

BASICS PAPER

QU'EST-CE QUE L'AGITATION

Publié le : 30 Novembre 2024

Chez Heidolph, nous nous engageons à fournir des appareils robustes et faciles à utiliser, qui mettent en avant la qualité, la durabilité et la fiabilité. Nos produits sont fabriqués avec un savoir-faire exceptionnel et des matériaux de haute qualité afin de rendre vos recherches plus simples et plus efficaces.

Recommandations de sécurité concernant la répartition du poids:

- Veuillez veiller à ce que les récipients soient répartis de manière symétrique sur la plateforme de l'agitateur.
- Évitez de placer les récipients les plus lourds sur les extrémités de l'agitateur ou, dans le cas d'une structure à plusieurs étages, sur l'étage supérieur

Qu'est-ce que l'agitation?

L'agitation est par définition un mouvement de va-et-vient d'objets. Dans le contexte des laboratoires, le terme agiter s'utilise surtout en rapport avec le mélange de différentes solutions ou avec le fait de garder en mouvement des suspensions. Le premier agitateur automatisé a été breveté et mis sur le marché sous la forme d'un agitateur vortex en 1959. Depuis, différentes variantes d'agitateurs sont devenus incontournables dans les laboratoires. Outre les agitateurs vortex traditionnels, le personnel de laboratoire peut désormais également profiter de divers agitateurs sur plateforme. Les chapitres suivants présentent différents types de mouvement d'agitateurs sur plateforme. Une attention particulière sera accordée à la théorie du mouvement d'agitation orbital, car c'est ce mouvement qu'on utilise le plus souvent dans les laboratoires spécialisés en microbiologie et en culture cellulaire.

Qu'est-ce qu'un agitateur sur plateforme?

Un agitateur sur plateforme est un appareil de laboratoire avec une plateforme qui oscille dans deux ou trois directions. Il sert à faire bouger et à mélanger le contenu le plus souvent liquide de différents récipients. Le mouvement de la plateforme d'un agitateur est généré par les moteurs et la mécanique correspondants. Il existe des appareils avec un schéma de mouvement orbital (circulaire), vibrant de manière circulaire, en va-et-vient, oscillant et à balancement. La plateforme peut généralement accueillir différents accessoires et pinces pour l'utilisation de différents récipients. Les chapitres suivants présentent les différents schémas de mouvement d'agitateurs sur plateforme en mettant l'accent sur le mouvement orbital.



Les différentes formes de mouvement



ORBITAL

L'agitation orbitale est une technique de base dans les laboratoires utilisée pour mélanger des solutions, cultiver des cellules et réaliser différentes expériences, la compréhension de la théorie qui sous-tend le mouvement orbital et le fonctionnement des agitateurs orbitaux peut servir à optimiser leur utilisation pour des applications spécifiques.

La théorie qui sous-tend le mouvement orbital

Le mouvement orbital des agitateurs orbitaux est essentiellement basé sur les principes du mouvement circulaire et de la force centripète, les deux étant des concepts centraux de la mécanique classique.

Mouvement circulaire

Un objet se déplaçant à vitesse constante sur une trajectoire circulaire subit un changement de direction continu, ce qui signifie qu'il ne cesse d'accélérer bien que sa vitesse reste constante.

Force centripète

Selon la deuxième loi de Newton, chaque accélération est causée par une force. Dans le cas du mouvement circulaire, l'accélération centripète est causée par une force centripète. Cette force agit sur le centre de la trajectoire circulaire et maintient l'objet sur cette orbite. Mathématiquement, la force centripète (F_c) est donnée par la formule

$$F_c = \frac{mv^2}{r}$$

où m représente la masse de l'objet, v sa vitesse tangentielle et r le rayon de la trajectoire circulaire.

Le mouvement d'agitation orbital comporte un mouvement circulaire où une plateforme se déplace sur une trajectoire circulaire fixe. Ce type de mouvement est obtenu par le montage de la plateforme sur un pivot central ou un axe se déplaçant autour d'un point d'appui. Les paramètres importants définissant ce mouvement sont le diamètre de l'orbite (le rayon de la trajectoire circulaire)¹ et la vitesse d'agitation (tours par minute ou rpm).

Rayon de la trajectoire circulaire et vitesse de rotation (rpm)

Le rayon de la trajectoire circulaire définit l'ampleur de l'effet de mélange où les plus grands diamètres entraînent une agitation plus forte et un mélange plus minutieux, tout en maintenant la même vitesse de rotation. La vitesse de rotation (rpm) est la vitesse avec laquelle la plateforme se déplace sur sa trajectoire circulaire. Les vitesses plus élevées augmentent l'énergie transmissible sur le milieu et améliorent ainsi le processus de mélange. Cependant, ces vitesses peuvent également provoquer des projections ou des dommages aux échantillons sensibles.

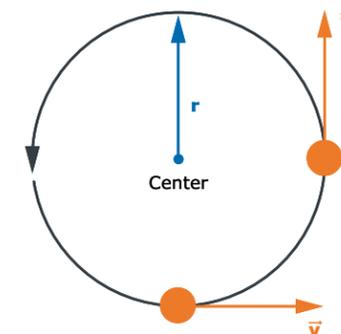


Fig. 1 : Schéma du mouvement circulaire

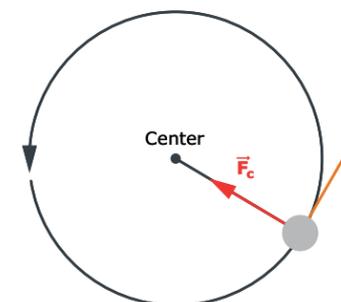


Fig. 2 : Schéma de la force centripète



EN VA-ET-VIENT

Le mouvement en va-et-vient est un mouvement d'agitation horizontal fort étant donc idéal pour différentes applications d'extraction comme par ex. l'analyse Babcock ou la détection de résidus de pesticides dans différents milieux. Lorsque les échantillons sont importants, durant une extraction liquide-liquide, les bonnes pinces de fixation pour ampoules à décanter peuvent faciliter le travail.



OSCILLANT ET À BALANCEMENT

Le mouvement particulièrement doux d'un agitateur à balancement 2D ou d'un agitateur oscillant 3D est notamment utilisé pour colorer les membranes après des processus de blotting. En outre, les deux formes de mouvement s'utilisent souvent pour éviter la coagulation dans les échantillons de sang ou lorsque des cultures cellulaires doivent être délicatement enveloppées de milieu.



Pourquoi le mouvement est-il essentiel pour la croissance cellulaire?

Les sections suivantes traitent les paramètres importants ayant une influence décisive sur la croissance de cellules et pouvant être positivement influencés par l'utilisation d'agitateurs sur plateforme.

Meilleur apport en oxygène

Le mouvement de suspensions de cellules améliore le coefficient de transfert volumétrique (kLa)¹ ainsi que le taux de transmission d'oxygène (OTR)². Les deux paramètres sont une mesure de l'efficacité du transfert d'oxygène de la phase gazeuse à la phase liquide dans un système de culture. En agitant le milieu de culture, les agitateurs augmentent la surface de contact avec l'air par rapport à l'oxygène atmosphérique et favorisent ainsi un échange efficace des gaz. Le mouvement continu sert à répartir l'oxygène dans tout le milieu et bloque les gradients d'oxygène qui pourraient autrement provoquer une fatigue locale. Ce mélange constant assure également que les nutriments et l'oxygène sont répartis uniformément, favorisant ainsi une croissance et activité cellulaire optimales. En outre, le transfert d'oxygène optimisé peut augmenter le rendement global et la productivité du processus de culture. Les agitateurs contribuent à un environnement de culture homogène en empêchant la sédimentation et en maintenant en suspension les cellules. Ce mouvement mécanique ne favorise non seulement un meilleur apport en oxygène mais permet également de maintenir une valeur pH et une température constantes dans tout le récipient de culture. Par conséquent, l'utilisation d'agitateurs sur plateforme est essentielle pour obtenir des cultures avec une forte densité cellulaire et pour optimiser l'efficacité de processus biologiques. En conclusion, les agitateurs sur plateforme augmentent considérablement le taux de transfert d'oxygène dans les cultures cellulaires et bactériennes et favorisent des cultures plus saines et plus productives.

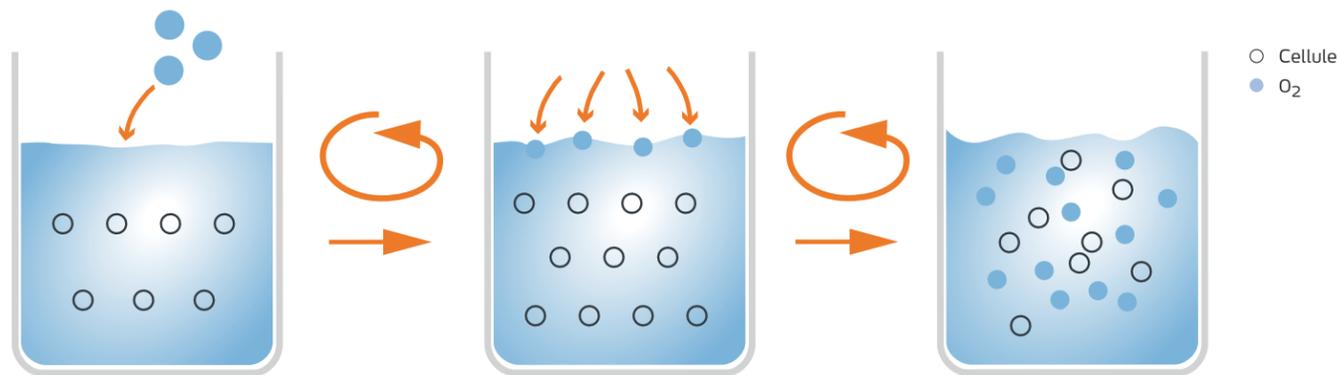


Fig. 3 : Représentation simplifiée de la distribution d'oxygène dans un récipient en mouvement

1 Coefficient de transfert kLa = paramètre transférant le taux d'oxygène ou d'autres gaz par unité de volume et par heure dans la culture
2 Taux de transmission d'oxygène OTR = paramètre décrivant la vitesse du taux d'un gaz émis dans le milieu liquide ($mmol O_2/(L \cdot h)$)

Répartition régulière des nutriments

Le mélange continu de la solution par le mouvement orbital assure une répartition régulière des nutriments dans le milieu de culture. Tous les nutriments contenus dans le liquide nutritif sont donc répartis de manière homogène. Les cellules procaryotes et eucaryotes ont donc un meilleur accès aux composants essentiels du milieu étant nécessaires pour la croissance et le métabolisme. Une viabilité cellulaire élevée, des taux de croissance optimisés et des populations cellulaires plus homogènes ne sont que quelques avantages de cette répartition régulière des nutriments. Les cellules ne sont pas exclues de nutriments critiques ou exposées à des zones de fatigue locale. Cet environnement optimal favorise des cultures cellulaires robustes et une reproductibilité plus élevée d'expériences.

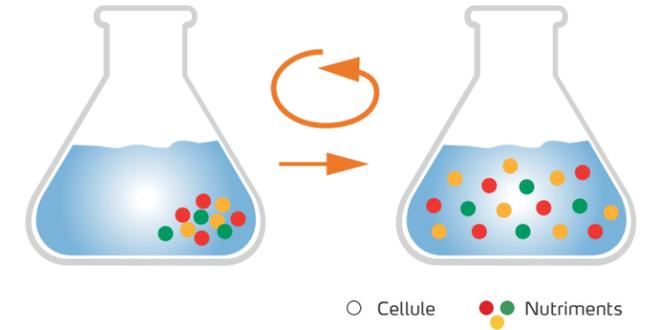


Fig. 4 : Représentation simplifiée de la répartition régulière des nutriments dans une fiole Erlenmeyer

Formation réduite d'amas de cellules

Le mouvement orbital des agitateurs réduit la formation d'amas de cellules car le milieu de culture est en mouvement constant. Les cellules sont ainsi maintenues en suspension et réparties uniformément. Dans le cas de cellules bactériennes, cela évite la formation d'agrégats pouvant empêcher l'accès aux nutriments et à l'oxygène, favorise une croissance régulière et réduit le risque de zones locales hypoxiques ou pauvres en nutriments. Dans les cultures de cellules mammifères, la formation réduite d'amas de cellules favorise une meilleure interaction entre les cellules et minimise le stress pouvant résulter de collisions physiques à l'intérieur de clusters denses. La répartition optimisée favorise un environnement de culture plus constant, ce qui améliore les taux de croissance ainsi que la viabilité et la santé générale des cellules.

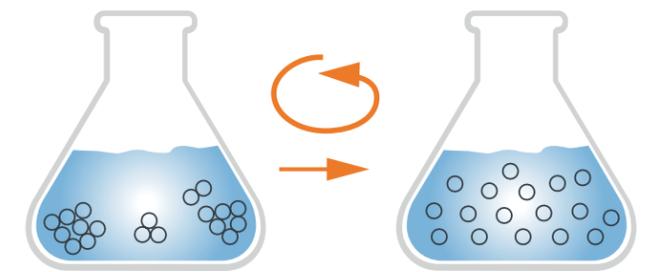


Fig. 5 : Schéma de la dissolution d'amas de cellules induite par mouvement

Résumé

L'utilisation d'agitateurs orbitaux, d'agitateurs à balancement 2D ou même d'agitateurs oscillants 3D est une technologie décisive dans les environnements de laboratoire optimisant l'efficacité de différentes applications. Le mouvement circulaire continu est particulièrement remarquable. Il optimise l'apport en oxygène (kLa et OTR), favorise en même temps une répartition homogène des nutriments et réduit la formation d'amas de cellules. Ce sont des facteurs décisifs pour une croissance cellulaire saine. Dans le cas de cultures bactériennes et cellules de mammifères, ce mouvement augmente le transfert d'oxygène, l'apport régulier de nutriments, les interactions entre les cellules, et minimise le stress. Globalement, l'environnement optimisé, créé par un mouvement régulier, favorise une croissance cellulaire robuste, une viabilité plus élevée et des résultats expérimentaux plus reproductibles. Cette compréhension globale souligne l'utilisation de différents agitateurs sur plateforme dans les laboratoires.

Sources: 1) Madigan, M. T., Martinko, J. M., Stahl, D. A., Clark, D. P., Biology of Microorganisms, Brock, 2012, 13. Auflage; 2) S. Schmitz, Der Experimentator: Zellkultur, 2011, Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, 3. Auflage; 3) <https://doi.org/10.1007/978-3-8274-2573-7>; 4) L.M./H.L./S.Gä, Lexikon der Biologie: Zellkultur, www.spektrum.de/lexikon/biologie/zellkultur/71584; 5) <https://www.leifphysik.de/mechanik/kreisbewegung>; 6) <https://www.leifphysik.de/mechanik/kreisbewegung/grundwissen/zentripetalkraft>

INTERNATIONAL

Heidolph Scientific Products GmbH

Walpersdorfer Str. 12 | 91126 Schwabach, Germany
Phone: +49 9122 9920-0 | sales@heidolph.de

NORTH AMERICA

Heidolph North America

1235 N. Mittel Blvd, Suite B | Wood Dale, IL 60191
Phone: (224) 264-9600 | hello@heidolph.com

CHINA

Heidolph Instruments Shanghai Ltd.

Room 305, Building MT1 | Shanghai Wanxiang Enterprise Center
No 229 Wen Road | Minhang District, Shanghai
Phone: +86 21 6093 9799 | sales@heidolph-instruments.cn

SOUTH KOREA

Heidolph Korea Ltd.

#1507, Bldg B. 70 | Dusan-ro, Geumcheon
Seoul, Republic of Korea
Phone: +80 70 8064 7152 | sales@heidolph.kr

www.heidolph.com

