

Aspirateur cyclone : principe de fonctionnement

par Eric38 / Nounou38

Ce dossier n'a pas l'ambition de vous faire fabriquer l'Aspirateur cyclonique (avec un grand A), des éminents collaborateurs du site l'ayant fait avant moi, mais de vous expliquer les principes de fonctionnement de cet ustensile peu diffusé.

Je me suis lancé dans le travail du bois il y a moins d'un an. N'étant pas sûr d'arriver à quelque chose de convenable, je n'ai pas voulu investir dans du cher et lourd (combinée).

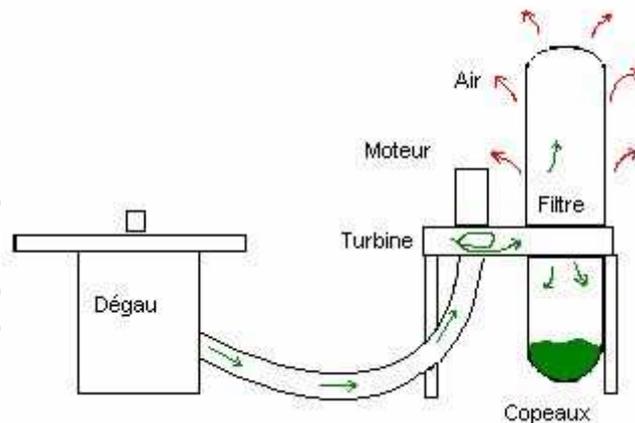
Malheureusement (ou heureusement d'ailleurs), le virus a pris. Après la défonceuse, je suis passé à la Rabot Dégau.

C'est à ce moment que l'utilité d'un aspirateur s'est imposée à moi. Autant les séances de balayages après défonçage étaient fastidieuses (surtout entre les vélos, la tondeuse...), autant avec la dégauf, ce sont des problèmes de bourrage et d'état de surface qui sont entrés en jeu. Bref le fonctionnement même de la machine en pâtissait.

J'ai essayé avec un aspirateur « eau et poussière », puis avec un vide cendre intercalé entre la machine et l'aspirateur. Las ! Les bourrages continuaient et le bidon (30 l se remplissait à vu d'œil).

J'ai décidé de franchir le pas et de passer à la catégorie supérieure. Après avoir investi dans la dégauf, mon ministre des finances aurait mal vu un nouvel investissement pour le « futoir » du garage. J'ai donc pris le parti de fabriquer un aspirateur. J'ai découvert alors deux principes :

L'aspirateur classique,



Les copeaux sont aspirés par la turbine, passent à l'intérieur et sont refoulés vers les sacs. Le sac inférieur est en plastique et récupère les copeaux. Le sac supérieur est en tissu et filtre l'air expulsé par la turbine.

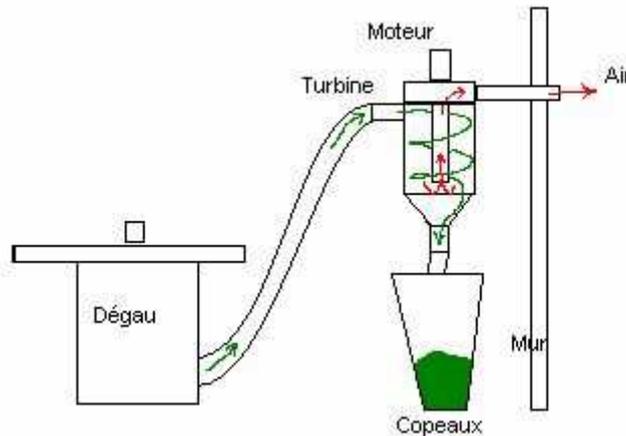
Avantages : Vendu en l'état prêt à l'emploi. Facilement transportable.

Inconvénients : L'air est moyennement filtré, les particules fines (les plus dangereuses) passent à travers le sac et se répandent dans l'atelier. Les copeaux passent par la turbine et peuvent l'endommager. Le filtre se colmate rapidement (d'après les utilisateurs). Les sacs de récupération sont généralement petits.

Aspirateur cyclone : principe de fonctionnement

par Eric38 / Nounou38

L'aspirateur cyclonique,



Avantages : Les copeaux ne passent plus par la turbine. Les particules fines sont envoyées à l'extérieur. La capacité du réceptacle est fonction de ses envies

Inconvénients : Ne se trouve pas dans le commerce. L'aspirateur est fixe. Il est quasiment impossible de mettre un sac dans le réceptacle, il faut donc transférer les copeaux pour s'en débarrasser ou vider le container en déchetterie.

Fort de ces éclaircissements, je me suis demandé, « mais comment cela fonctionne-t-il ? »

Tous les précurseurs renvoyaient sur le site de Bill Pentz : <http://www.billpentz.com/>

Toutes les pages en anglais me rebutaient. J'ai donc fait des recherches, notamment sur différents forums. Elles m'ont conduit à découvrir ce site :

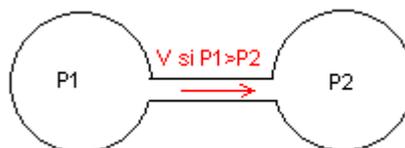
<http://membres.lycos.fr/depollunet/AspSom.html>

Ce dossier est une synthèse de ce site ainsi que des différentes informations récoltées sur Cyberbricoleur. Je m'efforcerais aussi d'éclaircir certains phénomènes que la pratique a permis de résoudre sans comprendre vraiment pourquoi. Enfin, certaines informations sont mon interprétation personnelle. Des erreurs sont possibles, soyez donc indulgents.

Aéraulique élémentaire.

L'air se déplace s'il y a une différence de pression entre 2 points. Il ira toujours des pressions élevées aux pressions les plus faibles.

On peut donc utiliser la pression créée en amont pour utiliser la vitesse de l'air en aval (Principe du compresseur), ou utiliser la dépression créée en aval pour utiliser la vitesse de l'air en amont (Principe de l'aspirateur).



Aspirateur cyclone : principe de fonctionnement

par Eric38 / Nounou38

Pour aspirer des copeaux, il faut donc créer une dépression (pression négative) en un point afin que l'air les entraîne vers la zone de dépression (La pression atmosphérique est alors plus élevée que cette zone).

Pour pouvoir évacuer des copeaux, la vitesse de l'air doit atteindre une certaine valeur. Les normes donnent 25 m/s pour du bois sec et 28 m/s pour du bois humide.

Mais la vitesse ne peut être imprimée directement à l'air. Par contre, on peut déplacer un volume d'air pendant un certain temps dans un conduit. C'est la notion de débit. Le débit est le volume d'air (ou de fluide en général) qui passe par une section durant un temps défini.

La relation entre débit et vitesse est :

$$Q=V \times S$$

Q= Débit (en m³/s)

V= Vitesse (en m/s)

S= Section (en m²)

Ainsi pour un tube de diamètre 100 mm la section est :

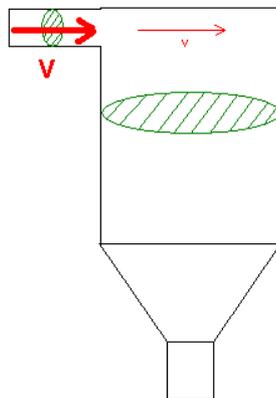
$$S=0,1^2 \pi/4=0,007854 \text{ m}^2.$$

Si nous voulons une vitesse de 25m/s, le débit sera de

$$Q=25 \times 0,007854=0,19635 \text{ m}^3/\text{s} \text{ soit environ } 700 \text{ m}^3/\text{h}$$

Dans n'importe quel réseau hermétique, le volume d'air entrant est égal au volume d'air sortant. Le débit est donc constant dans tout le réseau. Donc si les sections de conduit augmentent, la vitesse diminue et vice versa.

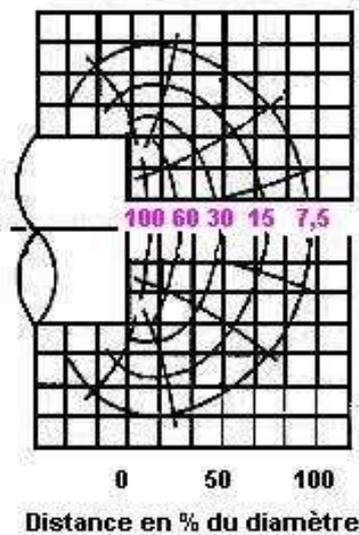
L'air véhiculé dans une canalisation de petite section a une vitesse importante. Lorsqu'il arrive dans le corps du cyclone, la section de ce dernier étant plus importante, il perd de la vitesse (La vitesse V est plus grande que celle notée par v sur le croquis ci-dessous).



Aspirateur cyclone : principe de fonctionnement

par Eric38 / Nounou38

Avec le cyclone, l'air aura donc une vitesse significative dans le conduit. La vitesse de l'air décroît rapidement au fur et à mesure que l'on s'éloigne de la bouche d'aspiration. Elle ne représente plus que 7% de la vitesse maximale obtenue dans le conduit à une distance équivalente à 1 fois le diamètre. Ceci est vrai lorsque l'on néglige les pertes de charges, donc pour des sections importantes ($\varnothing > 80\text{mm}$)

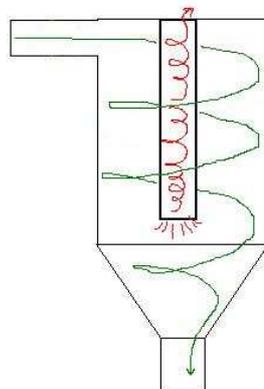


Le diagramme ci-contre représente le pourcentage de la vitesse maxi obtenu en sortie de bouche à une distance de la bouche représentée en pourcentage du diamètre de celle-ci. (En rose la vitesse décroît de 100% à 7,5% sur une distance comprise entre 0 et 1 fois le diamètre).

Effet cyclonique.

Le mélange air-déchets arrivant par la bouche d'entrée est mis en rotation immédiatement, du fait de la courbure de la paroi. Les particules ayant une vitesse à l'entrée, elles ont emmagasiné de l'énergie cinétique qui les force à continuer leur mouvement.

Le tourbillon créé par le flux d'air transmet aux copeaux un mouvement qui tend à les plaquer contre la paroi du cylindre. Quant aux filets d'air, ils se dirigent vers le tourbillon ascensionnel qui s'est formé à l'intérieur du tube central, à cause de la différence de pression existant entre celle du cyclone et celle de l'atmosphère.



Aspirateur cyclone : principe de fonctionnement

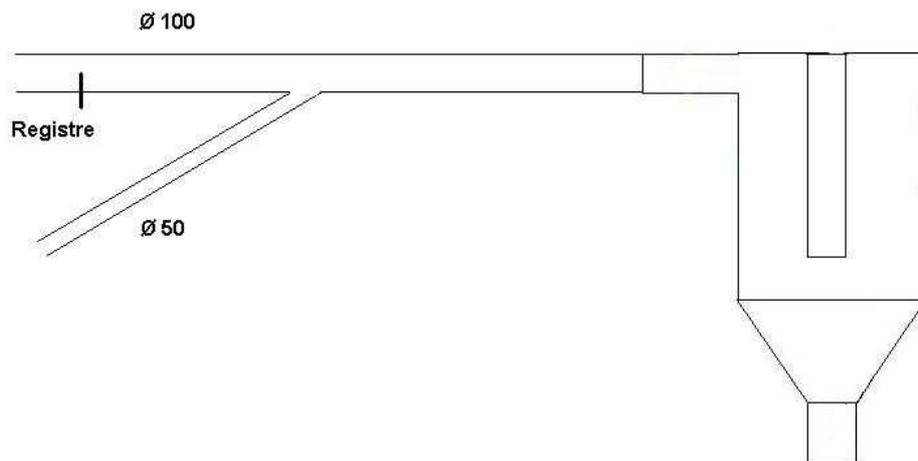
par Eric38 / Nounou38

Le prolongement conique à la partie basse du cyclone a pour effet de repousser progressivement vers le tourbillon ascendant les filets d'air descendants et de les intégrer à celui-ci, en même temps qu'il canalise les déchets vers l'orifice d'évacuation inférieure.

La distance entre la paroi et le tube central étant important, les particules lourdes ne sont pas aspirées vers la turbine.

Tout ce qui précède est vrai à condition de négliger les frottements le long des tubes donc les pertes de charge. Or pour les petits diamètres, qui concernent tout l'électroportatif, ces pertes ne peuvent plus être négligées. La vitesse des particules arrivant dans le cyclone est très réduite, le tourbillon n'existe plus, la séparation air/copeaux liée à la force centrifuge ne se fait plus, et les copeaux sont directement aspirés par le tube central et passent par la turbine. Pour éviter cela, il faut créer une ouverture qui permette à de l'air frais d'entrer dans le réseau et d'imprimer la vitesse aux copeaux.

Exemple :



Le tube de Ø 50 devra être le plus court possible.

Nous avons vu que le cyclone fonctionnait pour un débit de $700 \text{ m}^3/\text{h}$. Si l'on ferme complètement le registre sur le tube de Ø 100. Le cyclone ne fonctionnera plus. La section du tube de 50 étant de 1963 mm^2 il faut faire une ouverture complétant le réseau pour atteindre les 7854 mm^2 vu précédemment.

Soit $S = 7854 - 1963 = 5891 \text{ mm}^2$.

Le diamètre à ouvrir sera donc de 87 mm.

En réalité, l'ouverture se fera de manière empirique.

Aspirateur cyclone : principe de fonctionnement

par Eric38 / Nounou38

Principes de conception.

Pour fonctionner, il faut que l'ensemble (réseau et des composants) soit parfaitement hermétique.

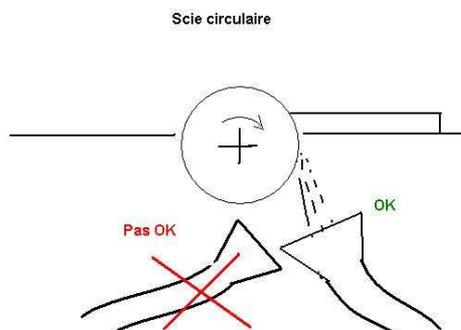
Le système étant en dépression, les éléments doivent être rigides : Pas de sacs en plastique dans le container.

La dépression doit être créée au centre du cyclone. Il n'est donc nullement nécessaire de poser la turbine directement sur le cyclone. Elle peut être posée au sol et reliée au tube central par un conduit. C'est d'ailleurs comme ceci que sont faites les installations industrielles.



Le réseau doit avoir le moins de perte de charges possible. Les coudes doivent être doux. Utiliser 2 coudes à 45°, voire 3 à 30°, plutôt qu'un coude à 90°. Les tuyaux annelés doivent être, si possible, lisses à l'intérieur et être le moins long possible. Dans le même ordre d'idée, les piquages doivent être à 30° ou 45°, pas plus.

Le pouvoir d'aspiration hors tuyauterie étant quasiment nul, il faut que le collecteur de copeaux se trouve dans la trajectoire d'éjection des copeaux.



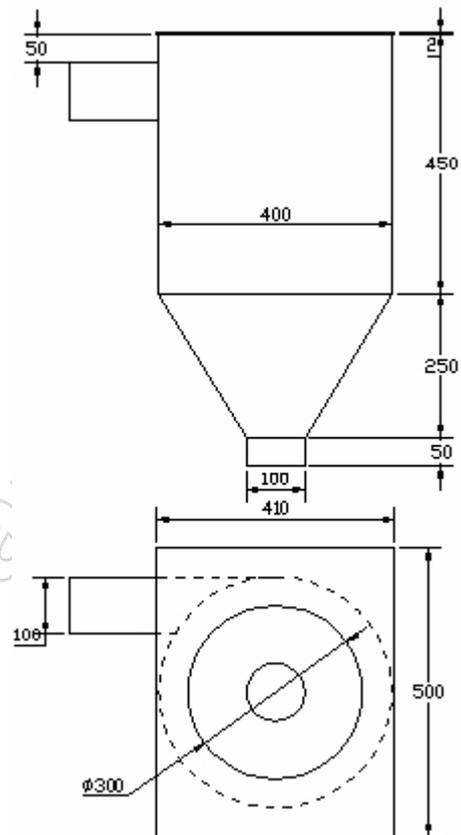
Aspirateur cyclone : principe de fonctionnement

par Eric38 / Nounou38

Montage pratique.

J'ai récupéré dans mon entreprise une turbine de refroidissement de moteur électrique. La plupart des bobineurs (réparateurs de moteurs électriques) en ont à revendre car généralement les moteurs neufs sont livrés avec.

Je l'ai démontée, nettoyée, remontée et étanchéifiée.



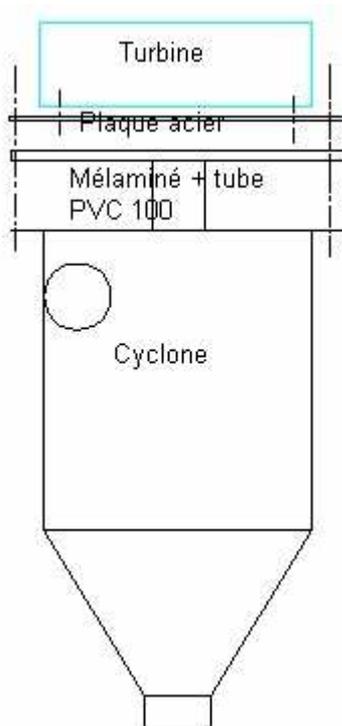
Travaillant dans l'industrie mécanique, j'ai eu des facilités pour réaliser le cyclone.

Le roulage est en fait du croquage (succession de plis à faible angle très rapprochés)

Aspirateur cyclone : principe de fonctionnement

par Eric38 / Nounou38

N'étant pas sûr de mon coup, j'ai voulu que le tube central soit démontable, pour pouvoir l'augmenter en cas de besoin. La turbine, n'ayant pas de fixations extérieures j'ai été obligé de rajouter une plaque avec un gros trou pour passer les mains.



Le principe de montage est le suivant :

Le tube PVC interne descend au niveau du plan de joint entre le cylindre et le cône, il se trouve ainsi suffisamment bas pour ne pas aspirer les copeaux qui tourbillonnent plus haut et suffisamment haut pour ne pas aspirer ceux qui glissent le long du cône.

Aspirateur cyclone : principe de fonctionnement

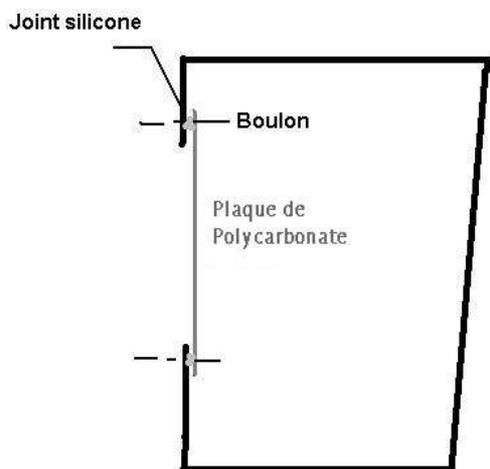
par Eric38 / Nounou38

Pour le container, je l'ai relié au bas du cyclone par un tube de \varnothing 100 intérieur. J'ai utilisé une poubelle classique de 240 l. pour avoir de l'autonomie (et en plus elle était en promo !) J'ai dû refaire le couvercle pour avoir un joint plat relativement important (13 mm), qui assure l'étanchéité.



Le joint sur la poubelle est un joint en mousse dense de 15 mm de large (pas facile à trouver). Il est possible de faire un gros cordon silicone qu'on laisse sécher 48 h. Pour la fermeture, j'ai mis des charnières à piano à l'arrière et des grenouillères pour plaquer le tout.

J'ai fait une ouverture en polycarbonate transparent pour voir le niveau. La plaque est vissée à l'intérieur (vis + écrou) et étanchée avec du silicone.



Aspirateur cyclone : principe de fonctionnement

par Eric38 / Nounou38

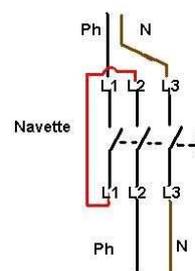
Le perçage du polycarbonate a été réalisé à la mèche à bois. Les forets métaux faisaient remonter la plaque le long de l'hélice du foret et elle cassait. Par contre, le plastique a tendance à fondre. Il faut nettoyer le foret à chaque perçage.

Pour le réseau, j'ai utilisé du PVC de Ø 100 pour la dégauchisseuse et la scie à ruban et tiré un réseau en Ø 50 pour l'électroportatif. Des registres (vannes) ont été incorporés pour choisir la provenance du flux.



N'ayant pas trouvé des coudes à 30° j'ai utilisé des coudes à 45° pour les piquages et les déviations.

Enfin, l'électrification. J'ai mis un disjoncteur magnétothermique (triphase, je n'ai trouvé que ça) dans un boîtier nomade. Il est branché au bout de 7 m de câble (4 fils (1 phase aller, 1 neutre aller, 1 phase retour, 1 neutre retour) pour pouvoir l'installer à proximité des machines lorsque je travaille. Une autre solution consiste à avoir une prise maître esclave, qui déclenche l'aspirateur quand on met en route la machine. Avec ce système il faut de toute façon rajouter une protection moteur (thermique).



Enfin, l'évacuation de l'air (et des fines poussières nocives...) est faite par une gaine aluminium de Ø 100 utilisée pour les hottes de cuisine. Comme je ne voulais pas percer le mur, j'ai installé une tuile à douille en toiture

Aspirateur cyclone : principe de fonctionnement

par Eric38 / Nounou38

Voilà c'est terminé.



Y'a plus qu'à finir de ranger pour pouvoir espérer un jour rentrer les voitures....

Texte : Eric38

Mise en page : BernardLimont

Relecture :Ubu