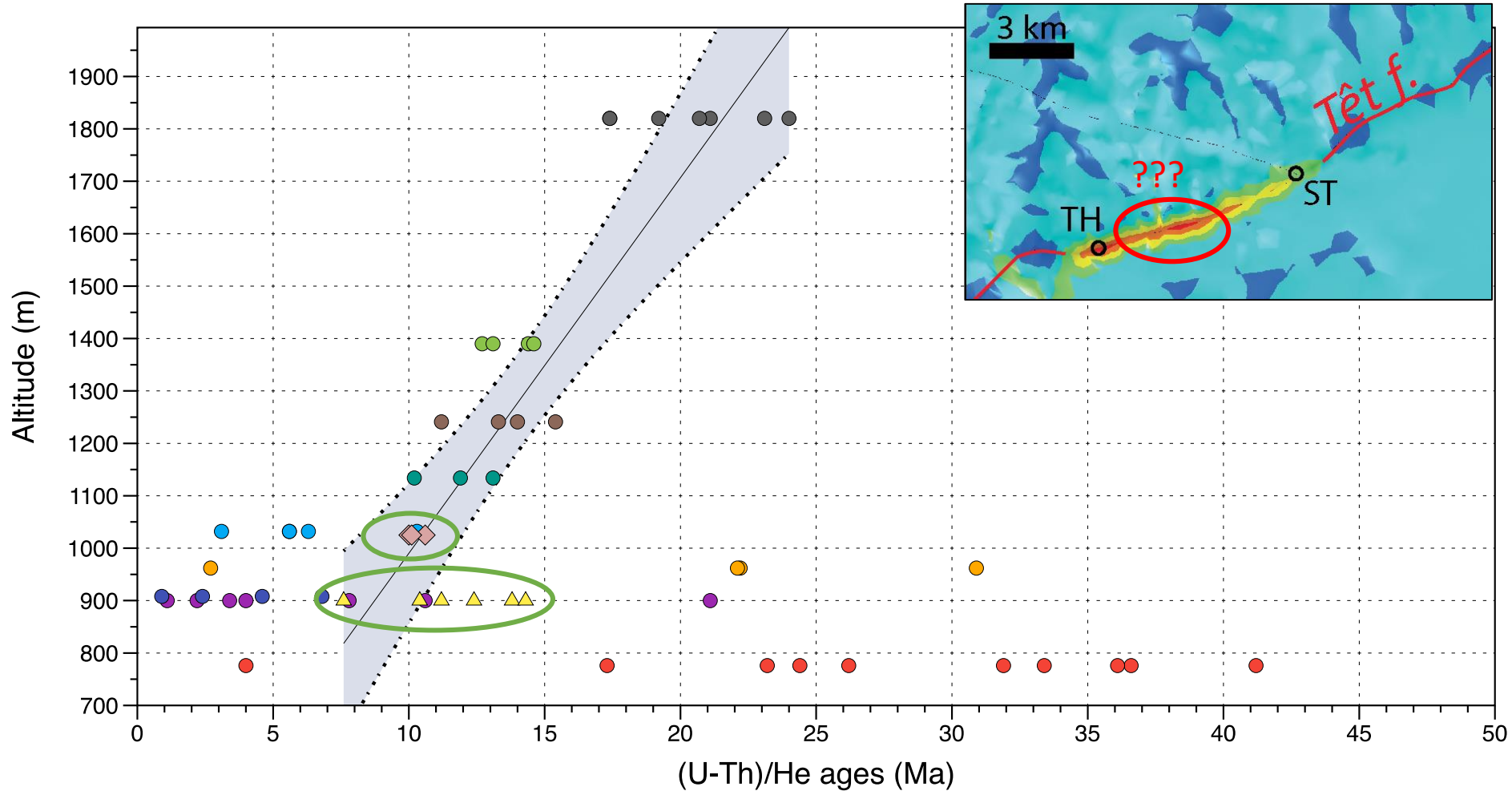


Perspectives

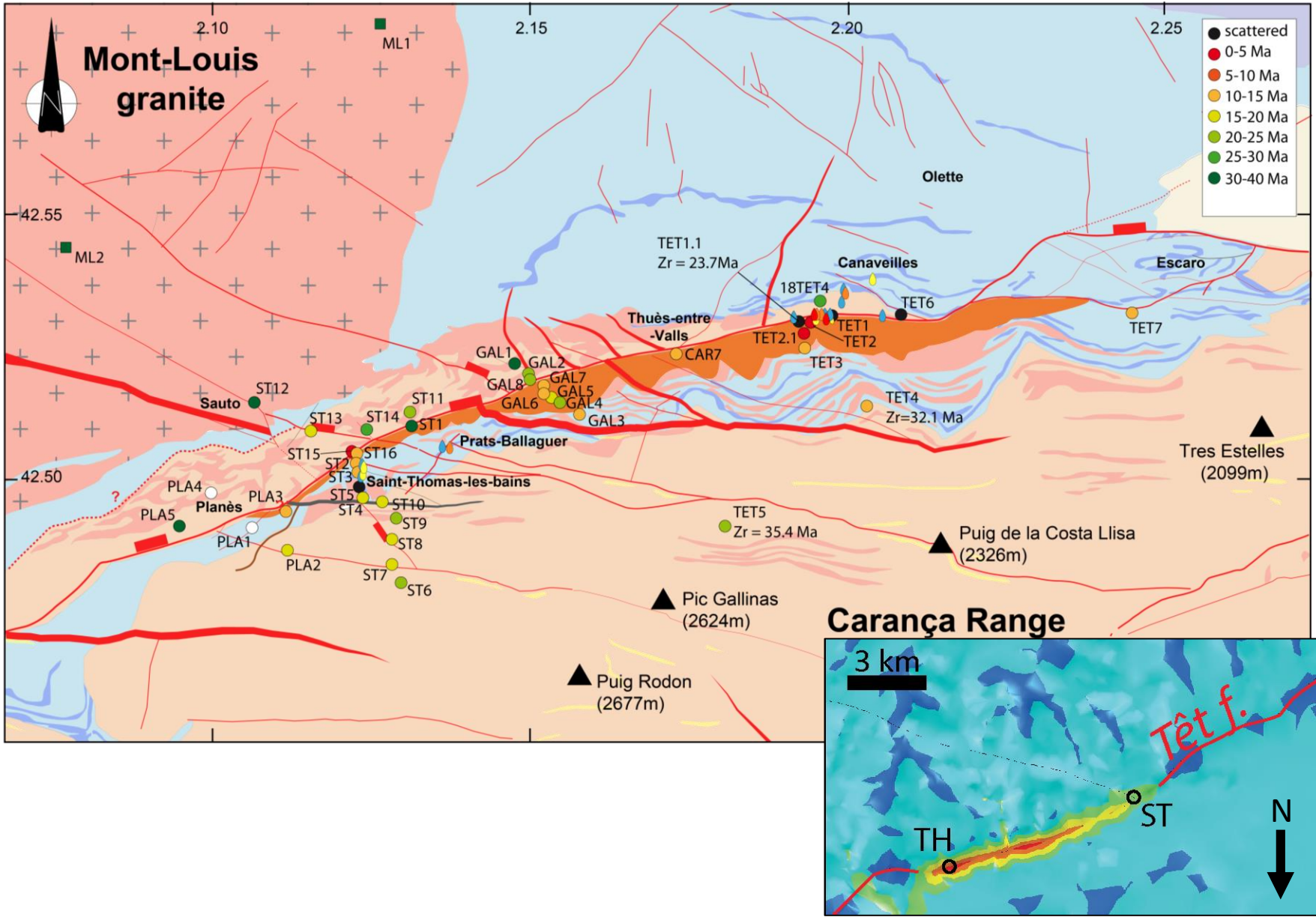


Perspectives

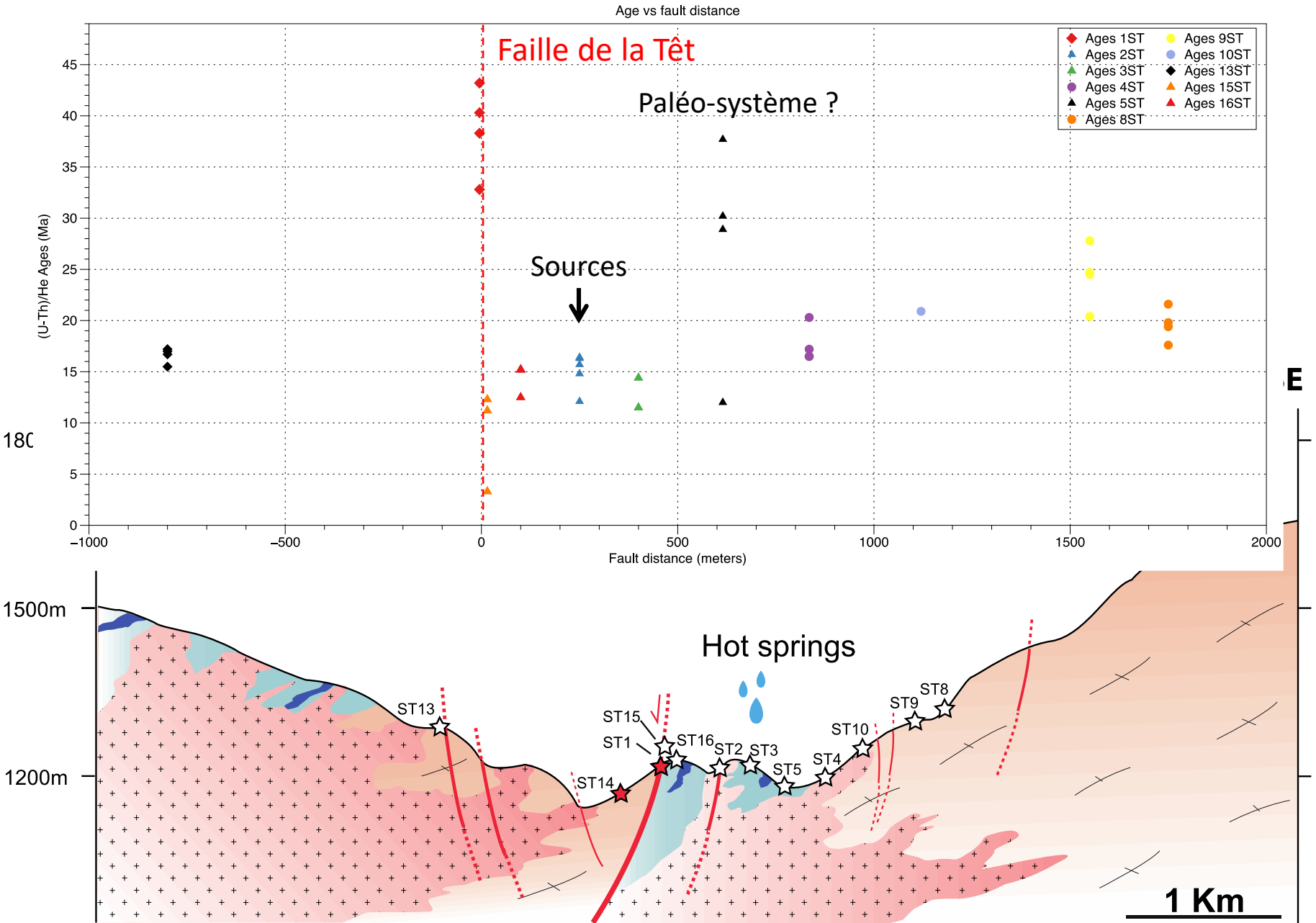
Profil Ages vs Distance à la faille Ajouts des échantillons CAR7 et GAL7



Perspectives



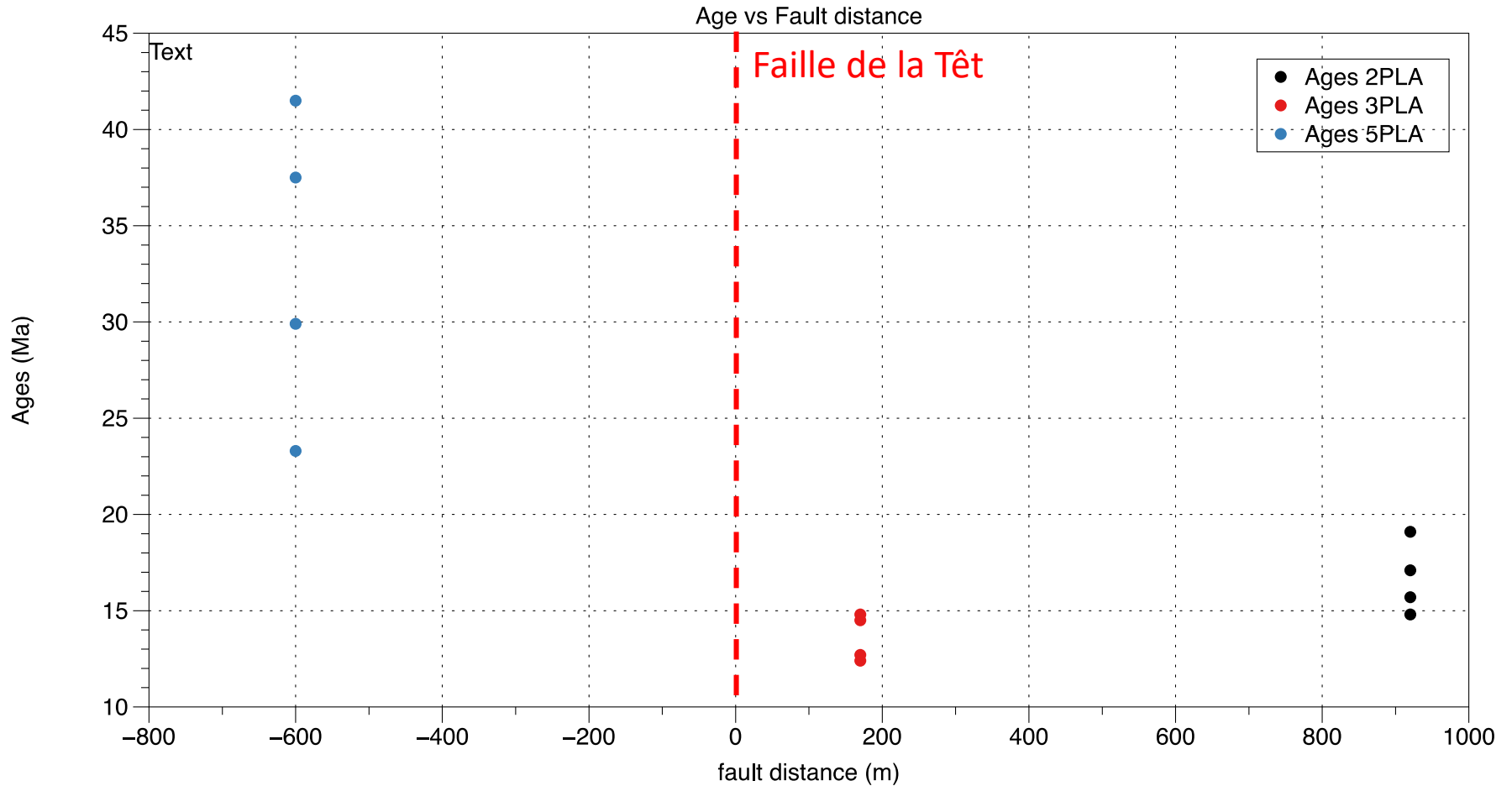
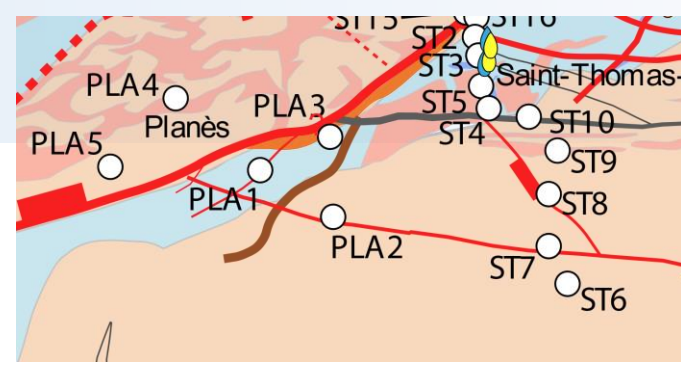
Annexes : résultats préliminaires St Thomas



Annexes Planès

Profil Planès (zone de recharge)

Taux de dénudation de 20m/Ma (17-13Ma)



Annexes âges Ar-Ar mylonites

