



15 novembre 2022

Restitution finale du projet

Entraînements Electriques à haute fiabilité fonctionnelle et leur intégration

E. Semail

Responsable tache 2



Fiabilité fonctionnelle pour entraînement électrique véhicule?

= surtout tolérance aux défaillances transistors

= Onduleur à n bras $n > 3$

= n câbles AC externes encombrant/polluant 😞 véhicules

Solution usage = INTEGRATION

mais Intégration = 2 sources de chaleur

😞 Si compacité ➡ + Contraintes thermiques

Solution = Composant Grand Gap (SiC, GaN)

✓ Moins pertes et plus haute fréquence : compacité 😊

✓ Futur plus haute température (/ Si 150°C) 😊

✓ mais Surtensions à maîtriser (bobinage machine) 😞

Actions = Contrôle rapproché et géométrie/topologie

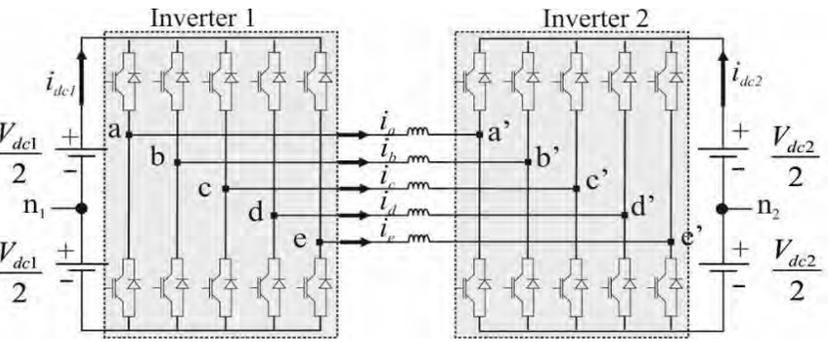
Intégration 😊



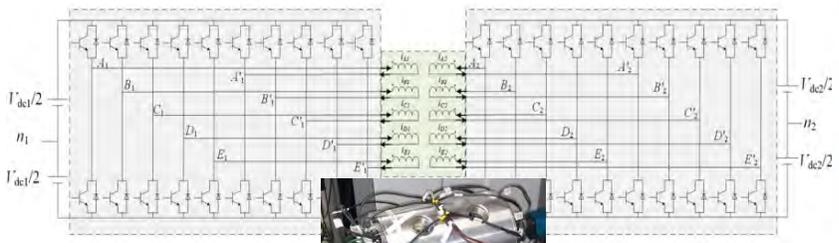
Symétrie Alimentation

Topologie Open-Winding

- Surtensions neutre/terre: « Grand Gap » 😊
- Multi-source DC: fiabilité structurelle 😊
- Reconfiguration court-circuit Transistor 😊
- Contrôle courant homopolaire 😞



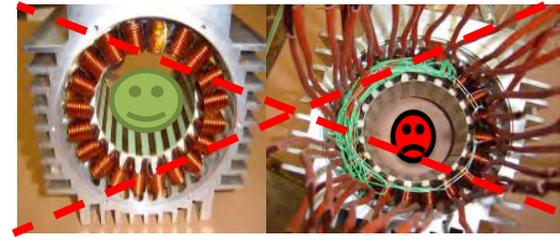
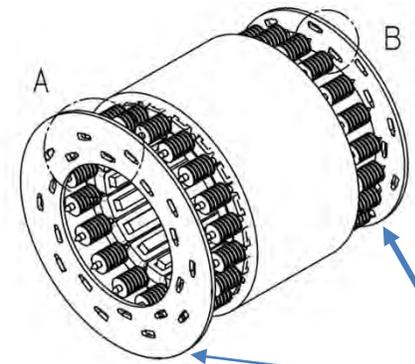
Prototype 0



Prototype 1

Symétrie spatiale machine

(Thermique, Surtension)

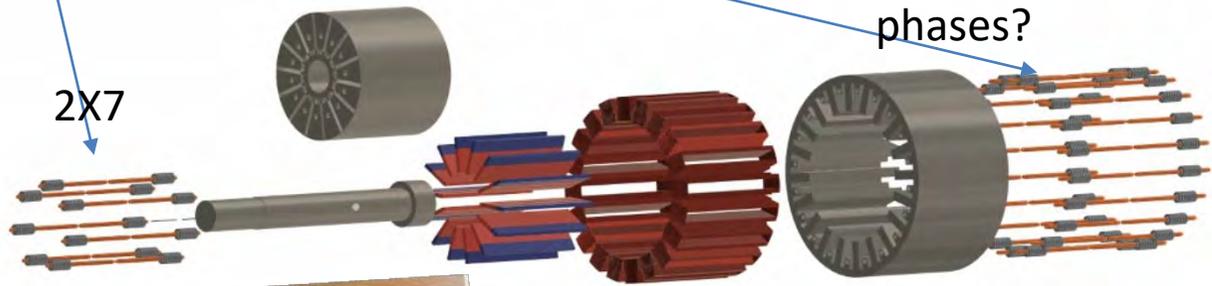


Connexions symétriques
Bobines

CALODUCS symétriques

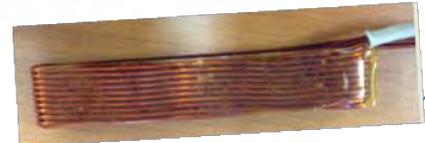
Rotor et stator (tache 5) Brevet 2022

Modularité 20 bobines:
5-phases, 10-phases, 20-phases?



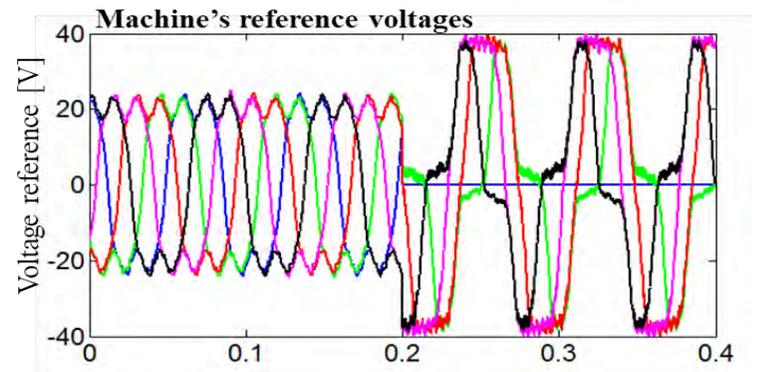
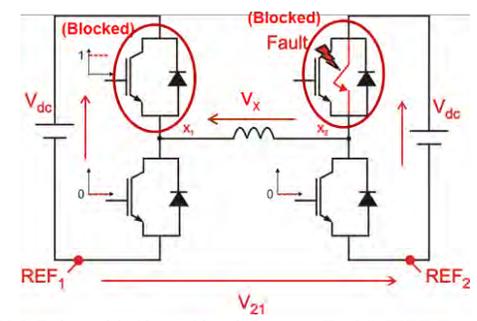
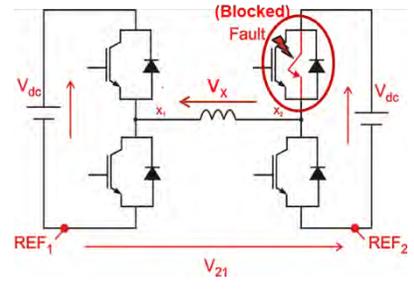
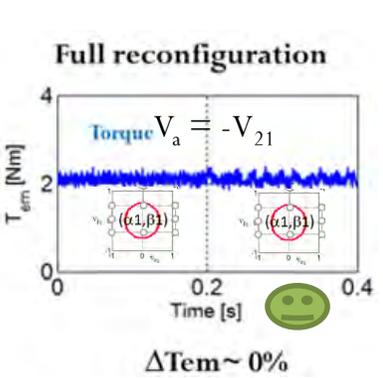
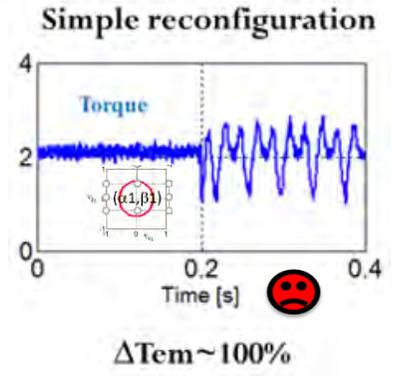
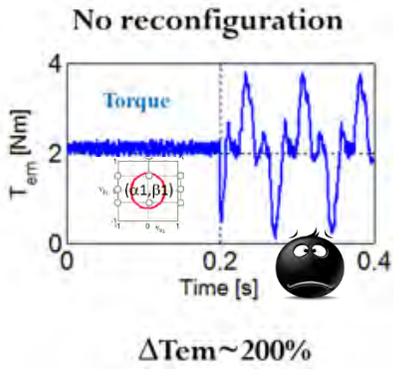
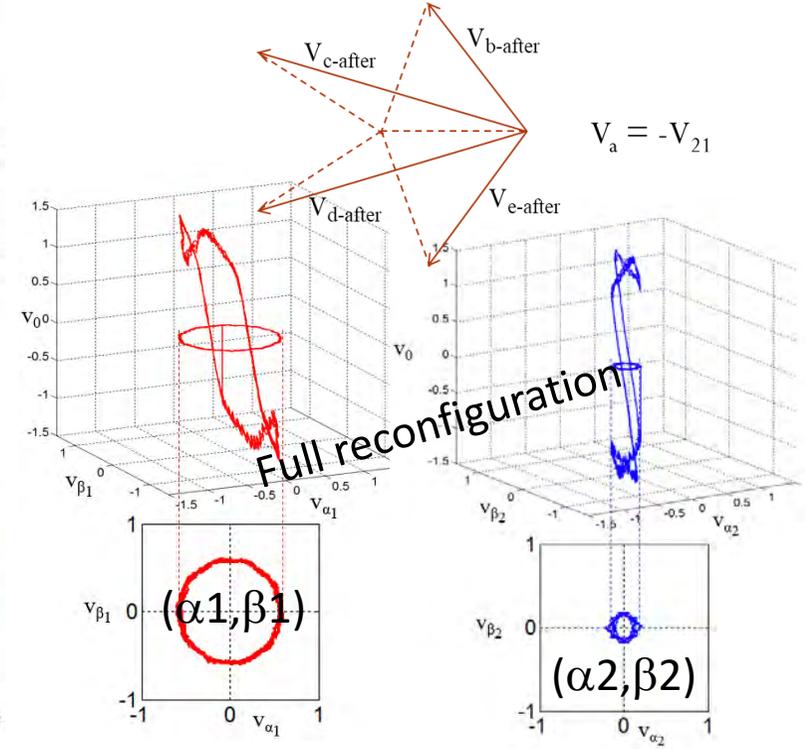
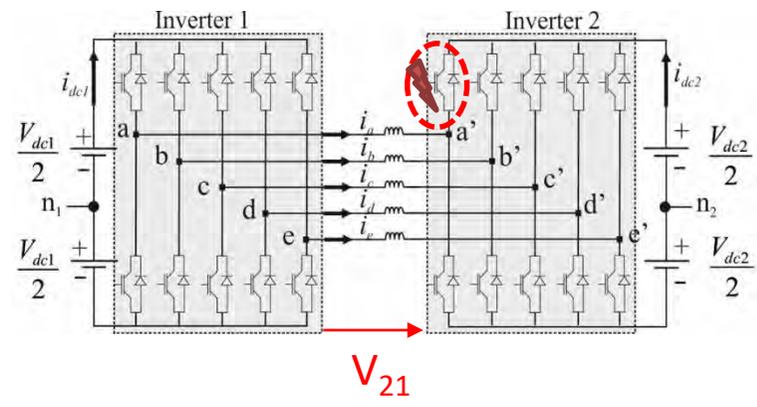
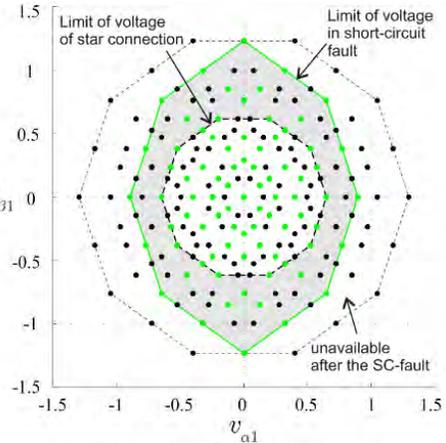
2X7

2X20



Prototype 1

A1>Reconfiguration Contrôle sur défaut de court-circuit transistor avec structure open-winding

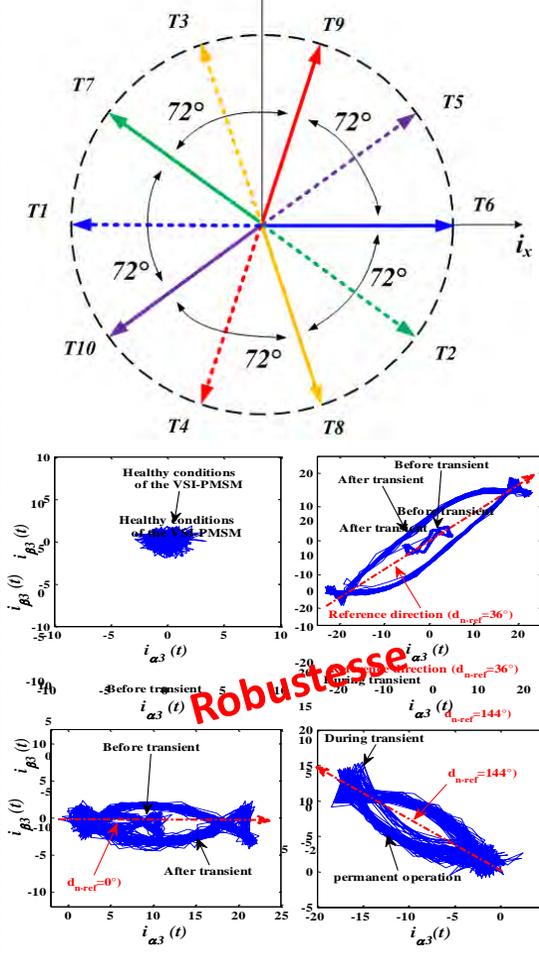
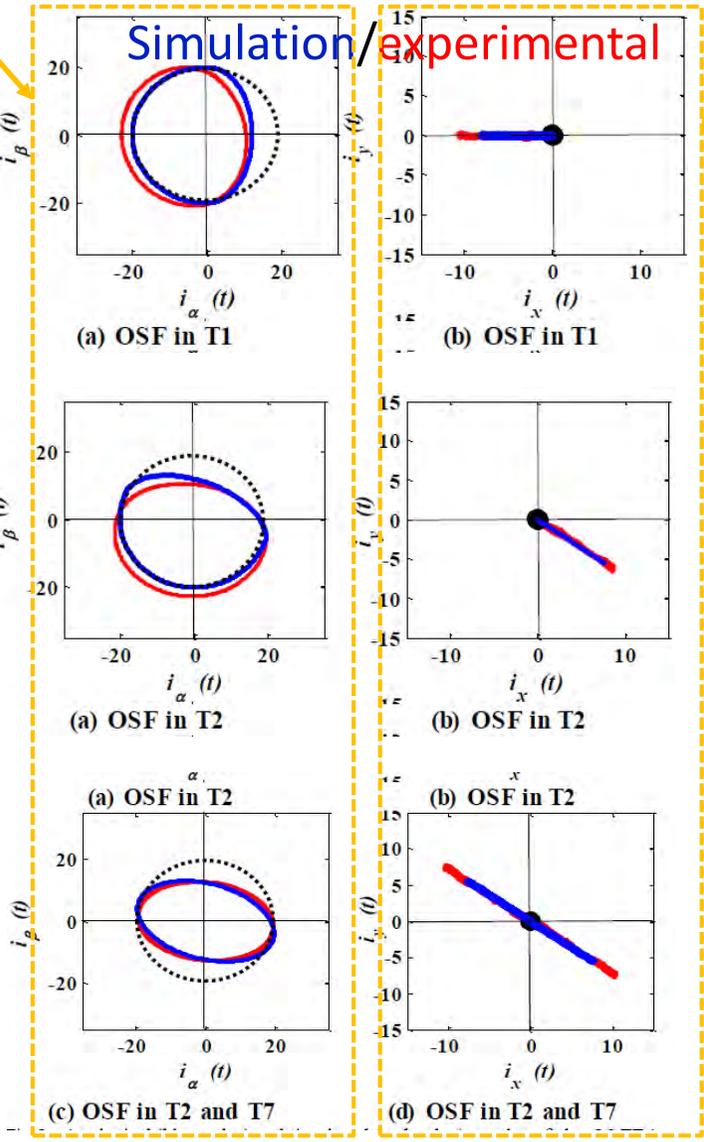
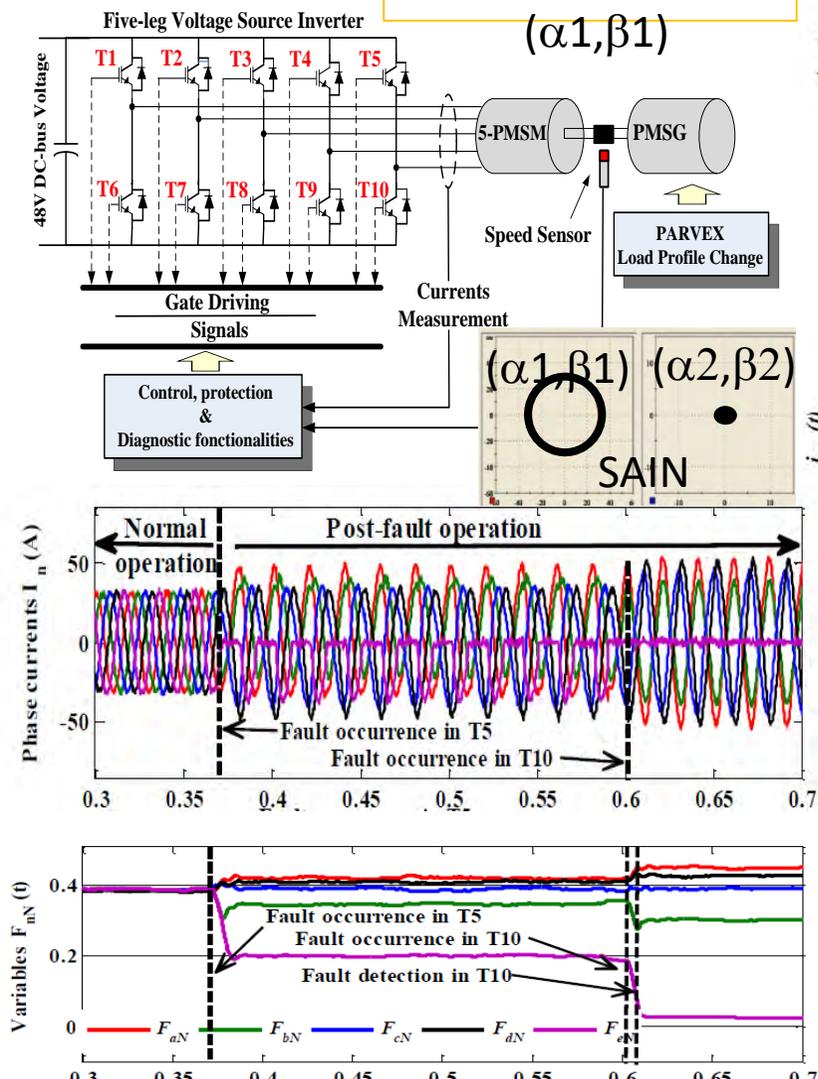


3. Avancées scientifiques majeures sur fiabilité fonctionnelle

A2>Détection robuste de défaut interrupteur ouvert spécifique à machine synchrone polyphasée fem quasi-sinusoidale

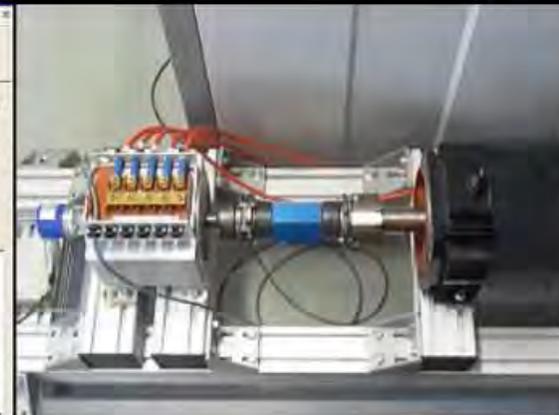
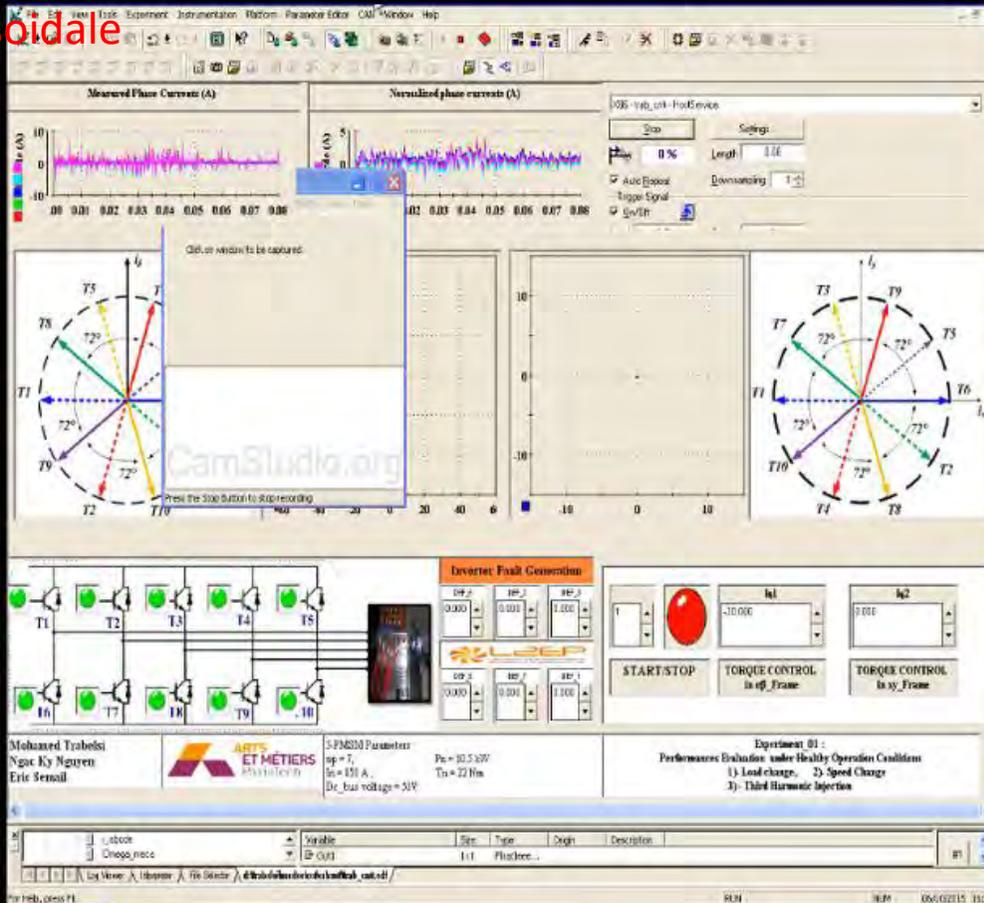
Domaine classique d'observation (α_1, β_1)

Nouveau domaine d'observation (α_2, β_2)

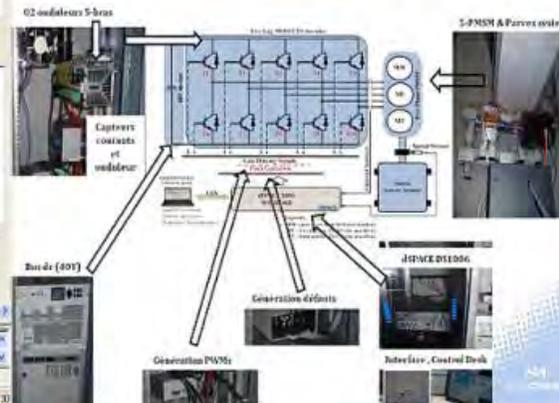


Robustesse

A2> Détection robuste de défaut interrupteur ouvert spécifique à machine synchrone polyphasée fem quasi-sinusoidale



Réalisation expérimentale



Open-Switch Fault Modeling and Effects Analysis (OSFEA) in Five Phase PMSM

- 1) **Détection** de défaut d'interrupteur ouvert par analyse de courant homopolaire dans machine polyphasée en configuration open-winding
- 2) Fonctionnement en régime dégradé: impact sur la **désaimantation**
- 3) Minimisation auto-adaptive des **couples pulsatoires** par réseau de neurones pour machines polyphasées à fem non sinusoïdales en mode dégradé
- 4) **Pertes/températures** des bobinages et aimants selon stratégies MLI dû à effet de peau/proximité dans conducteurs électriques proche entrefer en mode de défaut
- 5) Comparaison de différents types de contrôles en défaut « phase ouverte »: **mécanique/électrique/thermique**
- 6) **Optimisation** caractéristique couple/vitesse de machine polyphasée par alimentation en courants **non sinusoïdaux** en « flux weakening »
- 7) Impact **isolation** des caloducs/ toles pour limitation des courants induits
- 8) Commande sans capteur de position
- 9) ...

En mode dégradé

Intégration

Entraînements Electriques à haute fiabilité fonctionnelle et leur intégration



Questions ?



Remerciements : Mohammed TRABELSI,
Hussein ZAHR, Tiago MORAES DOS
SANTOS, Duc Tan VU, Youssef MINI,
Hailong WU et ...

