

# Journée Réseau Instrumentation: R&D mécanique

## Refroidissement évaporatif à CO<sub>2</sub>

Nick Lumb, IPN-Lyon

19/03/2015

# Refroidissement des trajectographes

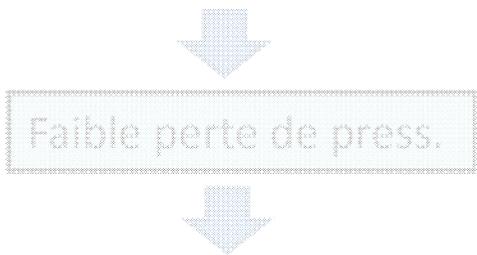
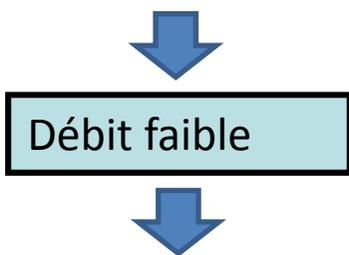
Le CO<sub>2</sub> bi-phase est particulièrement intéressant pour le refroidissement des trajectographes, où on essaie de minimiser la masse du détecteur

- Faible densité
- Résistant à la radiation
- Prix bas
- « Environmentally friendly » (GWP = 1)
- Coefficient de transfert thermique élevé
- Permet l'utilisation des tuyaux de petit diamètre (et faible épaisseur)

# Le CO<sub>2</sub> → petit tuyaux

## Comparaison avec R-218 (C<sub>3</sub>F<sub>8</sub>)

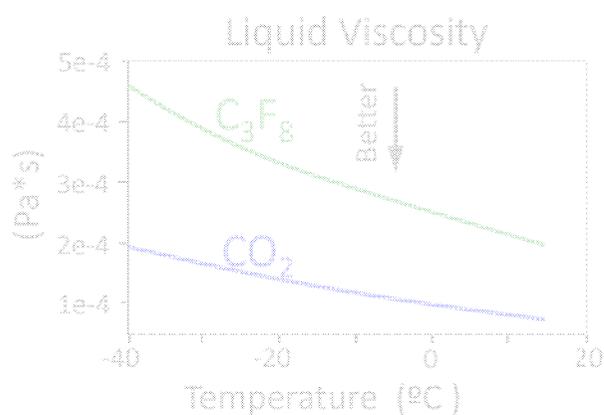
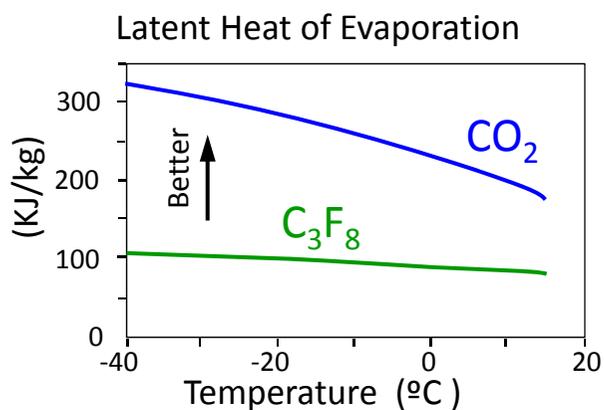
Chaleur d'évaporation élevé & Viscosité faible & Haut pression



**Faible perte de press.**

Très faible perte de press.

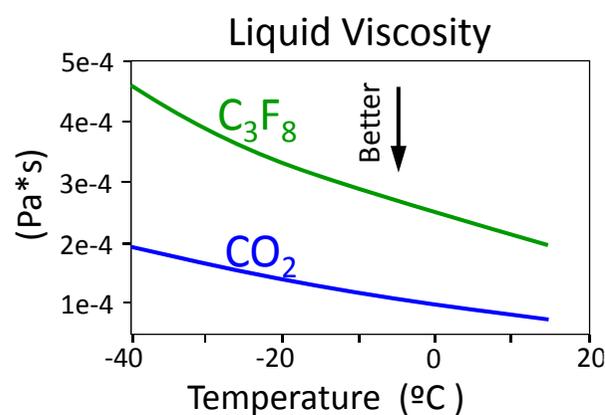
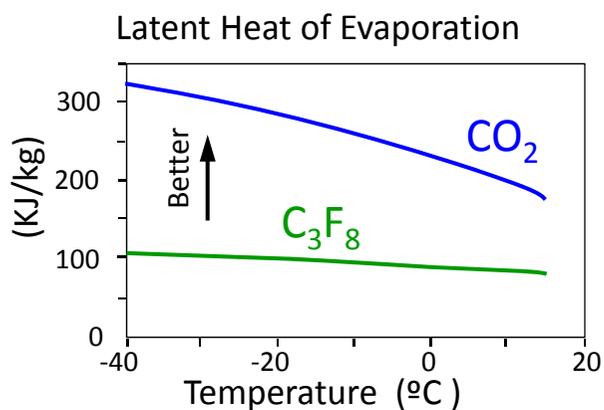
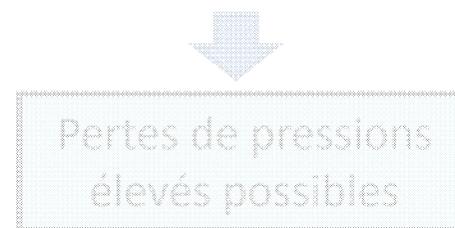
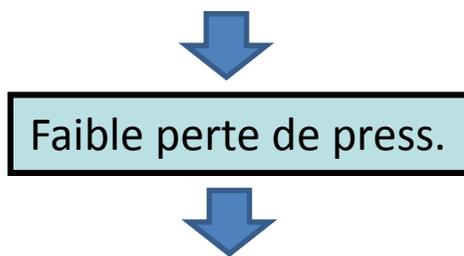
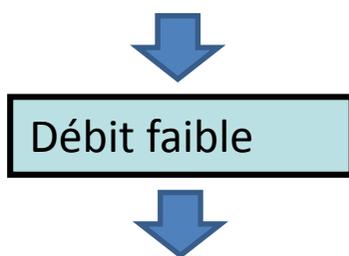
**Permet petits tuyaux**



# Le CO<sub>2</sub> → petit tuyaux

## Comparaison avec R-218 (C<sub>3</sub>F<sub>8</sub>)

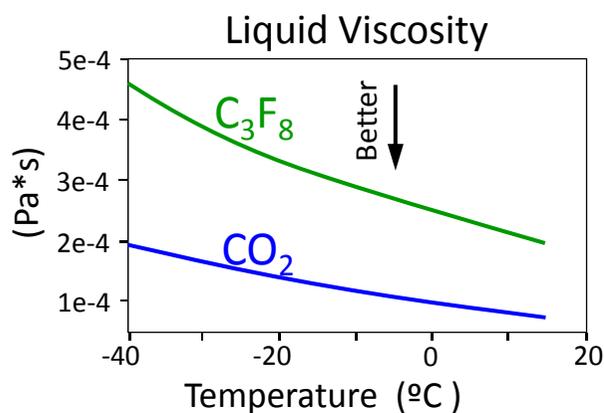
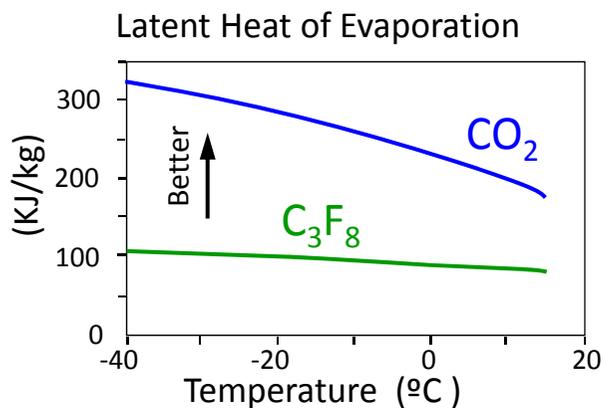
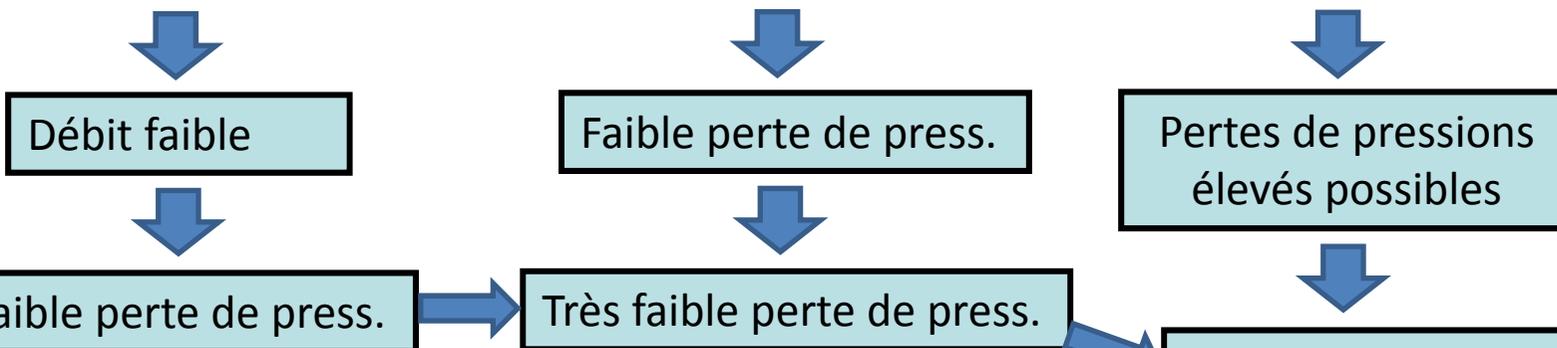
Chaleur d'évaporation élevé & Viscosité faible & Haut pression



# Le CO<sub>2</sub> → petit tuyaux

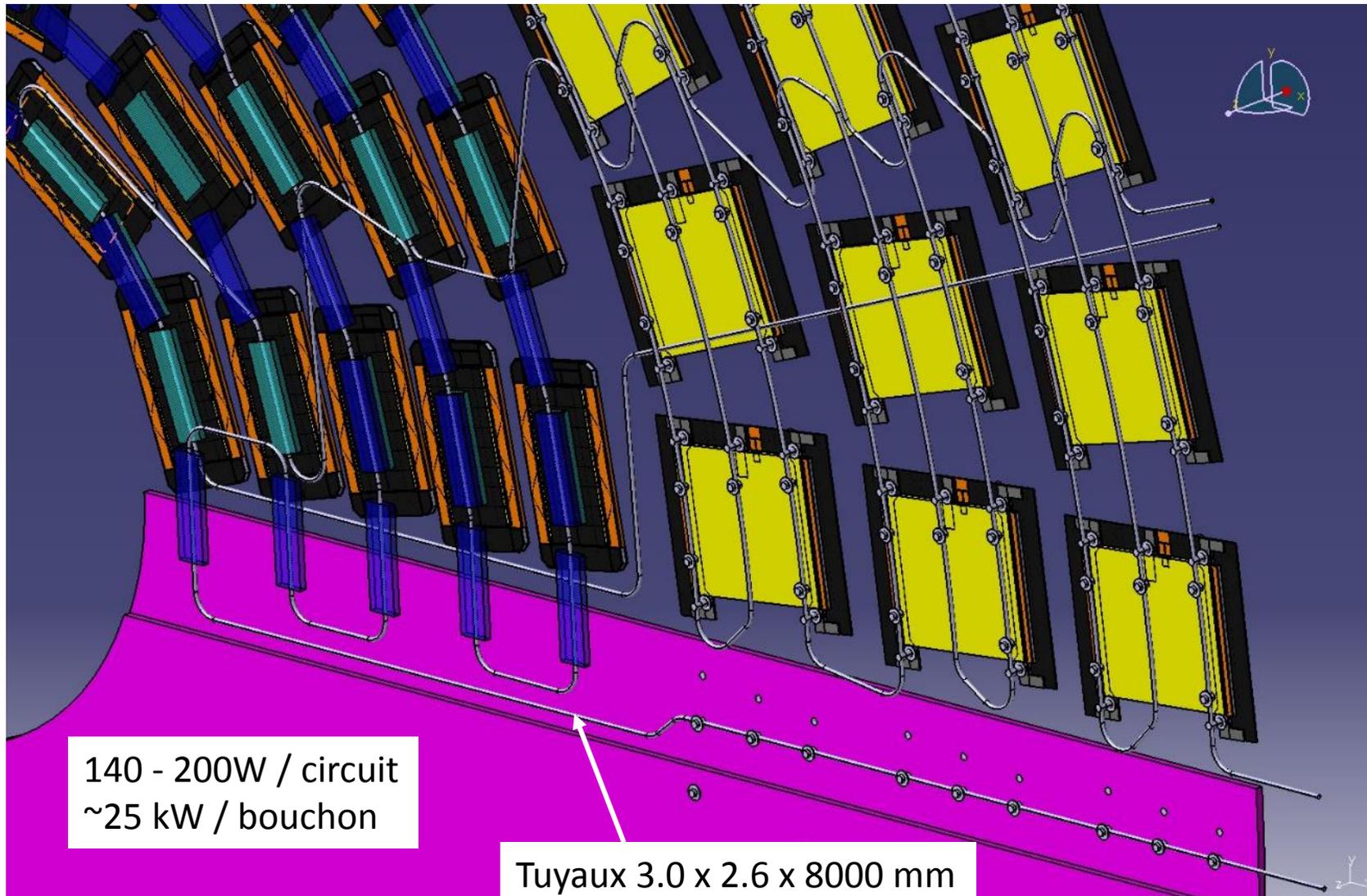
## Comparaison avec R-218 (C<sub>3</sub>F<sub>8</sub>)

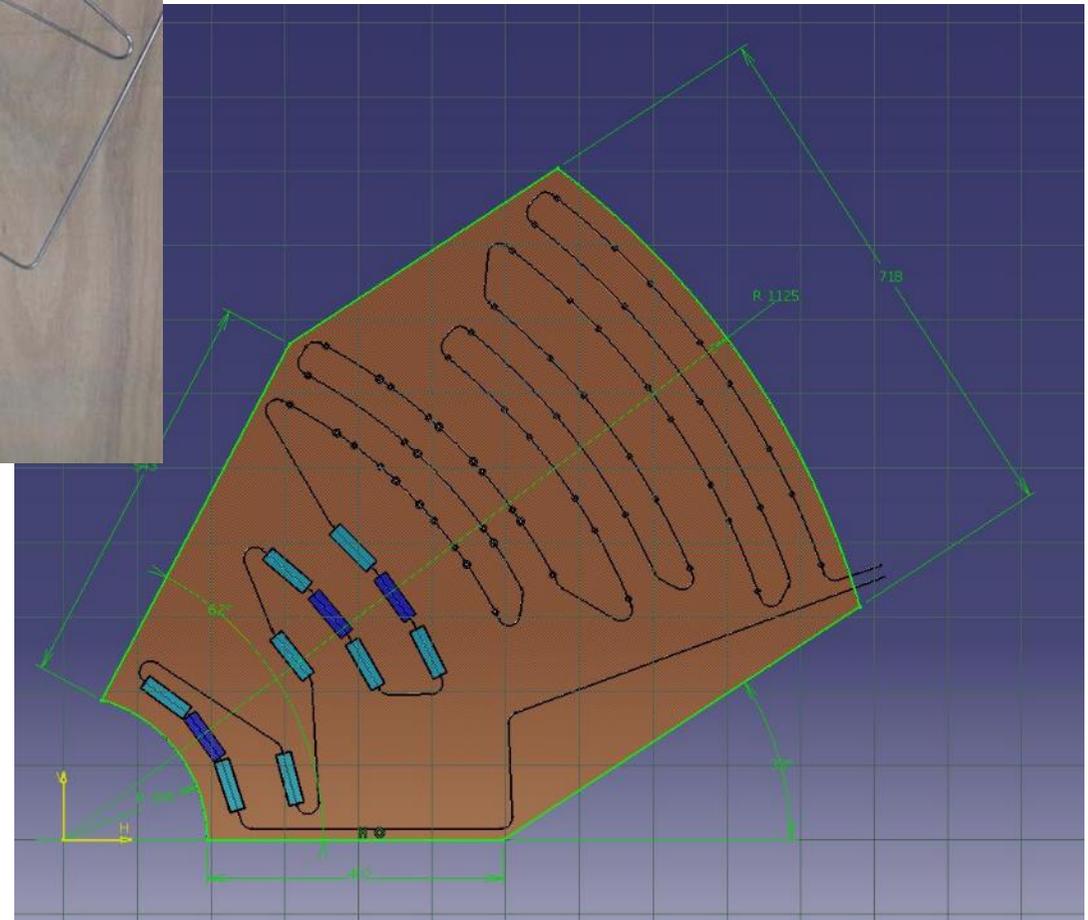
Chaleur d'évaporation élevé & Viscosité faible & Haut pression



**Permet  
petits tuyaux**

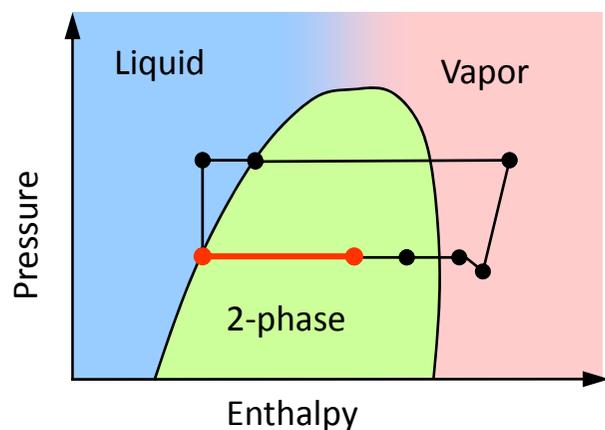
Exemple: bouchons trajectographe CMS (« Phase 2 »)



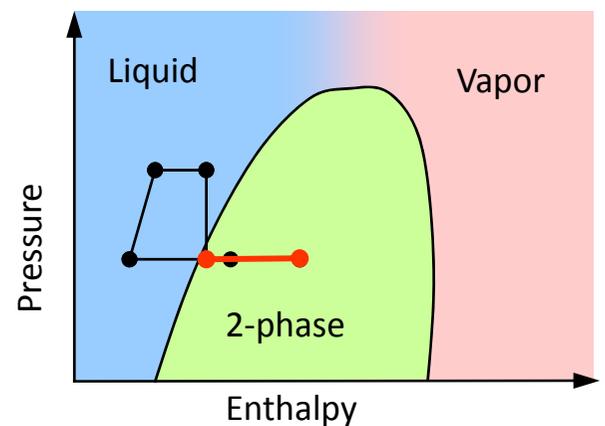
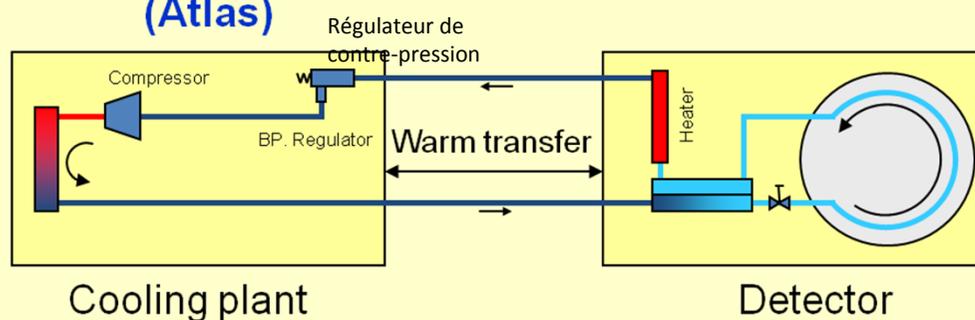


# Systemes de refroidissement étudiés à l'IPNL

1. Non circulatoire (CO<sub>2</sub> évacué à l'atmosphère)
2. Système circulatoire « simple »
  - Contrôle de la température par détendeur
  - Oscillation de la température à cause de l'ouverture et fermeture cyclique du détendeur
3. 2-Phase Accumulator Controlled Loop (2PACL)
  - AMS (150 W)
  - LHC-b VELO vertex detector (2x 750W)
  - CMS pixel (2x 15 kW) ← Implication IPNL
  - Températures très stables (+/- 0.1 °C)

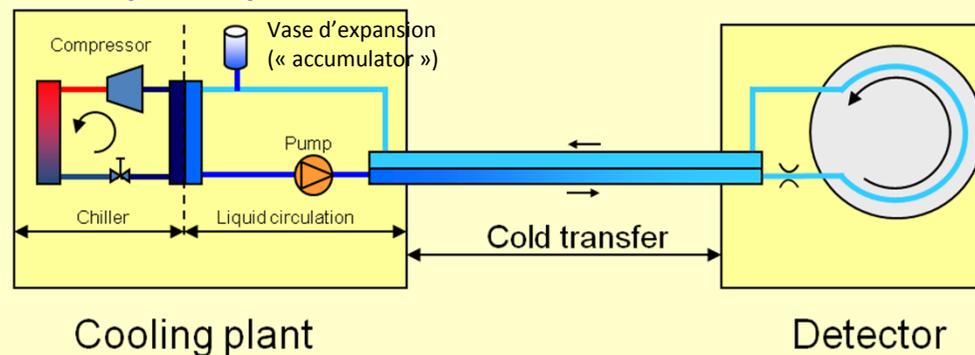


## Refrigeration method: Vapor compression system (Atlas)

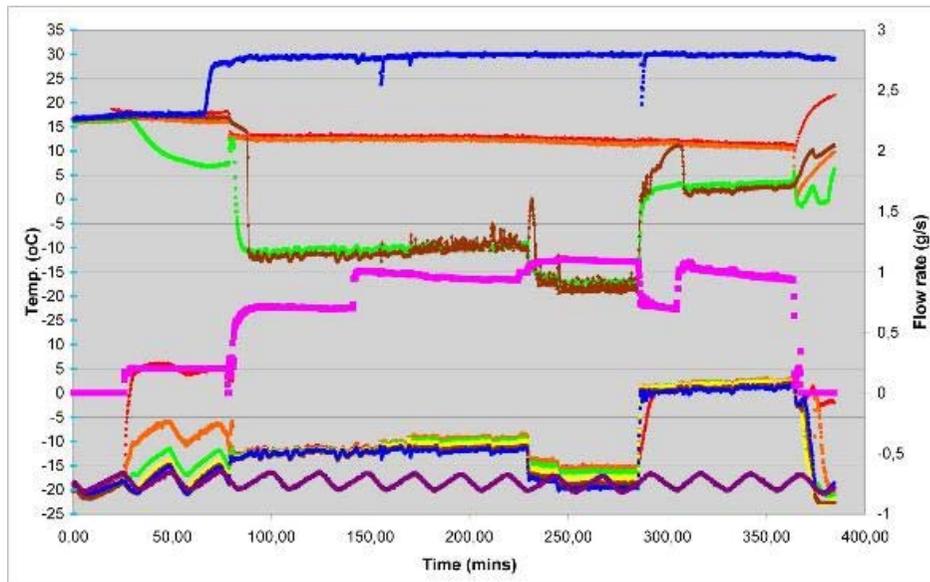
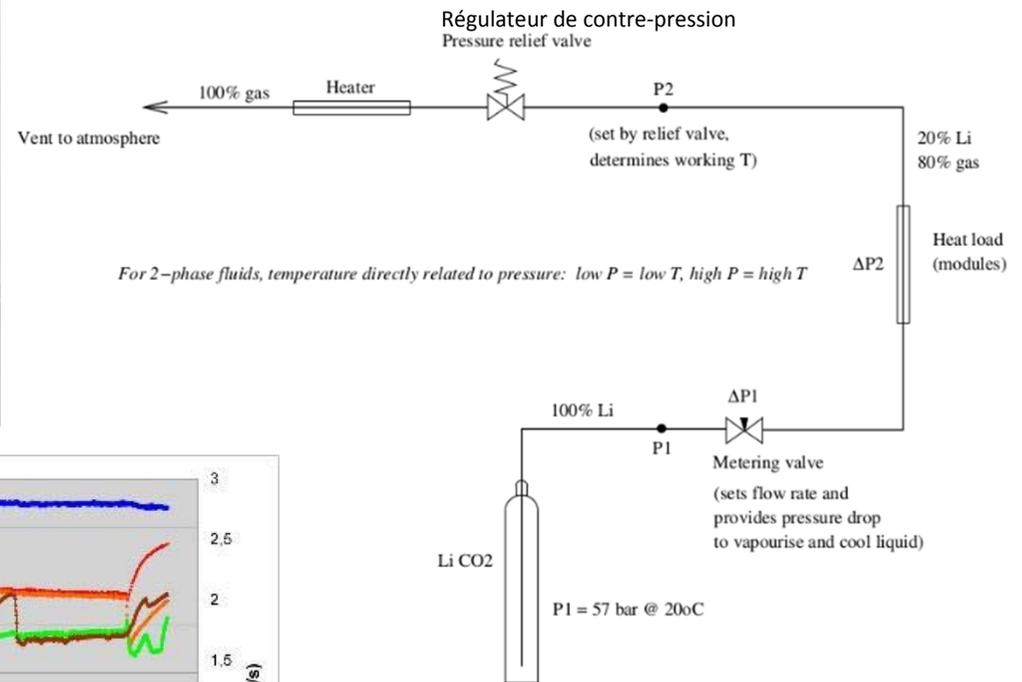


## 2PACL method: (LHCb)

## Pumped liquid system, cooled externally



# 1. Système non circulatoire



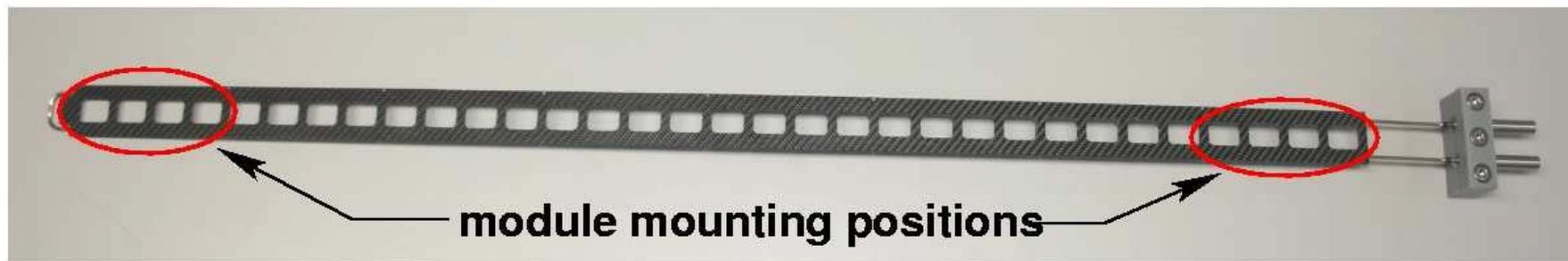
Prototype couche 1



- Feuilles chauffantes collées aux extrémités
- 3W par feuille
- Circule du CO<sub>2</sub> et évacue à l'atmosphère
- Mesure delta T (fluide, feuilles)



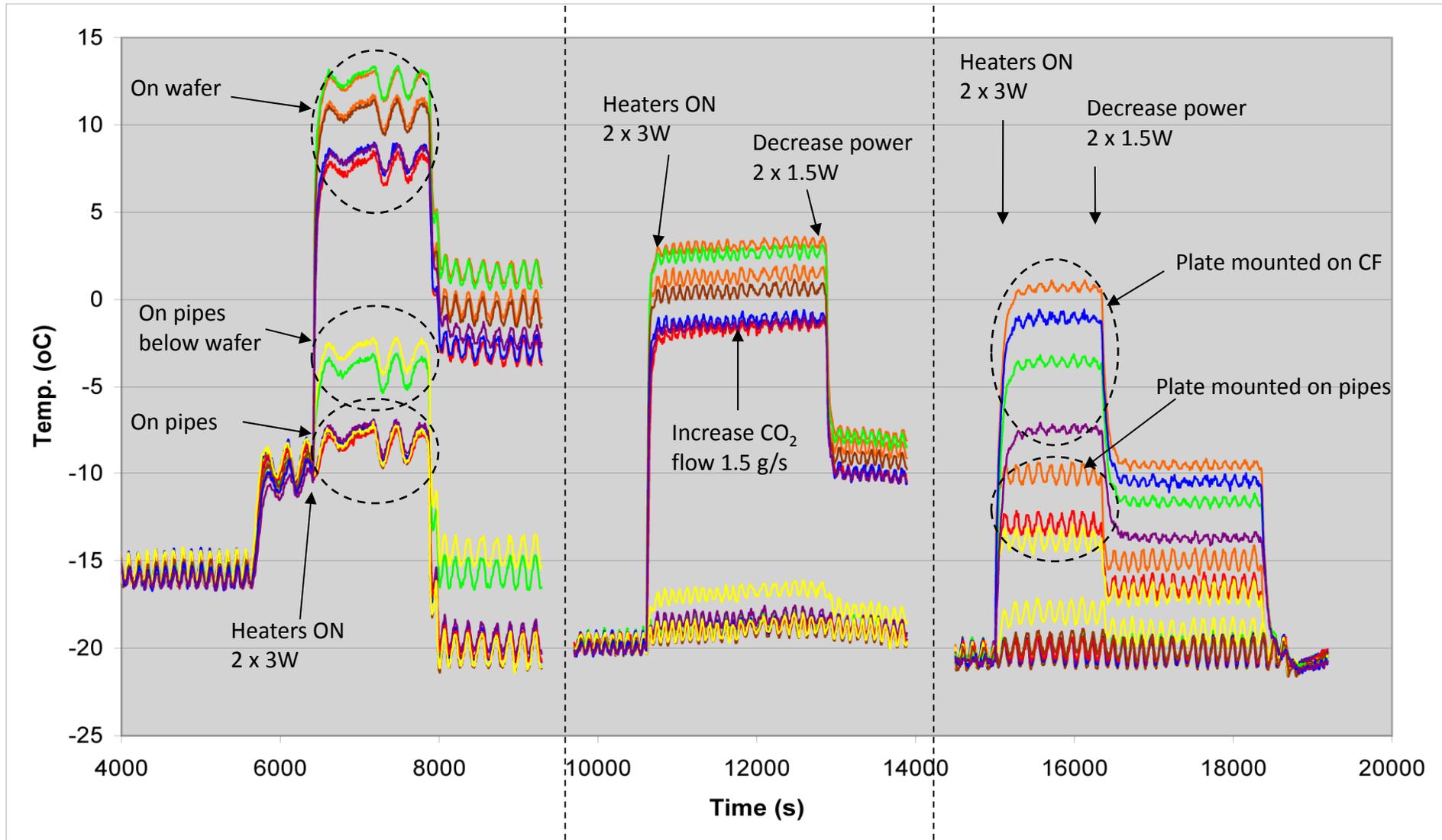
Dummy facet



Run no. 1  
(Preliminary run)

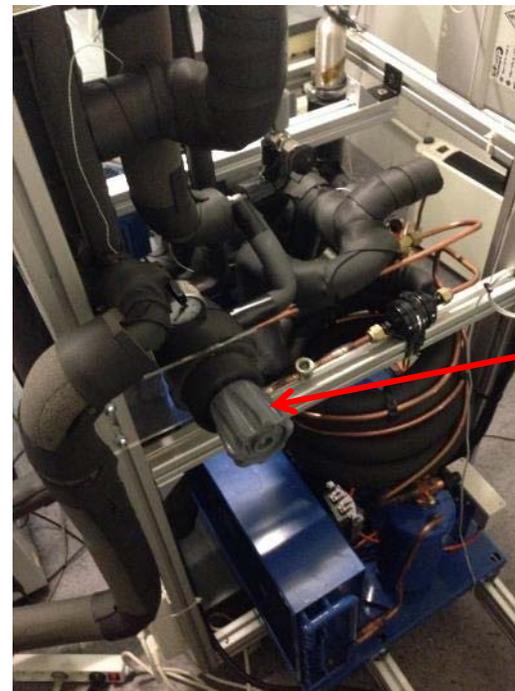
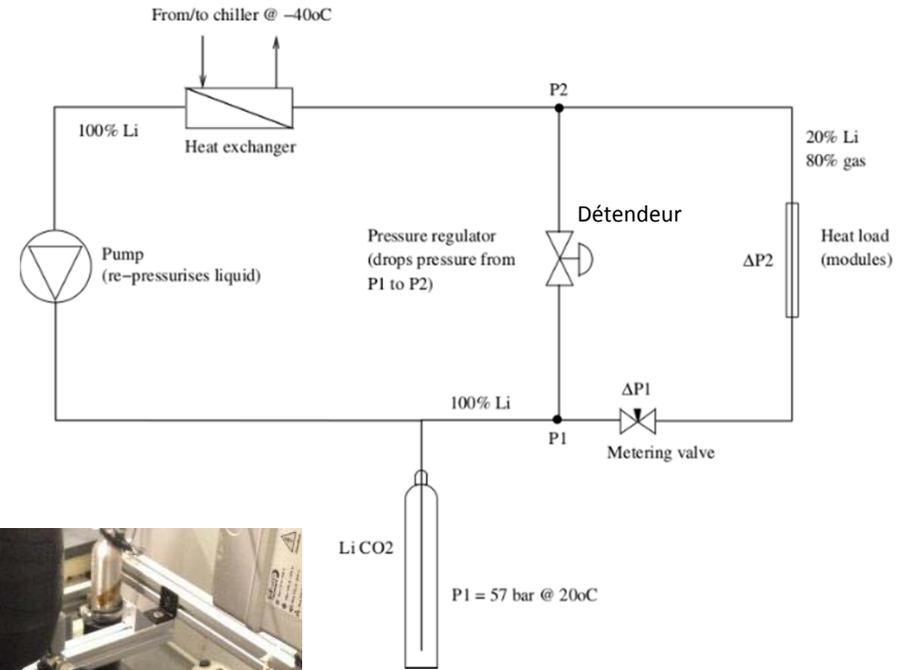
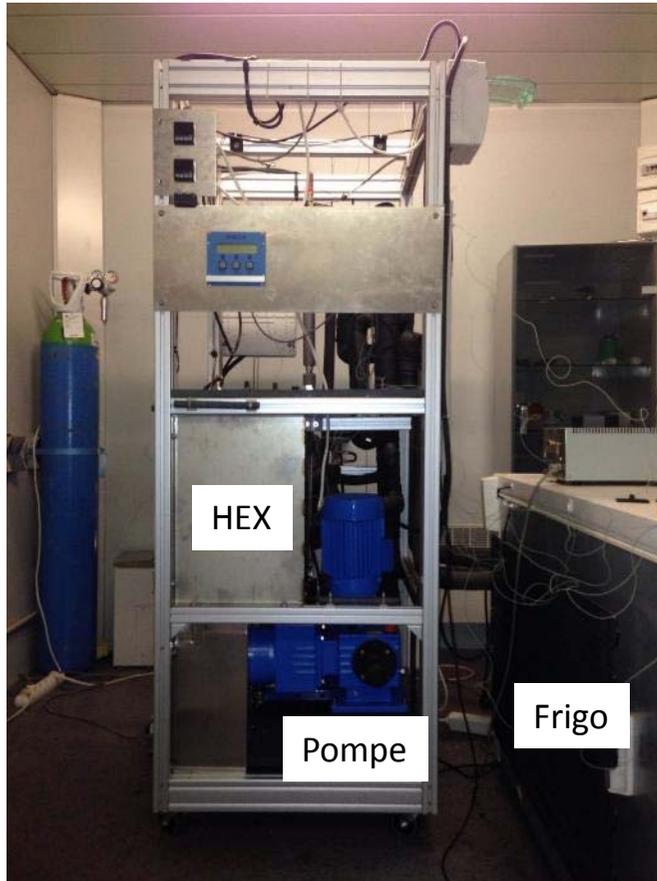
Run no. 2  
(Better insulation)

Run no. 3  
(Copper plates)

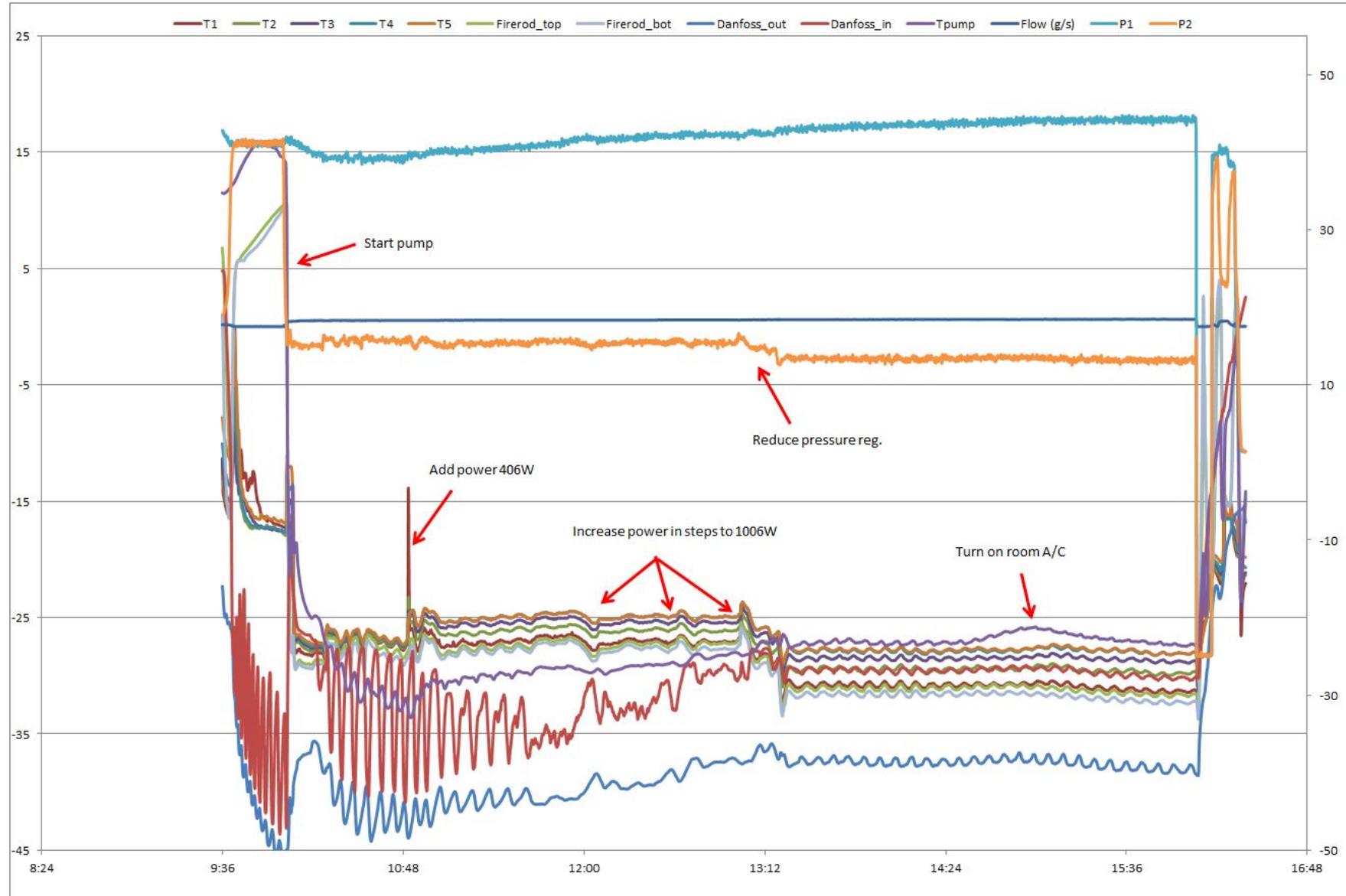


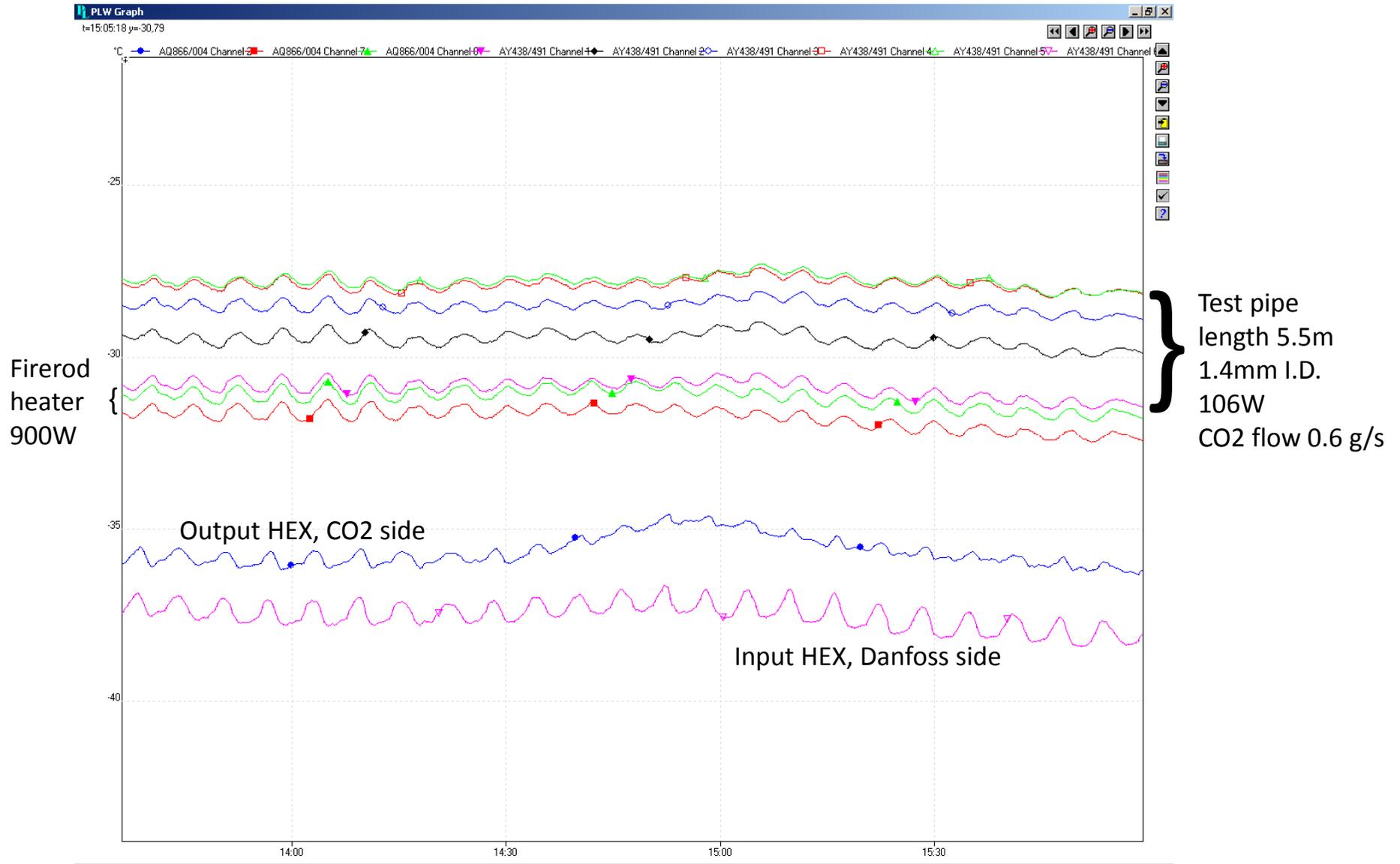
CO<sub>2</sub> flow rate: 1.0 g/s; freezer temp.: -20C

## 2. Système circulatorioire « simple »

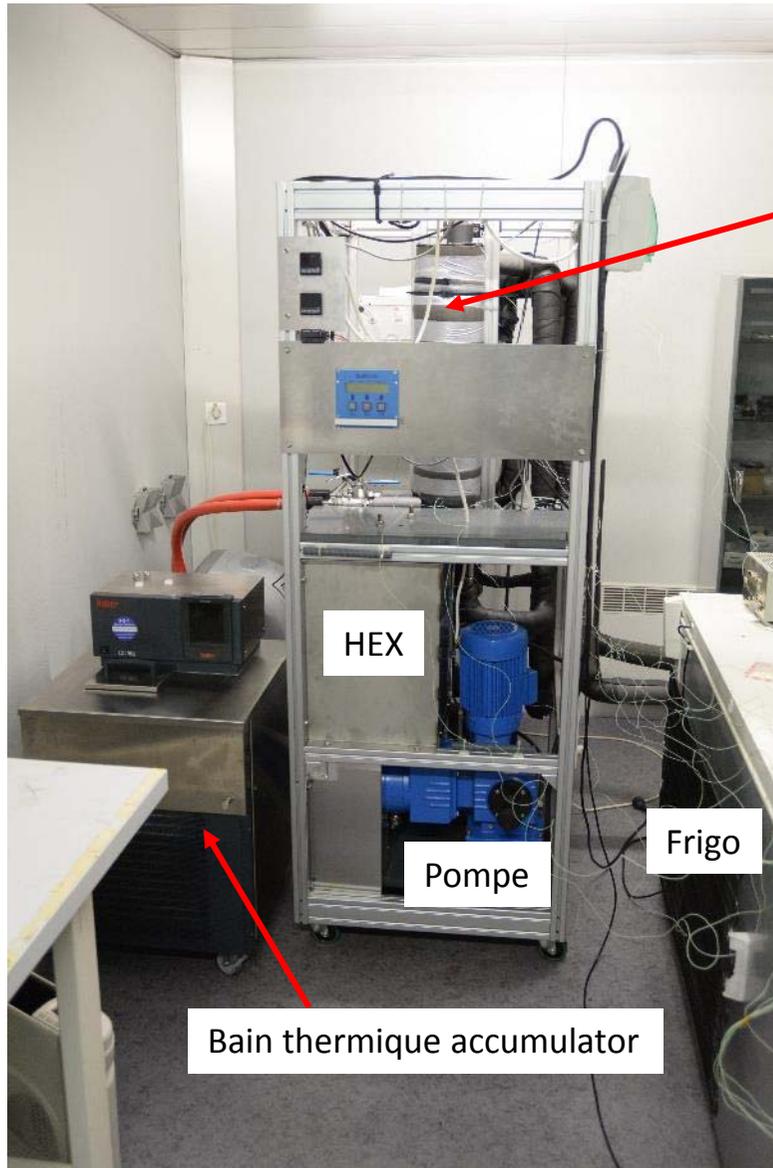


Détendeur précis

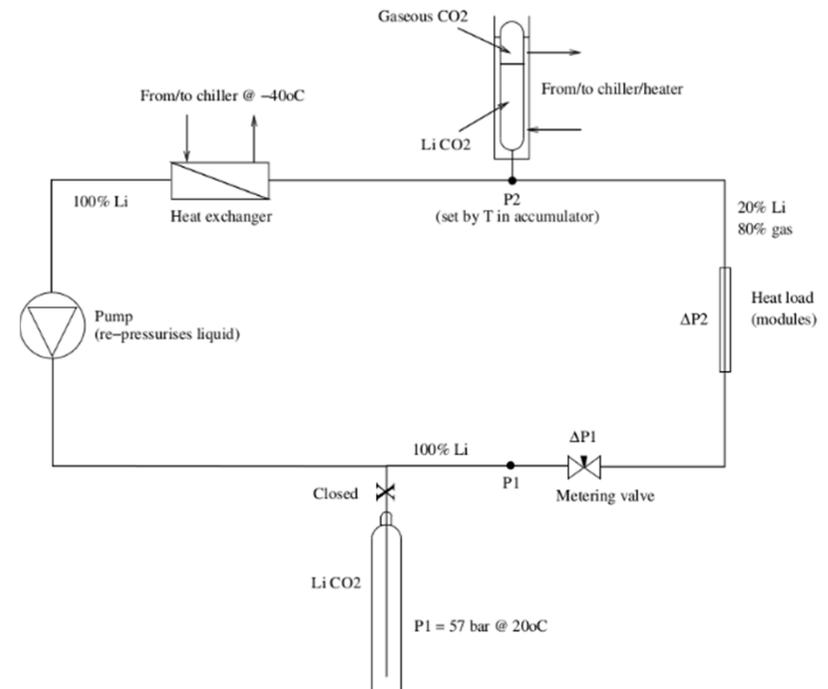




# 3. Système 2PACL (1 kW, -30°C)



« Accumulator »



# Conclusions

- Des systèmes de refroidissement évaporatifs à CO<sub>2</sub> ont été étudiés dans le cadre de notre recherche pour le nouveau trajectographe de CMS
- Le banc de test finale sera utilisé pour évaluer la performance des prototypes des circuits de refroidissement pour les bouchons du trajectographe
- Le système est basé sur la technologie « 2PACL », déjà utilisé avec du succès dans plusieurs détecteurs
  - Puissance max. 1 kW @ -30°C
- Les premiers prototypes des circuits CMS seront assemblés et testés à -30°C dans les prochains mois