

Conditions expérimentales

Le système de calibration

La maquette du CPPM

Le premier test avec azote liquide

Le futur

Pierre Barrillon, José Busto, Jérôme Royon, Marie Van Uffelen, Isabelle Wingerter-Seez
et un large support du laboratoire

Les conditions expérimentales

Une particule de matière noire (WIMP) de masse 10 GeV (100 GeV) qui entrerait dans le volume d'**argon liquide** déposerait entre 10 et 100 keV d'énergie.

Les atomes d'argon sont excités et produisent

photons de 128 nm en deux phases: rapide (\sim ns) et lente (\sim μ s): scintillation (**S1**)

électrons d'ionisation (**S2**)

Deux bruits de fond:

irréductible **neutrons** (\sim WIMP)

S1 rapide (\sim ns) + S1/S2 grand

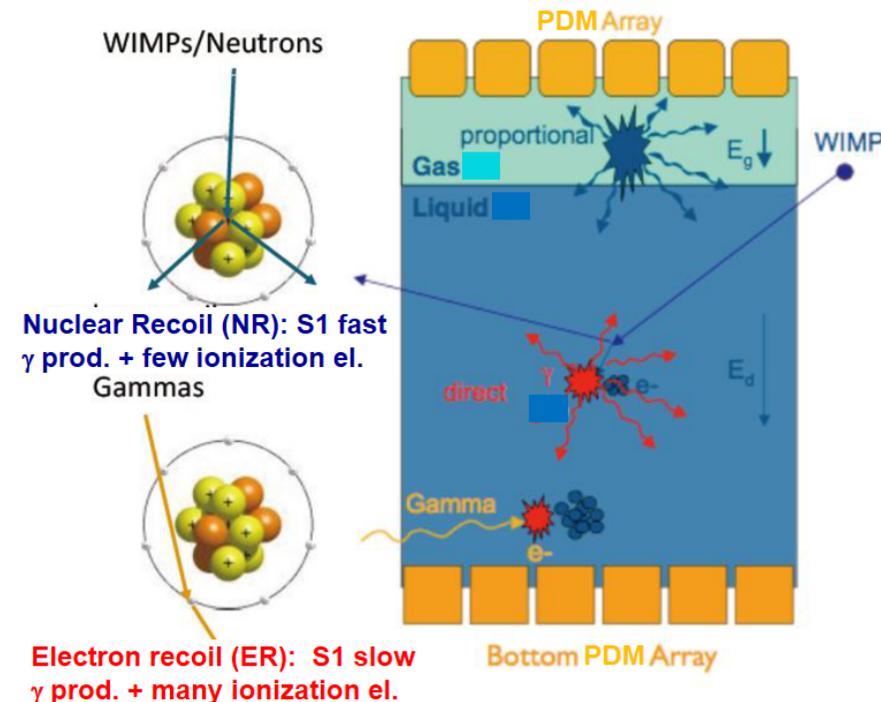
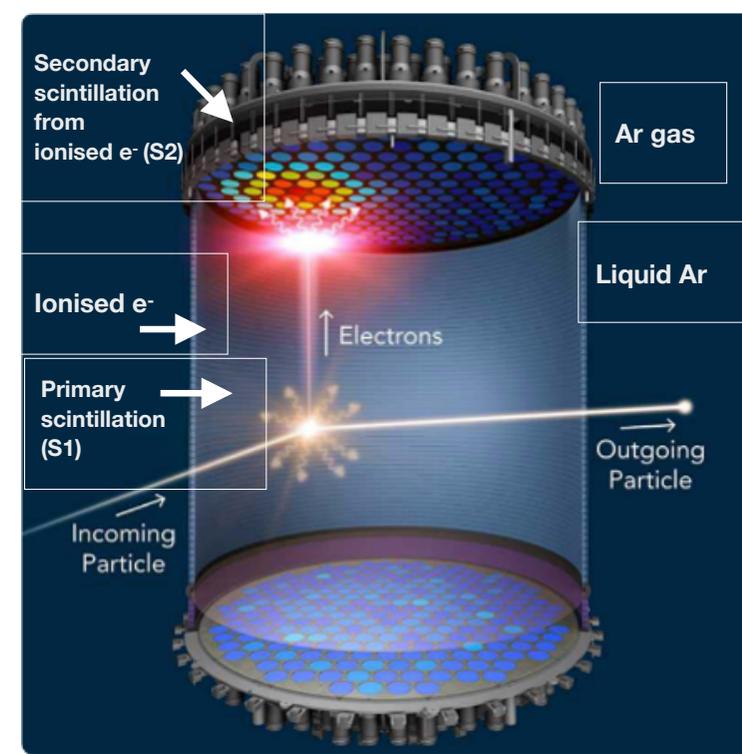
réductible **gamma**

S1 lent (\sim μ s), S1/S2 petit

Deux mesures: TPC double phase

S1 décalée à 420 nm, γ réfléchis, SiPM haut et bas

S2 e⁻ dérivent vers le haut, phase gazeuse Ar, émission de gammas localisée



Les conditions expérimentales

Protection et lutte contre les bruits de fond

Argon souterrain (UAr) protégé des interactions cosmogéniques, faible contamination en ^{39}Ar , puis purification dans ARIA: facteur 10 supplémentaire

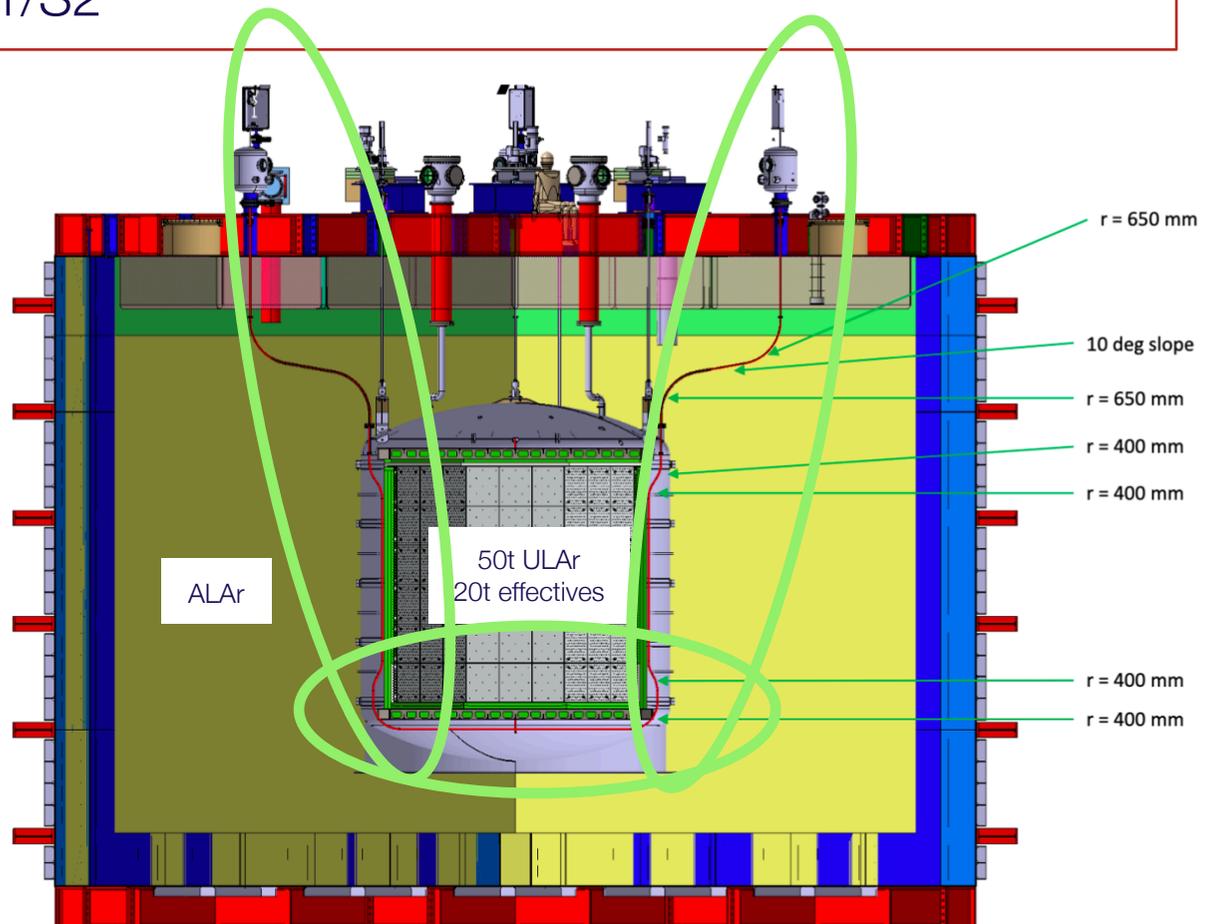
Matériaux radio-purs

Détecteur veto autour du détecteur

Forme du signal S1 ER vs NR séparables à $> 10^8$: *the killer*

Séparation supplémentaire S1/S2

bdf < 0.1 evt pour 200t.y
(10 ans DS20k)



Importance de l'étalonnage

Energies de recul neutron E_{NR} entre **0.5 et 100 keV** (1 GeV-1TeV)

pour $E_{NR} < 10$ keV, S2 *only* (cf limite basse masse de DS-50-2018 [Phys. Rev. Lett. 121, 081307](#))

Energie de recul électrons E_{ER} entre **0.05 et 100 keV**

Linéarité

Uniformité et stabilité de la réponse (DS20k ~ 400 x DS50 en volume),
en temps et espace

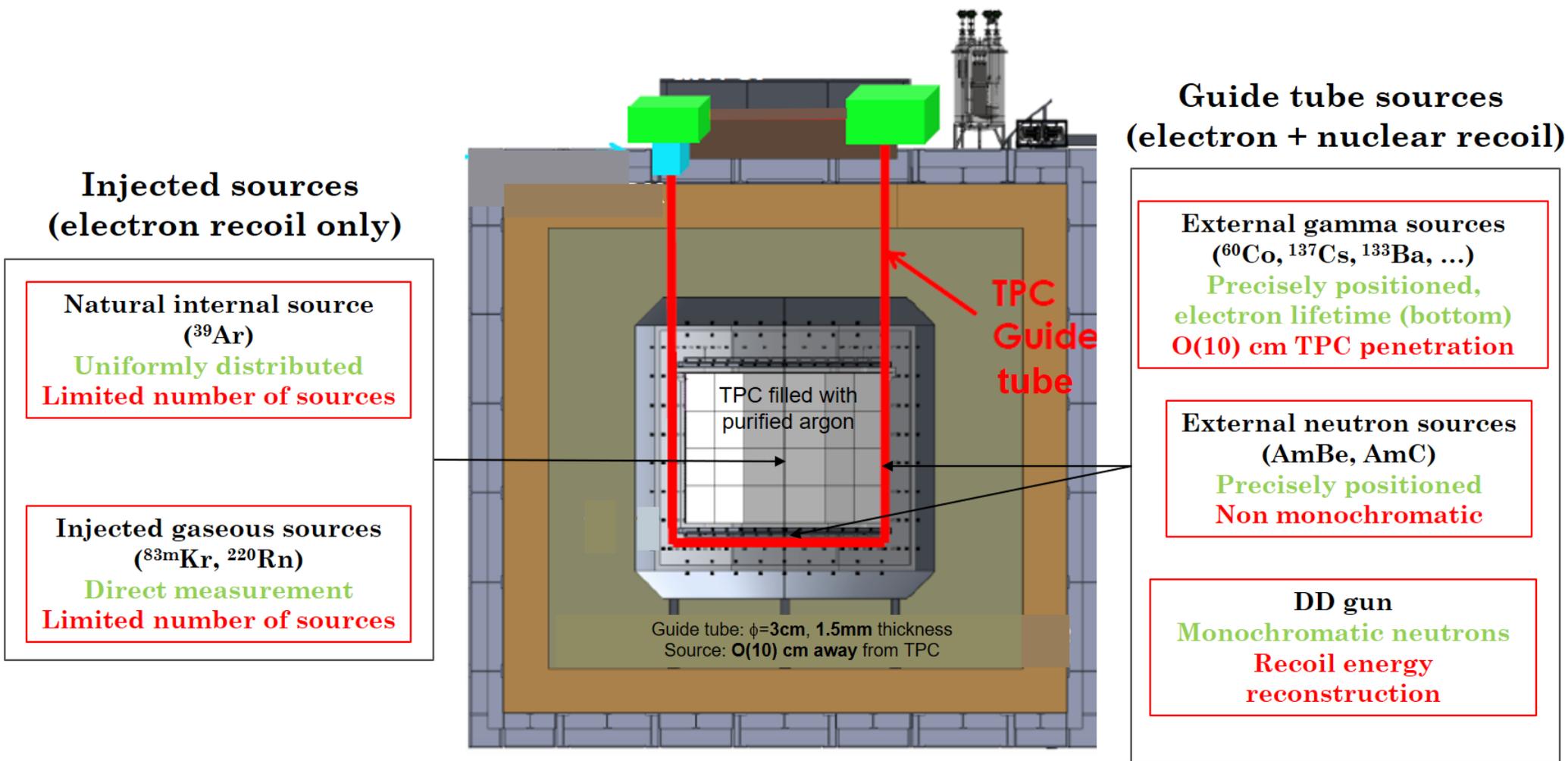
Position de la source **~1cm**

ER vs NR: sources gamma et neutrons

Stabilité à **très long terme** (10 ans de fonctionnement)

200 000 SiPM à suivre régulièrement

Les sources de neutrons et gammas





Fons est adhæsit*

* La source est coincée

Les défis du système d'étalonnage

La source ne peut pas rester coincée dans le tube

Le système doit fonctionner à la température de LAr (83°K)

Pas de formation de glace dans le tube

Source attachée deux fois

Précision en position des sources ~1cm

Sources petites, puissantes mais pas trop (cf présentation de Marie)

Position des sources vs les murs de la TPC et du véto

Profiter de l'expertise acquise: SNO, DS50, STEREO,.....

MAQUETTE, TESTS, MAQUETTE, TESTS,.....

La maquette pas à pas

Septembre 2020



Novembre 2020



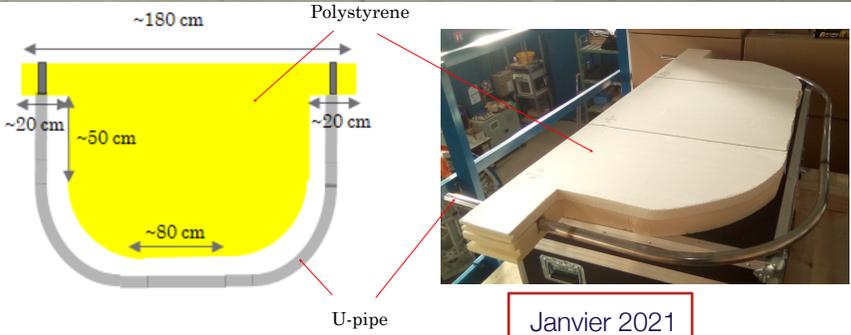
Janvier 2021



Janvier 2021



Juillet 2021



Janvier 2021

Le tube



Septembre 2020

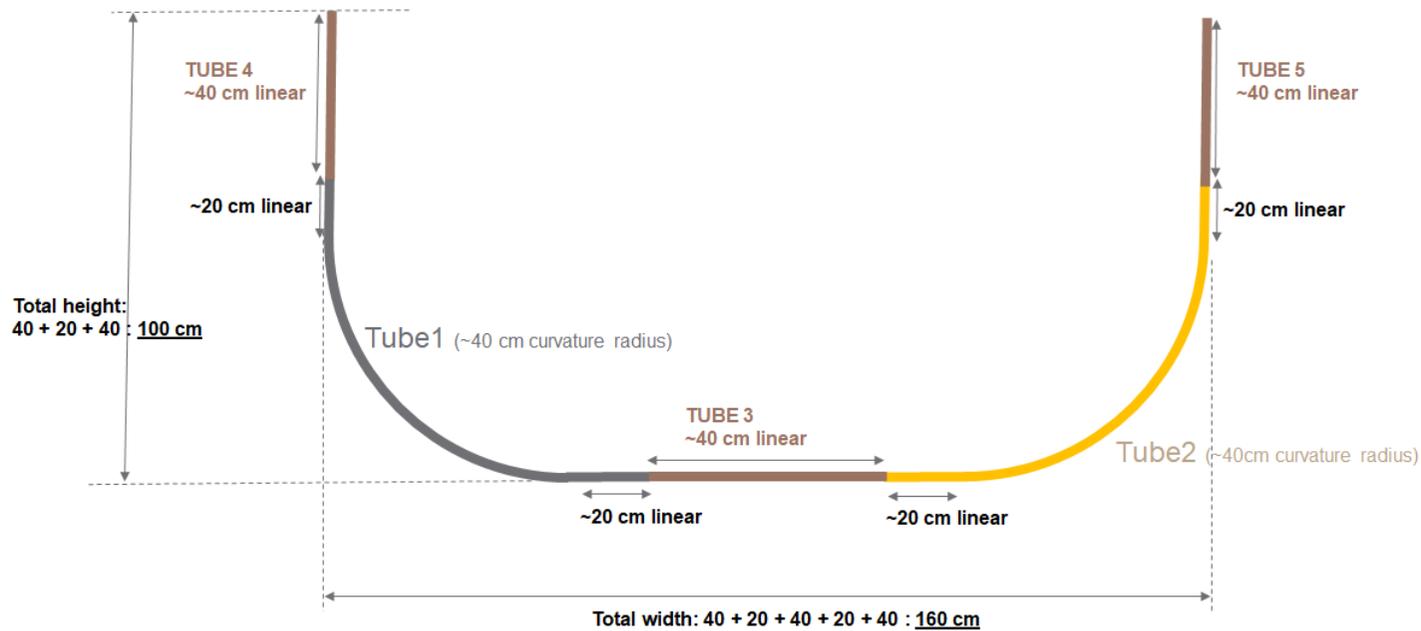
Cinq portions de ~1 mètre:

Deux cintrées (cintrage métal - Var)

Trois soudées au labo

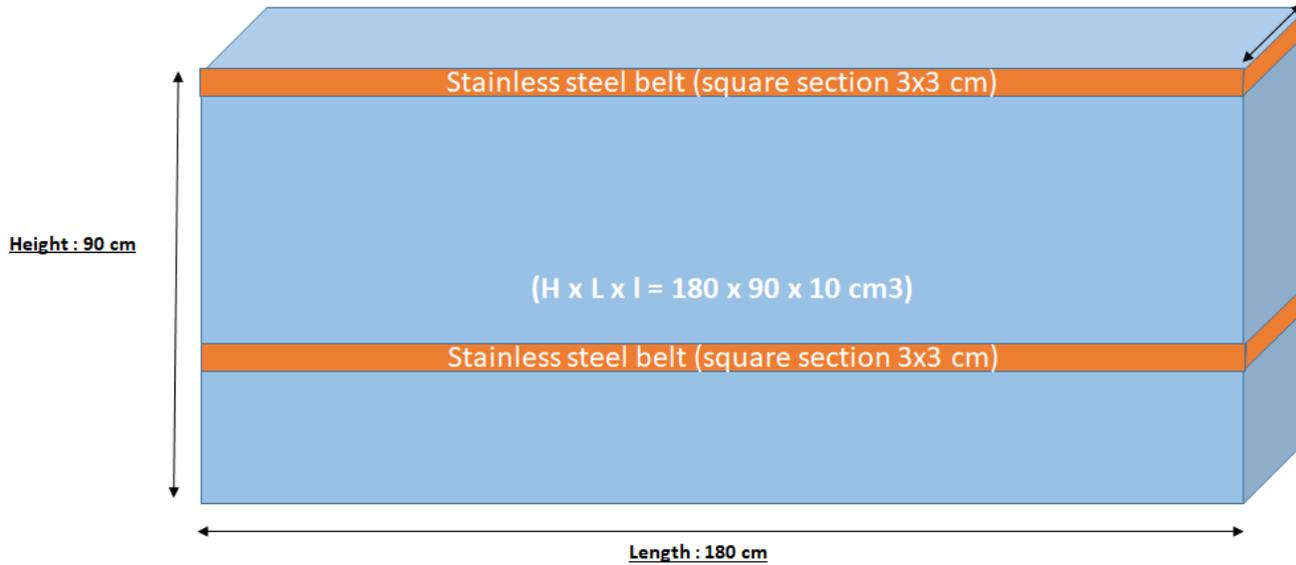
Diamètre et épaisseur du tube: 30 et 1.5 mm (DS20k)

Rayon de courbure: 400 mm (DS20k)



En un an, le dessin de l'expérience a évolué:
le dessin actuel du tube est différent.

Réservoir pour l'azote liquide



Fabrication cuve inox 1800 x 900 x 100 mm³
Sous-traitée
Habillage et décoration fait-maison (janvier 2021)

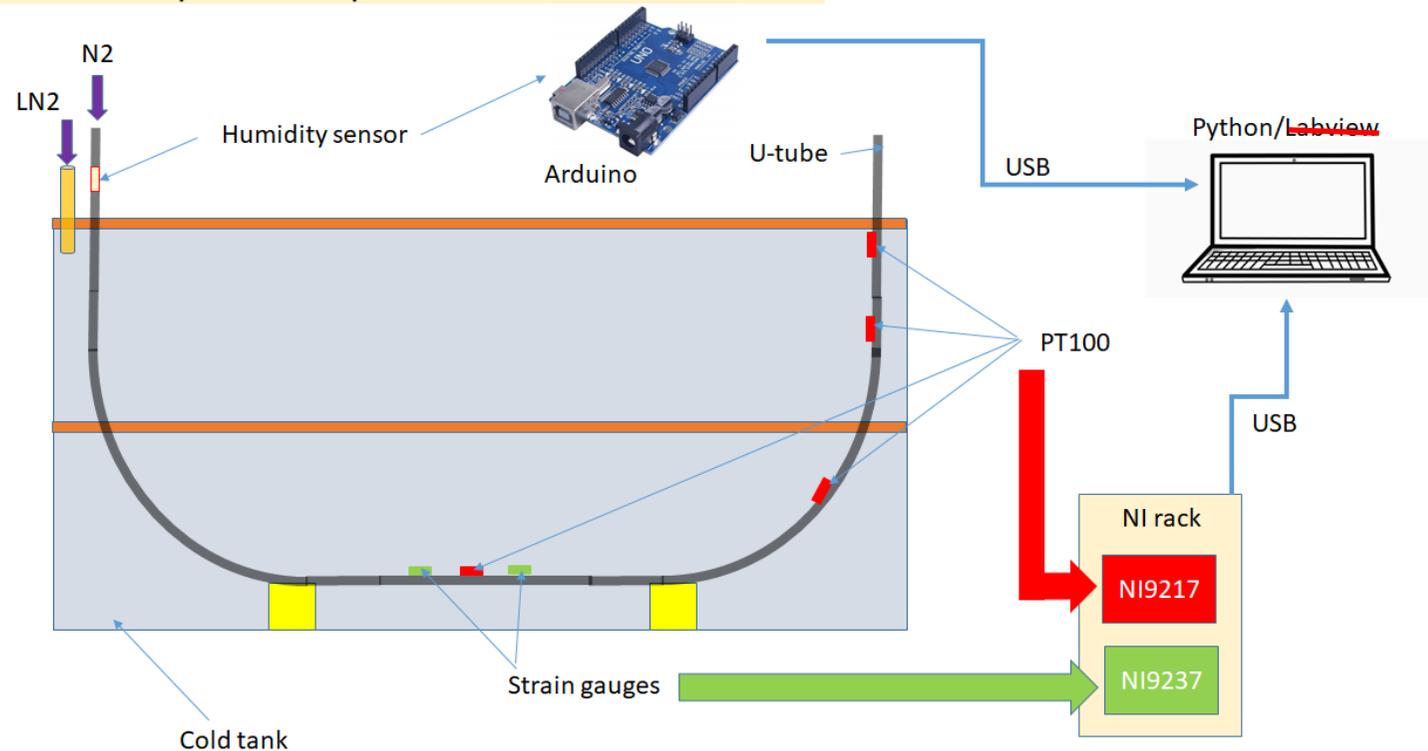
Amélioration de l'isolation en cours



La maquette - schéma

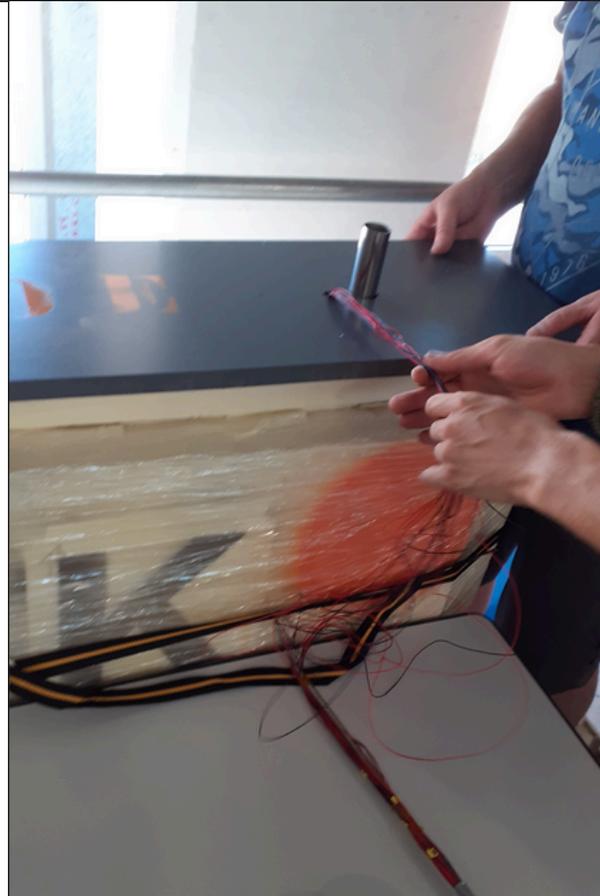
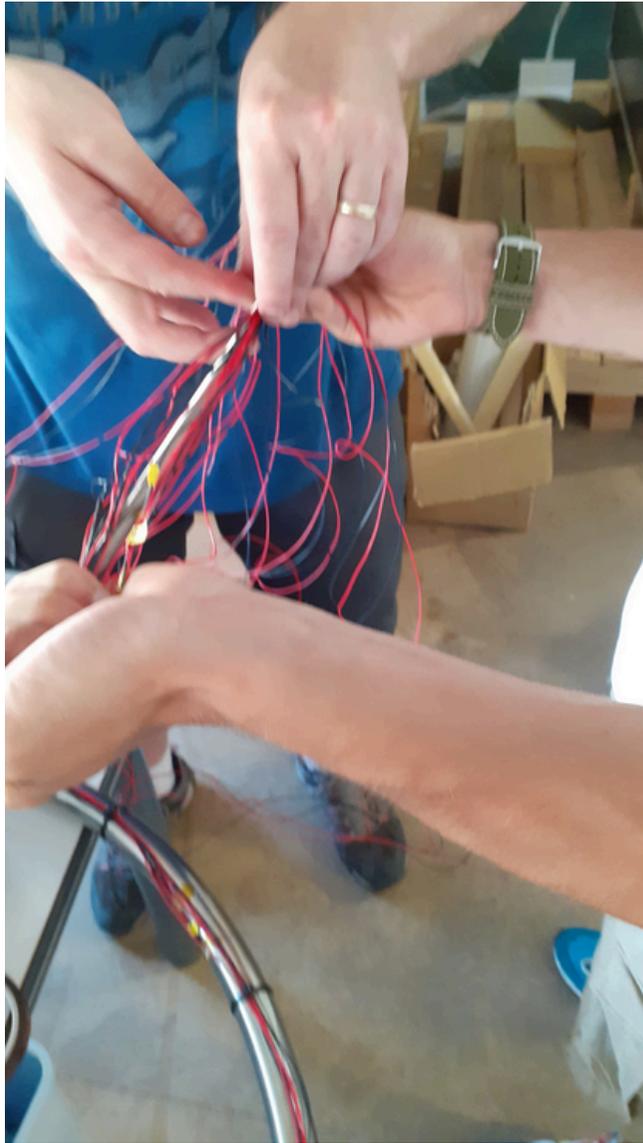
Tank en inox isolé de polystyrène, U-tube, azote liquide, jauges de déformation + module de lecture NI9237, mesure de température PT100 + module de lecture NI9217, senseur humidité + arduino uno, azote gazeux, mesure du taux d'oxygène.

Mock-up set-up for first cold test

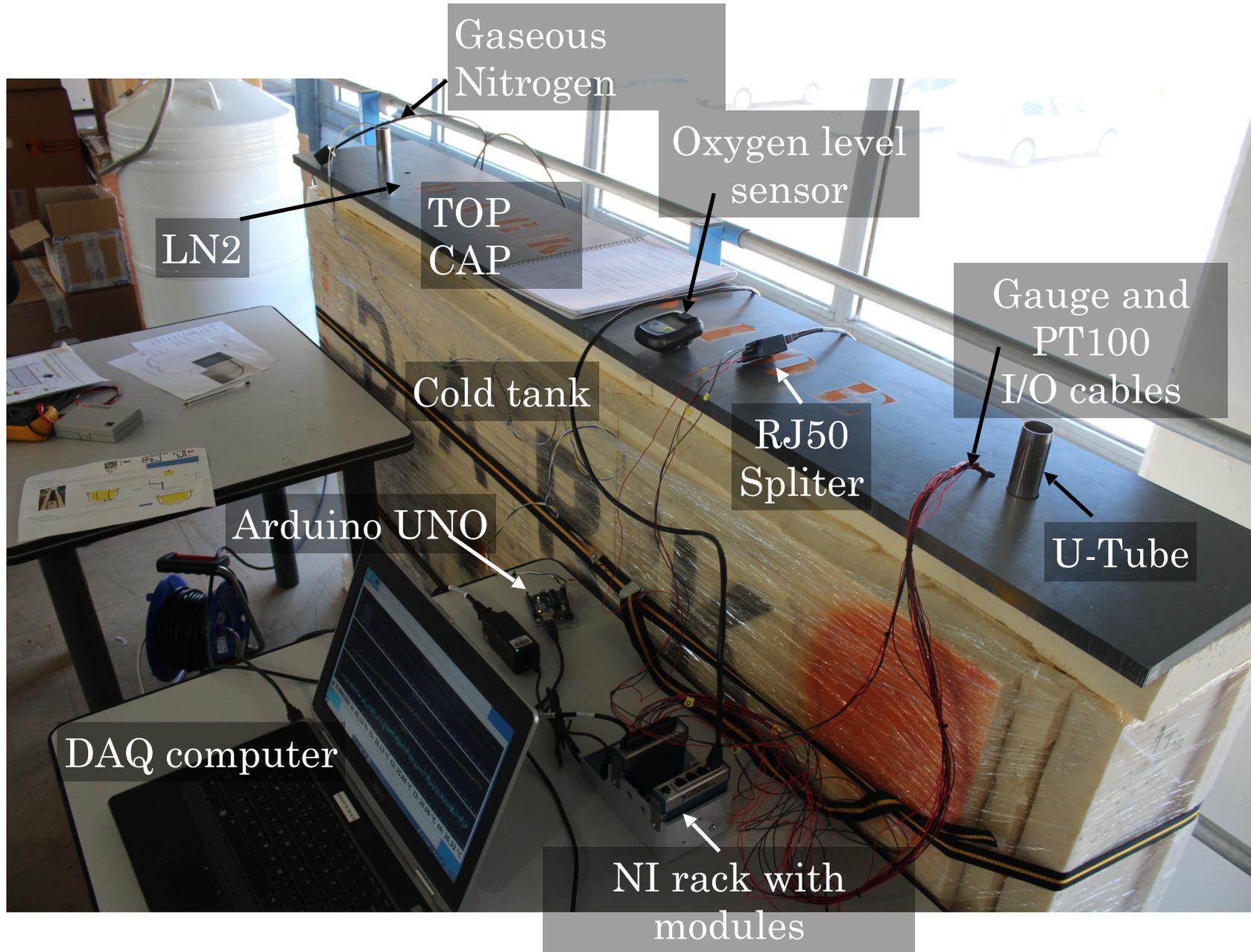


Support de
Christian Curtil et
Téo Weicherding

Préparation



La maquette: premier test en juillet



Le jour J



Mise en route de l'acquisition à chaud

Remplissage de l'azote liquide (~ 100 l)

Beaucoup de bruit de craquement

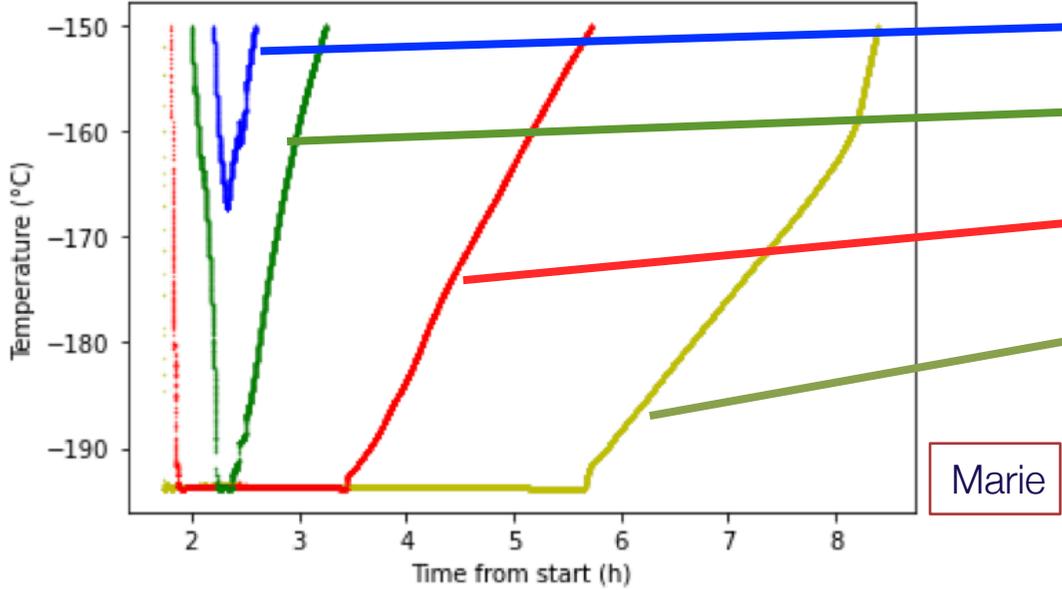
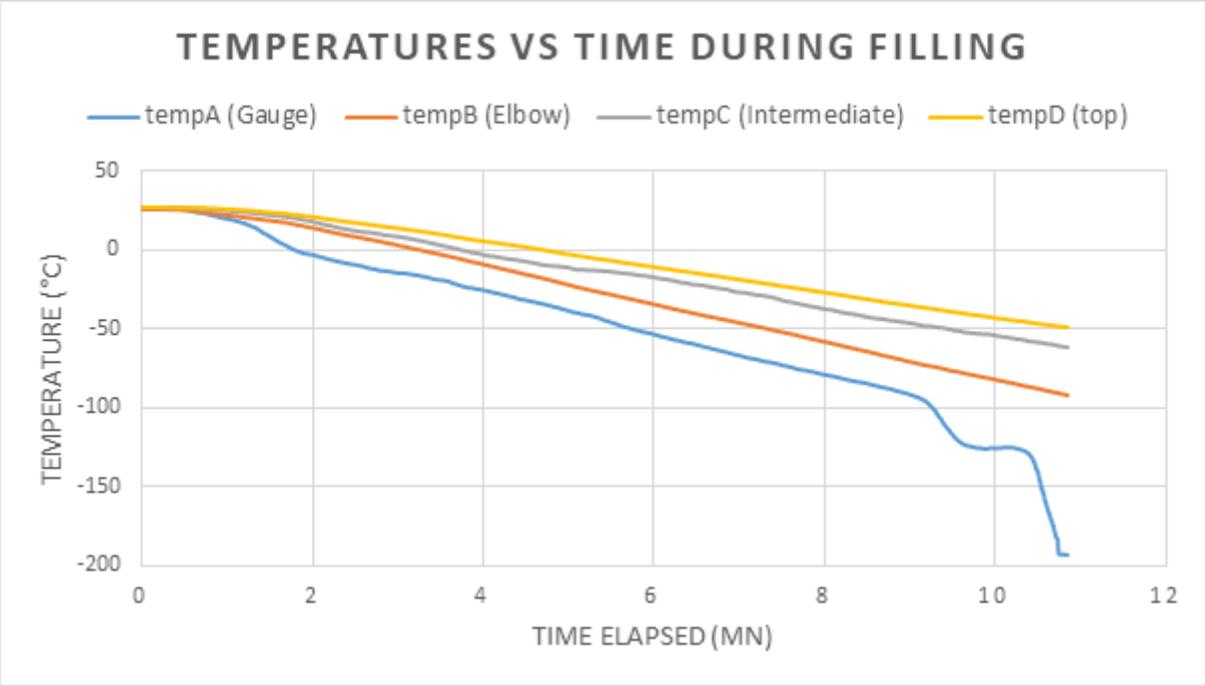
Nuage d'eau condensée ou azote (fuites)

Prise de données sans interruption ~20h

Sonde de déformation ds LN2 ~5 heures

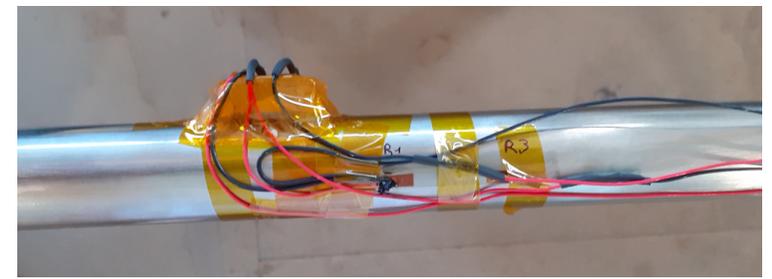


Le fonctionnement



Marie

Mesure de déformation des tubes



Mesure de déformation et de température

Fit de la déformation vs température entre 83°K and 300°K

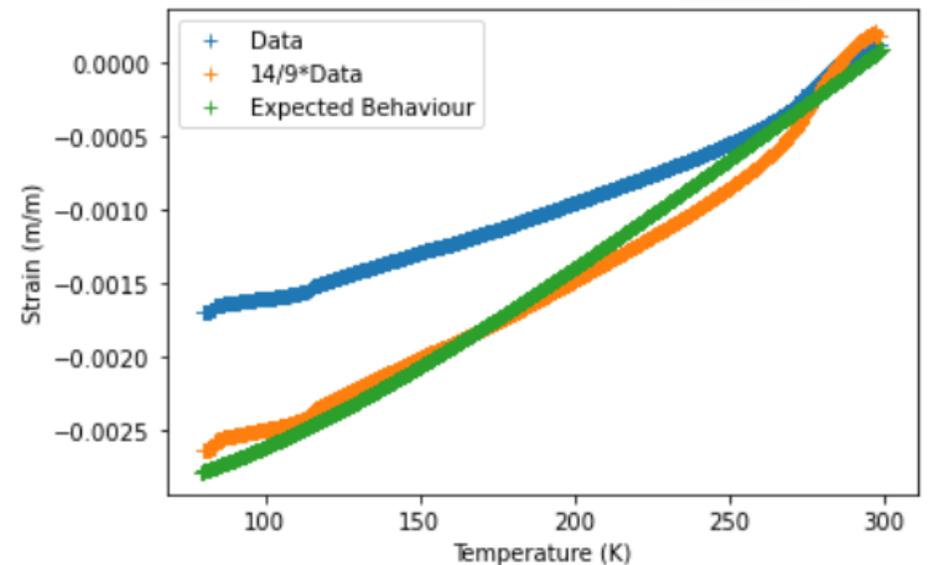
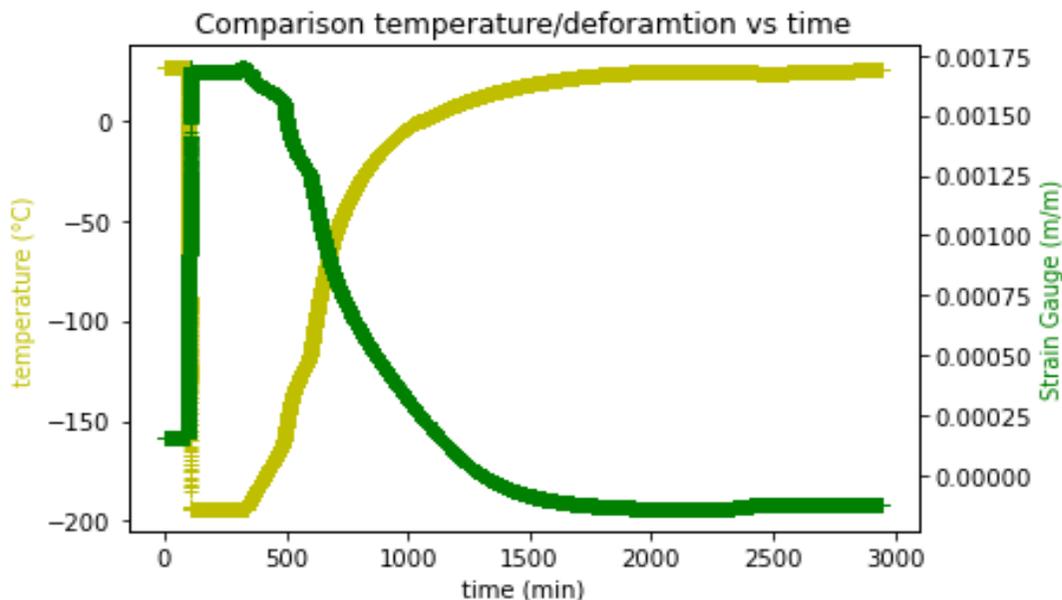
Le coefficient de déformation de l'inox est $\alpha \sim 14 \cdot 10^{-6} \text{ (m/m)/K}$

Le résultat du fit donne $\alpha \sim 9 \cdot 10^{-6} \text{ (m/m)/K}$

Lors de pré-tests nous avons mesuré $\alpha \sim 7 \cdot 10^{-6} \text{ (m/m)/K}$

Nous n'avons pas d'explication pour cette différence; des idées seulement.

Marie



L'humidité

Humidité à 50% au début du test

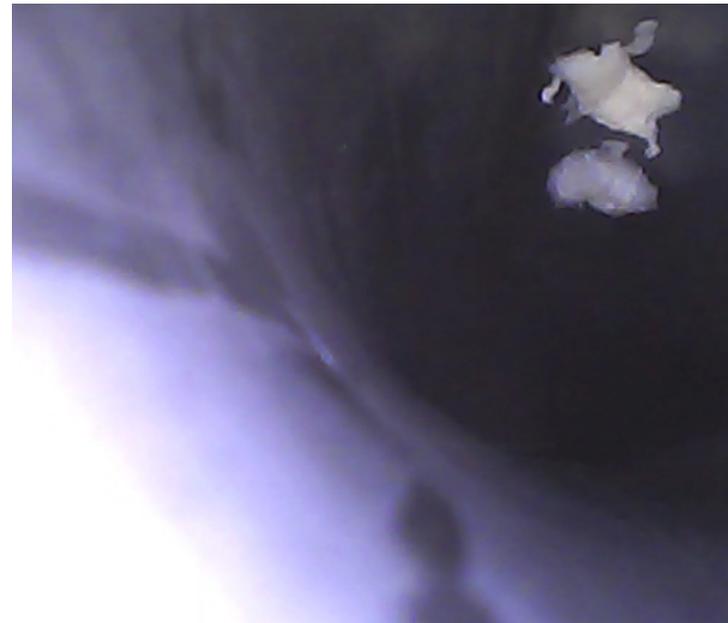
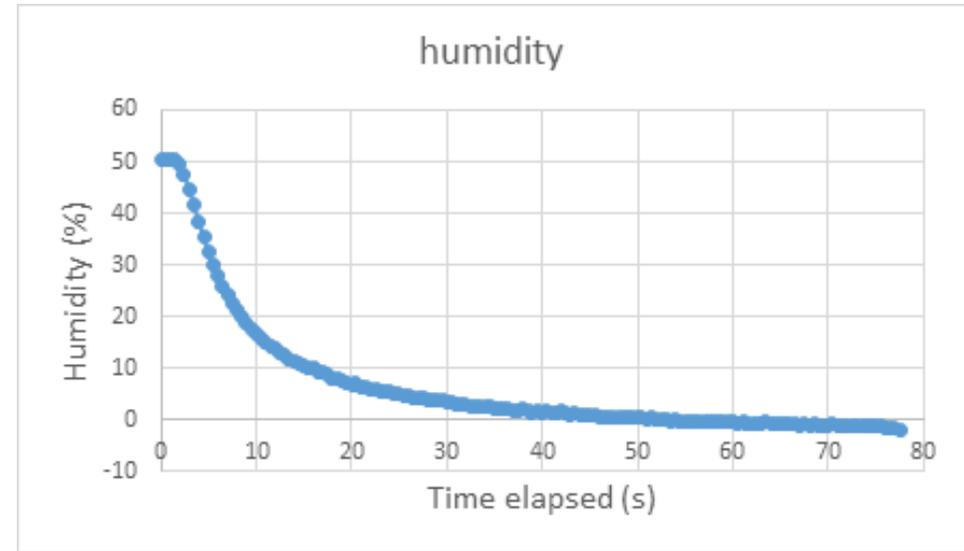
Décroît à ~0% en ~1mn avec la circulation d'azote

La sonde a pris froid et a cessé de fonctionner (cassée)

Le flux d'azote était intermittent; nous n'avions pas assez d'azote

A la fin du test, circulation d'une petite caméra: présence de glaçons

Prévoir un système continu et une sonde résistante au froid



Le futur

Conception finale du détecteur en préparation: Technical Design Report prévu pour décembre 2021

Dessins des tubes calibration ont changé

Tubes en titane

Système des moteurs de pilotage de la source: fabriqué à Queen's University - Canada - Livraison en cours.

Tests avec des tubes ayant les nouvelles courbures dans la maquette

Marie contribue à ce développement:

- Mise en place
- Prise de données
- Programme d'analyse

