Open Source Energy – Vers l'autonomie énergétique de l'habitat – licence CC-NC-BY-SA
Geoffroy Lévy – Christopher Santerre
Avril 2013

ENERCAN V2 – Cahier des charges

Avril 2013

OPEN SOURCE ENERGY

Pour une énergie propre, libre et accessible !

opensourceenergy.wordpress.com

opensourceenergy@mailoo.org

L'idée fondatrice du projet OPEN SOURCE ENERGY (OSE) réside dans la réappropriation de la production d'énergie au niveau de l'individu grâce à la transformation de son environnement quotidien (énergies résiduelles et pertes dues aux activités humaines) en une multitude de sources potentielles et complémentaires de production d'énergie. Sans viser l'autonomie de l'habitat, les solutions crées ont un rôle de démonstration technologique ainsi qu'une portée pédagogique pour aider à la transition énergétique par l'évolution des mentalités.

L'approche d'OSE est basée sur la constitution d'un ensemble de modules, accessibles financièrement, complémentaires et interchangeables permettant une parfaite adaptation des technologies à la réalité du terrain et aux besoins de l'utilisateur. La transparence dans leur construction permet de les réparer et de les adapter facilement grâce à la mise à disposition de l'utilisateur de toutes les données dont il a besoin pour qu'il s'approprie la technologie.

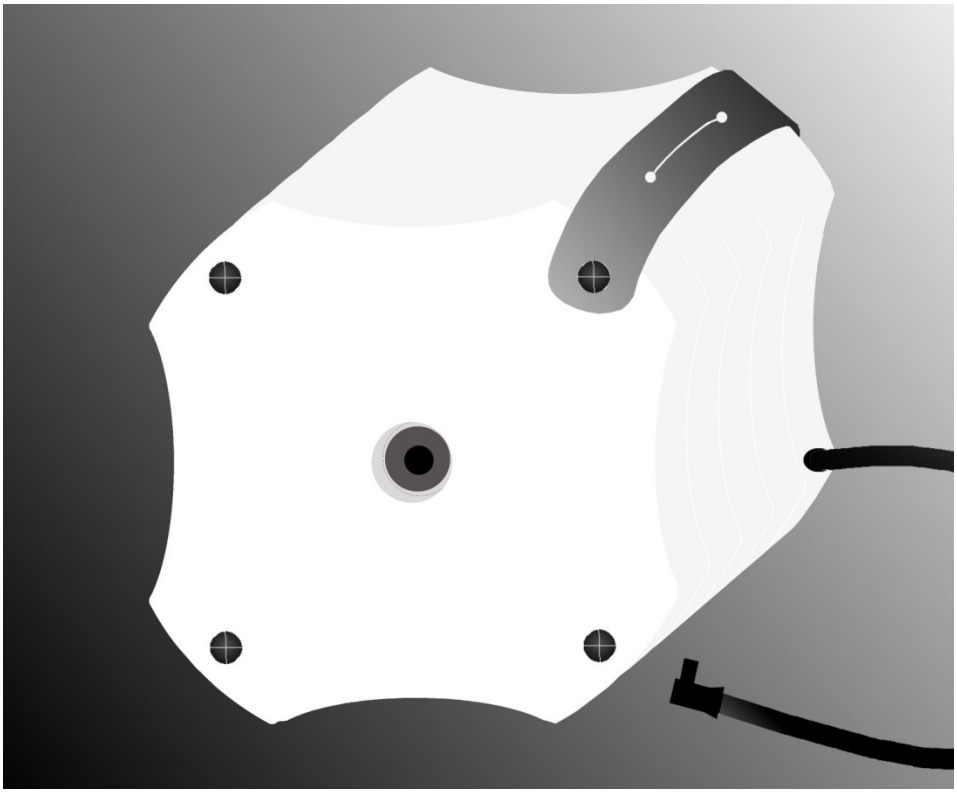
Né au cœur de l'ENSCI-les Ateliers (Paris) le projet a su faire son chemin dans les sphères alternatives en s'étoffant des savoirs et des expériences de nombreux acteurs.

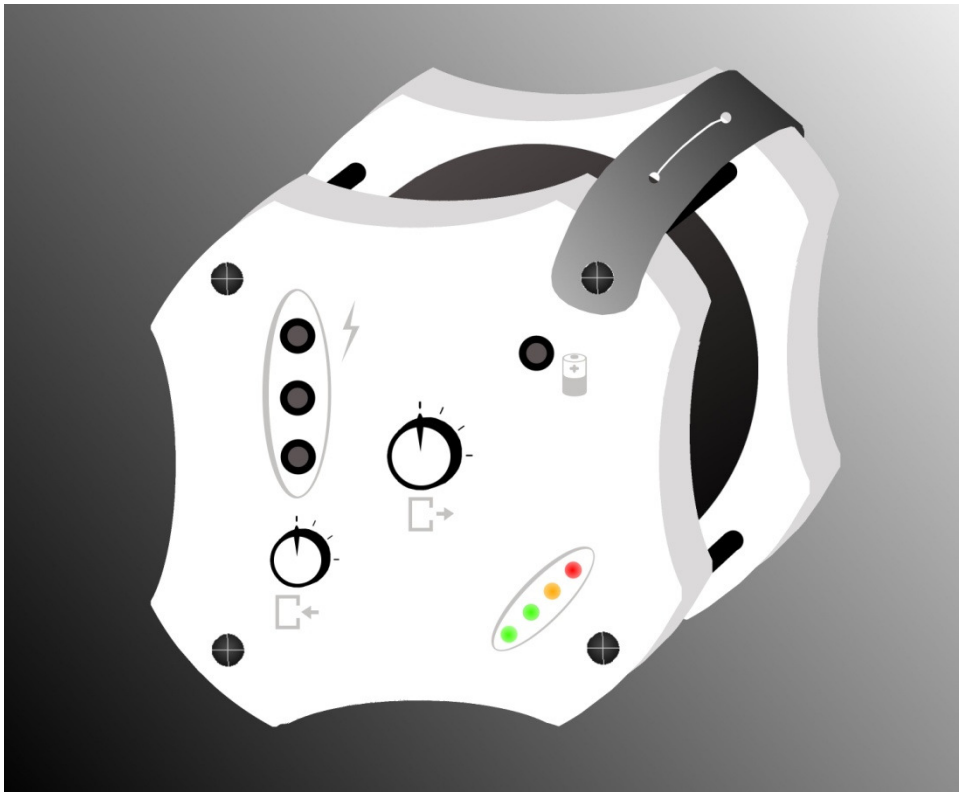
Un premier module de production a été réalisé à partir de pièces facilement disponibles dans un design simple et fonctionnel : L'ENERCAN. Ce module générateur, premier de sa lignée, a pour mission d'assurer la transformation de l'énergie mécanique issue d'activités humaines (musculaire) ou environnementales (éolien, hydraulique…) en une énergie électrique viable et adaptable.

Une démarche de veille technologique et sociologique a également été mise en place afin d'identifier les pistes à explorer. Le rapport au passé est très important dans le projet qui, grâce à l'approche de la veille, se nourrit d'idées et de solutions oubliées ou considérées comme obsolètes pour concevoir les machines.

Les outils conçus dans le cadre du projet OSE sont étudiés pour êtres facilement reproductibles afin d'aider à leur diffusion. Réalisables avec un outillage simple, ils sont également conçus pour tirer un réel bénéfice des moyens de productions numériques comme les imprimantes 3D, des outils de découpes numériques ou encore des modules programmables libres (Arduino).

Aujourd'hui, la V2 de l'Enercan a été entièrement repensée sur le papier. Avant d'entrer dans la phase de production est apparue la nécessité de valider cette conception auprès de personnes familières des technologies employées.





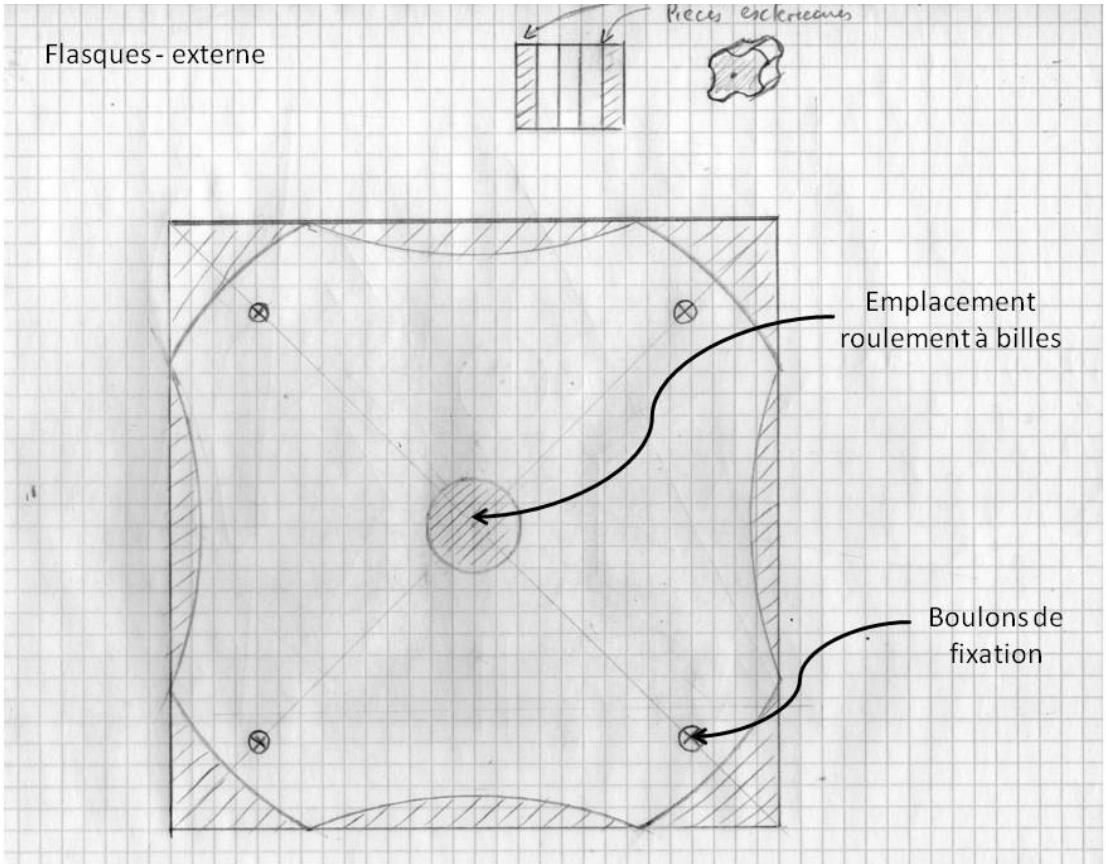
De nombreux essais ont été réalisés sur la capacité à utiliser des moteurs électriques (brushless, à balais, pas à pas…) en tant que générateurs. L'évaluation de ces moteurs a mis en évidence des disparités entre les différents modèles. Le manque d'information sur chaque moteur rend difficile leur identification précise. C'est un élément problématique dans notre démarche puisqu'il freine la réplicabilité du générateur que nous concevons.

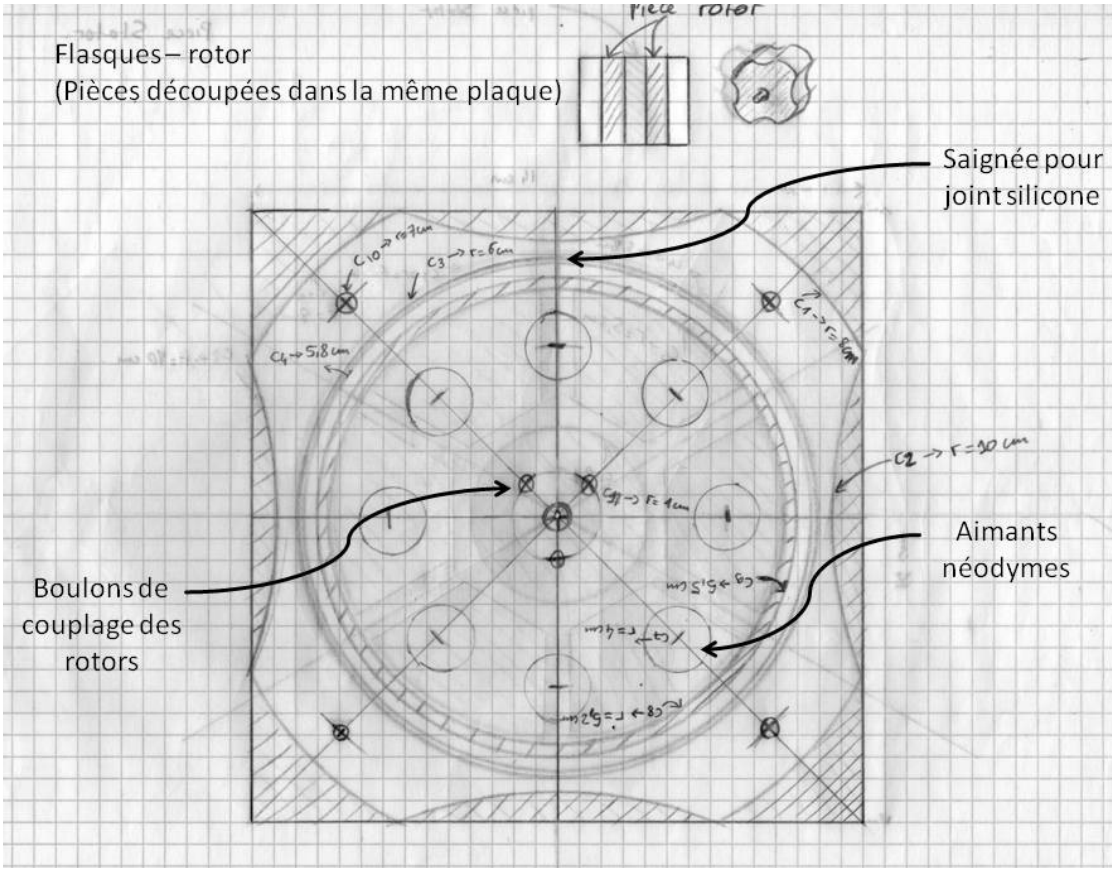
Après de longues réflexions, nous avons décidé d'explorer une voie jusque là écartée : la conception d'un générateur à aimants permanents afin d'éviter l'écueil de l'approvisionnement en moteurs. Un modèle particulier de ce type de générateur est très utilisé parmi les autoconstructeurs d'éoliennes : le générateur créé par Hugh Piggott (Axial Flux Permanent Magnet Generator).

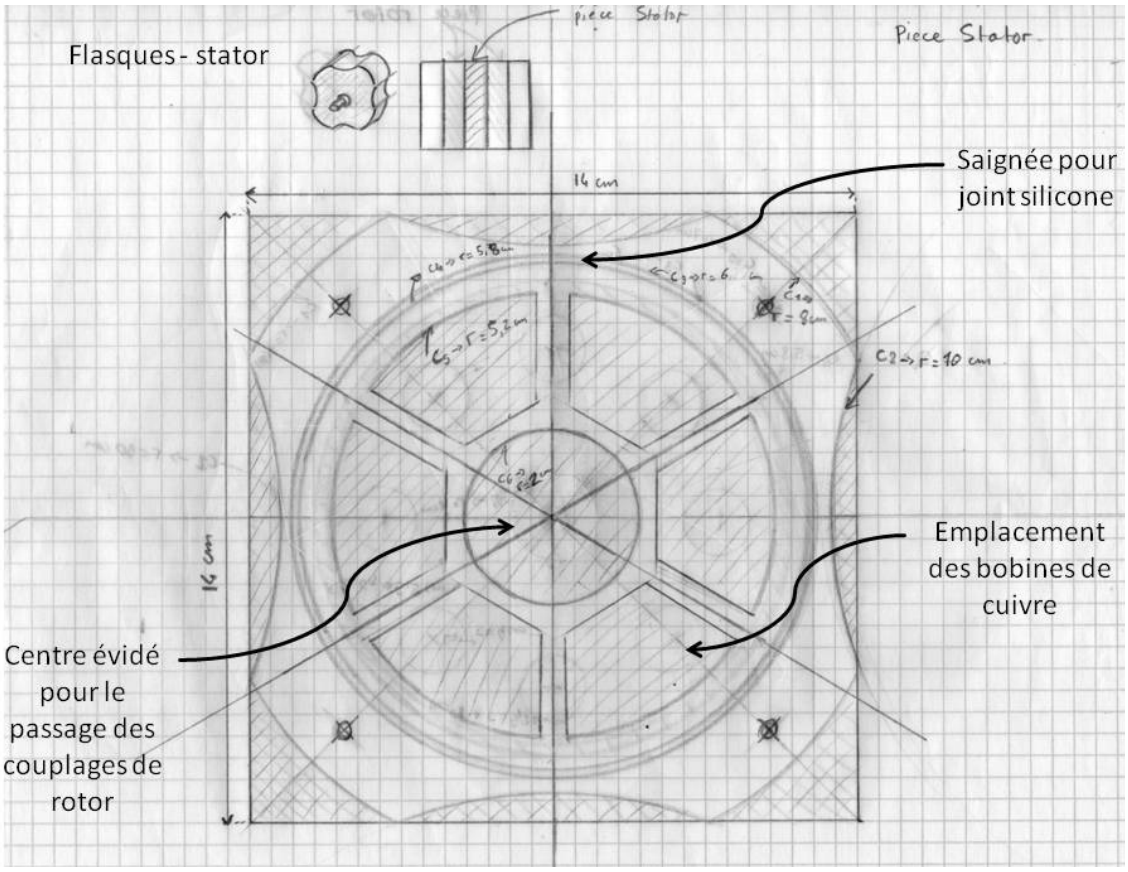
Notre idée est de partir du design (open source) de Hugh Piggott en le dimensionnant tant dans la taille que dans les coûts de fabrication. Des premières ébauches ont été réalisées pour étudier les différentes possibilités à notre portée. A ce stade du projet, nous privilégions une tension basse (12V) afin de réduire les contraintes de sécurité et de stockage et d'intégration juridique dues au 220V alternatif. En amont et en aval des modules de base, un éventail de solutions adaptées permettra de fournir une alternative énergétiquement sobre pour les usages courants (éclairage, alimentation de petits appareils électroniques et ménagers…).

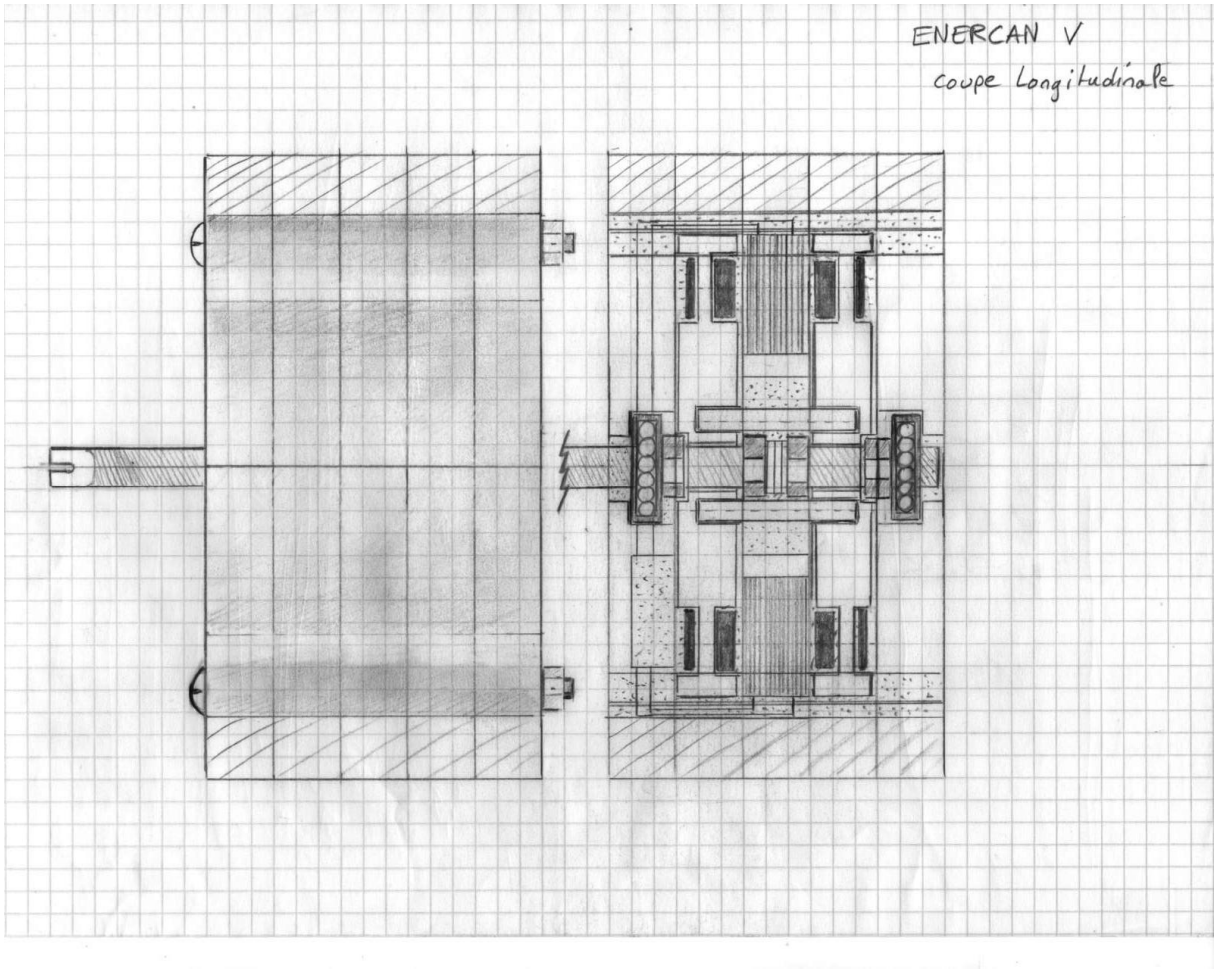
La conception de ces modules intègre la nécessité d'une production à la main, ou à l'aide de machines à commandes numériques. Le matériau choisi doit être homogène et résistant. Il devra être travaillé dans deux dimensions indépendamment de la structure interne du matériau. Les plaques seront travaillées à plat en réduisant les découpes non ouvertes sur une ou l'autre des faces. La construction en mille-feuille (plaques de 10 ou 15mm) permet une adaptabilité totale et l'optimisation de la matière lors de la découpe. Pour le module de stockage, le corps du module sera constitué d'un tube découpé à la longueur nécessaire. Les détails techniques sont présentés ci-dessous.

Module générateur




Flasques – rotor
(Pièces découpées dans la même plaque)
Saignée pour joint silicone
Boulons de couplage des rotors
Aimants néodymes


Flasques - stator
Saignée pour joint silicone
Centre évidé pour le passage des couplages de rotor
Emplacement des bobines de cuivre



Caractéristiques :

- Générateur type Piggott (générateur a aimants permanents coaxial)
- Diamètre turbine (rotor) : 104 mm
- Diamètre stator : 104 mm
- Dimensions générateur (L x l x e (hors axe)): 140 x 140 x 75 mm
- Tension de sortie : 12V
- Puissance de sortie : 15 à 100 Watts
- 8 aimants par disque (synchronisation des disques – les aimants alignés s'attirent)
- 6 bobines de 76 tours (épaisseur 15 mm, largeur 43mm, longueur 25mm)

Lignes directrices :

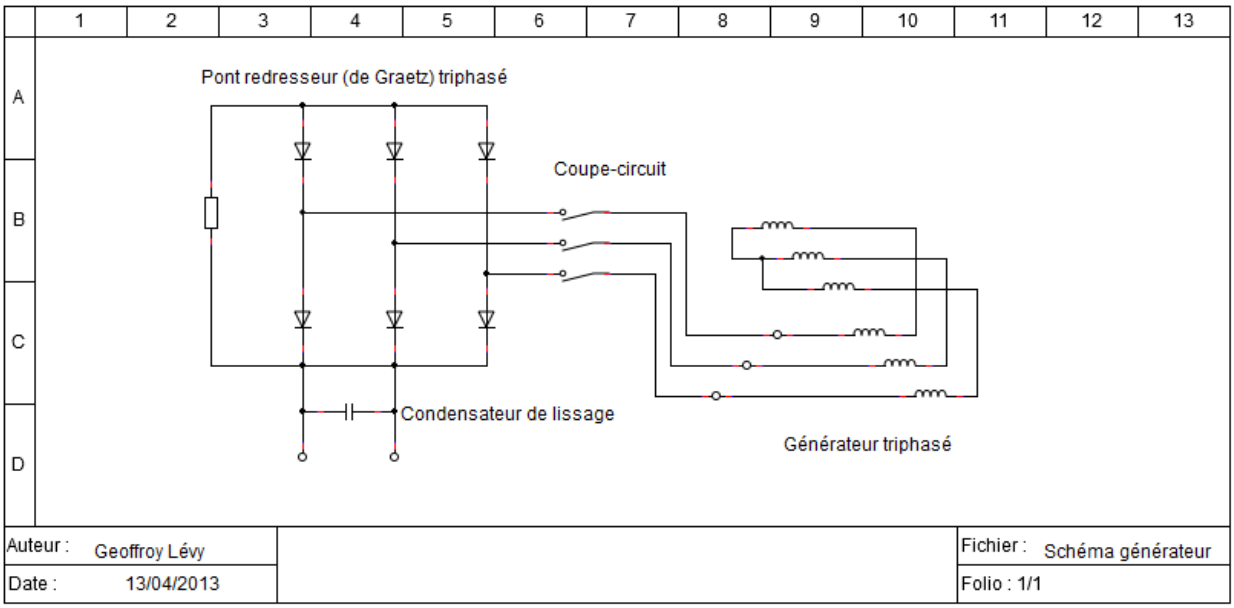
- Facilement reproductible
- Pouvant être facilement sourcé
- Simplicité et facilité d'utilisation.
- Minimiser l'impact sur l'environnement en optimisant le cycle de vie du produit.
- Robustesse et fiabilité
- Abordable au regard des services rendus.

Nomenclature :

- Fil de cuivre émaillé grade 2 : diamètre 1,4mm. Longueur : 8 m (environ)
- 16 aimants Disque Ø 15,0 x 5,0 mm N40 Nickelé - adhérence 4,8 kg
- Fil cuivre multibrin 4mm2, longueur : 1m (environ)
- Fil cuivre multibrin protégé 4mm2, longueur : 1m (environ)
- 5 plaques (polypropylène) : 140 x 140 x 15 mm
- 2 disques polypropylène (diamètre : 96mm, épaisseur : 2mm)
- 2 disques acier (diamètre : 104mm, épaisseur : 4mm)
- 4 boulons inox (6X110mm) + écrous et rondelles
- 1 tige filetée (8x108mm) + écrous et rondelles
- 3 tourillons : 6x35mm
- 2 roulements à billes de roller (diamètre ext. 22 mm, diamètre int. 8 mm)

Schéma et composants électroniques : Transformation du signal

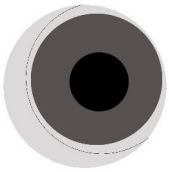
- 1 résistance
- 6 diodes
- 1 condensateur
- 3 interrupteurs
- 1 prise mâle 12V continu
- Cosses à sertir (auto - 12V) + dominos
- 1 circuit imprimé



Architecture :

- Ratio : 4 aimants pour trois bobines.
- Branchement des bobines en série, branchement triphasé (tension plus lisse), montage en étoile (1+4, 2+5, 3+6).
- Toutes les bobines dans le même sens.
- Entrefer optimal entre les aimants = 2X l'épaisseur des aimants soit 10mm.
- **Maintien des bobines :** les bobines trapézoïdales prennent place dans les logements découpés directement dans la plaque stator. Un passage de câbles a été aménagé en périphérie.
- **Maintien des aimants :** Afin d'éviter les écueils de production dus à l'emploi de la résine, nous avons opté pour une fixation mécanique des aimants dans des logements découpés dans la masse des plaques et à l'aide de disques de maintien. La plaque principale est percée de 8 ouvertures du diamètre des aimants retenus. Sur la face opposée aux bobines, un disque d'acier du diamètre du rotor et d'une épaisseur de 8mm vient fixer les aimants par attraction. Ce disque est fixé à la plaque rotor par l'axe central. Un second disque de 96mm de diamètre et de 4mm d'épaisseur en matériau non aimanté (plexiglas) mais résistant à la torsion est placé en face des bobines. Ce disque est également fixé sur l'axe. Afin d'optimiser l'entrefer entre les aimants ce disque pourra être affiné en prenant compte des performances du matériau. Une découpe est effectuée dans la plaque rotor pour accueillir ce dernier disque. Le montage est identique si un deuxième rotor est ajouté.

Détails (croquis préliminaires) :

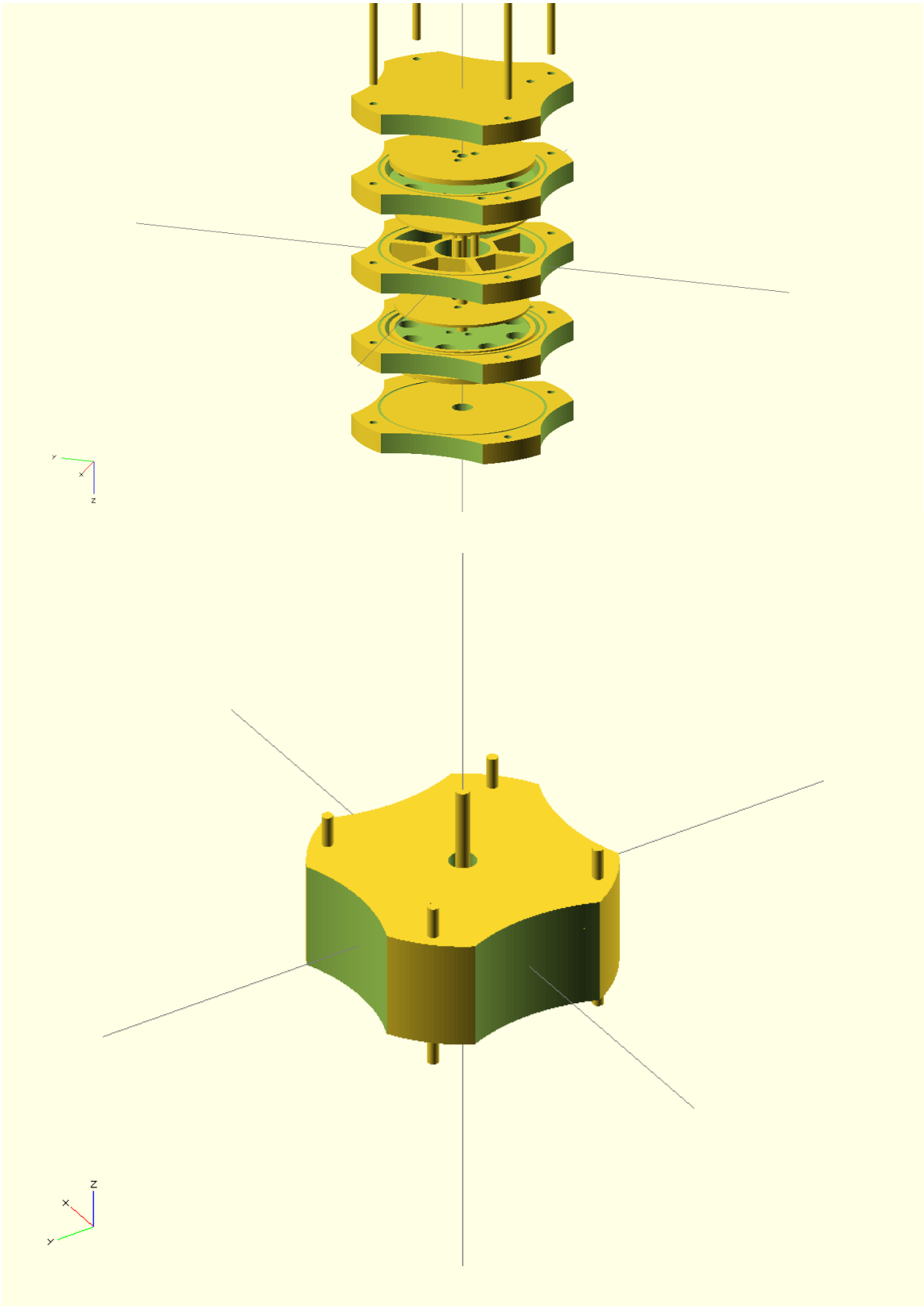


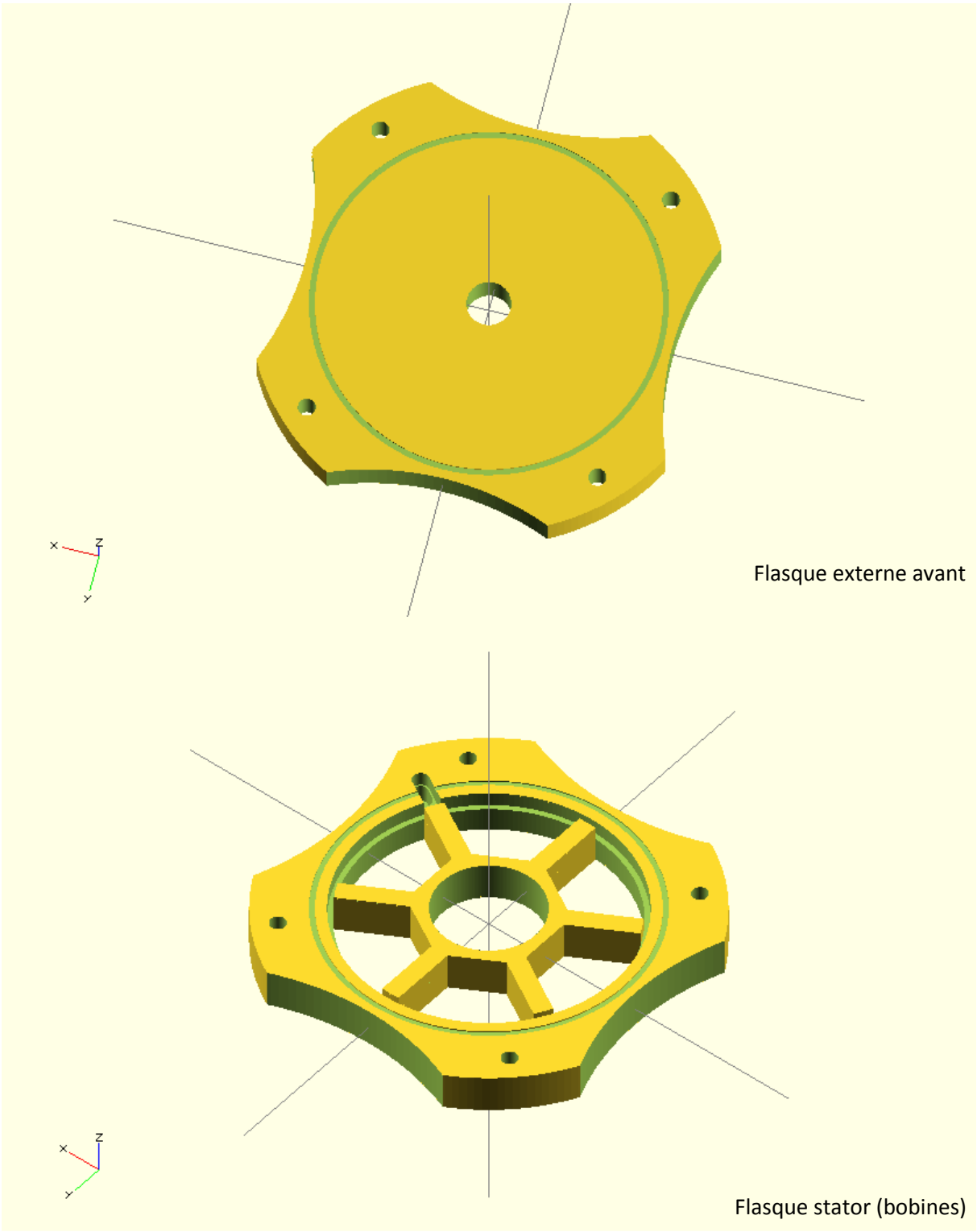
Roulement à billes supportant l'axe de rotation du générateur. Les deux roulements situés de part et d'autre dans un logement dans la face interne des flasques externes du générateur sont maintenus par des écrous les plaquant contre ces flasques.



Câble de sortie du générateur équipé d'une prise male standard pour du 12V continu. La jonction entre le boitier et le câble pourra se faire par l'intermédiaire d'un passe fil en caoutchouc.

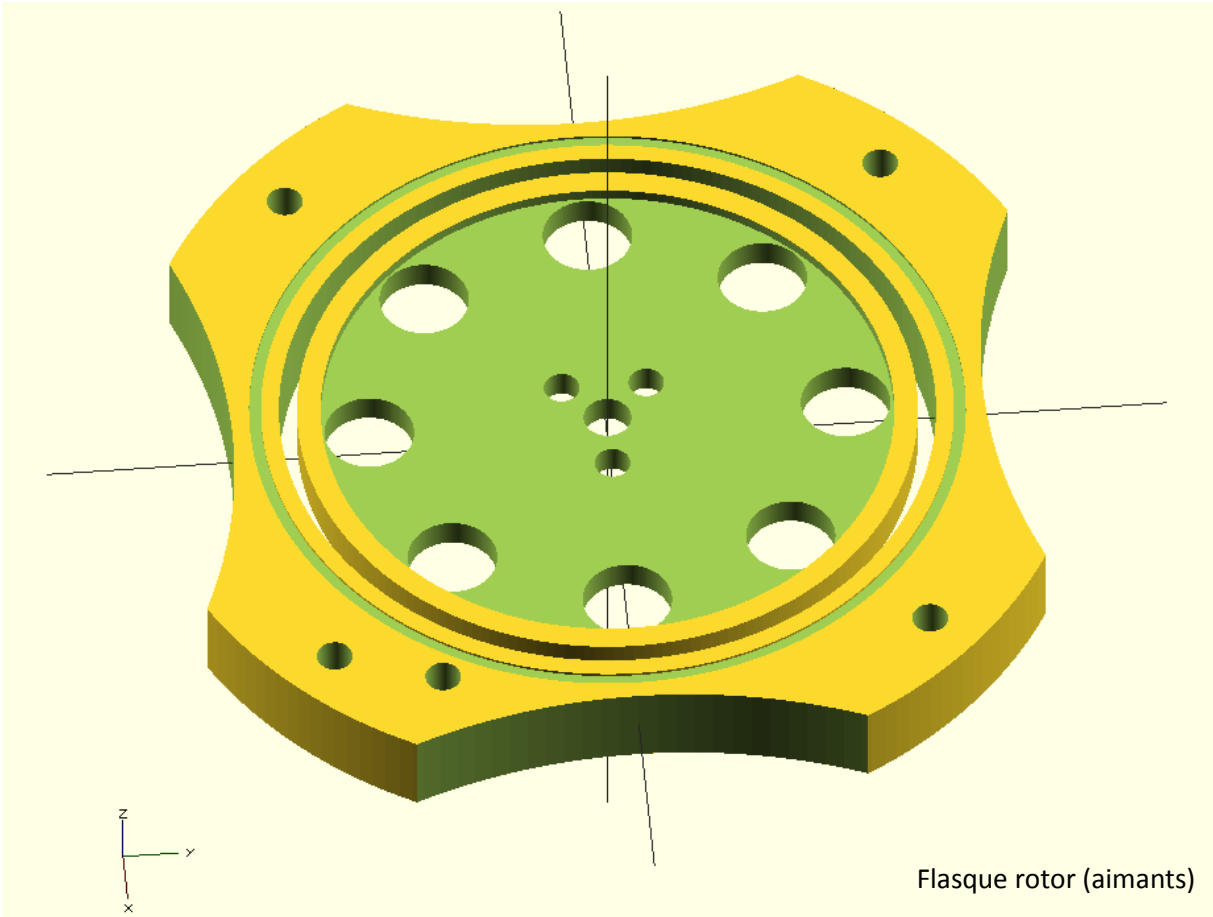
Modélisation : (Outil : OpenSCAD)



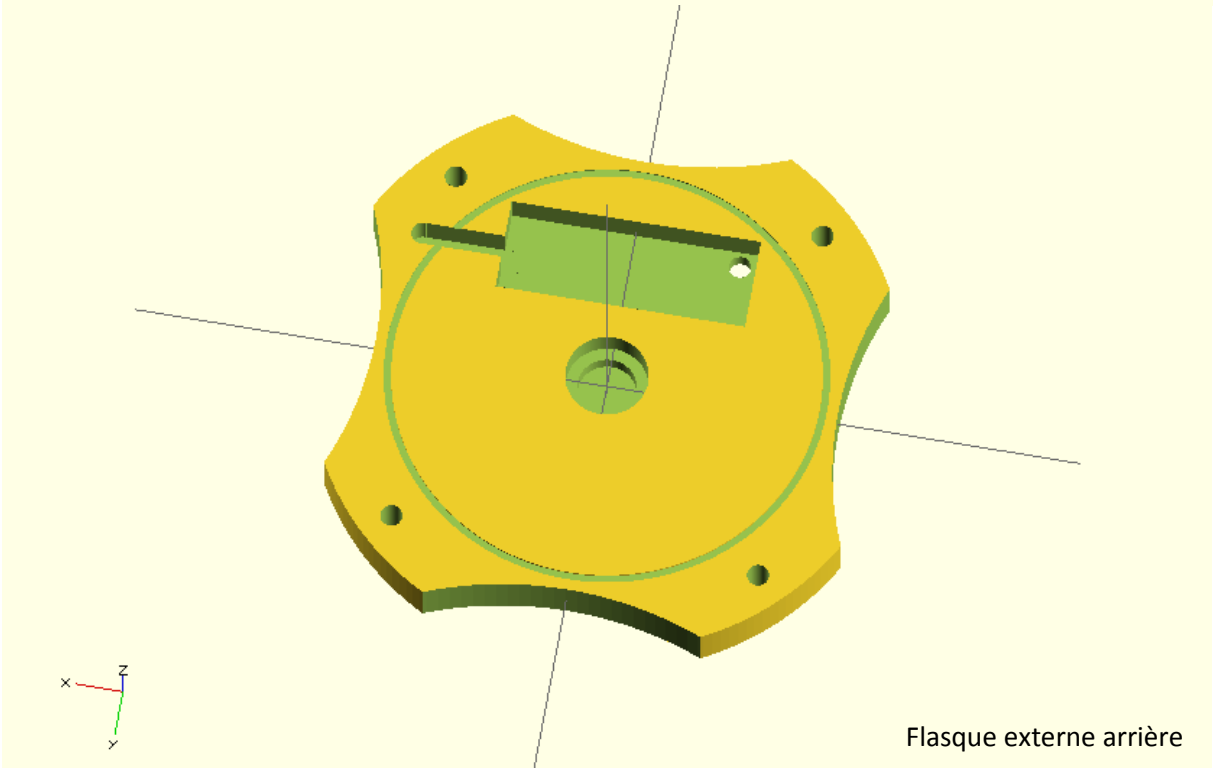


Flasque externe avant

Flasque stator (bobines)



Flasque rotor (aimants)



Flasque externe arrière

Module de stockage

Caractéristiques : Dimensions générateur (hors boulons) (L x l x e): 140 x 140 x 150 mm

- **2 signaux de sortie : 12V / USB**

- USB
- Sortie 12V standard
- La sortie 220V standard, un temps envisagée a été mise de coté pour le moment pour des questions de pertes, de normes et de sécurité. Elle pourra être réintégrée dans les versions ultérieures en fonction des besoins.

- **1 élément de stockage (à définir):** Batterie Plomb

- Batterie : le choix s'est porté sur une batterie plomb car plus intéressante si l'on regarde l'ensemble de cycle de vie du produit en comparaison d'autres types (Li-Poly, Ni-Cad, Ions-Poly…). Le poids plus important à capacité égale n'est pas un obstacle et est compensé par la souplesse des cycles de charge et de décharge.

- Possibilité de brancher une batterie supplémentaire ou un autre module de stockage.

- Possibilité de brancher trois modules générateurs sur le module de stockage avec un sélecteur (1,2, 3 + tous) afin de multiplier les sources d'énergie.

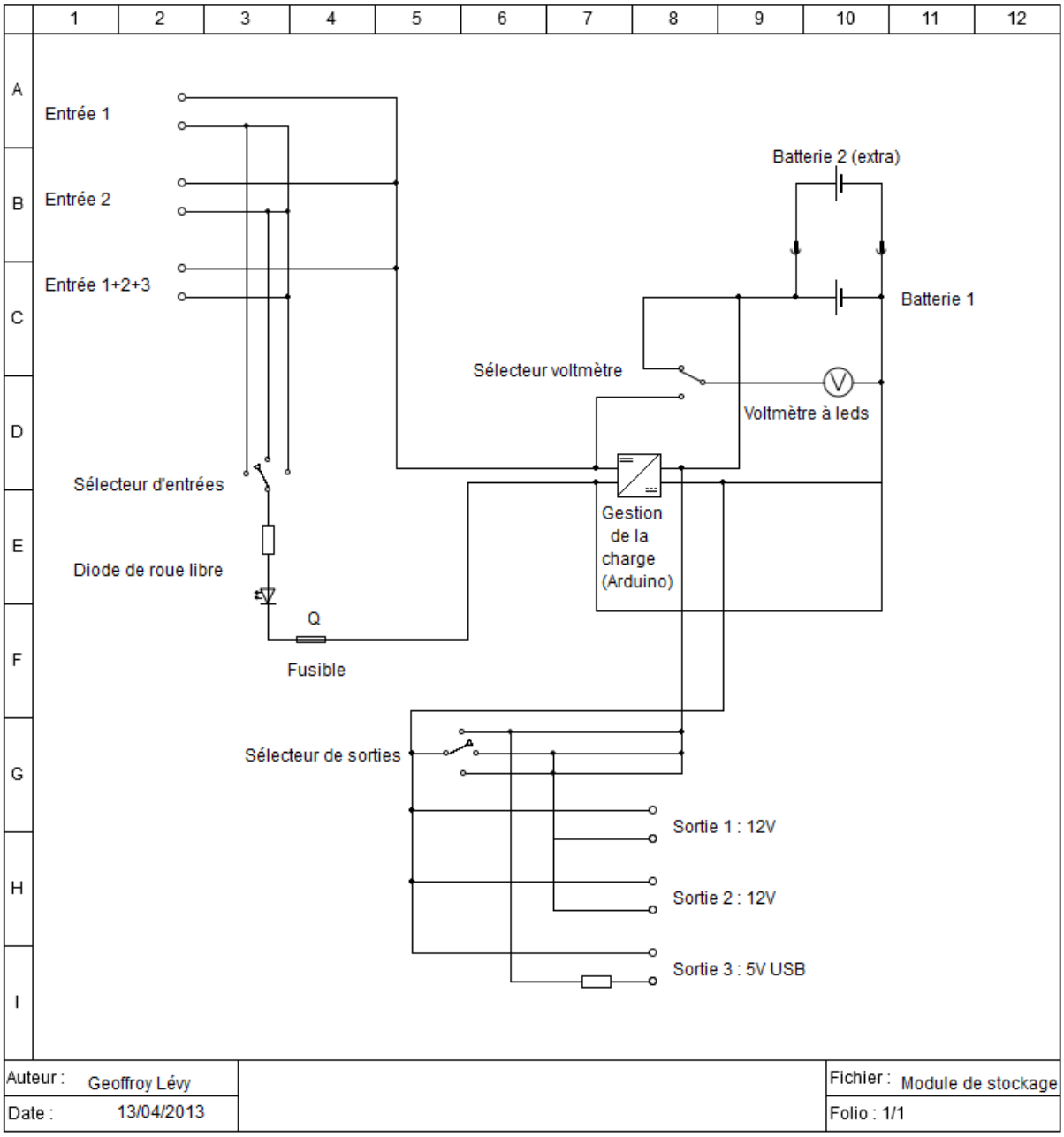
- **Éléments de transformation (à définir)**: Mix de composants analogiques (Facilement identifiables et réparables) et électroniques (Arduino/micro-controller)

Nomenclature :

- Fil cuivre multibrin 4mm2, longueur : 1m (environ)
- 5 plaques (polypropylène) : 140 x 140 x 15 mm
- 4 boulons inox (6X180mm) + écrous et rondelles
- Cosses à sertir (auto - 12V) + dominos
- 2 boutons moletés
- 1 poignée (feuille plastique)

Schéma et composants électroniques : Transformation du signal

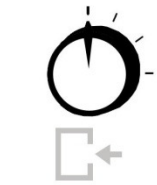
- 3 prises femelles 12V continu
- 2 sélecteurs à 3 positions
- 1 sélecteur à 2 positions
- 1 montage voltmètre à LEDs
- 1 batterie (plomb/gel) + 1 batterie en option
- 2 résistances
- 1 LED
- 1 fusible
- Montage de gestion de la charge avec 1 Arduino
- 1 prise femelle USB
- 2 prises femelles 12V continu
- 1 circuit imprimé



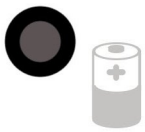
Détails (croquis préliminaires)



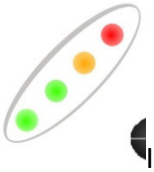
Point d'entrée multiple pour connecter plusieurs générateurs. Les prises utilisées sont standard pour du 12V continu. Un sélecteur permet de choisir un générateur ou tous en même temps. Pictogramme : éclair.



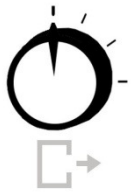
Sélecteur des points d'entrées afin d'adapter l'apport d'énergie aux besoins. Quatre positions : 1, 2 ou 3 et 1+2+3. Pictogramme d'entrée.



Point de connexion d'une batterie supplémentaire (type défini) dont la charge et la décharge sont gérées par le module de stockage. Pictogramme : batterie/pile.



Indicateur de charge de la batterie ((Rouge = déchargée / Vert = chargée) et éventuellement indicateur de tension en entrée par l'utilisation d'une des diodes pour deux usages.



Sélecteur des tensions de sortie dont les prises différenciées (standard – voir cahier des charges) sont situées à l'arrière du module de stockage. Pictogramme de sortie.



Courroie de transport en matériau plastique souple (polypropylène) fixé sur les boulons de maintien des flasques externes. Elle est munie d'une fente à arrêtoirs afin d'y loger l'extrémité du câble (pour le générateur) une fois lové autour du module.

Modélisation : (Outil : OpenSCAD)

