

## ○ Historique & Contexte

Recherches sur les machines électriques non conventionnelles à hautes fréquences de conversion

- augmentation de la puissance volumique → machines rapides
- augmentation du couple massique → machines lentes à couplage harmonique ou dentaire
- maîtrise des contraintes technologiques (paliers, frettes, matériaux HF,...)

## ○ Liens aux activités du laboratoire

Activités en lien avec les outils et méthodes développées par les deux équipes du laboratoire :

- *Modélisation des Dispositifs Electromagnétiques* (MDE) : développement de modèles de dimensionnement (outils numériques, semi-numériques,...)
- *Maîtrise de l'énergie électrique* (MEE) : développement de méthodes d'optimisation, association convertisseur-machine, stratégies d'alimentation

## ○ Objectifs

- Aide au développement et à la validation des modèles et des méthodes de dimensionnement (pertes fer, thermique,...)
- Aide au développement de méthodes de dimensionnement (modèles à constantes localisées, formulation analytique de la maximisation de la puissance volumique des machines rapides,...)
- Valorisation des travaux de recherche par validation expérimentale
- Maîtrise de contraintes technologiques fortes (hautes fréquences, sollicitations mécaniques,...)

## ○ Verrous scientifiques

- Verrou 1 : Densité de couple des machines lentes et puissance volumique des machines rapides
- Verrou 2 : Dimensionnement sous contraintes fortes (haute fréquence, mécanique, thermique)
- Verrou 3 : Dimensionnement des machines synchrones sur le critère de la puissance volumique par une formulation analytique
- Verrou 4 : Dimensionnement sur cycles

## ○ Partenaires

- Banc Machine fort couple / basse vitesse (DSPM) 50 tr/min – 2 kW



Projet régional HYDROL 44

- Banc Machines rapides 30 000 tr/min – 30 kW



Projet « Energie Alternative et Propulsion »  
Opération « propulsion hybride »

## ○ Mise en oeuvre

- Localisation : Laboratoire IREENA
- Bancs d'essais conçu à partir des dimensionnements et des méthodes d'optimisation développées par le laboratoire IREENA
- Matériel disponible :
  - ✓ Analyseur de puissance Yokogawa WT 1800

## ○ Résultats

- Apports de la plateforme en terme de production scientifique :

[ACL-1] L. Dang, N. Bernard, N. Bracikowski, G. Berthiau, "Design optimization with fluxweakening of High-Speed PMSM for electrical vehicle considering the driving cycle", **IEEE Trans. on Industrial Electronics**, Vol. 64, 2017

[ACL-2] N. Bernard, R. Missoum, L. Dang, N. Bekka, H. Ben Ahmed, M.E Zaïm, "Design Methodology for High-Speed Permanent Magnet Synchronous Machines", **IEEE Trans. on Energy Conversion**, Vol. 31, 2016

[ACL-3] N. Harkati, L. Moreau, J.F. Charpentier, M.E. Zaïm, "Optimized design of doubly salient permanent magnet generator taking into account the efficiency of energy conversion", **European Journal of Electrical Engineering (EJEE)**, Vol 18, 2016

- Communication en GdR :

Machines rapides – Journée SEEDS Inter GT, 9 janvier 2019

## ○ Quelques chiffres clés

- 83 k€ financés sur fonds CPER pour le banc *Machines rapides*
- 82 k€ d'investissement (Région, Carène) sur le banc *DSPM*
- 5 thèses soutenues, dont 2 sur les machines rapides et 3 sur la *DSPM*
- 10 publications associées (3 ACL, 7 ACTI)

## ○ Points forts - Originalité

- Structures de machines non conventionnelles dimensionnées à partir de démarches de conception développées par le laboratoire IREENA
- Consolidation et pérennisation des activités de conception de machines électriques au sein du laboratoire

## ○ Bilan & Perspectives

- Moyens d'essais disponibles pour les prochains bancs d'essais
- Parmi les évolutions à venir :
  - ✓ le dimensionnement sur cycle des machines rapides
  - ✓ la conception des machines à couplage harmonique pour la maximisation des machines à fort couple massique

