

Ministère de l'enseignement supérieur et de
la recherche scientifique
Université Mohamed Boudiaf M'sila
Faculté de technologie
Département de génie mécanique



Mémoire de fin d'étude

En vue d'obtention du diplôme de Master en génie mécanique

Option :

Thème

Mini agitateur magnétique

Réalisé par:

- SAHRAOUI AYMEN

- BOUGUERA FATEH

Encadré par :

CHERIF SAIB

2020 / 2021

Remerciements

Nous voudrions manifester notre profonde gratitude à notre encadreur Cherif Saib qui nous a guidé et encouragé tout au long de notre travail, les judicieux conseils et remarques qu'il nous a prodigués nous ont été bénéfiques et nous ont enseignés de nouvelles notions. Nous tenons, également, à lui exprimer notre profonde reconnaissance pour sa disponibilité, sa patience ainsi pour le temps précieux qu'il nous a consacré.

Nous remercions aussi tous les professeurs qui nous ont fait l'honneur d'avoir accepté de juger notre travail.

Comme nous tenons à exprimer nos sentiments les plus sincères à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail. Nous leur sommes très reconnaissants.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à :

Mes chers parents qui se sont tant sacrifiés pour que j'arrive à ce niveau.

Mes chers frères : Aziz, Hicham

Tous mes amis et amies (surtout les copains du village)

La chambre : N5

A toute la promo de licence génie mécanique, et tous ceux qui me connaissent.

S.AYMEN

Dédicaces

Je remercie dieu de m'avoir donné courage et volonté tout au long de mon cursus.

Je dédie ce modeste travail

À Mes très chers parents

A Tous mes amis qui m'ont aidé à préparer ce mémoire notamment mes collègues de travail.

B.FATEH

Table des matières

Introduction générale.....

CHAPITRE I : Généralités sur l'agitation

I.1 Définition de l'agitation

I.2 Différents types des agitateurs

CHAPITRE II : L'agitateur magnétique

II.1 Description d'un agitateur magnétique

II.2 Principe de fonctionnement agitateur magnétique.....

II.3 Les avantages d'un agitateur magnétique

II.4 Applications industrielles des agitateurs magnétiques

CHAPITRE III : la vortex et tourbillons

III.1 La vortex

III.1.1 Types de vortex

III.2 le tourbillon

III.2.1 Types de Tourbillon

III.3 Mécanique de Fluides

CHAPITRE IV : Réalisation d'un agitateur magnétique

IV.1. Matériels nécessaires

IV.2. Les étapes

Conclusion générale

Liste des figures

Figure **I.1** : Agitation et Mélange.

Figure **I.2** : Mélangeurs statiques.

Figure **I.3** : Les mélangeurs ultrasons .

Figure **I.4** : Principe d'un mélangeur par jet dans une cuve de stockage.

Figure **I. 5**: Mélangeurs à cuve mobile.

Figure **I.6** : Agitateurs mécaniques.

Figure **I.7** : L'agitateur magnétique .

Figure **II.1** : L'agitateur magnétique de l'UNEL.

Figure **II.2** : Principe de agitateur magnétique.

Introduction générale

Le premier agitateur magnétique multipoint a été développé et breveté par Salvador Bonet de la société SBS en 1977. Il a également introduit la pratique de noter la dénomination de la puissance d'agitation en "litres d'eau", qui est une norme du marché aujourd'hui.

Un agitateur magnétique se compose d'un barreau magnétique placé dans le liquide qui assure l'action d'agitation. Le mouvement de la barre d'agitation est entraîné par un aimant rotatif ou un ensemble d'électroaimants dans le dispositif d'agitation, sous le récipient contenant le liquide. Les barres d'agitation sont généralement revêtues de **PTFE** (Polymère synthétique fluoré issu de la polymérisation du tétrafluoroéthylène, connu sous le nom de téflon, le téflon se caractérise par sa résistance aux produits chimiques et ses propriétés isolantes) ou, moins souvent, de verre; les revêtements sont destinés à être chimiquement inertes, à ne pas contaminer ni à réagir avec le mélange réactionnel dans lequel ils se trouvent.

Les agitateurs magnétiques sont en forme de barre et ont généralement une section transversale octogonale ou circulaire, bien qu'il existe une variété de formes spéciales pour une agitation plus efficace. De nombreuses barres d'agitation ont un anneau de pivot autour du centre sur lequel elles tournent. Les plus petits ne mesurent que quelques millimètres et les plus grands quelques centimètres.

En raison de sa petite taille, une barre d'agitation est plus facilement nettoyée et stérilisée que d'autres dispositifs d'agitation. Ils ne nécessitent pas de lubrifiants qui pourraient contaminer le réacteur et le produit.

Les agitateurs magnétiques sont souvent utilisés en chimie et en biologie, où ils peuvent être utilisés pour agiter des récipients ou des systèmes hermétiquement fermés sans

avoir besoin de joints rotatifs compliqués. Les barres d'agitation magnétiques fonctionnent bien dans les récipients en verre couramment utilisés pour les réactions chimiques, car le verre n'affecte pas de manière appréciable un champ magnétique.

CHAPITRE I

Généralités sur l'agitation

I.1. Définition de l'agitation:

L'agitation est un moyen par lequel le mélange de phases peut être réalisé et par lequel le transfert de masse et de chaleur peut être amélioré entre les phases ou avec des surfaces externes. Dans son sens le plus général, le processus de mélange concerne toutes les combinaisons de phases telles que gaz, liquide, solide. C'est le cœur de l'industrie chimique.

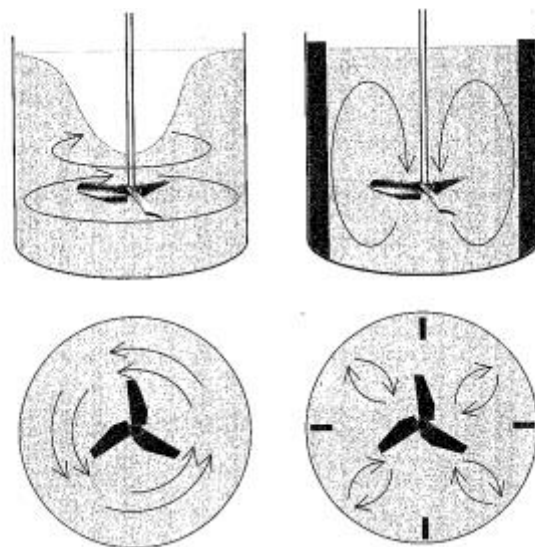


Fig. I.1 : Agitation et Mélange [1].

I.3 Différents types des agitateurs:

L'étude du mélange est essentielle pour réguler un procédé. Le mélange permet souvent de contrôler l'efficacité des réacteurs chimiques. C'est-à-dire qu'il permet de contrôler le transfert de masse, la réaction et ultérieurement les propriétés des produits désirés

afin d'affecter le rendement, la qualité et les coûts de production des produits désirés. Il est donc important de mentionner quelques types agitation.

Plusieurs modes d'agitation, peuvent être rencontrés dans les domaines industriels ou de recherche. Ils sont très différents les uns par rapport aux autres, est parmi eux :

- les agitateurs statiques (tube muni de chicanes)
- les agitateurs à cuve tournante (type bétonnière)
- les agitateurs par propulsion d'un jet de liquide grâce à une pompe
- les agitateurs ultrasons
- les agitateurs mécaniques (rotatifs)

I.3.1 les agitateurs statiques (tube muni de chicanes) :

Les mélangeurs statiques sont des obstacles fixes, plus ou moins hélicoïdaux, placés dans une conduite pour y mélanger les flux transversalement de manière systématique, en écoulement axial courant de type piston. Ils ne comportent pas de pièce mobile, mais la perte de charge qu'ils provoquent apporte l'énergie nécessaire au mélange. Des formes très variées sont proposées, plus ou moins ouvertes et complexes (fig. I.2), plusieurs éléments sont souvent placés en série dans la conduite pour atteindre le degré de mélange souhaité. Ces mélangeurs sont bien adaptés à de nombreux problèmes.

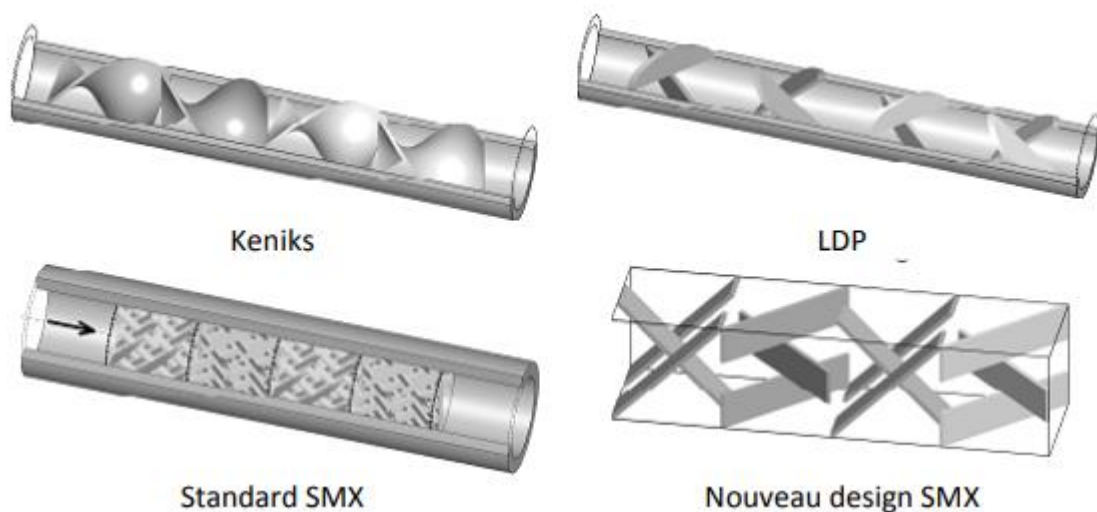


Fig. I.2 : Mélangeurs statiques [2] .

I.3.2 Les mélangeurs ultrasons :

Le filet fluide passe sur une lame qui vibre à des fréquences ultrasoniques. L'utilisation de ce type de mélangeur est répandue pour accélérer des réactions chimiques homogènes (liquides ou solides) ou hétérogènes (liquide-solide).



Fig. I.3 : Les mélangeurs ultrasons [3].

I.3.3 Mélangeur a jets (mélange par recirculation) :

Si la qualité du mélange n'est pas suffisante, on peut avoir recours au mélange par recirculation pour améliorer l'homogénéité. Des produits étant coulés dans un bac après mélange en ligne, la méthode consiste à recirculer pendant un certains temps les produits sur eux-mêmes. Une pompe les aspire à la base du réservoir et les refoule également à la base dans une tubulure simple ou munie d'un convergent intérieur qui projette le liquide à la façon d'un jet et provoque ainsi des courants favorables au mélange.

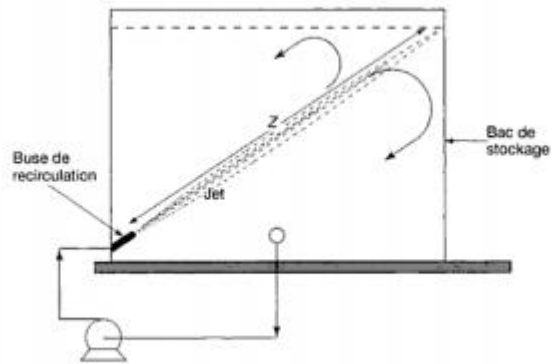


Fig. I.4 : Principe d'un mélangeur par jet dans une cuve de stockage [4].

I.3.4 Mélangeur a cuve mobile :

Ces appareils sont des récipients clos qui tournent sur eux-mêmes et contiennent les produits à mélanger. Leurs formes très variables: cylindriques (peu efficace), cubique (très ré pondue), mélangeur a double cuve de forme de V (fig. I.5). Certains appareils pilotes ou de laboratoire permettent des mélanges plus rapides, grâce a un mouvement turbulent des récipients, le mélangeurs a cuve mobile ne peuvent être remplis qu'à 50% de leur volume total. Ils sont efficaces mais la durée de mélange doit être bien établie et respectée, sinon il y a un risque de démixage ou de mauvaise homogénéité.



Fig. I.5 : Mélangeurs à cuve mobile [5].

I.3.5 Les agitateurs rotatifs :

Il existe deux types d'agitateurs rotatifs :

I.3.5.1 Agitateurs mécaniques :

Cette technique d'agitation est faite par un dispositif rotatif (le bras tourne à l'intérieur de la cuve et sur lui-même), le système d'agitation est de forme et de taille variables. Ils plongent au sein de la cuve qui contient les substances à mélanger. Pour améliorer l'efficacité du mélange, des chicanes peuvent être mise dans la cuve ou plusieurs hélices à différents niveaux.



Fig. I.6 : Agitateurs mécaniques [6].

I.1.5.2 Agitateurs magnétiques :

L'agitateur magnétique est un appareil utilisé par les chimistes ou autre public pour chauffer ou agiter sous une température donnée des solutions.



Fig. I.7 : L'agitateur magnétique [7].

CHAPITRE II

L'agitateur magnétique

II.1 Description d'un agitateur magnétique :

est de loin la plus pratique et la plus simple à mettre en œuvre. On place un barreau magnétique recouvert d'un revêtement inerte (le plus souvent PTFE, quelque fois du verre) dans le mélange à agiter, suivant les récipients, il existe différentes formes de barreau : des barreaux simples pour les récipients à fond plat, en forme d'olive pour les ballons et en forme de croix pour les tubes à essai. Le barreau magnétique présent dans le milieu est entraîné par un aimant tournant situé sous le récipient.

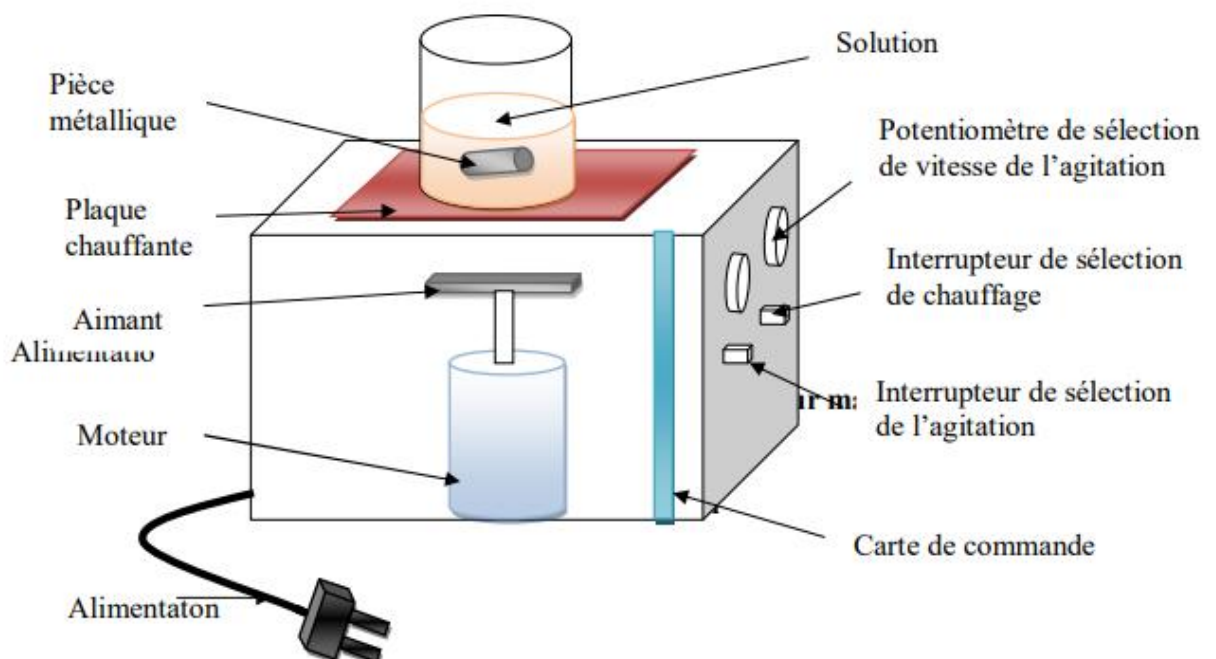


Fig. II.1 : L'agitateur magnétique [8].

Le chauffage est réalisé par une plaque chauffante sur laquelle on pose le récipient de solution. La valeur de la température de chauffage varie entre la valeur de la température ambiante et la valeur de la température maximale de l'appareil.

II.2 Principe de agitateur magnétique :

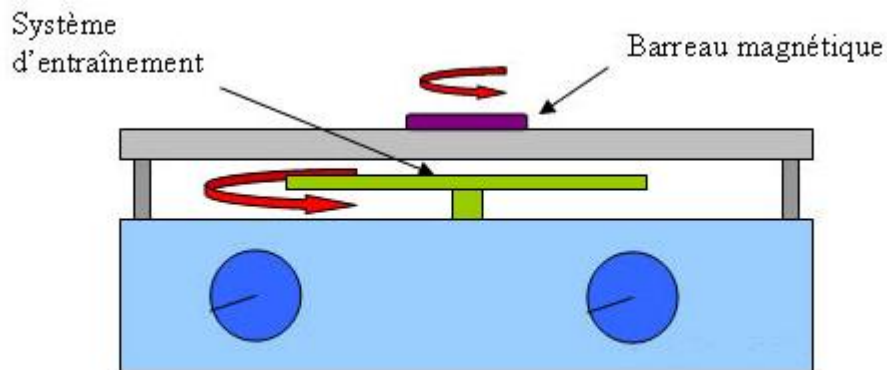


Fig. II.2 : Principe de agitateur magnétique [9].

De nombreux modèles existent sur le marché. Sur la plupart d'entre eux, un moteur électrique dont la vitesse est réglée électroniquement entraîne un disque ou un cylindre magnétique qui à son tour entraîne un barreau aimanté aussi appelé «turbulent». La vitesse de rotation varie généralement de 60 à 1200 tours/minute.

L'agitation est réalisée par un mouvement de rotation d'une petite pièce métallique se trouvant dans le récipient de la solution. Ce mouvement va être provoqué par un mouvement de rotation d'un aimant monté sur l'arbre d'un moteur. Le moteur et l'aimant seront placés au dessous du récipient de la solution. La vitesse d'agitation varie entre la vitesse nulle et la vitesse maximale de l'agitateur.

II.3 Les avantages d'un agitateur magnétique:

L'un des avantages majeurs d'un agitateur magnétique est qu'il minimise le risque de contamination car il n'y a qu'un seul barreau magnétique inerte qui est placé à l'intérieur de l'échantillon (fluide). De plus, cela peut également être facilement nettoyé. L'agitateur magnétique est également essentiel pour un mélange reproductible ou un mélange sur une longue échelle de temps. Par exemple, la dialyse protéique nécessite un mélange

d'échantillons de plusieurs heures ou d'une nuit et est sensible à la contamination bactérienne.

II.4 Applications industrielles des agitateurs magnétiques :

d'agitateurs magnétiques présente une solution hautement hygiénique pour la dispersion, la dissolution, l'homogénéisation et le mélange d'une grande quantité de produits dans l'industrie pharmaceutique. Spécialement adaptés aux procédés stériles, en évitant tout contact avec l'extérieur, dû à l'absence de garniture mécanique.

L'agitateur magnétique sont des équipements de base d'un laboratoire et utilisés dans tous les domaines de la biologie.

CHAPITRE III

la vortex et tourbillons

III.1 La vortex :

Dans dynamique des fluides, une vortex est une région dans un fluide dans laquelle l'écoulement tourne autour d'une ligne d'axe, qui peut être droite ou courbe. Des tourbillons se forment dans les fluides agités et peuvent être observés dans anneaux de fumée, tourbillons dans le se réveiller d'un bateau, et les vents entourant un cyclone tropical, tornade ou diable de poussière.



Fig. III.1 : Un nuage vertical (Vortex) [10]. .

III.1.1 Types de vortex :

1. Tourbillons irrotatifs

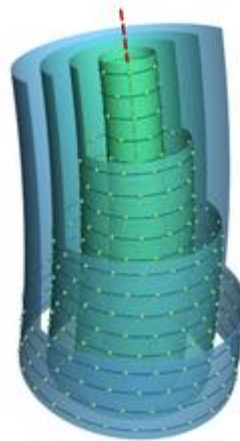


Figure.III.2 : Lignes de trajectoire des particules fluides autour de l'axe (ligne pointillée) d'un vortex irrotationnel idéal [11]. .

2. Tourbillons de rotation

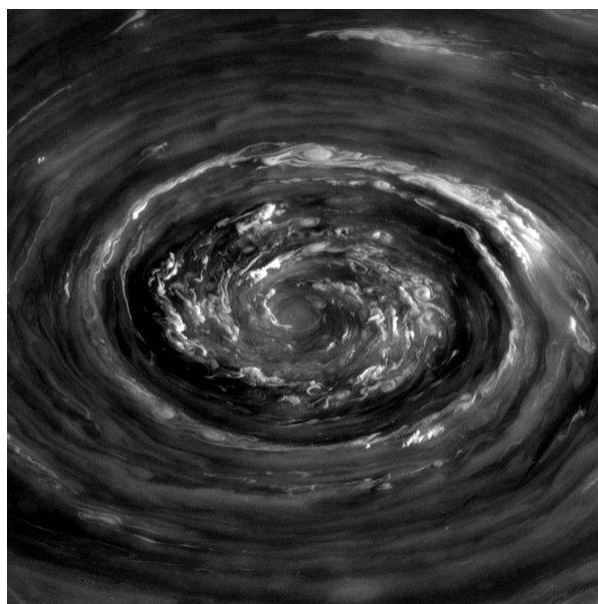


Figure.III.3 : Saturne vortex polaire nord [12]. .

III.2 le tourbillon :

Un tourbillon est une région d'un fluide dans laquelle l'écoulement est principalement un mouvement de rotation autour d'un axe, rectiligne ou incurvé. Ce type de mouvement s'appelle écoulement tourbillonnaire. On en observe à toutes les échelles, depuis le tourbillon de vidange d'une baignoire jusqu'à ceux des atmosphères des planètes, en passant par les sillages observés au voisinage d'un obstacle situé dans un écoulement liquide ou gazeux. Une fois formés, les tourbillons peuvent se déplacer, s'étirer, se tordre et interagir de manière complexe.



Figure.III.4 : Tourbillon d'eau dans une bouteille [13].

III.2.1 Types de Tourbillon :

1. Tourbillons de portance



figure.III.5 : Tourbillon de bout d'aile montré par de la fumée [14]. .

2. Tourbillons de Bénard-Karman



Figure .III.6 : Tourbillons de Bénard-Karman [15].

III.3 Mécanique de Fluides :

Généralités :

La mécanique des fluides se caractérise par l'écoulement, on utilise le nombre de Reynolds. C'est un nombre sans dimension qui a été mis en évidence par Osborne Reynolds en 1883. Il caractérise donc l'écoulement et plus particulièrement la nature de son régime. Le nombre de Reynolds représente le rapport entre la force d'inertie et les forces visqueuses.

$$Re = \frac{\rho ND^2}{\mu}$$

D : diamètre de l'agitateur (m) .

ρ : masse volumique du liquide (kg/m³) .

μ : viscosité dynamique du liquide (Pa.s) .

N : vitesse de rotation l'agitateur (tr/s).

En fonction du nombre de Reynolds trouvé, on peut distinguer 3 régimes principaux.

Il y a le régime de Stokes, le régime laminaire et le régime turbulent. Le régime de Stokes correspond à une valeur très petite du nombre de Reynolds. Dans ce cas, les forces d'inertie liées aux vitesses sont négligeables et le fluide est très visqueux.

Ensuite, il y a le régime laminaire. Dans ce type d'écoulement, l'effet de la viscosité s'atténue à mesure que l'on s'éloigne des parois, les vitesses des fluides tendant à s'homogénéiser.

Enfin, il y a le régime turbulent qui se produit à partir d'un certain nombre de Reynolds suite à une période transitoire qui fait apparaître des instabilités dues à l'amplification des perturbations.

Le nombre de puissance N_p est un nombre sans dimension utilisé en mécanique des fluides et en génie des procédés pour caractériser les conditions d'un mélange mécanique, pour un liquide.

Il est défini à partir de la puissance de mélange et de la vitesse de rotation de l'agitateur :

$$N_p = \frac{P}{\rho N^3 D^5}$$

D : diamètre de l'agitateur (m) .

ρ : masse volumique du liquide (kg/m³) .

μ : viscosité dynamique du liquide (Pa.s) .

P : puissance dissipée (W).

N : vitesse de rotation l'agitateur (tr/s).

CHAPITRE IV

Réalisation de agitateur magnétique

IV.1. Matériels nécessaires :

- Boîte.
- un ventilateur 12V .
- Bouton ON/OFF.
- deux aimant.
- Prise alimentation.
- Des vis

IV.2. Les étapes :

Premièrement: Nous mettons un ventilateur sur la face inférieure de la boîte afin d'identifier les trous dans la boîte pour la fixation des vis .

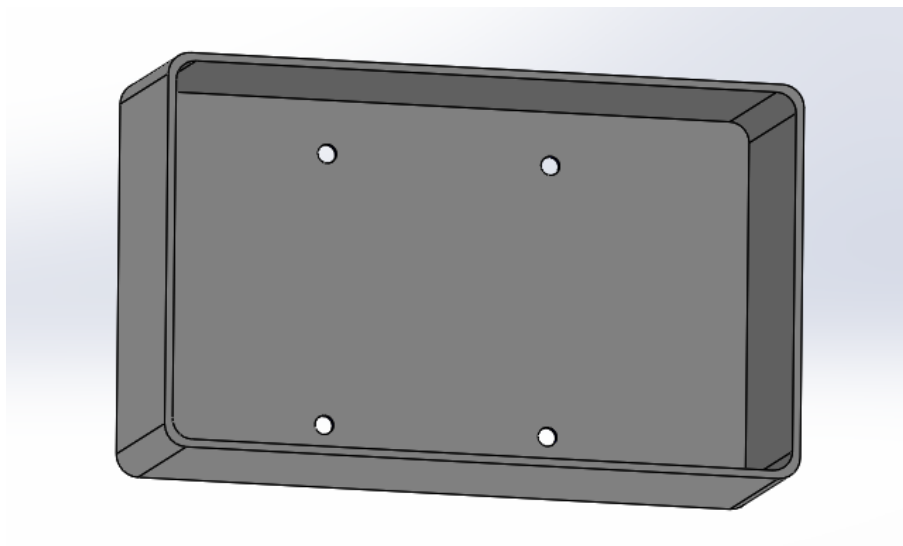


Fig. IV.1 : les trous dans la boîte pour la fixation des vis.

Deuxièmement: nous installons des vis sur la boîte.

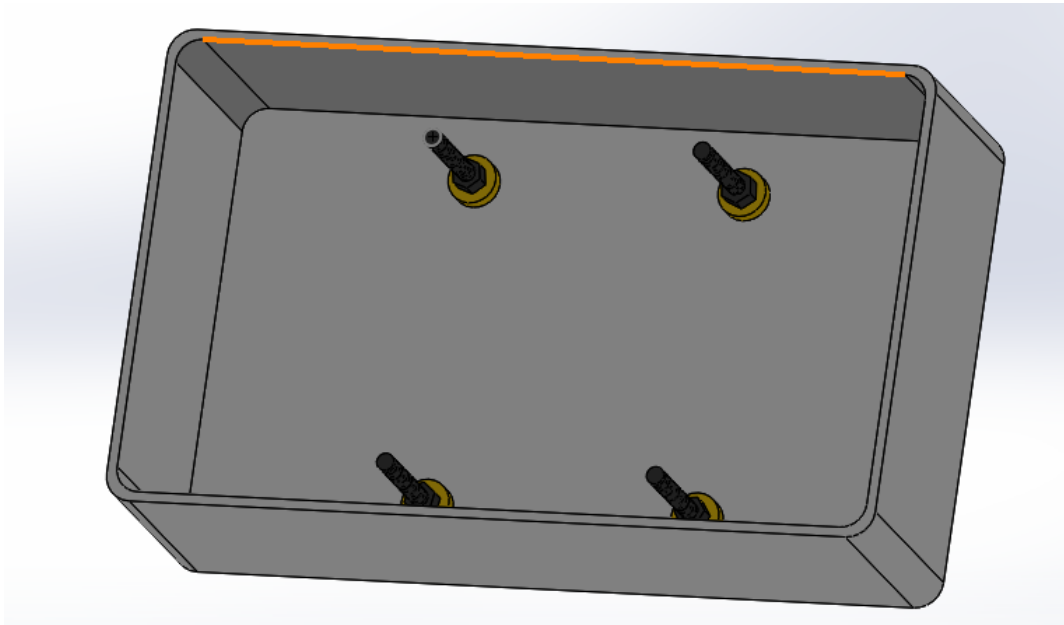


Fig. IV.2 : la boîte après la fixation des vis.

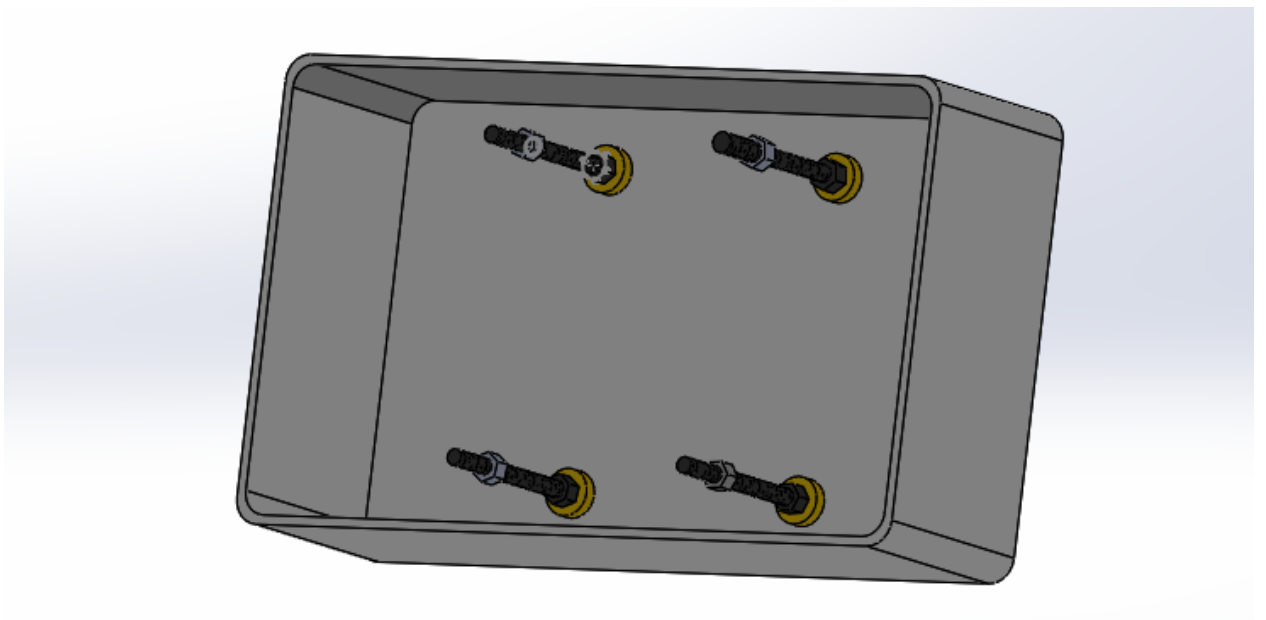


Fig. IV.3 : Fixée les boulons dans les vis.

Troisièmement: nous faisons un trou sur l'un des côtés de la boîte afin d'installer un bouton ON/OFF

Quatrièmement: nous attachons les deux aimants au ventilateur.

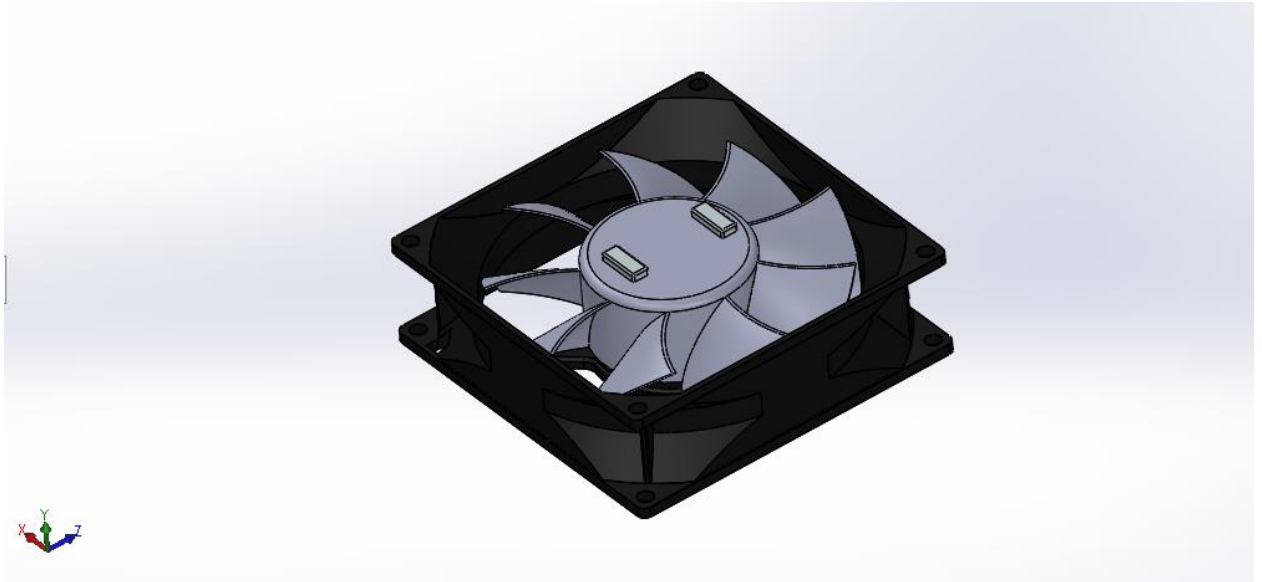


Fig. IV.4 : La ventilateur et deux aimants .

Cinquième: nous mettons le ventilateur à l'intérieur de la boîte et Fixée , Et nous connectons les fils et un bouton on/off .

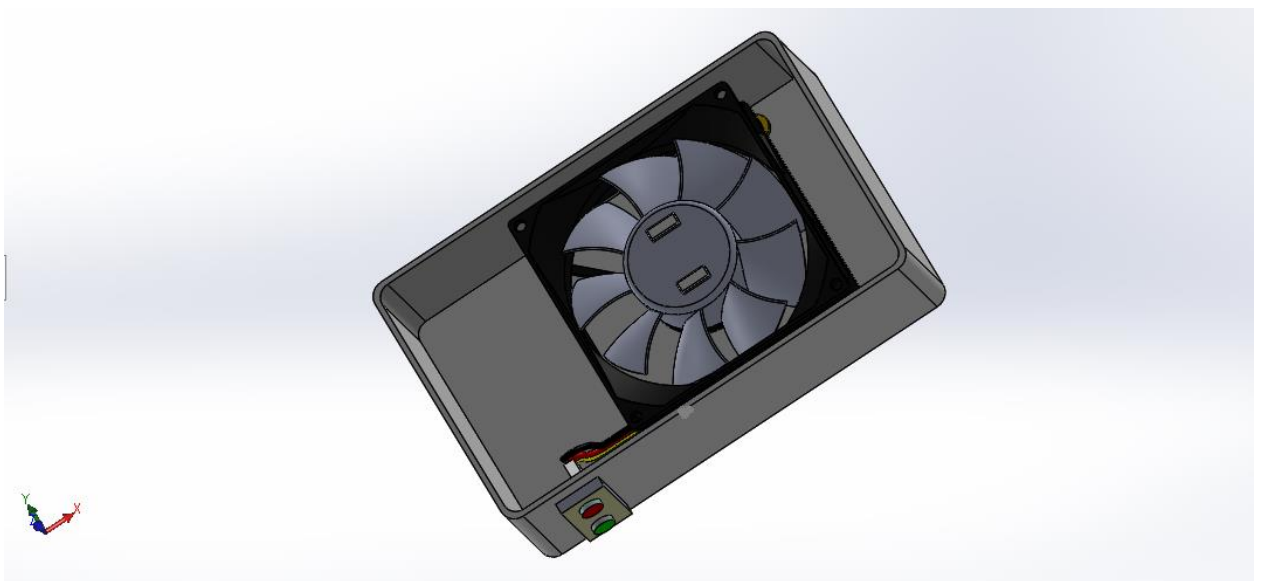
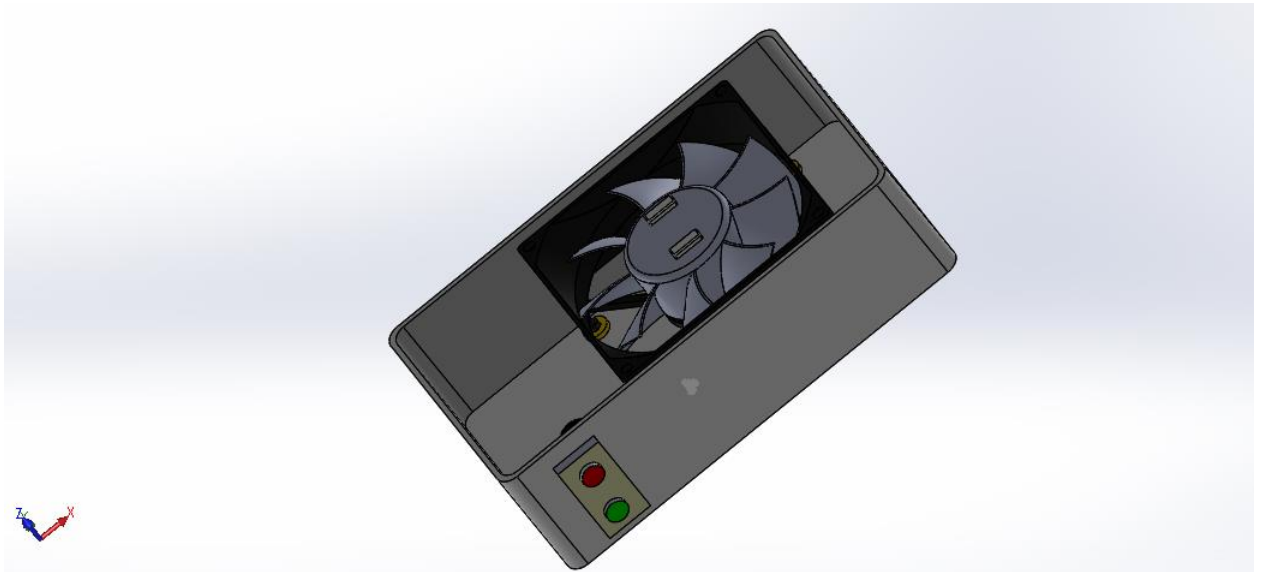


Fig. IV.5 : le rassembleage la ventilateur dans un boîte.

Sixième: nous avons mis le couvercle supérieur du boîtier.

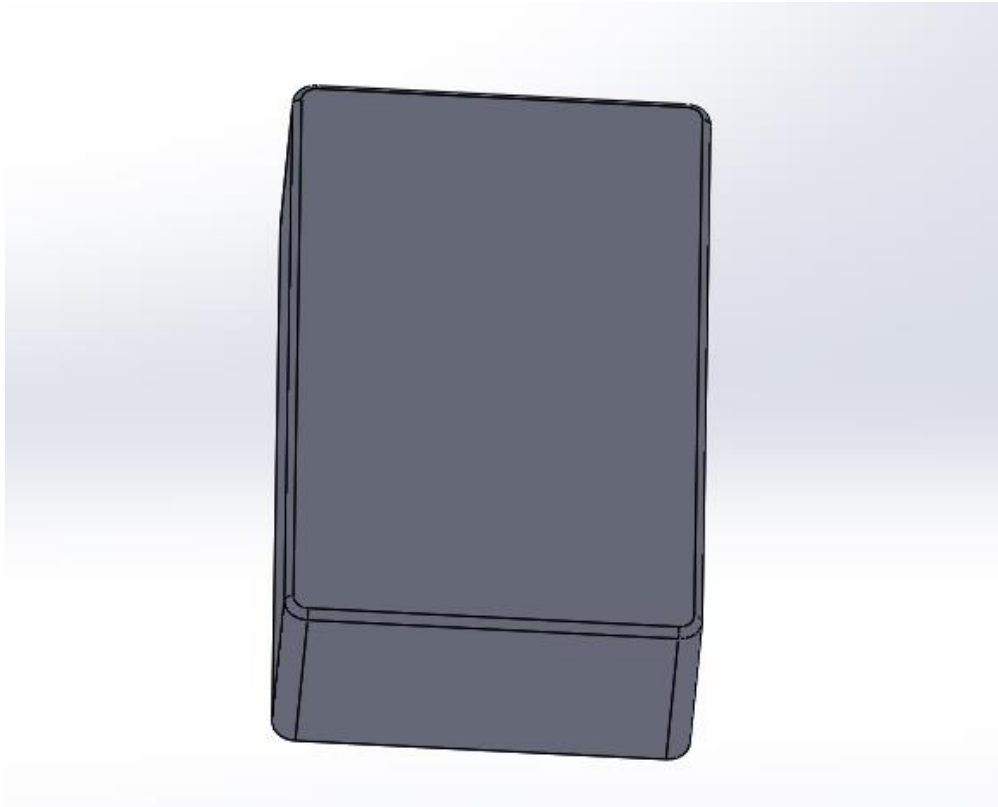


Fig. IV.6 : La surface du boîtier.

Septièmement : nous mettons une tasse sur le dessus de la boîte avec un morceau de métallique à l'intérieur.



Fig. IV.7 : une tasse sur le dessus de la boîte avec un morceau de métallique à l'intérieur.

Conclusion générale

L'un des aimants permanents est connecté à un moteur électrique tandis que l'autre barre magnétique est immergée dans le liquide. Lorsque l'aimant inférieur tourne, la tige magnétique immergée dans le liquide est affectée et essaie de tourner dans le même sens que l'aimant orbital sans aucun contact mécanique entre eux. Ce type de mélangeur est très important dans les laboratoires de chimie et les endroits qui nécessitent une isolation complète entre les pièces mécaniques (afin d'éviter les frottements, l'oxydation ou les fuites de matière liquide par les axes de rotation).

Résumé :

Un agitateur est un équipement de laboratoire ayant pour but d'assurer l'homogénéisation d'un milieu (homogénéisation du point de vue des composants du milieu et/ou de la température).

Il existe différents types d'agitateur en fonction du milieu, de la configuration de l'unité et de l'effet désiré.

Au laboratoire, l'agitation d'une solution peut être réalisée par une baguette de verre qui permet de remuer une solution dans un récipient. L'agitation est dite manuelle.

Son utilisation peut être remplacée par un barreau magnétique en association (ou non) avec une plaque chauffante. L'agitateur est alors le bloc qui permet d'agiter le barreau magnétique. Il est constitué d'un aimant mis en rotation par un moteur à vitesse variable.

Bibliographie

- [1] <http://www.aigep.fr/joomla/images/Manuel-Cuve-Agitee-FIVA-2015.pdf> .
- [2] <https://statiflo.com/fr/produits-2/m%C3%A9langeurs-statiques-de-tuyau/M%C3%A9langeur-statique-de-type-s-disponible-en-stock/>
- [3] <https://sites.google.com/site/ledlightingxz79/Homog-n-isateur-ultrasons-Sonicateur-Processeur-Ultrasonicator-Perturbateur-Cellule-M-langeur-CE-ISO-45-W>.
- [4] Greenville R.K., Tilton J.N., 1996. A new theory improves the correlation of blend time data from turbulent jet mixed vessel. Trans IChemE, 74, Part A, 390-396.
- [5] <https://fr.unit-fine.com/f-type-high-efficiency-mixer>.
- [6] <https://www.dutscher.com/frontoffice/product?referenceId=079547>.
- [7] <https://www.laborantin.com/agitateur-magnetique-chauffant-20-l-modele-ms-h-pro-701571.html>.
- [8] https://dl.ummo.dz/bistream/handle/ummo/8259/HAMROUNALI_KHALFAOUIRA_BAH.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- [9] <https://www.lachimie.fr/materiel/agitateur-magnetique.php>.
- [10] <https://fr.vvikipedla.com/wiki/Vortex>.
- [11] <https://en.wikipedia.org/wiki/Vortex>.
- [12] <https://www.theatlantic.com/photo/2017/02/a-trip-around-saturn/515334/>
- [13] [https://fr.wikipedia.org/wiki/Tourbillon_\(physique\)](https://fr.wikipedia.org/wiki/Tourbillon_(physique)).
- [14] [https://www.wikiwand.com/fr/Tourbillon_\(physique\)](https://www.wikiwand.com/fr/Tourbillon_(physique)).
- [15] <http://un-regard-sur-la-terre.org/2016/05/des-nuages-etonnants-vus-depuis-l-espace.html>.