



VIBRO-BROYEUR MM 400

Un véritable broyeur polyvalent

Le vibro-broyeur MM 400 est un véritable polyvalent, conçu pour le broyage à sec, humide et cryogénique de petites quantités d'échantillons jusqu'à 2 x 20 ml. Il mélange et homogénéise les poudres et les suspensions à une fréquence de 30 Hz en quelques secondes - une rapidité et une simplicité d'utilisation imbattables.

Ce broyeur de paillasse compact convient aussi bien aux processus d'homogénéisation classiques qu'à la décomposition biologique des cellules pour l'extraction d'ADN/ARN et de protéines. Grâce à une durée de broyage potentielle allant jusqu'à 99 heures, le MM 400 est particulièrement adapté pour une utilisation dans la recherche, par exemple en mécanochimie.

En termes de performance et de flexibilité de ce broyeur, il n'existe aucune technologie comparable sur le marché.

Informez-vous également sur les vibro-broyeurs MM 500 nano et MM 500 vario, qui fonctionnent selon le même principe de fonctionnement avec une fréquence de 35 Hz, mais qui mettent à disposition une puissance nettement supérieure. Pour les applications nécessitant le refroidissement ou le chauffage d'échantillons, le vibro-broyeur MM 500 control est la solution appropriée. Chaque vibro-broyeur RETSCH a un objectif d'application spécifique.

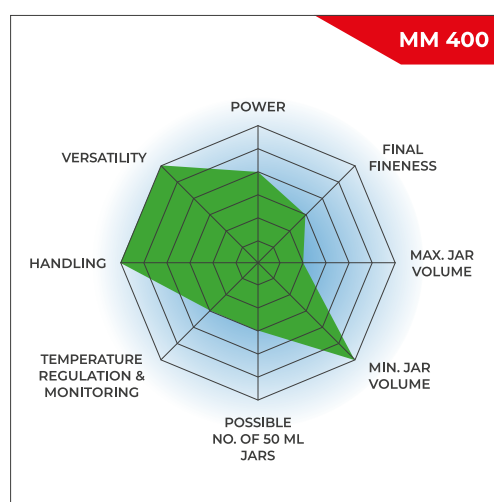


[Cliquez pour voir la vidéo](#)

Vidéo produit

LE PLUS POLYVALENT DES BROYEURS À BILLES ;

- | Vitesse maximale 30 Hz
- | L'oscillation horizontale provoque des effets d'impact importants pour un traitement efficace des échantillons.
- | Granulométrie d'alimentation de jusqu'à 8 mm et finesse finale de 5 µm
- | 2 stations de broyage pour des bols de broyage de min. 2 ml et max. 50 ml, adaptateur pour 10 tubes jetables de 2 ml et 4 tubes de centrifugation coniques de 50 ml
- | Les bols de broyage en acier peuvent être pré-refroidis manuellement dans de l'azote liquide
- | Vitesse et temps calibrés, petit modèle de



paillasse, SOP et programmes de cycle
enregistrables, 7 matériaux de bols de broyage
différents

PERFORMANCE ET DESIGN

- | Broyage puissant par impact et friction jusqu'à 30 Hz
- | Équipé de 2 stations de broyage pour un maximum de 20 échantillons par passage
- | Possibilité de mémoriser 12 procédures opératoires standard (SOP) et 6 programmes de cycle
- | Écran tactile pratique, réduction significative du bruit

UNE POLYVALENCE INÉGALÉE

- | 3 modes de broyage différents : sec, humide ou cryogénique
- | Mélange l'échantillon en poudre et le liant dans des flacons en plastique avant la préparation de pastilles, p.ex. pour l'analyse par fluorescence X
- | Convient pour des applications de recherche telles que la mécanochimie ou pour la désintégration de cellules biologiques par billes
- | Extraction de pesticides (QuEChERS) et d'ingrédients végétaux



VIBRO-BROYEUR MM 400

DES RÉSULTATS REPRODUCTIBLES GRÂCE À LA CALIBRATION

La reproductibilité joue un rôle important dans la chaîne de processus, du prélèvement d'échantillons à l'analyse. Les appareils de laboratoire qui peuvent être calibrés garantissent des résultats reproductibles à long terme avec un écart-type minimal. Cela est particulièrement utile lorsque les résultats de différents sites sont soumis à des comparaisons. Le MM 400 est le premier broyeur de laboratoire calibrable, à la livraison le temps et la fréquence sont déjà calibrés. RETSCH propose un service de calibrage régulier afin de garantir des processus de broyage reproductibles.

Cette fonctionnalité est particulièrement adaptée aux

- | Laboratoires de contrôle avec différents sites
- | Laboratoires accrédités selon ISO/IEC 17025 ou ISO 9000ff
- | Produits pharmaceutiques



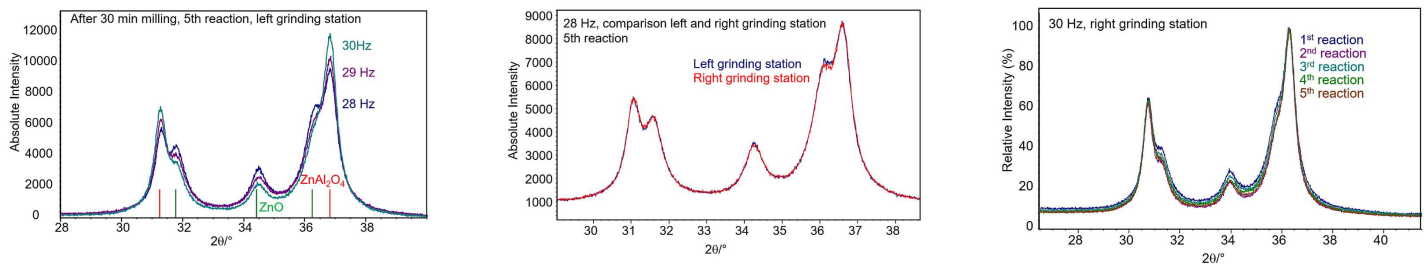
VIBRO-BROYEUR MM 400

REPRODUCTIBILITÉ DES RÉACTIONS MÉCANOCHIMIQUES DANS LE VIBRO-BROYEUR MM 400

La reproductibilité est un principe fondamental de la recherche scientifique et est indispensable pour garantir la crédibilité et la fiabilité des résultats scientifiques. La reproductibilité au sein d'une réaction mécano chimique dans le vibro-broyeur MM 400 a été étudiée, avec pour résultat qu'une excellente reproductibilité est garantie pour plusieurs répétitions, pour les deux postes de broyage et également entre différents appareils. [1]

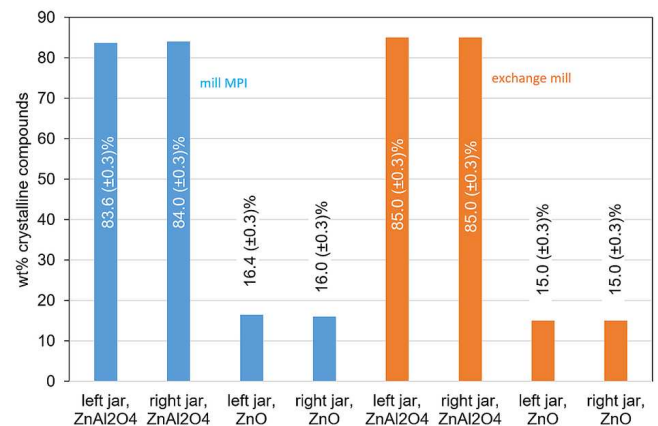
Des modifications minimales de la fréquence de 30 Hz à 29 Hz ou 28 Hz influencent le rendement de la réaction. Il est important que le vibro-broyeur maintienne une valeur réglée, par exemple 30 Hz, constante et ne s'en écarte pas. Le MM 400, livré avec un certificat d'étalonnage, remplit cette condition.

La réaction mécano chimique $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3 + \text{ZnO} \rightarrow \text{ZnAl}_2\text{O}_4$ a été réalisée cinq fois pendant 30 minutes dans des bols de broyage de 25 ml avec 2 billes de broyage de 15 mm, 1 g d'édults, à 28 Hz, 29 Hz et 30 Hz. La comparaison entre les sites de broyage gauche et droit montre une grande reproductibilité, tout comme la comparaison entre les 5 essais.



Echantillons XRD après la réaction mécano-chimique $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3 + \text{ZnO} \rightarrow \text{ZnAl}_2\text{O}_4$: à gauche : Broyage à 28 Hz, 29 Hz et 30 Hz, résultats après la cinquième réaction. Au milieu : comparaison des stations de broyage gauche et droite, 5e réaction à 28 Hz chacune. A droite : Réaction 1 à 5 à 30 Hz, poste de broyage droit. Résultats présentés par le groupe de Claudia Weidenthaler. [8]

Les essais ont été répétés avec un autre vibro-broyeur MM 400 afin de comparer les résultats entre les deux broyeurs. Là encore, l'excellente reproductibilité pour les 5 réactions à 30 Hz a été confirmée aussi bien pour le poste de broyage gauche que pour le poste de broyage droit.



Dans un autre MM 400, la reproductibilité et les résultats (pourcentage en poids des éduits et du produit) sont presque identiques. Résultats présentés par le groupe de Claudia Weidenthaler. [1]

VIBRO-BROYEUR MM 400

SOLUTIONS POUR LES APPLICATIONS BIOLOGIQUES ET LA DÉSINTÉGRATION CELLULAIRE

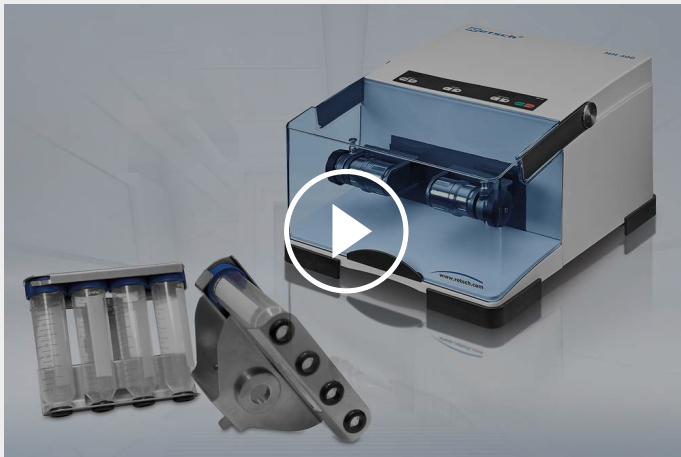
Les vibro-broyeurs sont souvent utilisés pour l'homogénéisation d'échantillons biologiques. Le "bead beating" avec de petites billes de verre est une méthode éprouvée pour la décomposition cellulaire des levures, des microalgues ou des bactéries. L'échantillon ne s'échauffe alors que modérément, ce qui peut être réduit au minimum par un refroidissement préalable.

Le broyeur permet une désintégration cellulaire efficace de 240 ml maximum de suspension cellulaire pour l'extraction d'ADN/ARN et de protéines. Il permet également d'isoler les bactéries intactes des tissus afin de diagnostiquer correctement les infections. Au moyen d'un adaptateur, il est possible d'utiliser à cet effet huit flacons de 30 ml ou dix récipients de 5 ml.

Des adaptateurs pour récipients à usage unique sont disponibles pour le MM 400 avec les capacités suivantes :

20 x 0.2 ml / 20 x 1.5 or 2 ml / 10 x 5 ml / 8 x 30 ml / 8 x 50 ml

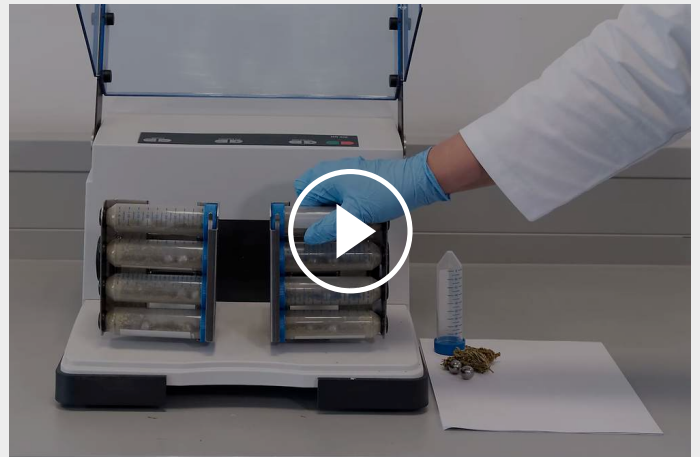
Les tubes à centrifuger coniques conviennent parfaitement à la pulvérisation de 25 à 30 g de matériel végétal, comme par exemple les fleurs de cannabis. Il est également possible d'homogénéiser jusqu'à 8 échantillons de tissus, comme du foie frais dans une solution tampon, dans ces tubes de 50 ml avec des billes en acier ou en oxyde de zirconium. Afin de réduire au maximum la charge mécanique pour les tubes, il est conseillé de réduire la fréquence et d'augmenter le taux de remplissage, par exemple avec une solution tampon et des échantillons.



[Cliquez pour voir la vidéo](#)

Vibro-broyeur MM 400 - Désintégration des cellules de levure*

*La vidéo montre le modèle précédent avec un principe de fonctionnement identique.



[Cliquez pour voir la vidéo](#)

Vibro-broyeur MM 400 - Homogénéisation de cannabis*

VIBRO-BROYEUR MM 400

SOLUTIONS POUR LE BROYAGE CRYOGÉNIQUE

Avec le Cryokit, RETSCH propose une solution économique pour la réalisation de broyages cryogéniques dans le vibro-broyeur MM 400. Le kit se compose de deux récipients isolants, de deux pinces pour bols de broyage et d'une paire de lunettes de protection.

L'échantillon à fragiliser est versé avec la bille de broyage dans le bol de broyage en acier inoxydable, puis le bol est bien vissé. La fragilisation se fait indirectement pendant le pré-refroidissement des bols de broyage dans le bain d'azote liquide. Après environ 2 minutes, l'échantillon est suffisamment refroidi pour un broyage cryogénique.

Si le contact avec l'azote liquide doit être évité, les modèles CryoMill ou MM 500 control sont une bonne option. Dans les deux broyeurs, il est également possible d'utiliser des bols de broyage en matériaux autres que l'acier pour le broyage cryogénique.



[Cliquez pour voir la vidéo](#)

Broyeur mixeur MM 400 - Broyage cryogénique*

VIBRO-BROYEUR MM 400

APPLICATIONS EN MÉCANOCHIMIE

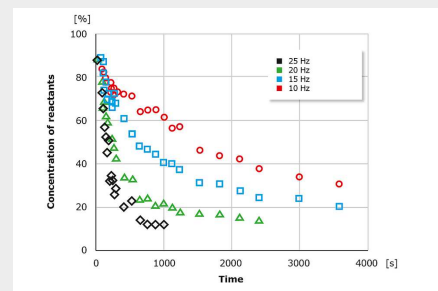
La mécanochemie permet des réactions rapides de substances dans un environnement sans solvants. Dans ce contexte, certaines réactions chimiques nécessitent les forces de frottement d'un broyeur planétaire à billes, tandis que d'autres types de réactions requièrent un apport d'énergie par impact - c'est là que le vibro-broyeur MM 400 entre en jeu.

Pour les applications dans la recherche, on ne dispose souvent que de petites quantités d'échantillons, c'est pourquoi des bols de broyage allant jusqu'à 50 ml, comme ceux disponibles pour le MM 400, sont un avantage. La possibilité de programmer des durées de processus de plusieurs heures est également un aspect important en raison des temps de réaction souvent longs.

Dans la mécanochemie, les vibro-broyeurs offrent un avantage unique par rapport aux broyeurs planétaires à billes : L'utilisation de bols transparents, associée au mouvement horizontal typique des bols, permet d'utiliser la spectroscopie RAMAN in situ. Celle-ci permet d'observer le processus de réaction dans le temps afin de déterminer, par exemple, le moment du processus où le rendement est maximal et d'éviter ainsi de longues durées de processus.

Le MM 400 offre de nombreux avantages pour les applications mécanochemiques :

- | Durée du processus allant jusqu'à 99 h
- | Différentes tailles et matériaux de bols de broyage
- | Les bols de broyage en PMMA transparent permettent la spectroscopie RAMAN in situ
- | Programmation de la fréquence et des temps de pause
- | L'adaptateur pour 4 bols de broyage de 5 ml en acier inoxydable permet jusqu'à 8 réactions simultanées



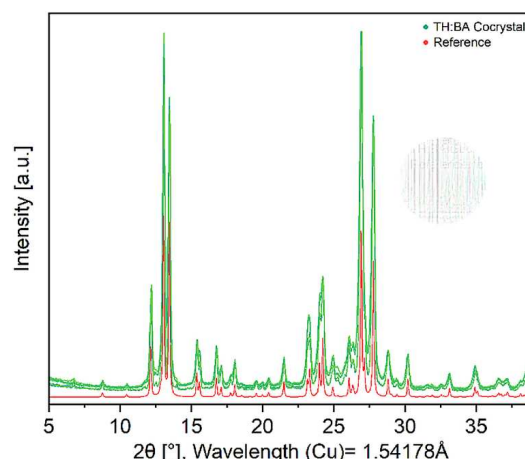
Déroulement temporel de la réaction de Knoevenagel entre la vanilline et l'acide barbiturique dans des conditions mécanochemiques ; utilisation de billes de broyage en oxyde de zirconium de 2x10mm dans un bol de broyage en PMMA de 19 ml à 30 Hz. Evolution de la réaction sur 30 minutes, progrès reconnaissable par le changement de couleur. **Avec l'aimable autorisation du Dr Sven Grätz, Ruhr-University Bochum, Faculty of Chemistry and Biochemistry, AG Prof. Borchardt.**

CRIBLAGE DE CO-CRISTAUX AVEC LE MM 400

Le criblage de co-cristaux peut être effectué efficacement dans des broyeurs vibrants. Dans une étude [9] utilisant le MM 400, des tubes en acier de 2 ml et l'adaptateur PTFE correspondant ont été utilisés pour co-cristalliser la théophylline et le benzamide dans un rapport de 1:1 dans les conditions suivantes :

- | 60 min de broyage
- | Fréquence de 30 Hz
- | Une bille d'acier de 6 mm par tube
- | Quatre essais sans solvant et quatre avec 20 µl d'éthanol

Les diagrammes de diffraction des rayons X sur poudre des huit échantillons obtenus (représentés en vert) correspondent largement au diagramme de référence simulé du co-cristal cible. Tous les signaux observés correspondent au produit souhaité, sans apparition de signaux supplémentaires significatifs, ce qui indique une co-cristallisation réussie et reproductible. Le MM 400 avec des tubes en acier de 2 ml fournit des résultats cohérents, et cette compatibilité s'étend également à la série MM 500, qui peut également accueillir des tubes en acier de 2 ml.



Diagrammes XRD après la formation de cocristaux de théophylline et de benzamide après 60 minutes de broyage dans le MM 400 par rapport à une référence simulée. Résultats présentés par les expériences de Dominik Al-Sabbagh. [2]

LA CHIMIE À L'USINE : RECYCLAGE DU TÉFLON (PTFE) À L'AIDE D'ÉNERGIE MÉCANIQUE

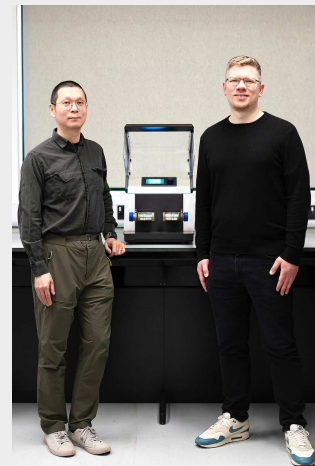
RECYCLAGE MÉCANO-CHIMIQUE DU PTFE (TÉFLON)

Les réactions mécano-chimiques peuvent également être menées avec une efficacité particulière à l'aide du MM 400. Des recherches récentes montrent comment le PTFE (téflon) peut être décomposé dans le MM 400 par une réaction avec le sodium, grâce à l'énergie mécanique. Le mouvement intense des billes de broyage fournit l'énergie nécessaire pour rompre les liaisons carbone-fluor stables, sans apport supplémentaire de chaleur ni de pression. De cette manière, de grandes quantités de matière peuvent être transformées en fluorure de sodium et en carbone – une approche prometteuse pour les futurs processus de recyclage.

Photo de droite : Le Dr Erli Lu et le Dr Dominik Kubicki devant le broyeur MM 400, utilisé pour décomposer les PFA. [4]

Le processus utilisant le MM 400 a été présenté dans la célèbre émission scientifique « Forschung aktuell » sur Deutschlandfunk. Écoutez-la !

Cette émission radio est disponible uniquement en allemand.



FONCTIONNALISATION DE LA BIOMASSE POUR DES APPLICATIONS PHARMACEUTIQUES VIA LA MÉCANOCHIMIE

La mécanochemie transforme la façon dont les biomatériaux fonctionnels sont fabriqués, et la cellulose cationique en est un excellent exemple. À l'aide d'un procédé sans solvant, les fibres de coton sont combinées à une base catalytique et à un additif minimal, puis broyées avec le réactif cationique afin d'activer la réaction à l'aide du broyeur Mixer Mill MM 400. Cette approche à l'état solide élimine l'eau et les solvants en vrac, réduisant considérablement l'utilisation de produits chimiques et les déchets par rapport aux méthodes conventionnelles. Après le broyage, une courte étape de vieillissement complète la réaction, produisant des fibres de cellulose hautement chargées aux performances exceptionnelles. [3]

Conditions de réaction optimales : les fibres de coton ont été broyées dans un récipient en acier inoxydable de 50 ml avec des billes de 3 x 10 mm pendant 5 minutes à 25 Hz, puis de l'EPTMAC a été ajouté et le mélange a été broyé pendant 30 minutes supplémentaires. Le vieillissement ultérieur du mélange réactionnel à 50 °C pendant 24 heures, suivi d'une extraction Soxhlet (48 heures) et d'une lyophilisation, a permis d'isoler un matériau cCF pur.

Pourquoi est-ce intéressant pour l'industrie pharmaceutique ?

Ces fibres cationiques présentent une forte liaison électrostatique avec les virus, ce qui permet d'éliminer efficacement les agents pathogènes de l'eau et des flux de processus, ce qui est essentiel pour la fabrication stérile et les applications d'eau propre. Au-delà de la filtration, ce matériau offre un potentiel dans le domaine de l'administration de médicaments, des surfaces antimicrobiennes et des aides au biotraitement. Le processus atteint des indicateurs de durabilité exceptionnels, conformes aux principes de la chimie verte et aux objectifs de l'industrie. Il permet également un contrôle précis de la densité de charge pour des performances sur mesure. Cette innovation démontre comment la mécanochemie peut fournir des solutions à haute valeur ajoutée et respectueuses de l'environnement pour la production pharmaceutique, en combinant sécurité, efficacité et durabilité dans une approche révolutionnaire.

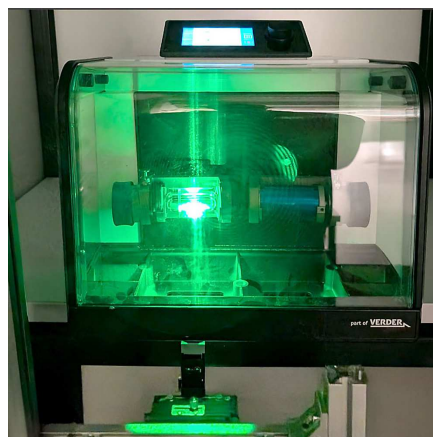
VIBRO-BROYEUR MM 400

SPECTROSCOPIE RAMAN IN SITU+

La spectroscopie Raman in situ est une technique analytique puissante qui permet de surveiller et d'analyser les matériaux dans leur environnement naturel ou de processus. Cette méthode utilise la diffusion Raman, un phénomène dans lequel la lumière interagit avec les vibrations moléculaires, ce qui entraîne des décalages dans la longueur d'onde

de la lumière diffusée. Ces décalages fournissent une empreinte spectrale unique du matériau analysé et donnent un aperçu de sa composition chimique ou de sa structure moléculaire.

L'aspect "*in situ*" se réfère à la capacité d'observer et de mesurer ces propriétés directement pendant un processus en cours. Cela peut inclure l'observation de changements dans le cadre de réactions chimiques, y compris dans ce que l'on appelle la mécanochimie. La mécanochimie implique l'utilisation de processus d'impact, de cisaillement ou de frottement pour induire des changements chimiques dans les solides. Cette approche est de plus en plus populaire, car elle évite le recours aux solvants et offre potentiellement une voie plus écologique et plus efficace sur le plan énergétique pour la synthèse chimique. La spectroscopie Raman fournit des informations précieuses sur le mécanisme de réaction, les changements de phase, la cinétique de réaction ou l'optimisation des conditions de réaction.



Le MM 400 est « Raman-ready » et permet de retirer facilement l'insert de la plaque de fond. La plaque de fond comporte des ouvertures pour la sonde Raman afin d'effectuer des mesures cohérentes au fond des bols de broyage, en plaçant la sonde Raman sous le broyeur et donc sous les bols de broyage, là où l'interaction des particules est la plus intense, ce qui garantit des données précises. Grâce à leur transparence et à leur résistance chimique, les bols de broyage en PMMA de Retsch permettent d'obtenir des données spectrales sans contamination. Les formes extérieures planes des bols permettent d'améliorer encore les données. Ces adaptations de la conception optimisent le flux de travail expérimental. Il est donc possible de réaliser la spectroscopie Raman *in situ* avec plus de facilité et de précision, ce qui offre de nouvelles possibilités pour une analyse approfondie des matériaux.

POUR DES PROCESS DE BROyage Surs ET EFFICACES

ACCESSOIRES POUR LE VIBROBROYEUR MM 400



BOLS DE BROYAGE EN 7 MATÉRIAUX DIFFÉRENTS

Le volume nominal des bols de broyage à couvercle vissé varie de 1,5 ml à 50 ml ; les matériaux disponibles comprennent l'acier trempé, l'acier inoxydable, l'agate, le carbure de tungstène, l'oxyde de zirconium et le PTFE, ce qui garantit une préparation des échantillons sans contamination.

Les bols de broyage transparents en PMMA sont nécessaires pour la spectroscopie RAMAN in situ, mais permettent également des applications pour les réactions photochimiques. De plus, ils sont résistants aux produits chimiques les plus divers. Les bols de broyage peuvent également être utilisés dans le modèle précédent du MM 400 ; inversement, les anciens modèles de bols de broyage



TUBES DE 2 ML POUR BROYAGE CRYOGÉNIQUE

De petits tubes en acier de 2 ml sont utilisés pour les applications cryogéniques. Jusqu'à 20 de ces tubes peuvent être fixés dans le MM 400 à l'aide d'un adaptateur. L'avantage : ils résistent aux basses températures et aux contraintes mécaniques et ne se cassent pas comme les récipients jetables. Idéal pour les plus petites quantités d'échantillons dans le domaine cryogénique.



ADAPTATEURS POUR FLAcons A USAGE UNIQUE

Des adaptateurs pour flacons à usage unique de 0,5 / 1,5 / 2 / 5 ml peuvent être utilisés dans le MM 400. Pour des quantités d'échantillons plus importantes, par exemple pour l'extraction de protéines, des adaptateurs pour des tubes de centrifugation coniques de 50 ml ou des flacons à large ouverture de 30 ml sont disponibles.



ADAPTATEUR POUR UN DÉBIT D'ÉCHANTILLONS PLUS ÉLEVÉ

Un adaptateur est disponible pour le MM 400, qui peut accueillir quatre bols de broyage en acier de 5 ml. Il est ainsi possible de broyer simultanément 8 échantillons au maximum. Ce débit élevé présente un avantage, entre autres, pour les applications mécano-chimiques.

s'adaptent également
au modèle actuel du
MM 400.

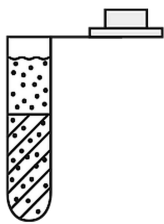
RÉCIPIENTS DE RÉACTION, FLACONS ET TUBES POUR LE MM 400

1,5 ou 2 ml

Safe-lock

Réipients à réaction

2 x 10 réipients au maximum



- | Décomposition cellulaire pour ADN/ARN protéines/métabolites
- | Broyage cryogénique d'échantillons mous (tissus, plantes, pellets de cellules, insectes)
- | Broyage sec ou humide d'échantillons mous (tissus, insectes)

5 ml

Safe-lock

Réipients à réaction

2 x 5 réipients au maximum



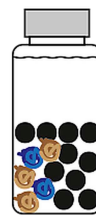
- | Décomposition cellulaire pour ADN/ARN protéines/métabolites
- | Broyage cryogénique d'échantillons mous (tissus, plantes, pellets de cellules, insectes)
- | Broyage sec ou humide d'échantillons mous (tissus, insectes)

30 ml

Flacons à col large

(à usage unique)

2 x 4 flacons au maximum



- | Décomposition cellulaire pour ADN/ARN protéines/métabolites
- | Broyage sec ou humide d'échantillons mous (tissus, insectes)
- | Broyage à sec d'échantillons durs (sable de quartz)

50 ml

Tubes à centrifuger coniques

(à usage unique)

2 x 4 tubes au maximum



- | Décomposition cellulaire pour ADN/ARN protéines/métabolites
- | Broyage sec ou humide d'échantillons mous (tissus, insectes)
- | Extraction de pesticides des aliments/plantes (QuEChERS)
- | Mélange de poudre et de cire pour la production de pellets pour l'XRF

VIBRO-BROYEUR MM 400

REMPLISSAGES RECOMMANDÉS DES BOLS DE BROYAGE

Pour obtenir des résultats de broyage optimaux, la taille des bols doit être adaptée à la quantité d'échantillon. Dans le meilleur des cas, les billes de broyage sont trois fois plus grandes que le plus gros échantillon. Conformément à cette règle générale, le nombre de billes de broyage pour chaque taille de bille et chaque volume de bol est indiqué dans le tableau ci-dessous. Par exemple, pour pulvériser 20 ml d'un échantillon composé de particules de 8 mm, il est recommandé d'utiliser un récipient de 50 ml et des billes de broyage d'une taille de 25 mm ou plus. Selon le tableau, une bille de broyage est nécessaire. En revanche, 20 ml de particules de 5 mm au maximum pourraient être bien homogénéisés avec quatre billes de broyage de 15 mm.

Bol de broyage volume nominal	Quantité d'échantillon	Taille d'alimentation maximale	Remplissages de billes recommandés (en unités)						
			Ø 5 mm	Ø 7 mm	Ø 10 mm	Ø 12 mm	Ø 15 mm	Ø 20 mm	Ø 25 mm
1.5 ml	0.2 – 0.5 ml	1 mm	1 – 2	-	-	-	-	-	-
5 ml	0.5 – 2 ml	2 mm	-	1 – 2	-	-	-	-	-
10 ml	2 – 4 ml	4 mm	-	5 – 7	1 – 2	1 – 2	-	-	-
25 ml	4 – 10 ml	6 mm	-	-	5 – 6	2 – 4	1 – 2	-	-
35 ml	6 – 15 ml	6 mm	-	-	6 – 9	4 – 6	2 – 3	1	-
50 ml	8 – 20 ml	8 mm	-	-	12 – 14	6 – 8	3 – 4	1	1

Le tableau montre les remplissages de billes recommandés (en unités) de différentes tailles de billes par rapport au volume du bol de broyage, à la quantité d'échantillon et à la taille maximale d'alimentation.

VIBRO-BROYEUR MM 400

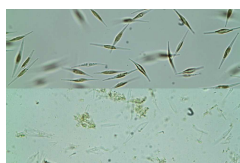
MATÉRIAUX TYPIQUES D'ÉCHANTILLONS

Les broyeurs mixeurs RETSCH sont de véritables instruments polyvalents. Ils homogénéisent, par exemple : alliages, aliments pour animaux, os, céramiques, céréales, produits chimiques, charbon, coke, médicaments, déchets électroniques, verres, céréales, cheveux, minéraux, graines oléagineuses, minerais, papier, matières végétales, plastiques, boues d'épuration, sols, paille, comprimés, textiles, tissus, tabac, déchets, bois, laine, etc...



FIBREUX : CHEVEUX

Échantillon de 30 ml
Bol de broyage de 50 ml en acier inoxydable
1 x billes de broyage de 25 mm en acier inoxydable
2 min à 30 Hz



DÉCOMPOSITION CELLULAIRE : MICROALGUES

Suspension cellulaire de 30 ml
8 tubes coniques centrifuges de 50 ml (adaptateur)
avec 25 ml de billes de verre chacun ; 0,5-0,75 mm
30 s à 30 Hz



ÉLASTIQUE- LIQUIDE: CAPSULES AVEC LIQUIDE

Echantillon de 15 ml
Bol de broyage de 50 ml en acier inoxydable
1 x billes de broyage de 25 mm en acier inoxydable
Préfragilisation en LN₂ pendant 3 min
4 x 2 min à 30 Hz
avec refroidissement intermédiaire



MI-DUR/FIBREUX : SOLS

Échantillon de 20 ml
Bol de broyage de 50 ml en acier inoxydable
1 x billes de broyage de 25 mm en acier inoxydable
1 min à 30 Hz



[Cliquez pour voir la vidéo](#)

PERSIL



**TENACE-
FIBREUX : BOIS**

Échantillon de 5
ml
Bol de broyage de
10 ml en oxyde de
zirconium
2 x billes de
broyage de 12 mm
en oxyde de
zirconium
3 min à 30 Hz



**ÉLASTIQUE-
RÉSISTANT:
PELLETS EN
POLYURÉTHANE**

Échantillon de 20
ml
Bol de broyage de
50 ml en acier
inoxydable
1 x billes de
broyage de 25
mm en acier
inoxydable
Préfragilisation
avec LN₂ pendant
3 min
4 x 2 min à 30 Hz
avec
refroidissement
intermédiaire



**FIBREUX :
CANNABIS**

Échantillon de 3 g
Bol de broyage de
50 ml en acier
inoxydable
1 x billes de
broyage de 25
mm en acier
inoxydable
Préfragilisation en
LN₂ pendant 2
min
90 s à 30 Hz



**DUR-FRIABLE :
BÉTON**

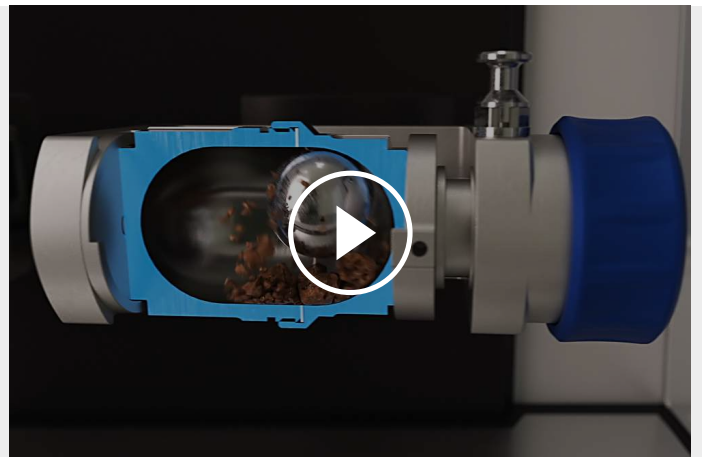
Échantillon de 10
ml
Bol de broyage de
25 ml en oxyde de
zirconium
2 billes de
broyage de 15 mm
en oxyde de
zirconium
2 min à 30 Hz

VIBRO-BROYEUR MM 400

PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

Les bols de broyage du MM 400 effectuent des oscillations radiales en position horizontale. L'inertie des billes de broyage fait qu'elles frappent avec une énergie élevée le matériau de l'échantillon aux extrémités arrondies des bols de broyage et le pulvérisent. De plus, le mouvement des bols de broyage combiné au mouvement des billes entraîne un mélange intensif de l'échantillon.

Le degré de mélange peut être augmenté encore davantage en utilisant plusieurs petites billes. Si plusieurs petites billes sont utilisées (par exemple des billes de verre), les cellules biologiques peuvent être perturbées. Les effets de frottement importants entre les billes assurent une perturbation efficace des cellules.



[Cliquez pour voir la vidéo](#)

VIBRO-BROYEUR MM 400

CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES

Applications	broyage, mélange, homogénéisation, désintégration cellulaire, broyage cryogénique, mécanochimie
Champ d'application	agriculture, alimentation, biologie, chimie / plastique, environnement / recyclage, géologie / métallurgie, ingénierie / électronique, matériaux de construction, médecine / produits pharmaceutiques, verre / céramique
Matière chargée	dur, mi-dur, tendre, cassant, élastique, fibreux
Principe de broyage	impact, friction
Granulométrie initiale Max*	<= 8 mm
Finesse finale*	~ 5 µm
Charge / quantité alimentée*	max. 2 x 20 ml
Nb de stations de broyage	2
Fréquence de vibration	3 - 30 Hz (180 - 1800 min-1)
Durée moyenne de broyage	30 s - 2 min
Temps de broyage Max	99 h
Broyage à sec	oui
Broyage à l'état humide	oui
Broyage cryogénique	oui
Désintégration de cellules avec tubes à réaction	oui, jusqu'à 20 x 2,0 ml
Dispositif de serrage avec autocentrage	oui
Type de bols de broyage	couvercle à vis
Matériau des outils de broyage	acier trempé, acier inoxydable, carbure de tungstène, agate, oxyde de zirconium, PTFE, PMMA
Tailles des bols de broyage	1.5 ml / 5 ml / 10 ml / 25 ml / 35 ml / 50ml
Réglage de la durée de broyage	numérique, 10 s - 8 h
Programmes mémorisables (SOP)	12
Programmes de cycles mémorisables	6
Donnée d'alimentation électrique	100-240 V, 50/60 Hz
Connexion d'alimentation	monophasé
Indice de protection	IP 30
Puissance consommée	165W

I x H x P fermé	385 x 350 x 470 mm
Poids net	~ 27,5 kg
Normes	CE

*dépend de l'échantillon et de la configuration/des réglages de l'appareil

RÉFÉRENCES

[1] Schéma des réactions et réalisation des expériences : Claudia Weidenthaler, chef du groupe de recherche sur la catalyse hétérogène, la diffraction des poudres et la spectroscopie de surface, Max-Planck Institut für Kohlenforschung, Mülheim an der Ruhr.

[2] Reaction scheme and performance of the experiments: Dominik Al-Sabbagh, Chemistry Laboratory Technician, Division 6.3 – Structure Analysis, Federal Institute for Materials Research and Testing (BAM), Berlin.

[3] Tatsiana Nikonovich, Yao Yu, Mikko Korkiakoski, Chengji Yang, Iris Seitz, Daniel Langerreiter, Mauri A. Kostiainen, Eduardo Anaya-Plaza, and Sandra Kaabel; Solid-State Synthesis of Cationic Cellulose Fibers from Low-Processed Cotton for Efficient Virus Capture; ACS Sustainable Chemistry & Engineering 2025 13 (42), DOI: 10.1021/acssuschemeng.5c07884

[4] With permission of Dr Erli Lu, Associate Professor in Mechanochemistry & Sustainable Synthesis School of Chemistry, University of Birmingham

www.retsch.com/mm400

N° ARTICLE

VIBRO-BROYEUR MM 400

**Vibro-broyeur MM 400 avec fixation rapide
(bols et billes à commander séparément)**

20.715.0001



MM 400

100–240 V, 50/60 Hz

BOLS MM 400, AVEC COUVERCLE À VIS

ACIER DUR

01.462.0237



25 ml

ACIER INOX

01.462.0230



1,5 ml

01.462.0231



5 ml

01.462.0290

5 ml (à utiliser avec l'adaptateur 02.706.0351)

01.462.0236



10 ml

01.462.0213



25 ml

01.462.0214



35 ml

01.462.0216



50 ml

CARBURE DE TUNGSTÈNE

01.462.0235



10 ml

01.462.0217



25 ml

AGATE

01.462.0232



5 ml

01.462.0233



10 ml

OXYDE DE ZIRCONIUM

01.462.0234



10 ml

01.462.0201



25 ml

01.462.0215



35 ml

PTFE

01.462.0238



25 ml

01.462.0244



35 ml

22.041.0004



Béchers de mélange en polystyrène, 56 ml, 100 pcs

PMMA, DES BOLS TRANSPARENTS POUR LES MÉCANOSYNTHÈSES

01.462.0539



10 ml, 10 pièces

02.462.0539



10 ml, 2 pièces

ACCESSOIRES POUR L'AÉRATION ET L'AUGMENTATION DE LA PRESSION

01.462.0548

Ensemble de bols comprenant un bol d'aération en acier inoxydable de 28 ml, un

filtre de 10 µm, des joints et des raccords 2 x 1/8" pour un tuyau de 3 mm de diamètre et 0,65 mm d'épaisseur (tuyau de 2 x 3 m inclus)

22.050.0005 Kit de conversion comprenant 2 connecteurs pour les tuyaux sur le bras de broyage, plaque inférieure pour faire sortir les tuyaux du boîtier, contrepoids

ACCESSOIRES POUR BOLS DE BROyage MM 400

22.486.0005		Aide à l'ouverture pour bols à broyer, 2 pcs
02.706.0351		Adaptateur pour l'utilisation de 2/4 bols de broyage de 5 ml (01.462.0550)
22.085.0007		Joint pour bol de broyage 1,5 ml, 10 pcs
22.085.0008		Joint pour bol 5 ml, 10 pcs (pour bol 01.462.0231)
22.111.0001		Joint pour bol 5 ml, 10 pcs (pour bol 01.462.0550)
22.085.0009		Joint pour bol 10 ml, 10 pcs
22.085.0006		Joint pour bol 25 ml en acier trempé et acier inoxydable, 10 pcs
22.085.0003		Joint pour bol 25 ml en oxyde de zirconium et carbure de tungstène, 10 pcs
22.085.0005		Joint pour bol 35 ml en acier inoxydable, 10 pcs
22.085.0004		Joint pour bol 35 ml en oxyde de zirconium, 10 pcs
22.085.0002		Joint pour bol 50 ml en acier inoxydable, 10 pcs

ACCESSOIRES POUR LE MÉLANGE ET LA DÉSINTÉGRATION DES CELLULES MM 400

22.001.0020 Adaptateur pour 4 tubes coniques centrifuges (par ex. Tubes Falcon), 2 pièces, incl. 20 tubes

05.026.0001



Tubes centrifuges coniques, 50 ml, 20 pièces

22.001.0021



Adaptateur pour 4 flacons à col large, 2 pièces, incl. 12 flacons à col large, 30 ml

ACCESSOIRES MM 400 POUR BROyage AVEC AZOTE LIQUIDE

22.354.0001



Kit cryogénique pour refroidissement des bols de broyage avec Azote liquide (incl. 2 contenants isothermes (1 et 4 litres), 2 paires de pinces à bol, 1 paire de lunettes de sécurité)

ACCESSOIRES MM 400

99.200.0043

Documentation QI/QO pour MM 400

ACCESSOIRES POUR LA DÉSINTÉGRATION DE CELLULES ET DE TISSUS

22.008.0010



Adaptateur pour 5 tubes à réaction 5.0 ml, en PTFE

22.008.0014

Adaptateur pour 10 tubes à réaction de 1,5 et 2,0 ml, en PTFE ou en acier inoxydable

22.008.0005



Adaptateur pour 5 flacons à réaction de 1,5 et 2,0 ml, en PTFE ou en acier inoxydable

22.008.0006



Adaptateur en PTFE pour 10 tubes de réaction 0,2 ml

22.749.0006

Tubes à réaction Safe-Lock 5.0 ml, 200 pcs.

22.749.0001



Tubes à réaction Safe-Lock 2,0 ml, 1000 pièces

22.749.0002



Tubes à réaction Safe-Lock 1,5 ml, 1000 pièces

22.749.0004



Tubes à réaction Safe-Lock 0,2 ml, 1000 pièces

22.749.0008



Reaction vials made of stainless steel 316L, 2.0 ml, 10 pcs.
(for use with adapter 22.008.0014)

BILLES DE BROYAGE

ACIER DUR

05.368.0029  5 mm Ø

05.368.0030  7 mm Ø

05.368.0059  10 mm Ø

05.368.0032  12 mm Ø

05.368.0108  15 mm Ø

ACIER INOX

22.455.0010  2 mm Ø, 500 g (approx. 110 ml)

22.455.0011  3 mm Ø, 500 g (approx. 120 ml)

22.455.0002  3 mm Ø, 200 pièces (approx. 6 ml)

22.455.0001  4 mm Ø, 200 pièces (approx. 14 ml)

22.455.0003  5 mm Ø, 200 pièces (approx. 25 ml)

05.368.0034  5 mm Ø

05.368.0035  7 mm Ø

05.368.0063  10 mm Ø

05.368.0037 12 mm Ø



05.368.0109 15 mm Ø



05.368.0062 20 mm Ø



05.368.0105 25 mm Ø



CARBURE DE TUNGSTÈNE

22.455.0006 3 mm Ø, 200 pièces (approx. 6 ml)



22.455.0005 4 mm Ø, 200 pièces (approx. 14 ml)



22.455.0004 5 mm Ø, 200 pièces (approx. 25 ml)



05.368.0038 5 mm Ø



05.368.0039 7 mm Ø



05.368.0071 10 mm Ø



05.368.0041 12 mm Ø



05.368.0110 15 mm Ø



AGATE

05.368.0024 5 mm Ø



05.368.0025 7 mm Ø



05.368.0067 10 mm Ø



05.368.0027 12 mm Ø



OXYDE DE ZIRCONIUM

05.368.0089 2 mm Ø, 0,5 kg (env. 135 ml)



05.368.0090 3 mm Ø, 0,5 kg (env. 140 ml)



22.455.0007 3 mm Ø, 200 pièces (approx. 6 ml)



22.455.0009 5 mm Ø, 200 pièces (approx. 25 ml)



05.368.0146 7 mm Ø

05.368.0094 10 mm Ø



05.368.0096 12 mm Ø



05.368.0113 15 mm Ø



05.368.0093 20 mm Ø



05.368.0106 25 mm Ø



PTFE AVEC NOYAU ACIER

05.368.0045 10 mm Ø



05.368.0046 12 mm Ø



05.368.0114 15 mm Ø



05.368.0047 20 mm Ø



POLYAMIDE POUR FLACON DE MÉLANGE

05.368.0042 5 mm Ø



05.368.0043 7 mm Ø



05.368.0044 9 mm Ø



05.368.0003 12 mm Ø



BILLES DE VERRE

22.222.0001 0.10 – 0.25 mm Ø, 500 g (approx. 320 ml)



22.222.0002 0.25 – 0.50 mm Ø, 500 g (approx. 320 ml)



22.222.0003 0.50 – 0.75 mm Ø, 500 g (approx. 320 ml)



22.222.0004 0.75 – 1.00 mm Ø, 500 g (approx. 320 ml)



22.222.0005 1.00 – 1.50 mm Ø, 500 g (approx. 320 ml)

