

COMMENT FABRIQUER

UN GENERATEUR 0-30 VOLTS ?

A AIMANTS PERMANENTS

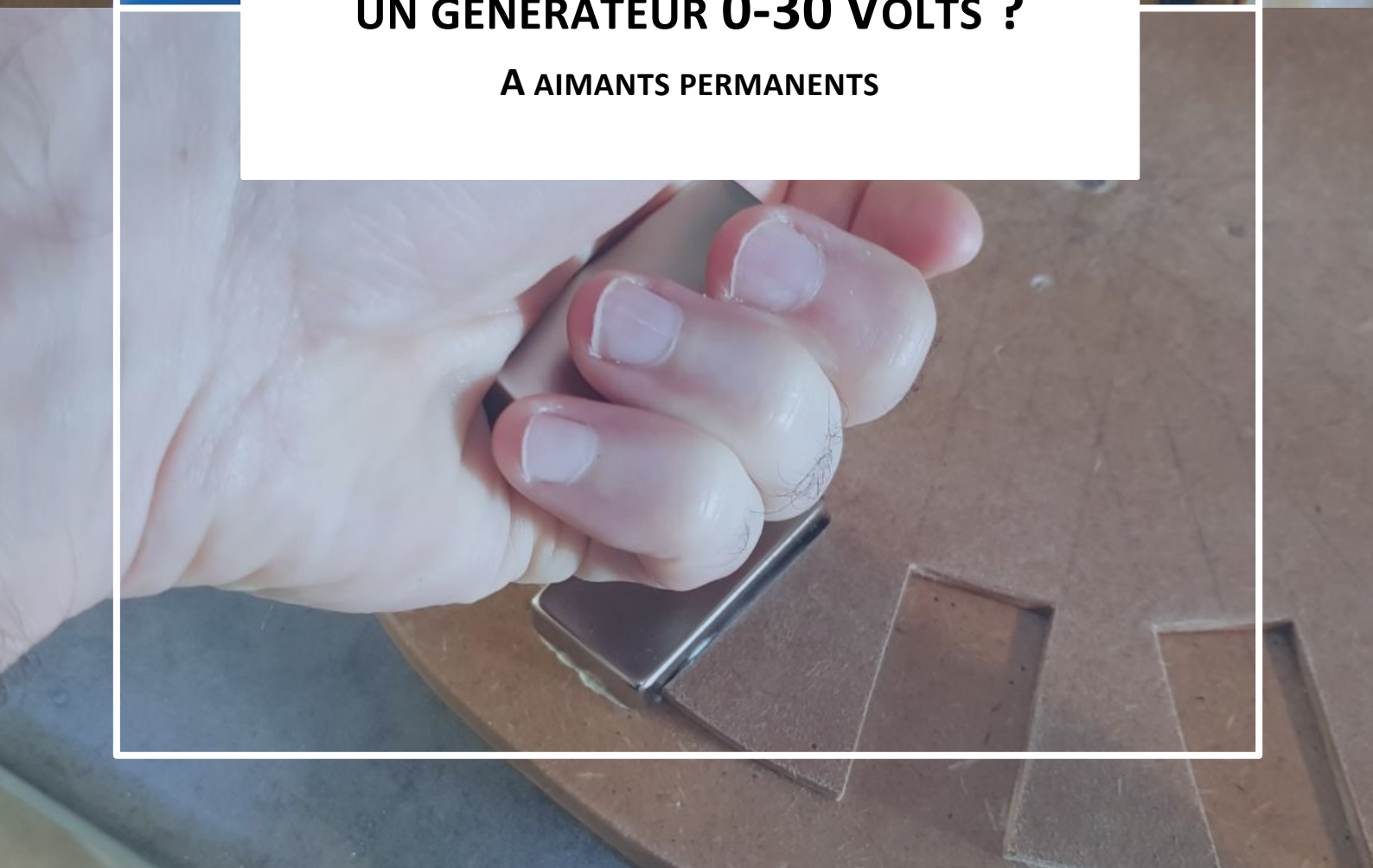


TABLE DES MATIERES

TABLE DES ILLUSTRATIONS 3
I. INTRODUCTION 5
II. MISE EN GARDE 6
III. LE MATERIEL 7
IV. FABRIQUER LE BOBINEUR 9
Découpes : 9
V. FABRIQUER LES BOBINES 11
Conseil 1 11
VI. FABRIQUER LE STATOR 12
ETAPE 1 : Fabrication du support 12
Découper le support 12
Tracer l'emplacement des bobines 14
Vérifier que les bobines ne se gênent pas 15
ETAPE 2 : Soudure des bobines 16
ETAPE 3 : Vérifications des soudures 20
ETAPE 4 : Fabrication du cadre 22
ETAPE 5 : Soudure des sorties des phases 24
ETAPE 6 : Peaufinage indispensable 26
ETAPE 7 : Préparation avant résine 28
ETAPE 8 : Couler la résine 30
Mélange de la résine 30
Couler la résine 31
ETAPE 9 : Fermer le moule 33
ETAPE 10 : Démouler et nettoyer 35
VII. FABRIQUER LE ROTOR 38
ETAPE 1 : Préparation de la surface 38
ETAPE 2 : Fabrication du gabarit pour les aimants 39
ETAPE 3 : Coller les aimants 43
Quelques rappels : 45
Rappel 1 : 45
Rappel 2 : 45
Rappel 3 : 45
Comment coller les aimants dans le bon sens ? 46
ETAPE 4 : Séchage de la colle 48
VIII. ASSEMBLAGE DU GENERATEUR 49
IX. TESTS 55
X. POUR FINIR 56

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1 : Plan du support 9
Figure 2 : Plan de l'enrouleur 10
Figure 3 : Bobineur assemblé 10
Figure 4: Plaque de medium pour support du stator et du rotor 12
Figure 5 : Support du stator, support du rotor et couvercle découpés 13
Figure 6 : Tracé réalisé sur le support 14
Figure 7: Bobines posées à leur place définitive 15
Figure 8 : Schéma d'une bobine 16
Figure 9 : Schéma de branchement des bobines en étoile 17
Figure 10 : Fil de cuivre émaillé au départ 18
Figure 11 : Fil de cuivre dé-émaillé sur environ 0,5 à 1cm 18
Figure 12 : Idem pour le deuxième fil 18
Figure 13 : Etamage des deux extrémités (on ajoute une couche d'étain au fer à souder) 19
Figure 14 : Torsade des deux extrémités ensemble à la pince 19
Figure 15 : Soudure des extrémités 19
Figure 16 : Pliage du cuivre 19
Figure 17 : Protection avec du scotch d'électricien pour éviter des courts circuits 19
Figure 18 : Bobines soudées par phases 20
Figure 19 : Vérification des soudures avec le Ohmmètre 20
Figure 20 : Soudure des bobines 1, 2, 3 21
Figure 21 : Vérification finale au Ohmmètre 21
Figure 22 : Cadre collé sur le support 22
Figure 23 : Bobines en place sur le support complet 23
Figure 24 : Câbles de sortie découpés 24
Figure 25 : Sorties des bobines raccourcies et dé-émaillées 24
Figure 26 : Soudure entre le fil de sortie et l'extrémité de la bobine 25
Figure 27 : Fils de sorties mis en place 25
Figure 28 : Fente dans le couvercle pour la sortie des câbles 25
Figure 29 : Mise en évidence du fil qui passe sous la bobine 26
Figure 30 : Fil enduit de peinture noire 26
Figure 31 : Empreinte laissée par le fil 27
Figure 32 : Support improvisé pour surélever la bobine le temps de faire le sillon 27
Figure 33 : Sillon creusé 27
Figure 34 : Support enduit de vaseline 28
Figure 35 : Couvercle enduit de vaseline 29
Figure 36 : Support posé sur le sol 30
Figure 37 : Récipient pour mélange et catalyseur prépesé pour 1L 30
Figure 38 : 1L de résine versée 31
Figure 39 : Mélange résine-catalyseur 31
Figure 40 : Résine coulée dans le support - Vue de près 32
Figure 41 : Résine coulée dans le support - Vue éloignée 32
Figure 42 : Tasseaux posés sur le moule 33

Figure 43 : Parpaings empilés sur le moule 34
Figure 44 : Résine qui déborde par l'encoche de sortie des cables 34
Figure 45 : Burin et maillet 35
Figure 46 : Stator terminé ! 36
Figure 47 : Stator nettoyé 36
Figure 48 : Stator vue de près 37
Figure 49 : Vernis appliqué sur le support 38
Figure 50 : Support après séchage et ponçage 38
Figure 51 : Tracé du rotor 39
Figure 52 : Gabarit pré-découpé 40
Figure 53 : Début du dégagement des loges au cutter 40
Figure 54 : Gabarit complétement découpé 41
Figure 55 : Loges du gabarit limées 41
Figure 56 : Test des loges avec un aimant 41
Figure 57 : Support + gabarit terminés 42
Figure 58 : Support + gabarit vus de près 42
Figure 59 : Collage au "Ni clou nis vis" 43
Figure 60 : Support + gabarit collés 43
Figure 61 : Encollage du premier aimant 44
Figure 62 : Colle répartie sur la surface de l'aimant 44
Figure 63 : Premier aimant positionné sur le rotor 44
Figure 64 : Aimant enfoncé par appui sur un tasseau 44
Figure 65 : Représentation des pôles de nos aimants 45
Figure 66 : Alternance des pôles sur le rotor 45
Figure 67 : Test des faces de l'aimant 46
Figure 68 : Trois aimants posés et tasseau pour les placer correctement 47
Figure 69 : Six aimants positionnés 47
Figure 70 : Rotor terminé ! 47
Figure 71 : Séchage de la colle avec rotor retourné et poids appliqué dessus 48
Figure 72 : Stator et rotor terminés 50
Figure 73 : Matériel d'assemblage 50
Figure 74 : Roulement sur rond de medium 50
Figure 75 : Ecrou mis en place 51
Figure 76 : Stator sur des tasseaux de bois 51
Figure 77 : Vis en place sous le stator 51
Figure 78 : Ensemble vis-roulement-medium vu sous le stator 52
Figure 79 : Deuxième roulement mis en place 52
Figure 80 : Deuxième rond de medium en place 52
Figure 81 : Morceau de carton en place 53
Figure 82 : Générateur assemblé ! 53
Figure 83 : Générateur vu de près 53
Figure 84 : Sortie des câbles 54
Figure 85 : Câbles 54

INTRODUCTION

Enchanté, je m'appelle Baptiste.

Dans ce livre, je vais vous guider pour réaliser un générateur à aimants permanents qui peut monter à plus de 30 volts à vide comme je le présente sur ma chaine Youtube dans la playlist suivante : https://www.youtube.com/watch?v=QP0Rb52yOvU&list=PLST1U36a8qWE7ZPMBTvoHTJzqZwMNdmLH.

Le but est de parvenir à produire du courant créant un générateur aussi bon marché que possible.

Petite précision, il y aura 12 bobines et 16 aimants contrairement à ce que je montre dans les deux premières vidéos. Ceci peut s'expliquer parce qu'avec les tests que j'avais fait avec le prototype à 9 bobines, j'atteignais environ 10 volts et je voulais être sûr de pouvoir faire au moins 12 volts avec le générateur final donc j'ai décidé d'ajouter des bobines et des aimants supplémentaires.

Il s'avèrera que j'ai complètement sous-estimé les capacités du prototype tel que je l'avais fait. Pour atteindre 12 volts, je n'avais sans doute pas besoin d'ajouter des bobines car avec 16 bobines, je dépasse les 30 volts !

Bref, ici, je vais vous montrer pas à pas comment j'ai fabriqué mon générateur à 12 bobines pour que vous puissiez le réaliser chez vous également. Ou bien pour que vous puissiez vous en inspirer pour réaliser le vôtre différemment !

I. MISE EN GARDE

Pour réaliser un tel générateur, il va falloir manipuler des aimants puissants.

Soyez extrêmement vigilant en les manipulant !

Ces aimants peuvent causer des blessures par pincement. D'autre part, ils sont fragiles, si vous laissez deux aimants posés l'un à proximité de l'autre, il y a un risque qu'ils se rapprochent violemment et éclatent sous le choc (c'est du vécu…).

D'autre part, attention au matériel électronique. Je n'ai jamais eu de dégâts à ce niveau-là mais n'approchez rien de ces aimants notamment votre smartphone ! Il risquerait de ne pas apprécier la rencontre…

Enfin, attention à tout ce qui est métallique qui risquerait d'attirer les aimants, c'est le cas de la plupart des outils.

Voilà, si vous faites attention à ces points, tout se passera pour le mieux !

II. LE MATERIEL

Voici la liste de tout le matériel que j'ai utilisé pour arriver au générateur final :

Je vous ai mis les liens vers les articles chez amazon si vous souhaitez les acheter par ce moyen. Vous pouvez retrouver ces lien sur mon blog : http://www.fabriquer-eolienne.com/materiel.

Bobineur :

- 1 tasseau de bois de 4,5cmx2,5cm
- 1 tasseau de bois de 10cmx1cm
- 1 tasseau de bois de 10cmx1cm
- 3 vis à bois
- 4 clous
- 1 vis à écrou de diamètre 8mm
- 2 écrous de diamètre 8mm

Bobines :

- Fil de cuivre émaillé de 1mm de section (voir sur amazon)
- Scotch d'électricien

Stator :

- 12 bobines
- Medium 1cm d'épaisseur pour la base et le couvercle
- Tasseaux de bois pour la forme du moule
- Résine pour inclusion
- Vaseline
- Etain pour soudure des bobines
- Fil souple pour sortie du générateur

Rotor :

- 16 aimants (voir sur amazon)
- Medium 1cm d'épaisseur pour support
- Medium 3mm d'épaisseur pour gabarit des aimants
- Vernis
- Pattex ni clou ni vis

Assemblage :

- 2 grands roulements à bille radiaux
- Medium pour bloquer le roulement inférieur et faire la séparation
- 1 vis diamètre 8mm + écrou

Outillage :

- Multimètre (Voltmètre, Ampèremètre, Ohmmètre) (voir sur amazon)
- Compas pour tracer les découpes et position des bobines
- Fer à souder
- Scie sauteuse
- Scie à onglet manuelle
- Perceuse
- Dremel
- Limes
- Règle de 50cm
- Calle à poncer et papier fin

Divers :

- Parpaing pour compresser le moule pendant la prise de la résine

III. FABRIQUER LE BOBINEUR

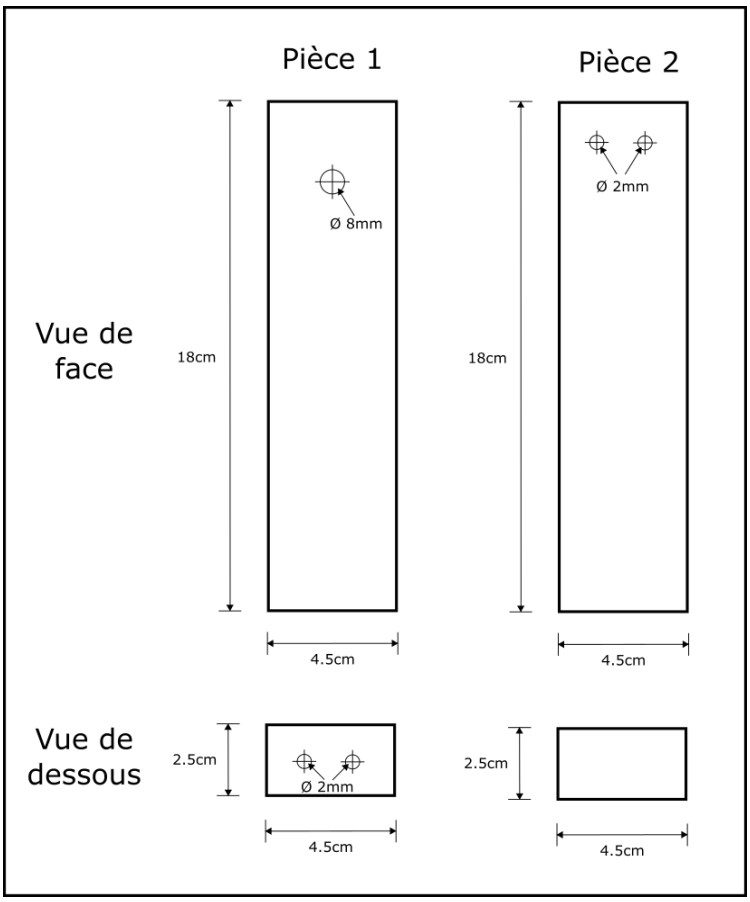
Le bobineur est le montage qui va vous permettre de fabriquer des bobines régulières de la dimension souhaitée.

Découpes :

Les différentes pièces sont obtenues par découpe des tasseaux :

- Le support est fait à partir du tasseau de 4,5cmx2,5cm
- L'enrouleur est fait à partir du tasseau de 10cmx1cm
- Le séparateur est fait à partir du tasseau de 10cmx1cm

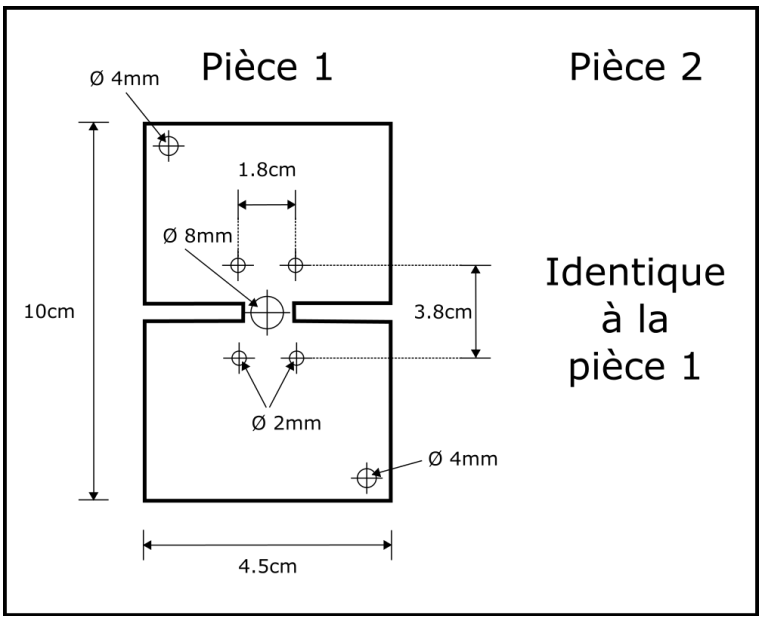
Figure 1 : Plan du support

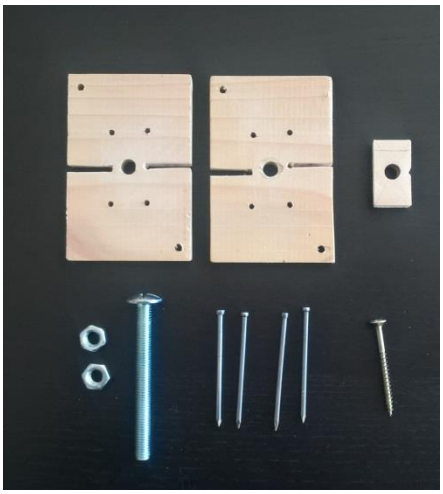




Note : les trous de 2mm sont destinés à faciliter la fixation de la pièce 1 sur la pièce 2 et d'éviter que le bois n'éclate à cause des vis, ce qui peut arriver si aucun pré-perçage n'est effectué.

Figure 2 : Plan de l'enrouleur

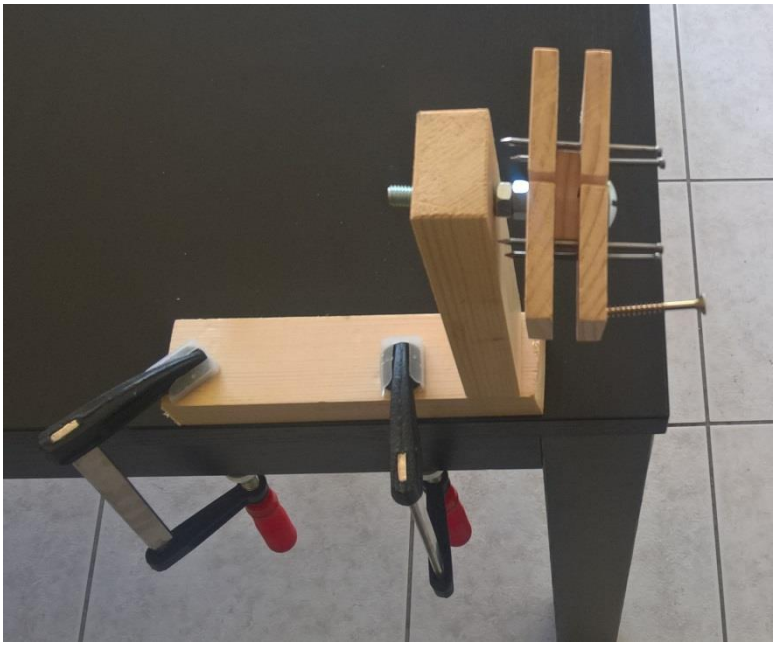




Note :

- Les 4 trous indiqués avec un diamètre de 2mm délimitent le gabarit interne des bobines. Ce diamètre est déterminé par le diamètre des pointes que je vais utiliser, ici : 2mm.
- Les 2 trous indiqués avec un diamètre de 4mm servent à maintenir les deux pièces l'une contre l'autre (à l'aide d'écrous et de visses) pour le perçage des autres trous.
- Les 2 encoches sont larges d'environ 2mm

Figure 3 : Bobineur assemblé



Conseil : Il est possible d'améliorer le bobineur notamment et remplaçant la vis de préhension par une poignée plus ergonomique !

IV. FABRIQUER LES BOBINES

Pour apprendre comment fabriquer des bobines à l'aide du bobineur, je vous invite à aller voir ma vidéo à ce sujet qui détail chaque étape du processus : https://youtu.be/lG3yr5uVuns.

Conseil 1 : Attention à ne pas abimer l'émail du fil de cuivre quand vous le manipulez. Pour ça utilisez du plastique et non pas du métal quand vous devez ajuster la position du fil dans le bobineur.

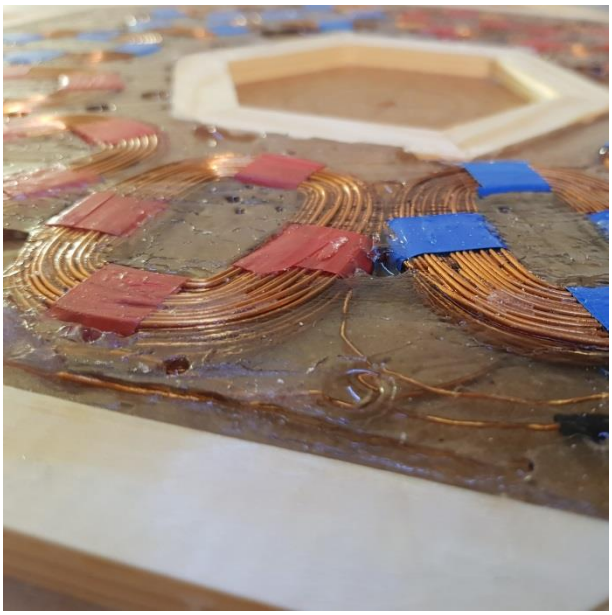
Conseil 2 : Si vous avez du scotch d'électricien coloré de plusieurs couleurs, choisissez deux couleurs différentes pour vos bobines. Faites-en 6 en rouge et 6 en bleu par exemple, comme je l'ai fait pour mes bobines. Cf : les photos plus bas. Ce sera plus facile de s'y retrouver pour le raccordement des bobines entre elles.

V. FABRIQUER LE STATOR

Ca y est, vous avez vos 12 bobines ? C'est super !! Enfin, nous allons pouvoir passer à la partie la plus intéressante du projet , **la fabrication du stator** !

Pour commencer, un petit avant-goût ! Voici à quoi ressemblera le stator terminé :





ETAPE 1 : Fabrication du support

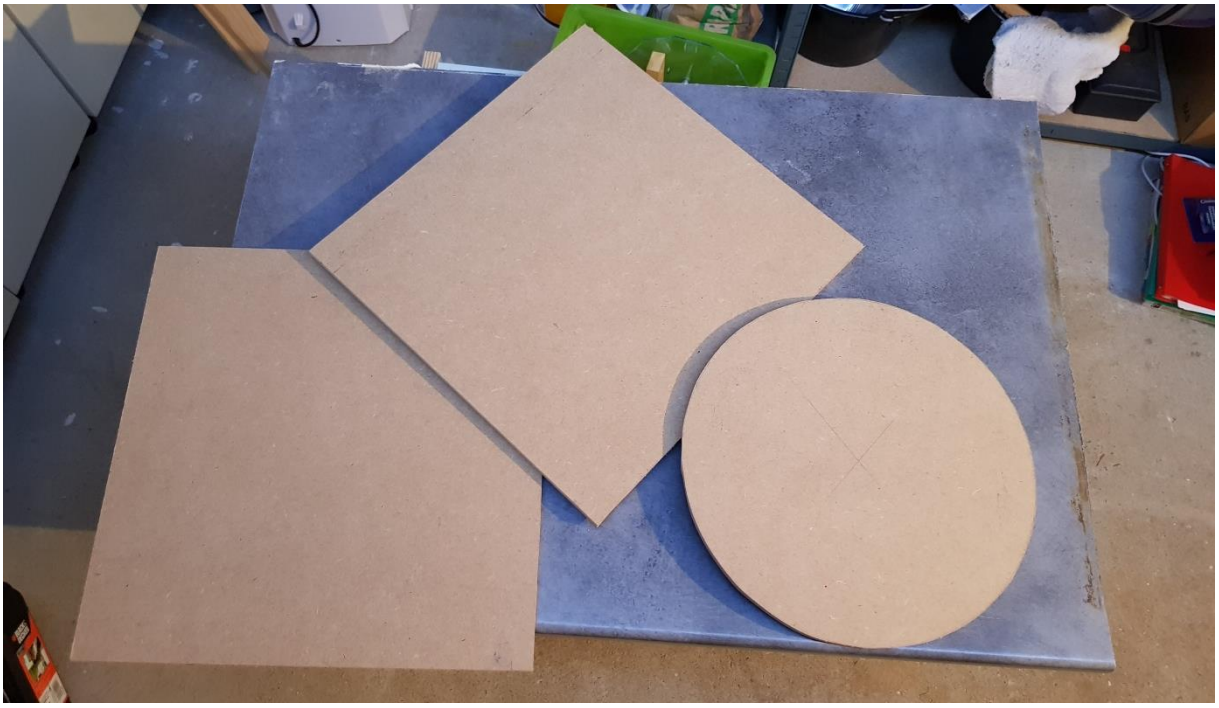
Découper le support

Figure 4: Plaque de medium pour support du stator et du rotor



Dans la plaque de medium de 1cm d'épaisseur, découpez le fond du stator aux dimensions 40cmx40cm. Vous pouvez également en profiter pour découper le couvercle (qui servira à faire la résine) à la même dimension, 40cmx40cm et le support du rotor : un rond de 33cm de diamètre.

Figure 5 : Support du stator, support du rotor et couvercle découpés



Tracer l'emplacement des bobines

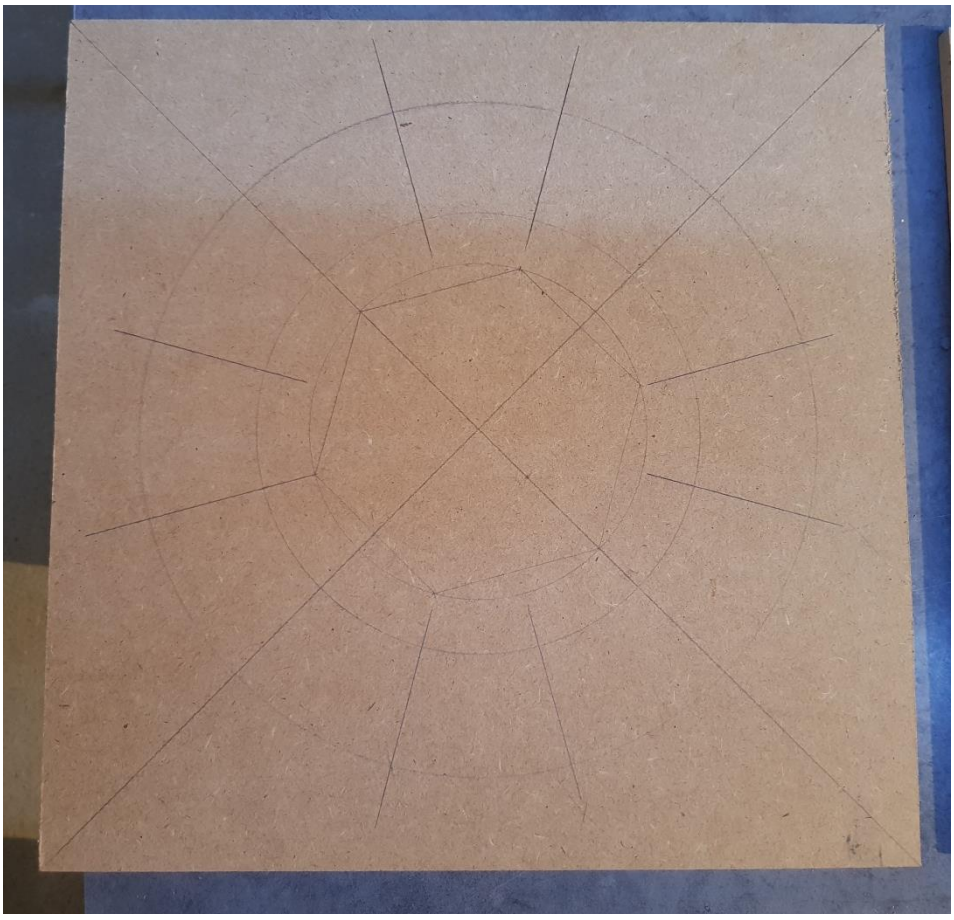
Pour cette étape il faut être très précis. C'est important car si l'on veut que le générateur soit performant, il faut que les bobines soient en phase. Et pour ça il faut que la géométrie du générateur soit parfaite.

Voici comment j'ai procédé :

1) J'ai tracé les diagonales du support pour obtenir le centre.
2) J'ai tracé 3 cercles : 8cm, 10.5cm et 32cm de diamètre
3) J'ai tracé les 8 segments manquants pour diviser le cercle en 12 parts égales. Cela correspond à des angles de 30° (360/12) mais je vous conseille d'utiliser le compas plutôt que le rapporteur pour le faire !
4) J'ai tracé un hexagone dans le cercle de 8cm pour délimiter le centre du support où viendra se loger un roulement à billes

Voici le résultat :

Figure 6 : Tracé réalisé sur le support



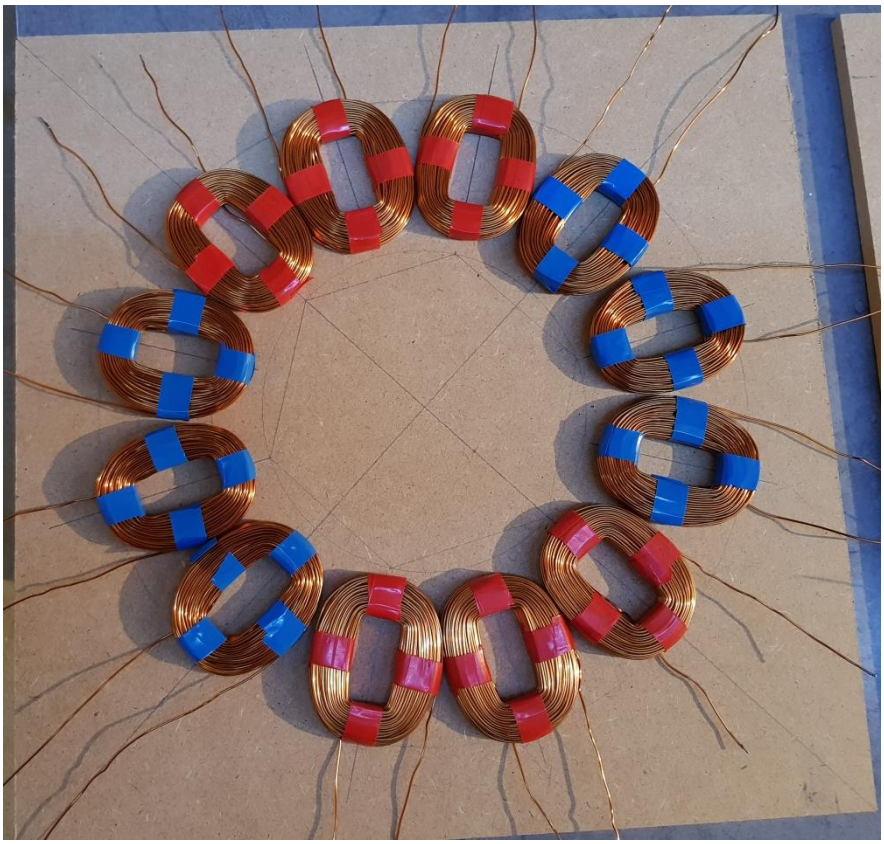
Vérifier que les bobines ne se gênent pas

Il y a un risque à ce moment. Si les bobines n'ont pas été bobinées de manière suffisamment serrées, il se peut que le tracé que je vous propose (et que j'ai utilisé pour mon générateur) ne convienne pas.

Procédons donc à cette vérification : déposez chaque bobine sur un des 12 traits partant du centre du cercle de manière à ce que le trait coupe exactement la bobine en son milieu et que le cercle de diamètre 10.5cm soit tout juste apparent au niveau du bord interne des bobines.

Voici la photo qui illustre cela :

Figure 7: Bobines posées à leur place définitive



Si tout va bien, les bobines ne sont pas trop éloignées les unes des autres et elles sont toutes disposées de manière régulière sur leur trait et à même distance du centre du cercle.

A noter : Je prends comme repère le bord interne des bobines pour les placer à distance égale du centre car il peut y avoir des variation de largeur selon comment s'est passé le bobinage et ce qui importe c'est bien l'emplacement du centre de la bobine et non pas ses bords externes.

Si les bobines sont trop large et que vous ne pouvez pas les placer ainsi, il faut toutes les éloigner un peu du centre, juste ce qu'il faut pour qu'elle puissent toutes être positionnées correctement sur leur trait.

Attention ! Toute modification de l'emplacement des bobines par rapport au centre aura un impact sur le placement des aimants sur le rotor ! Prenez donc bien garde à le prendre en compte dans vos calculs !

ETAPE 2 : Soudure des bobines

La soudure est un moment critique dans la confection du générateur parce qu'il y a plusieurs facteurs qui peuvent réduire à néant tout le travail réalisé.

Voici les risques les plus courants :

- Positionner une bobine à l'envers : le courant se déplacera dans le sens opposé et annulera le courant généré dans les autres bobines.
- Souder deux bobines non phasées : les bobines que l'on soude sont en phase, ce qui permet d'additionner les tensions générées, si l'on soude une bobine qui n'est pas en phase, au mieux cela ne fait rien, au pire cela annule le courant généré.
- Faire une mauvaise soudure : on peut avoir une soudure dans laquelle le contact se fait mal entre les bobines ce qui risque de créer une résistance qui réduira le passage du courant voire un échauffement et pire, une soudure peut lâcher, dans ce cas le circuit est ouvert et on perd une partie du courant généré…

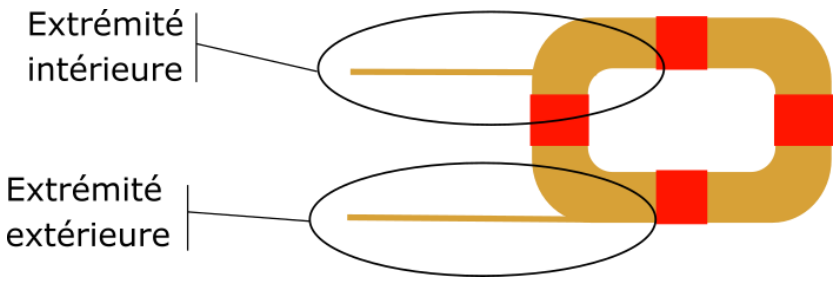
Soyez donc vigilant sur la manière dont vous avez disposé vos bobines et sur les soudures que vous réalisez.

Mais soyez rassuré, nous réaliserons des tests pour s'assurer que les soudures sont correctes avant que les soudures soient irréversibles.

Nous pouvons donc passer à la soudure des bobines !

Pour bien se comprendre, voici le schéma d'une bobine avec ses deux extrémités : une extérieure et une intérieure. Regardez bien d'où part l'extrémité !

Figure 8 : Schéma d'une bobine



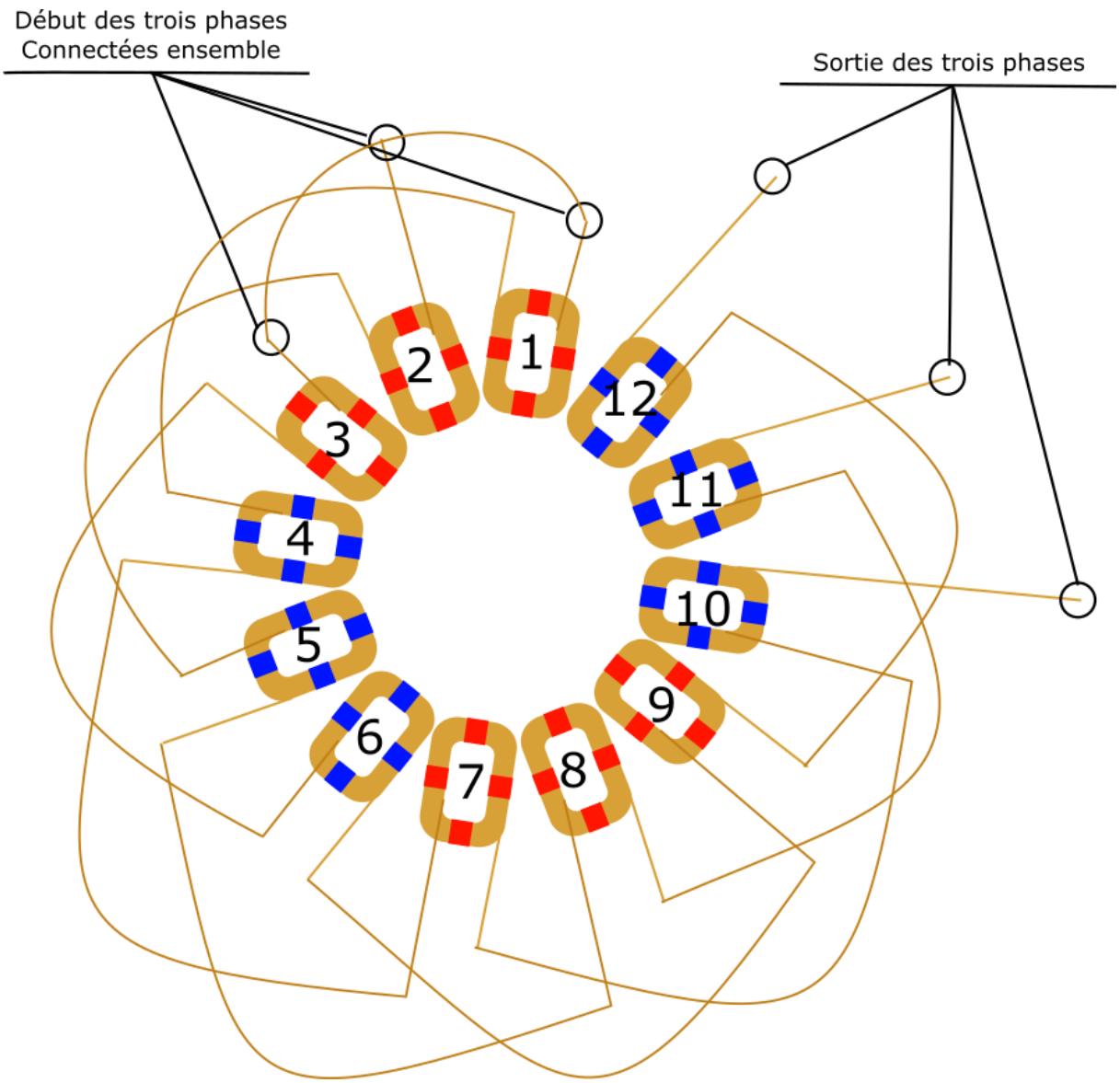
Observez bien les bobines posées sur le support (Figure 7: Bobines posées à leur place définitive), vous remarquerez qu'elles sont toutes disposées de la même manière concernant leurs extrémités. C'est une symétrie parfaite par rapport au centre du support.

A suivre, voici le schéma des branchements à réaliser. On a 3 phases de quatre bobines.

J'ai numéroté dans le sens inverse des aiguilles d'une montre pour que le schéma représente exactement le montage que j'ai réalisé.

Prenez le temps de bien observer ce schéma et lisez les explications à suivre en gardant un œil sur le schéma.

Figure 9 : Schéma de branchement des bobines en étoile



Voici comment s'y prendre pour les soudures :

1. L'extrémité extérieure de la bobine 1 est soudée à l'extrémité intérieure de la bobine 4
2. L'extrémité extérieure de la bobine 4 est soudée à l'extrémité intérieure de la bobine 7
3. L'extrémité extérieure de la bobine 7 est soudée à l'extrémité intérieure de la bobine 10
4. Idem pour les bobines 2->5->8->11
5. Idem pour les bobines 3->6->9->12
6. Les extrémités intérieures des 3 premières bobines (numéro 1, 2, 3) sont soudées entre elles.

Les extrémité extérieures des bobines 10, 11 et 12 représentent les sorties de chaque phase du générateur.

Pour Les étapes de la soudure :

Figure 10 : Fil de cuivre émaillé au départ

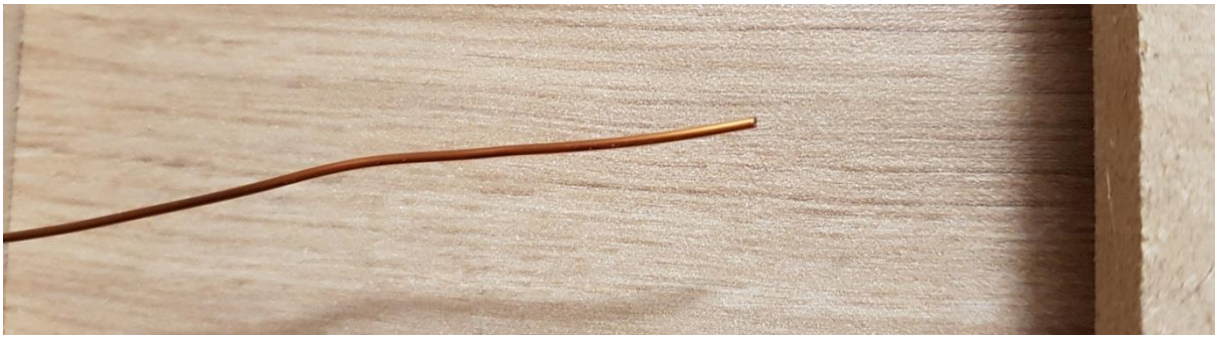


Figure 11 : Fil de cuivre dé-émaillé sur environ 0,5 à 1cm



Figure 12 : Idem pour le deuxième fil



Figure 13 : Etamage des deux extrémités (on ajoute une couche d'étain au fer à souder)

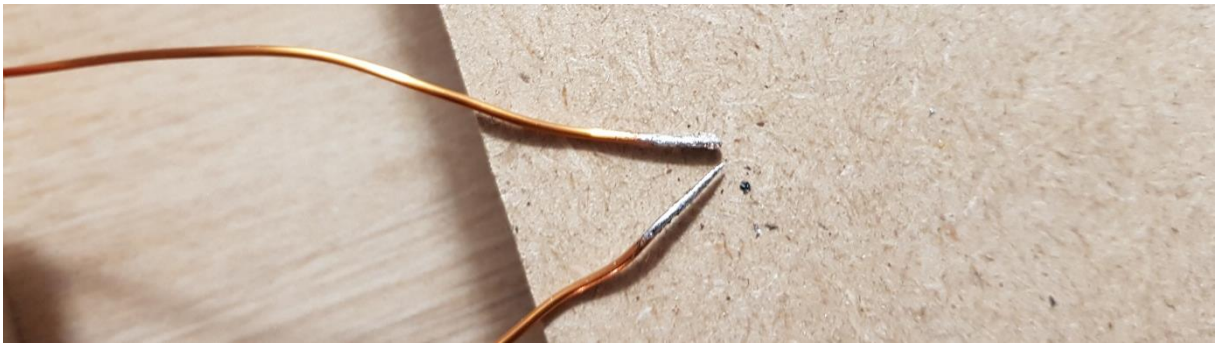


Figure 14 : Torsade des deux extrémités ensemble à la pince



Figure 15 : Soudure des extrémités



Figure 16 : Pliage du cuivre



Figure 17 : Protection avec du scotch d'électricien pour éviter des courts circuits

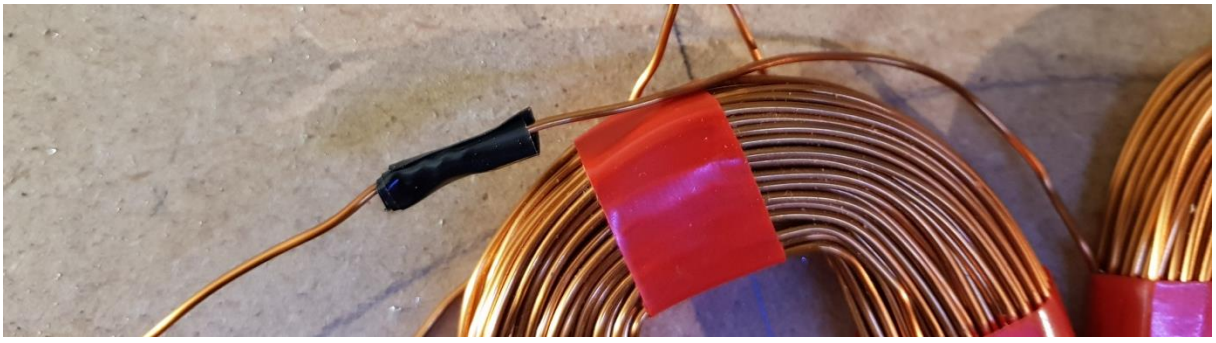
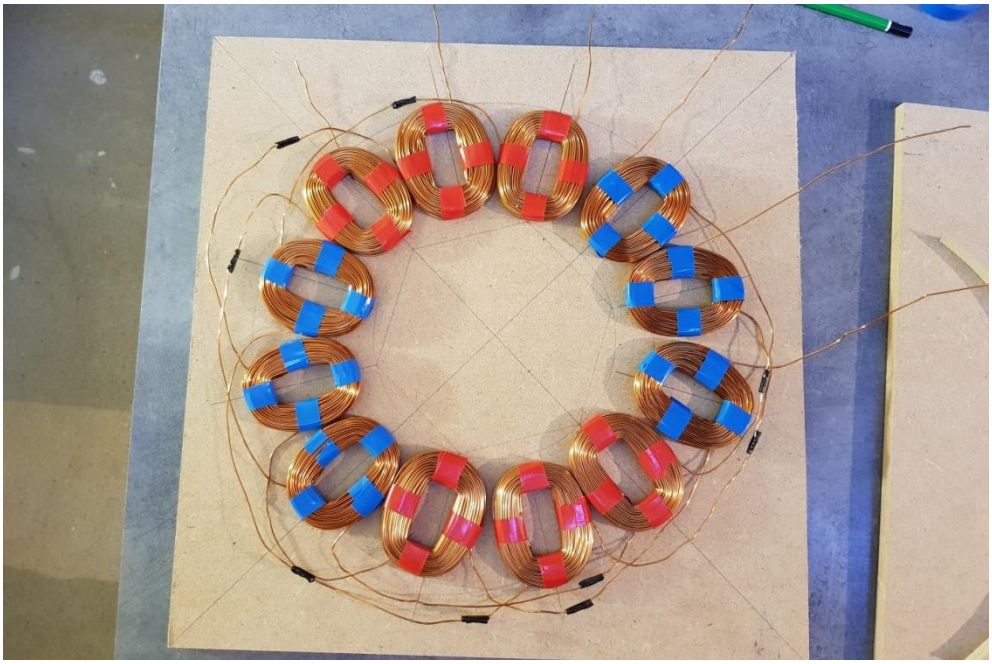


Figure 18 : Bobines soudées par phases

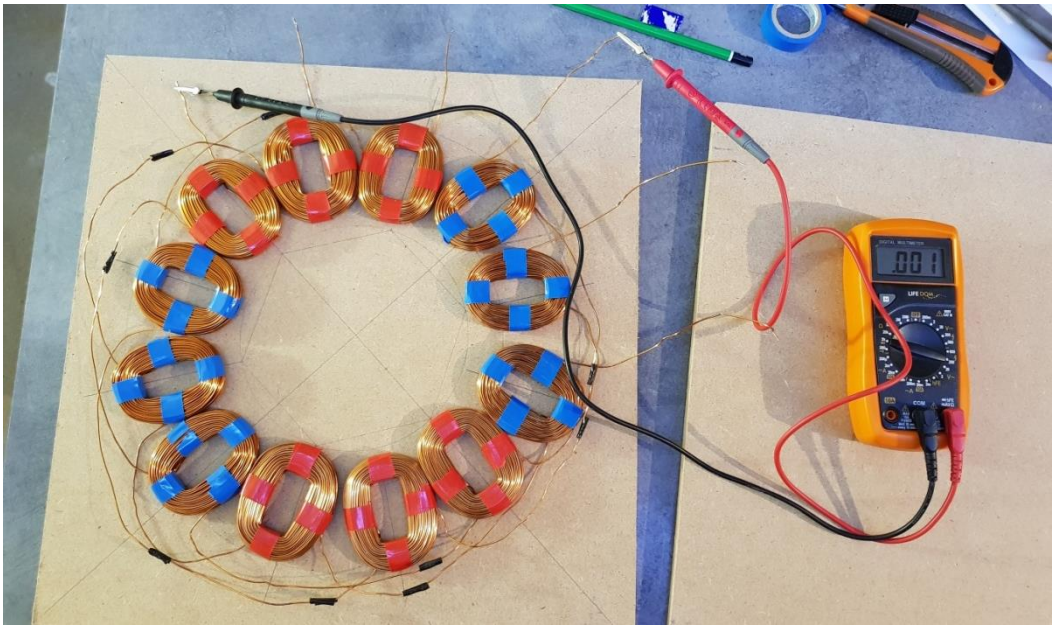


ETAPE 3 : Vérifications des soudures

Avant d'aller plus loin, nous allons prendre le temps de vérifier que les soudures sont correctement réalisées. Pour cela il faut se munir d'un multimètre ayant la capacité de mesurer une résistance (ohmmètre).

Ici, je n'ai pas encore relié les 3 phases en soudant les bobines 1, 2, 3 ensemble donc je peux contrôler la continuité de chaque phase et vérifier que chaque phase est isolée des autres.

Figure 19 : Vérification des soudures avec le Ohmmètre



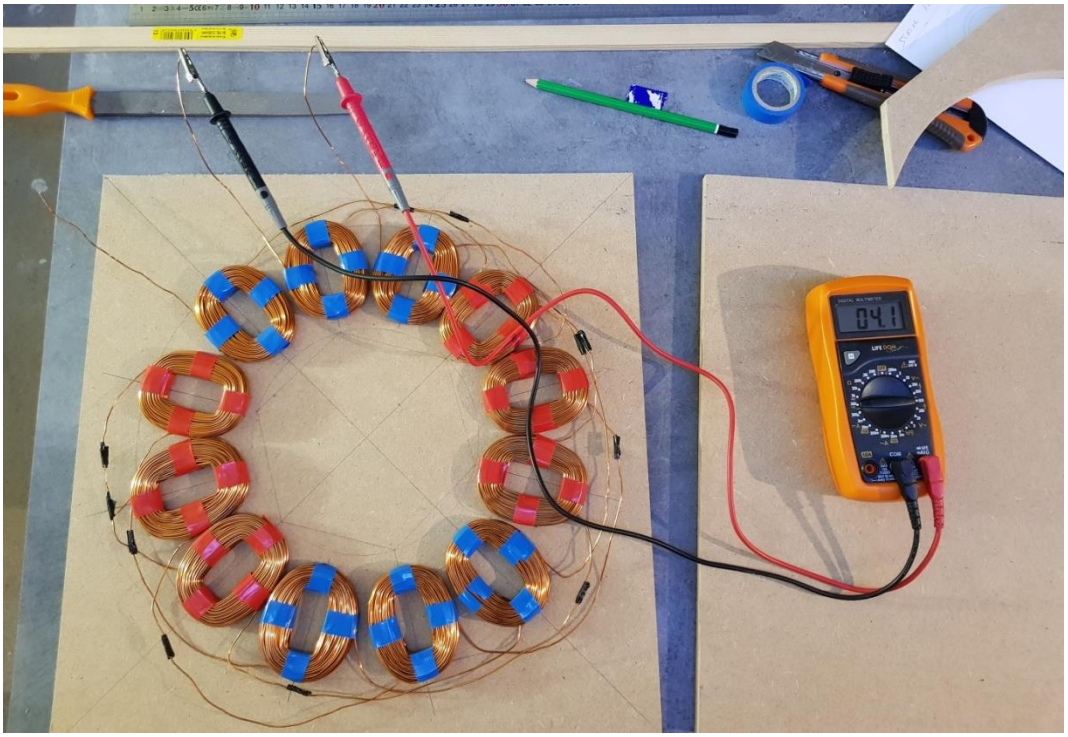
Enfin, j'ai terminé en soudant les extrémités intérieures des bobines 1, 2, 3.

Figure 20 : Soudure des bobines 1, 2, 3



Dernière vérification, je contrôle avec le ohmmètre que les trois phases sont bien connectées entre elles.

Figure 21 : Vérification finale au Ohmmètre



ETAPE 4 : Fabrication du cadre

Pour fabriquer le cadre, j'ai utilisé de la baguette de bois de 2cmx0.9cm.

A noter : la baguette que j'ai utilisée était volontairement plus fine que mes bobines parce que je voulais que les bobines soient comprimées au maximum dans la résine. Mais en voyant le résultat, je pense qu'il vaut mieux utiliser un moule de la même épaisseur que les bobines.

Conseil : Pour retirer les bobines, faites les glisser délicatement sur la deuxième plaque que vous avez découpée pour ne pas faire trop bouger les soudures et la position du fil de cuivre.

J'ai d'abord fait le tour du support avec des baguettes de 40cm en coupant les angles à 45°

Ensuite, j'ai découpé des baguettes de 16cm (pour le bord le plus long) afin de réduire le volume de résine nécessaire à remplir le moule. J'ai coupé les angles à 45° également. Petite précaution, vérifiez que cette longueur de 16cm ne gênera pas vos bobines !

Et enfin, j'ai délimité le centre avec 6 morceaux de baguette de 8cm (pour le bord le plus long), coupés à 60°.

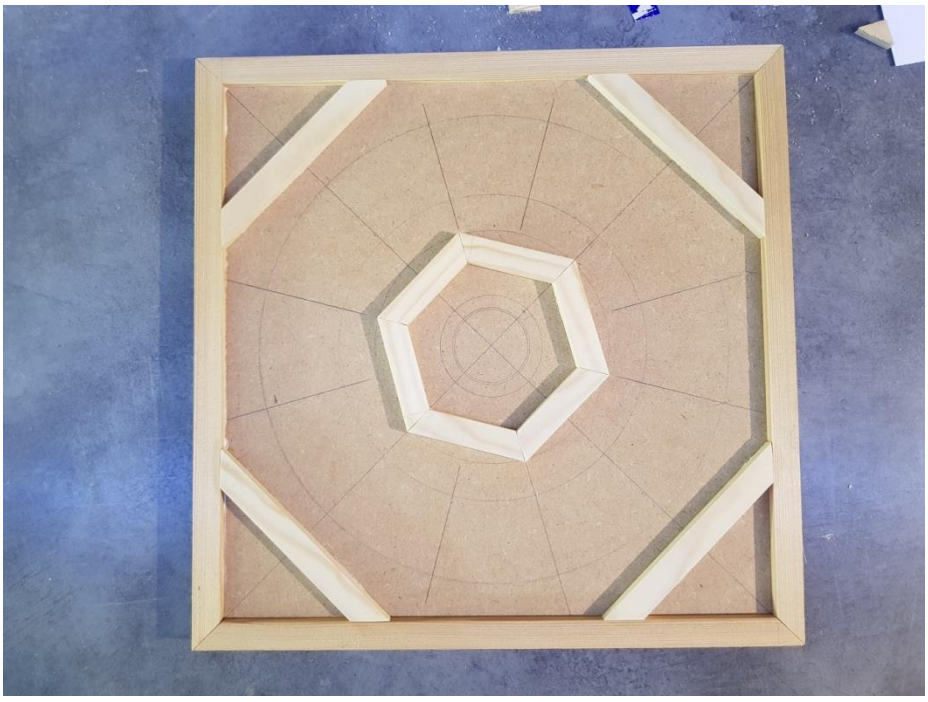
J'ai collé le tout avec de la simple colle à bois.

Quand c'est fait, laissez reposer jusqu'à séchage complet de la colle.

J'en ai profité également pour tracer l'emplacement du roulement : deux cercles de diamètre 5cm et 7cm.

Voici une fois que tout est assemblé :

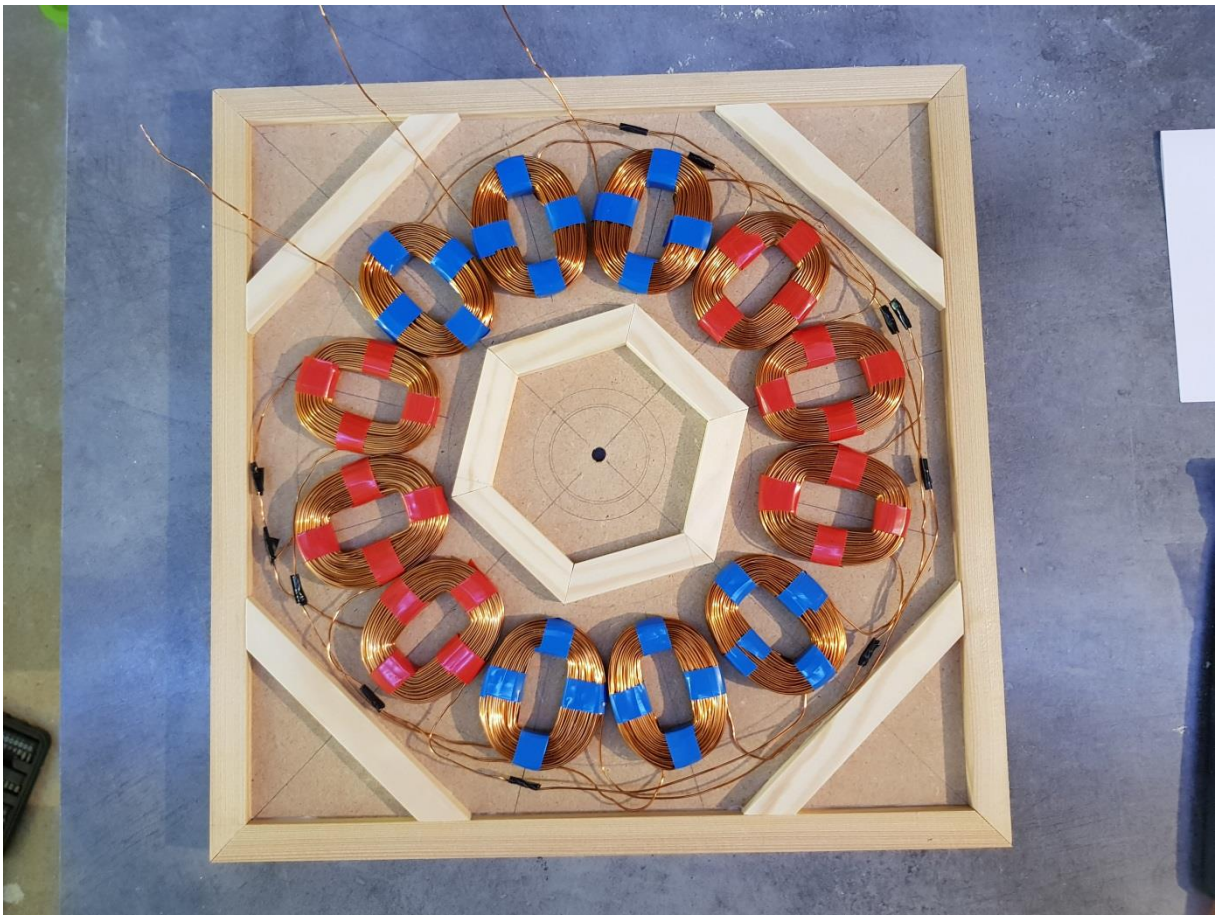
Figure 22 : Cadre collé sur le support



Pour info : Il est tout à fait envisageable de faire le cadre en un seul morceau en découpant dans du médium par exemple.

Une fois la colle séchée, j'ai remis les bobines en place, là encore en les glissant délicatement.

Figure 23 : Bobines en place sur le support complet



ETAPE 5 : Soudure des sorties des phases

Le fil de cuivre émaillé est trop fragile pour qu'on se permette de le faire sortir de la résine tel quel. En effet, à la longue, il peut bouger et pour peu que deux fils se touchent et finissent par se dénuder sous l'effet de frottements, cela ferait naitre un court-circuit qui réduirait tout le travail à néant.

Il faut donc choisir un autre type de fil pour la sortie du stator. Pour ça j'ai choisi un fil gainé souple multibrin de 1,5mm².

Pour effectuer la soudure, j'ai procédé là encore par étapes :

1) Couper les extrémités des bobines plus court
2) Retirer l'émail des extrémités des bobines sur 0.5 à 1cm
3) Torsader le fil de sortie sur le cuivre des bobines
4) Soudure à l'étain
5) Protection avec du scotch d'électricien (là encore pour éviter tout court-circuit malvenu)

Figure 24 : Câbles de sortie découpés

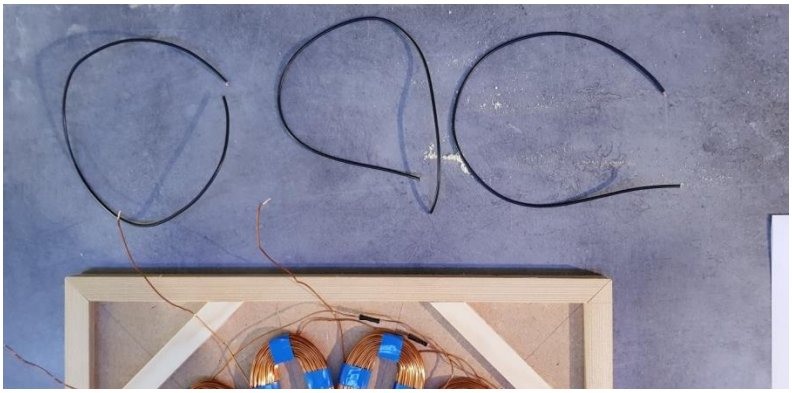


Figure 25 : Sorties des bobines raccourcies et dé-émaillées

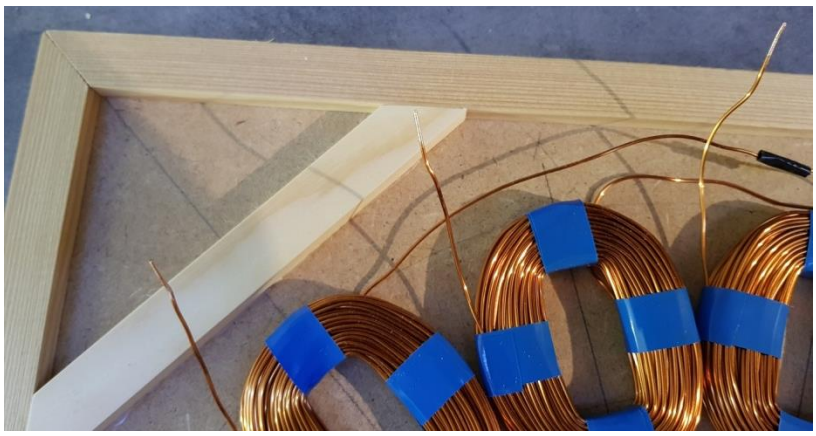


Figure 26 : Soudure entre le fil de sortie et l'extrémité de la bobine

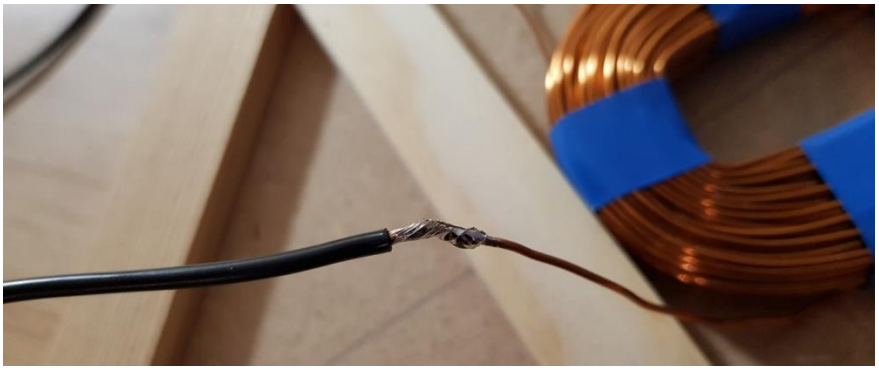
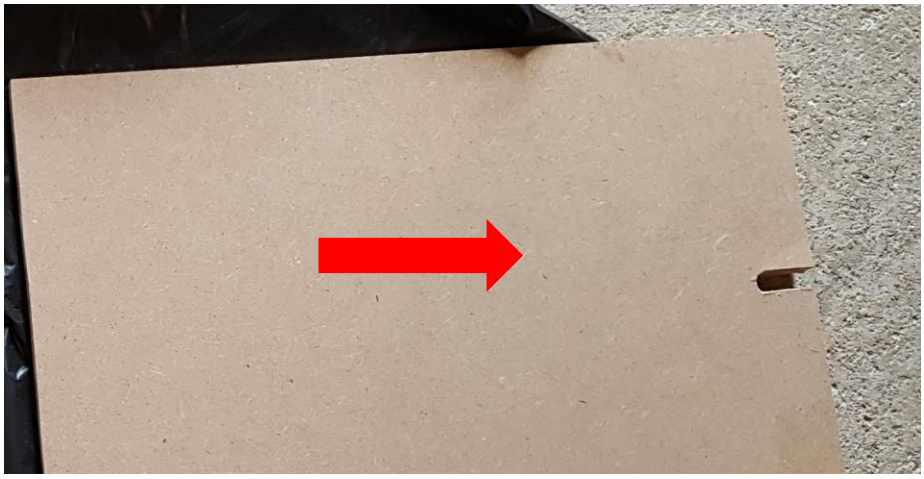


Figure 27 : Fils de sorties mis en place



Puis, pour terminer j'ai regroupé les trois câbles de sortie avec du scotch d'électricien et j'ai fait une fente dans le couvercle qui recouvrira le support pendant la prise de la résine pour faire sortir les câbles.

Figure 28 : Fente dans le couvercle pour la sortie des câbles



ETAPE 6 : Peaufinage indispensable

Avant de passer à l'étape de la résine, il m'a semblé indispensable de faire un dernier ajustement sur le support pour corriger un problème.

Ce problème, c'est la surélévation qui est provoquée par le fil de cuivre des extrémités intérieures de chaque bobine. En passant sous la bobine pour sortir, cette extrémité soulève cette dernière, ce qui a pour conséquence de compromettre la planéité du stator. Ceci peut finalement se traduire par une baisse de l'efficacité du générateur. Le fil fait tout de même 1mm d'épaisseur, ce n'est pas rien !

Pour retrouver une planéité parfaite, j'ai décidé de creuser un petit sillon sous chaque bobine pour permettre le passage de ce fil.

Pour faire cela, j'ai procédé bobine par bobine. Avec de la peinture noire, j'ai enduit au pinceau le fil qui passe sous la bobine et en la positionnant sur le support j'ai obtenu une empreinte à l'endroit de son passage. Il reste alors à creuser le sillon, ce que j'ai fait au dremel avec une petite fraise.

MISE EN GARDE : Attention à ne pas abimer les bobines en utilisant un outil comme le dremel de manière aussi rapprochée ! Si vous retirez de l'émail par inadvertance, c'est un risque de court-circuit !!

De manière inattendue, le fait de former ces sillon a eu un autre effet bénéfique, ils ont également permis d'améliorer le maintien des bobines ce qui diminuera le risque qu'elles bougent au moment de la résine !

Figure 29 : Mise en évidence du fil qui passe sous la bobine

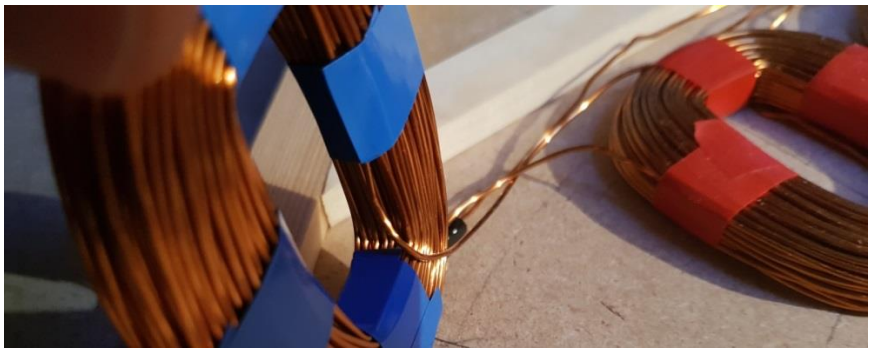


Figure 30 : Fil enduit de peinture noire

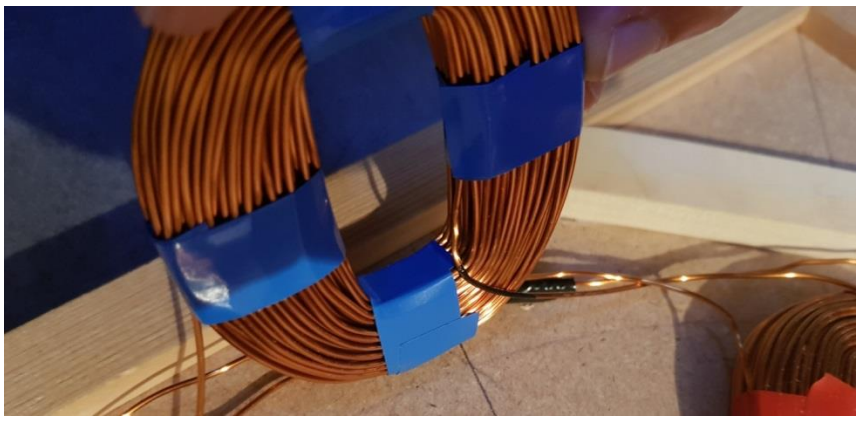


Figure 31 : Empreinte laissée par le fil

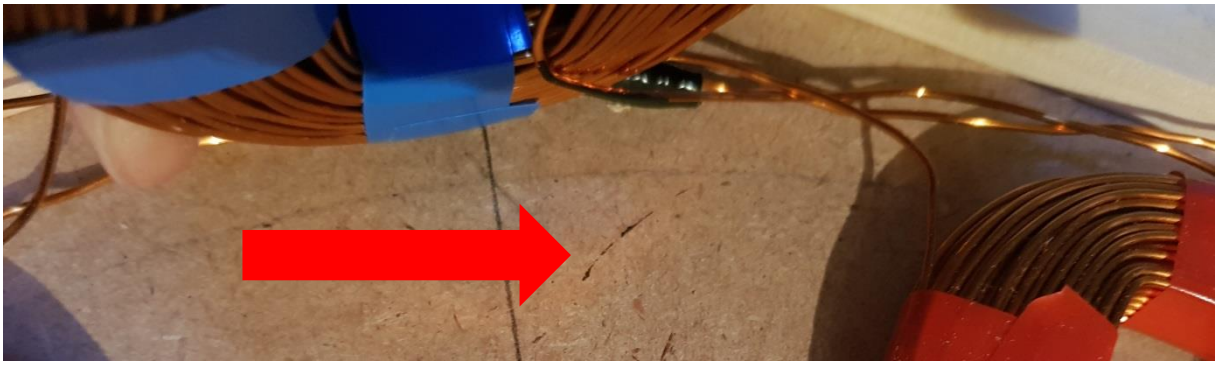


Figure 32 : Support improvisé pour surélever la bobine le temps de faire le sillon

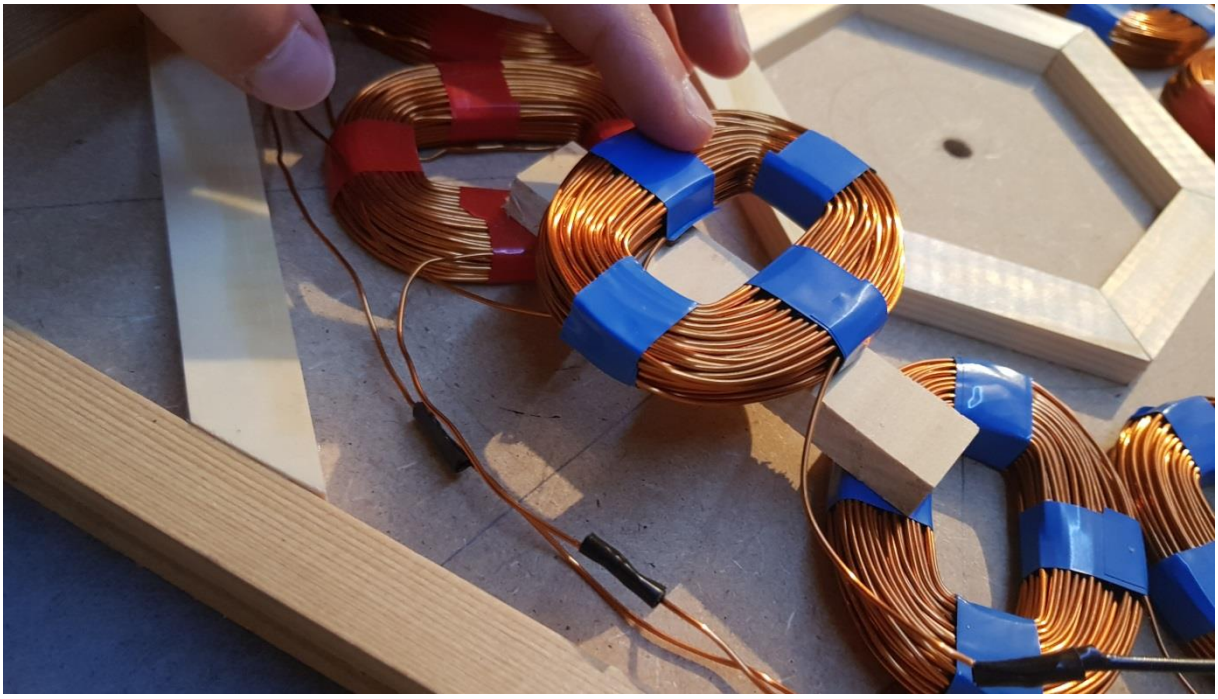


Figure 33 : Sillon creusé



ETAPE 7 : Préparation avant résine

Pour la suite, le principe va être de couler de la résine dans le stator, de le recouvrir d'un couvercle et d'appliquer du poids sur le tout pour obtenir un stator aussi plat que possible avec des bobines tassées sans fil qui dépasse et qui risquerait de gêner les aimants du rotor.

Une fois le temps de prise de la résine respecté, il suffira d'enlever le couvercle et les bobines seront figées dans la résine durcie.

Mais attention, la résine colle fortement au bois !

Donc si l'on veut que le rendu soit propre et que le couvercle soit facile à enlever après séchage sans prendre le risque de tout abimer, il faut préparer les surfaces.

La préparation va consister à enduire d'un corps gras (pour ma part j'ai utilisé de la vaseline blanche) les parties qui seront en contact avec la résine mais sur lesquels il ne faudra pas qu'elle adhère. C'est le cas de la surface complète du couvercle et des baguettes internes et externes du support. Par précaution, j'ai également enduit le trou central qui accueillera le roulement car en cas de débordement de résine il faudra pouvoir l'enlever sans abimer le bois.

Pensez également à mettre de la vaseline dans l'encoche prévue pour la sortie des câbles.

Enfin, j'ai formé une sorte de berge en vaseline, jointive tout le long des baguettes, pour retenir la résine. Le surplus de résine sortira par la fente de sortie des câbles.

Attention : Ne pas mettre de vaseline sur les bobines et aux endroits où doit coller la résine.

Figure 34 : Support enduit de vaseline



Figure 35 : Couvercle enduit de vaseline



Conseil : Je pense, à posteriori, que la quantité de vaseline déposée sur le couvercle était trop importante, ça ne pose pas de gros problème, mais ça a chassé la résine du dessus des bobines. Donc à choisir, la prochaine fois j'en mettrai moins.

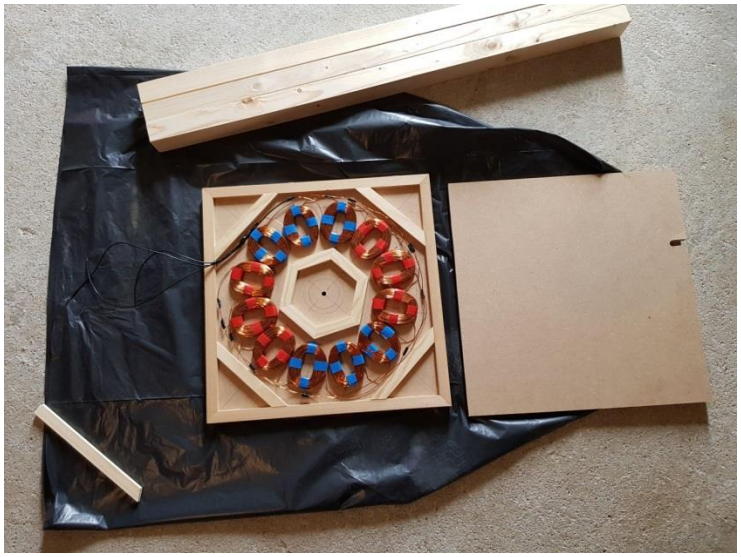
ETAPE 8 : Couler la résine

Maintenant que tout est prêt, il n'y a plus qu'à couler la résine !

Attention ! Vérifiez bien que les bobines sont parfaitement positionnées, vous ne pourrez plus les bouger ensuite !

J'ai posé le support par terre sur un sac poubelle pour protéger le sol, veillez bien à faire de même parce que ça va déborder !

Figure 36 : Support posé sur le sol



Mélange de la résine

J'ai préparé 1 litre de résine, si vous avez respecté les dimension, c'est ce qu'il vous faut aussi !

Respectez le mode d'emploi de la résine en ajoutant la quantité indiquée de catalyseur pour préparer votre résine.

Puis mélangez délicatement pour éviter la formation de bulles, ce n'est pas grave mais autant le faire au mieux !

Figure 37 : Récipient pour mélange et catalyseur prépesé pour 1L



Figure 38 : 1L de résine versée



Figure 39 : Mélange résine-catalyseur



Couler la résine

Le moment fatidique est arrivé !

Vérifiez encore vos bobines, puis faites couler la résine. Commencez par le centre des bobines puis le dessus pour que la résine pénètre correctement puis répartissez tout autour des bobines.

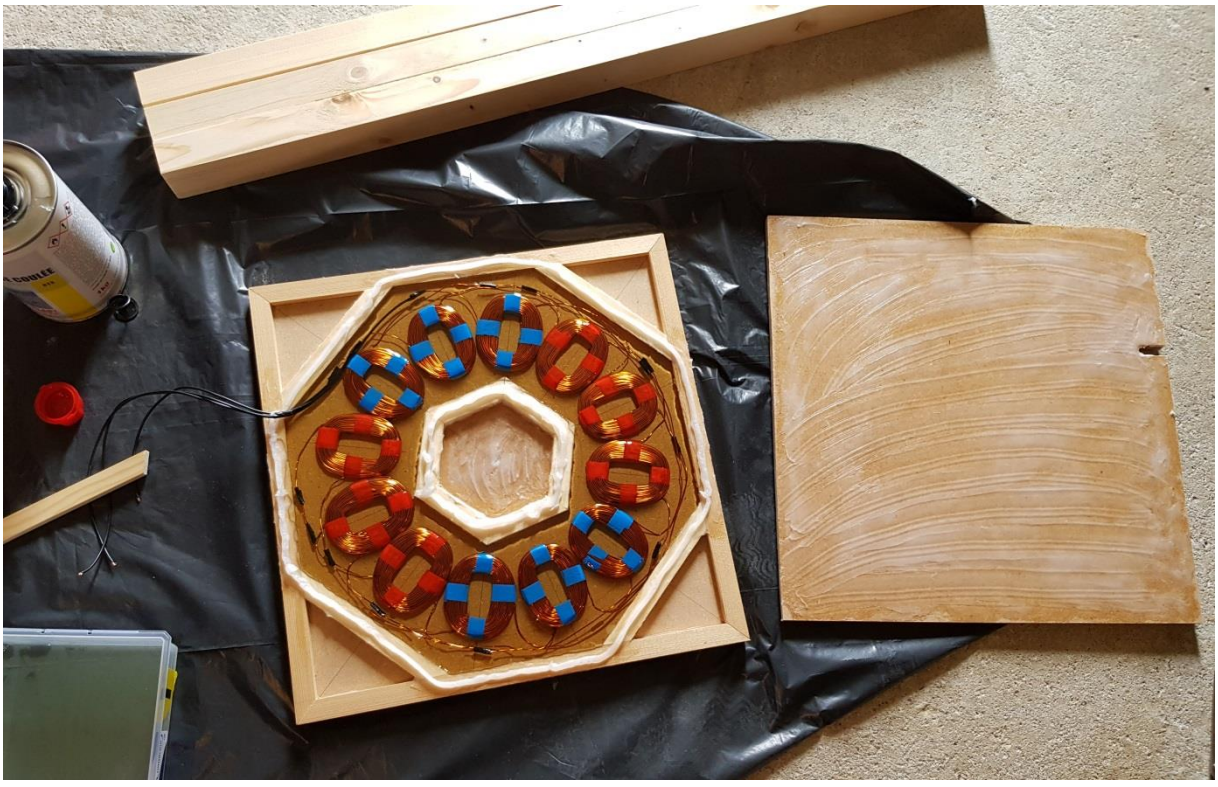
J'ai tapé un peu les rebords du support pour faire sortir l'air qui restait bloqué, vous verrez peut-être aussi des bulles d'air sortir des bobines. Ne faites pas trop bouger car ça risquerait de déplacer les bobines.

Attention, c'est le dernier moment pour vérifier que vos bobines sont en place !

Figure 40 : Résine coulée dans le support - Vue de près



Figure 41 : Résine coulée dans le support - Vue éloignée



ETAPE 9 : Fermer le moule

Pour fermer le moule, commencez par le rapprocher du support à partir du bord opposé à la sortie des câbles. Le but va être de permettre à l'air de s'échapper par cet orifice au fur et à mesure.

Quand le couvercle est correctement positionné, n'appuyez pas dessus. Si vous le faisiez, au moment où vous relâcheriez, de l'air rentrerait à nouveau à l'intérieur.

Pour ma part, j'ai pris des tasseaux de bois que j'ai posé sur le moule, puis j'ai empilé des parpaings jusqu'à faire un poids suffisant.

Si c'était à refaire, je me passerais sans doute des tasseaux et je déposerais directement les parpaings à même le couvercle.

Au fur et à mesure que le poids augmente de l'air et de la résine sortent par l'encoche des câbles, c'est normal.

Conseil : Après quelques heures, la résine se solidifie mais reste encore un peu molle, c'est le moment pour enlever le surplus de résine qui a coulé hors du moule pour ne pas avoir à le faire après quand tout aura complètement durci !

Figure 42 : Tasseaux posés sur le moule

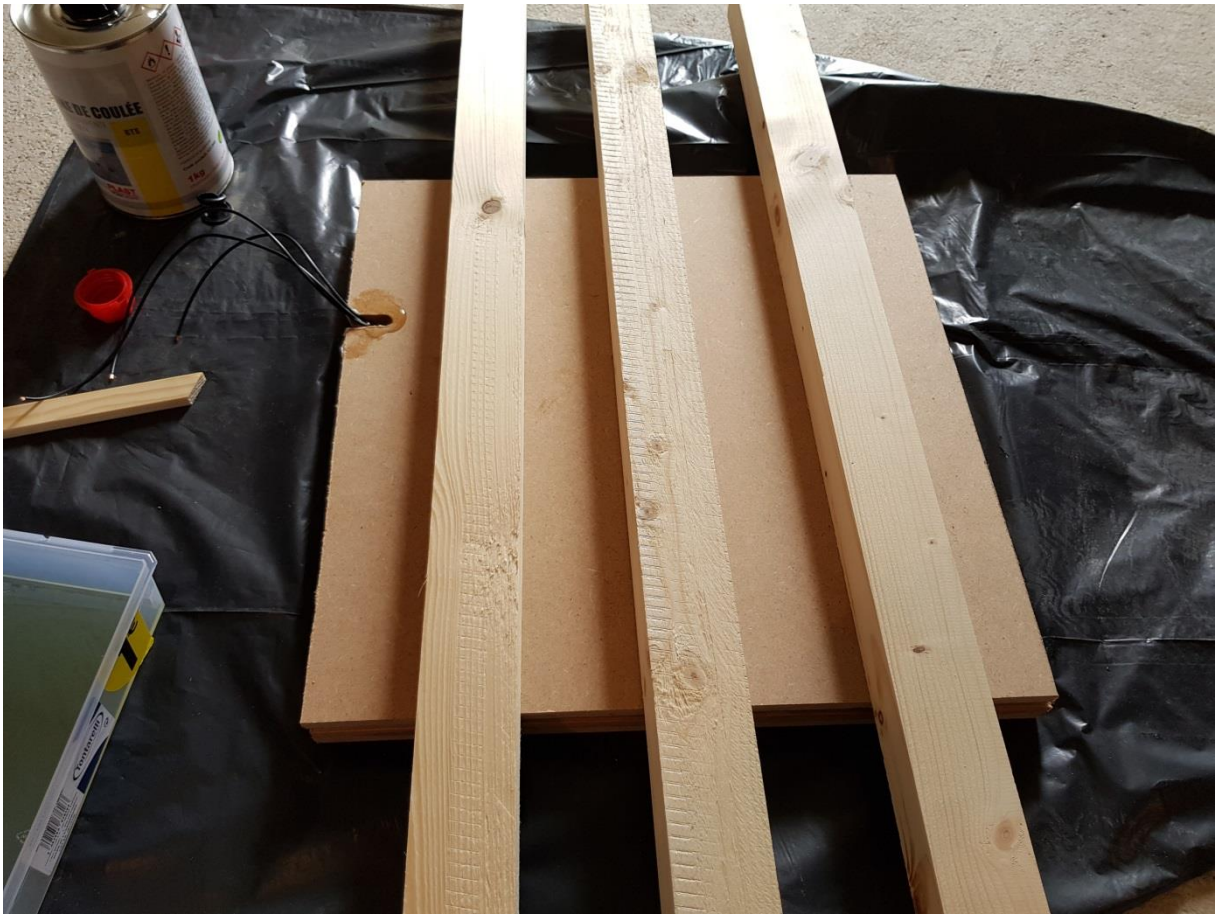


Figure 43 : Parpaings empilés sur le moule



Figure 44 : Résine qui déborde par l'encoche de sortie des cables



ETAPE 10 : Démouler et nettoyer

C'est bon, le temps d'attente est terminé ? Maintenant vous allez pouvoir démouler pour voir le résultat !

Personnellement j'ai laissé prendre pendant environ 20h.

Surtout, ne démoulez pas trop tôt ! Si la résine est toujours un peu molle, les bobines pourraient se desserrer et ça annulerait l'intérêt d'avoir coulé le stator dans la résine…

Pour démouler, j'ai utilisé un maillet et un petit burin. Il n'aura pas fallu beaucoup d'efforts pour séparer le couvercle du support, la vaseline a bien joué son rôle !

Figure 45 : Burin et maillet

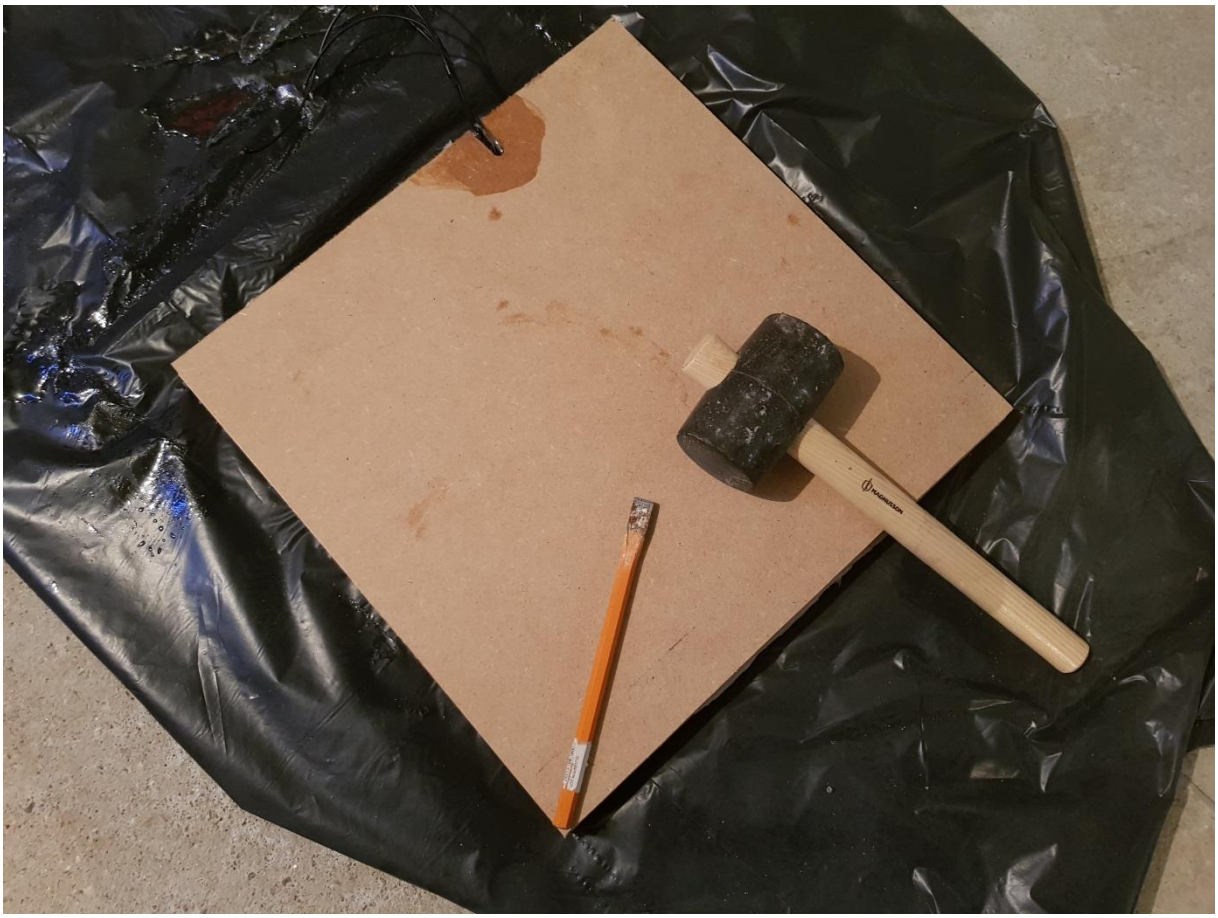


Figure 46 : Stator terminé !



Il reste maintenant à nettoyer la vaseline qui se trouve sur le stator pour ne pas se graisser les mains à chaque fois qu'on le manipule.

Figure 47 : Stator nettoyé

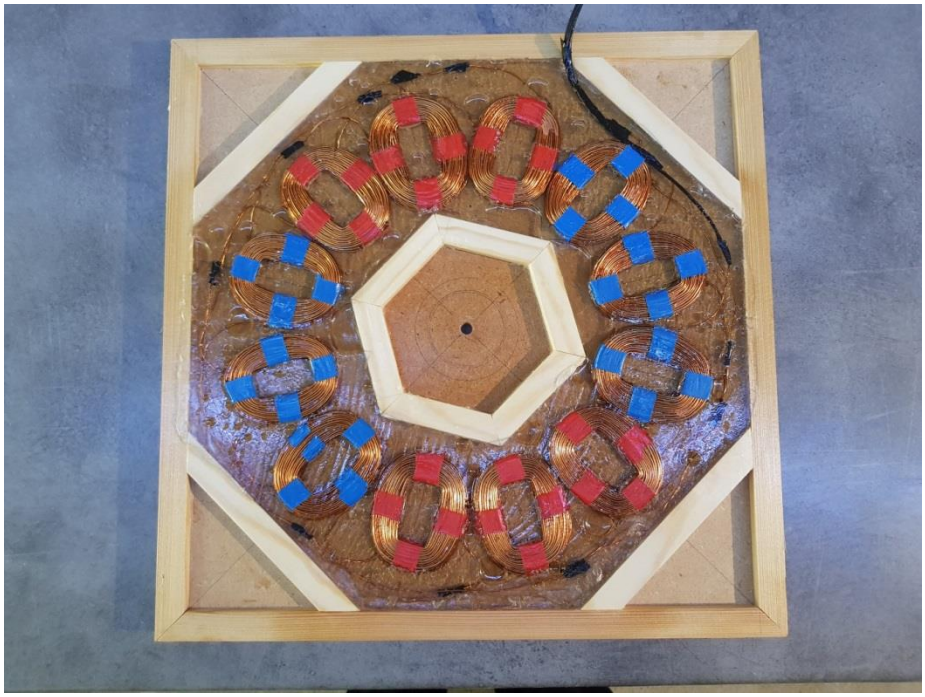
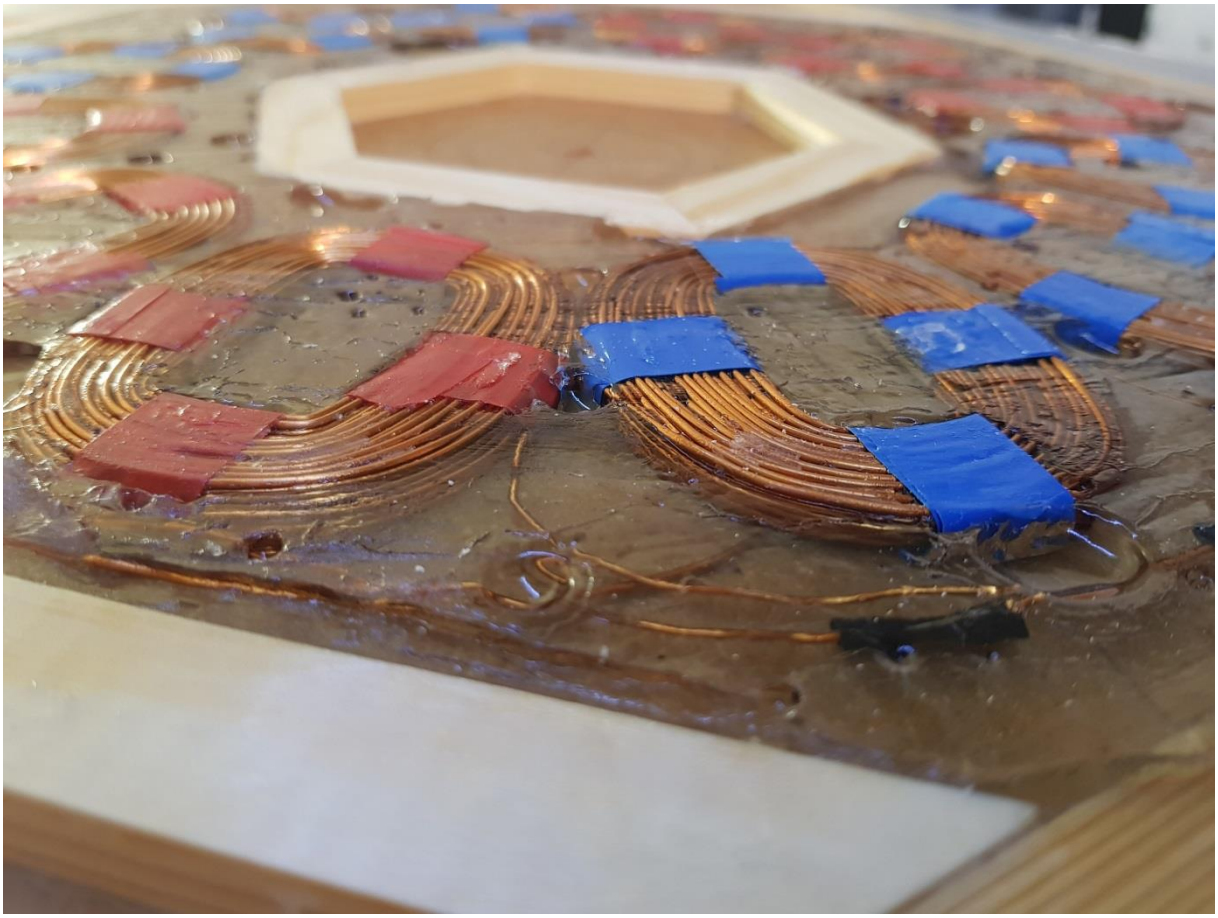


Figure 48 : Stator vue de près



BRAVO ! Votre stator est terminé !

VI. FABRIQUER LE ROTOR

Passons maintenant à la fabrication du rotor !

Le point de départ, c'est le support rond de 33cm découpé dans du médium de 1cm d'épaisseur.

ETAPE 1 : Préparation de la surface

Le medium est un matériau fragile ce qui présente deux inconvénients. D'une part, il y a un risque que la surface devienne un peu irrégulière quand la colle imprègnera le bois, il risque de gonfler de manière non uniforme. D'autre part, j'ai peur que la colle ne tienne pas bien sur le medium brut et que les aimants puissent se décoller.

Pour éviter toute déconvenue, j'ai donc décidé de procéder à deux séries de vernis/ponçage pour renforcer le médium en profondeur et m'assurer de sa planéité.

Pour ça j'ai appliqué un vernis pour plan de travail, puis après séchage, j'ai poncé à la calle à poncer, et j'ai répété l'opération une deuxième fois.

Figure 49 : Vernis appliqué sur le support



Figure 50 : Support après séchage et ponçage



ETAPE 2 : Fabrication du gabarit pour les aimants

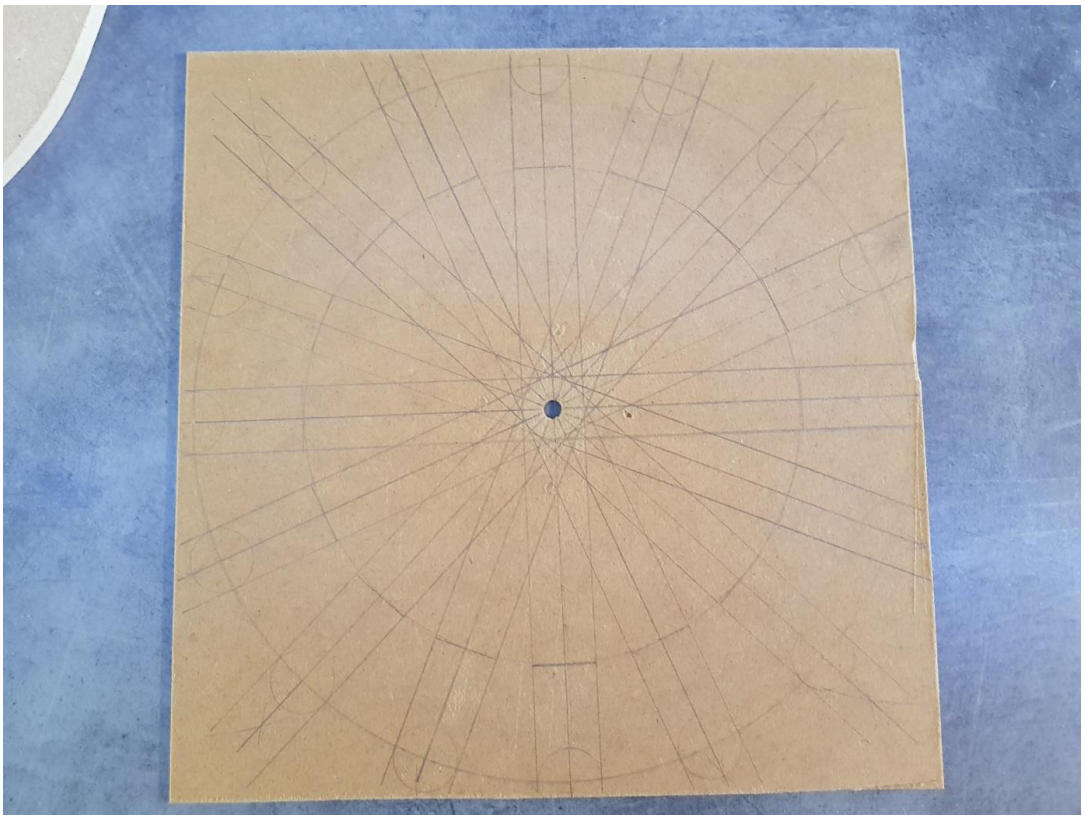
Tout comme les bobines, les aimants doivent être placés de manière très précise. Ici, pour un générateur triphasé à 12 bobines, il faut 16 aimants.

Les aimants doivent être séparés de manière régulière et centrés sur le centre des bobines du stator.

Voici les étapes que j'ai effectuées :

1) J'ai pris du médium de 3mm d'épaisseur
2) J'ai tracé un premier cercle de 20cm de diamètre correspondant au bord interne des aimants (bord proche du centre du rotor) ce diamètre est obtenu à partir du rayon suivant : distance du centre des bobines avec le centre su stator – (longueur des aimants/2) : 12,5 – (5/2) = 10cm de rayon.
3) J'ai tracé un second cercle de 29cm de diamètre correspondant à peu près à la limite externe des aimants
4) J'ai divisé ce cercle en 16 parts égales
5) A partir des 16 segments qui découpent le cercle, j'ai tracé 16 petits cercles de diamètre 2,4cm correspondant à la largeur des aimants (vérifiez la largeur de vos aimants au millimètre près !)
6) J'ai relié les cercles opposés afin d'obtenir des « couloirs » qui définissent l'emplacement des aimants
7) J'ai tracé le bord interne des aimants en traçant 16 tangentes au cercle de 20cm de diamètre

Figure 51 : Tracé du rotor



Une fois le tracé réalisé j'ai procédé aux découpes à la scie sauteuse:

1) J'ai découpé en suivant le tracé du cercle extérieur
2) J'ai découpé chaque bord des emplacements des aimants

Attention ! Les emplacements des aimants doivent être le plus ajusté possible !! Pour ça, toujours diriger la lame de la scie DANS l'espace à dégager et non pas à l'extérieur ! C'est très très très important ! La largeur des loges des aimants doit faire exactement la largeur des aimants !

3) J'ai découpé le bord interne avec un cutter et une règle métallique et j'ai retiré les rectangles ainsi formés
4) J'ai poncé légèrement les bords pour corriger les irrégularités dues aux découpes
5) J'ai testé chaque loge une par une avec un aimant pour vérifier que les découpes convenaient et j'ai poncé aux endroits où ça bloquait
6) J'ai collé le gabarit au support avec du « Ni clou ni vis ». Attention à bien centrer le gabarit sur le support, pour ça j'ai fait un trou de 8mm au centre du gabarit à la perceuse.

Il reste à attendre que le collage sèche puis on peut passer au collage des aimants.

Figure 52 : Gabarit pré-découpé

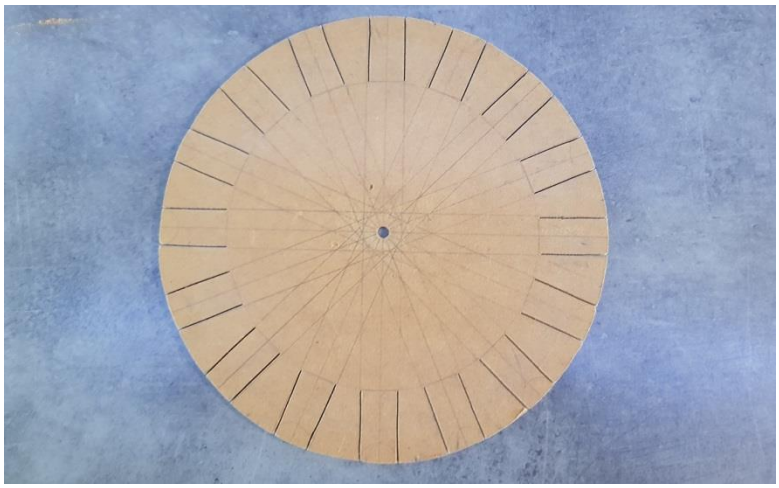


Figure 53 : Début du dégagement des loges au cutter

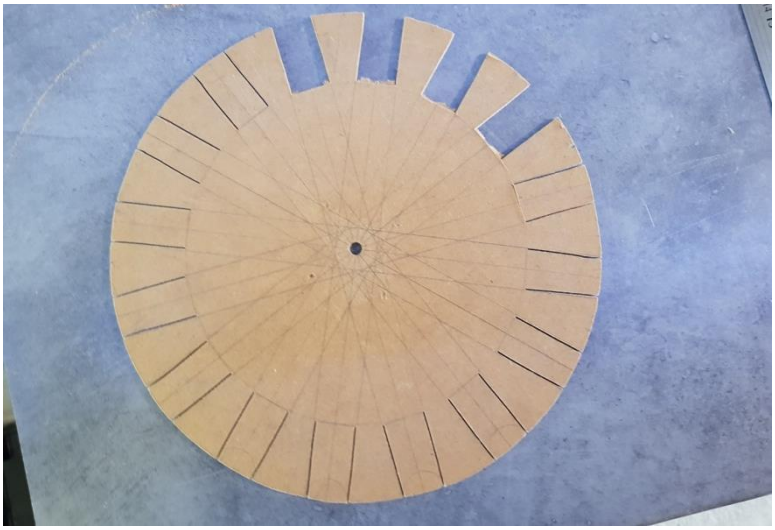


Figure 54 : Gabarit complétement découpé

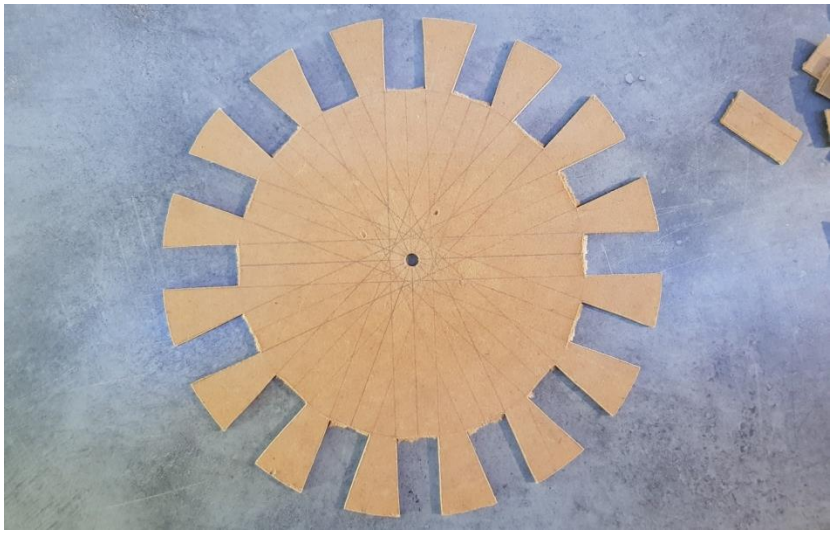


Figure 55 : Loges du gabarit limées

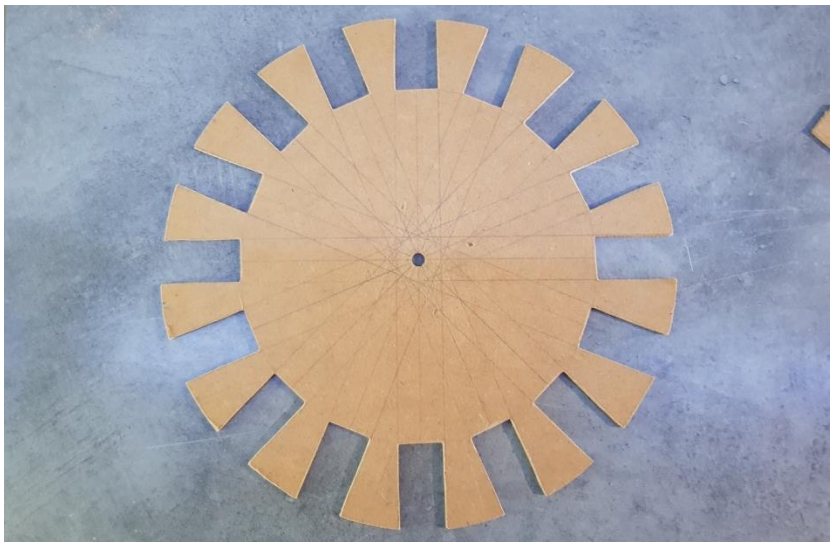


Figure 56 : Test des loges avec un aimant

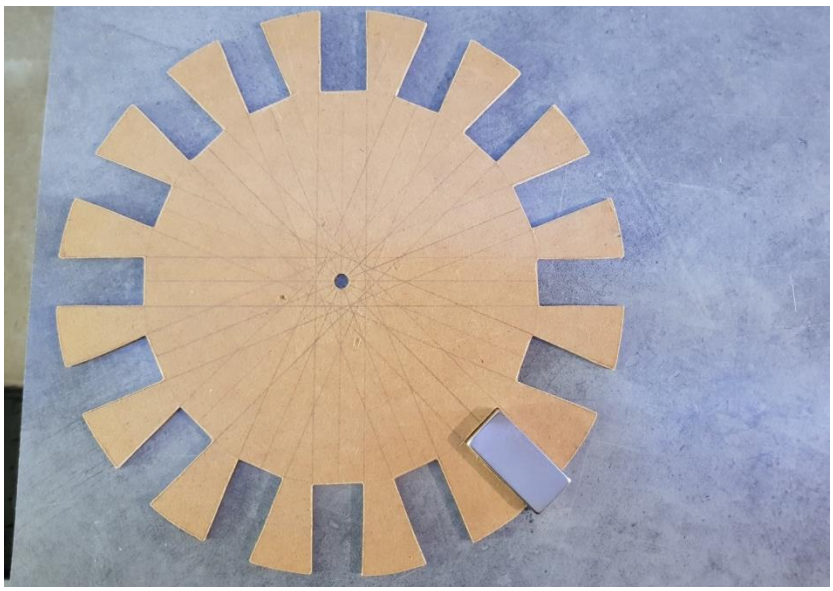


Figure 57 : Support + gabarit terminés

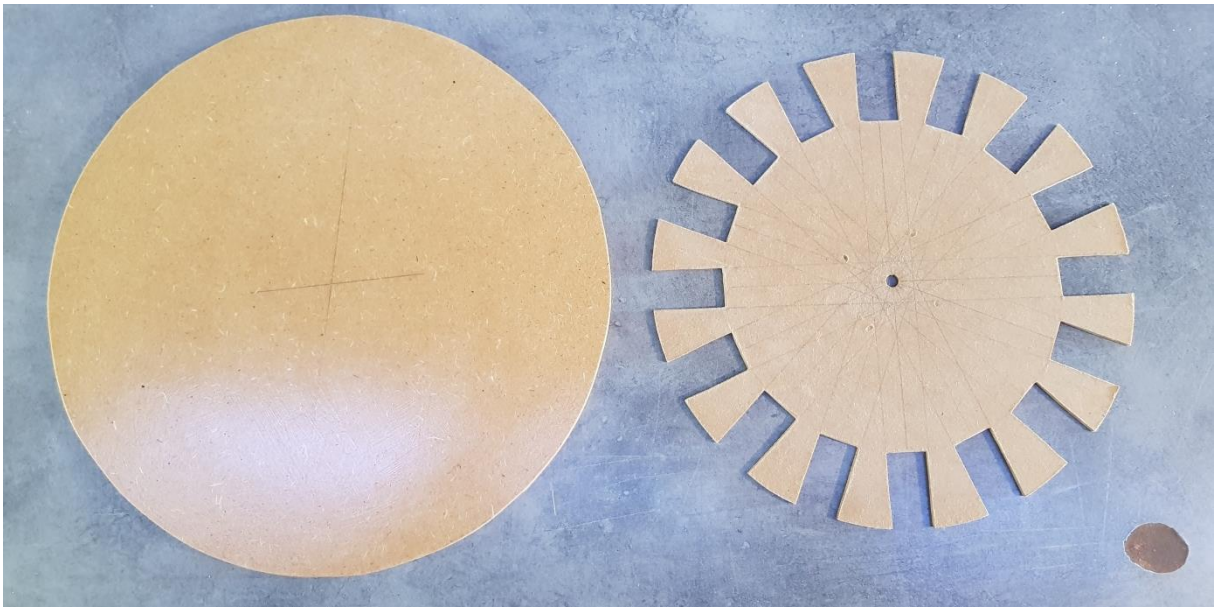


Figure 58 : Support + gabarit vus de près

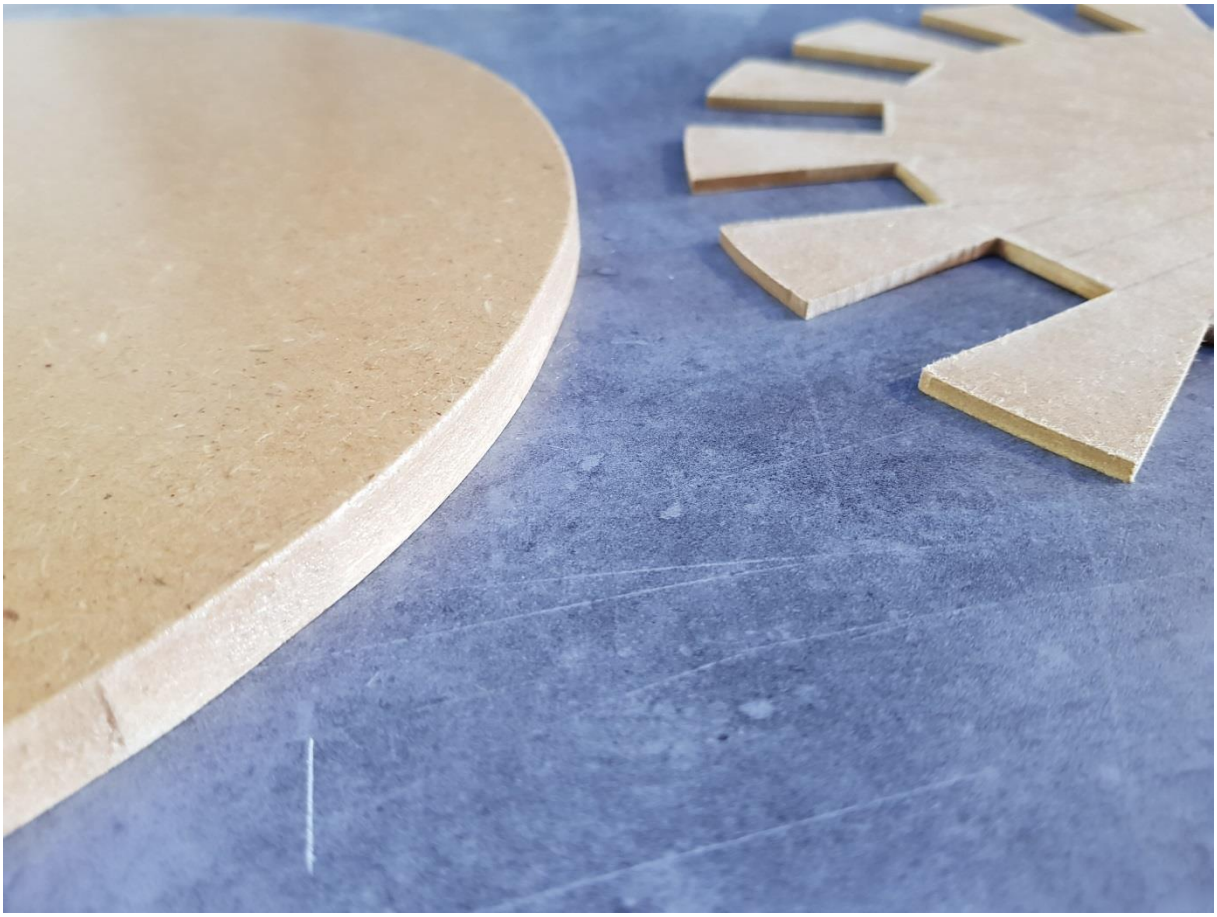


Figure 59 : Collage au "Ni clou nis vis"



Figure 60 : Support + gabarit collés



ETAPE 3 : Coller les aimants

Le rotor est presque terminé ! Après cette étape nous pourrons tester le générateur !

Mais attention, c'est une des étapes les plus délicate de tout le processus de fabrication ! Alors gardons patience et procédons méthodiquement !

1) J'applique de la colle sur une face du premier aimant, peu importe la face encollée pour ce premier aimant, c'est à partir du deuxième aimant qu'il faudra être vigilant !
2) J'étale la colle à peu près uniformément
3) Je pose l'aimant dans une loge
4) J'appuie fortement sur l'aimant à l'aide d'un morceau de tasseau de bois, la colle doit déborder sur les côté, c'est le signe que l'aimants est bien calé au fond de sa loge
5) Puis je recommence avec les autres aimants. Attention maintenant il faut faire attention au pôle encollé ! Si vous vous trompez de sens, le générateur ne fonctionnera pas.

Figure 61 : Encollage du premier aimant



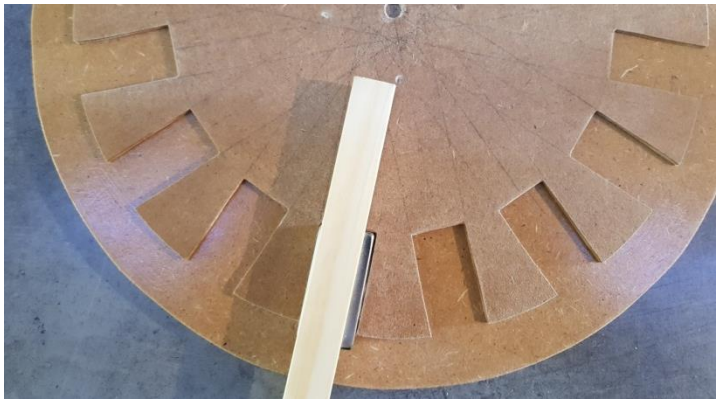
Figure 62 : Colle répartie sur la surface de l'aimant



Figure 63 : Premier aimant positionné sur le rotor



Figure 64 : Aimant enfoncé par appui sur un tasseau

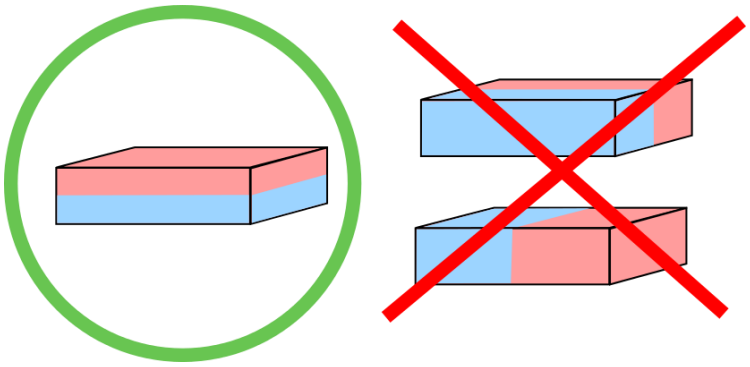


Quelques rappels :

Rappel 1 :

Les aimants que nous avons achetés ont leurs pôles dans les grandes faces.

Figure 65 : Représentation des pôles de nos aimants

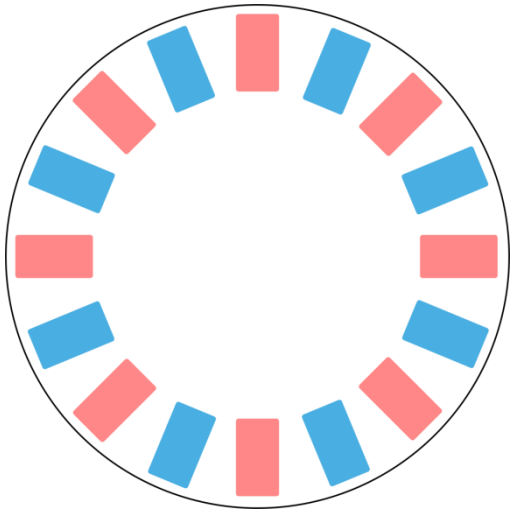


Rappel 2 :

Les aimants sont positionnés en opposition de pôle avec leurs voisins, nous avons donc une succession de pôles nord-sud-nord-sud.

Peu importe de savoir si c'est un pôle nord ou un pôle sud, il faut juste respecter l'alternance des pôles comme sur le schéma suivant.

Figure 66 : Alternance des pôles sur le rotor



Rappel 3 :

Les pôles identiques se repoussent, les pôles opposés (nord et sud) s'attirent. C'est cette propriété qui va nous permettre de nous assurer de l'alternance des pôles. Il faudra donc tester le sens de chaque aimant avec celui qui le précède avant de le coller.

Comment coller les aimants dans le bon sens ?

Voici la méthode que j'ai utilisé pour ne pas me tromper dans le sens des aimants.

1) Je prends l'aimant dans la paume de ma main
2) J'approche ma paume du dernier aimant posé pour trouver la face qui est repoussée par ce dernier
3) Je retourne l'aimant pour encoller cette face qui est repoussée et qui est donc identique à celle présentée par l'aimant déjà collé, ainsi ce nouvelle aimant présentera le pôle opposé !
4) J'engage le nouvel aimant dans sa loge (premier espace disponible à côté du dernier aimant posé)

Mise en garde : Tant que la colle n'est pas sèche, il y a un risque que les aimants sortent de leur loge… Ça m'est arrivé… Heureusement le gabarit est là pour les retenir un minimum mais vous devez faire attention surtout quand vous déposez le nouvel aimant dans sa loge. A ce moment critique je vous conseille de poser une main sur l'aimant proche déjà en place pour le retenir et de tenir le nouvel aimant fermement et de ne pas relâcher la pression avant de l'avoir enfoncé correctement en appuyant avec le tasseau de bois.

5) Je fais appui sur l'aimant pour le caller au fond de sa loge et chasser l'excédent de colle
6) J'enlève l'excèdent de colle qui a débordé

Figure 67 : Test des faces de l'aimant



Figure 68 : Trois aimants posés et tasseau pour les placer correctement

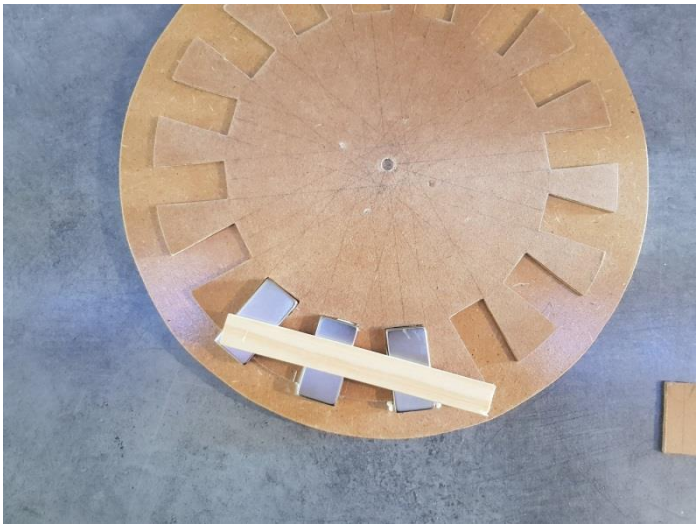


Figure 69 : Six aimants positionnés



Figure 70 : Rotor terminé !

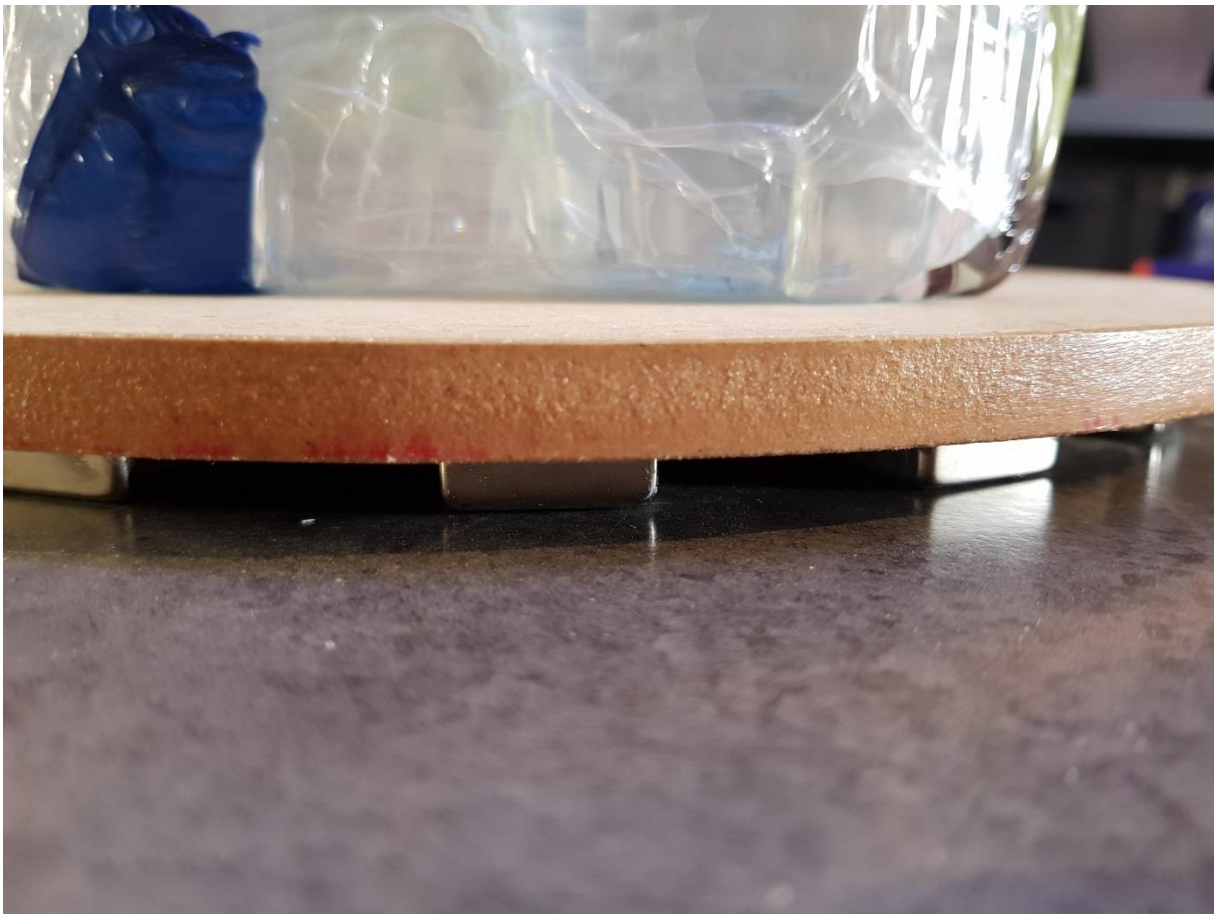


ETAPE 4 : Séchage de la colle

Bien que la colle et le gabarit retiennent les aimants, je ne suis pas vraiment rassuré et il y a un risque qu'ils sortent de le loge attirés les uns par les autres…

Pour le séchage, je préfère donc retourner le rotor pour bloquer les aimants entre la table et le support et appliquer du poids sur le tout pour être sûr que le rotor ne se soulève pas sous la force des aimants qui se rapproches ou même simplement que les aimants bougent un peu sous l'effet de l'attraction ce qui risquerait de nuire à la planéité du rotor.

Figure 71 : Séchage de la colle avec rotor retourné et poids appliqué dessus



Attendez que la colle sèche.

BRAVO ! Le rotor est terminé !

VII. ASSEMBLAGE DU GENERATEUR

Maintenant que nous avons les deux parties principales de notre générateur, il faut les assembler correctement pour qu'elles travaillent de concert et produisent du courant électrique !

Pour ça il nous faut encore un peu de matériel :

- Deux roulement à bille
- Deux rond de diamètre 7cm en médium de 3mm : un pour bloquer le roulement du dessous et un pour jouer le rôle de séparateur
- Une vis de 8mm de diamètre et de 8cm de longueur et un écrou
- Et enfin, vous allez le voir, un morceau de carton

Voici comment on assemble le tout :

1) Je positionne le premier roulement sur un rond de medium, il n'est pas collé donc il peut facilement bouger pour le moment, on pourrait le coller
2) Je passe la vis
3) Je place le stator sur deux tasseaux de bois
4) Je mets en place l'ensemble vis-roulement-medium sous le stator
5) Je mets en place le deuxième roulement dans le stator grâce aux tracés que j'ai effectués auparavant
6) Je place le deuxième rond de medium
7) Je place le bout de carton

Explications :

Sans le carton, les aimants touchent les bobines et donc le rotor est freiné dans sa rotation et le générateur risquerait de s'abimer, il fallait que je trouve un matériau fin pour écarter légèrement le rotor et ce morceau de carton était le mieux que j'avais sous la main. Je le remplacerai par un morceau de PVC fin quand j'aurai l'occasion de m'en procurer.

8) Je place le rotor et je visse l'écrou

BRAVO ! Lee générateur est terminé !

Figure 72 : Stator et rotor terminés

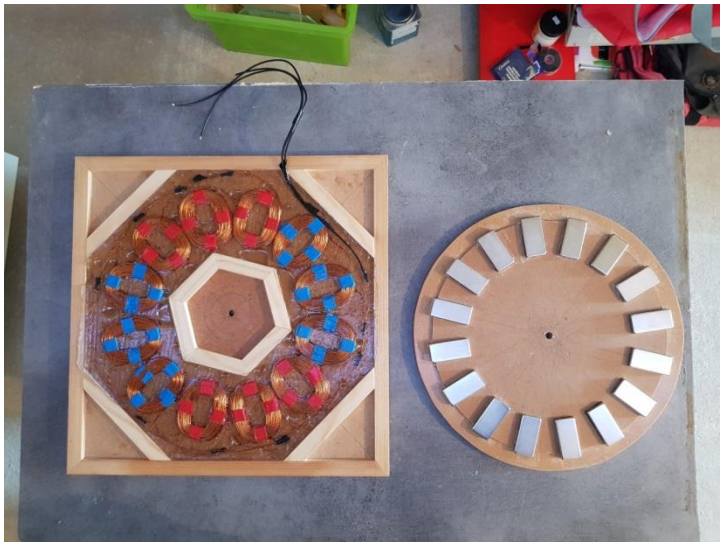


Figure 73 : Matériel d'assemblage



Figure 74 : Roulement sur rond de medium



Figure 75 : Ecrou mis en place



Figure 76 : Stator sur des tasseaux de bois



Figure 77 : Vis en place sous le stator



Figure 78 : Ensemble vis-roulement-medium vu sous le stator

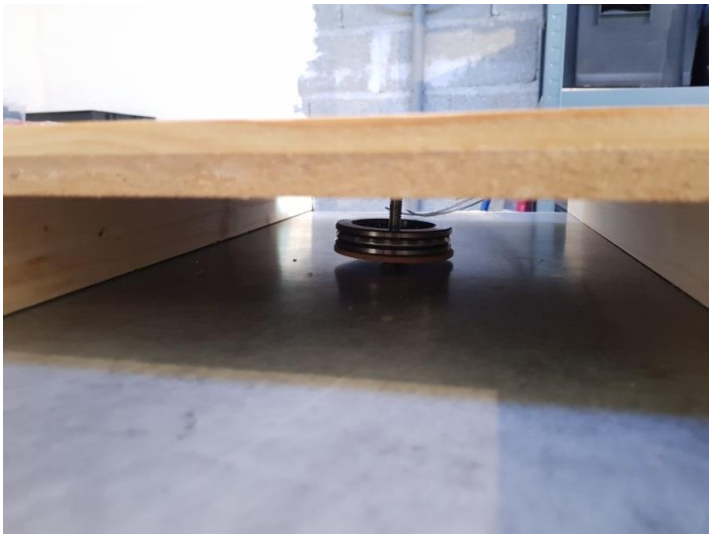


Figure 79 : Deuxième roulement mis en place



Figure 80 : Deuxième rond de medium en place



Figure 81 : Morceau de carton en place

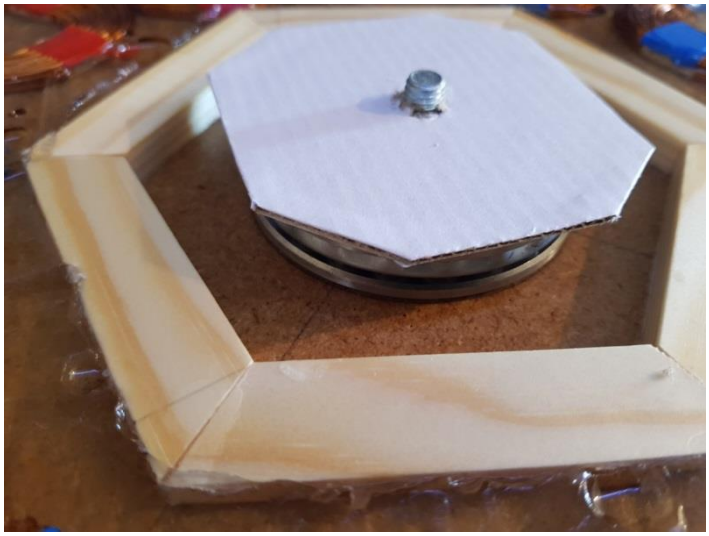


Figure 82 : Générateur assemblé !



Figure 83 : Générateur vu de près

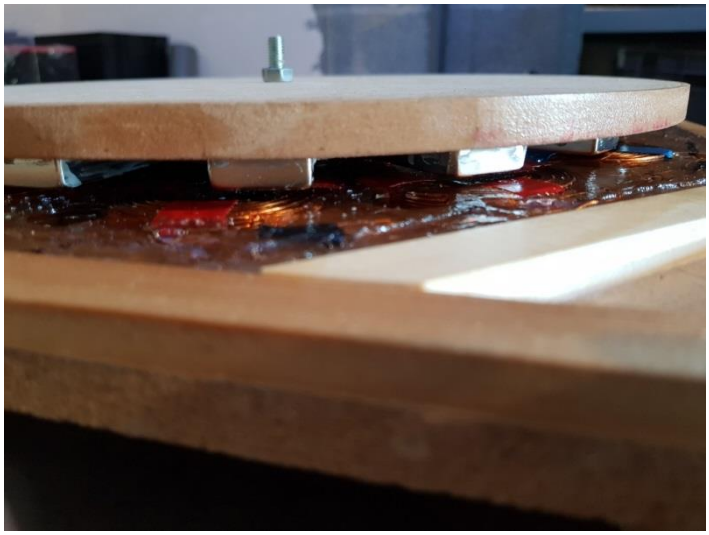
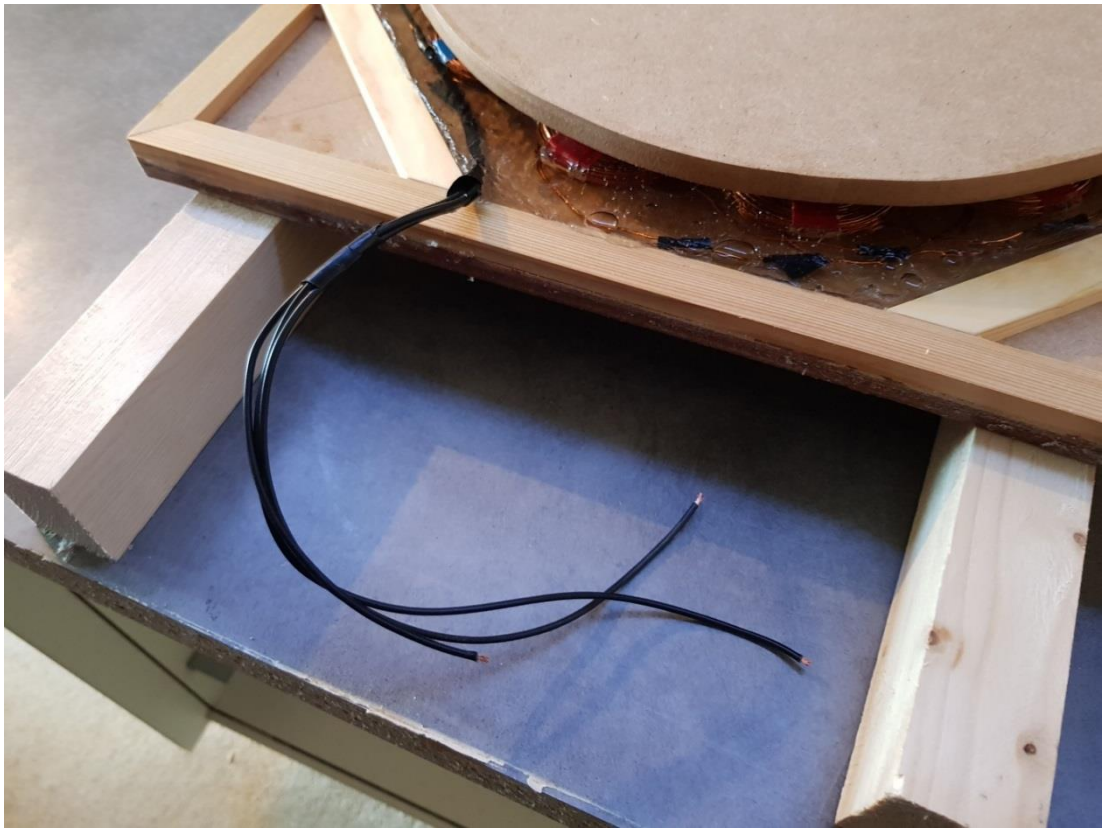


Figure 84 : Sortie des câbles



Figure 85 : Câbles



VIII. TESTS

Les résultats des tests ont été au-delà de mes espérances ! Au départ, je pensais pouvoir générer environ 12 Volts à vide, mais en fait j'ai pu dépasser les 30 Volts !

Pour voir les tests que j'ai effectué, vous pouvez vous rendre sur ma chaine Youtube : BapLab.

IX. POUR FINIR

Ce guide est une aide pour reproduire ce générateur que j'ai fabriqué avec tous les conseils que j'ai pu trouver pour vous faciliter la tâche.

Si vous avez des questions ou des suggestions, vous pouvez m'écrire à l'adresse suivante : baptiste@fabriquer-eolienne.com.

De plus, je serai enchanté de découvrir les fabrications que vous aurez réalisées ! Alors tenez moi au courant ! ;)

A bientôt !