



15 novembre 2022

Restitution finale du projet

*Eco-efficacité, fiabilité structurelle :
vers des machines électriques en rupture technologique*

J-Ph. Lecoïnte

UNIVERSITÉ D'ARTOIS

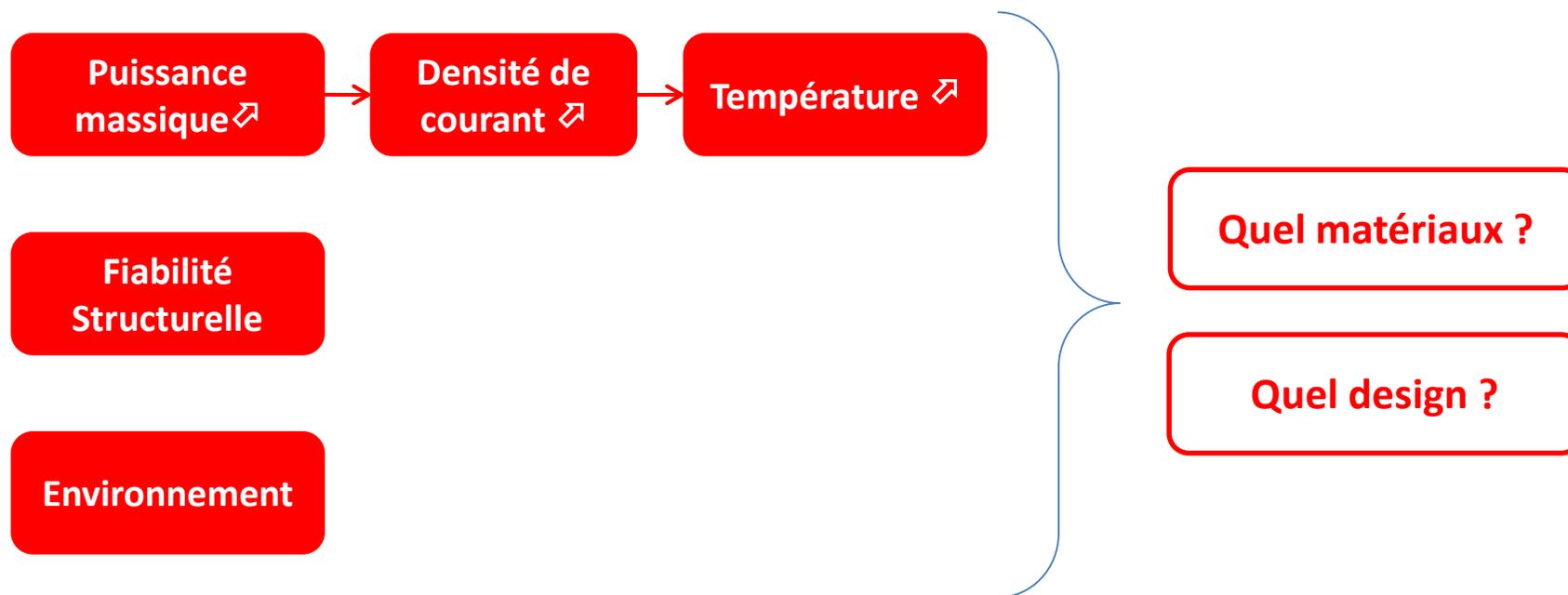


1. Objectifs scientifiques

« éco-efficacité » « forte puissance massique » « fiabilité structurelle »

→ Moteur électrique qui répond aux besoins de la mobilité / respectueux de l'environnement

→ Stratégie :



2. Challenges et état de l'art

① COMPORTEMENT DES MATÉRIAUX À TEMPÉRATURE ÉLEVÉE

► **Déterminer les limites de fonctionnement :**

- des aciers électriques
- des matériaux constituant le SIE



② MACHINES PERFORMANTES ET / OU HT°

- Exploiter des aciers électriques adaptés et performants
- Trouver les techniques de bobinage adaptées aux nouveaux SIE
- Dimensionner en tenant compte des contraintes thermiques

500°C en fonctionnement normal



③ INTÉGRATION PROFONDE DE CELLULES DE CONVERSION

- Intégrer un système électronique (composants, pcb, ...) au plus près des bobinages dans un environnement très contraignant en fonctionnement (Vibrations / Température)

④ ANALYSE DU CYCLE DE VIE

3. Avancées scientifiques majeures

① COMPORTEMENT DES MATÉRIAUX À TEMPÉRATURE ÉLEVÉE

► Évaluation de nouvelles solutions de bobinage :

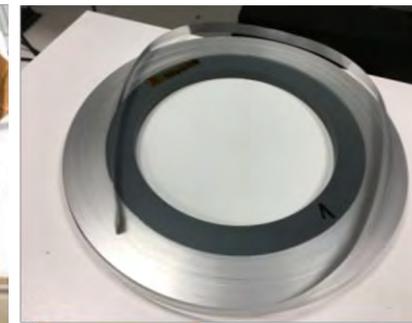
- Aluminium anodisé (Al_2O_3)
- Cuivre / Nickel isolé par un ruban de mica
- Cuivre / Nickel avec un frittage de céramique

► Caractérisation de matériaux magnétiques :

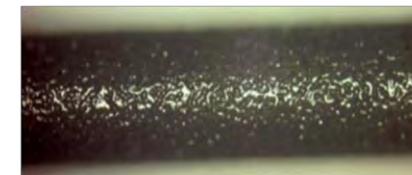
- Mise au point d'un cadre Epstein dédié aux températures élevées
- Caractéristiques magnétiques (B_{sat} , μ_R , Hystérésis,...)
- Caractérisation des pertes : $f(T^\circ C)$



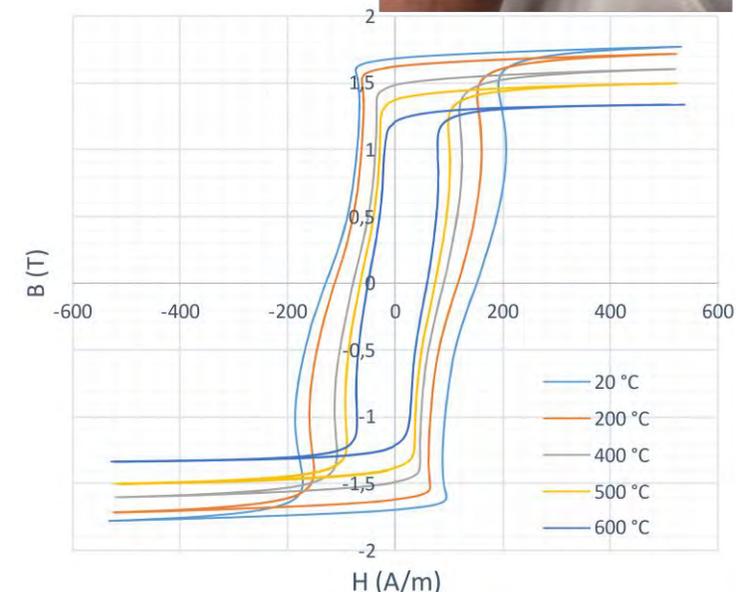
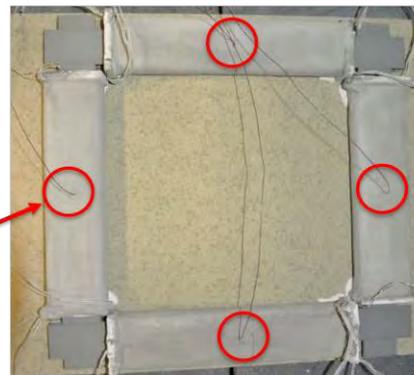
500°C



350°C



Capteur de température



② MACHINES PERFORMANTES ET / OU HT°

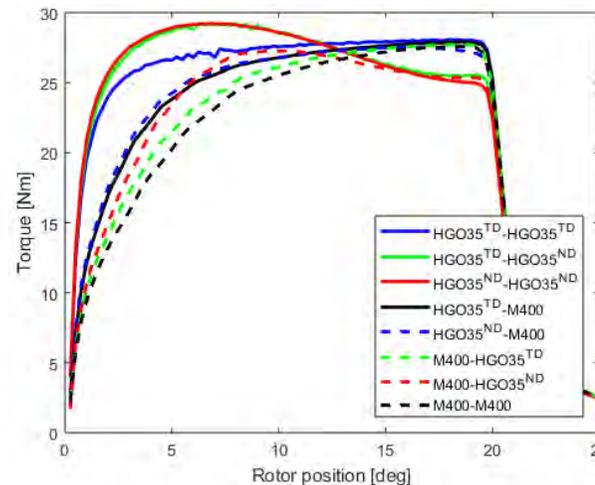
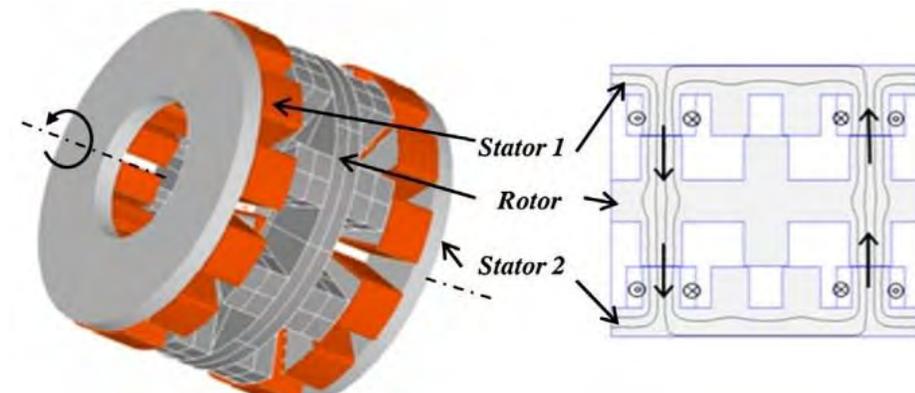
► Machine asynchrone haute température

- Bobines fil céramique imprégnées et moulées par ciment
- Circuit magnétique assemblé autour des bobines



► Machine à reluctance variable à double saillance et à tôles à grains orientés

- « Full GOES »
- A flux axial
- Couple électromagnétique : +14%



③ INTÉGRATION PROFONDE DE CELLULES DE CONVERSION

- ▶ POC sur une machine à réluctance variable à double saillance 8/6 :
 - Développement d'une cellule de conversion "élémentaire"
 - Bobine + cellule imprégnés
 - Validation pour un fonctionnement à vide

- ▶ Dépôt de brevet en cours

4. Perspectives

► Intégration profonde de cellules de conversion

- Projet de maturation avec la SATT Nord
- Adaptation à des machines synchrones à aimants

► Machine à forte puissance massique HT°

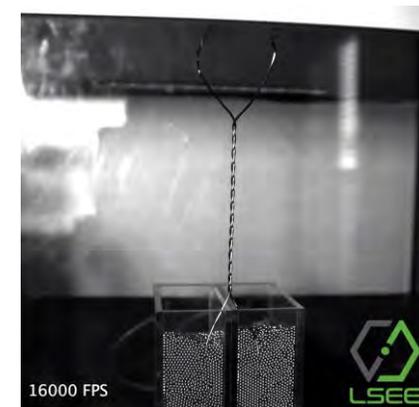
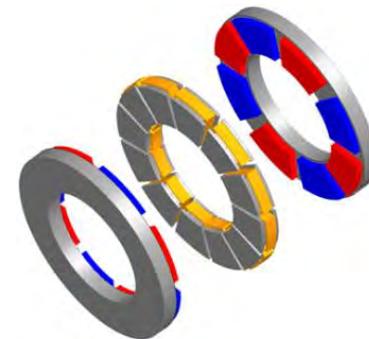
- Projet ANR en cours : MS à flux axial 100kW – 10 000rpm – 12kW/kg en continu
- Bobinage aluminium anodisé
- MS sans aimants terre rare avec une entreprise du territoire

► Systématisation de l'ACV



► Travaux de modélisation :

- Modélisation de l'anisotropie de tôles GO
- Modélisation spatio-temporelle des charges d'espace par la méthode des éléments finis





15 novembre 2022



Remerciements



UNIVERSITÉ D'ARTOIS

Mohamed ABABSA, Racha AYDOUN, Tarek AMEID, François BALAVOINE,
Grégory BAUW, Amal GUEZMIL, Hossam HALGOSSINI, Houssam ICHOU,
Vadim IOSIF, Aïcha LAIDOUDI, Mohamed Omar YOUSNI, Nada ZOUZOU

Personnel du LSEE : Gaëlle LARUE / Emmanuel MATEO / Mickaël DELMER

Questions ?

