

# Failles et système hydrothermal dans les Pyrénées Orientales : quels facteurs de contrôle ?

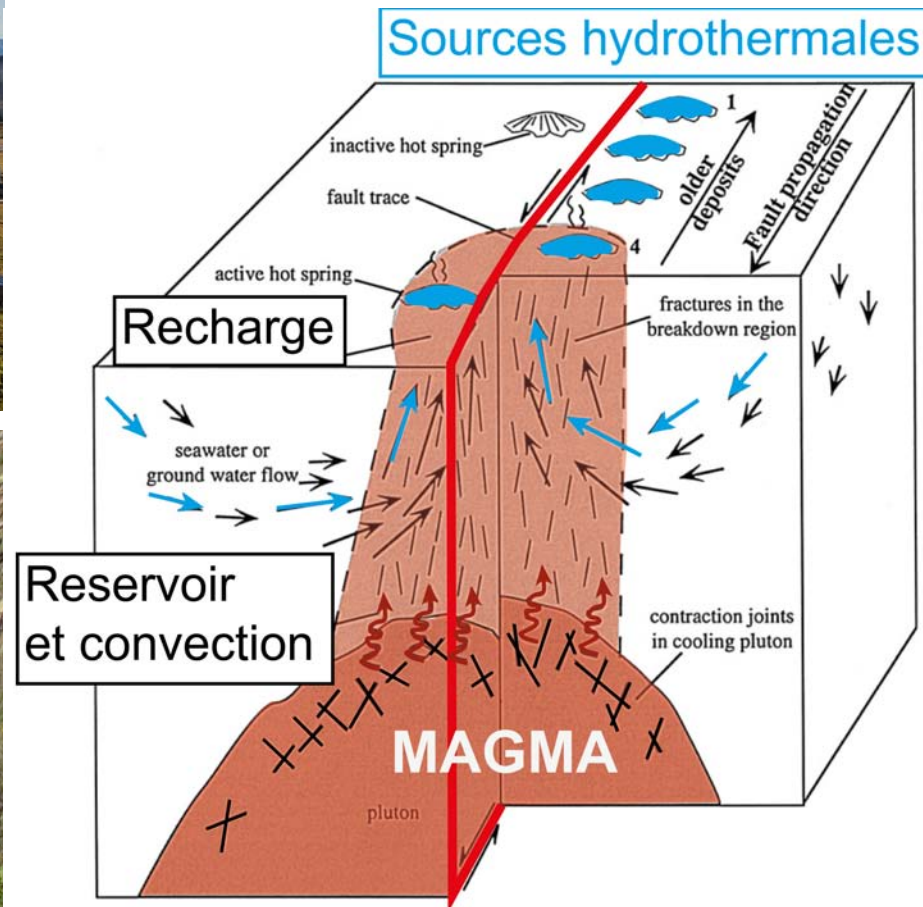
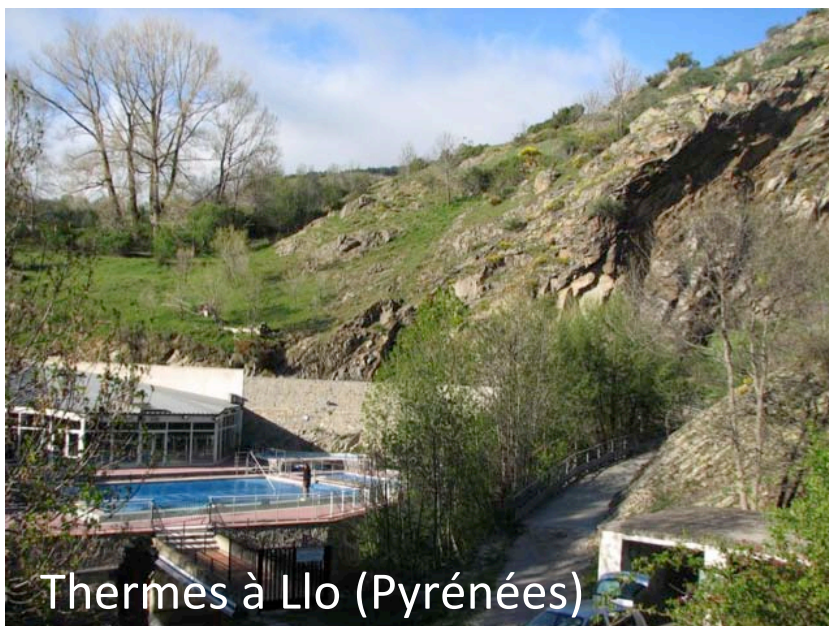
**Audrey Taillefer**

Encadrement: Roger Soliva

Elisabeth Le Goff

Laurent Guillou-Frottier

# Failles et systèmes hydrothermaux : implications sociétales



Curewitz and Karson, 1997

# Le système hydrothermal extensif non-magmatique

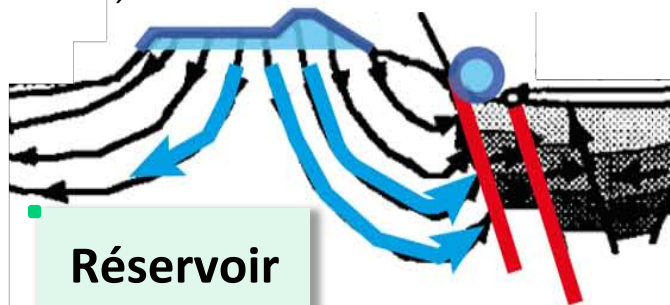
## Infiltration

Trajet per descendum

Dixie Valley

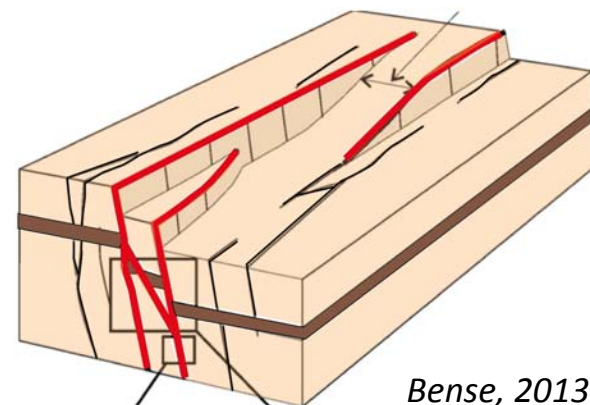
FAILLES

Forster, 1997

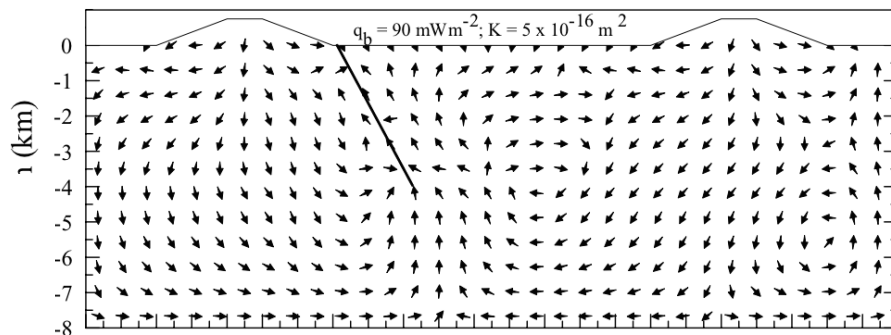


Réservoir

Trajet per ascensum  
Resurgence

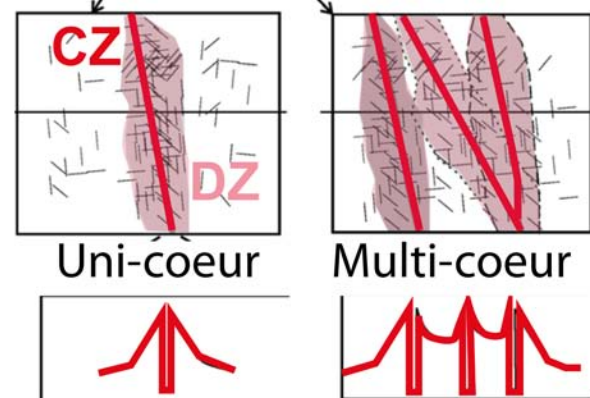


Bense, 2013



Modèles numériques...

Mckenna & Blackwell, 2004

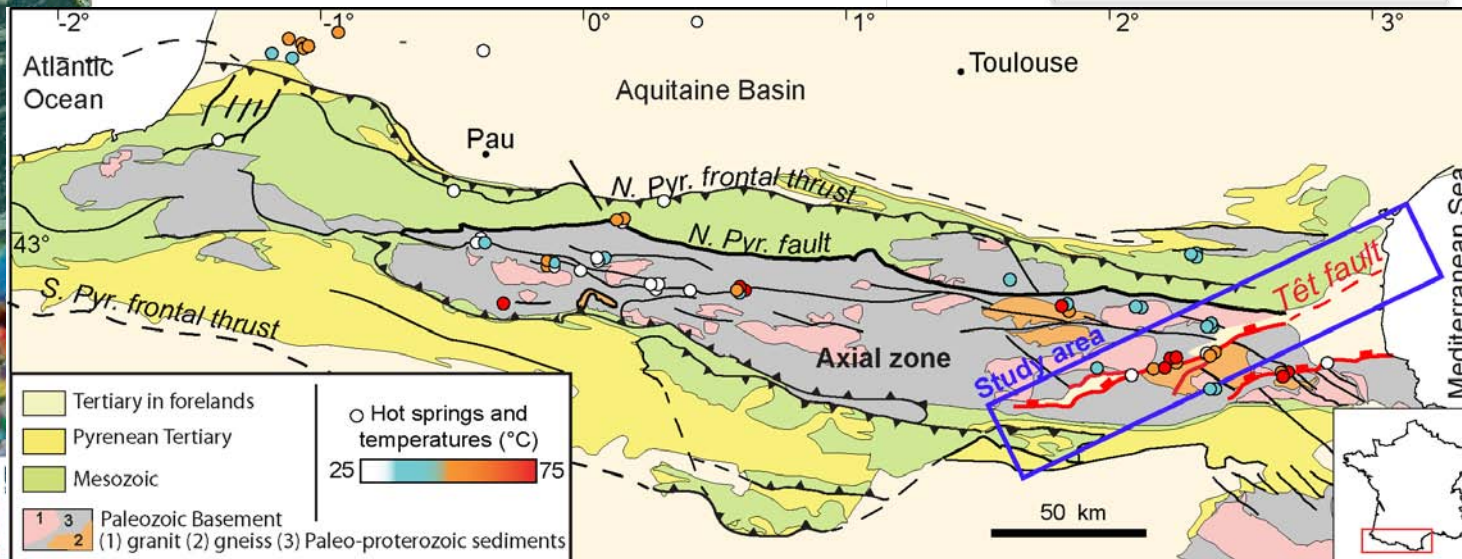
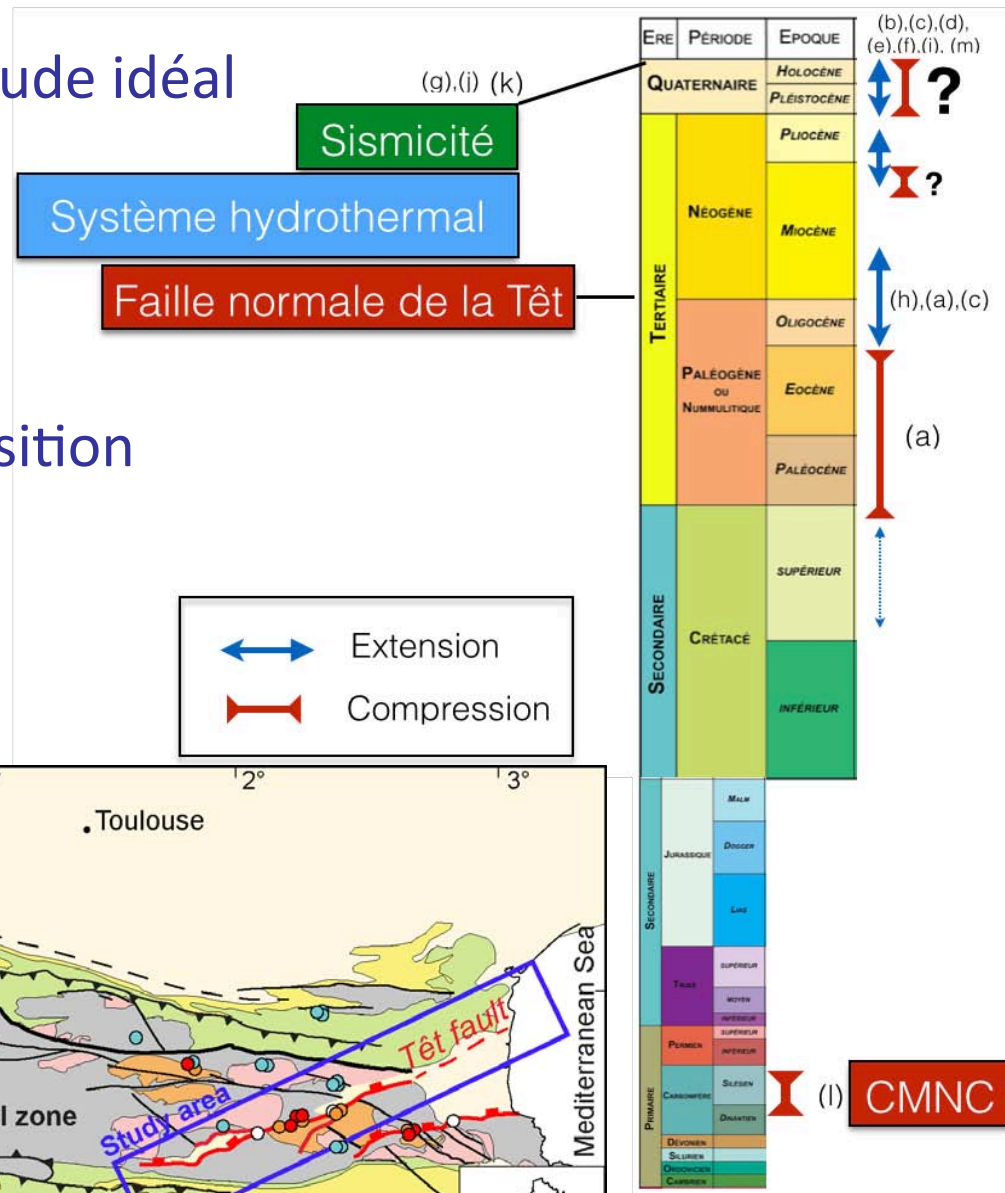


Perméabilité

- Quels facteurs contrôlent la **répartition** des **sources chaudes en surface** ?
- Comment les **failles** agissent-elles comme des **drains ou des barrières** pour les fluides hydrothermaux ?
- Quelles structures permettent **l'infiltration des fluides** sur les **impluviums** et leurs **circulations en profondeur** ?
- Quels facteurs contrôlent l'acquisition de la **température** et de la **minéralisation** dans le **réservoir** ?

## La faille de la Têt: un site d'étude idéal

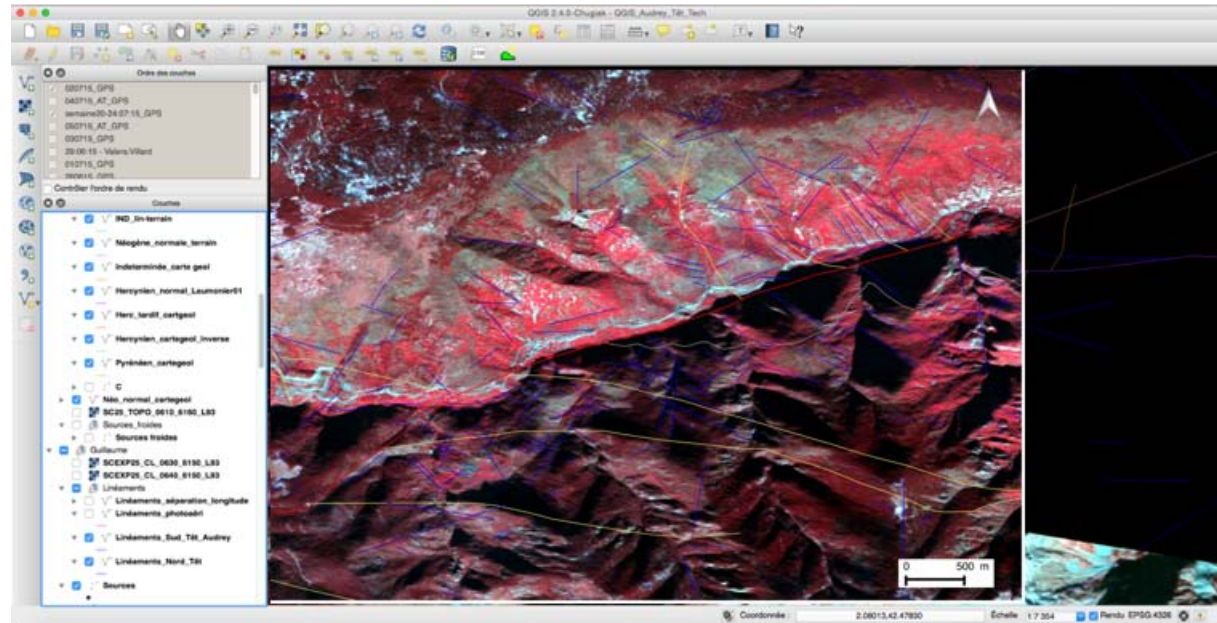
- Roches de socle – Juxtaposition
- Relief
- Sismicité actuelle



## Cartographie SIG

### Données

- Carte géologiques
- Carte topographique
- MNT
- Photos aériennes et SPOT

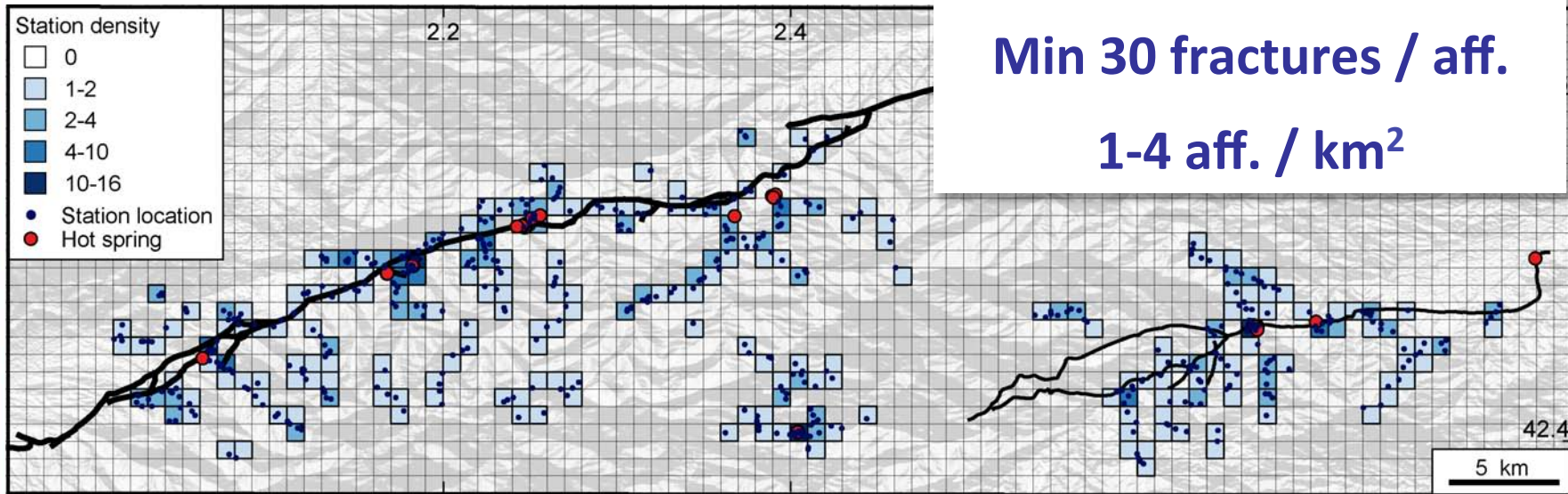


### Objets cartés

- Sources chaudes
- Failles
- Linéaments

## Terrain

+ de 500 affleurements  
Min 30 fractures / aff.  
1-4 aff. / km<sup>2</sup>



- Mesures failles-fractures
- Propriétés physiques et chimiques des eaux
- ré-échantillonnage
- Echantillon roche-altération



Application inclinomètre smartphone

## Modélisation numérique COMSOL

### Transfert de chaleur en milieu poreux

$k_{\text{medium}}$  (W/m/K) thermal conductivity

$\rho_{\text{fluid}}$  ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ) density f(T)

$\rho_{\text{medium}}$  ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )

$Cp_{\text{medium}}$  (J/kg/K) heat capacity

Normal thermic gradient f(p)

Lateral boundaries : thermal insulation

Model base : heat flow

Surface temperature

### Loi de Darcy

$\rho_{\text{fluid}}$  ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ) density f(T)

$\mu_{\text{fluid}}$  (Pa.s) viscosity f(T)

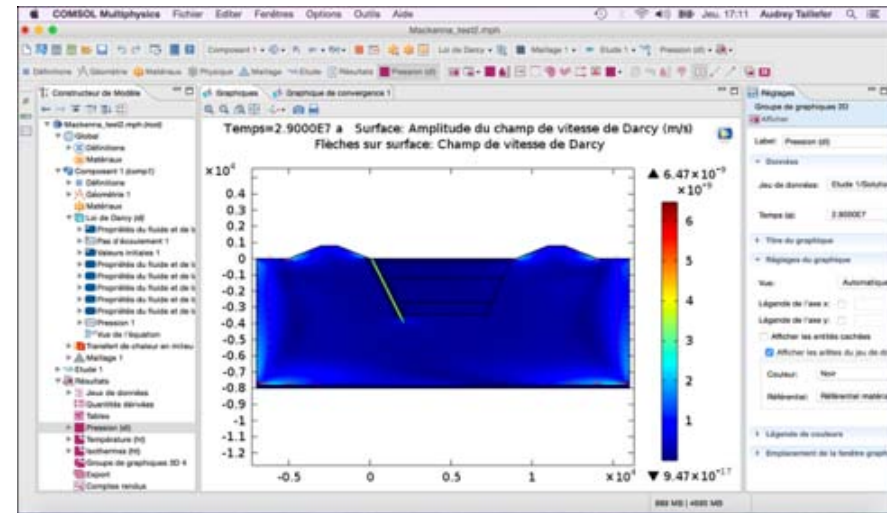
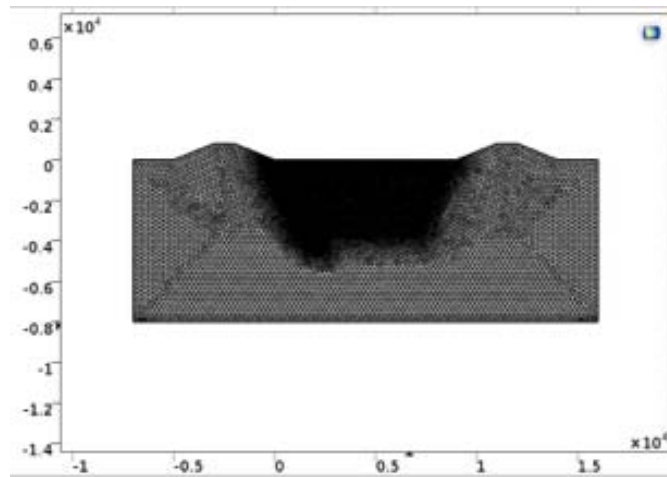
$\varphi$  media porosity

$K$  ( $\text{m}^2$ ) permeability (various)

No boundaries flow

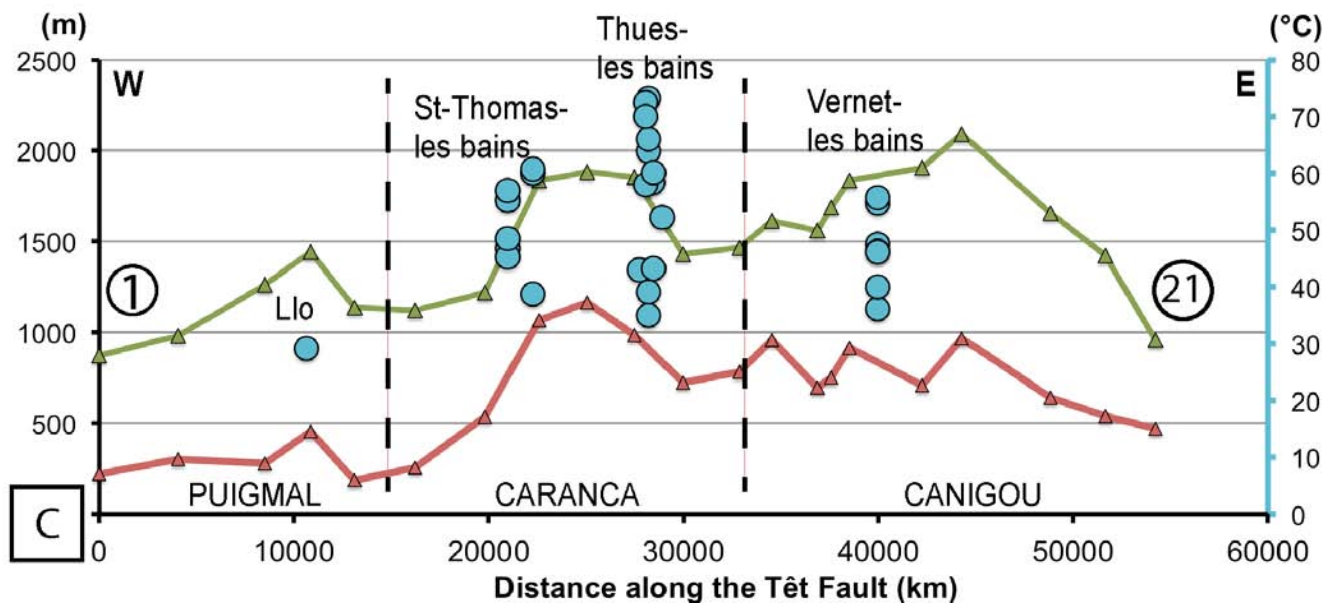
Pressure gradient f(p)

Surface pressure f(altitude)

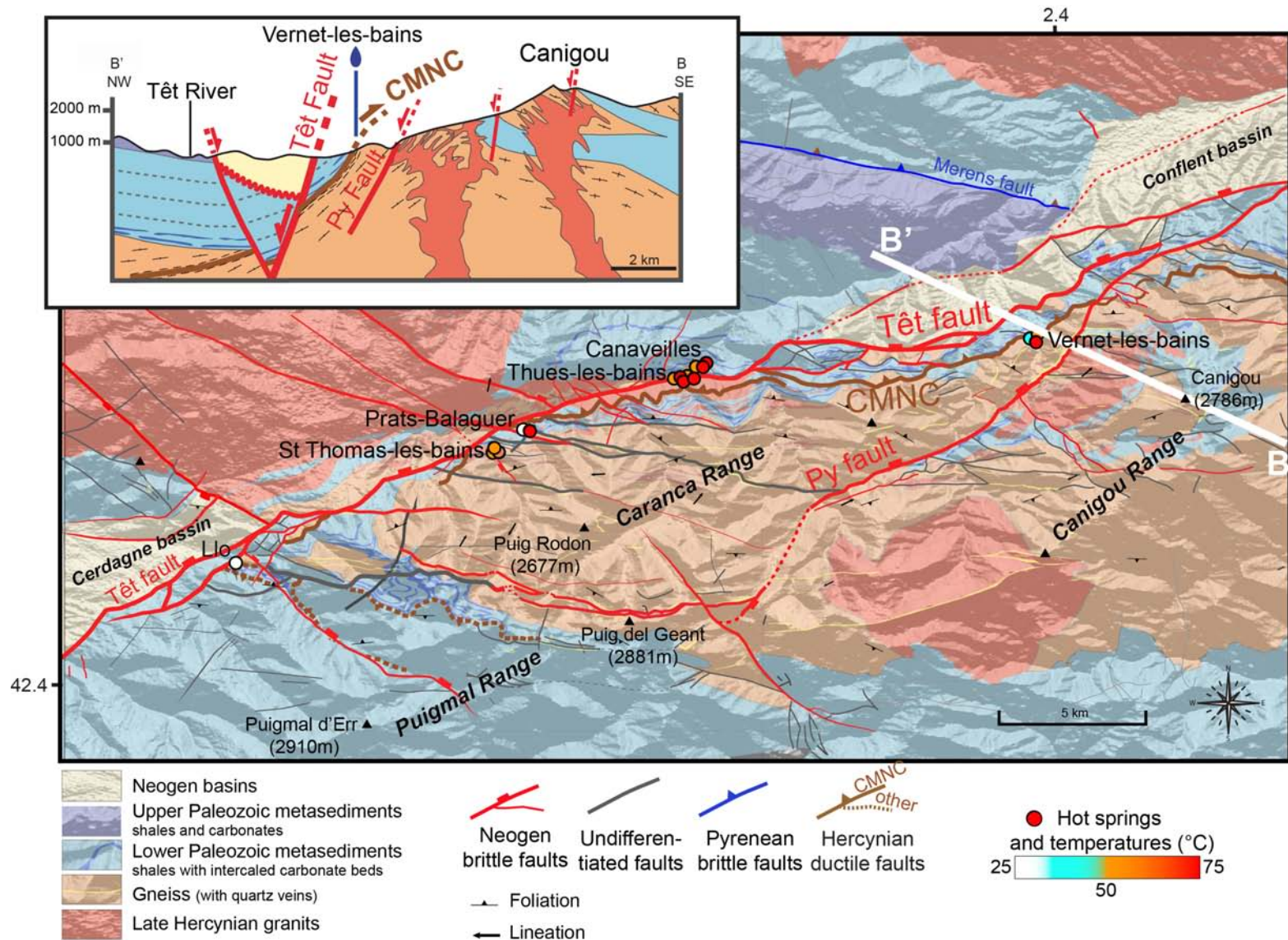




## Activité hydrothermale, segmentation et relief associé



- Contact gneiss-métasédiments
- Failles ductiles
- Intersection failles fragiles



Infiltration  
Trajet per descendum

Dixie Valley



FAILLES



Trajet per  
ascensum  
Resurgence

Réservoir

Quels facteurs de  
contrôle ?

- Segmentation / Relief
- Gneiss / meta-sédiments
- Intersections / Fracturation
- Cavités de dissolution  
(Mylonites)
- Footwall (cataclase)

## Infiltration

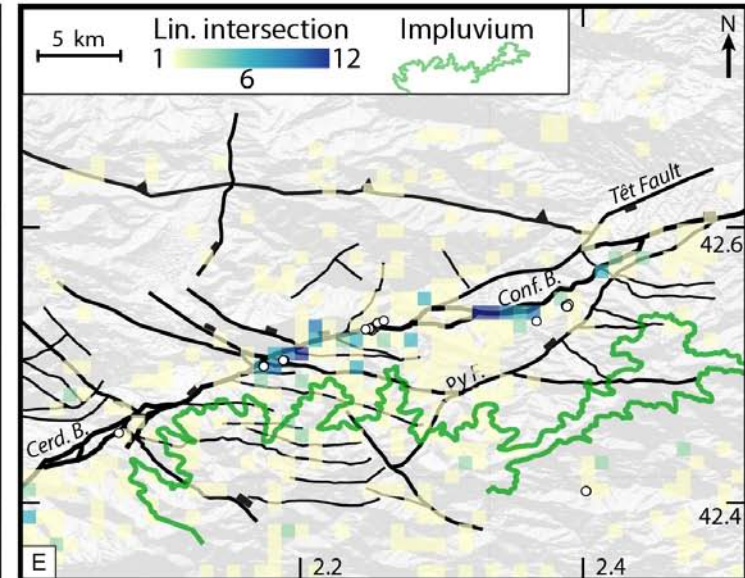
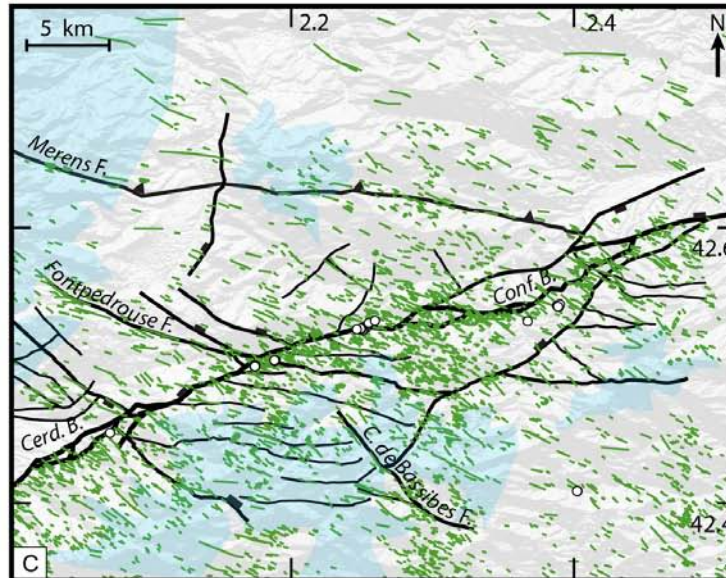
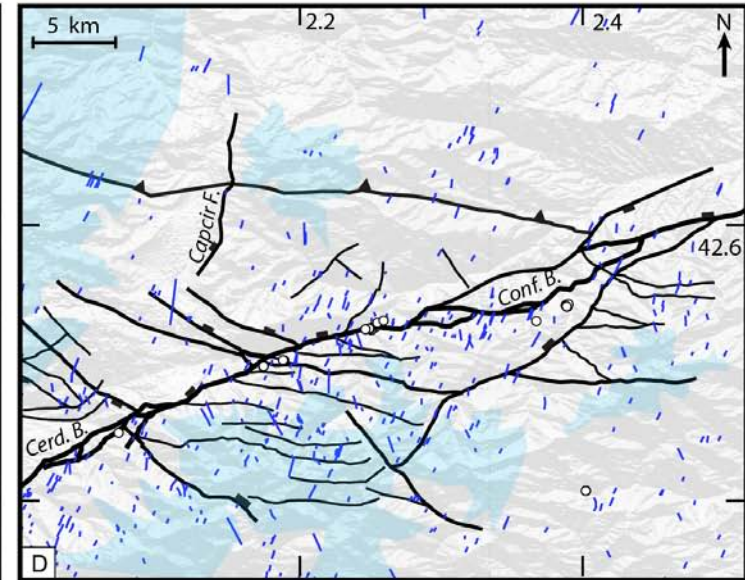
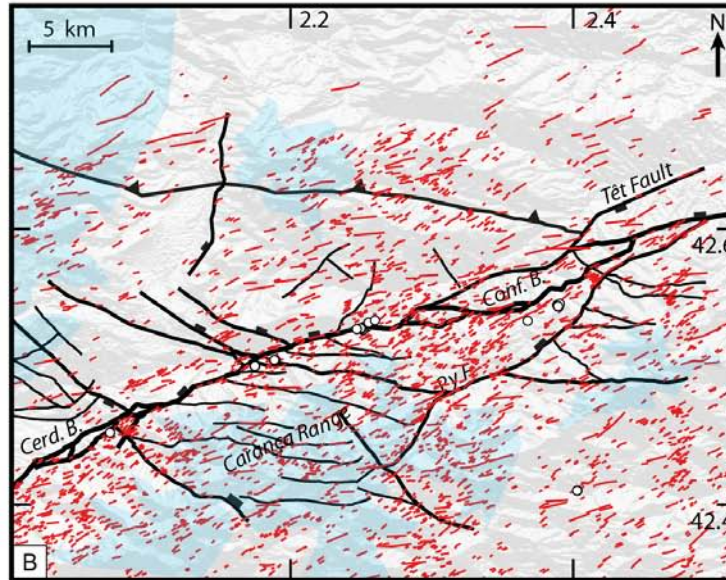
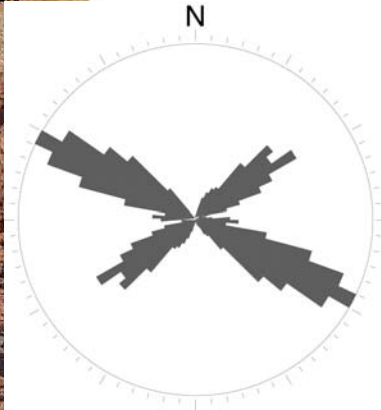
Trajet per **descendum**

Dixie Valley



Quelles structures permettent **l'infiltration des fluides** sur les **impluviums** et leurs **circulations en profondeur** ?

# Linéaments (failles secondaires)



Principal faults



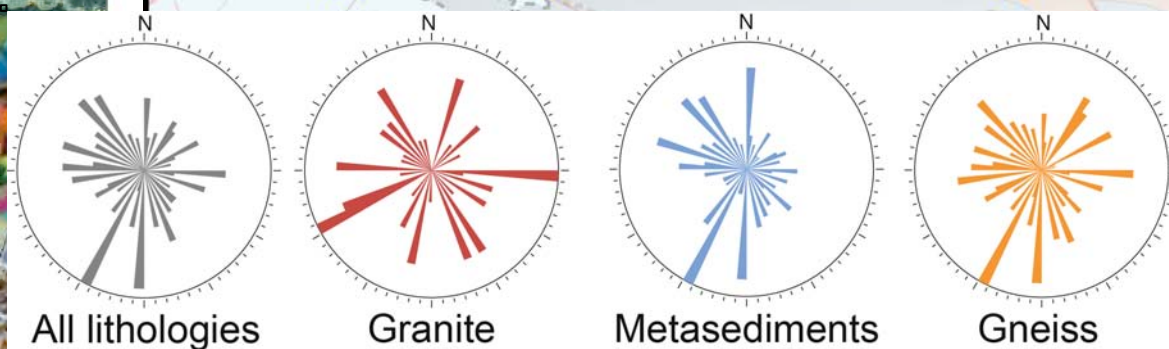
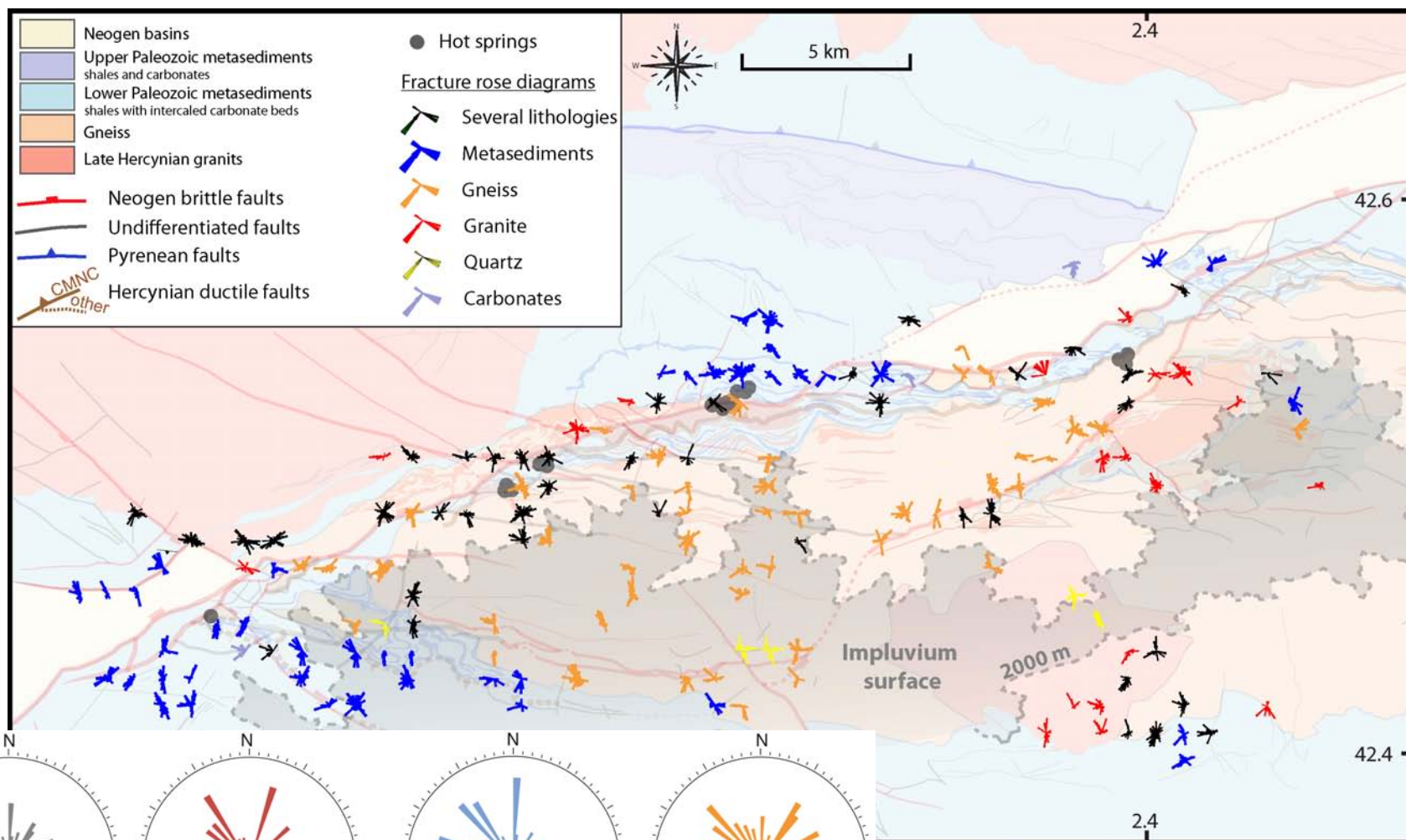
Snow on  
SPOT pictures  
/ impluvium



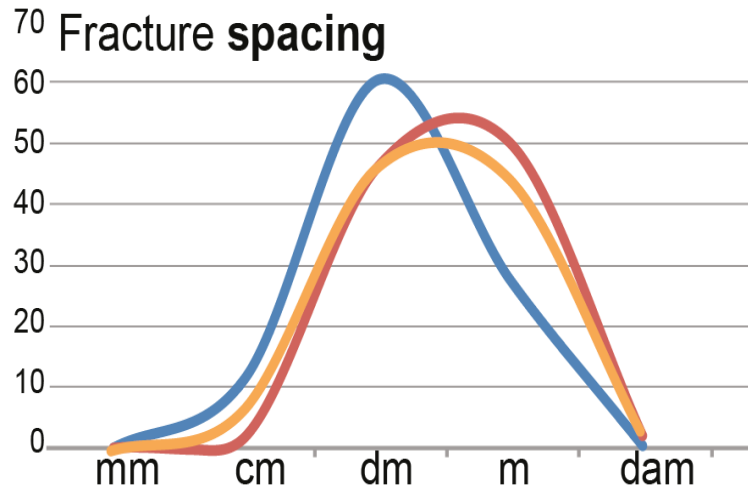
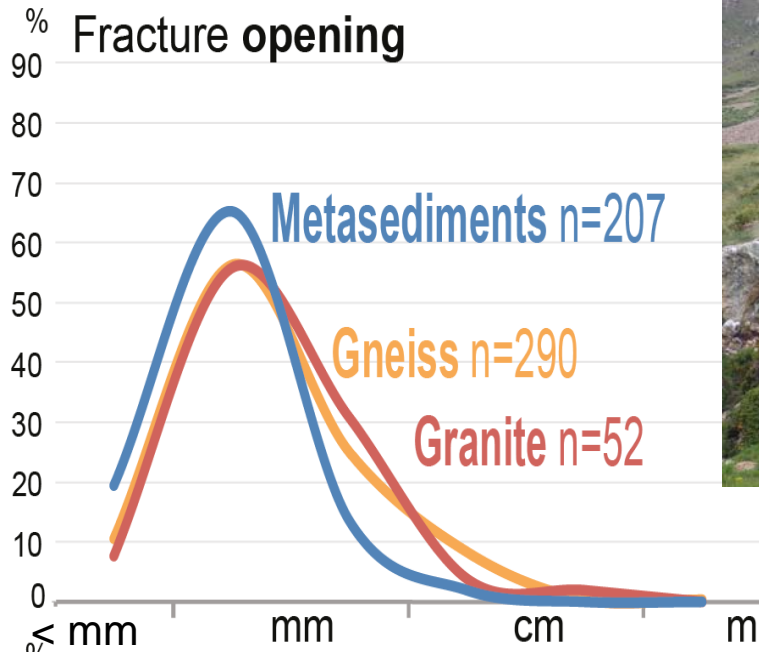
Hot spring



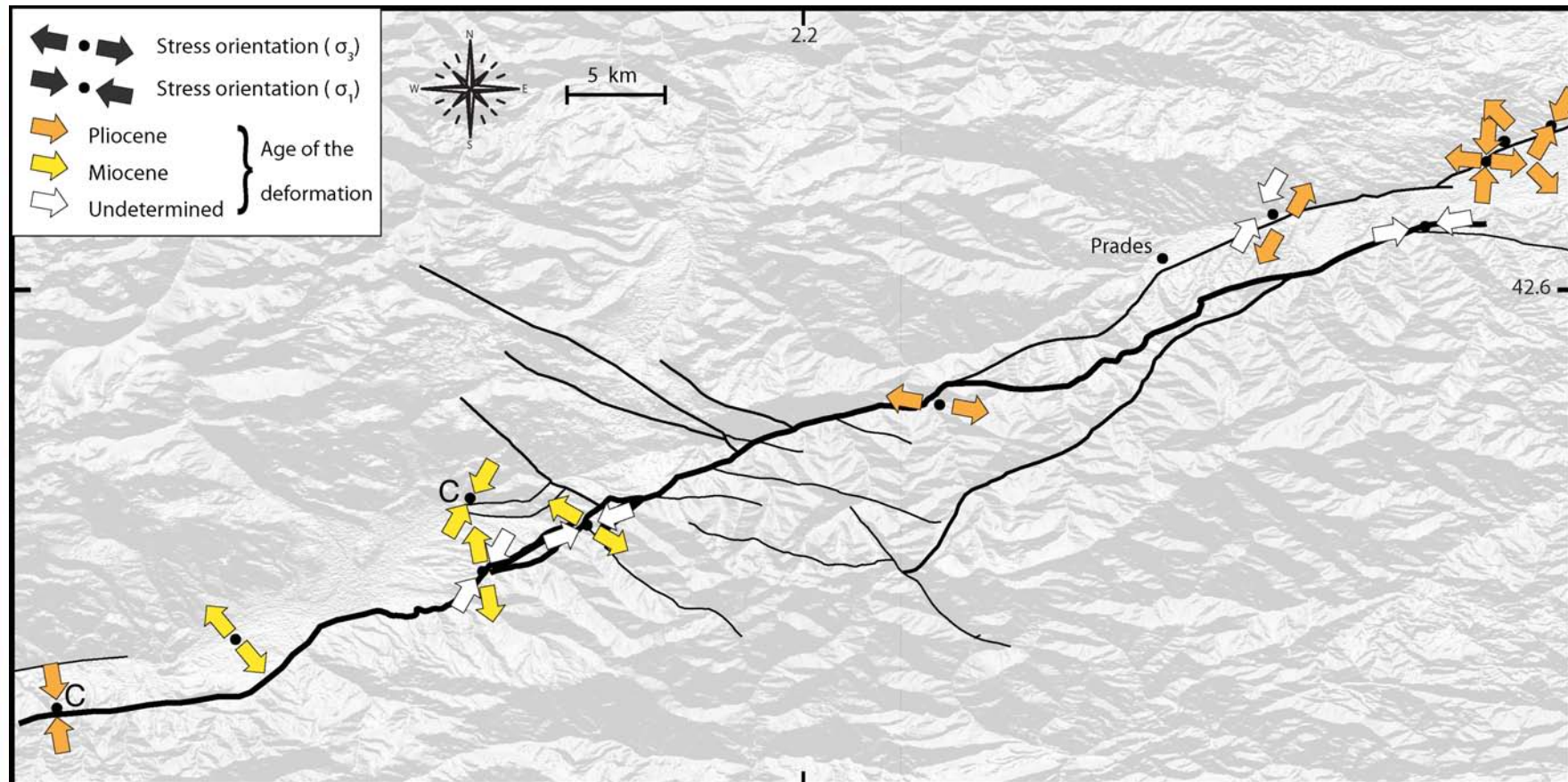
## Directions de fracturation



# Lithologie vs fracturation



## Stress récent à actuel



*D'après Cointre (1987), Goula (1999), Delcaillau (2004)*



## Infiltration

Trajet per **descendum**

Dixie Valley

FAILLES



Quels facteurs de  
contrôle ?

- Fracturation :
  - Endommagement des failles
  - Lithologie
- Stress : **2 phases extensive**  
Polyphasage, réactivation **Actuel ?**

## Le système hydrothermal **extensif non-magmatique**

Infiltration  
Trajet per descendum

Dixie Valley

**FAILLES**

*Forster, 1997*

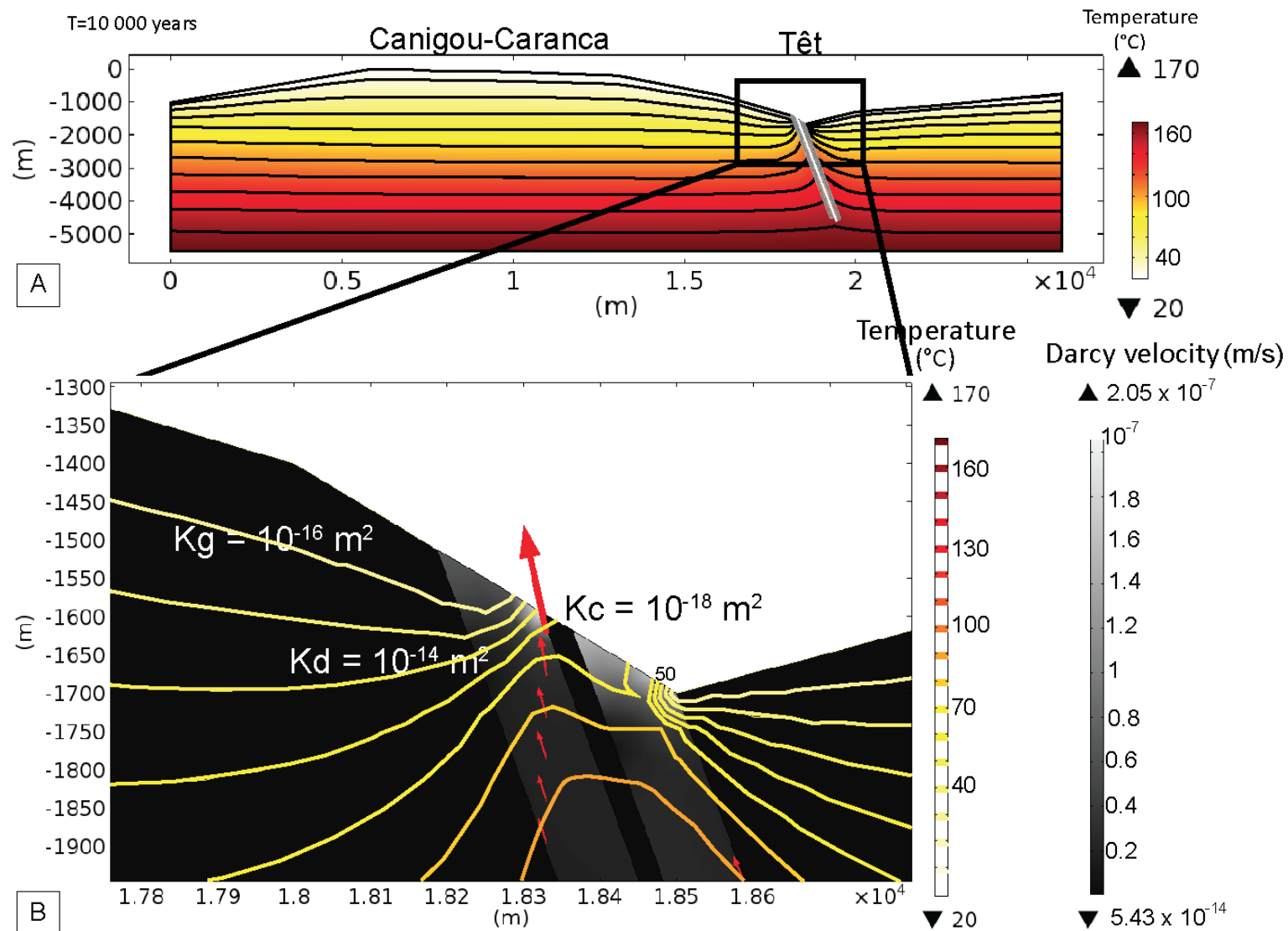


Trajet per  
ascensum  
Resurgence

**Réservoir**

Quels facteurs contrôlent l'acquisition de la **température** et de la **minéralisation** dans le **réservoir** ?

# Perméabilité, thermicité

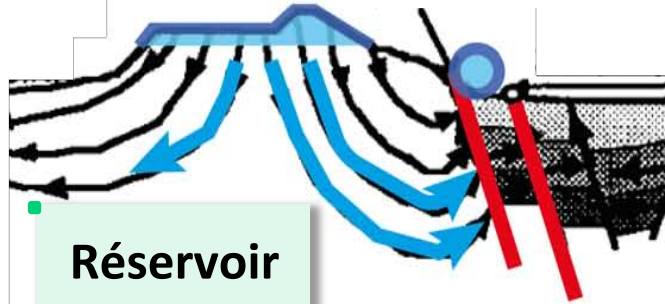


## Le système hydrothermal **extensif non-magmatique**

Infiltration  
Trajet per descendum

Dixie Valley

Forster, 1997



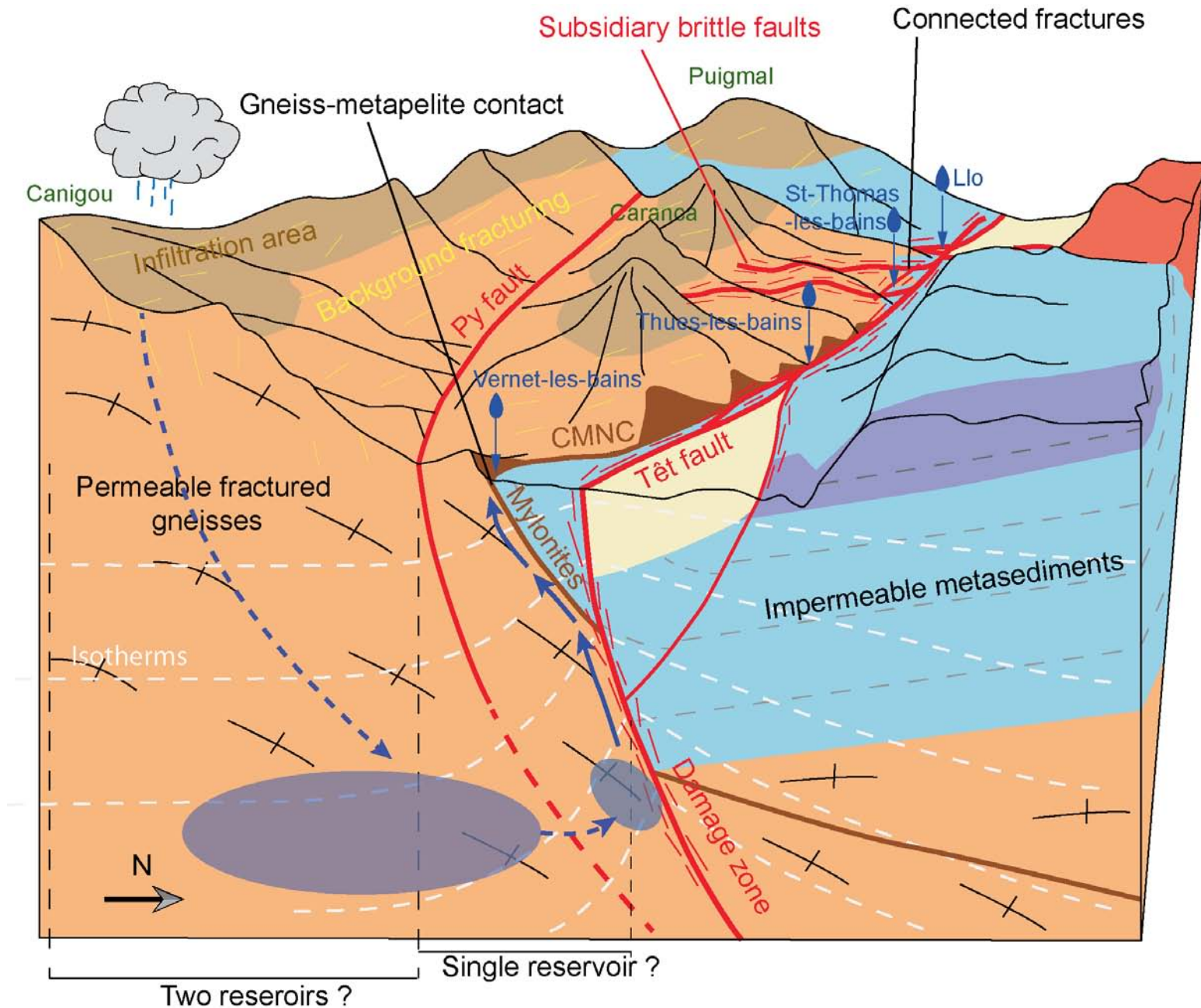
Réservoir

Trajet per  
ascensum  
Resurgence

Quels facteurs de  
contrôle ?

FAILLES

- Perméabilité
- **Faille = Remontée des isothermes**, perturbation thermique
- **Géochimie : température/ nombre de réservoirs ?**

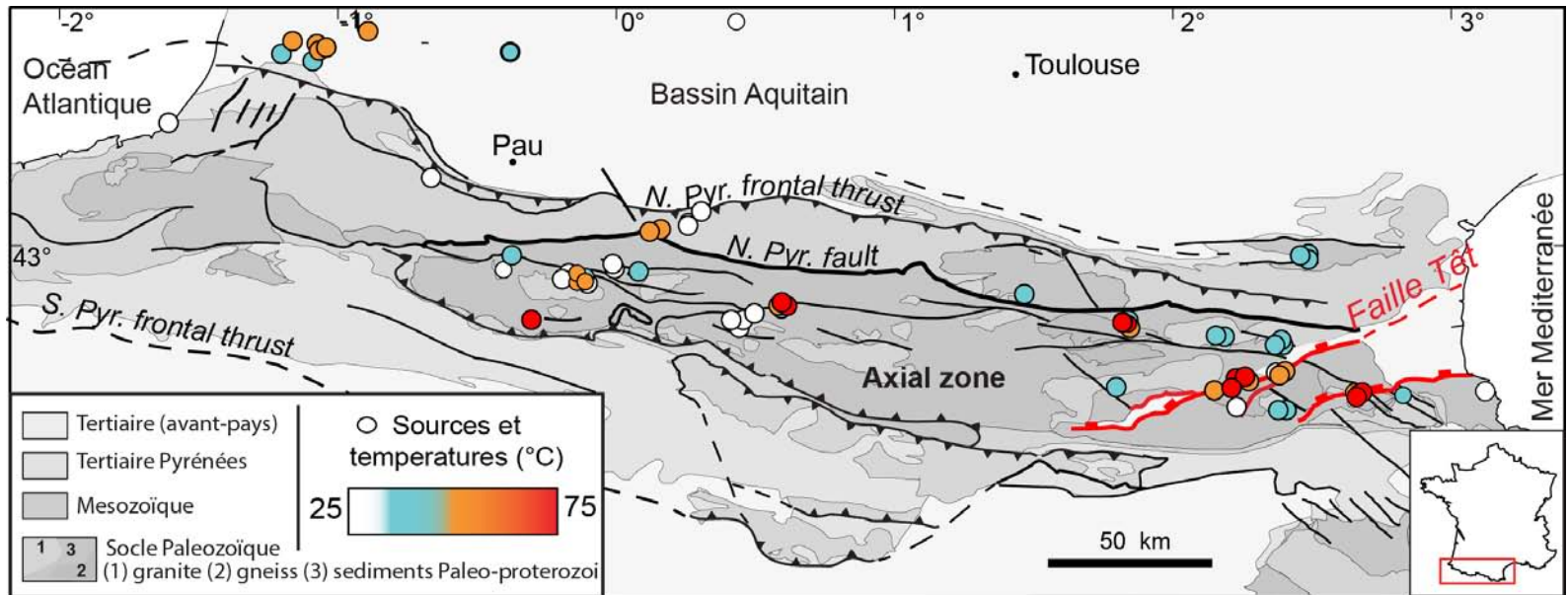


Les **failles fragiles et ductiles**, la **lithologie**, le **stress passé et actuel**, sont des **facteurs de contrôle** de l'**activité hydrothermale** et de la **répartition des résurgences...**



... pour les systèmes **extensifs non-magmatiques** !

# ... et les autres ?





*Merci !*



## Fracturation en profondeur

