



Mélangeurs et Agitateurs

Introduction

Dans les applications industrielles et les stations d'épuration, les liquides des bassins ouverts et les systèmes de canalisations ouvertes doivent être mélangés, les particules devant rester en suspension. En d'autres termes, il faut créer de la vitesse. Dans ces applications, où des quantités importantes de liquides doivent être mises en mouvement, on utilise souvent des pompes de faible hauteur avec de grands débits. Les équipements à poussée axiale, que l'on appelle « mélangeurs » et « agitateurs », sont plus pratiques et autrement plus efficaces pour ce genre d'utilisations.



motralec

4 rue Lavoisier . ZA Lavoisier . 95223 HERBLAY CEDEX
Tel. : 01.39.97.65.10 / Fax. : 01.39.97.68.48

Demande de prix / e-mail : service-commercial@motralec.com

www.motralec.com

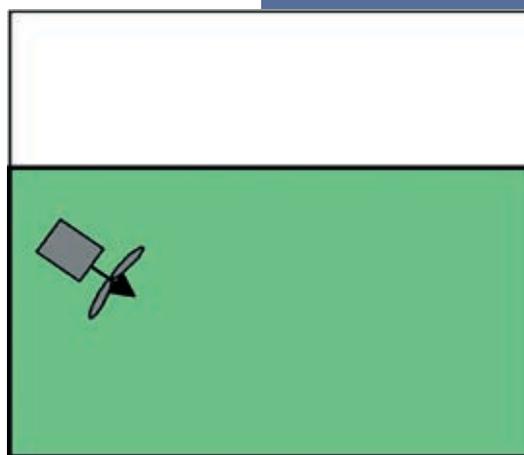
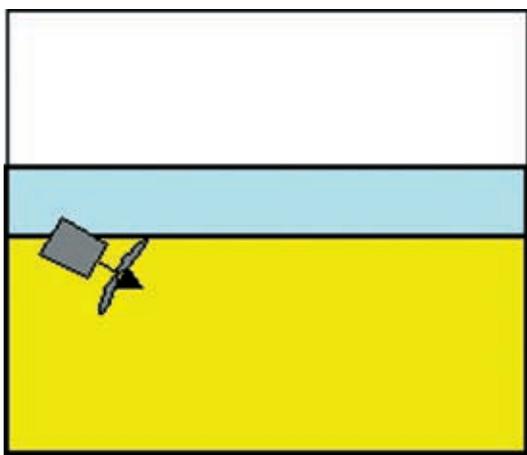
Applications

En général, les exemples présentés s'entendent pour des liquides qui réagissent comme l'eau, avec une viscosité cinématique d'environ $\nu = 1 \text{ mm}^2/\text{s}$ (viscosité dynamique $\mu = 1$ centipoise [cp]).

La puissance d'entrée du mélangeur est directement proportionnelle à la densité du liquide mélangé.

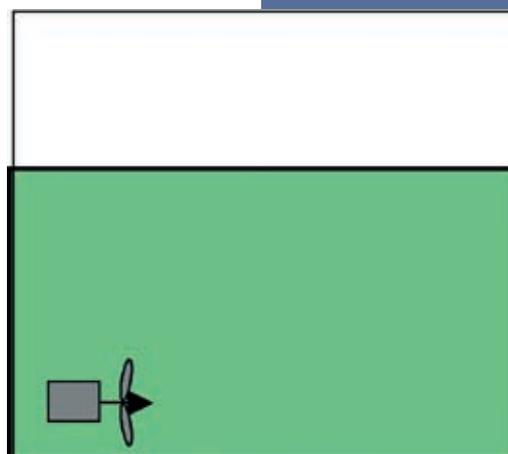
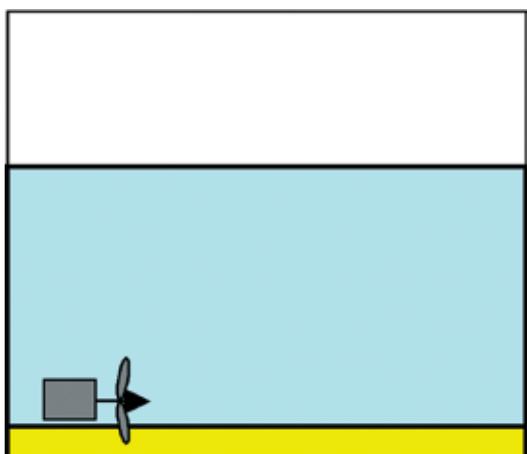
Mélange

Le but du mélange est d'assembler dans un bassin deux liquides ou plus et de les brasser ensemble pour en faire un mélange homogène. Ces applications sont très courantes dans le traitement des eaux usées et les processus industriels.



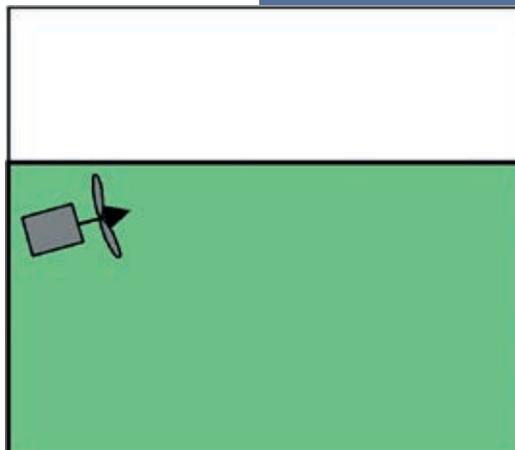
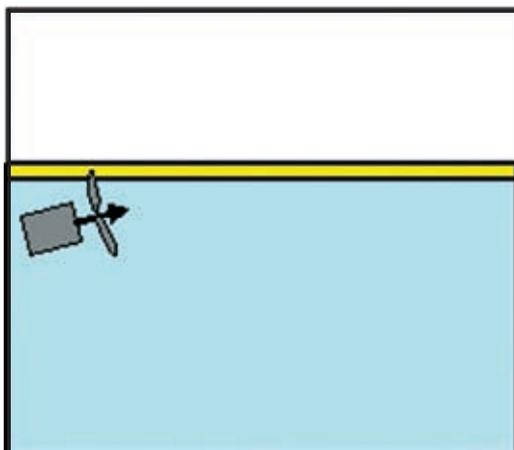
Mettre les particules en suspension

Dans certains cas, les bassins ont une couche de sédiments. Grâce à une certaine vitesse dans le fond, les particules de sédiments commencent à bouger et remontent en suspension. Une fois en suspension, le mélange homogénéisé est prêt pour le prochain process.



Elimination des particules qui flottent en surface

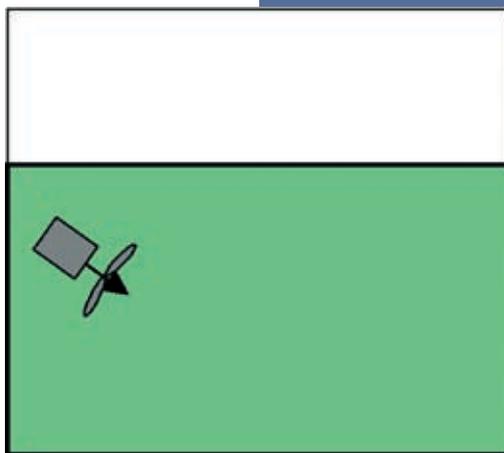
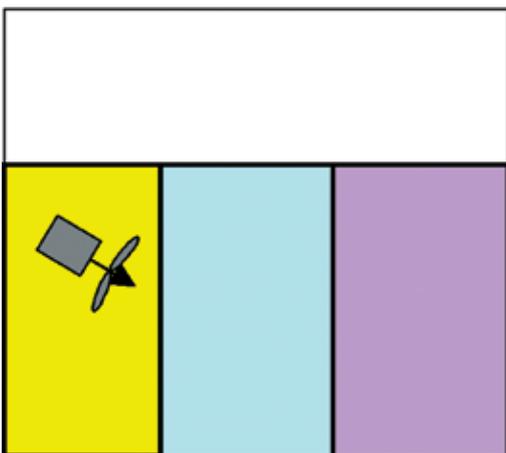
Dans certains processus chimiques, on trouve de la mousse sur la surface du réservoir de réaction. En dirigeant un mélangeur sur les particules en flottaion, on les met en mouvement par en dessous grâce à la vitesse du liquide, ce qui les incorpore à nouveau à celui-ci.



Cette méthode est également efficace pour maintenir les canaux et les bassins hors-gel. L'eau chaude du fond est projetée contre la couche de glace flottante qui fond.

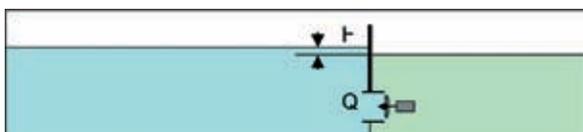
Amener des quantités importantes de liquides...

Le but n'est pas d'obtenir un mélange homogène (le volume d'un bassin est bien trop important) mais de diriger des liquides avec une caractéristique donnée (tel que leur température, leur teneur en sel, leur faible concentration en oxygène...) à un endroit où cette caractéristique peut être utile ou modifiée de façon à améliorer un processus.



...jusqu'à la pompe

Dans les canalisations, une autre gamme de pompes de recirculation, SRP, est utilisée comme une pompe de flux axial avec un grand débit et une faible pression. Ces pompes sont équipées d'une roue axiale haute-performance au design spécifique et sont souvent utilisées d'un bassin à l'autre pour faire recirculer les boues activées dans les stations d'épuration.



Type de mélangeur et vitesse de rotation

Les mélangeurs sont divisés en deux catégories:

Mélangeurs et agitateurs submersibles : le moteur électrique submersible et la roue axiale forment une unité compacte qui est entièrement immergée.

Mélangeurs à entrée frontale et latérale : Le moteur électrique, l'arbre et la roue axiale sont montés sur une structure mécanique. Le moteur est toujours installé hors d'eau tandis que la roue axiale est immergée dans le liquide.

Les agitateurs submersibles

Les agitateurs sont des machines immergées dotées d'une roue axiale d'un diamètre variant de 1,3 à 2,3 m. Un moteur qui tourne à 1 500 tours tombe à une vitesse se situant entre 35 et 76 tours grâce à un réducteur de vitesse. Cette vitesse réduite est nécessaire lorsque le liquide contient des particules délicates qui seraient détruites par la grande vitesse aux extrémités de la roue axiale. Les agitateurs conviennent à la plupart des réservoirs, de toutes formes. Une fois l'installation achevée, la direction du flux ne peut plus être changée. Ces applications sont typiques des traitements biologiques dans les stations d'épuration, ainsi que dans la pisciculture et l'industrie biochimique.



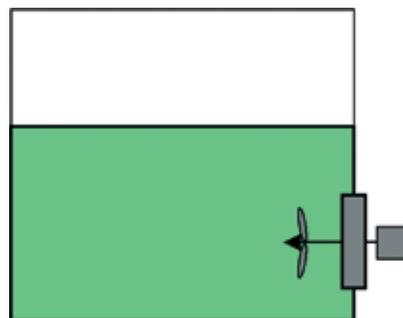
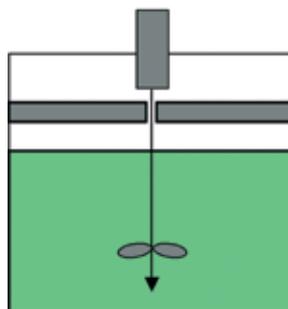
Les mélangeurs submersibles

Les mélangeurs submersibles sont équipés de roues axiales d'un diamètre allant de 18 à 80 cm. Ils sont soit à entraînement direct, où le nombre de pôles du moteur électrique est la source de leur vitesse spécifique, soit équipés d'un réducteur de vitesses. Ces mélangeurs sont couramment utilisés lorsque les particules du liquide ne sont pas affectées par la grande vitesse des extrémités de la roue axiale. Les mélangeurs conviennent à la plupart des réservoirs, de tous types et de toutes formes. La direction du flux peut facilement être adaptée aux besoins spécifiques de façon à obtenir le mélange optimal.



Mélangeurs à entrée supérieure et latérale

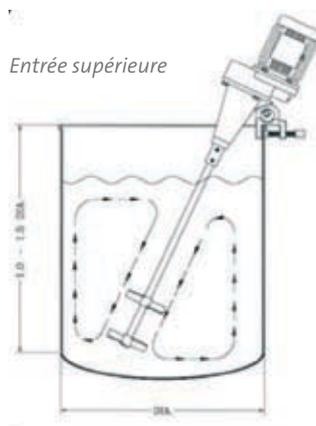
Dans le cas des mélangeurs à entrée supérieure et latérale, la roue axiale est immergée mais le moteur est situé en dehors du réservoir dans un local sec ou à l'air libre.



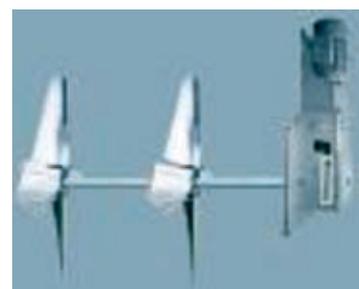
Mélangeurs avec entrée supérieure

Les petites pompes avec entrée supérieure peuvent être installées facilement dans les petits réservoirs. Les grands volumes présentent d'autres problèmes en raison des énormes pressions sur la roue et l'arbre.

Les mélangeurs à entrée latérale peuvent être puissants étant donné que les arbres sont généralement courts. L'inconvénient c'est que le corps de la pompe doit être vide à chaque intervention de maintenance et l'orientation du jet de la roue axiale ne peut pas être modifié.



Entrée supérieure



Entrée latérale

Guide d'installation

a. Agitateurs

Les agitateurs sont installés aussi près du fond que possible.

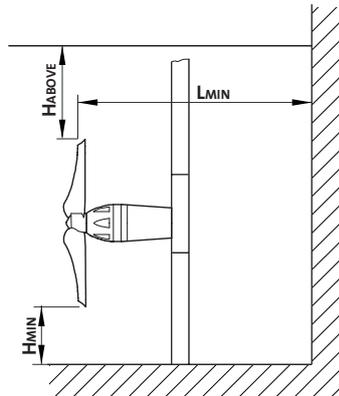
Des distances minimum doivent être respectées :

- pour assurer un flux stable et homogène à l'arrière de la roue axiale.
- pour éviter un phénomène de vortex
- pour éviter que les vibrations de l'extrémité de la pale atteignent le fond

Espace libre autour du circulateur

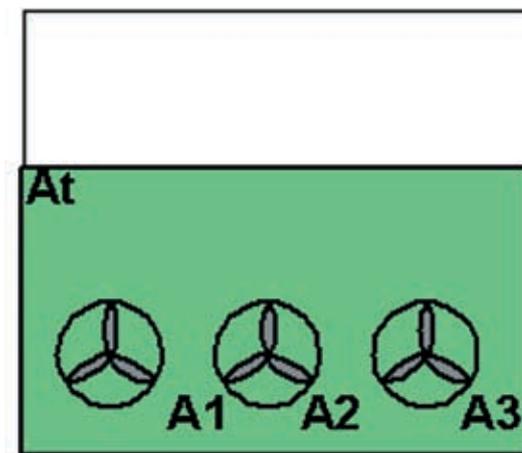
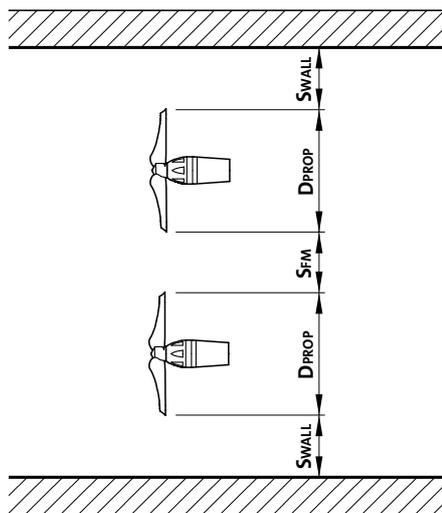
Recommandations de positionnement :

- $H_{\min} = 40 \text{ à } 50 \text{ cm}$
- $H_{\text{au-dessus}} \geq H_{\min} + 1.75 \times \varnothing_{\text{roue}}$
- $L_{\min} \geq 2 \times \varnothing_{\text{roue}}$



Agitateurs installés en parallèle

Si les agitateurs sont installés dans des canaux larges, ils doivent être dimensionnés et installés de façon à remplir le diamètre « At » le plus possible. Si la distance entre les roues axiales et les parois est trop grande, le flux risque de passer à côté, particulièrement dans les longs circuits avec arrondis.



Recommandations de positionnement :

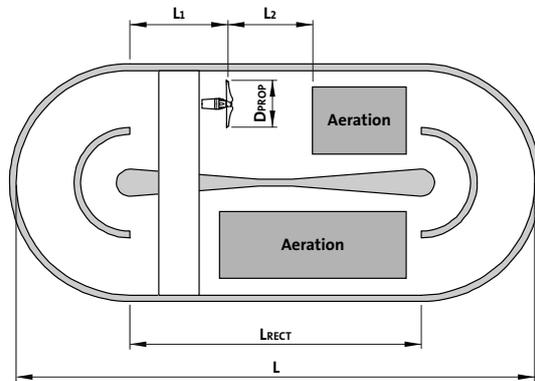
- $S_{\text{circ.}} \geq 0.5 \times \varnothing_{\text{roue}}$
- $S_{\text{paroi}} \geq 0.5 \text{ m}$

- $3(A1+A2+A3) \leq At$

Pour que les agitateurs n'interfèrent pas entre eux, le diamètre du bassin doit être trois fois plus grand que la somme des diamètres des mélangeurs.

Agitateurs installés dans des réservoirs à canaux à arrondis

Pour éviter les vibrations et les pannes il est interdit de faire fonctionner la roue axiale dans la zone d'apport d'air. Ainsi, les distances les séparant des zones d'aération doivent être respectées. En général, ces zones d'aération se trouvent en aval de l'agitateur. Si ce n'est pas le cas, une distance minimum équivalente à 1,5 fois la profondeur doit être respectée.



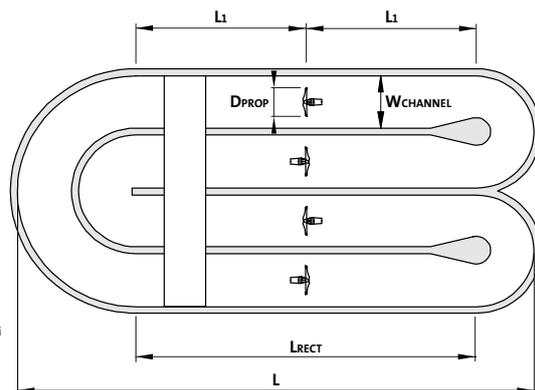
Recommandations de positionnement:

- $L_1 = 0.3 \text{ à } 0.5 \times L_{\text{rect}}$
- $L_1 \geq 2 \times \varnothing_{\text{roue}}$
- $L_2 \geq 1 \text{ à } 3 \times \varnothing_{\text{roue}}$ ou $1.5 \times$ la prof de l'eau

Si la profondeur du réservoir est supérieure à 6 m et le flux d'air supérieur à 20 m³ air/h/m², il y a un risque que les agitateurs soient trop faibles pour pénétrer le rideau d'air. Le concepteur doit alors surdimensionner les agitateurs choisis.

Les agitateurs installés en bassin avec circuit en forme de serpent

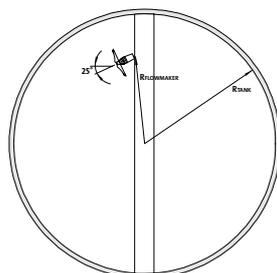
Si les agitateurs sont installés en série, il est recommandé de les disposer de la façon la plus régulière dans le circuit, en gardant une distance minimum entre deux mélangeurs agitateurs plutôt équivalente à 7 fois le diamètre de la roue axiale : $\geq 7 \times \varnothing_{\text{roue axiale}}$



Recommandations de positionnement:

- $L_1 = 0.5 \times L_{\text{rect}}$
- $\varnothing_{\text{roue}} \leq \text{Largeur}_{\text{canal}} - 2 \times S_{\text{paroi}}$
- $S_{\text{paroi}} \geq 0.5 \text{ m}$

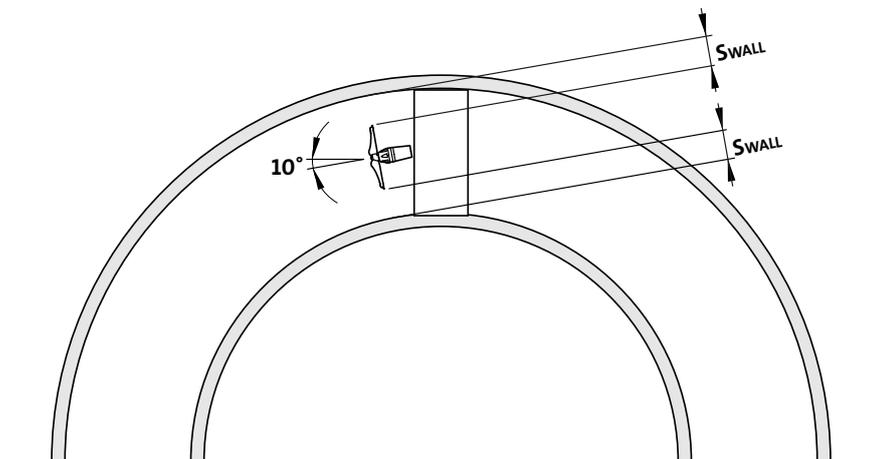
Les agitateurs installés en réservoir circulaire



Recommandations de positionnement:

- $R_{\text{agitateurs}} = 0.7 \times R_{\text{réservoir}}$
- $\varnothing_{\text{roue}} \leq 0.15 \times 2 \times R_{\text{réservoir}}$

Les agitateurs installés en réservoir de forme annulaire

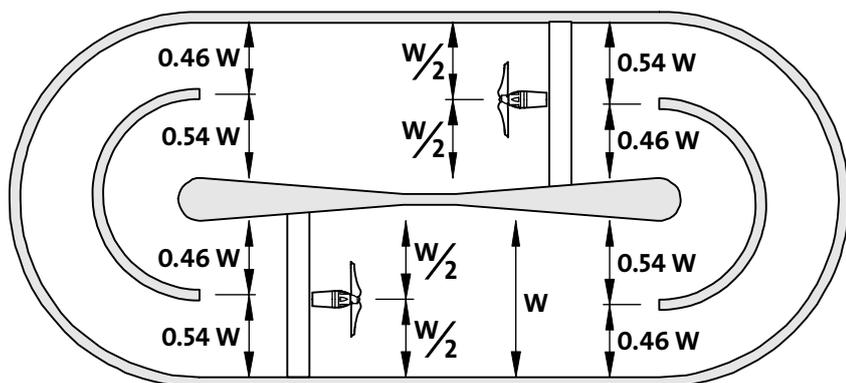


Recommandations de positionnement

- $\varnothing_{\text{roue}} \leq \text{Largeur}_{\text{canal}} - 2 \times S_{\text{paroi}}$
 $S_{\text{paroi}} \geq 0.5 \text{ m}$

Positionnement des voiles

Les voiles améliorent le rendement de l'installation en canalisant les eaux à traiter de façon régulière. Les surfaces des voiles doivent être aussi lisses que possible et avec des formes géométriques non anguleuses. Les canalisations, les piliers faisant obstacle à la circulation des eaux doivent être conçus de façon à limiter les pertes de charge et les tourbillons.



b. Mélangeurs

Le mélangeur peut être installé et orienté dans plusieurs directions. Grâce au dispositif de montage, cette flexibilité est très efficace puisque quelques degrés ou un changement d'orientation peut améliorer de façon considérable le mélange obtenu. En général, il est installé près du fond.

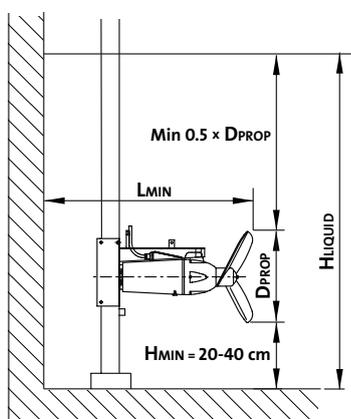
Un espace doit être respecté autour des mélangeurs :

- pour assurer un flux stable et homogène à l'arrière de la roue.
- pour éviter un phénomène de vortex
- pour éviter que les vibrations de l'extrémité de la pale atteignent le fond, les parois ou autres obstacles

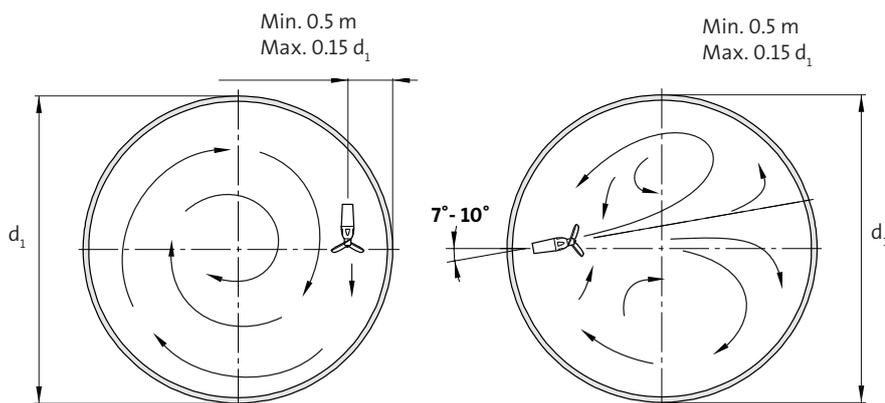
Positionnement des mélangeurs

Recommandations de positionnement:

- $H_{\min} = 20 - 40 \text{ cm}$
- $H_{\text{au dessus}} \geq 0.5 \times \varnothing_{\text{roue}}$
- $H_{\text{liquide}} \geq H_{\min} + 1.5 \times \varnothing_{\text{roue}}$
- $L_{\min} \geq 2 \times \varnothing_{\text{roue}}$
- Distance min. jusqu'aux parois latérales : $0.5 \times \varnothing_{\text{roue}}$



Agitateurs en réservoir circulaire



Décantation de particules au milieu du réservoir

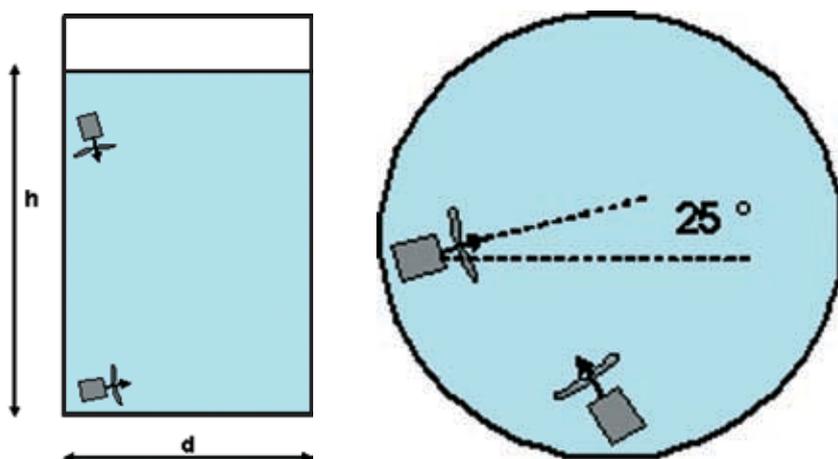
Particules décantées mises en suspension

En regardant d'en haut, il est préférable d'orienter le flux dans le sens des aiguilles d'une montre. Le deuxième flux, créé par la roue axiale, entraîne les particules provenant du milieu du réservoir jusqu'au paroi.

Agitateurs en profond réservoir rond $h > 1,1 \varnothing$

Ces réservoirs profonds présentent le risque de voir se développer des couches horizontales aux caractéristiques spécifiques. Ceci peut être évité par un jet vertical provenant d'un agitateur installé en haut et orienté vers le fond.

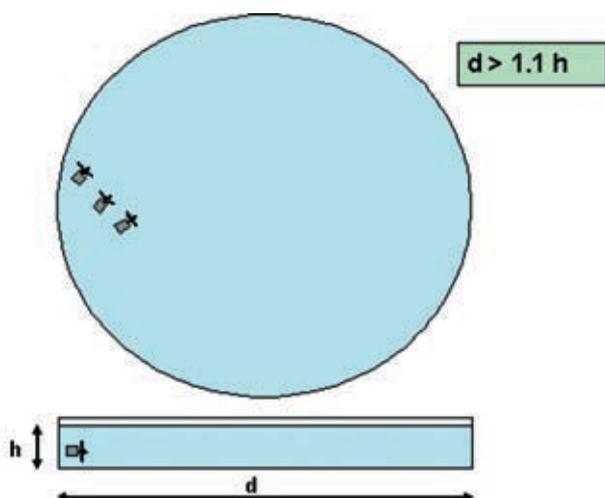
Si l'on installe plus d'un agitateur, il faut s'assurer que le jet de chaque agitateur contribue à la formation du flux attendu dans le réservoir. S'ils travaillent les uns contre les autres, l'efficacité chutera et il faudra plus d'agitateurs pour arriver au même résultat.



Attention, l'entrée d'eaux de process dans le réservoir peut grandement influencer le flux dans le réservoir. Encore une fois, l'entrée d'eaux de process et les poussées des agitateurs doivent opérer de façon harmonieuse.

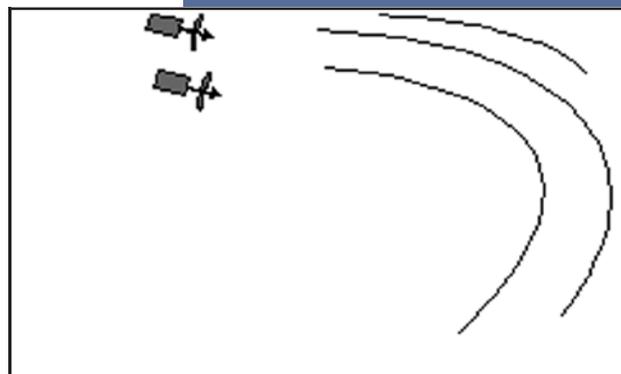
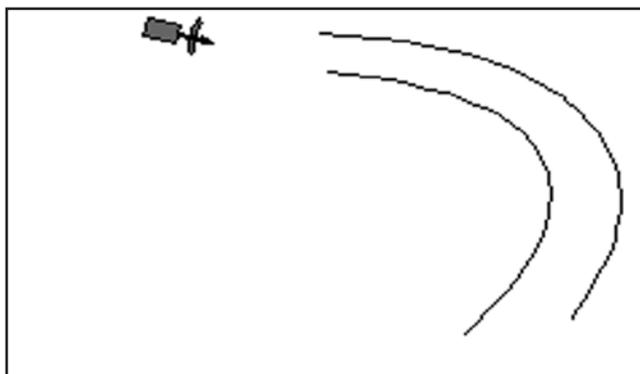
Agitateurs en grand réservoir peu profond : $\varnothing > 1,1 h$

Les agitateurs sont disposés à un seul endroit. Ils produisent une forte poussée qui crée de petits jets secondaires.



Agitateurs en réservoir rectangulaire : L / La 2,5

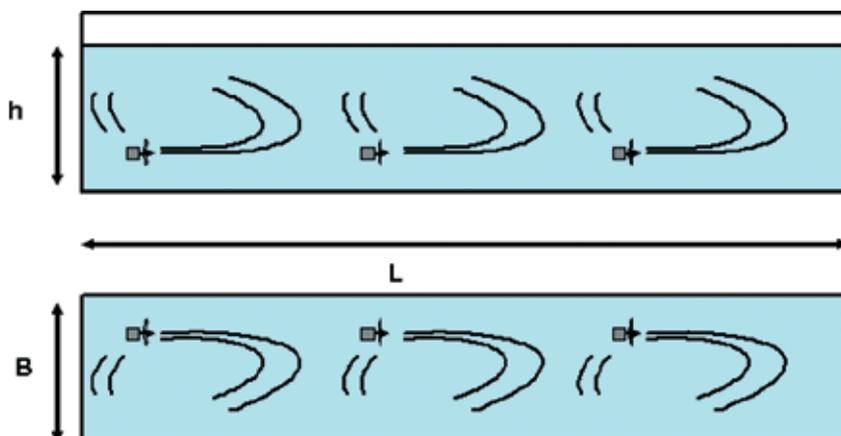
Les agitateurs sont disposés dans un coin du bassin, selon un angle de 15° aussi près du fond que possible.



Attention, l'entrée d'eaux de process dans le réservoir peut grandement influencer le flux dans le réservoir. Encore une fois, l'entrée d'eaux de process et les poussées des agitateurs doivent opérer de façon harmonieuse.

Agitateurs en long réservoir rectangulaire : L / La > 2,5

Le réservoir est divisé en compartiments. Chaque compartiment doit être dimensionné et fonctionne comme dans un réservoir individuel imaginaire. Dans l'ensemble, les agitateurs et les entrées d'eau doivent opérer de façon harmonieuse.



c. Matériaux utilisés

La fonte est le matériau de choix pour les agitateurs et circulateurs pour eaux usées et en station d'épuration. En plus de sa facilité de moulage, qui permet des design hydrodynamiques très efficaces, ce matériau présente une très grande résistance à la corrosion.

D'un autre côté, pour la maintenance, l'équipement d'installation en acier inoxydable 304 est préférable. En effet, pour se débarrasser de problèmes futurs de peinture et de temps gaspillé en travaux de remise en état durant l'exploitation, l'acier inoxydable est souvent préféré.

L'acier galvanisé est plutôt déconseillé en raison du risque d'endommagement de la couche de protection (corrosion) pendant l'enlèvement des machines pour la maintenance. Le bénéfice d'un faible investissement de départ sera vite compromis par le coût du remplacement.

Dimensionnement

Le choix d'agitateurs et de circulateurs Grundfos est fonction de l'application et du volume du réservoir, pour calculer l'énergie de mélange ou la force de poussée axiale requise.

Des schémas de configuration simplifiés peuvent être utilisés pour faire une première sélection de façon à avoir une idée sur la force de poussée axiale nécessaire au mélange du réservoir ou à la création de la vitesse nécessaire. Mais de tels schémas peuvent uniquement être utilisés pour une première approche, étant donné qu'ils ne prennent pas en compte tous les facteurs. Pour une sélection plus précise il est nécessaire d'utiliser des logiciels spéciaux ultra-modernes.

Les experts en agitateurs de Grundfos vous aideront volontiers à faire le bon choix et vous conseilleront sur l'installation la plus efficace.

motralec

4 rue Lavoisier . ZA Lavoisier . 95223 HERBLAY CEDEX
Tel. : 01.39.97.65.10 / Fax. : 01.39.97.68.48
Demande de prix / e-mail : service-commercial@motralec.com
www.motralec.com