

Projet PIREX

**Spectroscopie laser proche Infrarouge
pour l'étude in situ/in operando
de milieux géothermaux
haute pression-haute température**



Pr. Pierre CEZAC



Pr. Vincent RODRIGUEZ
Dr. Dominique VERREAULT

Dr. Thierry TASSAING

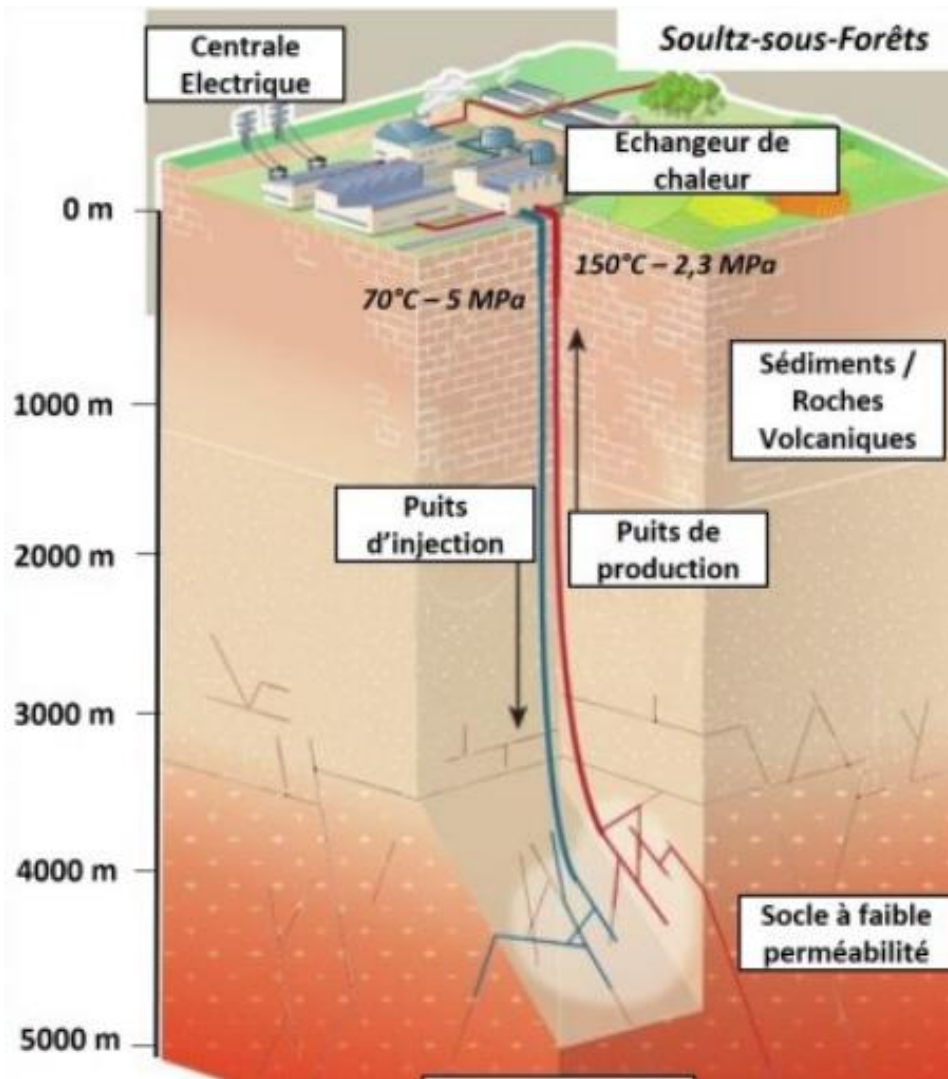


Illustration de la centrale de géothermie haute énergie de Soultz en Alsace

Projet PIREX - Problématique

$T=200^{\circ}\text{C}$

$P=20\text{ MPa}$

$V=2\text{ litres}$



Autoclave haute-pression haute-température
pour la détermination des équilibres
Liquide-Vapeur Eau-gazs (CO_2 , CH_4 , CO , NO_x , SO_x)

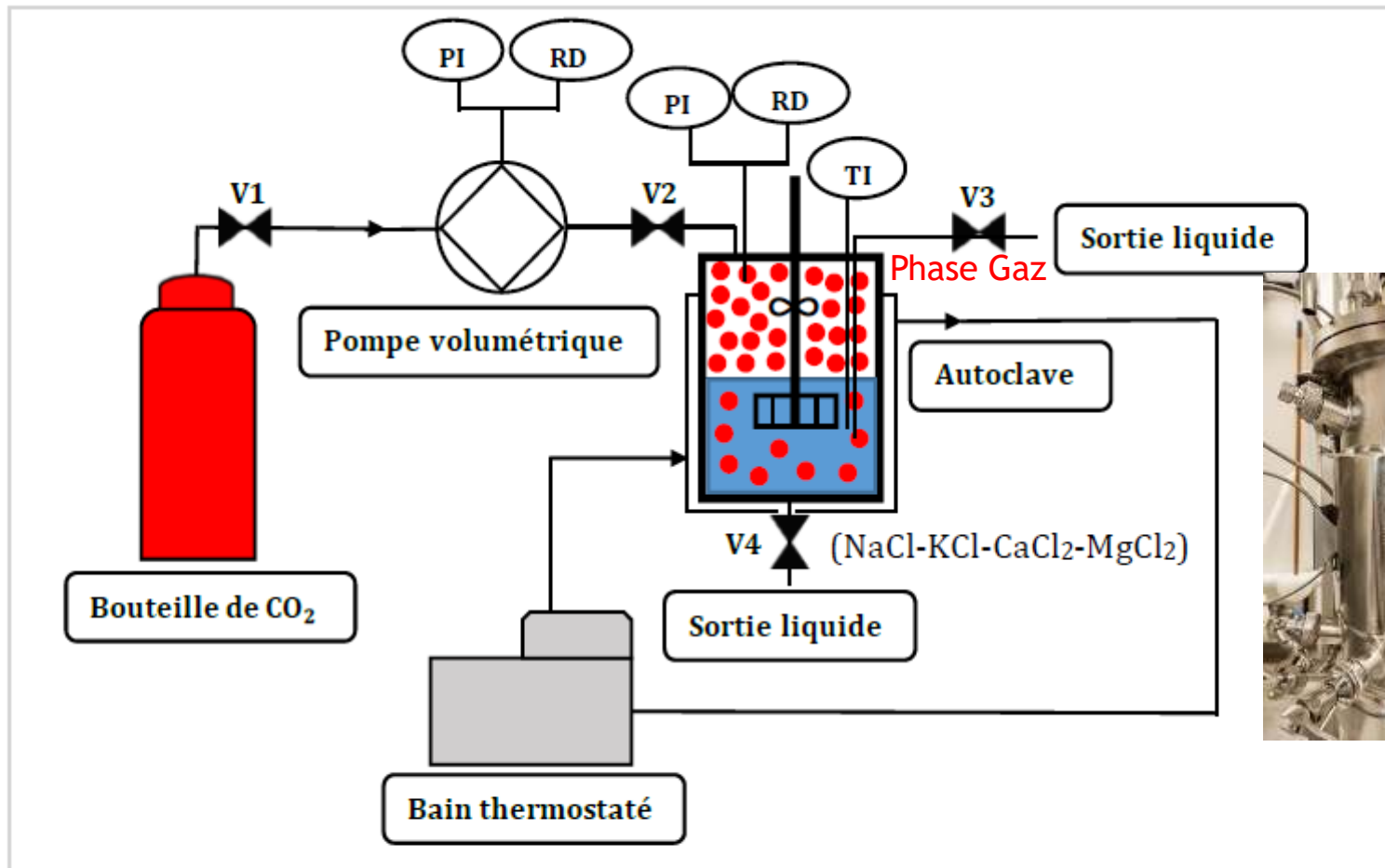


Schéma de principe du pilote expérimental : DR : disque de rupture; PI : capteur de pression; TI : sondes de température.

Objectif:

- *Développer une sonde de transflectance (TACHE 1)
Haute pression - Haute température*
- *Couplée avec un laser supercontinuum Proche IR (TACHE 2)*
- *Pour la détection in situ de gazs (CO₂, CH₄, CO, NO_x, SO_x, ..)
dans des réacteurs commerciaux
en conditions géothermales 200° C-20 MPa (TACHE 3)*

- *Développer une sonde de transfectance (TACHE 1)
Haute pression (30MPa) - Haute température (250° C)*
- *Un seul hublot (Saphir)*
- *Vis miroir pour mesure en transfectance*
- *Trajet optique variable (100 μm - 10mm)*



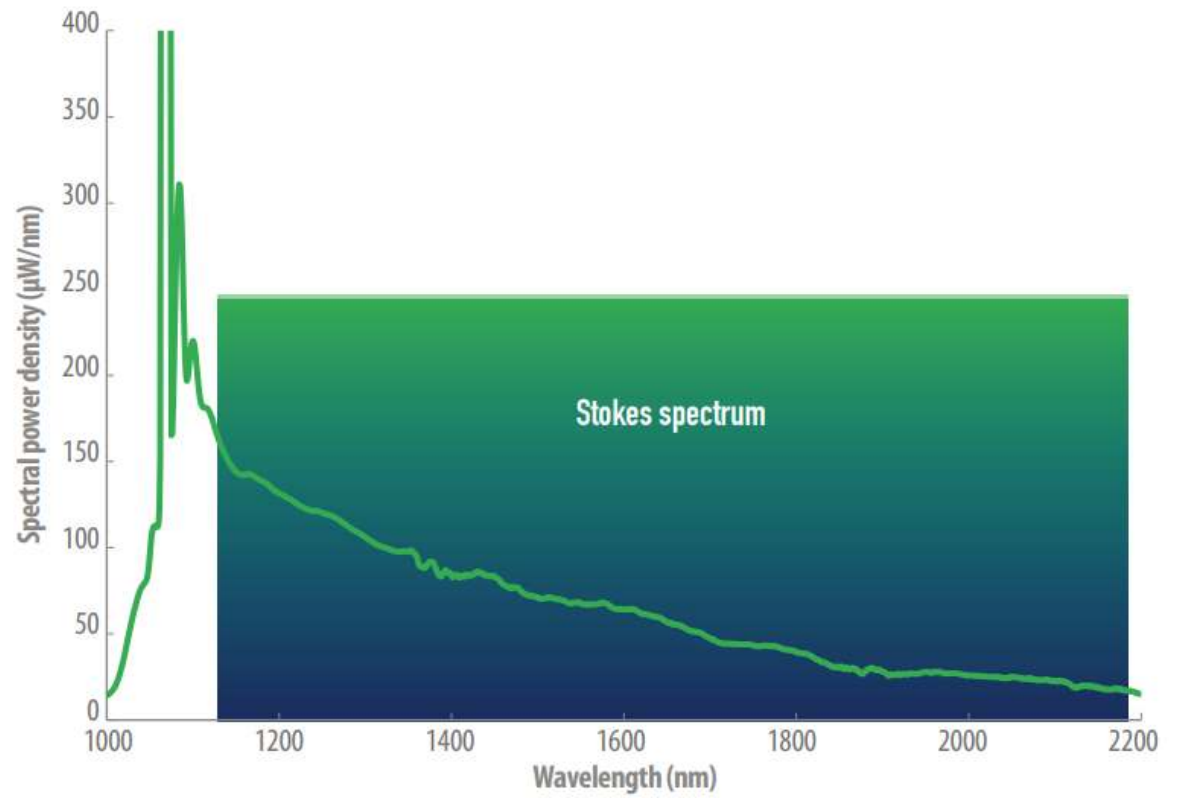
- *Développer une sonde de transfectance (TACHE 1)
Haute pression (30MPa) - Haute température (250° C)*
- *Un seul hublot (Saphir)*
- *Vis miroir pour mesure en transfectance*
- *Trajet optique variable (100 μm - 10mm)*



- **Couplage avec un laser supercontinuum Proche IR (TACHE 2)**
 - Source intense, Proche Infrarouge ($4000-10000\text{ cm}^{-1}$)
 - Faisceau $\varnothing=1\text{mm}$

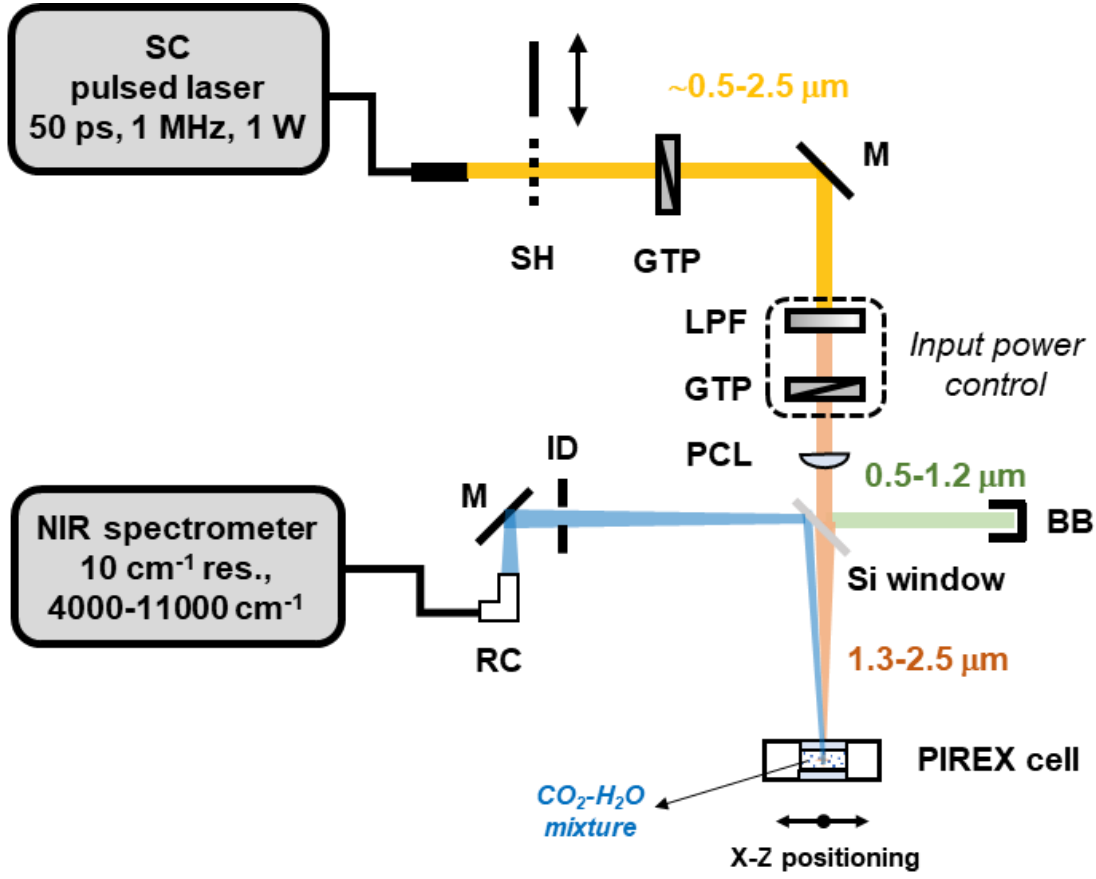


LEUKOS modèle opéra,
100ps, 1MHz, 1W, 1064nm

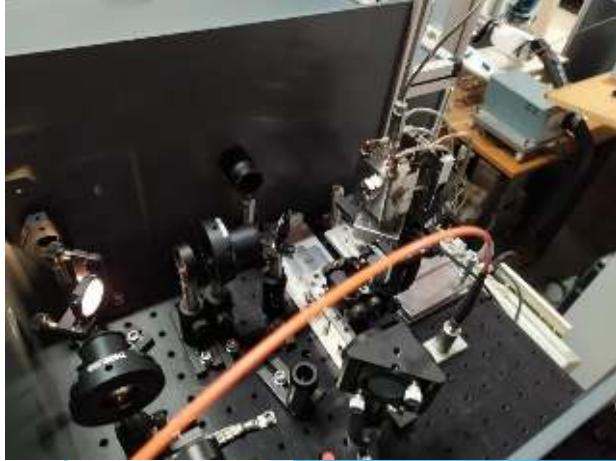


Projet PIREX

- Couplage avec un laser supercontinuum PIR (TACHE 2)
 - Source intense, Proche Infrarouge (4000-10000 cm^{-1})
 - Faisceau $\varnothing=1\text{mm}$

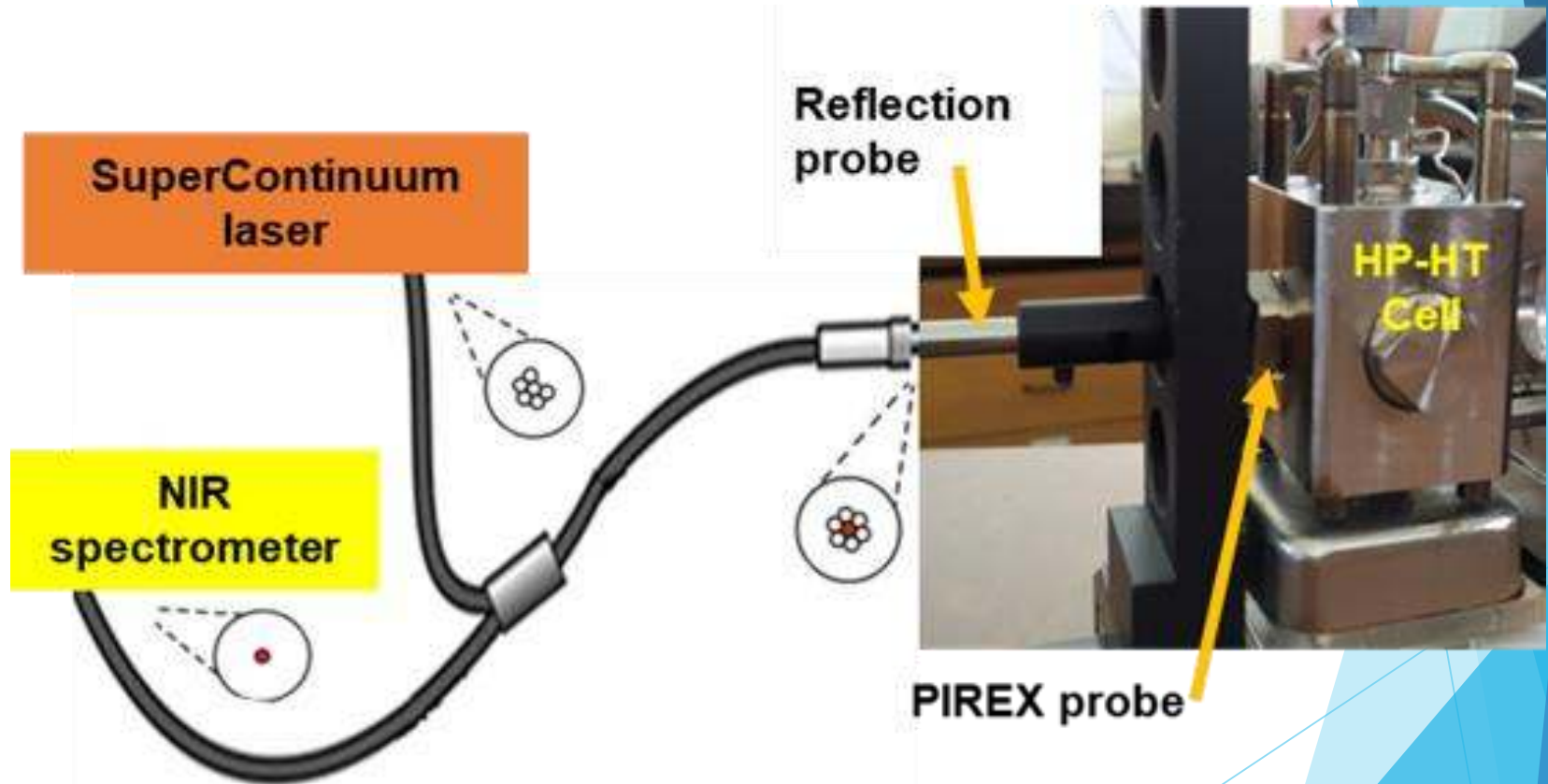


BB: beam blocker
GTP: Glan-Taylor polarizer
ID: iris-diaphragm
LPF: longpass filter
M: mirror
PCL: plano-convex lens
RC: reflective collimator
SC: supercontinuum
SH: shutter



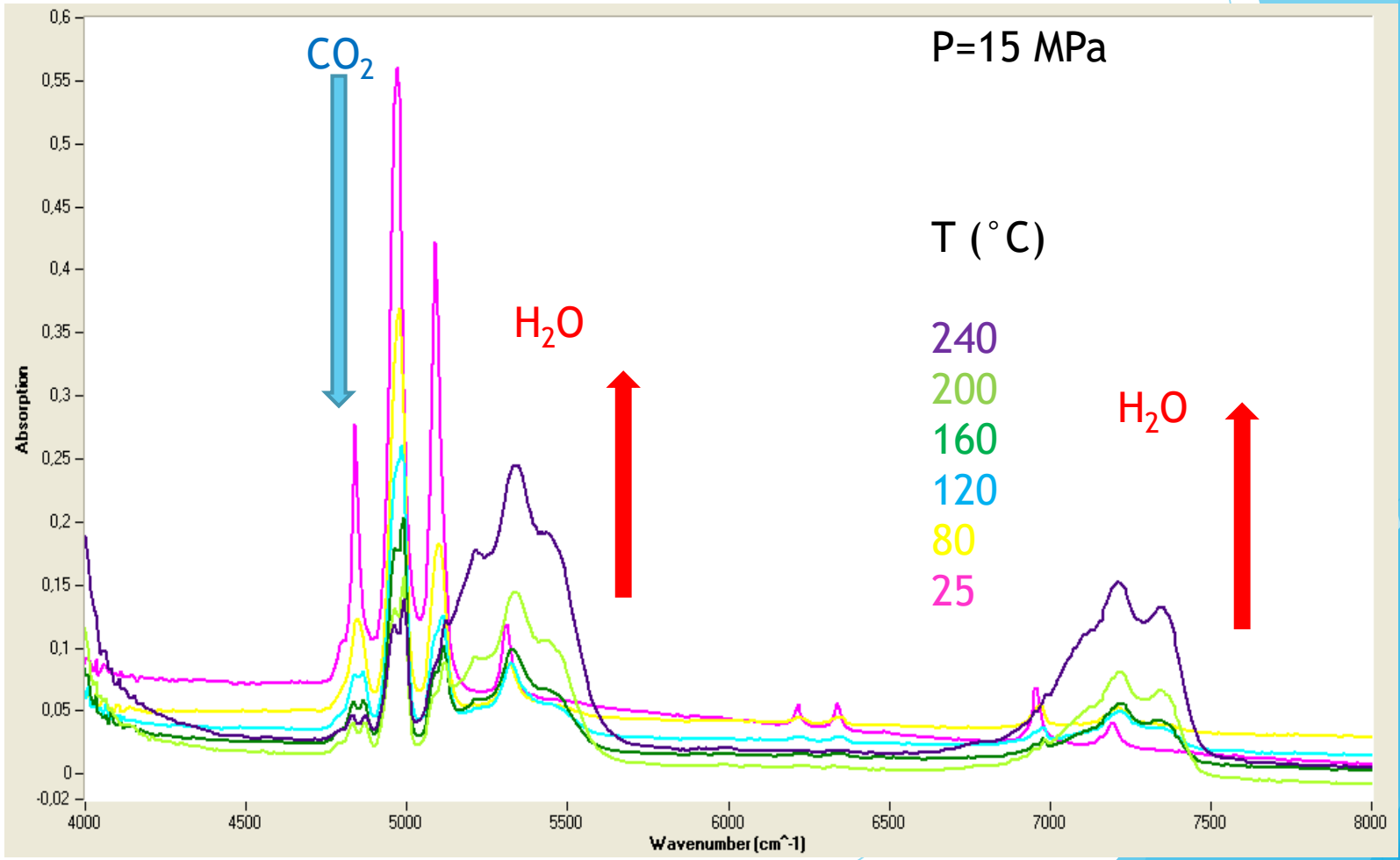
Projet PIREX

- *Couplage laser supercontinuum PIR/Sonde PIREX par fibre optique avec sonde de reflexion*



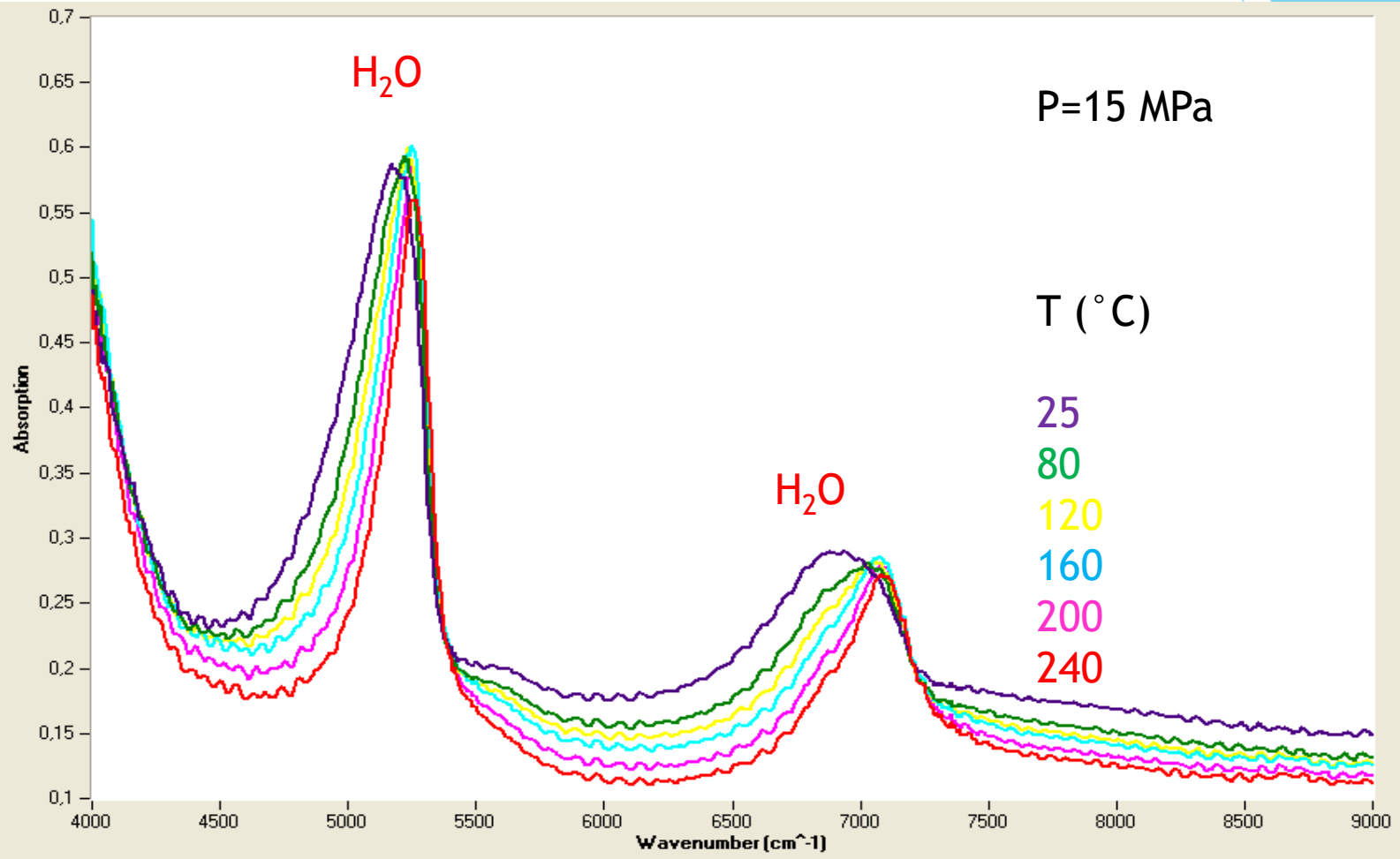
- Etude in situ d'un mélange H₂O/CO₂ en conditions géothermales (240° C - 15MPa)

Phase Riche en CO₂



- Etude in situ d'un mélange H₂O/CO₂ en conditions géothermales (240° C - 15MPa)

Phase Riche en H₂O

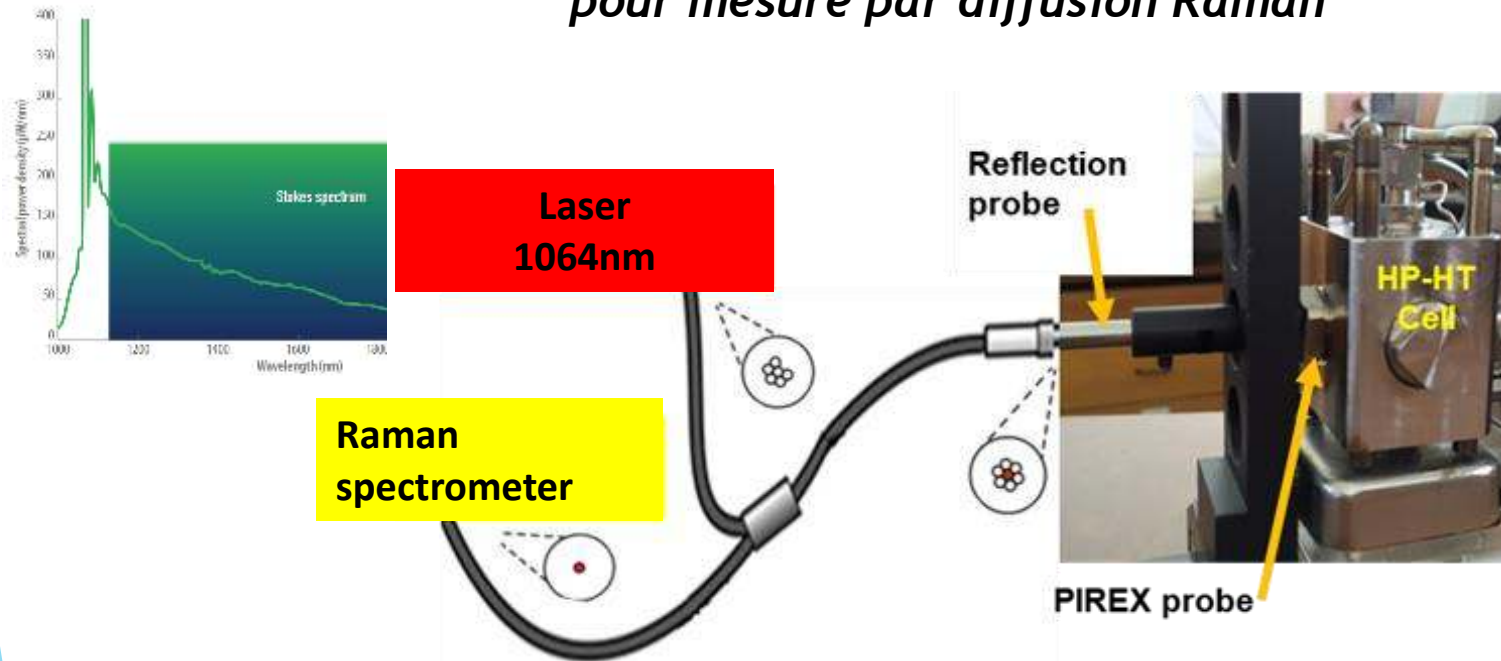


- ***Pour l'étude in situ des fluides géothermaux (TACHE 3)***
 - *Réacteurs commerciaux agités (V=2l, 200 °C, 20 MPa)*
 - *Mesures déportées (fibre optique)*
 - *Système portable*
 - *Etude des phases gazs et liquides*

Non réalisée en 2020 → Plan de travail pour 2021



- **Couplage laser SC (raie d'émission à 1064nm) - Sonde PIREX pour mesure par diffusion Raman**



- Complémentaire des mesures PIR
- Concentration de gazs tels que H_2 , N_2 et O_2 non détectables par spectroscopie PIR

Projet PIREX

Merci pour votre attention



Pr. Pierre CEZAC



Pr. Vincent RODRIGUEZ
Dr. Dominique VERREAULT

Dr. Thierry TASSAING