

STRATEGIE & AVANCEMENT MICROCANAUX

6 avril 2020

S. Beurthey, J. Cogan, G. Hallewell, O. Leroy, M. Perrin-Terrin

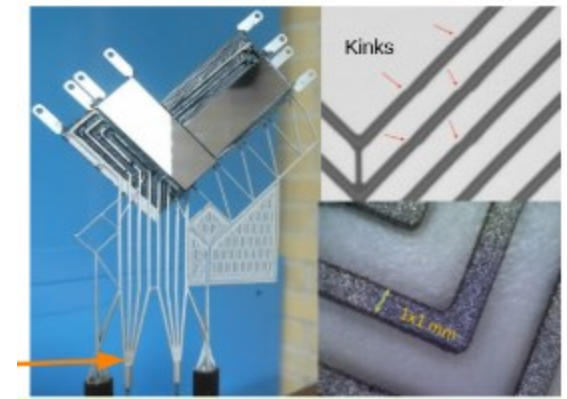
CONCLUSIONS « COOLING » WORKSHOP LHCB UPGRADE II

Besoin d'un refroidissement très performant : T_{cooling} : -40°C - 4W/cm²

- Les microcanaux semblent être une très bonne solution
- Les microcanaux Si de l'upgrade I sont trop chers (5 à 10k€ par radiateur)

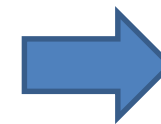
Les microcanaux en impression 3D (Ti, AlO₂, SiC) sont très intéressants

- Bon marché (400€ par radiateur)
- Design flexible



Les Microcanaux en silicium sont envisageables si:

- re-utilisable
- Et/ou le coût est fortement réduit

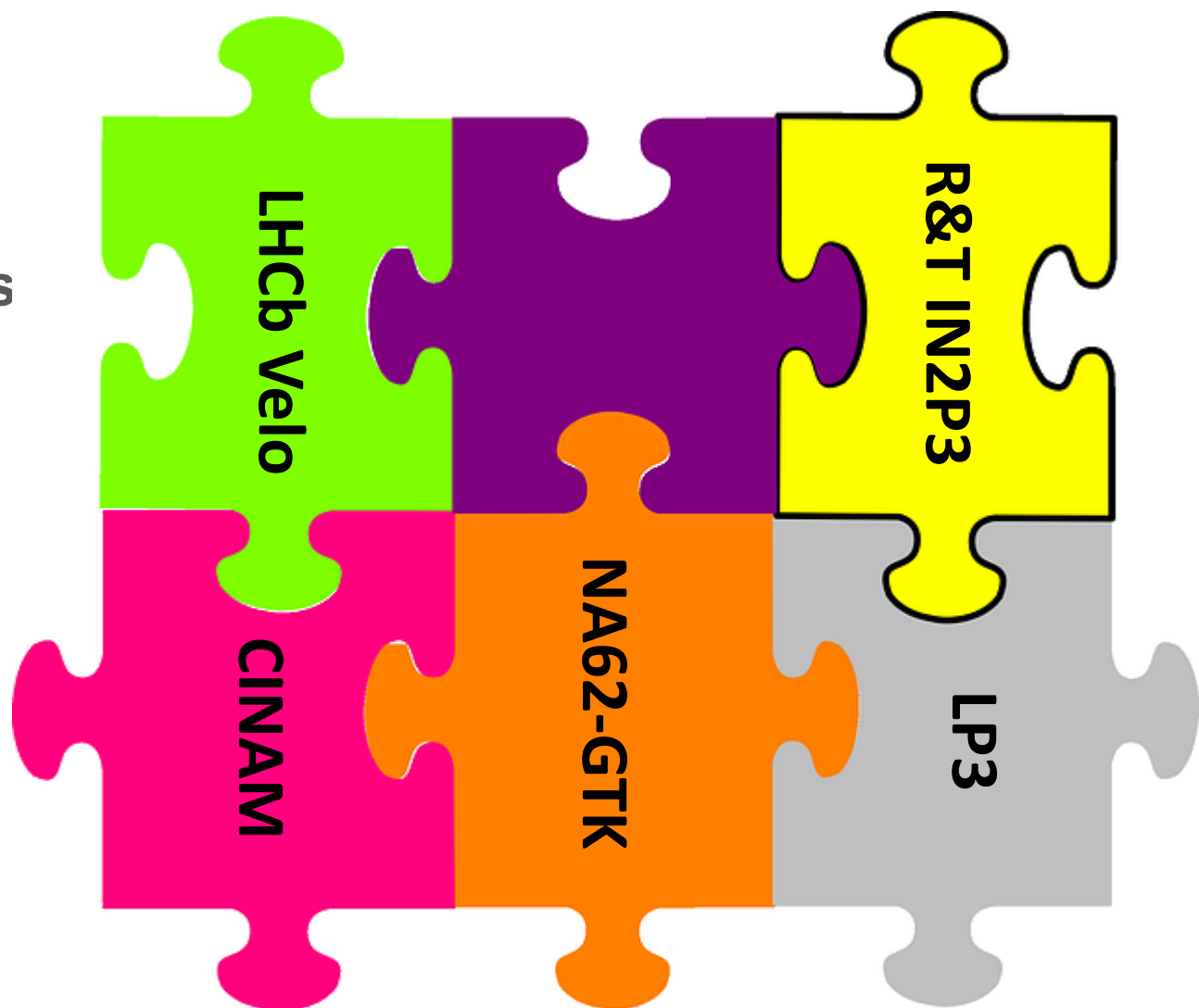


Développements CPPM

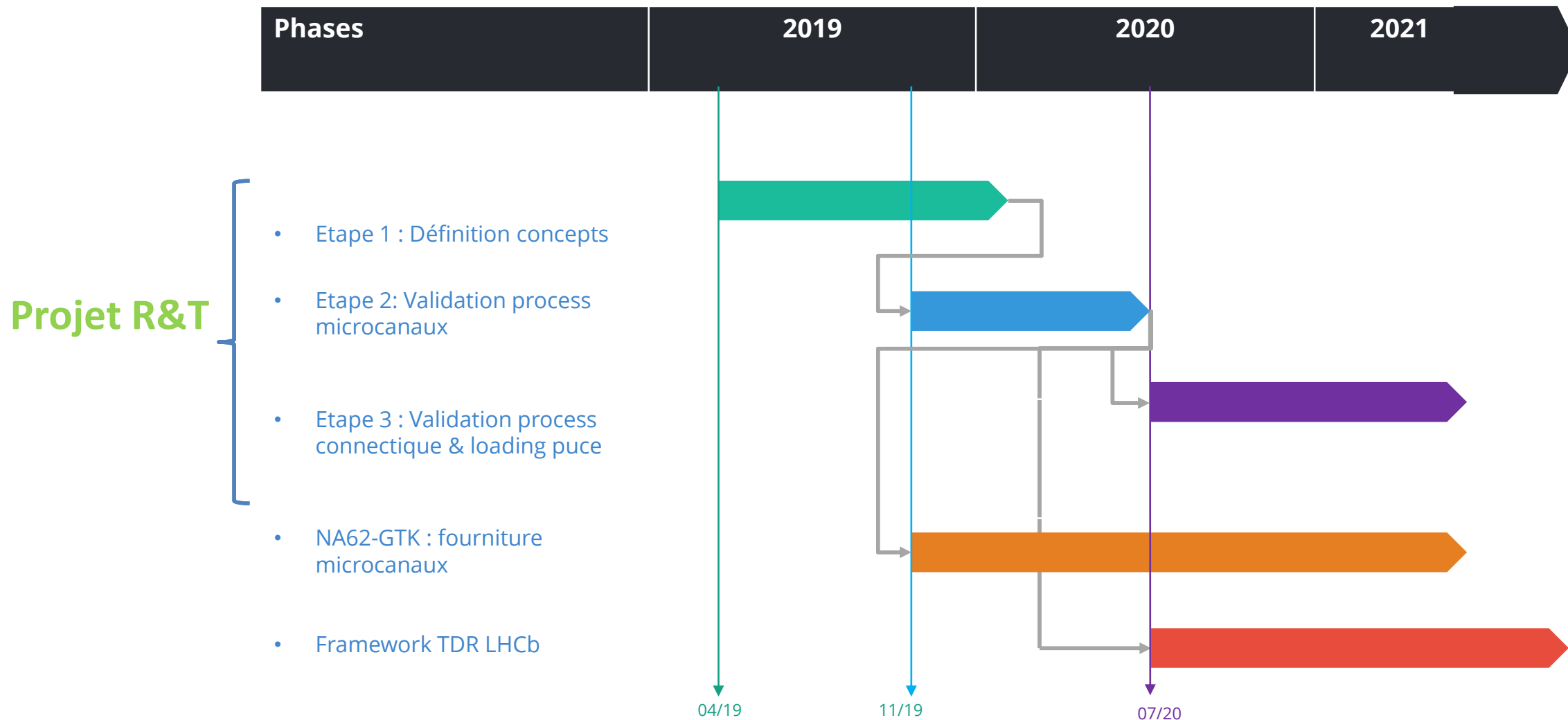
RÉPONDRE AUX DIFFÉRENTS BESOINS

Nécessité de trouver des développements qui soient utiles pour chaque projet/laboratoire

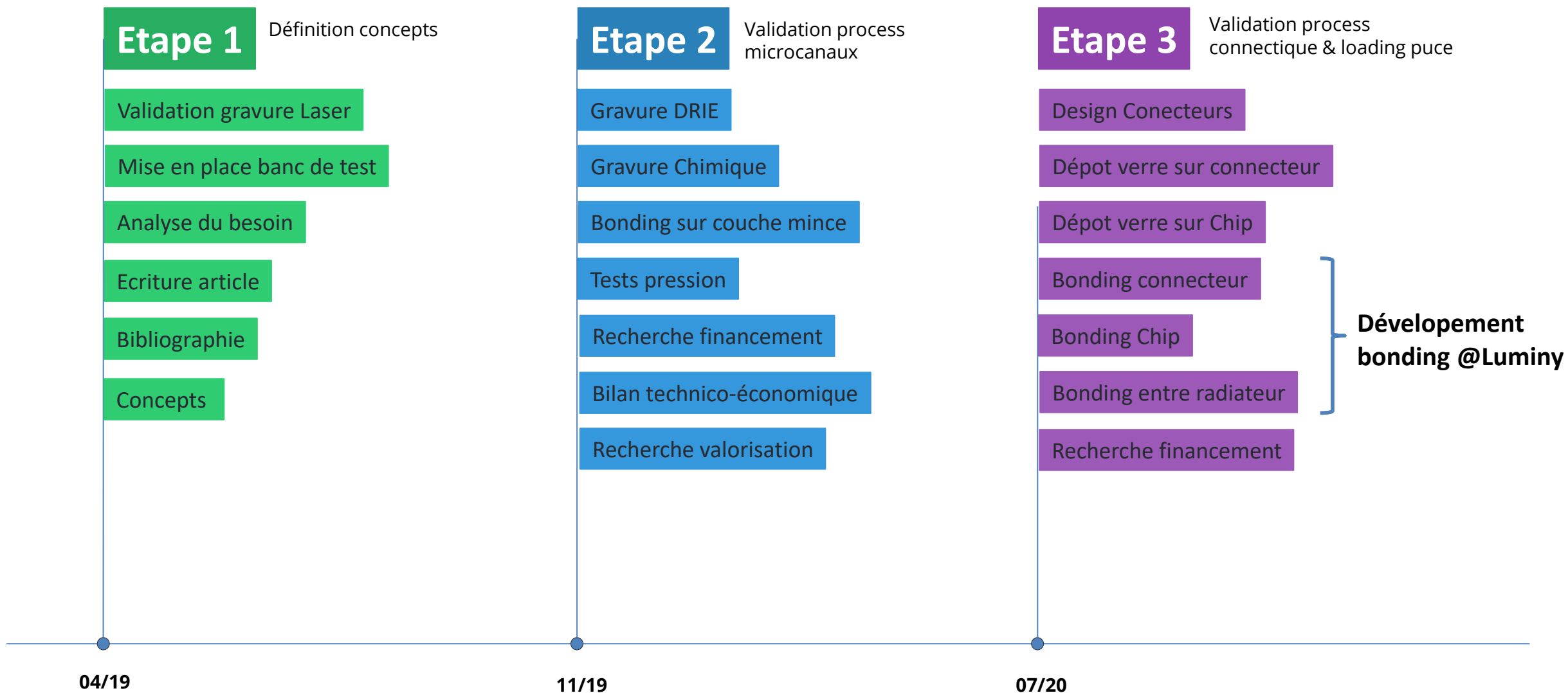
→ Coopérations



PHASAGE PROJETS

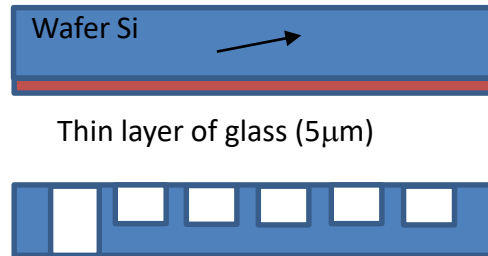


ETAPES PROJET R&T



ETAPE 1: DÉFINITION CONCEPTS

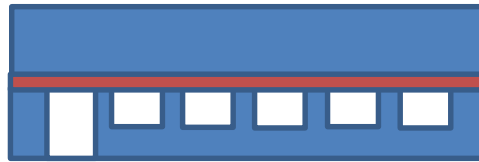
Glass deposition



Thin layer of glass (5 μ m)

Etching

Process microcanaux



Anodic Bonding

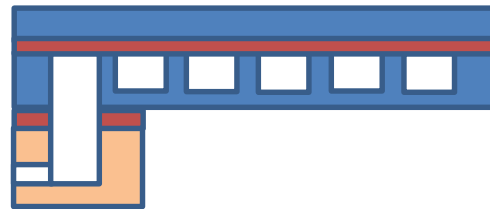


Thinning

Process connectique



Glass on connector

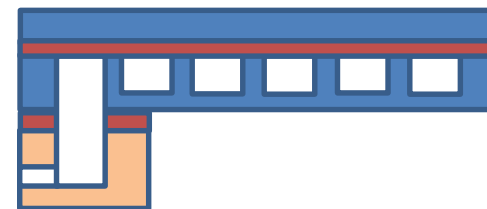


Connector bonding

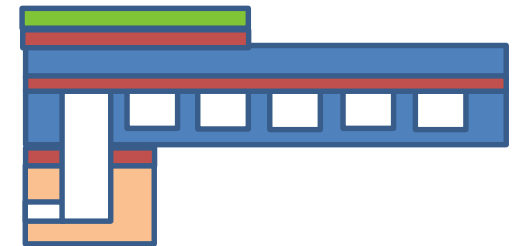
Process puce



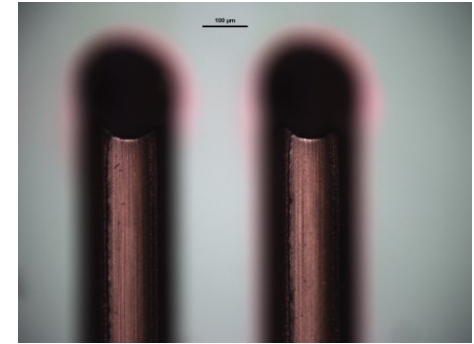
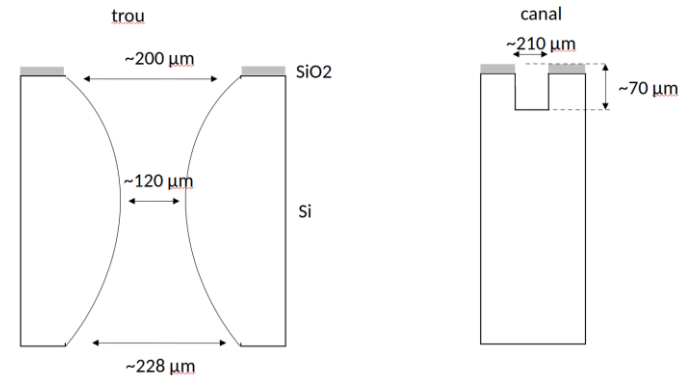
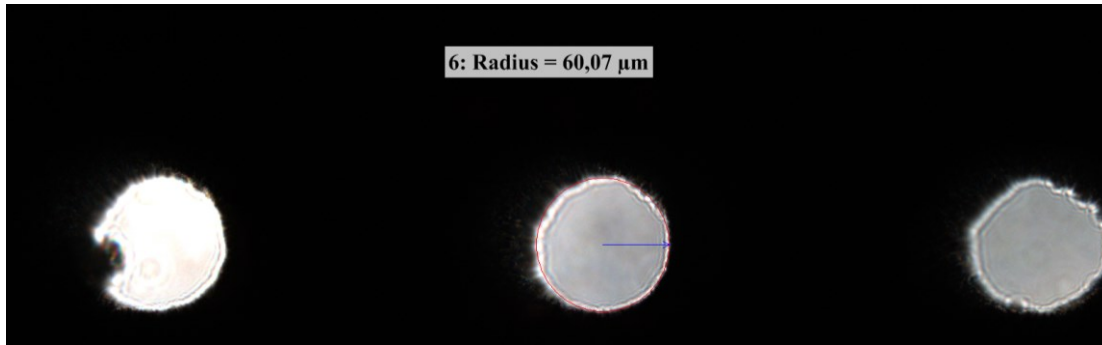
Glass on chip



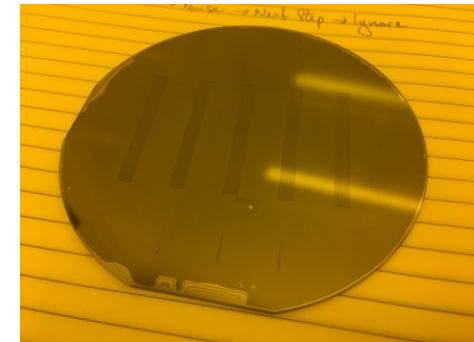
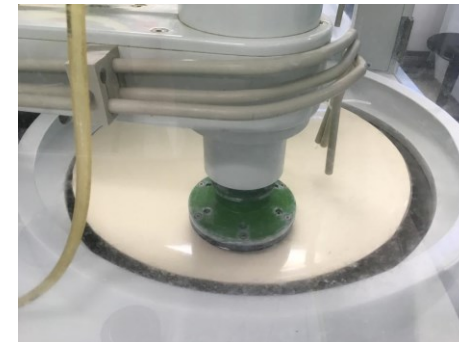
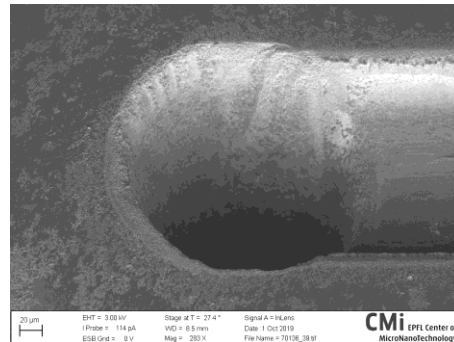
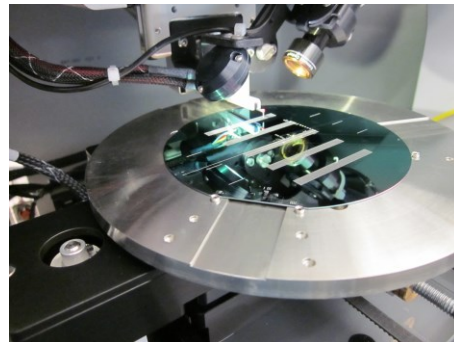
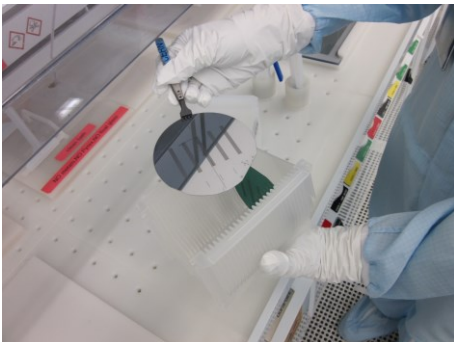
Bonding chip



ETAPE 1: GRAVURE LASER ET BONDING SI-GLASS

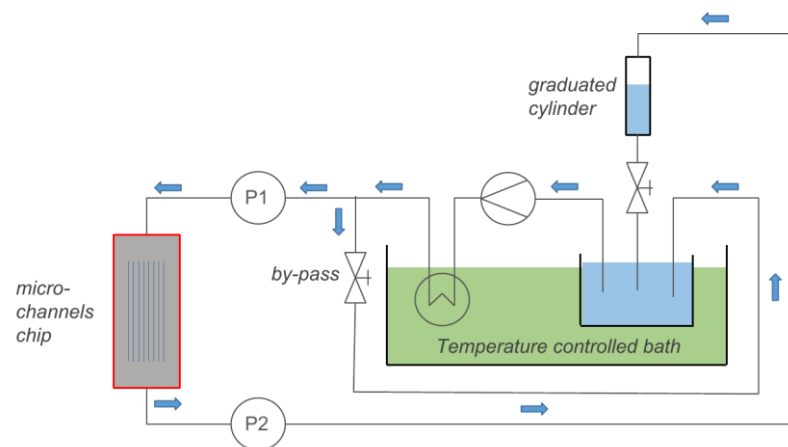
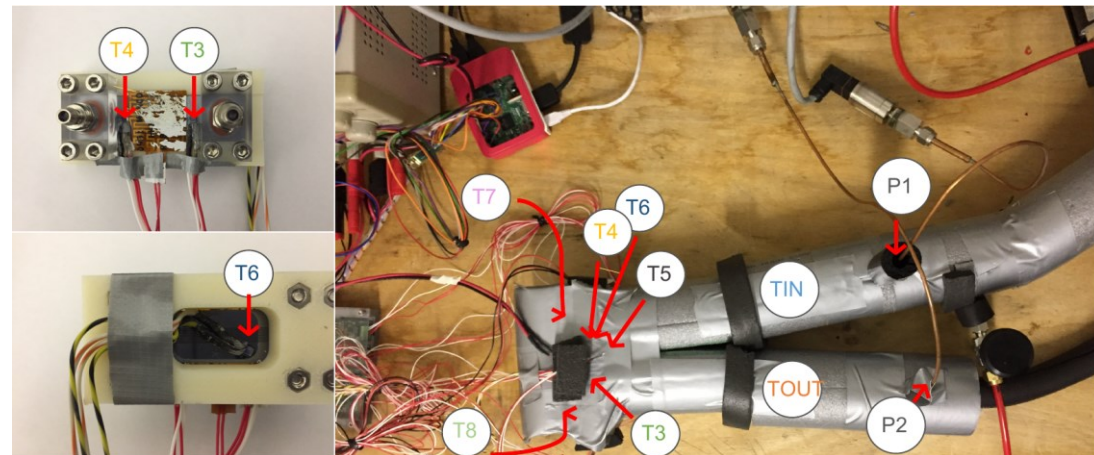
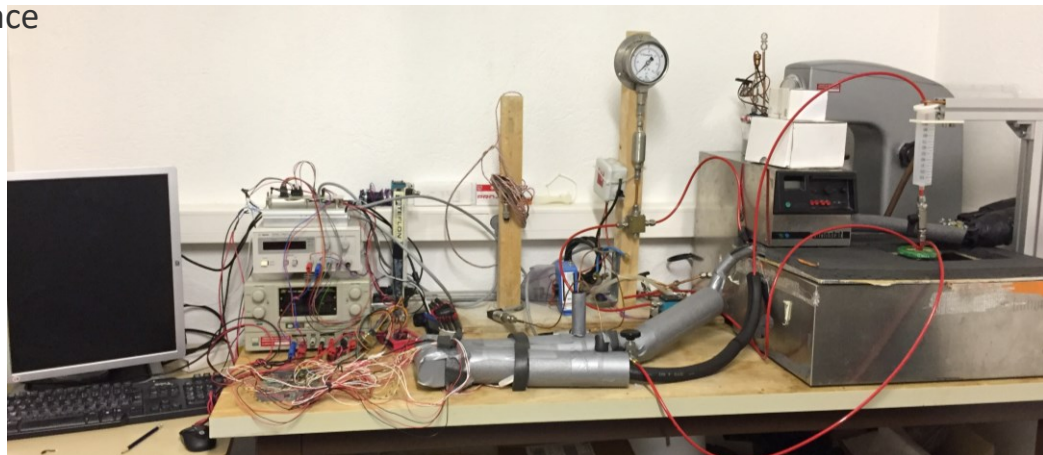


- **Gravure laser**
 - réalisée au LP3 - Alexandros Mouskeftaras
 - 1^{ère} estimation du temps et du coût de fabrication ($\sim 0.2 \text{ mm}^3/\text{min}$; 120 €/h)
 - conclusion : **trop lent, pas assez peu cher ; bien en complément ou pour prototypage ?**
- **Soudure anodique d'une plaquette en verre**
 - réalisée au CMI (Lausanne) - Alessandro Mapelli
 - nettoyage, élimination de la couche d'oxyde, polissage, soudure, découpage
 - très instructif - « **apprentissage** » de la soudure anodique



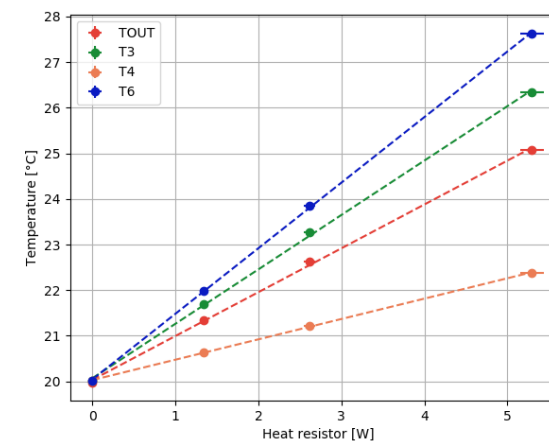
ETAPE 1: BANC DE TEST THERMIQUE (1/2)

Décembre 2019 : mise en place



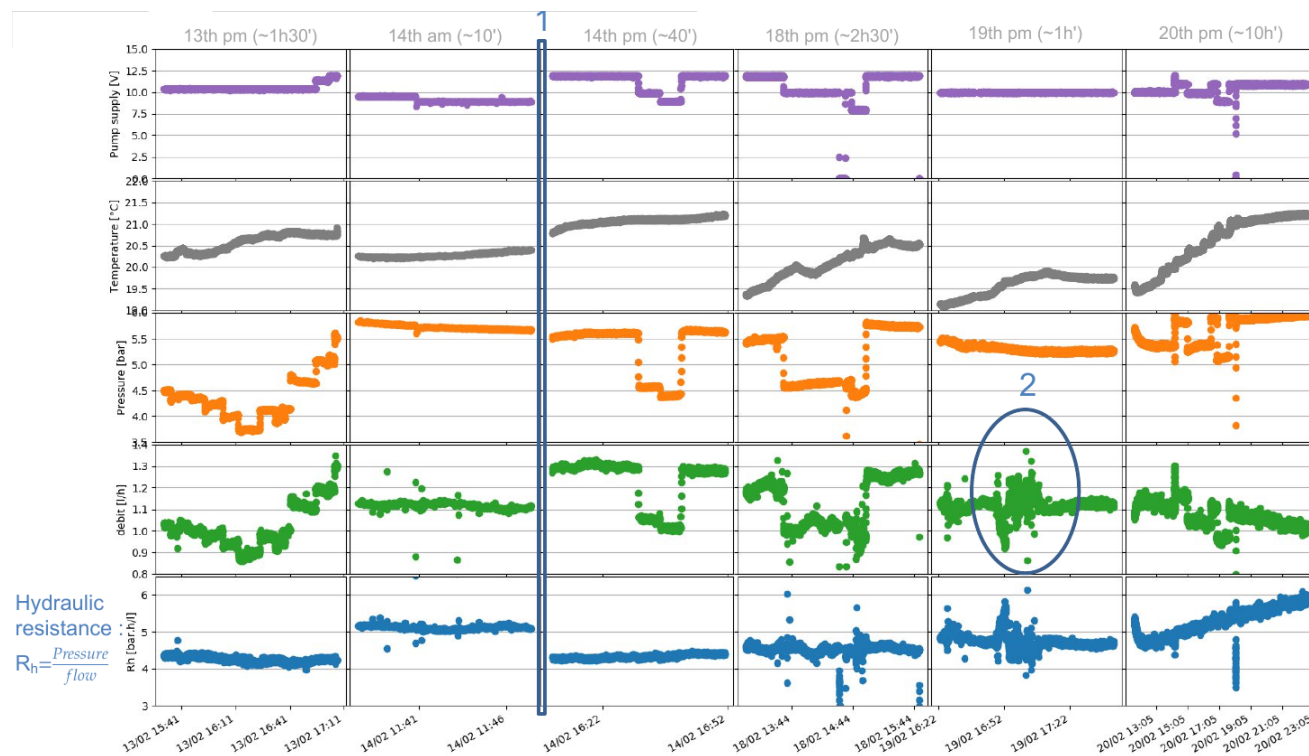
- **Mise en place d'un banc de test pour mesures de température, pressions, débits**

- circulation d'un liquide (eau) à une température contrôlée à travers les micro-canaux
- dissipation de chaleur dans les micro-canaux à l'aide d'une chaufferette électrique
- mesure des changements de températures et de perte de charge pour différents débits et puissance dissipée
- 1 pas – identification des points à améliorer (filtrage du liquide, stabilisation du débit, ...)

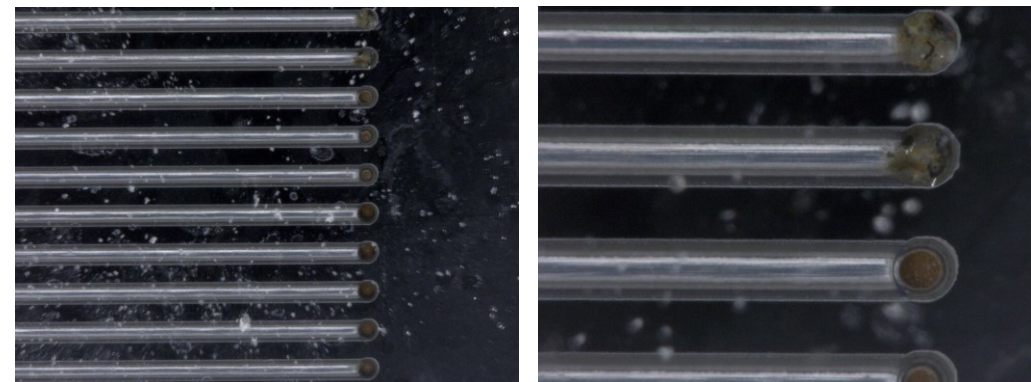


ETAPE 1: BANC DE TEST THERMIQUE (2/2)

Q1 2020 : améliorations (nouvelle sonde de débit, réservoirs tampons, filtre, by-pass ...)



Mais les micro-canaux s'encrassent ...



... en cours : achat d'un nouveau filtre

Conclusions :

- L'expertise sur le montage d'un banc de test pour micro-canaux se met en place
- A compléter par une modélisation adéquate

AVANCEMENT ETAPE 2: VALIDATION PROCESS MICROCANAUX

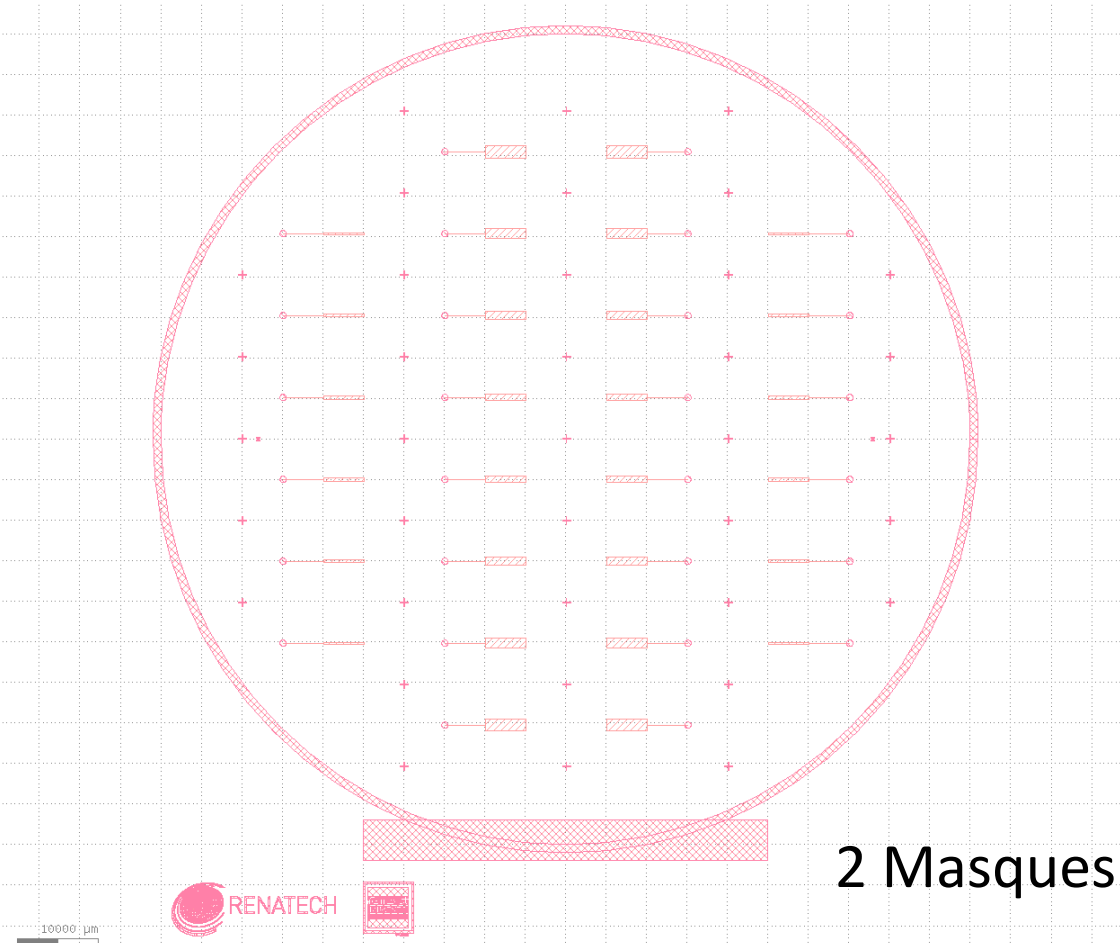
Projects & Tasks	Start - End date	(1)	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Jui	Aou	sept	oct
Etape 2	Nov 2019 → Jui 2019	<input type="checkbox"/>												
• Tests Gravure chimique	Nov - Dec	<input type="checkbox"/>	100%											
• Gravure DRIE	01 Jan - 14 Fev	<input type="checkbox"/>			100%									
• Bonding	1 Mar - 15 Avr	<input type="checkbox"/>						0%						
• Amincissement et découpe	01 Mai - 30 Mai	<input type="checkbox"/>								0%				
• Tests pression	2 Jul - 27 Sept	<input type="checkbox"/>		20%										

Retard confinement COVID 19

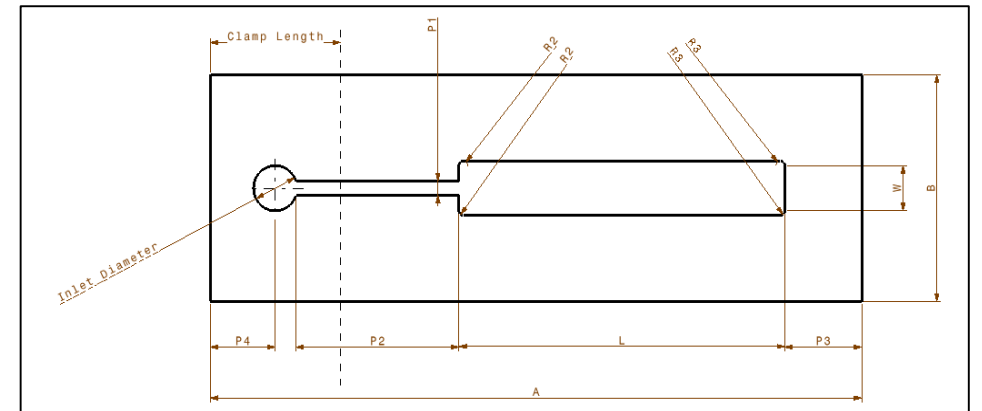
- (1) Level of completion:
- completed
 - on-going
 - issues / deferred
 - not started

AVANCEMENT ETAPE 2: GRAVURE DRIE - DESIGN MASQUE

Motif pour test pression suivant préconisations CERN

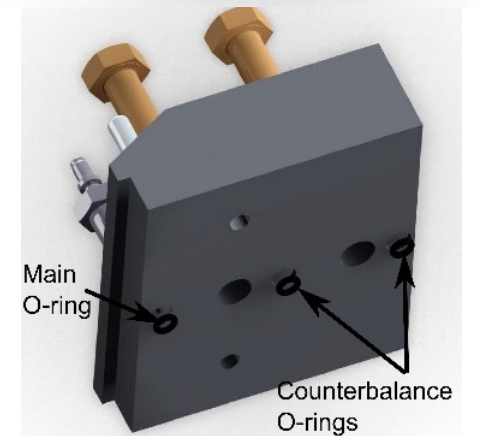
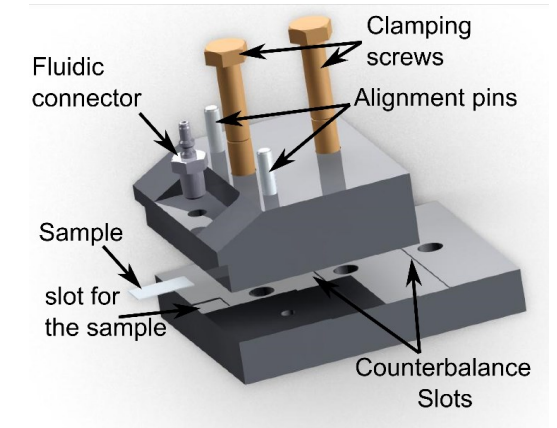
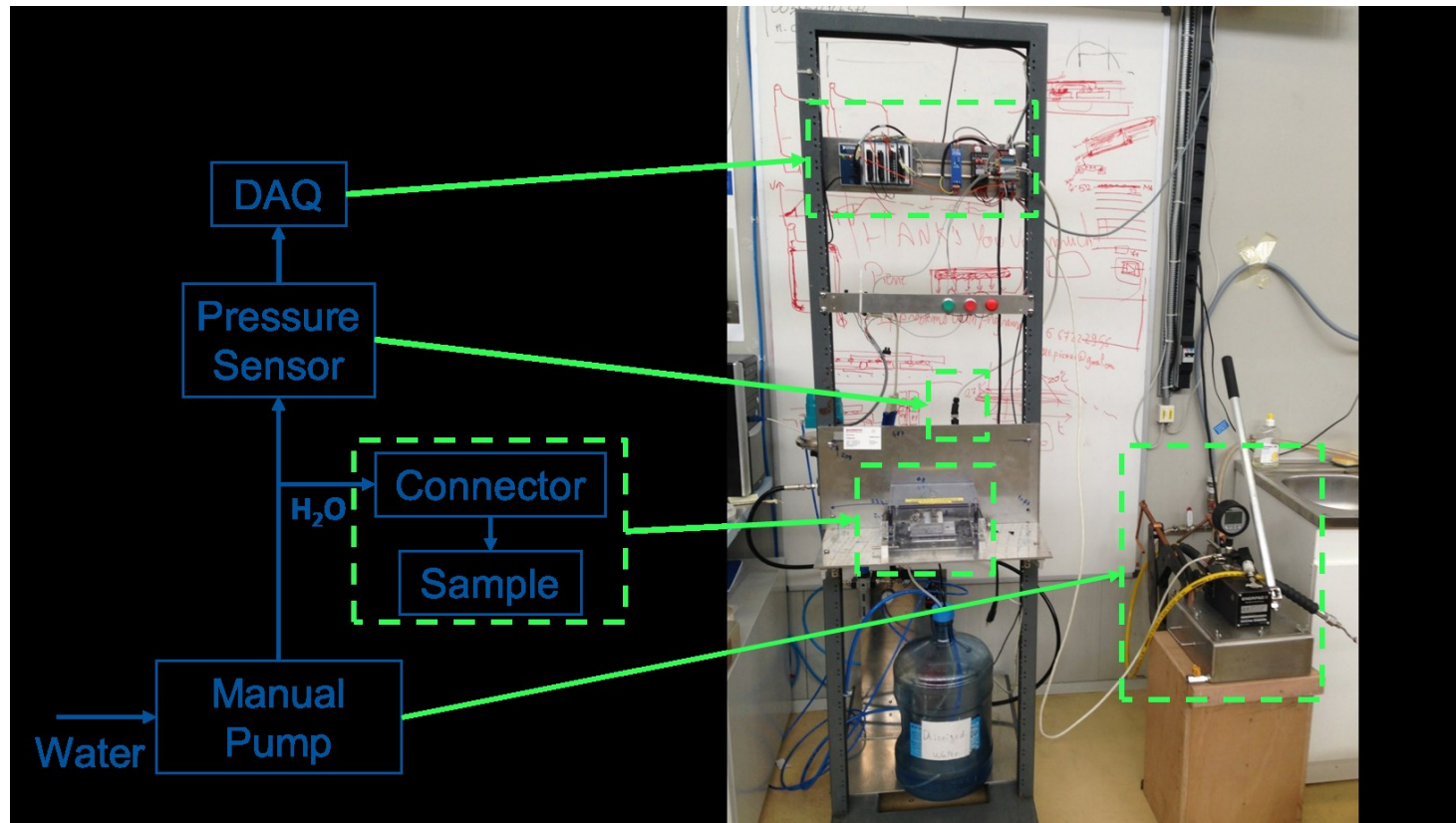


2 Masques fabriqués



Sample's dimensions				
External dimensions	A	[mm]	20	
	B	[mm]	10	
	H	[μm]	550	
Channel	W	[μm]	[100,200,350,500,750,1000,1250,1500]	
	D	[μm]	280	
	t1	[μm]	t1=t2=[70,100,135]	
	t2	[μm]	t1=t2=[70,100,135]	
	R1	[μm]	0	
	R2	[μm]	0	
	R3	[μm]	0	
	L	[μm]	5000	
Additional information	P1	[μm]	50	
	P2	[μm]	4200	
	P3	[μm]	7040	
	P4	[μm]	2960	
	Clamp Length	[μm]		
	Inlet Diameter	[μm]	1600	

AVANCEMENT ETAPE 2: ESSAIS PRESSION



Connecteur

**Duplication setup ou utilisation moyens CERN?
→ Décision en mai en fonction avancement et budget**