



## IREENA UR4642 : Institut de Recherche en Energie Electrique de Nantes Atlantique



didier.trichet@univ-nantes.fr





### Effectif au 1<sup>er</sup> janvier 2022

- Enseignants-chercheurs: 25
- Professeurs émérites: 2
- Ingénieurs de Recherche : 2
- Post-doctorants : 7
- Doctorants : 25 (7-10 /an)
- 20 étudiants du Master2 international EE
- Support technique et administratif : 4
- Professeurs invités => 10-15 /an















## Approche:

Recherche amont méthodologique appuyée par des approches originales de modélisation / prototypage / instrumentation / caractérisation

## Domaine d'application :

Transport (naval, aéronautique), énergies renouvelables (principalement marines), Smart-Grids, systèmes multi-sources





## Structuration scientifique 2022-2026 suivant 3 UTRs:

#### UTR 1

Techniques inductives en milieux complexes

3 problématiques / verrous 10 actions

<u>Responsable</u>: G. Berthiau Co-animateur: G. Wasselynck

#### UTR 2

Chaînes de conversion électromécaniques et statiques optimales et tolérantes aux défauts

3 problématiques / verrous 9 actions

<u>Responsable</u>: N. Bernard Co-animateur: M.F. Benkhoris

#### UTR 3

Gestion des systèmes d'énergie électrique à forte intégration d'Énergies Renouvelables

2 problématiques / verrous 8 actions

Responsable : S. Bourguet Co-animateur : A. Houari

• Mener une recherche amont d'excellence à visée applicative pouvant adresser des défis sociétaux comme la sûreté et la fiabilité des composants et des systèmes, l'efficacité énergétique pour un développement durable, les énergies renouvelables notamment marines ou encore l'industrie du futur.



















## **UTR 1: Techniques inductives en milieux complexes**

## OBJECTIFS DE DÉVELOPPEMENT





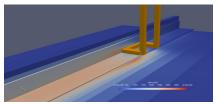




#### Problématiques et verrous :

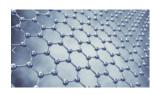
- Amélioration de la transmission de puissance électromagnétique dans des environnements complexes (Machines électriques, soudage par induction, CND, formage et charge par induction, P2H, ...)
  - Fonctionnaliser les matériaux et leur environnement,
  - Nouveaux degrés de liberté avec fabrication additive,
  - Meilleure évaluation des pertes dans matériaux complexes



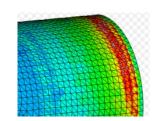




- Amélioration des méthodes de « Contrôle Non Destructif » (CND)
  - Approche «Process Monitoring»,
  - Intégration des CND dans les différentes étapes de fabrication
  - Fusion de données multi-techniques.
- Identification / caractérisation des propriétés électriques et magnétiques
  - Matériaux complexes,
  - Incertitudes associées,
  - Intégrations dans les modèles.











## **UTR 1: Techniques inductives en milieux complexes**

### **Stratégie et orientation**











#### Méthode : continuer à développer nos approches méthodologiques :

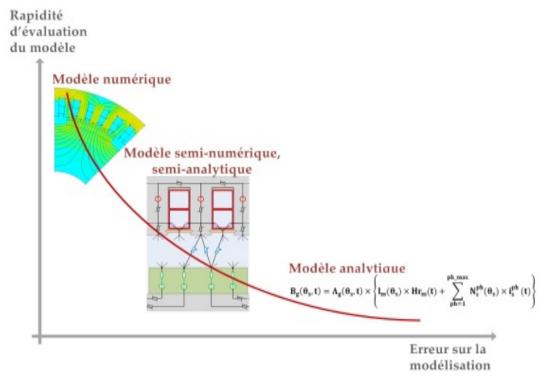
- Modélisation Multi-Physique : électromagnétique, thermique, mécanique, ...
- Outils génériques : Analytiques, Semi-analytiques, Eléments Finis, lumped model ...

#### **Champs d'application:**

- Matériaux magnétiques à point de Curie contrôlé,
- Matériaux fonctionnels,
- Matériaux composites, ...

#### Moyens:

- Transfert d'énergie sans contact,
- Réseaux de capteurs intelligents,
- Imagerie avancée,
- Plateformes (caractérisation et banc machines), ...

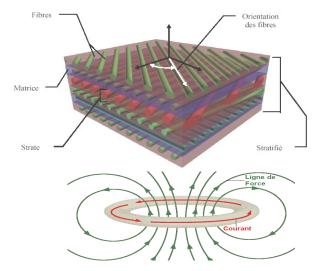


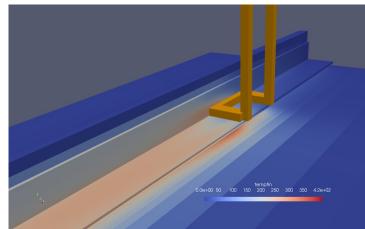


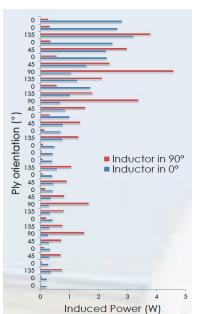


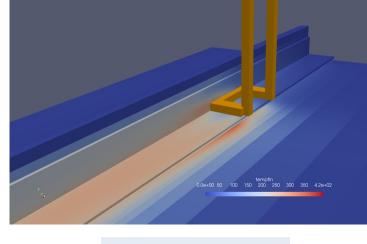


## Interaction onde BF matériau complexe

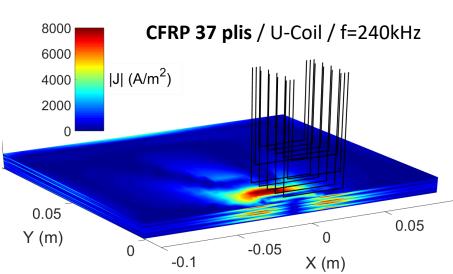


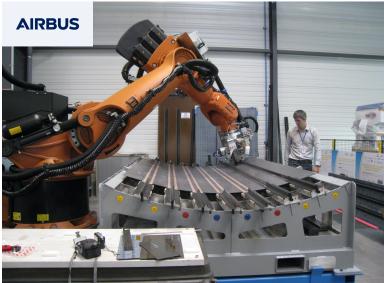








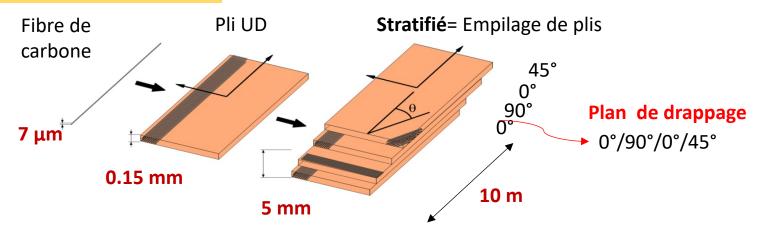








## Interaction onde BF matériau complexe



3 échelles: micro (fibre), méso (pli), macro (stratifié)

#### Échelle micro

- Caractère aléatoire
- Forte anisotropie
- Contact probables
- Complexité numérique

#### Échelle méso

- Facteur d'échelle
- Anisotropie

#### Échelle macro

- Non linéaire et multi-physique
- Prise en compte déplacement inducteur
- Prise en compte du générateur (équation circuit)

Méthodes d'homogénéisation avec prise en compte de la percolation électrique circuit)

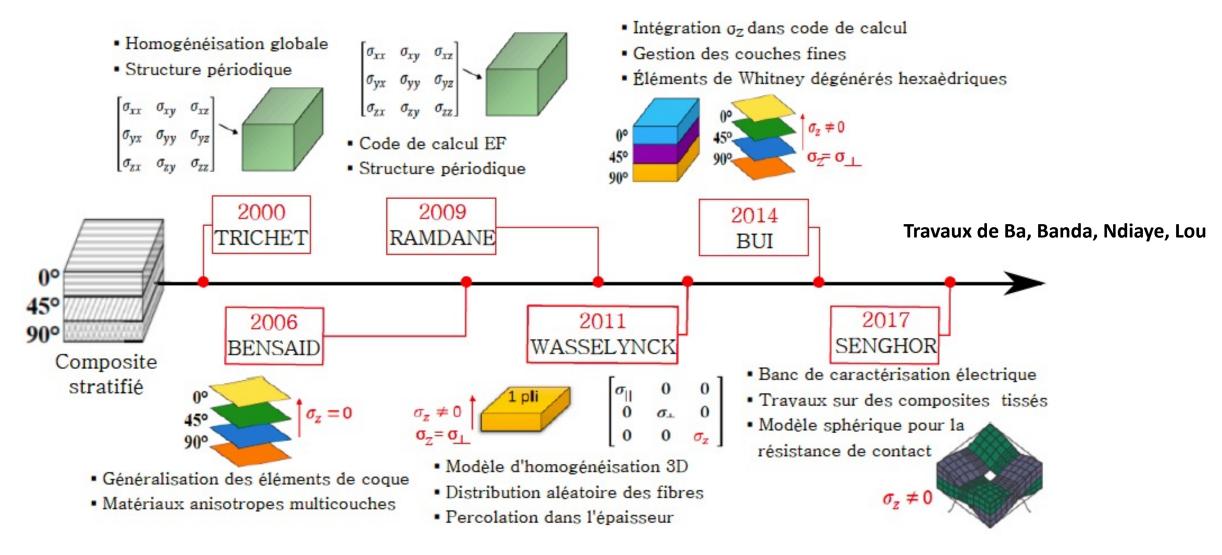
Maillage, homogénéisation
ou éléments coques







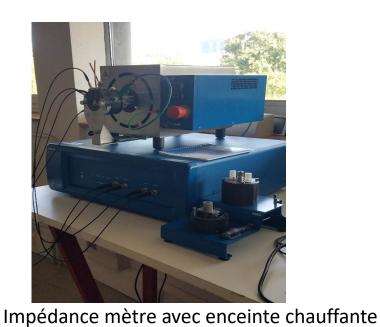
#### Interaction onde BF matériau complexe

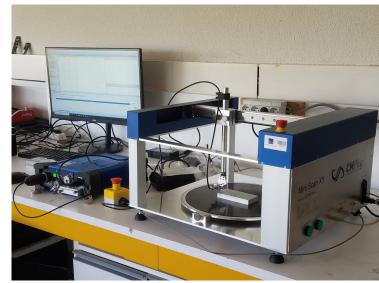




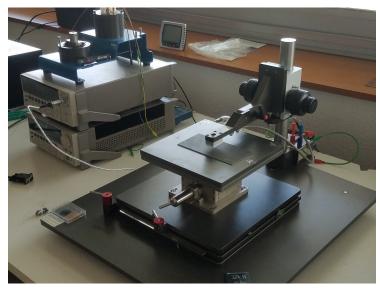


#### Plateforme de caractérisation





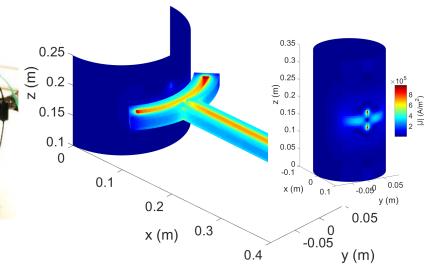
Banc CND par Courant de Foucault avec cartographie xy

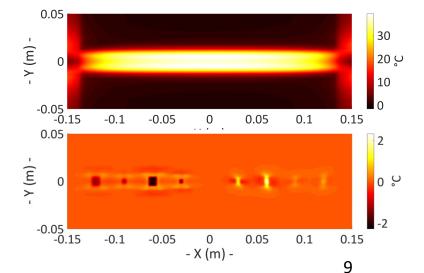


Chuck chauffant pour mesures 4 pointes



Banc CND par thermo-induction









## UTR 2: Chaînes de conversion électromécaniques et statiques optimales et tolérantes aux défauts

# OBJECTIFS DE DÉVELOPPEMENT DURABLE



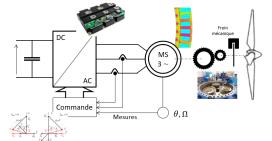


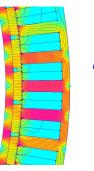


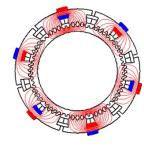


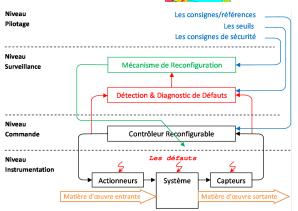
### Problématiques et verrous :

- Conception des systèmes à hautes performances énergétiques en fonctionnement sur cycle et sous contraintes multiphysiques fortes
  - → forte densité de puissance/couple
  - → haute efficacité énergétique
  - → coûts maîtrisés
- Dimensionnement des machines électriques fonctionnant en environnements de plus en plus complexes
  - → architectures innovantes répondants aux contraintes d'applications spécifiques (hautes températures, hautes fréquences,...)
  - → impact de la chaîne mécanique et du convertisseur d'alimentation sur le design et la commande des machines (optimisation fer/cuivre/air/isolant/silicium)
  - → éco-conception (utilisation de matériaux recyclables, structures sans aimants)
- Conception des systèmes à fiabilité renforcée
  - → design et pilotage de structures tolérantes aux défauts
  - → diagnostic, état de santé et état de fonctionnement des systèmes électriques
  - → Commande robuste et optimale, analyse de stabilité













## UTR 3: Gestion des systèmes d'énergie électrique à forte intégration d'Énergies Renouvelables

## BJECTIFS DURABLE



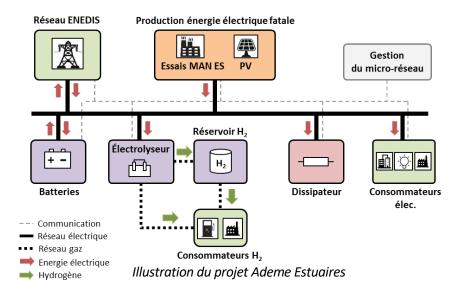




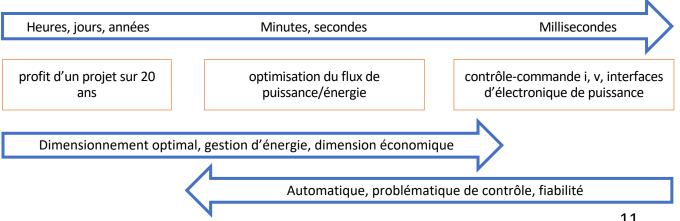


#### Problématiques et verrous :

- Maîtrise de l'énergie et résilience des micro-réseaux
  - Assurer le contrôle des micro-réseaux
    - Intégration des ENR
    - Qualité de l'énergie
  - Modes de fonctionnement normal et dégradé
    - Pilotage hiérarchisé
    - Gestion des instabilités



- Gestion des systèmes électriques complexes hétérogènes
  - Gestion énergétique aux échelles quartier ville métropole
    - Approches multi-énergies (électricité, chaleur, H2), multi-échelles
    - Couplages inter-domaines dynamiques variées
  - Couplages pilotage dimensionnement gestion
    - Modes de gouvernance
    - Durée de vie
    - Fiabilité
    - Formulations unifiées et gestion des incertitudes









Merci pour votre attention