

# GENEBIKE

## Rapport

A.Bulteau, B.Kerléguer, M.Louart, T.Loridant, V.Perrin

March 18, 2016

---

# Contents

<b>1</b>	<b>Introduction</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Etude magnétique</b>	<b>3</b>
2.1	Méthode d'étude . . . . .	3
2.2	hypothèses d'étude . . . . .	3
2.3	Critère de choix . . . . .	3
2.4	Machine à flux axial . . . . .	3
2.5	Machine à flux radial . . . . .	4
<b>3</b>	<b>Etude de la puissance théorique</b>	<b>6</b>

---

# 1 Introduction

## 2 Etude magnétique

### 2.1 Méthode d'étude

**E** tant donné le fait que la condition principale du cahier des charges soit une tension de 6V à vide pour notre génératrice, il a été choisi de d'abord déterminer une géométrie pour le circuit magnétique pour concevoir ce dernier et simuler ces performances pour valider ou non la géométrie. Pour simuler les performances des différents circuits magnétiques envisagés nous avons décidé d'utiliser le logiciel ANSYS Maxwell permettant de modéliser des circuits magnétiques 3D.

### 2.2 hypothèses d'étude

**P** our réaliser l'étude des différentes géométries envisagées et concevoir notre génératrice certaines hypothèses simplificatrices sont utilisées:

- La variation du flux dans une spire en fonction de l'angle du rotor par rapport au stator est considérée sinusoïdale.

### 2.3 Critère de choix

**L** es critères permettant de valider ou nous l'utilisation du circuit magnétique étudié lors de la simulation les critères suivant seront utilisés:

- Placer un maximum d'aimants permanents
- Flux assez important pour permettre d'atteindre 6V à vide avec un nombre de spires par bobine raisonnable.
- Placer les bobines dans la géométrie.
- Couple de détente le plus faible possible.

### 2.4 Machine à flux axial

**D** ans un premier temps nous avons choisi d'étudier une géométrie de type machine à flux axial(dont la géométrie typique est présentée ci-dessous) pour notre génératrice. En effet ce type de géométrie possède plusieurs avantages:

- Masse faible.
- Facilité d'usinage.
- Possibilité de ne pas utiliser de fer.

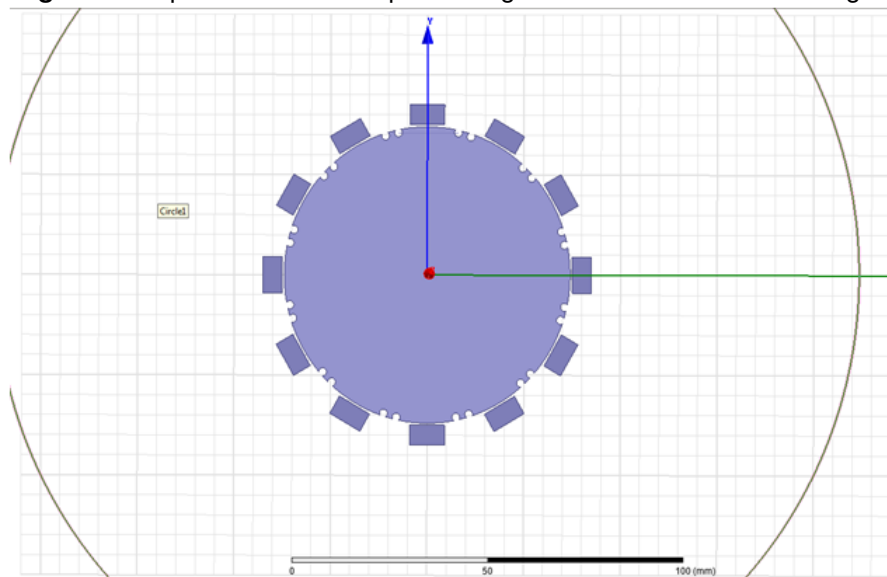
Le premier élément à déterminer est le nombre d'aimant NdFeB à utiliser. Ce nombre doit être le plus grand possible pour augmenter le nombre de paires de pôles. Cependant si l'on utilise trop d'aimants ceux ci seront trop proches les uns des autres et on verra apparaître des lignes de champs reliant les aimants juxtaposés, on voit apparaître un court-circuit magnétique. Pour les dimensions de la génératrice, et les aimants choisis, on peut montrer avec les simulations que le nombre d'aimants à utiliser est de 18. Le nombre d'aimants étant déterminé, on peut simuler la géométrie pour différentes valeurs de l'espace entre les aimants. On voit que cet espace doit être minimiser pour avoir le flux le plus grand possible au centre des aimants. Cependant même en réduisant au maximum cet espace en tenant compte de l'épaisseur du stator utilisé et des limites mécaniques le flux obtenu est trop faible pour permettre d'atteindre une tension de 6V à vide en utilisant un nombre raisonnable de spires par bobine.

## 2.5 Machine à flux radial

Nous avons donc décider de choisir une géométrie à flux radial pour concevoir notre génératrice. Cette géométrie nécessite l'utilisation de matériau ferromagnétique pour canaliser le flux magnétique il faudra donc être vigilant au couple de détente qui peut devenir important lors d'utilisation de matériau ferromagnétique.

Dans un premier temps nous avons décidé d'étudier une solution utilisant une couronne de fer comme stator dans laquelle on pratiquera des extrusions pour venir y loger les spires des bobines. Un dessin avec Maxwell de la géométrie est présenté ci-dessous.

**Figure 1:** Représentation de la première géométrie à flux radial envisagée



Là encore le premier élément à déterminer est le nombre d'aimant à utiliser. Nous avons ici aussi choisis d'utiliser 18 aimants car compte tenu de leur disposition et de leurs dimensions, le phénomène de court-circuit magnétique n'est alors pas observé. Le nombre d'aimants est aussi limité par le coût de production de notre génératrice, en effet il faut que cette dernière soit compétitive avec les autres génératrices déjà présentes sur le marché.

La simulation avec Maxwell fournit les résultats suivants:

- Flux maximal par spire par bobine :  $1.10^{-5}$ Wb
- Couple de détente maximal : 1.4 Nm

Ce couple de détente bien que peu important est non négligeable. On peut déterminer le nombre de spires par bobines nécessaire pour atteindre une tension d'amplitude 6V en fonctionnement nominal à vide :

$$U = \frac{N^2}{2} \cdot M \cdot \Phi \cdot \omega$$

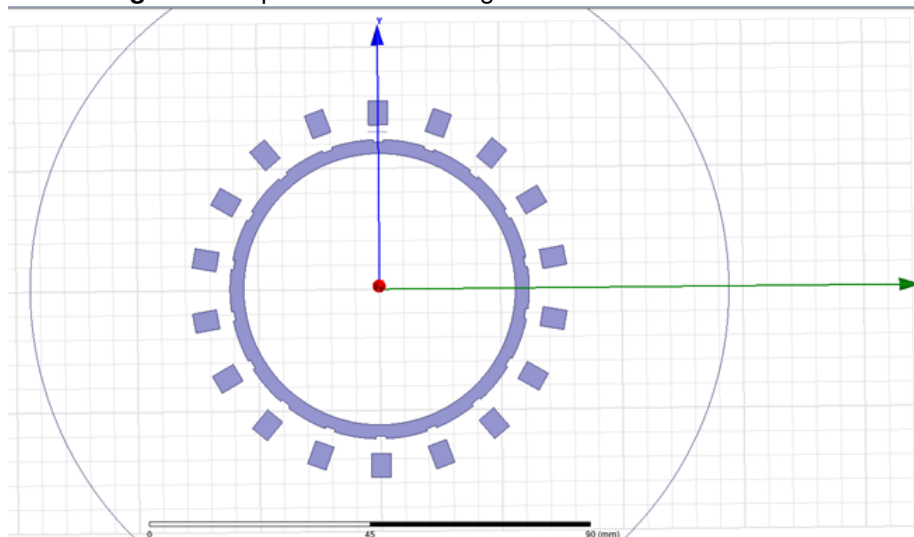
Où :

- N : Nombre d'aimants
- $\Phi$  : flux par spire par bobine en Wb
- $\omega$  : vitesse de rotation mécanique en rad/s
- M : Nombre de spires par bobine

Ici on obtient donc en résolvant cette équation  $M=274$  ce qui est trop important vis à vis des chutes de tension ohmiques lors de l'utilisation en charge de la génératrice. De plus le bobinage de cette machine ainsi que son usinage n'étant pas pratiques, nous avons étudié une dernière solution.

Pour cette solution, nous avons décidé d'utiliser des portes-bobines en aluminium pour ne pas induire de couple de détente trop important comme ce fut le cas l'année dernière. Le dessin de cette géométrie sous Maxwell est présenté ci-dessous .

**Figure 2:** Représentation de la géométrie finale avec Maxwell



---

L'encastrement des portes-bobines dans le stator sera effectué par le biais de simples encoches dont les dimensions ne génèrent pas de discontinuités importantes du matériau ferromagnétique et ainsi ne devrait pas générer de couple de détente trop important.

Les résultats fournis par la simulation sont les suivants:

- Le flux par spire par bobine moyen mesuré est d'environ  $0,562 \cdot 10^{-4}$  Wb
- Le couple de détente a une valeur maximale de 0.2 Nm

Ces résultats sont bien plus intéressants que les géométries précédentes. En utilisant le même raisonnement que précédemment on constate qu'il faudra utiliser 49 spires par bobines pour atteindre une tension à vide d'amplitude 6V. Il faudra donc concevoir les portes-bobines en conséquence. Nous aurions pu envisager d'utiliser plus d'aimants pour réduire le nombre de spires par bobine et donc les chutes de tension ohmiques lors de l'utilisation en charge de la génératrice, cependant nous verrons par la suite qu'il n'est pas possible de disposer plus que 18 porte-bobines sur le pourtour du stator. Ainsi nous ne nous sommes pas intéressés à cette solution.

### 3 Etude de la puissance théorique

L'étude du circuit magnétique final ainsi que le choix des cables de cuivres nous permet d'étudier la puissance théorique de la génératrice en fonction de la vitesse de rotation mécanique et de la charge à ses bornes.