



**Titre : OUTILS DE CONCEPTION DE MACHINES A INDUCTION A BOBINAGES CONCENTRES**

**Financement prévu :** Université Lille 1

**Cofinancement éventuel :**

**(Co)-Directeur de thèse :** Abdelmounaïm Tounzi

**E-mail :** mounaim.tounzi@univ-lille1.fr

**Co-directeur de thèse :** Michel Hecquet

**E-mail :** michel.hecquet@ec-lille.fr

**Laboratoire :** Laboratoire d'Electrotechnique et d'Electronique de Puissance de Lille (L2EP) EA 2697

**Equipe :** Outils et Méthodes Numériques

## **Descriptif :**


### Contexte

L'utilisation de bobinages concentrés apporte beaucoup d'avantages dans les machines à courant alternatif. Parmi les plus significatifs, on trouve la réduction des têtes de bobines et l'amélioration du taux de remplissage des encoches. Elle comporte également des inconvénients dont le plus impactant est le contenu harmonique de la force magnétomotrice d'entrefer qui peut se traduire par un accroissement des pertes mais également de bruit et vibrations. De nombreux travaux ont été menés ces quinze dernières années sur l'utilisation de tels bobinages dans le cas de machines synchrones à aimants avec des topologies innovantes et des performances très intéressantes, voire parfois supérieures à celles de machines synchrones classiques, pour des fonctionnements spécifiques.

Dans le cas des machines asynchrones à cage, bien connues pour leur robustesse et fiabilité, les études sont beaucoup plus limitées. Les premières ont montré que le simple remplacement du bobinage imbriqué par un concentré aboutissait à des performances moindres, voire même clairement dégradées. Depuis peu, on assiste à une reprise des travaux sur ces structures à bobinage concentré en étudiant l'apport additionnel de quelques modifications de construction et/ou d'alimentation sur les performances. Toutefois, ces travaux restent parcellaires et ne considèrent, à notre connaissance, que l'effet qu'un paramètre (alimentation, nombre de barres rotoriques, inclinaison ...) à la fois et que des performances spécifiques telles les ondulations de couple ou les pertes. Les résultats sont encourageants mais différents aspects, seuls ou conjugués, restent encore à prospecter : les avantages et inconvénients des différentes topologies de bobinage concentré dans une structure donnée à simple ou double couches, l'influence du nombre, de l'inclinaison et de l'espacement des barres rotoriques, l'apport d'une alimentation spécifique, l'effet de ce genre de bobinage sur les pertes, le facteur de puissance, les vibrations, le bruit ...

### Problématique scientifique et verrous:

La problématique scientifique réside dans la quantification des différents effets topologiques et d'alimentation, associés à différentes configurations de bobinages concentrés, sur les capacités des machines asynchrones à cage d'écureuil à convertir l'énergie électromécanique avec des performances intéressantes. Ces



structures étant généralement à entrefer très faible, l'effet de la non linéarité des matériaux magnétiques conjugué à celui des courants induits dans les barres et l'inclinaison de ces dernières nécessiteraient l'utilisation d'une modélisation numérique tridimensionnelle. Malheureusement, cela conduirait à des temps de calculs qui pourraient devenir rapidement prohibitifs. A cette partie électromagnétique, il faudra rajouter la quantification des vibrations et bruit qui devra être investiguée au travers du couplage d'un modèle mécanique dédié.

## **OBJECTIFS**

L'objectif du travail de thèse consiste à développer des outils et modèles (analytiques, semi analytiques et numériques), de différents degrés de précision pour quantifier les effets de plusieurs facteurs (bobinages, alimentation, nombres de barres, inclinaison des barres ...) sur les performances de machines à induction à cage. Après validations par une modélisation éléments finis 3D des grandeurs électromagnétiques (couple électromagnétique, pertes, facteur de puissance, rendement ...) obtenues par les modèles développés, ceux-ci seront couplés à un modèle vibro-acoustique pour quantifier les bruits et vibrations. Ils seront ensuite exploités pour effectuer des études de sensibilités en exploitant des outils comme la méthode des plans d'expériences, définir de nouvelles topologies et concevoir des prototypes avec des cahiers de charges spécifiques.

Un soin particulier sera apporté à la portabilité des outils développés avec une vision de capitalisation des développements pour des applications ultérieures, notamment dans le cas d'autres structures de machines électriques.