



11 juillet 2018 – comité de suivi



# Tâche 1 : Conception de deux onduleurs à base de composants GaN

L. Pace, T. Dossantosmoraes, A. Videt, S. Vienot, H. Hoffman, T. Duquesne, N. Idir

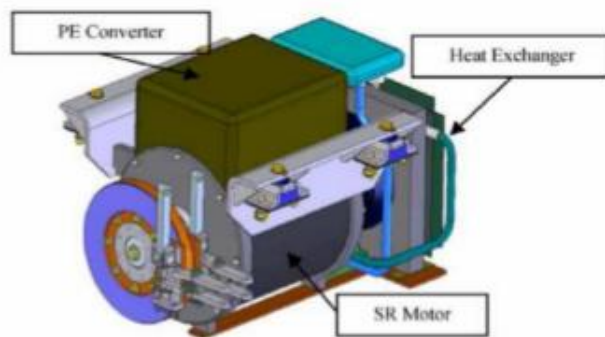


## Avantages :

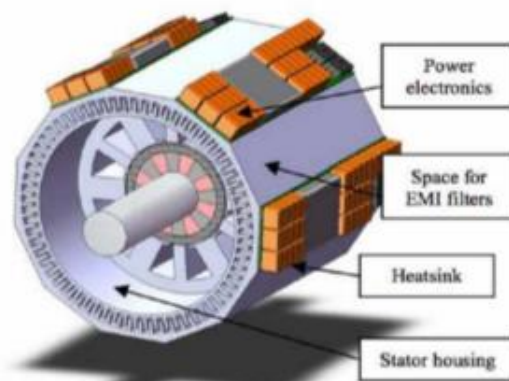
- Forte densité de puissance
- Un seul système de refroidissement
- Filtre CEM plus petit
- Réduction des durées de mise en service
- Amélioration du rendement
- Cout moins élevé

## Inconvénients :

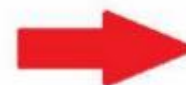
- Refroidissement
- Protection des enroulements contre les  $dV/dt$
- Vibrations du convertisseur



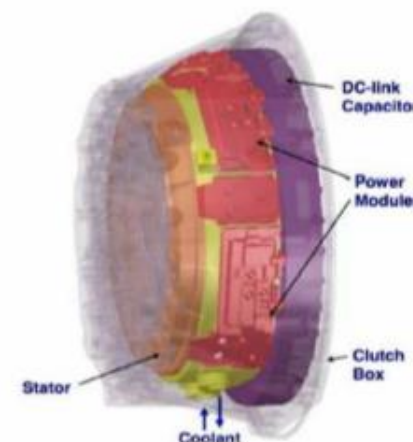
Intégration au-dessus du moteur



Intégration sur le stator du moteur



Exemple de réalisation



Intégration sur le flasque du moteur

[1] : T. M. Jahns and H. Dai, Trans. On Power Electronics and Applications, Vol. 2, N. 3, 9/2017

- Augmentation de la densité de puissance et du rendement du convertisseur statique :
  - Utilisation de composants rapides GaN (tache 1)
- Amélioration des systèmes de refroidissement du convertisseurs et du moteur :
  - Utilisation de matériaux à changement de phase (taches 1,2 et 5)
- Protection des enroulements contre les surtensions :
  - Utilisation de machines basses tensions (taches 1 et 2)
  - Amélioration de l'isolation électrique des enroulements (taches 1,2 et 7)
- Détection des défauts du convertisseur (tache 1)

## Etape 1

### Prototype Myghale

- Machine Myghale
  - 5 phases
  - $I = 50A$
- Onduleur
  - 2 x 5 bras
- Refroidissement
  - Radiateur + Ventilation



## Etape 2

### Prototype CE2I

- Machine CE2I
  - 20 phases
  - $I = 30 A$
- Onduleurs
  - 2 x 5 bras
  - 2 x 20 bras
- Refroidissement
  - A DEFINIR



## Etape 3

### Démonstrateur

- Machine
  - A DEFINIR
- Onduleur
  - A DEFINIR
- Refroidissement
  - A DEFINIR

- Objectif:
  - Avoir un onduleur qui fonctionne et qui soit intégré à une machine **DÉJÀ** existante
  - Disponible **RAPIDEMENT** pour les premiers essais sur l'onduleur, la machine et la commande
  - Etudier la connexion entre des onduleurs et la machine;
- Principal défi → Refroidissement des transistors GaN

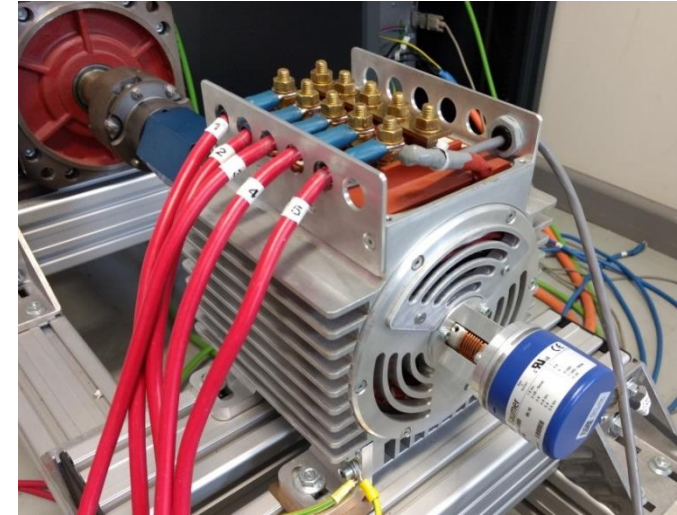
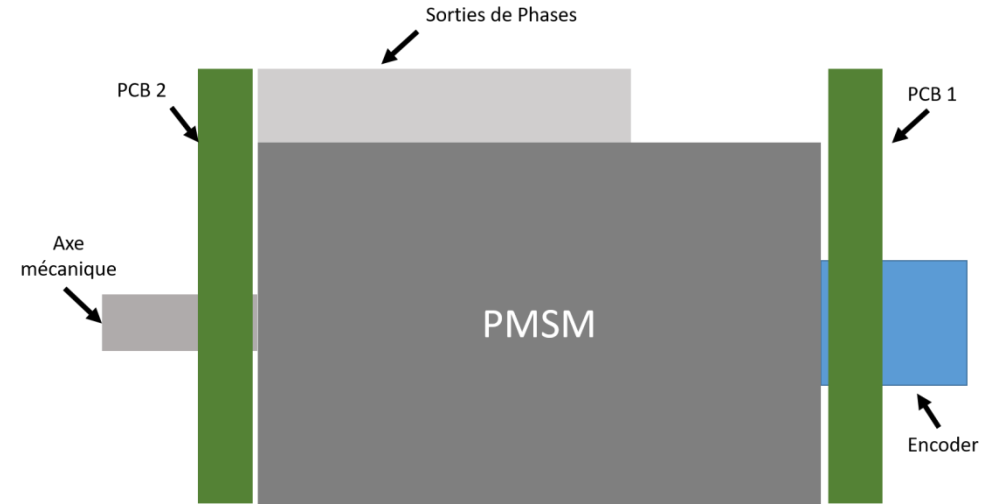
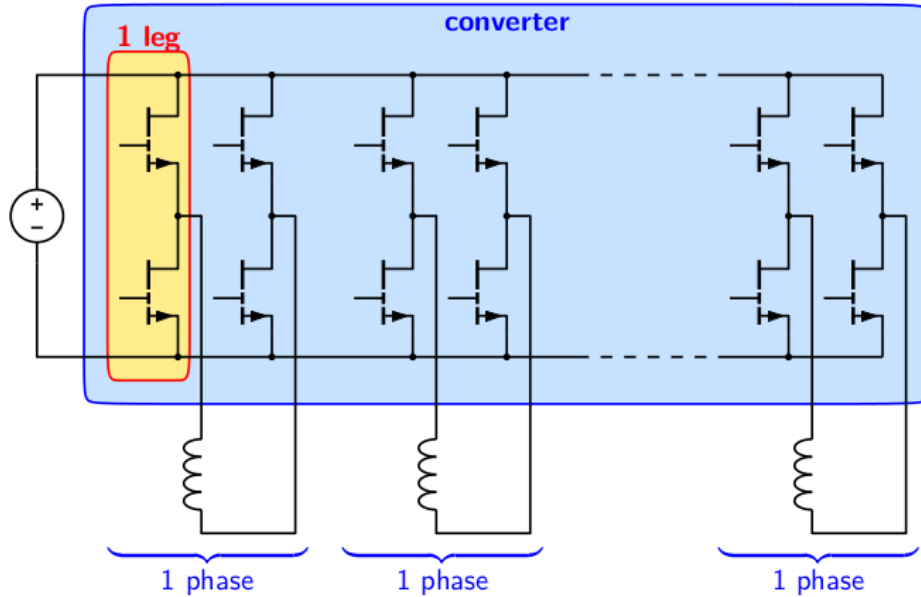


Photo de la machine

- Schéma de principe de l'onduleur 10 bras :

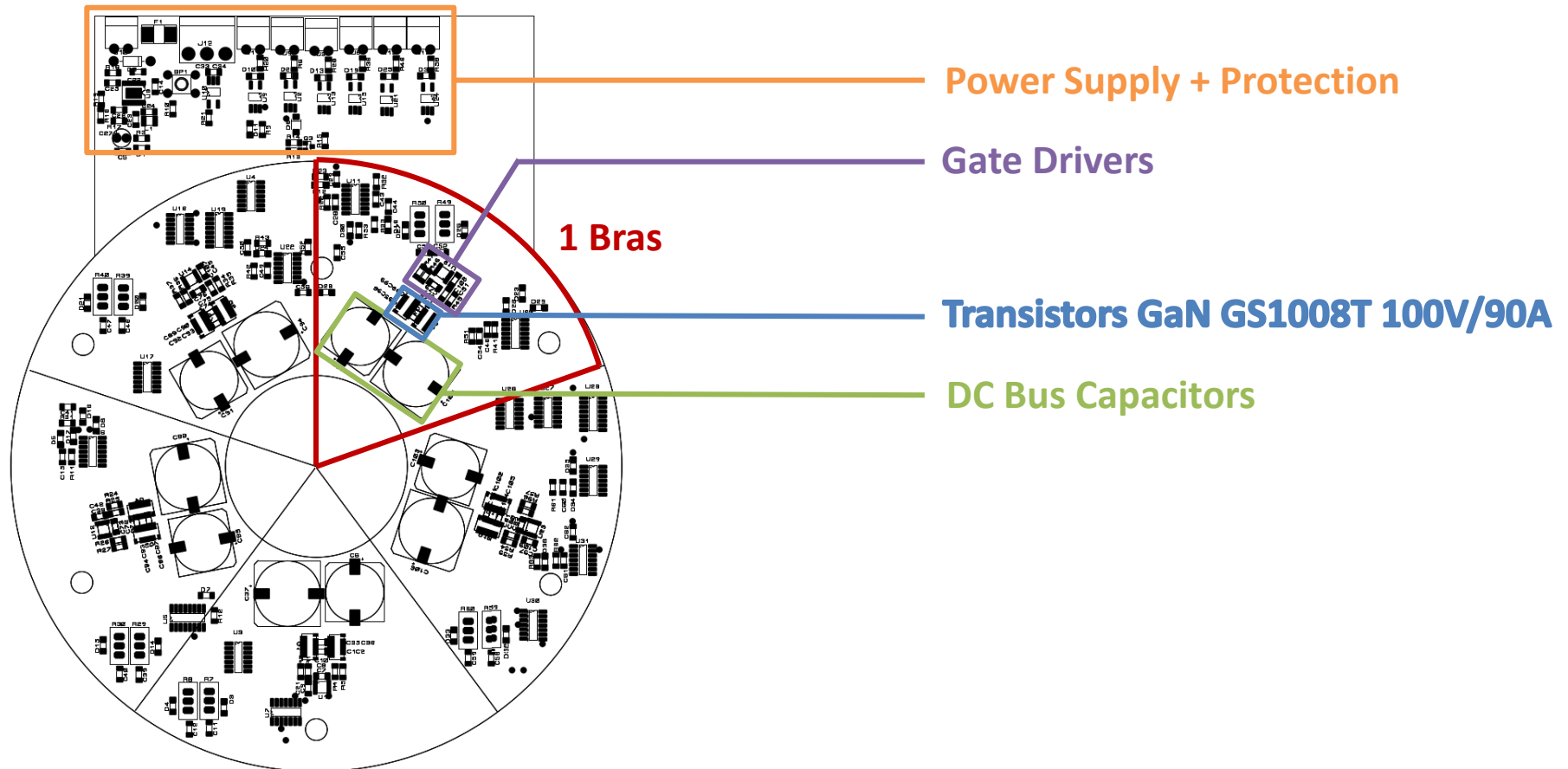
Onduleur sur **DEUX** PCB

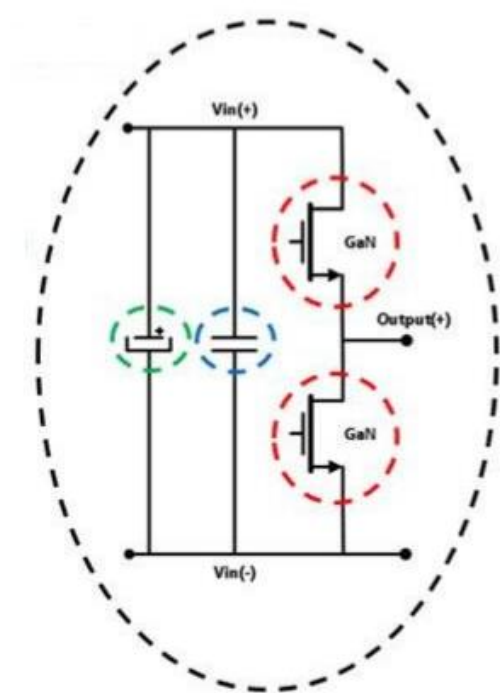
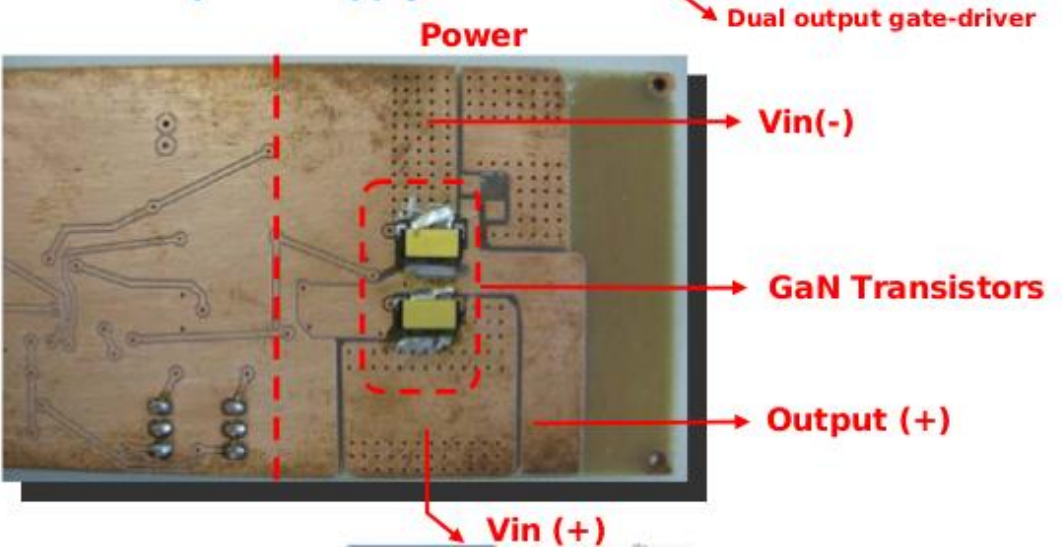
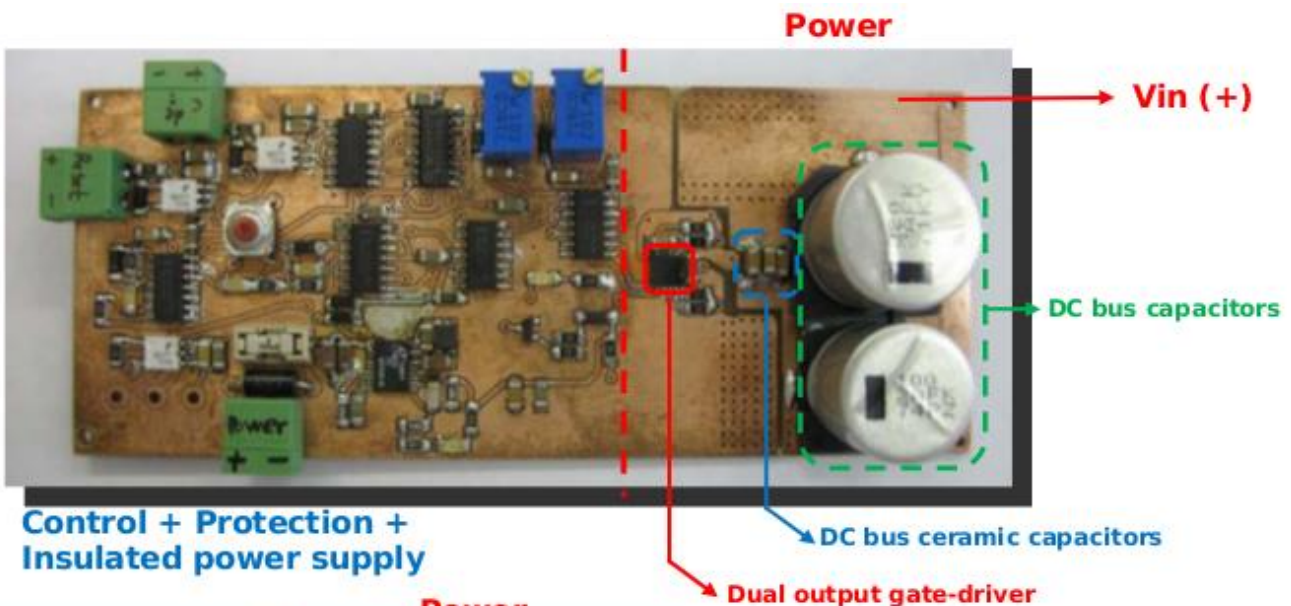


- Caractéristiques électriques :

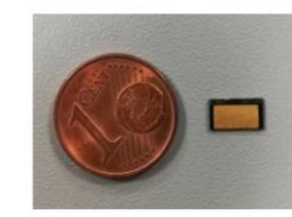
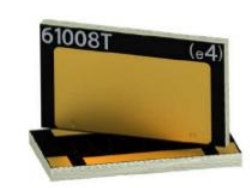
$I_{pk-ph}$	30A
$V_{pk-ph}$	60V
PF	0,85
$P_{TOT}$	7650 W

- Prototype du PCB du convertisseur 5 bras



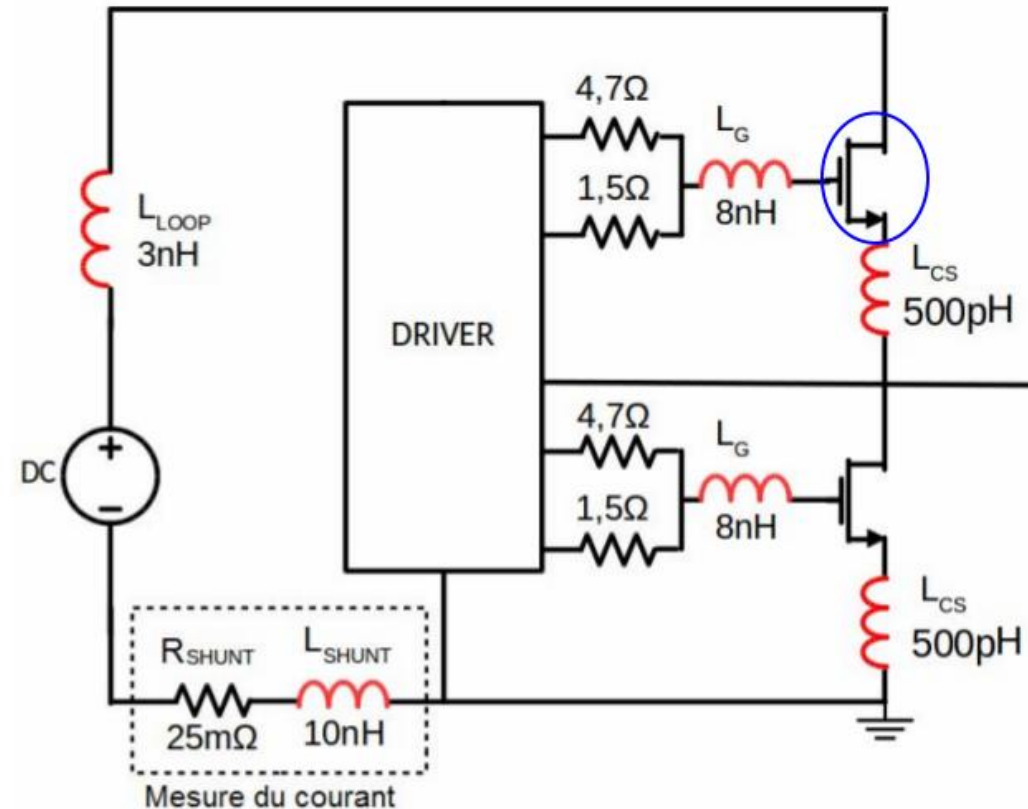
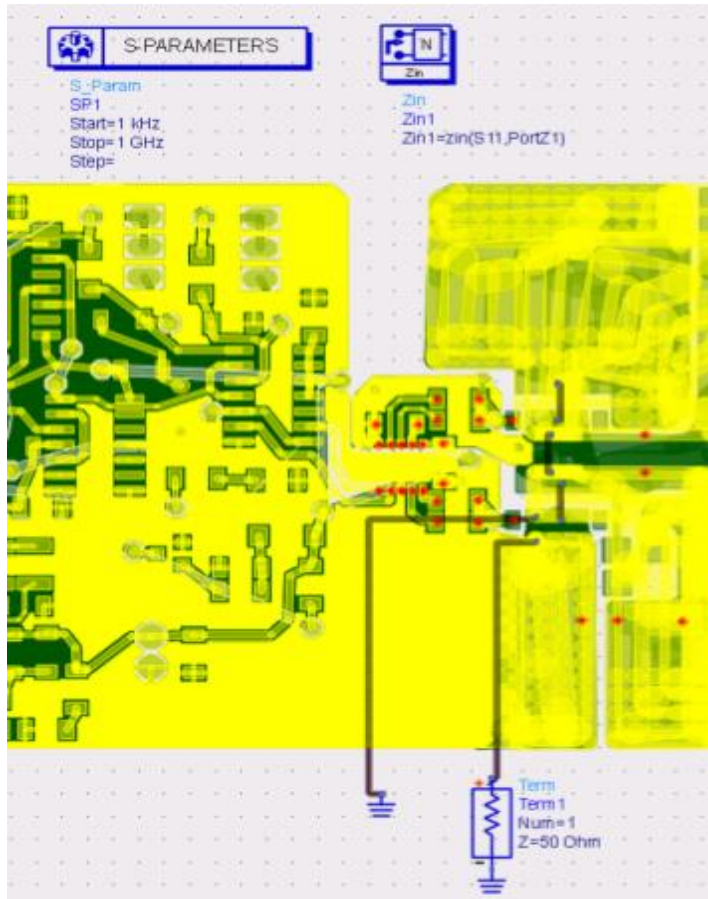


**GS61008T GaN Systems 100V/90A  
7\*4 mm<sup>2</sup>**

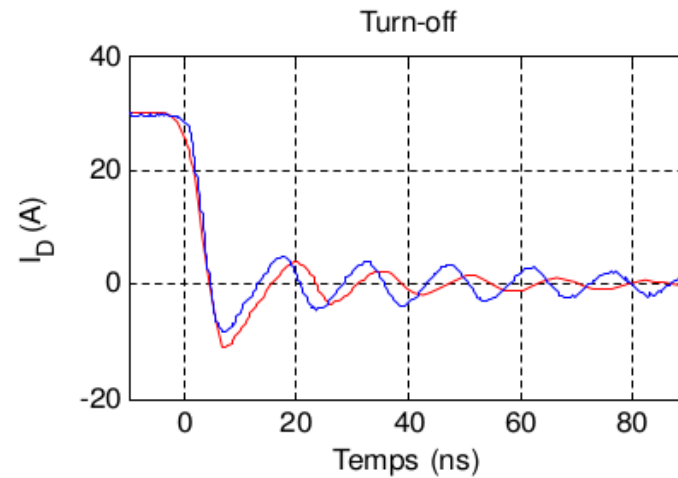
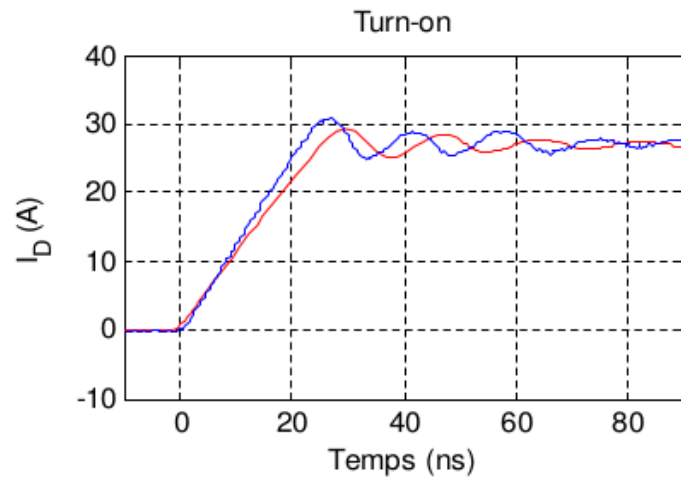
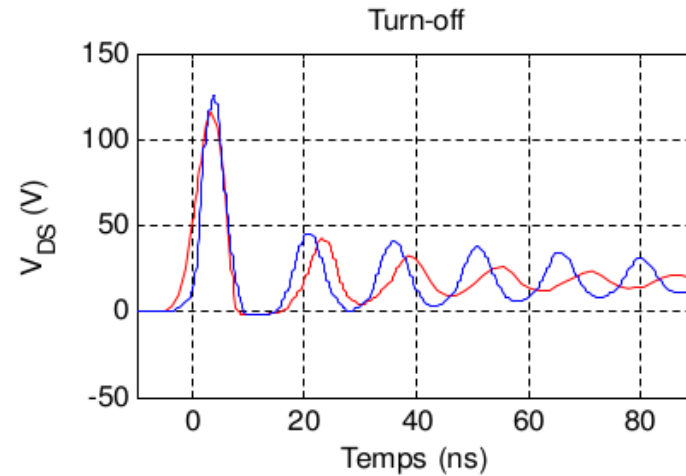
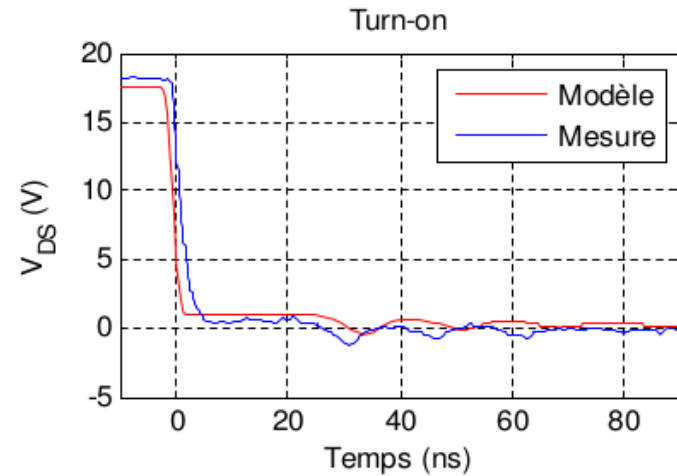




- Estimation des inductances parasites des mailles via un logiciel de modélisation 3D

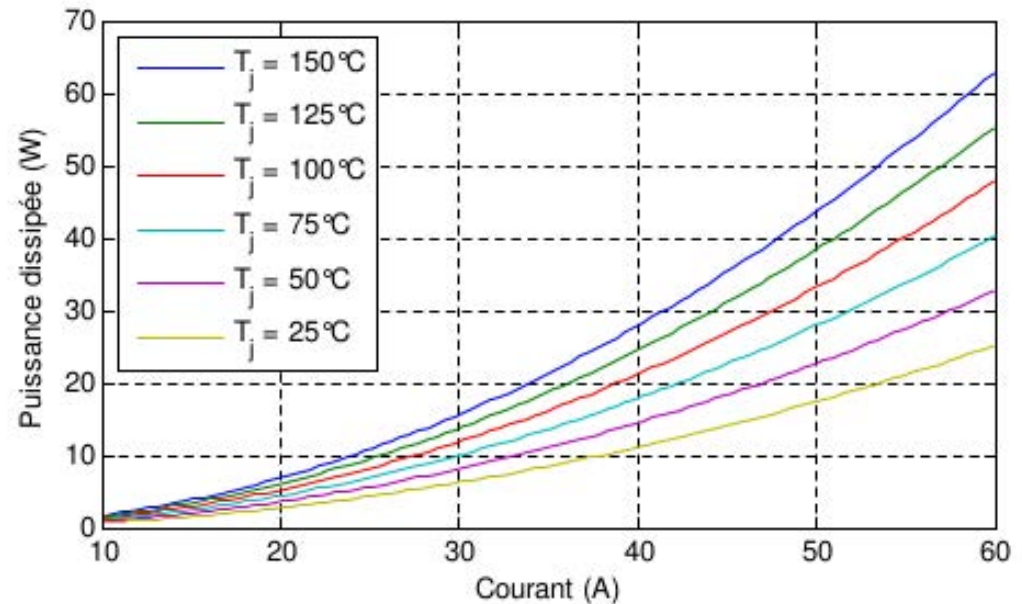


- Validation expérimentale 15V/30A

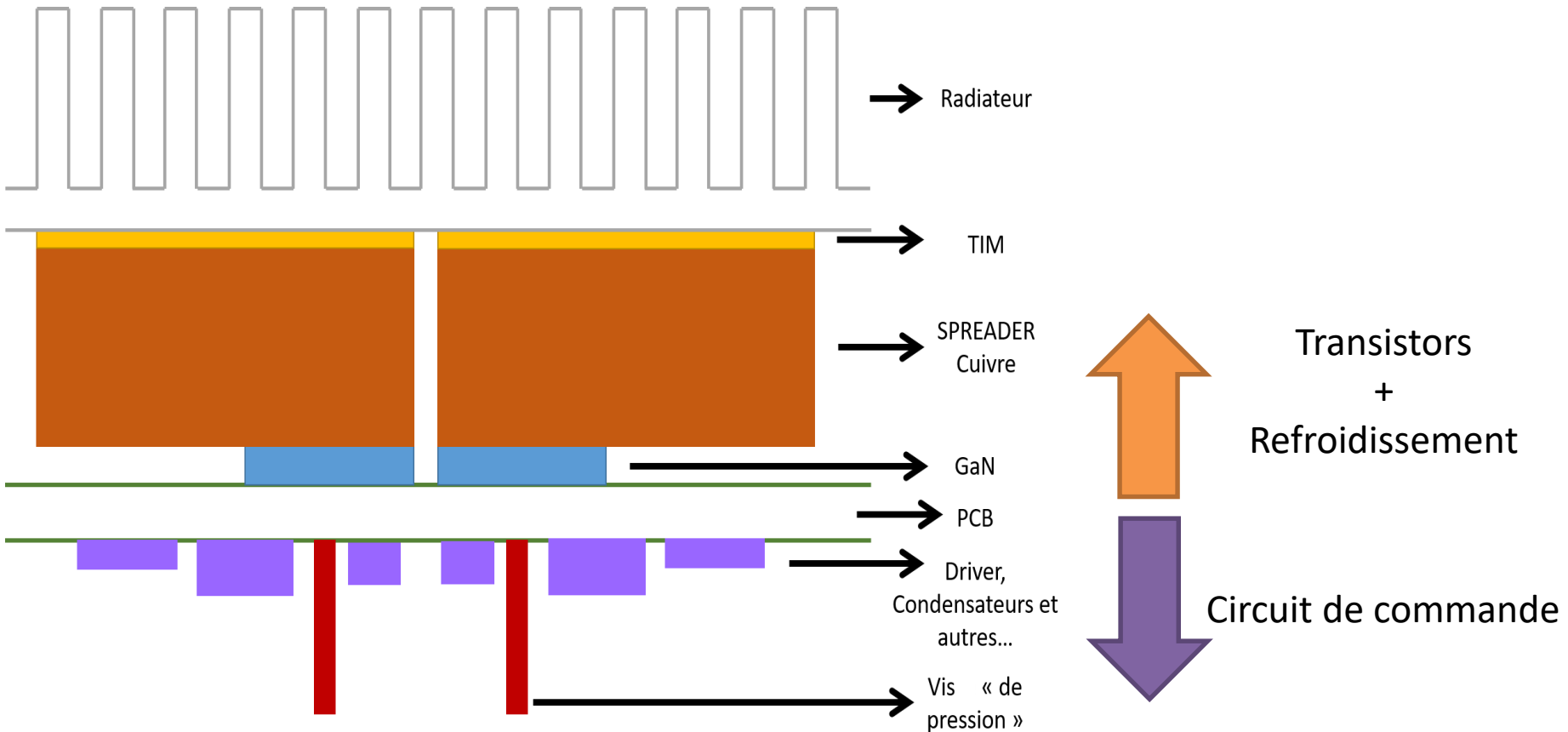


- Evaluation des pertes dans le transistor pour dimensionner le système de refroidissement
- 2 types de pertes :
  - Pertes par commutation influencées par le courant commuté et la fréquence de découpage
  - Pertes par conduction influencées par le courant commuté et la température de jonction

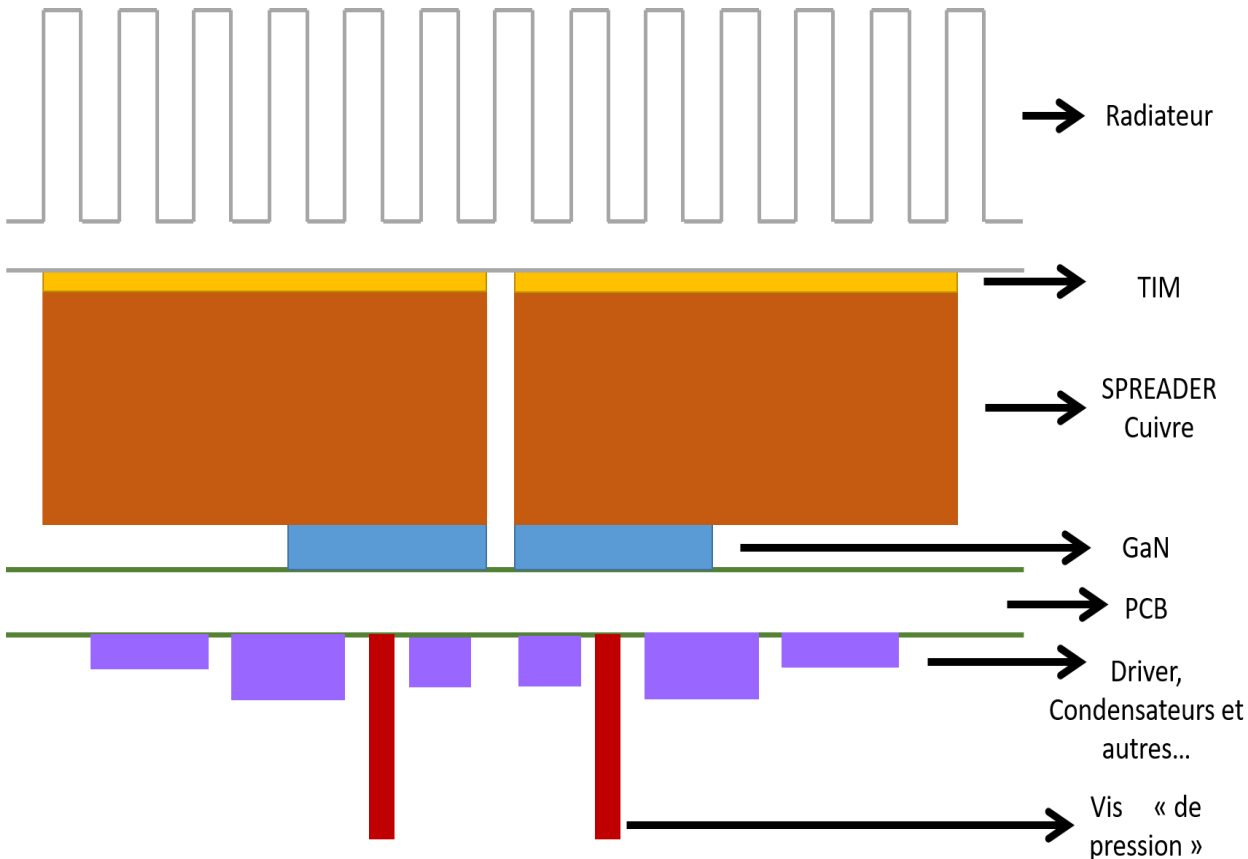
- Evolution des pertes en fonction du courant commuté et de la température de jonction :



- Système de dissipation thermique d'un bras l'onduleur:



- Système de dissipation thermique d'un bras l'onduleur:



- Augmenter la surface d'échange thermique avec l'air

- Optimiser le contact entre le radiateur et le SPREADER en cuivre

- Augmenter la surface d'échange thermique entre le transistor GaN et son radiateur

Assurer une pression des transistors contre le radiateur afin d'optimiser l'échange thermique.

## • Ventilation Onduleur-Machine

- Profiter de la ventilation de la machine pour refroidir l'onduleur
- Ventilation de la machine:
  - 2 Ventilateurs fixés de chaque côté du rotor
  - Les ventilateurs aspirent l'air pour le projeter sur les têtes des bobines
  - Chaque bobine refroidie essentiellement par conduction (via tête de bobine)

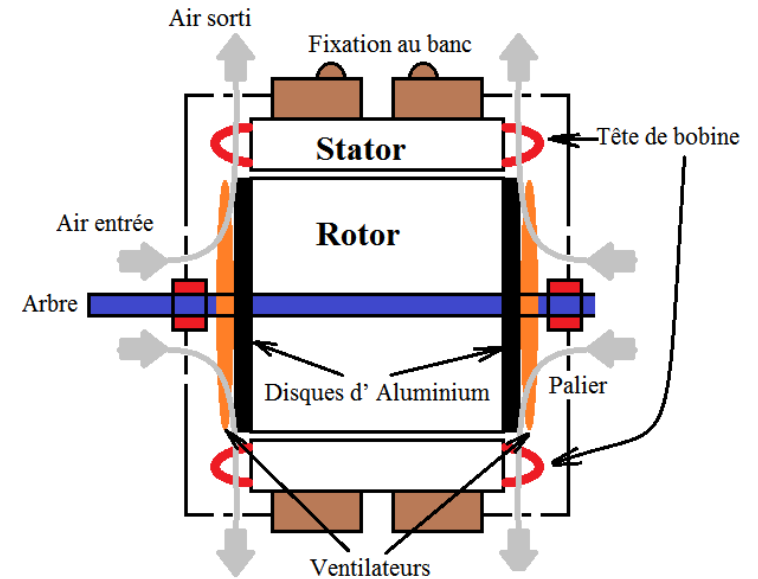


Schéma du déplacement de l'air dans la machine

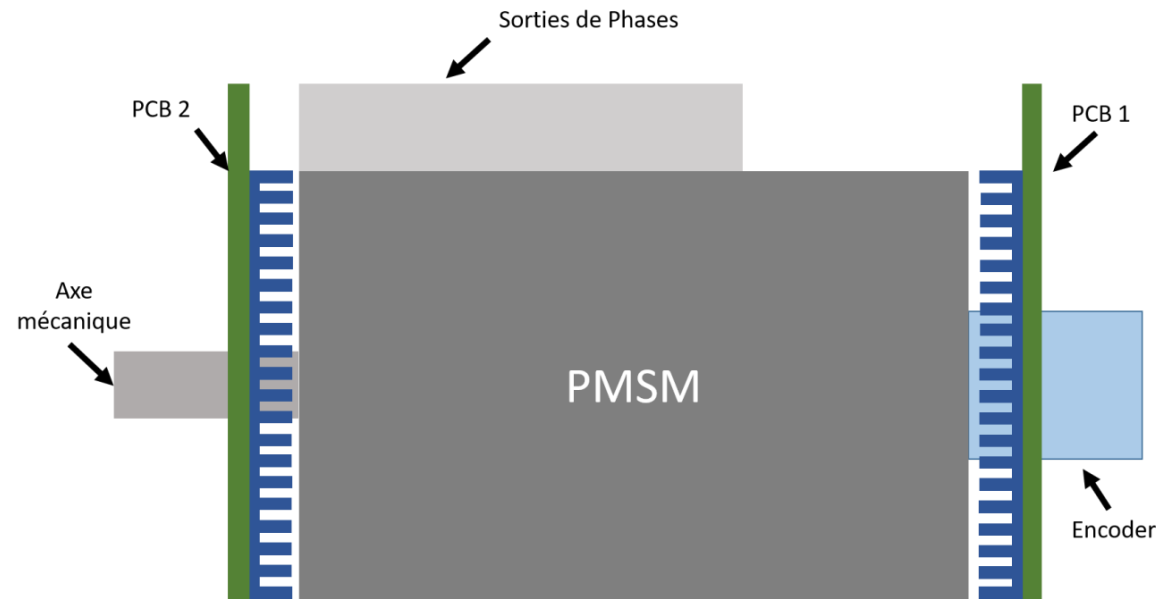


Photo du rotor avec un ventilateur

## • Système de refroidissement onduleur+machine

- Radiateur placé côté machine pour profiter de sa ventilation
- Concevoir le profil radiateur

- Radiateur → à définir:
  - Configuration;
  - Dimensionnement;
  - Confection;



Placement des convertisseurs des deux cotés de la machine

- Les sorties des phases sont toutes au dessus de la machine → Un câblage permettra la connexion entre les PCBs et la machine;
- Des câbles torsadés souples seront utilisés afin de permettre une connexion facile entre les PCBs et la machine;
- Les câbles seront soudés sur un PCB supplémentaire

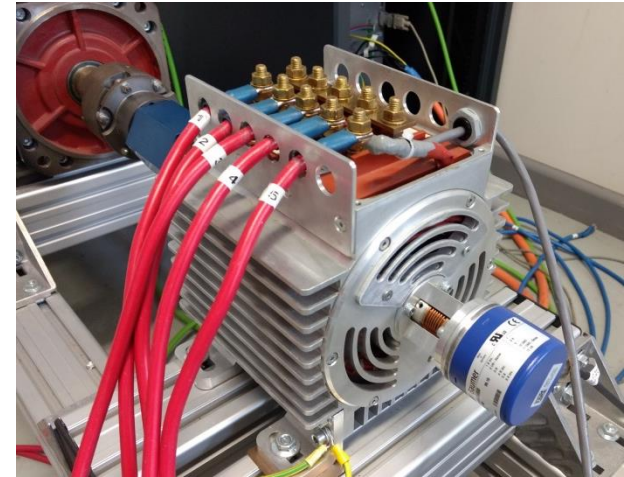


Photo de la machine

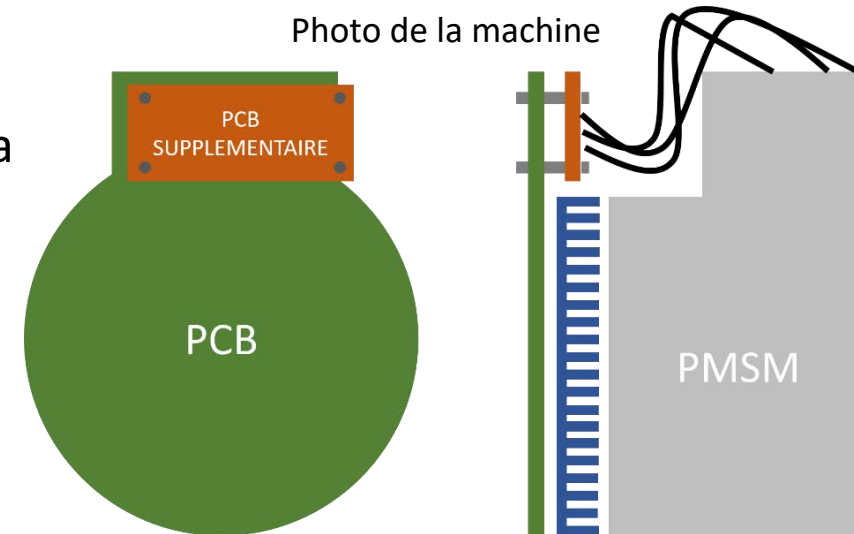


Schéma du PCB supplémentaire et la connexion convertisseur+machine



- Conclusion:
  - Réalisation d'un prototype d'un onduleur (5 bras) qui permet rapidement la réalisation des tests électriques sur l'onduleur et la machine en fonctionnement
  - Réaliser un système de refroidissement basé sur un radiateur et un ventilateur (de la machine)
  - D'autres questions concernant la fixation des PCBs sur machine et la connexion électrique ont été également discuté.