



15 novembre 2022

## Restitution finale du projet

# Conception et réalisation d'un onduleur GaN intégrés dans un moteur électrique

Nadir IDIR, Université de Lille  
Responsable T1

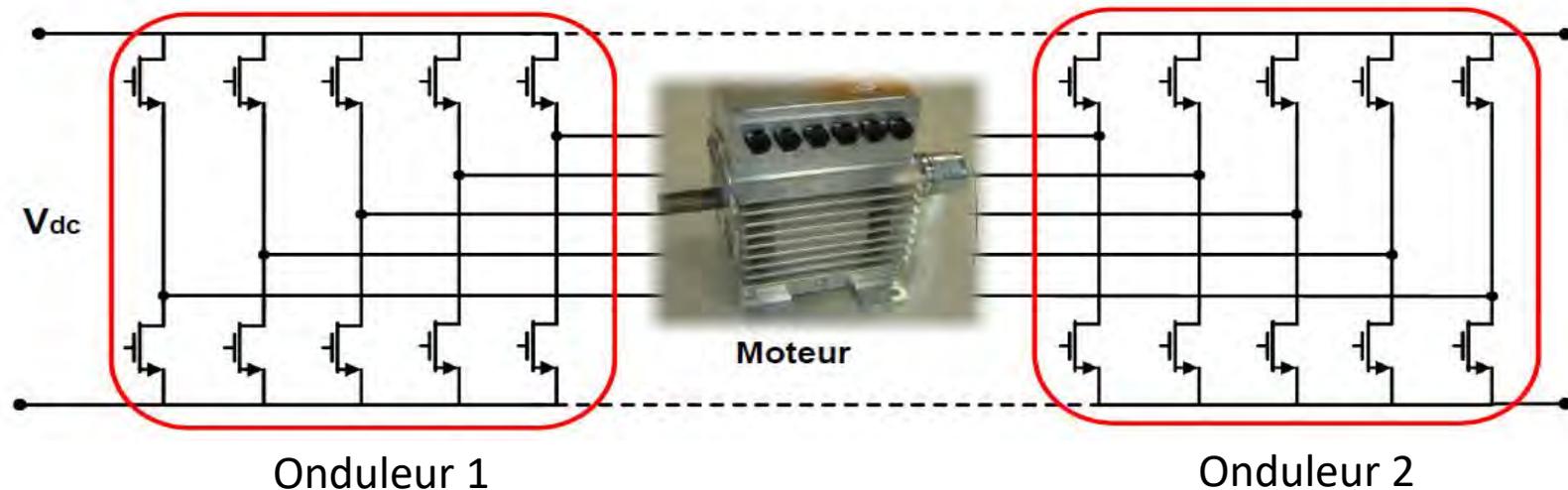


# 1. Objectifs scientifiques

\*\*\*\*\*

Conception et réalisation de deux *convertisseurs de puissance à base de composants semi-conducteurs à grand gap* qui seront intégrés dans une machine polyphasée.

- Moteur à 5 phases alimenté par deux onduleurs : 2 x 5 bras.
- Augmentation de la densité de puissance : réduction du volume et du poids.
- Utilisation des transistors rapides en GaN : faibles dimensions (CMS) et faibles pertes.
- Système de diagnostic des défauts de l'onduleur.

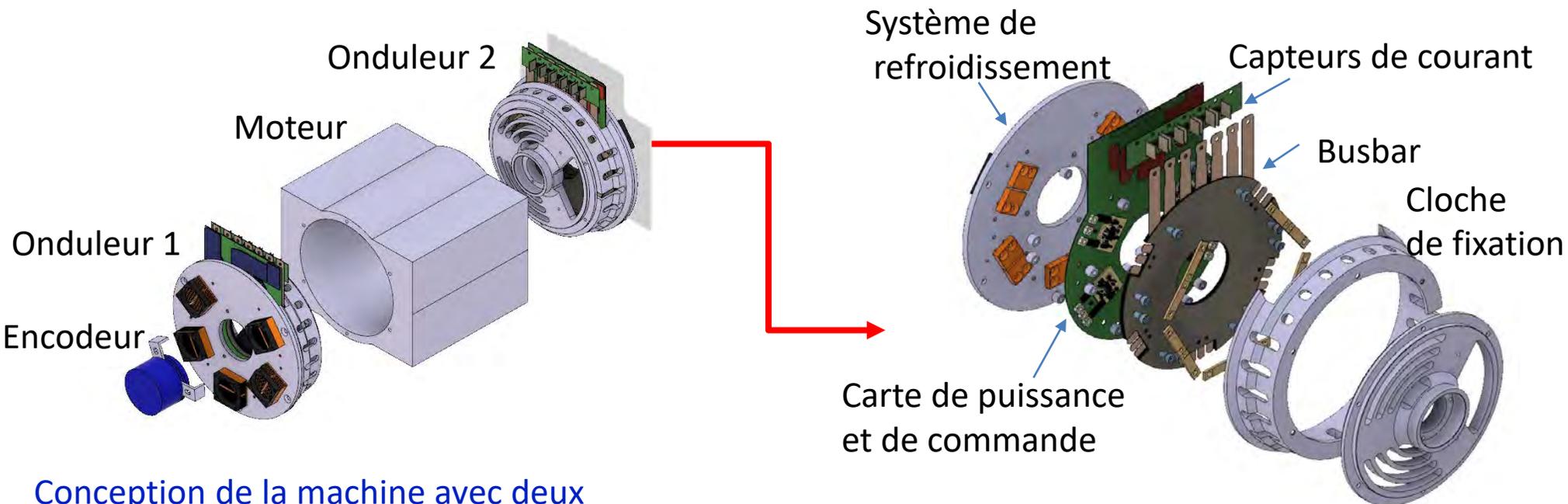


Structure du convertisseur d'énergie

## 2. Conception et réalisation de l'onduleur

\*\*\*\*\*

- Réalisation d'un onduleur GaN « compact » en tenant compte des contraintes :
  - Electriques, thermiques et électromagnétiques.
  - Faibles dimensions du PCB de l'onduleur.
  - Connectique spécifique de la carte de puissance.
  - Système de fixation des onduleurs dans le moteur.



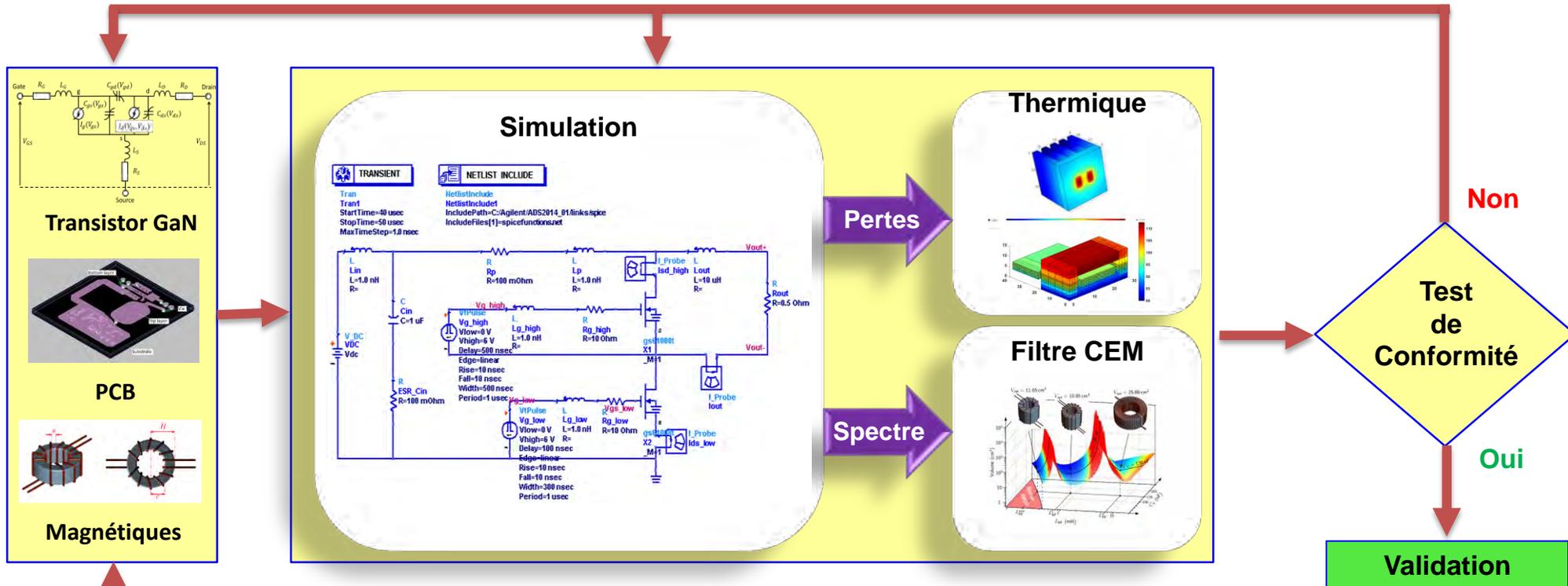
Conception de la machine avec deux convertisseurs intégrés

Conception du convertisseur intégré (5 bras)

Modélisation

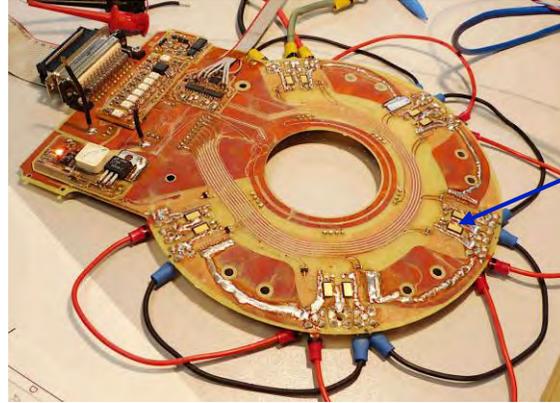
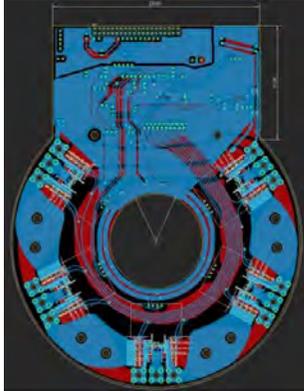
Conception et dimensionnement

Réalisation

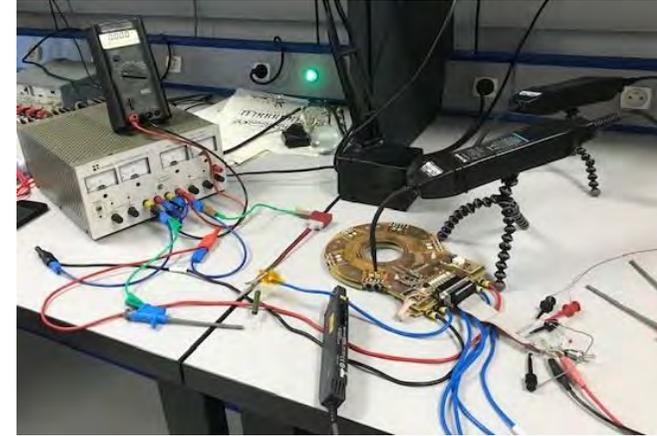


Méthode de conception des convertisseurs statiques

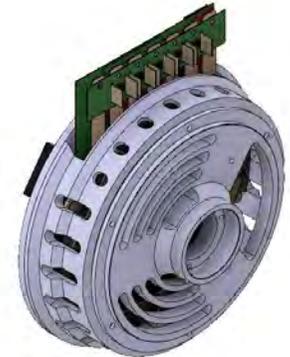
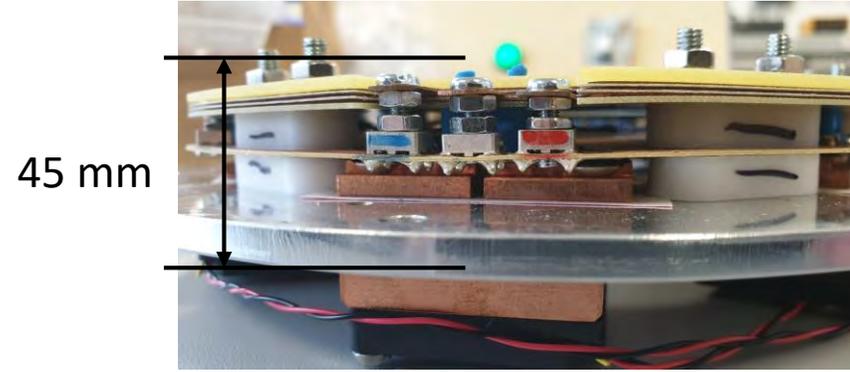
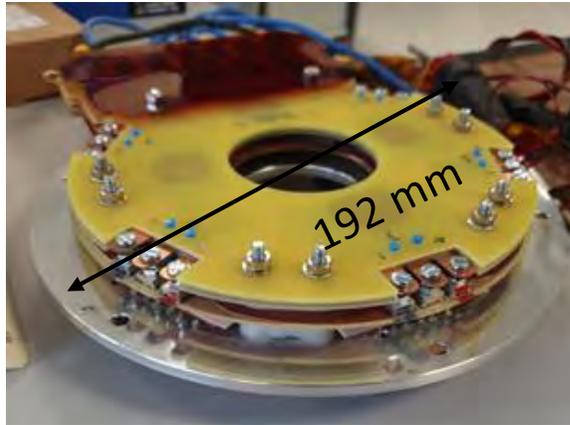
- Réalisation et tests de la carte de puissance.
- Montage de l'onduleur.



Transistor GaN  
  
(5,95 x 3,1 mm<sup>2</sup>)  
100V / 90A@25°C



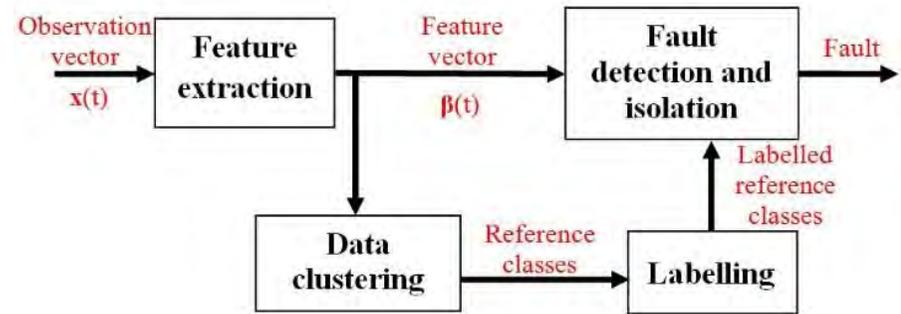
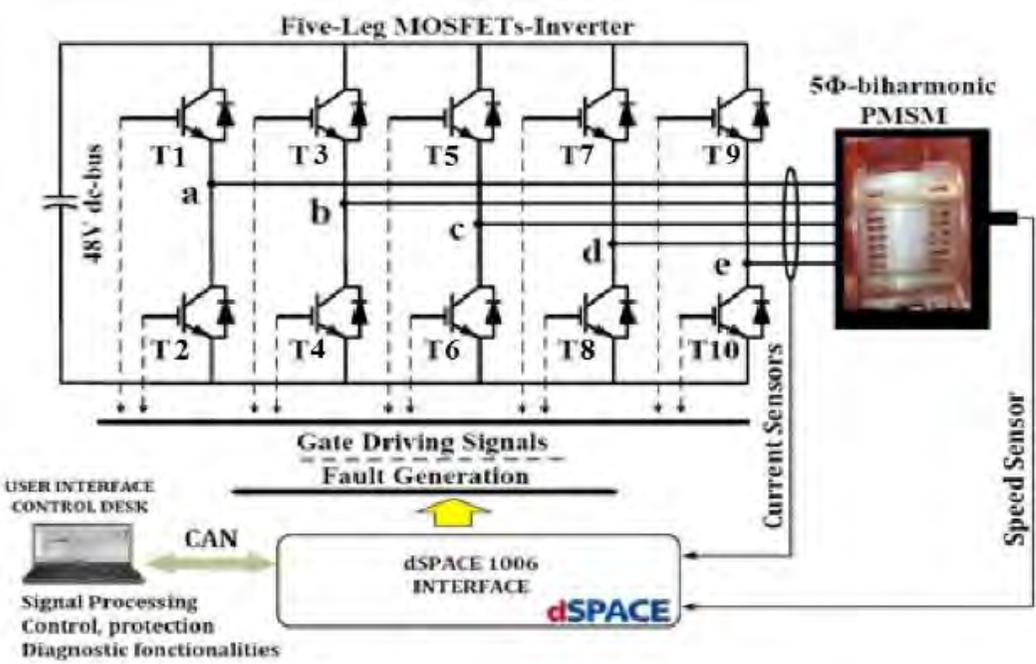
Réalisation et tests de de la carte de puissance et de commande



Montage des différentes parties de l'onduleur



- Développement d'un algorithme basé sur la mesure des courants de sortie pour le diagnostic précoce des défauts « de type circuit ouvert » d'un onduleur.



Algorithme de diagnostic

Système de diagnostic d'un l'onduleur à 5 bras

## 3. Avancées scientifiques majeures

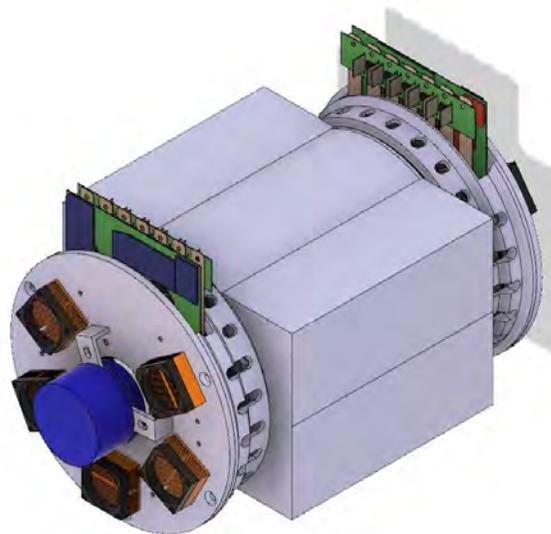
\*\*\*\*\*



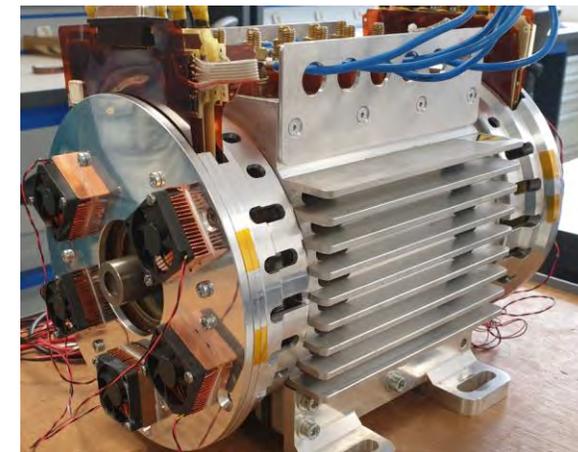
- Réalisation des onduleurs GaN compact sur PCB (50A / 60V).
- Possibilité de fonctionner à haute fréquence ( $f > 50\text{kHz}$ ).
- Développement d'une connectique spécifique par des busbars.
- Système de refroidissement spécifique aux boîtiers (CMS) des composants GaN.



PCB double face de l'onduleur



Conception de l'onduleur

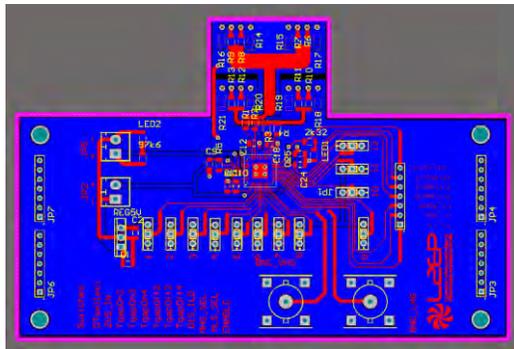


Intégration des onduleurs  
dans le moteur

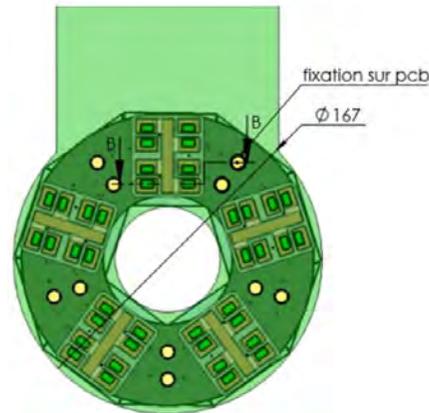
## 4. Perspectives

\*\*\*\*\*

- Amélioration des performances électriques :
  - Mise en parallèle des composants GaN : réduction du courant commuté par GaN.
  - Réduction des pertes dans les transistors GaN : amélioration de la thermique.
  - Conception et réalisation d'un nouveau PCB de l'onduleur (40 transistors GaN).
- Amélioration des performances thermiques :
  - Evaluation des performances du nouveau système de refroidissement.
- Amélioration de la sécurité de fonctionnement :
  - Etendre l'algorithme à d'autres types de défauts.



PCB d'un bras avec 2x2 transistors GaN



PCB de l'onduleur



Système de refroidissement par caloducs



15 novembre 2022



## Remerciements



- Luciano ALVES, Amir BORHANI, Dora KHILIFI, Thanh Hung PHAM, Hugot PICHON, Florentin SALOMEZ, Hans SATHER, Houari TOUBAKH, Stéphane VIENOT et Bilel ZAIDI
- Arnaud VIDET, Thierry DUQUESNE et Nadir IDIR

■ Partenaires universitaires :



## Questions ?

