

# MOTEUR MAGNÉTIQUE

## Proposition de faisabilité

Trois types de moteurs peuvent être utilisés :

Rotor/stator :

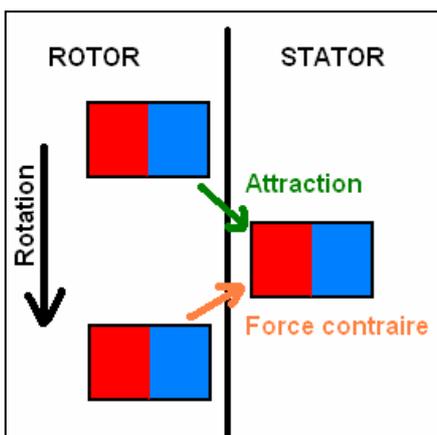
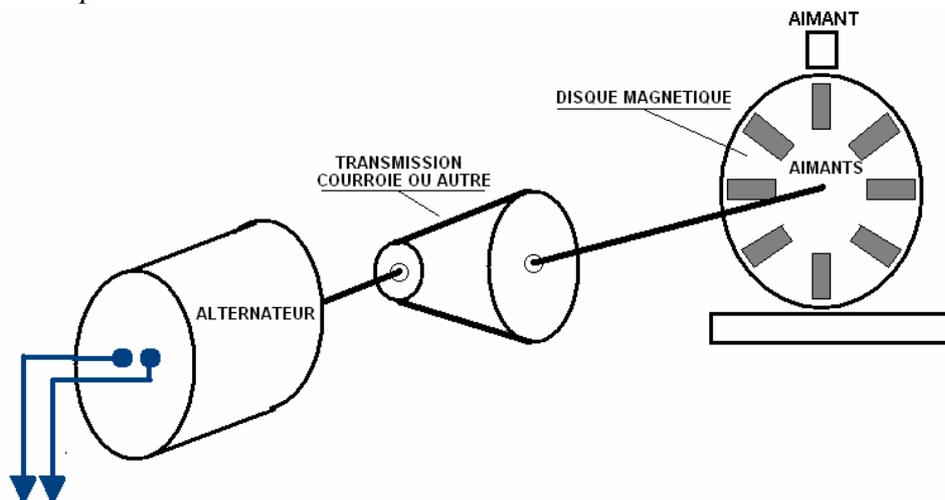
1. Aimants/Aimants
2. Aimants/ Électro-aimants
3. Électro-aimants/ Électro-aimants

*Ce dernier cas est théoriquement à éviter car cela revient à concevoir un moteur électrique avec la consommation qui s'ensuit.*

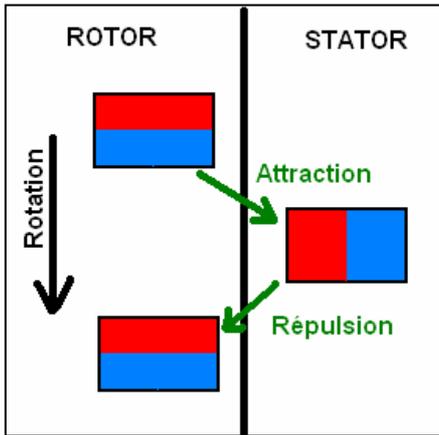
## CONFIGURATION AIMANTS/AIMANTS

**Finalité à atteindre :**

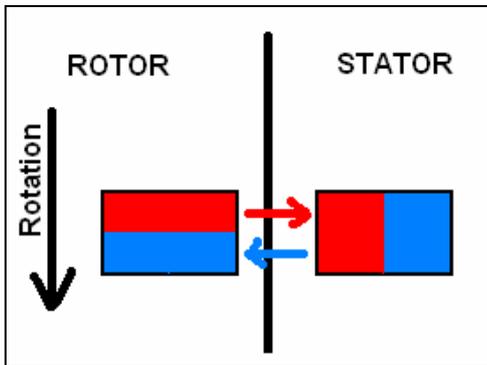
*Un seul aimant a été représenté au stator.*



Avec des aimants du même sens de magnétisation, l'effet est nul puisque la force d'attraction est compensée par la même force contraire.



Avec des aimants ayant un sens de magnétisation différents (ici au rotor par exemple), un bon rendement est atteint car tous les effets sont dans le même sens.



Avec le moment où les deux aimants arrivent face à face...

Les effets s'annulent mutuellement.

Peut-il y avoir une sorte de freinage ????

**Avantage :**

- Aucune consommation.

**Inconvénients :**

- Double le nombre d'aimants (grande incidence sur le prix de réalisation)
- Aucune possibilité de réguler la vitesse de rotation si besoin

## CONFIGURATION AIMANTS/ ÉLECTRO-AIMANTS

C'est cette configuration qui est traitée dans ce document.

### Avantages :

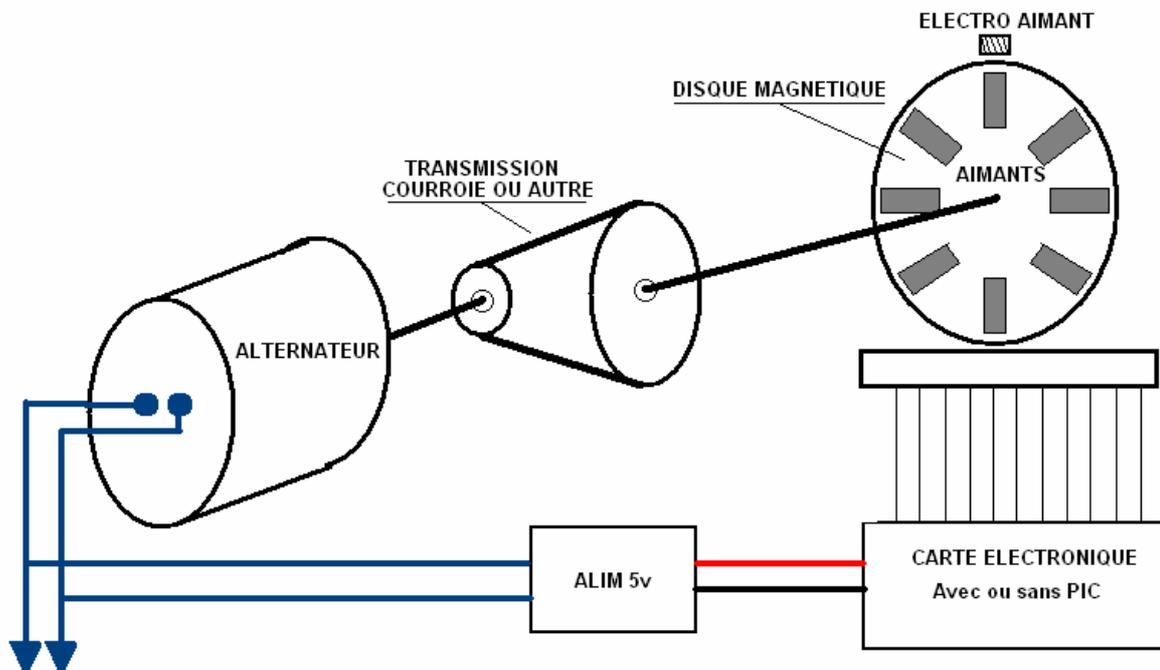
- Deux fois moins d'aimants que la configuration précédente (forte incidence sur le coût)
- Aucune force contraire durant toute la rotation
- Possibilité de réguler la vitesse de rotation

### Inconvénients :

- Nécessite une alimentation (électro-aimants)  
*A ce sujet voir chapitre "Définition de l'électro-aimant"*
- Ainsi qu'une électronique (avec ou sans microcontrôleur)

### Finalité à atteindre :

*Un seul électro-aimant a été représenté au stator.*



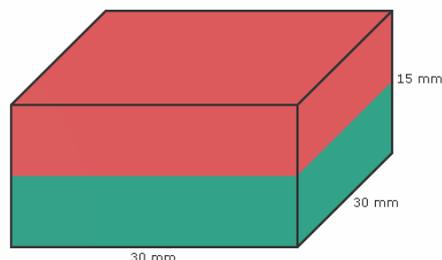
Il est bien sûr essentiel que la consommation électrique, servant à alimenter la carte électronique et les électro-aimants, soit la plus faible possible puisque prélevée à la sortie de l'alternateur.

## CHOIX DE L'AIMANT

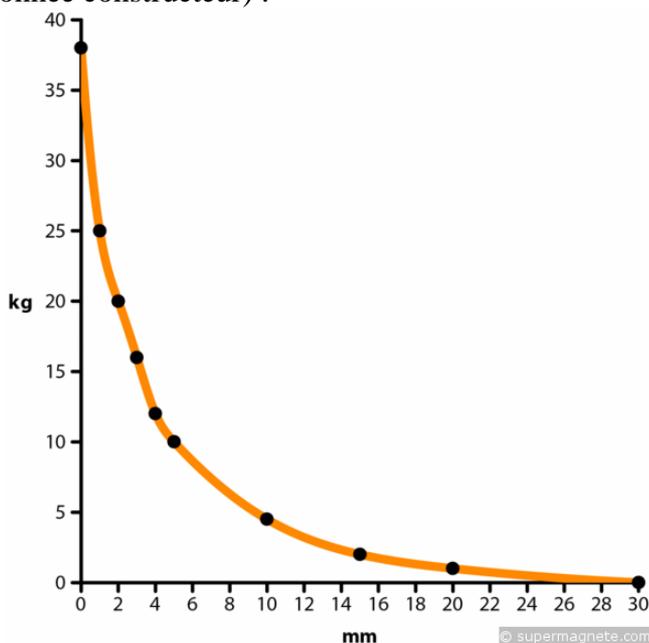
D'une importance capitale car c'est quand même lui qui va faire tourner ce moteur.  
Et faire un compromis entre sa force magnétique et son prix.

J'ai opté pour un aimant commercialisé par *Supermagnete* (<http://www.supermagnete.de/fre/>), aimant parallélépipédique 30 x 30 x 15 mm :

ID article	Q-30-30-15-N
Matériau	NdFeB
Forme	Parallélépipède
Dimensions	30 x 30 x 15 mm
Tolérance	+/- 0,1 mm
Revêtement	Nickelé (Ni-Cu-Ni)
Magnétisation	N45
Force d'adhérence	~ 35 kg
Température max. d'utilisation	80°C
Poids	100 g



Et avec, peut-être le plus important, le diagramme de cet aimant représentant la force d'adhérence/répulsion en fonction de la distance (donnée constructeur) :



Et puisqu'on parle aussi de prix :

1 pc.	<b>10,18</b> EUR/pc.
dès 3 pc.	<b>9,18</b> EUR/pc.
dès 10 pc.	<b>8,27</b> EUR/pc.
dès 20 pc.	<b>7,85</b> EUR/pc.
dès 40 pc.	<b>7,47</b> EUR/pc.
dès 220 pc.	demandeur prix

T.V.A. 19% incl. plus frais d'envoi

*Il est vrai que ça peut monter assez vite...*

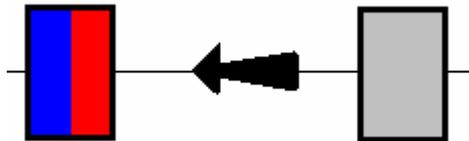
## FORCE RÉELLE EXERCÉE PAR UN AIMANT SUIVANT SON POSITIONNEMENT

Quand il est touche touche avec une pièce métallique notre aimant exerce quand même 37kg de force d'attraction.

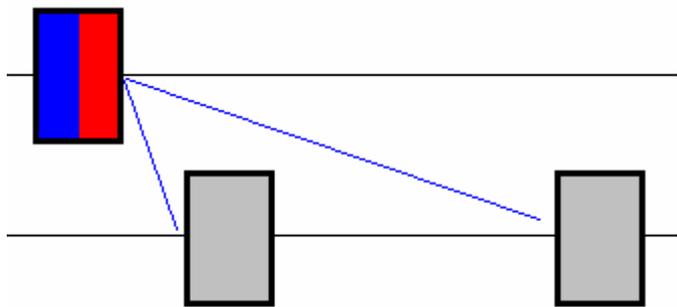
*Et si c'est avec deux aimants on peut parfaitement imaginer que cela fait le double !*  
Pas mal quand même.

Le problème est qu'on ne sera jamais touche touche, bien au contraire.

Le cas idéal : aimant et pièce métallique par exemple, avec la force d'attraction conforme au diagramme constructeur, fonction de la distance :

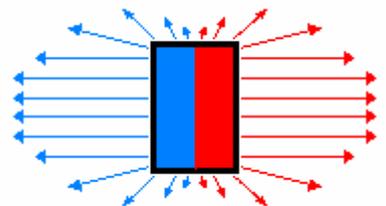


Mais dans notre cas, l'axe de l'aimant rotor sera obligatoirement décalé de l'axe de l'électro-aimant stator :



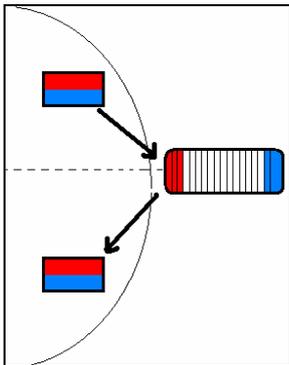
Il va de soi que lorsqu'on est éloigné l'angle est "petit" mais la force moindre parce que justement éloigné.

Et quand on est rapproché, grande force en théorie, mais beaucoup plus faible parce que l'angle est très grand.

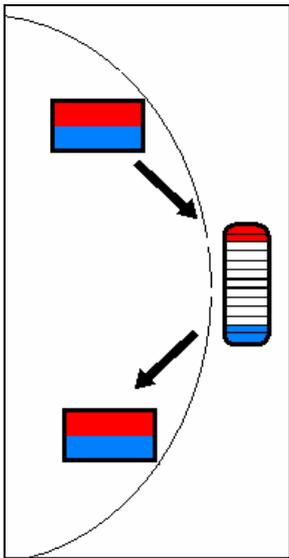


## DISPOSITION DES ÉLECTRO-AIMANTS

Deux possibilités :



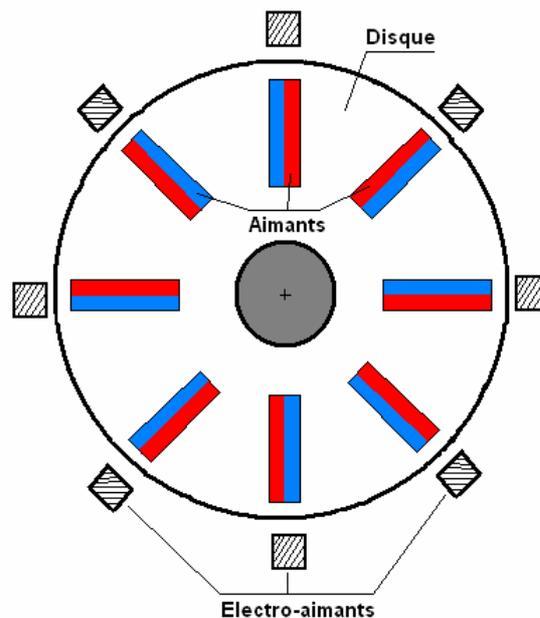
Électro-aimant disposé face à l'axe du rotor.  
*Généralement employée.*



Ou perpendiculaire à ce même axe.

C'est cette solution qui est adoptée pour notre moteur afin de pouvoir exercer une force permanente durant toute la rotation (explication plus loin).

Pour notre moteur, nous utiliserons 8 aimants et bien sûr, 8 électro-aimants :



Les aimants sont placés à chaque fois en opposition par rapport à l'aimant suivant (N/S, S/N, ...).

# SIMULATION THÉORIQUE DE LA FORCE POUVANT EXERCER LE MOTEUR

Réalisé sous Excel

Choix adoptés :

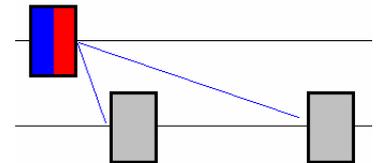
- ✚ Si nous voulons exercer les forces d'attraction et de répulsion durant le tour complet, donc y compris pendant le temps que l'électro-aimant parcourt les 15mm de l'aimant, il est obligatoire que la longueur de l'électro-aimant ne soit pas supérieure à celle de l'aimant.

**Longueur de l'électro-aimant = 15mm**

- ✚ **Distance entre deux aimants = 28mm**

Soit 14mm au milieu qui correspondent à une force d'attraction/répulsion de 2,5kg

- ✚ Nous avons vu précédemment que les forces indiquées sur le diagramme "force par rapport à la distance" seront fortement diminuées car l'aimant et l'électro-aimant ne se situent pas sur le même axe.

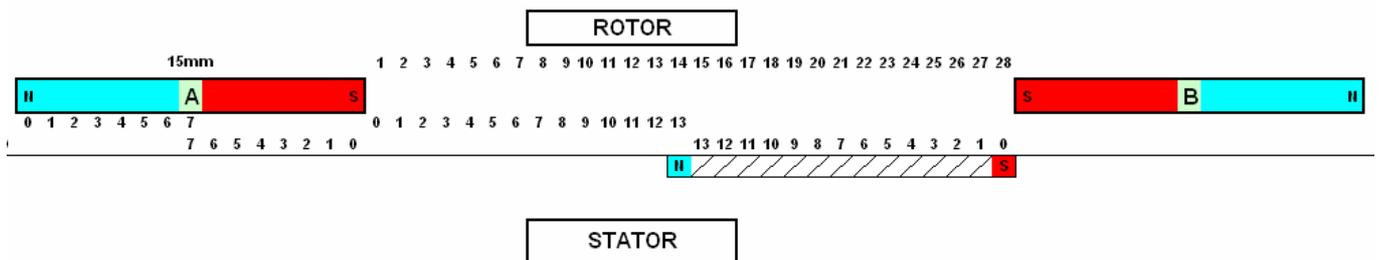


**Nous ne prenons donc que 15% de la valeur correspondante.**

Exemple : si, à un moment donné, la distance entre l'aimant et l'électro-aimant correspond à une attraction de 10kg, il ne sera pris en compte que 1,5kg.

- ✚ **Les seules forces prises en compte sont celles exercées par les aimants.**  
Et non par les électro-aimants (voir chapitre "Définition de l'électro-aimant").

Soit deux aimants A et B représentés.  
Les chiffres indiquent les différentes distances en millimètres.



Sur les graphiques, c'est l'électro-aimant qui se déplace (inverse donc de la réalité) de l'aimant B vers l'aimant A.

L'électro-aimant est à sa position de départ.

Son pôle sud est repoussé par le pôle sud de l'aimant B et son pôle nord attiré par le pôle sud de l'aimant A.

Position intermédiaire :



Attraction aimant A = 16kg (valeur diagramme) et répulsion aimant B = 4,5kg

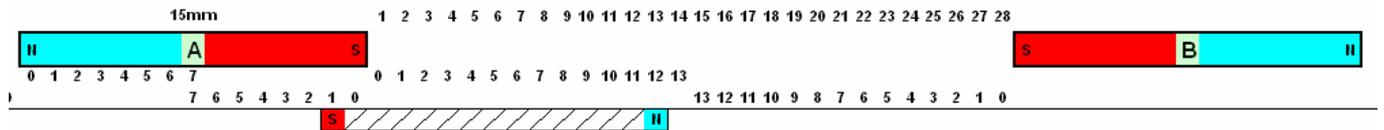
Soit au total : 20,5kg

Pour les huit aimants et électro-aimants agissant ensemble cela représente : 20,5kg x 8 = 164kg

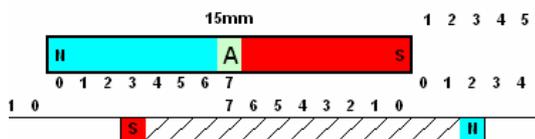
Mais nous avons convenu que nous ne prenions en compte que 15% de cette valeur soit à ce moment :

## 24,6kg d'attraction/répulsion

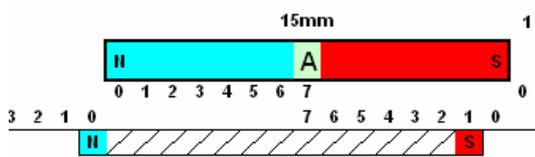
Dès passé le pôle sud A, inversion de polarité de l'électro-aimant.



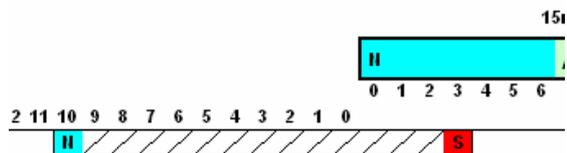
Le pôle sud est maintenant repoussé par le pôle sud de A et ce même pôle sud de A attire le pôle nord de l'électro-aimant.



C'est maintenant le pôle nord de l'aimant qui attire le pôle sud de l'électro-aimant.

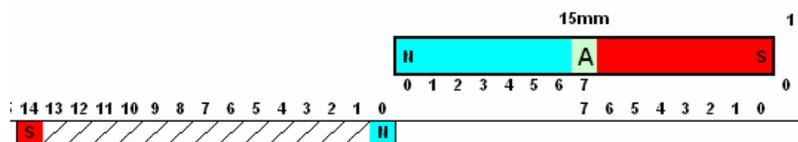


Dès passé le pôle nord de l'aimant, inversion de polarité de l'électro-aimant.  
Les pôles nord et sud se repoussent respectivement.



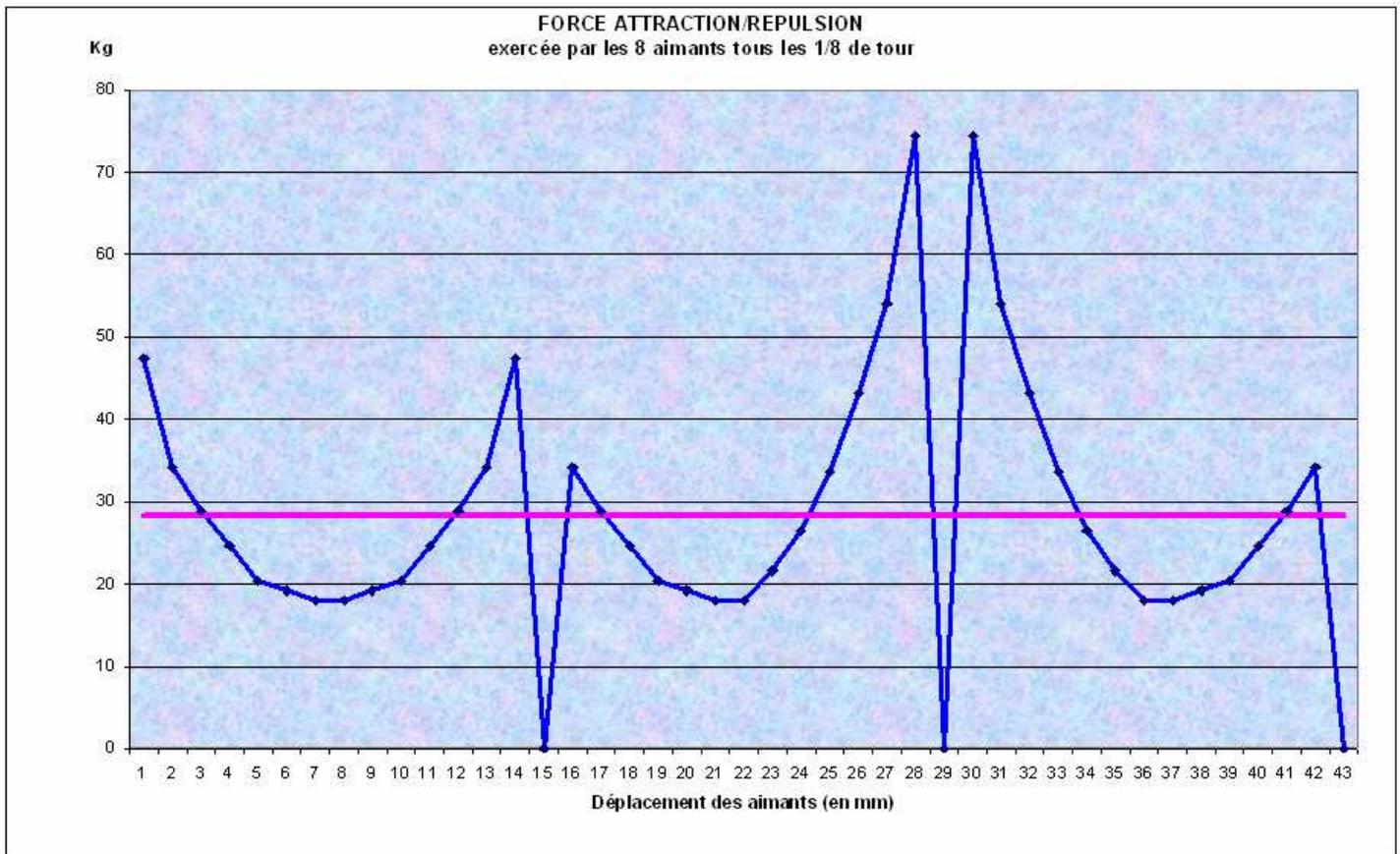
Puis c'est le pôle nord de l'aimant qui attire le pôle sud de l'électro-aimant.

Nouvelle inversion : nous sommes revenus à la position de départ (sur l'autre aimant bien sûr) :



Et ainsi de suite...

Et au final, tout cela nous donne :



Les points à 0 (distance : 15, 29 et 43mm) indiquent les moments de l'inversion de polarité des l'électro-aimants (non alimentation).

La ligne en rose représente la moyenne : 28,33kg.

*Car avec la vitesse donc la force centrifuge, l'élan du disque et de l'alternateur par exemple, il me semble que toutes les forces exercées représenteront bien une moyenne et non pas des à coups, surtout à une certaine vitesse, 1000trs/mn par exemple.*

**Et avec une force de 28kg continue, on devrait pouvoir faire tourner pas mal de choses il me semble.**

## **DÉFINITION DE L'ÉLECTRO-AIMANT**

Nous avons vu que sa longueur ne devait pas excéder celle de l'aimant soit 15mm.

Pour son diamètre, le choix est plus libre.

*En réalité son diamètre sera défini par le diamètre du fil utilisé et par le nombre de tours nécessaires.*

Le fait de l'alimenter le transforme en un aimant bien sûr, avec son pôle nord et sud, ce qui permet à l'aimant d'être attiré ou repoussé (rotation du rotor).

Mais dans la simulation j'ai considéré que l'électro-aimant n'exerçait aucune action magnétique. Ce qui est bien sûr faux mais... difficile à estimer.

Et peu importe son "pouvoir" magnétique.

Il suffit qu'une fois alimenté, le fait d'avoir deux pôles, fasse régir l'aimant qui lui possède un grand pouvoir magnétique.

Et cette option permet de ne faire circuler dans l'électro-aimant qu'un faible courant sans pour autant nuire à la performance du moteur.

Le point le plus important est donc sa consommation.

Il me semble que sa consommation ne devrait pas dépasser les 250mA.

Ce qui ferait 2A max pour les huit électro-aimants.

*Deux ampères, cela paraît énorme !*

*Oui, mais alimenté sous 5v, cela ne représente que 10W.*

*Et si le moteur entraîne un alternateur de voiture par exemple, et qu'à la vitesse du moteur, l'alternateur puisse délivrer 20A (et il me semble que ce n'est pas exagéré), nous disposerions en sortie de 14v x 20A = 280W !*

De plus, probablement pourrait-on connecter des électro-aimants en série ce qui réduirait très sensiblement la consommation globale.

Il doit donc être réalisé avec du fil de faible diamètre.

### **L'électronique de commande**

Dans la mesure où nous devons pouvoir inverser la polarité de l'électro-aimant, l'utilisation d'un pont en H est obligatoire.

Étant donné le courant "raisonnable" (250mA max), ce pont peut être réalisé avec des transistors bipolaires classiques (2N2222 et 2N2905 par exemple) ce qui limite fortement le coût.

L'électronique peut être pilotée soit par des cis classiques soit par un microcontrôleur.

Dans tous les cas, il est obligatoire que cette électronique puisse détecter à quel moment inverser la polarité des électro-aimants.

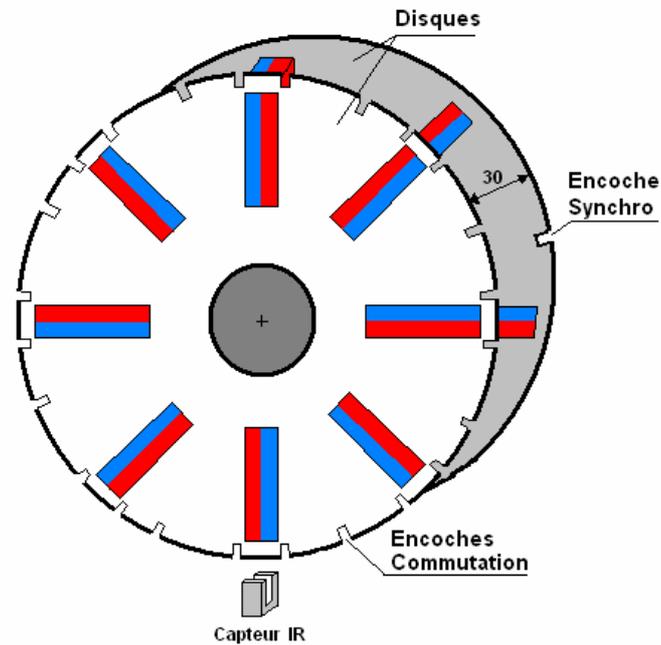
Cela sera réalisé par des encoches (encoches commutation) disposées aux bons endroits sur le disque supportant les aimants et transmis à l'électronique de commande par un capteur IR.

Le démarrage du moteur sera manuel : lancement la main.

Pour que l'électronique puisse repérer la polarité de départ des électro-aimants, un autre type d'encoche (encoche synchro) sera nécessaire avec un deuxième capteur IR bien sûr.

## PROPOSITION DE MONTAGE

Je propose de monter les aimants sur deux disques :

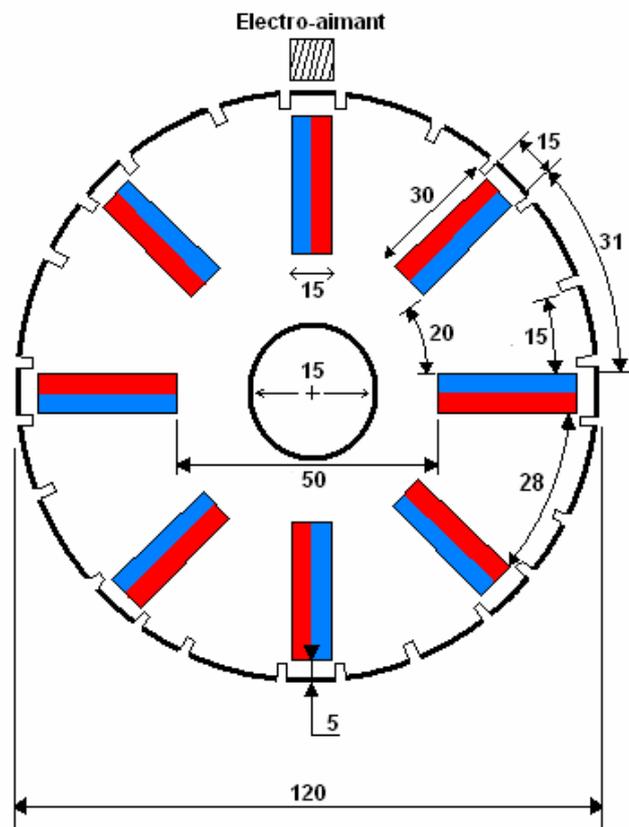


Les aimants sont à 5mm du bord des disques. Ces 5mm permettant de réaliser les différentes encoches.

La distance séparant deux aimants est de 28mm.

L'aimant ayant une largeur de 15mm, nous disposons un aimant tous les 43mm (sur l'arc de cercle).

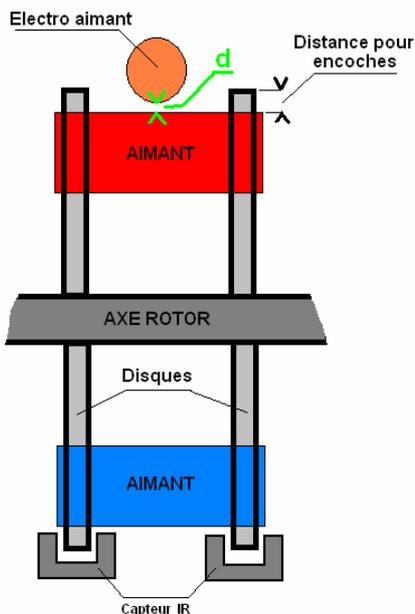
Ce qui nous donnerait les dimensions suivantes :



## QUEL DISQUE UTILISER ?

Le diamètre des disques est de 12cm.  
Et le diamètre d'un CD (musique,...) est aussi de 12cm.  
Pratique non ?

## Elle est pas belle la vie ?



Il va de soi que la distance "d" (séparant le bord de l'aimant à celui de l'électro-aimant) doit être la plus faible possible.

Mais il n'est pas dit que l'électro-aimant doit forcément être positionné entre les deux disques.

Sa (meilleure) position doit être définie lors des essais.

*Une petite approche, que j'ai voulu la plus complète possible et qui permettra, je l'espère, de servir de base de départ à une réflexion plus poussée.*

*Sous réserve d'erreurs ou omissions...*

Le 20 novembre 2012

*Asf*

### Droits d'utilisation

Le présent document peut être librement diffusé, mais toujours dans son intégralité.

Tous les droits sur le contenu de ce document, textes et schémas qui l'accompagnent, demeurent la propriété exclusive de **Génération Hydrogène**.

De ce fait, toute reproduction partielle est strictement interdite.

L'auteur ne pourra être tenu pour responsable d'aucune conséquence directe ou indirecte résultant de la lecture et/ou de l'application décrite dans le présent document.

Toute utilisation commerciale est interdite sans l'accord express de l'administrateur de **Génération Hydrogène**.