



Le nouveau
Vibro-Broyeur
MM 500

BROYAGE | TAMISAGE | ASSISTANCE

CATALOGUE GÉNÉRAL



Broyage

[Guide de sélection](#) **10**

[Concasseurs à mâchoires](#) **12**

BB 50, BB 100, BB 200, BB 300,
BB 250, BB 400, BB 500, BB 600

[Broyeurs à rotor](#) **20**

ZM 200, SR 300, SK 300, TWISTER

[Broyeurs-mixeurs à couteaux](#) **30**

GRINDOMIX GM 200, GM 300

[Broyeurs à couteaux](#) **34**

SM 100, SM 200, SM 300, SM 400

[Broyeur à mortier/Broyeurs à disque](#) **40**

RM 200, DM 200, DM 400, RS 200, RS 300

[Broyeurs à billes](#) **48**

XRD-Mill McCrone, CryoMill, MM 200,
MM 400, MM 500, Emax, PM 100, PM 100 CM,
PM 200, PM 400, PM 400 MA, TM 300

[Retsch App](#) **66**

[Applications types](#) **68**

[Points essentiels sur le broyage](#) **82**

Préparation reproductible d'échantillons pour une grande fiabilité des résultats d'analyse

Une analyse fiable et précise peut seulement être garantie par une préparation reproductible d'échantillons. «L'art du broyage et de l'homogénéisation» fait d'un échantillon de laboratoire un échantillon représentatif, homogène à la finesse d'analyse. Pour ces tâches, RETSCH propose une gamme complète de broyeurs et de concasseurs très modernes pour un broyage grossier, fin ou très fin pour la plupart des matériaux. Le choix d'outils et d'accessoires de broyage assure à la fois la non-contamination des préparations d'une large gamme de matériaux, mais aussi l'adaptation à différentes exigences en fonction des applications : matériaux de construction, métallurgie, aliments, produits pharmaceutiques ou environnement.

Pour trouver le broyeur le mieux adapté à une application spécifique, les points suivants doivent être considérés à l'avance :

- Qualité/caractéristiques de l'échantillon (par ex. : sec, dur, abrasif, fibreux, cassant, mou, thermosensible, etc.)
- Granulométrie initiale
- Finesse finale nécessaire
- Volume de l'échantillon
- Débit de l'échantillon
- Analyses ultérieures (quel type de contamination par abrasion des outils de broyage est-il acceptable ?)
- L'échantillon doit-il être séché ou fragilisé avant broyage ?

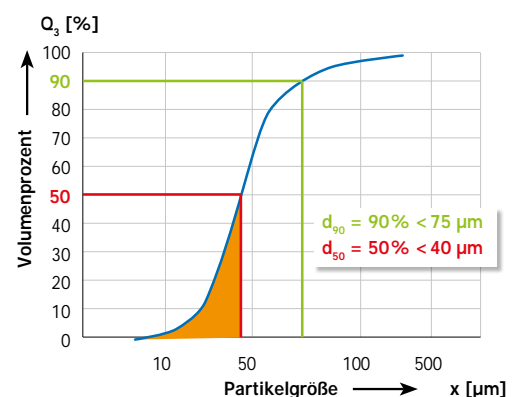


En fonction de la qualité du matériau, différents principes de réduction des matériaux sont appliqués afin d'obtenir la finesse nécessaire. Les matériaux durs ou cassants, par exemple, sont mieux fragmentés par impact et frottement dans un broyeur planétaire à billes. Cependant, dans le cas des matériaux mous ou élastiques, la méthode de broyage avec un broyeur à couteaux est la plus adaptée.

Il n'est pas toujours possible d'obtenir la finesse d'analyse requise en une seule étape lorsque les particules sont importantes. Dans certains cas, il est possible de réaliser un broyage grossier ou fin dans le même broyeur, en utilisant différents paramètres ; dans d'autres cas, il faudra prévoir deux broyeurs ou concasseurs.

Une règle empirique, essentielle pour le broyage, est de broyer l'échantillon aussi fin que nécessaire et non aussi fin que possible.

Distribution cumulée de matières en vrac





i Les finesse indiquées dans le présent catalogue font référence à la valeur d_{90} : 90 % de l'échantillon contient des particules inférieures ou égales à cette valeur. Le schéma ci-dessus montre que l'échantillon contient également des particules considérablement plus petites. De manière générale, la taille de broyage réalisable dépend des caractéristiques de l'échantillon et de la configuration des instruments, ce qui signifie que l'on peut obtenir des résultats différents avec des échantillons apparemment similaires.

Guide de sélection pour broyeurs

Le guide de sélection suivant offre un aperçu des domaines d'application des broyeurs et des concasseurs RETSCH. La sélection d'un broyeur adapté dépend des besoins de chaque application. Ce tableau est fourni à titre indicatif, pour une première orientation.

Veillez nous contacter afin de trouver les solutions les mieux adaptées à votre application !

-  convient
-  convient sous réserve
- ne convient pas

Concasseurs à mâchoires Modèles Gran. initiale* Finesse finale*
approximative approximative

Concasseur à mâchoires	Modèle	Gran. initiale*	Finesse finale*
Concasseur à mâchoires	BB 50	40 mm	500 µm
Concasseur à mâchoires	BB 100 / 200 / 300	50 / 90 / 130 mm	4 / 2 / 5 mm
Concasseur à mâchoires	BB 250	120x90 mm	2 mm
Concasseur à mâchoires	BB 400	220x90 mm	2 mm
Concasseur à mâchoires	BB 500	110 mm	500 µm
Concasseur à mâchoires	BB 600	350x170 mm	6 mm

Broyeurs à rotor

Broyeur ultra-centrifuge	ZM 200	10 mm	40 µm
Broyeur à percussion	SR 300	25 mm	50 µm
Broyeur à fléaux	SK 300	25 mm	100 µm
Broyeur à cyclone	TWISTER	10 mm	250 µm

Broyeurs-mixeurs à couteaux

Broyeur-mixeur à couteaux	GRINDOMIX GM 200	40 mm	300 µm
Broyeur-mixeur à couteaux	GRINDOMIX GM 300	130 mm	300 µm

Broyeurs à couteaux

Broyeur à couteaux	SM 100	80x60 mm	250 µm
Broyeur à couteaux	SM 200 / 300	80x60 mm	250 µm
Broyeur à couteaux	SM 400	170x220 mm	1 mm
































Broyeurs à mortier/Broyeurs à disque










































Broyeur à mortier	RM 200	8 mm	10 µm
Broyeur à disques	DM 200 / 400	20 mm	100 / 50 µm
Vibro-broyeur à disques	RS 200	15 mm	20 µm
Vibro-broyeur à disques	RS 300	20 mm	20 µm






Broyeurs à billes








Broyeur XRD	McCrone	500 µm	1 µm
Vibro-broyeur	CryoMill	8 mm	5 µm
Vibro-broyeur	MM 200	6 mm	10 µm
Vibro-broyeur	MM 400	8 mm	5 µm
Vibro-broyeur	MM 500	10 mm	100 nm
Broyeur à billes Haute Énergie	Emax	5 mm	80 nm
Broyeur planétaire à billes	PM 100 / 100 CM / 200 / 400	10 / 10 / 4 / 10 mm	100 nm
Broyeur à tambour	TM 300	20 mm	20 µm








































Applications														
Matériaux de construction	Sols, boues d'épuration	Produits chimiques	Déchets électroniques	Aliments pour animaux	Verre, céramique	Bois, os, papier	Charbon, coke	Plastiques, câbles, caoutchouc	Aliments	Cuir, textiles	Minéraux, minerais, roches	Produits pharmaceutiques	Plantes, foin, paille	Combustibles secondaires

































































































			-	-				-	-	-		-	-	-
			-	-		-		-	-	-		-	-	-
			-	-		-		-	-	-		-	-	-
			-	-		-		-	-	-		-	-	-
			-	-		-		-	-	-		-	-	-

					-									
			-		-									-
					-		-	-					-	
-	-	-	-		-	-	-	-		-	-			-

-	-		-		-	-	-	-		-	-			-
-	-		-		-	-	-	-		-	-			-

-	-				-						-			
-	-				-						-			
-	-				-						-			

			-	-				-		-				-
						-		-	-	-		-	-	-
							-	-	-	-				
			-				-	-	-	-				

			-	-		-		-	-	-				-
														
														
														
														
							-							
							-							

i Remarque : la granulométrie obtenue dépend du matériau de l'échantillon et de la configuration des instruments, ce qui signifie que différents résultats peuvent être obtenus à partir d'échantillons apparemment similaires.

Concasseurs à mâchoires – La puissance dans le Laboratoire

Pour le pré-broyage et le broyage grossier des matériaux moyennement durs, durs, cassants et coriaces, RETSCH propose une gamme complète de concasseurs à mâchoires, couvrant une large gamme de tailles d'alimentation.

BB 50 – Modèle de paillasse puissant et compact

Le BB 50 est le plus petit modèle de la série de concasseurs à mâchoires RETSCH, conçu spécialement pour un concassage de plus petits volumes d'échantillons, avec une taille initiale maximum de 40 mm. Dans de nombreux cas, une finesse finale de 500 microns, déterminée par l'affichage numérique de la largeur de fente, est obtenue en une fois. Le BB 50 est doté d'un réglage du point zéro pour la compensation de l'usure et d'une reproductibilité maximum. Par sa taille compacte et son boîtier étanche aux poussières, ce concasseur à mâchoires unique convient à tous les laboratoires.

La vitesse variable peut être réglée numériquement de 550 à 950 min⁻¹ pour adapter le processus de broyage aux besoins de l'échantillon. L'inversion du sens de rotation est utilisée en cas de blocage résultant d'une charge de matière trop importante. Grâce à son convertisseur de fréquence, le moteur a une puissance suffisante, dès le démarrage, pour atteindre rapidement la vitesse maximale. Un système d'absorption de chocs mécaniques et un dispositif électronique innovant protègent le concasseur à mâchoires contre toute surtension. Grâce à la lubrification permanente des roulements et à sa conception robuste, le BB 50 est étanche à la poussière et pratiquement sans entretien.



Concasseurs à mâchoires
BB 50

Avantages

- Finesse finale élevée ($d_{90} < 500 \mu\text{m}$)*
- Modèle de paillasse compact
- Vitesse variable, de 550 à 950 tr/min⁻¹
- Mâchoires de broyage en 5 matériaux différents
- Lubrification permanente et signalisation de l'usure
- Possibilité d'inverser le sens de rotation

*dépend de la matière chargée et de la configuration de l'instrument

Supériorité en détails



Retrait facile du bras de broyage, sans outils



Réglage numérique de la vitesse et affichage de la largeur de fente



Grand collecteur (3 litres), avec couvercle en option

BB 100, BB 200, BB 300 – Modèles au sol polyvalents et robustes

Les concasseurs BB 100, BB 200 et BB 300 se distinguent par leur construction robuste, leur manipulation et leur nettoyage simples. Pour de petites quantités d'échantillons, les concasseurs à mâchoires peuvent être utilisés avec des lots ; pour de plus grandes quantités, ils peuvent être utilisés en continu. Grâce à des caractéristiques techniques et de sécurité convaincantes, ces modèles sont parfaitement adaptés à la préparation d'échantillons dans les laboratoires et les installations industrielles, même dans des conditions difficiles. Les mâchoires sont disponibles en différents matériaux, dont une version sans métaux lourds.

La sécurité des concasseurs à mâchoires est une priorité absolue pour RETSCH. Il n'y a pas d'accès manuel à la trémie d'alimentation, dotée d'une protection anti-projections. Un interrupteur de sécurité et le frein-moteur assurent un arrêt immédiat en cas d'ouverture ou de mise en marche incorrecte du broyeur. Pour faciliter le nettoyage de la chambre de broyage, la trémie relevable peut être retirée en quelques étapes simples. Les concasseurs à mâchoires fonctionnent en douceur et silencieusement et sont quasiment exempts d'entretien.

Les modèles BB 100, BB 200 et BB 300 peuvent être raccordés à un aspirateur industriel pour limiter la formation de poussière.



Concasseurs à mâchoires
BB 300



Avantages

- Granulométrie initiale jusqu'à 130 mm (BB 300)
- Finesse finale élevée ($d_{90} < 2 \text{ mm}$)*
- Réglage du point zéro pour la compensation de l'usure
- Broyage par lots ou en continu
- Mâchoires de broyage en 4 matériaux différents

*dépend de la matière chargée et de la configuration de l'instrument

BB 250 et BB 400 – Sûr et pratique

Pour de petites quantités d'échantillons, les BB 250 et BB 400 sont utilisés pour les lots ; pour de plus grandes quantités, ils peuvent être utilisés en continu. Grâce au concept modulaire du corps et du bâti, ces concasseurs à mâchoires sont adaptés à un large éventail d'applications.

Une porte avant donne un accès direct à la chambre de broyage pour un nettoyage facile. La trémie d'alimentation avec protection anti-éclaboussures peut être enlevée rapidement et facilement. Les deux modèles sont équipés d'un raccord pour l'aspiration des poussières et sont protégés contre les surcharges mécaniques.

La chambre de broyage est disponible dans une grande variété de matériaux pour assurer une préparation neutre à l'analyse des échantillons. Leurs caractéristiques techniques et de sécurité font de ces modèles des concasseurs parfaitement adaptés à la préparation d'échantillons en laboratoire et en production à petite échelle.

Avantages

- La porte avant permet un nettoyage facile de la chambre de broyage
- Réglage continu de la largeur de fente
- Large gamme de matériaux pour un broyage sans contamination
- En option, récipient collecteur avec sortie pour un fonctionnement continu



Concasseurs à mâchoires BB 250



Concasseurs à mâchoires BB 400

BB 500 – Broyage fin en un seul passage

Le BB 500 est un concasseur à alimentation forcée robuste et puissant caractérisé par son excellent rapport de concassage. Grâce à la conception de la chambre de broyage à forte pente et à la cinématique de broyage très efficace, il est possible de traiter des échantillons d'une taille d'alimentation allant jusqu'à 110 mm avec une finesse finale de 90 % < 0,5 mm en une seule opération de travail.

Le matériau alimenté passe par la trémie sans rebond et entre dans la chambre de broyage. La réduction de la taille a lieu dans la zone en forme de coin entre le bras de broyage fixe et un bras oscillant à haute fréquence (780 min⁻¹). Ce mouvement assure une largeur de fente constante dans le cycle de course afin que l'échantillon soit broyé jusqu'à la finesse réglée en une seule étape de travail. Deux volants massifs transmettent des forces d'impulsions élevées aux mâchoires de broyage. Sa conception innovante permet un double usage par rotation et donc une durée de vie prolongée.

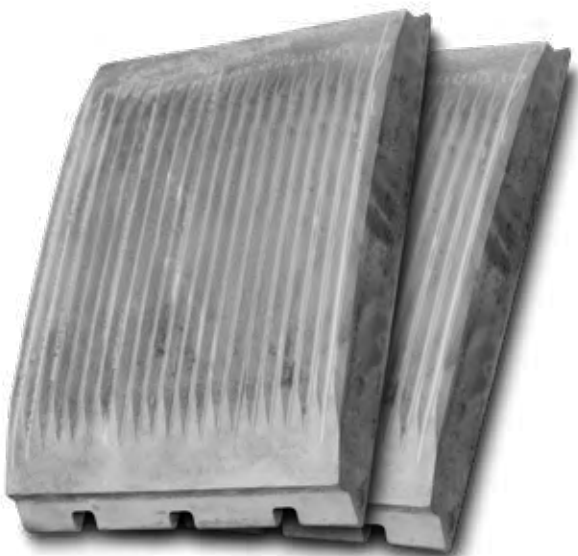
Dès que l'échantillon est plus petit que la largeur de la fente de sortie, il tombe dans un collecteur amovible. Le réglage continu de la largeur de fente avec échelle graduée assure une réduction optimale de la taille en fonction de la largeur de fente réglée.

110 mm
▽
500 µm*



Ratio de broyage élevé

Concasseurs à mâchoires BB 500



Mâchoires BB 500

Avantages

- Ratio de broyage élevé 50:1
- Large gamme de matériaux pour un broyage sans contamination
- Nettoyage facile de la chambre de broyage
- Convient pour l'intégration dans des installations automatiques
- Version spéciale pour le broyage de matériaux semi-conducteurs

BB 600 – Pour un débit élevé d'échantillons


Grâce à sa faible hauteur de 1 mètre, le BB 600 est parfaitement adapté à un fonctionnement continu dans les installations automatiques et les stations d'échantillonnage. Grâce à la conception compacte du BB 600, il peut remplacer un concasseur à mâchoires dans les installations existantes.

Ce modèle atteint un débit allant jusqu'à 3500 kg par heure. La possibilité de connecter un système d'aspiration de poussière réduit au minimum le développement de poussière pendant le broyage. D'autres caractéristiques telles que la protection contre les surcharges et une trémie d'alimentation avec protection anti-éclaboussures rendent le travail avec le BB 600 pratique et sûr.

Avantages

- Débit élevé jusqu'à 3500 kg/h
- Réglage de la largeur de la fente
- Protection contre les surcharges
- Taille des mâchoires 600 mm de haut / 400 mm de large
- Trémie d'alimentation sans rebond
- Connecteur pour aspiration des poussières
- Convient pour l'intégration dans des installations automatiques



 Idéal pour les applications en ligne

350x170
6 mm*



Concasseurs à mâchoires BB 600

Accessoires pour tous les concasseurs à mâchoires

Mâchoires de broyage conçues en six matériaux différents, afin de s'adapter aux différentes propriétés des échantillons (par ex. leur dureté) ou à un broyage sans métaux lourds.

- Acier au Manganèse**
 est un matériau dont la structure se comprime sous pression et durcit avec le temps (durcissement à froid)
- Acier inoxydable**
 est recommandé si la matière chargée attendue n'est pas trop dure et pourrait provoquer une corrosion.
- Carbure de Tungstène**
 est le matériau le plus résistant à l'abrasion et le plus pur. Il assure une plus longue durée de vie aux mâchoires même pour un traitement régulier de matériaux dont la dureté dépasse 7-8 sur l'échelle de Mohs.
- Acier 1.1750**
 convient parfaitement aux broyages d'échantillons sans métaux lourds qui ne sont pas extrêmement abrasifs (déchets, sols, pavage).
- Oxyde de Zirconium**
 est utilisé comme matériau céramique pour la préparation sans métaux, par ex. pour les céramiques dentaires ou médicales ou pour les verres optiques. Un autre avantage est qu'il ne se produit aucun changement de couleur dû à l'usure.



Mâchoires disponibles

Model	Acier au Manganèse	Acier inoxydable	NiHard4	316L	Oxyde de Zirconium	Carbure de Tungstène	Acier 1.1750
BB 50			-	-			
BB 100			-	-	-		
BB 200			-	-	-		
BB 250					-		
BB 300			-	-	-		
BB 400				-	-		
BB 500		-		-	-	-	-
BB 600		-		-	-	-	

Usage polyvalent

Les concasseurs à mâchoires RETSCH existent en quatre modèles standards mais également en versions spéciales adaptées à des applications particulières.

- **Utilisation avec un broyeur à disque**

Le concasseur RETSCH BB 200 peut être utilisé avec le broyeur à disques DM 200 et cette association constitue la solution idéale pour le broyage rapide et continu d'assez grandes quantités de matériaux, tout en obtenant la finesse d'analyse requise.

- **Versions à encastrer**

Les concasseurs à mâchoires BB 200 et BB 300 sont également disponibles en versions adaptées à un broyage en continu en ligne, par ex. en vue d'un contrôle de qualité au cours du processus de production. Ceux-ci sont fournis sans trémie d'alimentation ni interrupteur de sécurité du moteur.

- **Version spéciale pour le broyage de matériaux semi-conducteurs**

Cette version du BB 200 ou BB 300 comprend une trémie d'alimentation et un collecteur recouvert de plastique, ainsi que des mâchoires de broyage et des plaques d'usure en carbure de Tungstène.

- **Version spéciale avec tri automatisé des sous-dimensionnés (3 fractions) et des sur-dimensionnés (1 fraction)**

Les BB 250 et BB 400 sont disponibles avec un système de tri automatique. Les ouvertures des tamis sont comprises entre 2 et 6 mm.

- **Concasseur à mâchoires et diviseur d'échantillons: Unité combinée ABP 250**

Cette unité combinée sépare un maximum de 5,6 l d'échantillon directement après le broyage en 8 sous-échantillons égaux ou extrait un sous-échantillon du vrac.



Concasseurs à mâchoires ABP 250

Les concasseurs à mâchoires en un coup d'œil



Modèle BB 50

Applications	
Champs d'application	
Matière chargée	

Caractéristiques de performance

Granulométrie initiale du matériau*	< 40 mm
Finesse finale*	$d_{90} < 500 \mu\text{m}$
Volume du collecteur	3 litres
Débit max.	3 litres/charge
Réglage de la largeur de la fente	0–11 mm
Vitesse (pour 50 Hz)	550–950 tr/min ⁻¹
Affichage de la largeur de la fente	numérique
Réglage du point zéro	
Trémie relevable	
Raccord pour l'aspiration de la poussière	boîtier étanche aux poussières
Paliers lisses sans entretien et sans lubrifiant	
Livable en version à encastrer	–
Signalisation de l'usure	

Données techniques

Puissance d'entraînement	1 100 W
L x H x P	420 x 460 x 560 mm
Poids net	env. 79 kg

*dépend de la matière chargée et de la configuration de l'instrument

Concasseurs à mâchoires



concassage et pré-broyage						
chimie / plastiques, matériaux de construction, ingénierie/ électronique, environnement / recyclage, géologie/ métallurgie, verre / céramique						
mi-dure, dure, cassante, très dure						

< 50 mm	< 90 mm	< 120 x 90 mm	< 130 mm	< 220 x 90 mm	< 110 mm	< 350 x 170 mm
d ₉₀ < 4 mm	d ₉₀ < 2 mm	d ₉₀ < 2 mm	d ₉₀ < 5 mm	d ₉₀ < 2 mm	d ₉₀ < 0,5 mm	d ₉₀ < 6 mm
2 litres	5 litres	10 litres	27,5 litres / 35,4 litres	10 litres	15 litres	30 litres
200 kg/h	300 kg/h	300 kg/h	600 kg/h	400 kg/h	500 kg/h	3.500 kg/h
0–20 mm	0–30 mm	0–30 mm	1–40 mm	0–30 mm	0–11 mm	6–60 mm
275 tr/min ⁻¹	275 tr/min ⁻¹		253 tr/min ⁻¹			
analogique	analogique	analogique	analogique	analogique	analogique	–
						–
–		–		–	–	–
–	en option	–	en option	–	en option	en option
–	–	–	–	–	–	–

750 W	1 500 W	3 000 W	3 000 W	5 500 W	7 500 W	15 000 W
320 x 960 x 800 mm	450 x 1 160 x 900 mm	695 x 1 365 x 719 mm	670 x 1 450 x 1 600 mm	695 x 1 365 x 719 mm	930 x 1 400 x 1 080 mm	925 x 1 600 x 1 370 mm
env. 137 kg	env. 300 kg	env. 325 kg	env. 700 kg	env. 400 kg	env. 1 050 kg	env. 1 350 kg

Échantillons types

Les puissants concasseurs à mâchoires de RETSCH sont idéaux pour un concassage primaire de matériaux de construction, de minerais, de granit, de céramiques oxydées, de quartz, de scories, de silicium, de charbon, d'alliages de Tungstène, de clinker de ciment, etc.



Exemple d'application :
Silicium

Broyeurs à rotor – Broyage rapide et efficace

La série des broyeurs à rotor comprend les broyeurs ultra centrifuges, les broyeurs à percussion et les broyeurs à fléaux. En fonction de l'instrument, ils conviennent pour le prébroyage et le broyage fin de matériaux tendres, fibreux et durs.

ZM 200 – ultra-rapide, ultra-fin

Le ZM 200, puissant et polyvalent, offre des performances et un confort d'opération inégalé. Ce broyeur réduit très rapidement en poudre une large gamme de substances, avec un important débit d'échantillons.

Avec ce système à rotor et tamis annulaire, l'échantillon ne reste que très peu de temps dans la chambre de broyage. Les propriétés de l'échantillon, qui pourraient être altérées en raison de surchauffe, sont ici préservées. Le nettoyage des outils de broyage est rapide et facile, ce qui permet d'éviter toute contamination croisée due à un changement fréquent de matériau d'échantillon.

La motorisation innovante Powerdrive est au cœur du ZM 200. Un convertisseur de fréquence parfaitement adapté et un moteur à trois phases autorisent un débit considérablement plus élevé par rapport à d'autres broyeurs à rotor et le résultat est un processus de broyage particulièrement efficace.

Grâce à une technique de broyage efficace et un large éventail d'accessoires, le ZM 200 offre une préparation d'échantillons d'analyse soigneuse et rapide.

Avantages

- Motorisation Powerdrive, avec une vitesse variable de 6 000 à 18 000 tr/min⁻¹
- Broyage soigneux et rapide en deux étapes (système à rotor/tamis annulaire)
- Alimentation automatique (en option)
- Convient à tous les échantillons cryogéniques de broyage (LN₂)
- Système breveté à cassette, pour une récupération maximale de l'échantillon et un nettoyage facile.
- Boîtier de sécurité facile à manipuler, avec fermeture automatique du couvercle
- Cyclone, en option, pour une meilleure évacuation du matériau et un refroidissement supplémentaire



Broyeur ultra-centrifuge ZM 200

Accessoires et options

Avec sa large gamme d'accessoires et la possibilité de sélectionner individuellement la vitesse du rotor, le ZM 200 s'adapte facilement à toutes les tâches de broyage. Toutes les parties en contact avec l'échantillon chargé peuvent être retirées sans avoir à utiliser d'outils et sont facilement nettoyées et réinsérées.

La matière chargée est introduite manuellement ou à l'aide d'une goulotte d'alimentation DR 100, réglée en fonction de la charge, reliée au broyeur à l'aide d'une interface. L'alimentation automatique et constante de l'échantillon permet d'optimiser le débit sans risque de surcharge, assurant ainsi des résultats uniformes de broyage. La mouture est recueillie dans la cassette. La conception innovante de la cassette permet d'assurer une récupération facile, sans pertes de l'échantillon et d'éviter les contaminations croisées.

Lorsque l'on utilise un cyclone, l'échantillon est, en plus, refroidi par le flux d'air et il est évacué plus rapidement de la chambre de broyage vers la cassette avec sortie. De plus, si on le connecte à un aspirateur, le système devient quasiment autonettoyant. Le cyclone peut accueillir des échantillons en flacons de 250 ml ou 500 ml ; pour broyer des volumes plus importants, il existe des récipients collecteurs de 3 litres et 5 litres.



Chargement de matériel contrôlé et uniforme : ZM 200 avec goulotte d'alimentation DR 100

Broyage automatique de quantités importantes : ZM 200 avec goulotte d'alimentation DR 100 et cyclone

ZM 200 avec goulotte d'alimentation DR 100 et cyclone avec connexion pour un aspirateur industriel

Rotors et tamis annulaires

Le choix du rotor enfichable et du tamis annulaire dépend des propriétés de l'échantillon, de la finesse finale recherchée et de l'analyse prévue.

La taille de l'ouverture du tamis annulaire est avant tout choisie en fonction de la finesse finale recherchée et de l'échantillon chargé. Pour la plupart des matériaux, 80 % de l'échantillon total atteint une finesse qui correspond à moins de la moitié de la taille d'ouverture du tamis annulaire utilisé.

Des rotors et des tamis annulaires sont disponibles dans différents matériaux et différents types. Les bords renforcés de certains tamis annulaires apportent une plus grande stabilité, ainsi ils sont généralement utilisés pour les applications intensives.

Les matériaux thermosensibles et cassants comme les revêtements en poudre ou les résines sont particulièrement faciles à broyer à l'aide de tamis distants conçus spécialement à cet effet.

Les rotors et tamis annulaires, dotés d'un revêtement résistant à l'abrasion sont utilisés en vue de broyer des substances abrasives, comme dans le cas des engrais. Pour un broyage sans métaux lourds de matériaux non-abrasifs, nous recommandons l'utilisation de rotors et de tamis annulaires en titane, associés à une cassette et un couvercle revêtus de titane-niobium.

Grâce à la gamme importante de rotors, tamis annulaires et différents types de systèmes de collecte, le ZM 200 peut facilement s'adapter à une grande variété d'applications.

Guide de sélection de rotor	
Rotor	Champ d'application
Rotor à 6 dents	matériaux grossiers, volumineux, fibreux, tels que les pellets de fourrage, le foin et la paille
Rotor à 12 dents	matériaux moyennement grossiers, tels que le blé, l'avoine, le maïs, les comprimés, les revêtements en poudre et les plastiques
Rotor à 24 dents	matériaux fins tels que les produits chimiques, le charbon ou le sucre
Mini-rotor à 8 dents	matériaux fins tels que les produits chimiques, le charbon ou le sucre



Confort d'utilisation maximum

L'utilisation du ZM 200 est très facile et sécurisée. Les paramètres se règlent facilement avec un seul bouton et un affichage graphique. Ainsi, toutes les données importantes (par ex. la vitesse, la charge, le temps de fonctionnement ou les messages d'erreur clairs) sont facilement saisies et clairement affichées.

L'échantillon est chargé manuellement et l'affichage des performances permet le suivi de la charge et le réglage du débit, pour des résultats optimaux. L'interrupteur électronique de sécurité et un système de diagnostic empêchent pratiquement toute erreur d'opération.



Le ZM 200 en un coup d'œil

Broyeur ultra-centrifuge



Modèle

ZM 200

Application	broyage fin
Champs d'application	agriculture, biologie, chimie/plastiques, matériaux de construction, ingénierie/électronique, environnement, aliments, géologie/métallurgie, médecine/pharmacie
Matière chargée	molle, mi-dure, cassante, fibreuse

Caractéristiques de performance

Granulométrie initiale*	< 10 mm
Finesse finale*	$d_{90} < 40 \mu\text{m}$
Volume de l'échantillon (nominal)	
avec cassette standard	jusqu'à 300 ml (900 ml)
avec mini-cassette	jusqu'à 20 ml (50 ml)
avec filtre papier	jusqu'à 1 000 ml (3 000 ml)
avec cyclone	230 / 450 / 2 500 / 4 500 ml (250 / 500 / 3 000 / 5 000 ml)
Plage de vitesse	6 000 à 18 000 tr/min ⁻¹ , réglable
Vitesse périphérique (rotor)	31 à 93 m/s
Tailles d'ouverture	0,08 à 10 mm

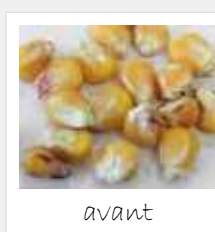
Données techniques

Puissance d'entraînement	750 W
L x H x P	410 x 515 x 365 mm
Poids net	env. 38 kg

*dépend de la matière chargée et de la configuration de l'instrument

Échantillons types

Le broyeur ultra-centrifuge polyvalent de RETSCH traite par exemple des produits chimiques, des engrais, des médicaments, des aliments et des aliments pour animaux, des céréales, des épices, des os, du charbon, des plastiques, des plantes, des produits pharmaceutiques, des revêtements en poudre, des combustibles dérivés de déchets, etc.



Exemple d'application :
Mais

SR 300 – Broyage rapide de volumes importants

Grâce à sa conception robuste et à la possibilité de traiter des volumes importants, le broyeur à percussion SR 300 peut être utilisé pour la préparation d'échantillons en laboratoire ainsi que pour des productions à petite échelle. Un autre champ d'application est le broyage en continu et la désagglomération pour les chaînes de traitement. La chambre de broyage, la trémie d'alimentation, l'entrée et la sortie sont entièrement en acier inoxydable de haute qualité. Le SR 300 traite très rapidement les échantillons grâce à la large surface libre des tamis annulaires 360°. La large gamme d'accessoire de ce broyeur est compatible avec une large gamme d'applications.

La vitesse réglable, de 3 000 à 10 000 tr/min⁻¹ permet une adaptation aux exigences de différentes applications. L'entraînement puissant assure un grand débit avec des granulométries < 50 microns. Les résultats du broyeur sont comparables à ceux obtenus avec le broyeur ultra-centrifuge ZM 200, mais il peut accueillir des charges plus importantes. La trémie d'alimentation peut être retirée pour faciliter le nettoyage.



Avantages

- Accepte une granulométrie initiale jusqu'à 25 mm
- Finesse finale élevée $d_{90} < 50 \mu\text{m}^*$
- Inserts de broyage de 180°, en option, pour le broyage de matériaux durs et cassants
- Finesse finale définie par des tamis de fond à ouverture de maille de 0,08 à 10 mm
- Nettoyage rapide grâce à une cassette, un rotor et une trémie amovibles
- Rotor distant pour des échantillons de broyage thermosensibles
- Filtre annulaire et collecteur avec verrouillage à clips, étanche à la poussière
- Cyclone en option, pour une meilleure évacuation des matériaux et plus de refroidissement

*dépend de la matière chargée et de la configuration de l'instrument

Accessoires et options

Le SR 300 est fourni avec un collecteur en acier inoxydable de 5 litres et une manche filtrante textile. Une large sélection d'accessoires est disponible pour une préparation optimale des échantillons :

- Cadre de tamis avec tamis annulaire de 360°**
 Recommandé pour le broyage d'échantillons mous à midurs ou fibreux. Tailles d'ouverture disponibles : 0,08 mm à 10,00 mm.
- Insert de broyage de 180° avec tamis annulaire de 180°**
 Recommandé pour le broyage de matériaux durs à cassants. Tailles d'ouverture disponibles : 0,08 mm à 10,00 mm.
- Rotor distant**
 Recommandé pour le broyage de matériaux légèrement huileux et gras ou de substances très molles
- Filtre annulaire**
 Au lieu du filtre textile, on peut installer un filtre annulaire en acier inoxydable (taille d'ouverture de 36 µm), afin d'éviter toute contamination croisée.
- Dispositif d'aspiration à cyclone**
 Plus de refroidissement de la matière chargée et des outils de broyage et amélioration de l'évacuation de l'échantillon de la chambre de broyage. Pour flacons de 5 ou 30 litres
- Goulotte d'alimentation DR 100 et flacon de 30 l**
 Convient parfaitement à des matières chargées uniformes et au traitement de grands volumes.



Le SR 300 peut être monté sur paillasse ou installé sur le support en option.

Le SR 300 en un coup d'œil

Broyeur à percussion



Modèle

SR 300

Application	broyage, désagglomération
Champs d'application	agriculture, chimie/plastiques, matériaux de construction, environnement, aliments, médecine/produits pharmaceutiques
Matière chargée	molle à mi-dure

Caractéristiques de performance

Granulométrie initiale*	< 25 mm
Finesse finale*	d ₉₀ < 50 µm
Volume de chargement	5 ou 30 l
Vitesse	3 000 à 10 000 tr/min ⁻¹
Vitesse périphérique du rotor	22 à 72 m/s
Tailles d'ouverture	0,08 à 10 mm

Données techniques

Puissance d'entraînement	2 200 W
L x H x P	600 x 1200 x 700 mm (avec chassis)
Poids net	env. 60 kg (avec chassis)

*dépend de la matière chargée et de la configuration de l'instrument

Échantillons types

Les broyeurs à percussion RETSCH s'utilisent pour un broyage rapide de grands volumes de matériaux tels que les matériaux de construction, les sols, les produits chimiques, les médicaments, les engrais, les pellets de fourrage, les céréales, les épices, le charbon, les produits pharmaceutiques, les semences, etc.



avant



après

Exemple d'application : pellets de fourrage pour animaux

SK 300 – Un broyage inégalable

Le broyeur à fléaux SK 300, comme le broyeur à percussion SR 300, est utilisé pour un broyage primaire ou fin, par lots ou en continu. Ce broyeur robuste convient aux laboratoires ou aux environnements de production plus difficiles. La granulométrie initiale maximale est de 25 mm. Le SK 300, avec son entraînement puissant et une vitesse de rotor pouvant atteindre 2,000 à 4,000 min⁻¹, permet le plus souvent d'obtenir une granulométrie <100 microns, en une seule étape.

Le SK 300 offre la sécurité de fonctionnement la plus élevée. En cas d'actionnement de l'interrupteur d'arrêt ou d'ouverture de la porte, le frein-moteur arrêtera le rotor en moins de 0,5 seconde. La trémie d'alimentation et la sortie d'échantillon optimisée sont équipées d'une barrière d'accès qui prévient également les éclaboussures de l'échantillon.

Le SK 300 est robuste, sans maintenance et grâce à son rotor démontable et à son insert de broyage, son nettoyage est facile et rapide. Les finitions de haute qualité du broyeur garantissent une longue durée de vie.

Avantages

- Convient pour des lots de grandes quantités
- Granulométrie initiale jusqu'à 25 mm
- Finesse finale définie $d_{90} < 100 \mu\text{m}^*$ grâce à des tamis de fond interchangeables avec des ouvertures de 0.12 – 10 mm
- Nettoyage rapide grâce au rotor et à l'insert de broyage amovibles
- Filtre annulaire et collecteur avec verrouillage à clips, étanche à la poussière

*dépend de la matière chargée et de la configuration de l'instrument



Broyeur à fléaux SK 300 avec support en option

25 mm
100 μm^*



Système d'aspiration à cyclone disponible



Accessoires et options

L'équipement standard fourni avec le SK 300 comprend un collecteur en acier inoxydable de 5 litres et une manche filtrante textile. Une large sélection d'accessoires est disponible pour une préparation optimale des échantillons :

- Tamis de fond**
 Acier inoxydable à trous ronds ou trapézoïdaux ; 15 tailles d'ouverture, de 0,12 à 10 mm.
- Tamis de fond, acier 1.0344**
 À trous trapézoïdaux, dans 9 tailles d'ouverture ; pour un broyage sans métaux lourds.
- Filtre annulaire, acier inoxydable**
 Taille d'ouverture de 36 µm, avec ou sans filtre anti-poussière ; le nettoyage est plus facile en cas de particules très fines.
- Collecteur de 30 litres**
 Le collecteur de 5 litres peut être remplacé par un collecteur de 30 litres, relié au broyeur grâce à une manche filtrante correspondante.
- Dispositif d'aspiration à cyclone**
 Plus de refroidissement de la matière chargée, des outils de broyage et amélioration de l'évacuation de l'échantillon de la chambre de broyage. Pour flacons de 5/30 litres
- Goulotte d'alimentation DR 100**
 Idéale pour une alimentation uniforme en échantillons et pour le traitement de grands volumes.



Le SK 300 peut être monté sur paillasse ou installé sur le support, en option.

Le SK 300 en un coup d'œil

Broyeur à fléaux



Modèle SK 300

Application	broyage
Champs d'application	agriculture, chimie/plastiques, matériaux de construction, environnement, géologie/métallurgie, verre/céramique
Matière chargée	Mi-dur, cassant

Caractéristiques de performance

Granulométrie initiale*	< 25 mm
Finesse finale*	$d_{90} < 100 \mu\text{m}$
Volume de chargement	5 ou 30 l
Vitesse	2 000 à 4 000 tr/min ⁻¹
Vitesse périphérique du rotor	15,5 à 31 m/s
Tailles d'ouverture	0,12 à 10 mm

Données techniques

Puissance d'entraînement	1 100 W
L x H x P	600 x 1 200 x 700 mm (avec châssis)
Poids net	env. 55 kg (avec châssis)

*dépend de la matière chargée et de la configuration de l'instrument

Échantillons types

Les broyeurs à fléaux RETSCH sont par exemple utilisés pour le traitement des matériaux suivants : sols, minerais, coke, minéraux, céramiques oxydées, scories, gravier, clinker de ciment, etc.



avant



après

Exemple d'application : Mortier

TWISTER – Préparation d'échantillon reproductible pour des analyses par spectroscopie infrarouge proche (NIR)

Le broyeur à cyclone TWISTER a été spécialement conçu pour le traitement des aliments et des fourrages à des fins d'analyse par spectroscopie infrarouge proche (NIR). Il réduit en poudre les matériaux fibreux et mous, rapidement et sans les abîmer, par impact et frottement, jusqu'à l'obtention de la finesse analytique recherchée ; il est pratiquement autonettoyant.

La grande vitesse et la géométrie optimisée du rotor et de la chambre de broyage génèrent un flux d'air qui emporte l'échantillon à travers le cyclone intégré, vers le flacon d'échantillonnage. Le cyclone permet le refroidissement de l'échantillon et des outils de broyage et, par l'efficacité de l'extraction de l'échantillon de la chambre de broyage, il permet d'éviter toute contamination croisée. On évite ainsi toute perte d'humidité et toute dégradation thermique et on assure la préservation des propriétés de l'échantillon à examiner. Le matériau moulu est séparé dans le cyclone puis recueilli dans un flacon d'échantillonnage, pour une récupération complète.

Avec la connexion, en option, d'un aspirateur industriel, le TWISTER est pratiquement autonettoyant.



Broyeur à cyclone TWISTER

Avantages

- 3 vitesses contrôlées
- Aucune contamination croisée, grâce à un nettoyage facile
- Idéal pour le broyage des fourrages, des céréales et de produits similaires
- Panneau de commande facile d'utilisation
- Conception industrielle professionnelle, qui assure une longue durée de vie



Accessoires et options

Le broyeur à cyclone TWISTER est fourni avec les composants suivants :

- Rotor en aluminium
- Bague de broyage en acier inoxydable avec revêtement CrWFe
- Deux inserts de tamis en acier inoxydable (1 mm et 2 mm)
- Adaptateur pour la connexion d'un aspirateur
- Cyclone à manche filtrante et dix flacons d'échantillons de 250 ml

Autres accessoires :

- Insert de tamis de 0,5 mm et 0,8 mm
- Aspirateur industriel



Le TWISTER en un coup d'œil

Broyeur à cyclone



Modèle

TWISTER

Application	préparation d'échantillons pour analyse par spectroscopie infrarouge proche (NIR)
Champs d'application	agriculture (aliments et fourrage), médecine/produits pharmaceutiques
Matière chargée	fibreuse, molle

Caractéristiques de performance

Granulométrie initiale*	< 10 mm
Finesse finale*	$d_{90} < 250 \mu\text{m}$
Volume de l'échantillon*	< 250 ml
Vitesse	10 000 / 12 000 / 14 000 tr/min ⁻¹
Vitesse périphérique du rotor	52 / 62 / 93 m/s
Connexion pour aspirateur	

Données techniques

Puissance d'entraînement	900 W
L x H x P	449 x 427 x 283 mm
Poids net	env. 14 kg

*dépend de la matière chargée et de la configuration de l'instrument

Échantillons types

Le broyeur à cyclone TWISTER convient parfaitement aux échantillons de broyage suivants : fourrage, céréales, produits pharmaceutiques, tabac, etc.



Exemple d'application : Foin

GRINDOMIX – La norme industrielle pour les échantillons alimentaires

Les broyeurs à couteaux GRINDOMIX GM 200 et GM 300 fixent des normes pour la préparation des échantillons alimentaires destinés aux analyses ultérieures. Ils permettent d'obtenir des résultats de broyage parfaitement homogènes et reproductibles en quelques secondes, de sorte que des échantillons représentatifs peuvent être prélevés à n'importe quel endroit dans le récipient de broyage.

GRINDOMIX GM 200 – Homogénéisation parfaite avec haute reproductibilité

Le broyeur à couteaux GRINDOMIX GM 200 est conçu pour le broyage rapide et reproductible d'échantillons jusqu'à 700 ml. Grâce à son moteur puissant de 1000 W et à sa fonction Boost innovante, le GM 200 homo-généise très rapidement et efficacement les échantillons difficiles comme les viandes dures avec peau ou les plantes fibreuses.

Le GM 200 est équipé d'un écran tactile convivial de 4,3" avec accès direct au portail Web MyRETSCH et permet de stocker 8 SOP (programmes) et 4 séquences de programmes (combinaison de deux étapes du processus). Un large choix de bols et de couvercles de broyage permet au broyeur de s'adapter facilement à différentes applications.

Comme le GRINDOMIX GM 200 est conçu pour une utilisation professionnelle dans l'industrie et la recherche, il est nettement supérieur à tout mixeur domestique en termes de sécurité et de stabilité.



Homogénéisation parfaite en quelques secondes

40 mm
300 µm*



Broyeurs-mixeurs à couteaux GRINDOMIX GM 200

Avantages

- Pré-broyage et broyage fin avec un seul broyeur
- Vitesse variable jusqu'à 10000 min⁻¹
- Ecran tactile avec accès direct au portail Web MyRETSCH avec informations sur les produits et les applications
- La fonction Boost permet d'augmenter la vitesse à court terme jusqu'à 14000 min⁻¹
- Mode intervalle pour un meilleur mélange de l'échantillon
- Contrôle et fonctionnalités avancées fournies par l'application Retsch, en option
- Mémorisation de 8 SOPs et 4 séquences de programmes possibles

Le couvercle gravitique permet des volumes variables



Le couvercle gravitique réduit le volume du récipient de broyage, par gravité, ce qui permet une homogénéisation complète de l'échantillon.

GRINDOMIX GM 300 – Pour les volumes d'échantillons jusqu'à 4,5 litres

Le broyeur-mixeur à couteaux GRINDOMIX GM 300 est le modèle pour le broyage et l'homogénéisation rapide et reproductible de grands volumes d'échantillons jusqu'à 4.500 ml.

Avec ses quatre lames acérées et robustes et son moteur d'une puissance maximale de 3 kW, le GM 300 est parfaitement adapté au broyage de substances à forte teneur en eau, huile ou graisse ainsi qu'à la pulvérisation de produits secs, mous, mi-durs et fibreux.

Avantages

Broyage efficace jusqu'à 4500 ml de volume d'échantillon grâce à un moteur puissant de 1,1 kW (puissance de pointe > 3 kW)

Pré-broyage et broyage fin en un seul broyeur : coupe en mode normal, broyage par impact en mode inversé, pré-broyage en mode intervalle.

Adaptation parfaite aux différentes applications par une vitesse variable de 500 à 4000 min⁻¹ avec un incrément de 100 min⁻¹

10 Procédures opératoires normalisées peuvent être stockées

Préparation cryogénique de l'échantillon possible à l'aide d'un bol en acier inoxydable, d'un couteau entièrement métallique et d'un couvercle spécial





Pour les volumes d'échantillons
jusqu'à 4500 ml

Broyeurs-mixeurs à couteaux
GRINDOMIX GM 300



Les broyeurs-mixeurs à couteaux en un coup d'œil

		Broyeurs-mixeurs à couteaux	
			
Modèle	GRINDOMIX GM 200	GRINDOMIX GM 300	

Application	broyage, homogénéisation et mélange
Champs d'application	agriculture, biologie, aliments, médecine / produits pharmaceutiques
Matière chargée	tendre, mi-dure, élastique, aqueuse, grasse, huileuse, sèche

Caractéristiques de performance

Granulométrie initiale*	< 40 mm	< 130 mm
Finesse finale*	$d_{90} < 300 \mu\text{m}$	$d_{90} < 300 \mu\text{m}$
Volume de l'échantillon*	< 700 ml	< 4.500 ml
Réglage de la vitesse	Numérique, 2 000 à 10 000 tr/min ⁻¹	Numérique, 500 à 4 000 tr/min ⁻¹
Diamètre de coupe	118 mm	180 mm
Vitesse périphérique des couteaux	12,4 à 62 m/s	4,8 à 38 m/s
Nombre de lames	2	4
Réglage de la durée de broyage	numérique, 1 s à 3 min	numérique, 5 s à 3 min
Fonctionnement par intervalles et inversion de marche		
Fonction Boost		–
Séquences de programmes		–
Procédures Opérationnelles Permanentes (SOP)	mémorisation pour 8 plus Quick Start	mémorisation pour 10

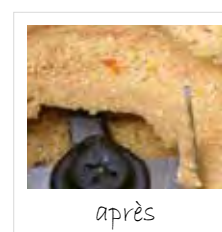
Données techniques

Puissance d'entraînement	1 000 W	1 100 W (puissance de pointe temporaire 3 000 W)
L x H x P	env. 350 x 275 x 392 mm	env. 440 x 340 x 440 mm
Poids net	env. 10 kg	env. 30 kg

*dépend de la matière chargée et de la configuration de l'instrument

Échantillons types

Les broyeurs-mixeurs à couteaux GM 200 et GM 300 offrent une homogénéisation parfaite des échantillons suivants : pain, poisson, viande, pellets de fourrage, gâteaux, légumes, épices, fèves de cacao, fruits de mer, barres de céréales, fruits, graines, aliments surgelés, saucisses, etc.



Exemple d'application : Pizza surgelée

SM 100, SM 200, SM 300 & SM 400 – Le broyeur à couteaux idéal pour chaque exigence

Les broyeurs à couteaux RETSCH permettent un pré-broyage d'une grande efficacité de mélanges de matériaux hétérogènes, mais conviennent aussi au broyage d'échantillons tendres, mi-durs, élastiques ou fibreux. Avec les SM 100, SM 200, SM 300 et SM 400, RETSCH propose quatre modèles pour des exigences différentes.

SM 100 – Le modèle de base, économique

Le broyeur à couteaux SM 100 avec un moteur puissant de 1,5 kW et une vitesse de 1500 min⁻¹ broie de manière fiable les matériaux qui ne nécessitent pas de forces extrêmement élevées. Il est particulièrement adapté aux applications de routine.

Le modèle de base économique peut être équipé de deux rotors différents, de tamis de fond avec des ouvertures de 0,25 à 20 mm et de deux trémies différentes pour adapter le broyeur aux différentes applications.

Le SM 100 est facile à utiliser et à nettoyer. Il peut être installé sur une paillasse stable ou sur un châssis en option.

Avantages

- Pour les applications de routine à 1500 min⁻¹
- Effet de coupe optimal
- Nettoyage rapide et facile grâce aux surfaces lisses, au rotor et aux tamis de fond enfichables
- Finesse finale définie grâce à des tamis de fond avec des ouvertures de 0,25 - 20 mm
- Normes de sécurité les plus élevées

80 mm
▽
250 µm*



 Idéal pour les opérations de routine



Broyeur à couteaux SM 100
avec support en option

SM 200 – Le modèle standard universel

Dans le groupe des broyeurs à couteaux RETSCH, le SM 200 est le modèle standard universel qui couvre une vaste gamme d'applications avec son moteur puissant de 2,2 kW et sa vitesse de 1500 min⁻¹. Grâce aux barres de coupe à double effet, le SM 200 fournit des effets de coupe optimaux.

Le SM 200 peut être équipé, en option, d'une combinaison aspiration-cyclone pour une meilleure évacuation de l'échantillon de la chambre de broyage, par exemple un matériau fibreux de faible densité. Il peut être utilisé pour des volumes allant jusqu'à 30 l et assure le refroidissement de l'échantillon. La trémie peut être repliée, le rotor et les tamis de fond peuvent être facilement enlevés pour le nettoyage.

Avantages

- Broyage puissant avec moteur de 2,2 kW
- Nettoyage rapide et facile grâce à la trémie repliable, aux surfaces lisses et au rotor enfichable
- Finesse finale définie grâce à des tamis de fond avec des ouvertures de 0,25 - 20 mm
- Combinaison aspiration-cyclone disponible
- Vaste gamme d'accessoires comprenant diverses trémies, systèmes de collecte, rotors et tamis
- Normes de sécurité les plus élevées grâce au frein moteur, au verrouillage centralisé, au contrôle de sécurité électronique et au châssis
- 18 opérations de coupe par rotation avec rotor à section parallèle

80 mm
250 µm*



 Le modèle standard universel



Broyeur à couteaux SM 200

Supériorité en détails



Avec les rotors amovibles, le nettoyage est plus facile et rapide.



Effet de coupe optimisé par les trois contre-couteaux doubles (SM 200 et SM 300)



Un dispositif d'aspiration à cyclone assure un refroidissement efficace de l'échantillon et des outils de coupe (SM 200 et SM 300).

SM 300 – Un modèle aux performances élevées, avec la technologie RES

Le broyeur à couteaux RETSCH SM 300 permet un broyage particulièrement puissant, des effets de coupe optimisés et un nettoyage facile. Afin de permettre une adaptation optimale au comportement à la rupture et à la sensibilité à la température de l'échantillon, le SM 300 dispose d'une vitesse variable de 700 à 3000 min⁻¹. Il peut être adapté pour traiter avec succès, aussi bien, des matériaux résistants que des matériaux thermiquement sensibles.

Il est prouvé qu'une réduction de la vitesse diminue la fraction fine de l'échantillon broyé ainsi que le dégagement de chaleur. Une masse supplémentaire du volant d'inertie assure un couple très élevé qui permet au SM 300 de broyer de nombreux matériaux avec une finesse analytique en un seul passage (technologie RES).

La conception de la géométrie de la chambre de broyage favorise de bonnes propriétés d'alimentation pour un débit d'échantillon élevé. Il est possible de raccorder l'aspiration-cyclone au SM 300.

Avantages

Broyage puissant grâce à un moteur de 3 kW à couple élevé et à la technologie RES

Adaptation parfaite à chaque application grâce à une vitesse variable de 100 à 3000 min⁻¹

Effet de coupe optimal grâce aux barres de coupe à double effet

Nettoyage rapide et facile grâce à la trémie repliable, aux surfaces lisses et au rotor enfichable

Finesse finale définie grâce à des tamis de fond avec des ouvertures de 0,25 - 20 mm

Large gamme d'accessoires, y compris diverses trémies, systèmes de collecte, rotors et tamis enfichables

Normes de sécurité les plus élevées grâce au frein moteur, au verrouillage centralisé, au contrôle de sécurité électronique et au châssis

18 opérations de coupe par rotation avec le rotor à section parallèle



80 mm
250 µm*



Rendement élevé grâce à la technologie RES

Broyeur à couteaux SM 300

SM 400 – Le broyeur à couteaux pour les gros échantillons et des volumes importants

Le broyeur à couteaux SM 400 est adapté au prébroyage des échantillons de grandes dimensions allant jus-qu'à 170 x 220 mm, mais peut également atteindre la finesse finale requise en une seule étape, en fonction de l'application. Le couple élevé du moteur innovant de 3 kW permet un prébroyage particulièrement efficace des mélanges de matériaux hétérogènes comme les déchets ou les composants électroniques.

Le broyeur à couteaux peut également être utilisé avec succès pour une variété d'autres matériaux. L'échantillon n'est que légèrement chauffé, ce qui rend ce broyeur approprié pour le traitement de matériaux sensibles à la chaleur. La grande surface des tamis de fond de 240 x 240 mm et la grande ouverture de la trémie permettent de broyer de grands volumes d'échantillons, ce qui permet un débit élevé d'échantillons.

Le SM 400 peut être équipé de l'aspiration cyclone, en option, pour faciliter le traitement des matériaux de faible densité. Grâce à une grande variété de tamis, de trémies et de collecteurs, le broyeur peut être adapté aux exigences de chaque application. D'autres options incluent une sortie pour les processus de broyage en continu.

Avantages

Broyage puissant grâce à un moteur de 3 kW

Effet de coupe optimal

Accepte de grandes dimensions jusqu'à 170 mm x 220 mm

Unité d'aspiration-cyclone et sortie continue disponibles

Nettoyage rapide et facile grâce à la trémie repliable, surfaces lisses

Finesse finale définie grâce à des tamis de fond avec des ouvertures de 1 à 20 mm



Broyeur à couteaux SM 400



Accessoires et options

Une vaste gamme d'accessoires permet une adaptation rapide à chaque application. Les trois modèles (SM 100, SM 200 et SM 300) sont disponibles en version spéciale pour le broyage sans métaux lourds (broyeur, rotor, tamis).

Rotors

- Le rotor à action de coupe parallèle est équipé de trois couteaux et s'adapte à toutes les utilisations.
- Le rotor à 6 disques, avec ses 18 plaquettes de coupe réversibles est le plus souvent utilisé pour les matériaux mi-durs et cassants, ainsi que pour la pré-coupe des matériaux grossiers.
- Le rotor en V (uniquement sur SM 300), coupe très efficacement les matériaux fibreux et durs et permet une évacuation rapide de l'échantillon.

Combinaison d'aspiration-cyclone (SM 200, SM 300 & SM 400)





- Refroidissement efficace des échantillons et outils de coupe
- Meilleure évacuation des matériaux de la chambre de broyage
- Particulièrement adapté aux grands volumes d'échantillons
- Le cyclone peut accueillir des flacons d'échantillons de 0.5 – 1 – 2 – 5 et 30 litres

Autres accessoires

- Trémie universelle ou trémie longue (SM 200, SM 300)
- Tamis de 0,25 à 20 mm, également pour broyage sans métaux lourds (SM 200, SM 300) respectivement 1–20 mm (SM 400)
- Flacons de collecte, depuis des flacons d'échantillonnage de 0,25 l à des récipients en plastique de 30 litres
- Un filtre annulaire en acier inoxydable ou une manche filtrante aident à retenir la poussière.
- Tamis à trous trapézoïdaux disponibles (SM 400)



Les broyeurs à couteaux en un coup d'œil

Broyeurs à couteaux				
				
Modèle	SM 100	SM 200	SM 300	SM 400

Application	broyage par coupe			
Champs d'application	agriculture, biologie, produits chimiques/ plastiques, aliments, ingénierie/ électronique, médecine/produits pharmaceutiques, environnement / recyclage			
Matière chargée	tendre, mi-dure, élastiques, fibreux	tendres, mi-durs, durs, élastiques, fibreux		

Caractéristiques de performance

Granulométrie initiale*	max. 60 x 80 mm	max. 60 x 80 mm	max. 60 x 80 mm	max. 170 x 220 mm
Finesse finale*	$d_{90} < 250 \mu\text{m}$	$d_{90} < 250 \mu\text{m}$	$d_{90} < 250 \mu\text{m}$	$d_{90} < 1.000 \mu\text{m}$
Vitesse du rotor à 50 Hz	1 500 tr/min ⁻¹	1 500 tr/min ⁻¹	100–3.000 tr/min ⁻¹	280 tr/min ⁻¹
Contre-couteaux	standard	doubles	doubles	standard
Rotors	Rotor à 6 disques et rotor à action de coupe parallèle	Rotor à 6 disques et rotor à action de coupe parallèle	Rotor à 6 disques, rotor à action de coupe parallèle et rotor en V	rotor à action de coupe parallèle
Trémies	fixes	repliables	repliables	repliables
Collecteur				
Standard	5 l	5 l	5 l	5 l
Options	0,25 / 0,5 / 30 l	0,25 / 0,5 / 30 l	0,25 / 0,5 / 30 l	0,25 / 0,5 / 30 l
Cyclone (en option)	–	0,5 / 1 / 2 / 5 l / 30 l	0,5 / 1 / 2 / 5 l / 30 l	0,5 / 1 / 2 / 5 l / 30 l

Données techniques

Entraînement	Moteur triphasé	Moteur triphasé	Moteur triphasé à fréquence contrôlée	Moteur triphasé
Puissance d'entraînement	1 500 W	2 200 W	3 000 W avec volant d'inertie (env. 28,5 kg)	3 000 W
Frein moteur				
L x H x P (avec support et trémie universelle)	582 x 1 675 x 700 mm	576 x 1 675 x 760 mm	576 x 1 677 x 750 mm	695 x 1 399 x 719 mm
Poids net	env. 73 kg sans châssis, trémie et rotor	env. 90 kg sans châssis, trémie et rotor	env. 160 kg sans châssis, trémie et rotor	env. 180 kg sans trémie

*dépend de la matière chargée et de la configuration de l'instrument

Échantillons types

Les broyeurs à couteaux RETSCH conviennent à une large gamme d'applications. Les échantillons types sont: lignite, métaux non-ferreux, déchets électroniques, médicaments, feuilles métalliques, aliments pour animaux, épices, caoutchouc, bois, câbles, os, plastiques, cuir, déchets organiques et non-organiques, papier, carton, plantes, combustibles secondaires, paille, etc.

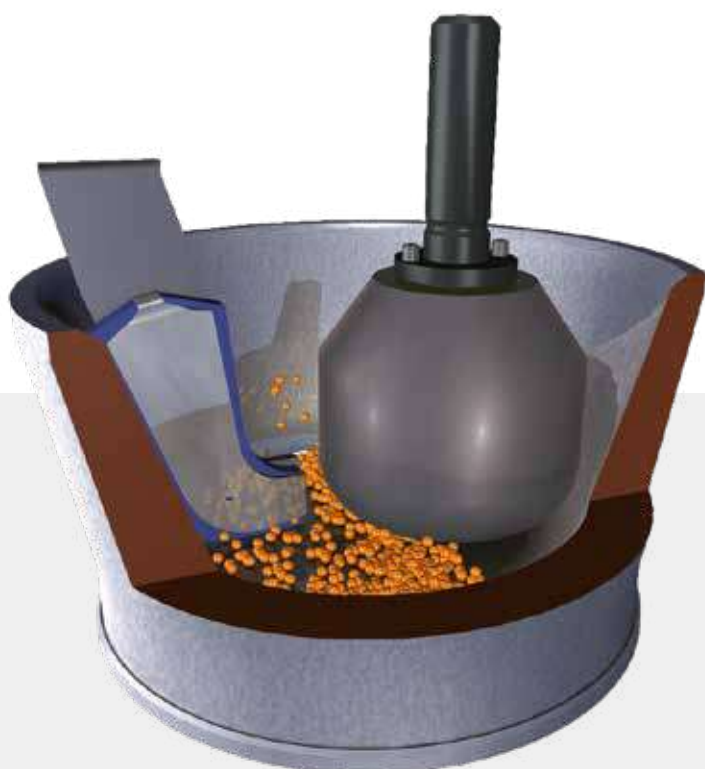


Exemple d'application : bois

RM 200 – Un broyeur classique pour le broyage, les mélanges et la trituration

Le RM 200 fait partie de la dernière génération des "broyeurs RETSCH", qui a remplacé les mortiers et pilons manuels il y a plus de 90 ans. Les broyeurs à mortier sont souvent utilisés en Recherche et Développement pour la préparation d'échantillons reproductibles, pour les essais de matériaux et plus particulièrement dans l'industrie pharmaceutique et l'homéopathie. Le RM 200, par sa polyvalence, homogénéise une grande variété de matériaux en conditions sèches ou humides et il constitue un choix idéal pour le broyage cryogénique de grandes quantités de cellules de levure.

Les garnitures de broyage du RM 200 peuvent être sélectionnées dans sept matériaux différents, ce qui assure une préparation d'échantillon neutre pour l'analyse. Le broyeur est efficace, sûr et facile à utiliser. Il permet d'obtenir une finesse finale $< 10 \mu\text{m}$ et fournit un volume utile allant de 10 ml à 190 ml. La granulométrie initiale maximale dépend des propriétés du matériau et elle est d'environ 8 mm. L'échantillon, ainsi que tous les additifs tels que les liquides, peuvent être versés dans le broyeur en cours d'opération. La pression de contact du pilon est réglée à l'aide d'une graduation ; les positions du pilon et du racloir sont réglables. Le RM 200 indique la charge de la matière en cours du broyeur, pour une efficacité maximale.



Broyeur à mortier RM 200

8 mm
10 μm *



L'original inégalé

Avantages

Les résultats sont reproductibles par le réglage de la pression du pilon (à l'aide d'une graduation) et du réglage numérique du temps

Changement facile du pilon et du mortier, sans outils

Chambre de broyage fermée, avec fenêtre

Réglage numérique du temps, de 0 à 99 minutes ou en fonctionnement continu

7 matériaux de broyage différents assurent une préparation d'échantillons neutres à l'analyse

Entraînement aux performances élevées, à commande électronique

Accessoires et options

Le choix du matériau de broyage adapté dépend avant tout de la dureté de l'échantillon et des effets possibles de l'abrasion sur l'analyse ou le traitement ultérieurs.

- **Porcelaine dure**
convient aux produits pharmaceutiques et homéopathiques.
- **Porcelaine dure ou corindon fritté Al_2O_3**
convient aux substances tendres à mi-dures ou pâteuses.
- **Agate, oxyde de Zirconium ou carbure de Tungstène**
convient pour le traitement des matériaux durs et abrasifs, pour des essais longs et un broyage sans métaux lourds.
- **Acier trempé ou acier inoxydable**
convient à des échantillons non-abrasifs et dans des conditions difficiles. L'acier inoxydable est également un matériau de choix pour le broyage des cellules de levures congelées.

Le **racloir standard** est fabriqué en polyuréthane résistant à l'abrasion (PU). Pour les applications dans l'industrie pharmaceutique, il existe une version en bois de hêtre. Un racloir en PTFE convient particulièrement au broyage cryogénique. Le mortier du RM 200 possède un volume utile maximum de 190 ml.



Échantillons types

Le broyeur à mortier RM 200 de RETSCH est utilisé pour le broyage cryogénique à sec ou à l'état humide de matériaux tels que: cendres, sols, produits chimiques, médicaments, épices, cellules de levures congelées, graines oléagineuses, produits pharmaceutiques et homéopathiques bruts et produits finis, sels, scories, silicates, clinkers de ciment, etc.

Le RM 200 en un coup d'œil

Broyeur à mortier



Modèle

RM 200

Application	broyage, mélange et trituration
Champs d'application	agriculture, biologie, chimie/plastiques, matériaux de construction, aliments, géologie/ métallurgie, verre/céramique, médecine/produits pharmaceutiques
Matière chargée	molle, dure, cassante, pâteuse, sèche et humide

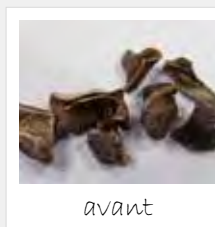
Caractéristiques de performance

Granulométrie initiale*	< 8 mm
Finesse finale*	$d_{90} < 10 \mu m$
Volume de l'échantillon*	10 à 190 ml
Réglage de la durée de broyage	1 à 99 min / en continu
Réglage de la pression et de la position du pilon	par graduation
Réglage de la position du racloir	par bouton
Réglage de la pression du racloir	par bouton

Données techniques

Puissance d'entraînement	130 W
Vitesse	100 tr/min ⁻¹
Indice de protection	IP 53
L x H x P	env. 400 x 480 x 370 mm
Poids net	env. 24 kg

*dépend de la matière chargée et de la configuration de l'instrument



avant



après

Exemple d'application :
Fèves de cacao

DM 200, DM 400 – Le broyage des produits les plus durs

Les broyeurs à disque DM 200 et DM 400 traitent des lots importants de matériaux durs et abrasifs ; ils conviennent également à un fonctionnement en continu. Grâce à leur conception robuste, ils peuvent être utilisés dans des conditions difficiles : laboratoires, usines-pilotes ou chaîne de traitement pour le contrôle qualité des matières premières. Les broyeurs à disque permettent d'obtenir une finesse finale d'environ 50 microns, le plus souvent en une seule étape de broyage. Le confortable modèle DM 400 est particulièrement puissant et sûr. Un des principaux avantages du broyeur est la granulométrie initiale importante des échantillons, avec une longueur d'arête pouvant atteindre 20 mm.

L'écart entre les disques de broyage peut être réglé grâce à une graduation, avec une précision de 0,05 mm (DM 400) ou 0,1 mm (DM 200), permettant ainsi des résultats de broyage reproductibles. Il est très facile d'utiliser les broyeurs à disque RETSCH. À la fin du processus de broyage, la chambre de broyage se relève et elle est entièrement accessible, que ce soit en vue d'un nettoyage ou d'un changement de disques de broyage. Les modèles DM 200 et DM 400 peuvent aussi être équipés d'un système d'aspiration des poussières, en option.



20 mm
50 µm*



Convient aux duretés élevées jusqu'à 8 Mohs



Broyeur à disques DM 400

Avantages

Temps de broyage courts, finesse finale élevée $d_{90} < 50 \mu\text{m}^*$

Granulométrie initiale jusqu'à 20 mm

Les disques de broyage en quatre matériaux différents, à longue durée de vie

L'accès facile à la chambre de broyage facilite le nettoyage

L'association du DM 200 et du concasseur à mâchoires BB 200 permet d'obtenir un broyage fin dès le pré-broyage, en une seule étape

*dépend de la matière chargée et de la configuration de l'instrument

Accessoires et options

Un ensemble de disques de broyage comprend un disque fixe et un disque rotatif. Leur matériau doit être choisi de façon à éviter toute contamination de l'échantillon et de minimiser l'abrasion. Il existe quatre matériaux différents.



- Acier trempé**
 convient pour les applications standards, par exemple les minéraux d'une dureté de 3 à 6 Mohs.
- Acier au Manganèse**
 convient aux applications standards. La structure de l'acier au Manganèse est compactée par la pression, il devient donc plus dur à l'usage (écrouissage).
- Carbure de Tungstène (WC)**
 convient aux produits extrêmement durs, dont la dureté > 6 Mohs.
- Oxyde de Zirconium**
 convient au broyage sans métaux lourds, par exemple pour la céramique dentaire.

Lorsqu'ils ont été longtemps utilisés, les disques de broyage montrent des signes d'usure. Cependant, avant de les remplacer, l'autre côté des dents peut être utilisé, en changeant simplement le sens de rotation du moteur. Cela prolonge considérablement la vie des disques de broyage.



Les broyeurs à disque en un coup d'œil

Modèle

Broyeurs à disques	
	
DM 200	DM 400

Application	pré-fragmentation et fragmentation fine
Champs d'application	chimie / plastiques, matériaux de construction, ingénierie / électronique, géologie / métallurgie, verre / céramique
Matière chargée	mi-dure, dure, cassante

Caractéristiques de performance

Granulométrie initiale*	< 20 mm	< 20 mm
Finesse finale*	$d_{90} < 100 \mu\text{m}$	$d_{90} < 50 \mu\text{m}$
Volume de la trémie/Débit	2,5 l / jusqu'à 150 kg/h	2,5 l / jusqu'à 150 kg/h
Réglage de la largeur de la fente	en continu, 0,1 à 5 mm	graduellement, 0,05 à 12 mm
Vitesse du disque de broyage à 50 Hz	440 tr/min ⁻¹	440 tr/min ⁻¹

Données techniques

Puissance d'entraînement	1 500 W	1 800 W
L x H x P	env. 440 x 400 x 870 mm	env. 520 x 630 x 1 050 mm
Poids net	env. 140 kg	env. 240 kg

*dépend de la matière chargée et de la configuration de l'instrument

Échantillons types

Les broyeurs à disque conviennent au broyage de matériaux très durs comme: bauxite, céramique dentaire, minerais, gypse, verre, sols secs, boues d'épuration, charbon, coke, quartz, scories, céramique frittée, stéatite, etc.



Exemple d'application :
Clinker

Vibro-broyeurs à disques - Broyage ultrafin pour analyses spectrales

Aucun broyeur ne peut dépasser la vitesse d'un vibro-broyeur à disques lorsqu'il s'agit de préparer des échantillons pour des analyses spectrales. Avec le RS 200 et le RS 300, RETSCH propose deux modèles pour des applications différentes.

RS 200 – Finesse d'analyse en quelques secondes

Aucun broyeur ne peut rivaliser avec un vibro-broyeur à disque pour la préparation d'échantillons en vue d'analyses spectrales. Le RS 200 de RETSCH, avec son mécanisme d'entraînement de type «Stabilized Plane Drive» permet d'obtenir une granulométrie < 20 microns en quelques secondes et avec une excellente reproductibilité. Ce broyeur puissant se distingue par un fonctionnement silencieux et régulier, même avec des garnitures de broyage lourdes et à vitesse maximale.

Grâce à ses garnitures de broyage en différents matériaux et tailles, ce broyeur peut être utilisé pour une large gamme d'échantillons. Les capteurs détectent des garnitures de broyage en Agate ou en Carbure de Tungstène et réduisent automatiquement la vitesse en vue du réglage idéal pour des résultats optimaux, tout en protégeant les outils de broyage. La manipulation du RS 200 est conviviale et ergonomique, tout comme son fonctionnement. Une poignée facilite le transport des garnitures de broyage lourdes et elles couissent sur un rail vers un emplacement optimal à l'intérieur du broyeur. Le nouveau système de serrage permet une fixation rapide et sûre des garnitures de broyage, avec un minimum d'effort. Le verrouillage et la position correcte du bol de broyage sont surveillés par des capteurs.

Avantages

Gamme de vitesse de 700 tr/min⁻¹ à 1 500 tr/min⁻¹, réglable au choix

Une nouvelle conception ergonomique permet un placement confortable des lourdes garnitures de broyage qui couissent sur un rail jusqu'à un emplacement adapté à l'intérieur du broyeur

Mémorisation pour 10 Procédures Opérationnelles Permanentes (SOPs)

Chambre de broyage anti-bruit, étanche

Nouvelle poignée qui permet un transport confortable et sûr des garnitures de broyage

Détection automatique de l'Agate et du Carbure de Tungstène (réduction de la vitesse à 700 tr/min⁻¹ ou 1 200 tr/min⁻¹)

15 mm
20 µm*



 La norme en matière d'analyse spectrale



Vibro-broyeur à disques RS 200

RS 300 – Pour les grands volumes d'échantillons

Le broyeur à disques vibrants RS 300 XL convient au broyage extrêmement rapide, sans perte et reproductible de matériaux mi-durs, cassants et fibreux jusqu'à la finesse analytique. Jusqu'à 4 échantillons peuvent être traités simultanément. Grâce à l'arbre d'entraînement universel robuste, qui met le bol de broyage en mouvement 3D, ce broyeur accepte des éléments de broyage jusqu'à 30 kg. Le système de broyage fermé garantit un traitement complet de l'échantillon.


Tout comme le RS 200, le RS 300 XL, avec sa conception robuste, s'est avéré idéal pour des applications en géologie, minéralogie, métallurgie, ainsi que dans le secteur des matériaux de construction (ciment) et dans les centrales électriques.

En raison de leur rapidité et de leur finesse finale, les vibro-broyeurs à disques RETSCH sont le choix idéal lorsqu'il s'agit de préparer des échantillons pour l'analyse spectrale.

Avantages

- Résultats reproductibles et échantillons homogènes grâce à l'arbre d'entraînement universel (vibration 3D des éléments de broyage)
- Fonction inversion automatique (rotation gauche/droite)
- Fonction d'intervalle programmable (démarrage/arrêt automatique)
- Serrage pneumatique des éléments de broyage (avec pression d'air) pour une manipulation pratique et sûre
- Fonction de sécurité supplémentaire : le broyeur ne démarre que lorsque la pression pneumatique est correcte
- Option de levage automatique pour un levage ergonomique des éléments de broyage lourds



 Volume du bol de broyage de 100 ml à 2000 ml

Vibro-broyeur à disques RS 300



Accessoires et options

Grâce à la diversité des tailles et des matériaux des éléments de broyage, les RS 200 et RS 300 conviennent à un large éventail d'applications.

Les garnitures de broyage d'un vibro-broyeur à disques sont formées d'un bol de broyage doté d'un couvercle et d'un disque de broyage. Les garnitures de broyage de 100 ml et 250 ml contiennent un anneau de broyage supplémentaire. Les caractéristiques des garnitures de broyage sont les suivantes :

- Fixation sûre, antidérapante avec verrouillage anti-ouverture sur le couvercle et la base
- Prises faciles à utiliser sur le couvercle et la base
- Écart entre le bol et le bord du couvercle, pour faciliter l'ouverture
- Étanchéité optimale grâce au joint torique (idéal pour un broyage à l'état humide)
- Gaine de protection en acier inoxydable (pour les bols en Agate, oxyde de Zirconium et carbure de Tungstène)
- Identification claire des garnitures de broyage (numéro de l'article, matériau et volume)

Les éléments de broyage de volumes 800, 1000 et 2000 ml se composent d'un bol de broyage avec couvercle et d'un disque de broyage avec ouverture qui permet un mélange parfait de grandes quantités d'échantillons.



Nouvelle poignée de transport





Éléments de broyage disponibles

Élément de broyage	50 ml avec disque	100 ml avec disque et anneau	250 ml avec disque et anneau	800 ml avec grand disque de broyage	1,000 ml avec grand disque de broyage	2,000 ml avec grand disque de broyage
Acier trempé						
Acier Inox	-	-	-	-	-	
Acier chromé	-		-			
Acier 1.1740		-		-	-	-
Carbure de Tungstène				-	-	-
Oxyde de Zirconium			-	-	-	-
Agate			-	-	-	-

Les vibro-broyeurs à disque en un coup d'œil

Modèle

Vibro-broyeurs à disques	
	
RS 200	RS 300

Application	broyage, mélange, trituration
Champs d'application	matériaux de construction, environnement/recyclage, géologie/ métallurgie, verre / céramique
Matière chargée	mi-dure, dure, cassante, fibreuse

Caractéristiques de performance

Granulométrie initiale*	< 15 mm	< 20 mm
Finesse finale*	$d_{90} < 20 \mu\text{m}$	$d_{90} < 20 \mu\text{m}$
Volume de l'échantillon*	15–250 ml	35–2.000 ml
Réglages de la vitesse	700 tr/min ⁻¹ à 1 500 tr/min ⁻¹	912 tr/min ⁻¹
Présélection numérique de la durée de broyage	00:01–99:59 min	00:01–59:59 min

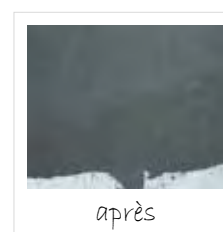
Données techniques

Puissance d'entraînement	1 500 W	2 200 W
L x H x P (fermé)	env. 836 x 1 220 x 780 mm	env. 1 150 x 1 400 x 810 mm
L x H x P (couvercle ouvert)	env. 836 x 1 900 x 780 mm	env. 1 150 x 2 100 x 810 mm
Poids net	env. 210 kg	env. 400 kg

*dépend de la matière chargée et de la configuration de l'instrument

Échantillons types

Les vibro-broyeurs à disques RS 200 de RETSCH pulvérisent rapidement les matériaux suivants : béton, sol, minerais, verre, céramiques, charbon, coke, corindon, oxydes métalliques, minéraux, scories, silicate, ciment, clinker de ciment, etc.



Exemple d'application :
Scories

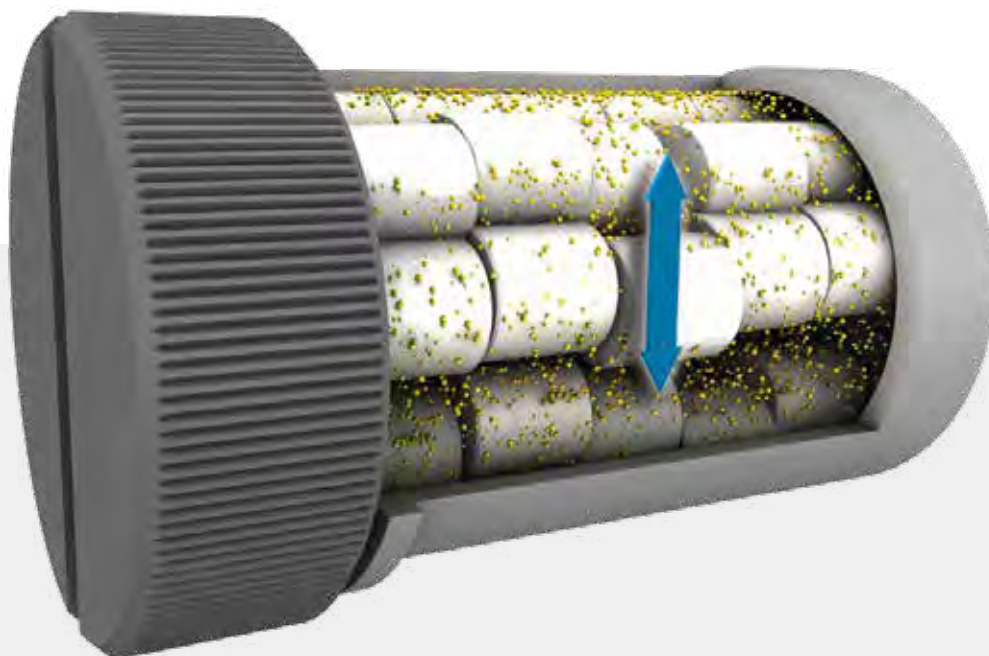
Broyeur XRD McCrone – Broyage de particules rapide, pour une diffraction aux rayons X

Le broyeur XRD McCrone a été spécifiquement conçu pour la préparation d'échantillons pour diffraction aux rayons X. Ses domaines d'applications les plus courants sont la géologie, la chimie, la minéralogie et les sciences des matériaux.

Ce broyeur est très efficace grâce à l'action unique de ses éléments cylindriques de broyage qui produisent à la fois des contacts linéaires et un cisaillement planaire. Les temps de broyage sont donc réduits, avec une perte minimale d'échantillon, et la distribution granulométrique est exceptionnellement fine. La structure du réseau cristallin de l'échantillon est largement préservée.

Le récipient de broyage est constitué d'un bol de 125 ml en polypropylène muni d'un bouchon à vis sans joint en polyéthylène. Le bol est présenté avec un ensemble ordonné de quarante-huit éléments cylindriques de broyage identiques disponibles en Agate, oxyde de Zirconium ou corindon fritté. Afin d'obtenir une micronisation optimale, le broyeur fonctionne pendant des périodes de 3 à 30 minutes ; le volume d'échantillon recommandé est de 2 à 4 ml.

Principe de fonctionnement
du broyeur XRD McCrone



La structure du réseau cristallin est préservée

500 μm
1 μm^*



Broyeur XRD McCrone

Avantages

- Contamination minimale de l'échantillon
- Distribution granulométrique fine et reproductible
- Couvercle verseur, pour une récupération facile de l'échantillon
- Minuteur jusqu'à 99h:59min:50s
- Performances de broyage réglables en 4 étapes
- Convient pour le broyage à sec ou à l'état humide

Avantages du broyage à l'état humide

Le broyage, qu'il s'effectue à sec ou à l'état humide, est une méthode qui convient à la préparation d'échantillons. Le broyage à l'état humide provoque un minimum de modifications à la structure du réseau cristallin de l'échantillon. À la fin du broyage, le couvercle est retiré du bol et remplacé par le couvercle verseur pour la récupération de l'échantillon. On verse alors la suspension broyée. Des lavages répétés à l'aide d'un liquide permettent de retirer les résidus d'échantillons du bol de broyage.

Accessoires et options

- Bol de broyage avec couvercle et couvercle verseur
- Éléments de broyage en Agate, oxyde de Zirconium ou corindon fritté
- Système de chargement pour les cylindres de broyage
- Ensemble pour préparation d'échantillons (mortier de percussion en acier inoxydable, 10 cylindres en corindon fritté, 1 tamis de 500 µm et 1 brosse de nettoyage)



Échantillons types

Le broyeur XRD McCrone fournit d'excellents résultats de broyage pour les matériaux suivants : amiante, borures, carbures, verre, mica, graphite, foie et tissus musculaires, nitrures, papier, pigments, sciures, ardoise, siliciures, paille, talc, argile, ciment, etc.

Le broyeur XRD McCrone en un coup d'œil

Broyeur XRD



Modèle

XRD-Mill McCrone

Application	broyage, mélange, trituration
Champs d'application	biologie, matériaux de construction, géologie/ métallurgie, verre / céramique
Matière chargée	mi-dure, dure, cassante, fibreuse

Caractéristiques de performance

Granulométrie initiale*	< 500 µm
Finesse finale*	$d_{90} < 1 \mu\text{m}$
Volume de l'échantillon*	2 à 4 ml
Réglage de la vitesse	1 000 à 1 500 tr/min ⁻¹ en 4 étapes
Minuteur	00:00:10 à 99:59:50

Données techniques

Puissance d'entraînement	50 W
L x H x P	205 x 155 x 520 mm
Poids net	env. 19 kg

*dépend de la matière chargée et de la configuration de l'instrument



Exemple d'application : Mica

CryoMill – Broyage efficace à -196 °C

Les matières thermosensibles et élastiques sont broyées avec succès par refroidissement à l'Azote liquide. Le broyeur CryoMill a été spécialement conçu pour le broyage cryogénique. Il dispose d'un système de refroidissement intégré qui refroidit en continu le bol de broyage à l'Azote liquide avant et pendant le broyage. L'échantillon est ainsi fragilisé et les composés volatils sont conservés.

Grâce au système de circulation continue et automatique «Autofill», l'ajout d'Azote correspond toujours à la quantité requise pour le maintien de la température à -196 °C. Ainsi, l'utilisateur n'est jamais en contact direct avec l'Azote liquide (LN₂) ce qui assure une grande sécurité d'utilisation. Le refroidissement automatique garantit le lancement du broyage seulement lorsque l'échantillon est parfaitement refroidi – la consommation d'Azote liquide est ainsi réduite et les résultats de broyage obtenus sont reproductibles. Cela permet de réduire la consommation et de garantir les meilleurs résultats de broyage.

Les paramètres comme la fréquence d'oscillation, le temps de pré-refroidissement ou la durée de broyage se règlent numériquement à l'aide d'un clavier clairement structuré. Pour les processus de broyage de longue durée, il est possible de régler la durée du refroidissement intermédiaire et le nombre de cycles de refroidissement. Le broyeur peut fonctionner sans refroidissement, ce qui le rend multiusage.



Avec système Auto-fill, pour LN₂



CryoMill



Avantages

- Broyage cryogénique rapide et efficace à -196 °C
- Particulièrement sûr, grâce au système de remplissage automatique de l'azote liquide
- Broyage efficace jusqu'à 30 Hz
- Pré-refroidissement automatique des échantillons et bols de broyage pour des résultats optimaux
- Basse consommation d'Azote liquide
- Les matériaux du bol de broyage sont en : PTFE, acier inoxydable, acier trempé ou oxyde de Zirconium
- Mémorisation pour 9 Procédures Opérationnelles Permanentes (SOPs)
- Convient pour le broyage à sec ou à l'état humide

Accessoires et options

Le CryoMill est équipé d'une station de broyage pour des bols de broyage à couvercle à vis de volumes 10 ml, 25 ml, 35 ml ou 50 ml. Il est également possible d'utiliser des adaptateurs pour 4 bols de broyage de 5 ml chacun, ainsi que pour 6 microtubes de 2 ml chacun. Pour les applications pour lesquelles il n'est pas possible d'utiliser des bols en acier du fait d'un risque éventuel de contamination, RETSCH propose un bol de broyage de 25 ml en oxyde de Zirconium muni des billes appropriées. En alternative, on trouve des bols de broyage en PTFE.



Alimentation en LN₂

Pour garantir un très haut niveau de sécurité et un grand confort d'utilisation du CryoMill, RETSCH propose un système de circulation automatique en Azote liquide, disponible en récipients de 50 litres, qui fournit un refroidissement pendant environ 5 heures. Il est également possible de connecter des réservoirs cryogéniques existants au broyeur, à l'aide d'un tube de connexion avec une vanne de sécurité.



Échantillons types

Du fait de la fragilisation automatique des échantillons, le CryoMill convient par exemple pour la pulvérisation des produits suivants : déchets, sols, produits chimiques, tissus, cheveux, bois, boues d'épuration, os, plastiques, graines oléagineuses, papier, plantes, pilules, textiles, aliments pour animaux, laine, etc.

CryoMill en un coup d'œil

Vibro-broyeurs



Modèle

CryoMill

Application	broyage, mélange, homogénéisation, désintégration cellulaire
Champs d'application	agriculture, aliments, biologie, chimie / plastiques, environnement / recyclage, géologie / métallurgie, verre / céramique, ingénierie/ électronique, médecine / pharmaceutique, matériaux de construction
Matière chargée	dure, mi-dure, tendre, cassante, élastique, fibreuse

Caractéristiques de performance

Granulométrie initiale*	< 8 mm
Finesse finale*	d ₉₀ < 5 µm
Volume d'échantillon*	< 20 ml
Durée de broyage type	Pré-refroidissement : 10 min, Broyage : 4 min
Applications possibles	Broyage cryogénique Broyage à température ambiante Broyage à l'état humide Broyage à sec Désintégration cellulaire
Nombre de station(s) de broyage	1
Présélection numérique de la fréquence	5 à 30 Hz (300 à 1 800 tr/min ⁻¹)
Présélection numérique de la durée de broyage	30 s à 99 min
Mémorisation pour Procédures Opérationnelles Permanentes (SOPs)	9

Données techniques

Puissance d'entraînement	200 W
L x H x P	395 x 373 x 577 mm
Poids net	env. 45 kg

*dépend de la matière chargée et de la configuration de l'instrument



Exemple d'application : Canard en caoutchouc

MM 200 – Broyage et mélange d'échantillons secs

Le vibro-broyeur MM 200 est un broyeur de paillasse polyvalent et compact conçu pour le broyage à sec de petits volumes d'échantillons. Il mélange et homogénéise les poudres en quelques secondes.

Pour le broyage neutre à l'analyse, les bols de broyage standards avec couvercle à enficher sont disponibles en 6 matériaux et 4 tailles. Ce modèle de base peut être utilisé pour la désintégration de cellules biologiques et pour la récupération de l'ADN/ARN, tout comme le MM 400. Différents tubes à réaction et adaptateurs sont disponibles pour ce type d'application.

Avantages

Broyage, mélange et homogénéisation reproductibles et efficaces en quelques secondes

Broyage puissant par impact et friction, jusqu'à 25 Hz et jusqu'à 20 échantillons par série

Mémoire pour 9 procédures opératoires normalisées (SOP)

Large gamme d'accessoires, y compris différentes tailles de bols et de billes, supports d'adaptateurs, matériaux d'outils de broyage



Le modèle de base économique

6 mm
10 µm*



Vibro-broyeur MM 200



MM 400 – Broyage, mélange, fractionnement de petites quantités d'échantillons

Le vibro-broyeur MM 400 est réellement un équipement multifonctions dans un laboratoire. Il a été conçu tout particulièrement pour le broyage à sec, à l'état humide et pour le broyage cryogénique de petits échantillons. Ces puissants broyeurs à billes broient, mélangent et homogénéisent les poudres et les suspensions jusqu'à 30 Hz en quelques secondes, en fournissant des granulométries dans le domaine du micron.

Le vibro-broyeur pulvérise simultanément deux échantillons, de 0,2 à 20 ml. Grâce au mécanisme de centrage automatique des bols de broyage et au dispositif de serrage autobloquant, la manipulation des bols de broyage est extrêmement sûre et facile. Le MM 400 convient parfaitement à la désintégration de cellules biologiques jusqu'à 20 échantillons en une seule fois, ainsi que pour l'extraction des protéines d'ADN/ARN. Le MM 400 peut également être utilisé pour un broyage à l'état humide grâce à ses bols de broyage à couvercle à vis ; ils peuvent également être refroidis dans de l'Azote liquide, pour des applications cryogéniques.

Le broyeur fonctionne si efficacement que l'échantillon est difficilement réchauffé, du fait du temps de broyage très court. La plupart des matériaux peuvent donc être pulvérisés et mélangés à température ambiante, sans refroidissement.

Accessoires pour le MM 400



Vibro-broyeur MM 400



Les "polyvalents"
du laboratoire

Grâce au processus efficace d'homogénéisation, le MM 400 convient aussi parfaitement pour le mélange d'échantillons en poudre et à l'ajout de liant dans des récipients en plastique avant la fabrication de pastilles, en vue d'analyse XRF par exemple.

Avantages

- Convient pour le broyage à sec, humide et cryogénique
- Débit d'échantillons élevé grâce à une brève durée de broyage et deux stations de broyage
- Réglage numérique des paramètres, pour des résultats reproductibles
- Mémorisation pour 9 Procédures Opérationnelles Permanentes (SOPs)
- Adaptateur pour microtubes à usage unique, préparation simultanée jusqu'à 20 échantillons biologiques
- Convient au fractionnement de cellules dans les suspensions cellulaires : jusqu'à 240 ml (8 x 30 ml)
- Convient au mélange jusqu'à 8 échantillons dans des tubes centrifuges de 50 ml

MM 500 – De la pulvérisation rapide au broyage long

Le MM 500 est le premier vibro-broyeur au monde avec une fréquence de 35 Hz qui produit suffisamment d'énergie pour un broyage humide efficace d'échantillons jusqu'au nanomètre - avec de faibles effets de réchauffement.

Les performances, la maniabilité, les domaines d'application et la conception du MM 500 en font la combinaison parfaite d'un vibro-broyeur classique et d'un broyeur planétaire à billes. Il est parfaitement adapté aux processus de broyage longs de plusieurs heures avec un apport d'énergie élevé pour obtenir des tailles de particules $< 1 \mu\text{m}$, par exemple pour la mécanosynthèse ou les réactions chimiques. Le MM 500 ne nécessite pas de pauses de refroidissement en raison d'une augmentation très modérée de la température pendant le broyage. Il est également plus facile à manipuler qu'un broyeur planétaire à billes.

Le système de serrage convivial permet une utilisation en toute sécurité. Pour le prélèvement périodique des échantillons, les bols restent bien serrés, ce qui est particulièrement avantageux pour les applications complexes comme la mécanosynthèse.

Ce broyeur de paillasse est également utilisé pour le broyage classique à sec, humide et cryogénique de volumes d'échantillons jusqu'à $2 \times 45 \text{ ml}$ en une seule étape. Ce broyeur puissant mélange et pulvérise les poudres et les suspensions en quelques secondes.



Bol de broyage à vis avec dispositif de fermeture de sécurité intégré et couvercle d'aération



Finesse finale jusqu'à $< 100 \text{ nm}$ possible !

Vibro-broyeur MM 500

NEW

10 mm

 100 nm*



Avantages

Convient au broyage continu à long terme et au broyage efficace avec un apport d'énergie élevé

Broyage puissant jusqu'à 35 Hz

3 modes de broyage différents (sec, humide ou cryogénique)

Volumes des bols de broyage 50 ml, 80 ml, 125 ml, étanche à la pression jusqu'à 5 bar

La conception du bol permet d'utiliser pleinement le volume, même pour le broyage humide

Les bols restent bien serrés pour le prélèvement périodique de l'échantillon

Bols de broyage disponibles en 4 matériaux

Peut être contrôlé via l'application RETSCH, en option

12 procédures opératoires normalisées (SOP) et 4 cycles de programme avec jusqu'à 99 répétitions peuvent être mémorisés



Accessoires et options

Le MM 400 peut être équipé de bols de broyage à couvercle à vis, de 1,5 ml à 50 ml. Les matériaux disponibles sont : acier inoxydable, carbure de Tungstène, Agate, oxyde de Zirconium, PTFE.

RETSCH propose différents adaptateurs pour les flacons à usage unique de 0,2 à 50 ml destinés à la désintégration cellulaire et à l'extraction d'ADN/ARN et de protéines. Ils sont également parfaitement adaptés au mélange simultané d'un certain nombre d'échantillons.

Avantages des bols de broyage à couvercle à vis :

- 3 modes différents de broyage (sec, humide ou cryogénique)
- Parfaite reproductibilité grâce au centrage automatique et au design uniforme des bols de broyage
- Prises ergonomiques sur le bol et le couvercle
- Gaine de protection en acier inoxydable (pour les bols en Agate, oxyde de Zirconium et carbure de Tungstène)



Pour le MM 500, les bols de broyage à vis sont disponibles en 3 tailles différentes (50 ml, 80 ml et 125 ml) et en 4 matériaux (acier trempé, acier inoxydable, oxyde de zirconium et carbure de tungstène).

Avantages des bols de broyage à vis :

- Convient pour le broyage à sec, humide et cryogénique
- Mode à fort impact et à friction élevée
- Étanche à la pression jusqu'à 5 bar
- Le couvercle plat du bol permet d'utiliser pleinement le volume du bol, ce qui est particulièrement avantageux pour le broyage
- humide et la pulvérisation des échantillons fibreux



CryoKit

Le kit Cryo est une solution économique pour le broyage cryogénique occasionnel. Cet ensemble de récipients isolés, de pinces et de lunettes de sécurité est utilisé pour pré-refroidir le bol de broyage à l'azote liquide.

- Le CryoKit pour le MM 400 se compose de 2 récipients isolés (1 et 4 litres), 2 paires de pinces pour bol et 1 paire de lunettes de sécurité.
- Le CryoKit pour le MM 500 se compose d'un récipient isolé (4 litres), de 2 supports de bols et d'une paire de lunettes de sécurité.



Les vibro-broyeurs en un coup d'œil

	Vibro-broyeurs		
			
Modèle	MM 200	MM 400	MM 500

Application	mécanochimie, mécanosynthèse, réduction de taille, mélange, homogénéisation, rupture cellulaire, broyage cryogénique
Champs d'application	agriculture, biologie, chimie / plastiques, matériaux de construction, ingénierie / électronique, environnement / recyclage, alimentation, géologie / métallurgie, verre / céramique, médecine / pharmaceutique, science des matériaux
Matière chargée	dur, mi-dur, souple, cassant, élastique, fibreux

Caractéristiques de performance

Granulométrie initiale*	< 6 mm	< 8 mm	≤ 10 mm
Finesse finale*	$d_{90} < 10 \mu\text{m}$	$d_{90} < 5 \mu\text{m}$	~ 0.1 μm
Volume de l'échantillon*	2 x 10 ml	2 x 20 ml	max. 2 x 45 ml
Durée de broyage type	30 s à 2 min	30 s à 2 min	30 s à 2 min
Applications possibles			
Broyage à sec			
Broyage humide	–		
Broyage cryogénique	–		
Désintégration de cellules dans des microtubes à usage unique	max. 10 x 2,0 ml	max. 20 x 2,0 ml ou 10 x 5,0 ml ou 8 x 30 ml / 50 ml	–
Mélange à l'aide de tubes coniques centrifuges	–		–
Bols de broyage appropriés			
Bol de broyage avec couvercle enfiché	1,5 à 25 ml	–	–
Bol de broyage avec couvercle à vis	–	1,5 à 50 ml	50 ml / 80 ml / 125 ml
Système de fixation autocentré	–		
Nombre de station(s) de broyage	2	2	2
Présélection numérique de la fréquence	3 à 25 Hz (180 à 1 500 tr/min ⁻¹)	3 à 30 Hz (180 à 1 800 tr/min ⁻¹)	3 à 35 Hz (180 à 2 100 tr/min ⁻¹)
Présélection numérique de la durée de broyage	10 s à 99 min	10 s à 99 min	10 s à 99 h
Mémorisation pour Procédures Opérationnelles Permanentes (SOPs)	9	9	12
Cycles de programme mémorisables avec jusqu'à 99 répétitions	–	–	4
Contrôle via l'application RETSCH, en option	–	–	

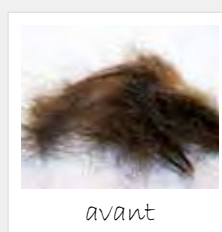
Données techniques

Puissance d'entraînement	85 W	120 W	750 W
L x H x P	371 x 266 x 461 mm	371 x 266 x 461 mm	690 x 375 x 585 mm
Poids net	env. 25 kg	env. 26 kg	env. 60 kg

*dépend de la matière chargée et de la configuration de l'instrument

Echantillons types

Les vibro-broyeurs RETSCH sont vraiment polyvalents. Ils permettent par exemple d'homogénéiser les matériaux suivants : déchets, sols, produits chimiques, comprimés enrobés, médicaments, minerais, céréales, tissus, verre, cheveux, céramiques, os, plastiques, alliages, minéraux, graines oléagineuses, plantes, boues d'épuration, pilules, textiles, laine, etc.



Exemple d'application :
Cheveux

Emax – Une révolution dans le broyage ultrafin

L'Emax est un tout nouveau type de broyeur à billes, pour un broyage à haute énergie. La combinaison unique de friction élevée et d'impact permet un broyage extrêmement fin des particules en un temps très court. La haute énergie est due à une vitesse inégalée de 2 000 tr/min⁻¹ et d'une conception inédite du bol.

Le principe de broyage de l'Emax combine les avantages des différents types de broyeurs : impact à haute fréquence (vibro-broyeur), friction intensive (vibro-broyeur à disques), et mouvements circulaires contrôlés du bol (broyeur planétaire) permettent une performance inégalable pour les broyages.

À la différence des autres broyeurs à billes à haute énergie, l'Emax peut continuer les opérations de broyage en continu, sans interruption pour refroidissement. Cela réduit considérablement les temps de broyage. Le broyeur à billes à haute énergie offre les conditions idéales pour la mécanosynthèse ou un broyage de l'ordre du nanomètre.

Des caractéristiques telles que la fermeture de sécurité intégrée du bol de broyage, le contrôle de la température avec réduction automatique de la vitesse et le contrôle intégré du déséquilibre rendent très conviviale l'utilisation du broyeur Emax.



5 mm
80 nm*



Vitesse maximale 2.000 min⁻¹

Broyeur à billes Haute Énergie Emax

Avantages

- Broyage plus fin et plus rapide qu'avec tout autre
- La vitesse inégalée de 2 000 min⁻¹ permet une réduction extrêmement rapide de la taille jusqu'au nanomètre
- Un liquide de refroidissement innovant est intégré pour permettre un fonctionnement en continu, sans arrêts pour refroidissement
- Mode de contrôle de la température
- Conception spéciale du bol pour une distribution granulométrique particulièrement fine
- Utilisation facile, par écran tactile, mémorisation de 10 programmes (SOP)
- Deux stations de broyage, bols de broyage équipés d'une fermeture de sécurité intégrée

Refroidissement et contrôle de la température

Les bols de broyage de l'Emax sont refroidis sur leur support par un système de refroidissement intégré. Pour réduire encore plus la température, le broyeur peut être connecté à un échangeur thermique ou à un robinet. Le logiciel de l'Emax permet à l'utilisateur de réaliser le broyage dans une certaine plage de température ; on peut par exemple définir une température minimum et une température maximum. Lorsque la température maximum est dépassée, le broyeur s'arrête automatiquement et reprend lorsque la température minimum est atteinte.

Système de mesure GrindControl

En mesurant en continu la pression et la température, le process et les réactions qui ont lieu à l'intérieur du bol de broyage pendant le broyage peuvent être surveillés et enregistrés.

Accessoires et options

- **Bols de broyage**
 - acier inoxydable 50 ml, 125 ml
 - oxyde de Zirconium 50 ml, 125 ml
 - carbure de Tungstène 50 ml.
- **Billes de broyage**
 - acier inoxydable, oxyde de Zirconium, carbure de Tungstène
 - jusqu'à 12 mm pour un bol de broyage de 50 ml ou
 - jusqu'à 15 mm pour un bol de broyage de 125 ml.
- **Couvercle d'aération**
 - pour effectuer un broyage sous atmosphère inerte ; pour les bols en acier inoxydable et en oxyde de Zirconium



Couvercle d'aération

Échantillons types

Le broyeur à billes à haute énergie Emax pulvérise efficacement les matériaux suivants : sol, béton, fibres de carbone, produits chimiques, minerais, gypse, verre, pierres semi-précieuses, bois, chaux, catalyseurs, céramiques, os, charbon, alliages, oxydes métalliques, minéraux, pigments, quartz, scories, tabac, thé, minéraux argileux, clinker de ciment, etc.

Emax en un coup d'œil

Broyeur à billes Haute Énergie



Modèle

Emax

Application	broyage à l'échelle nanométrique, broyage, homogénéisation, mécano-synthèse, broyage colloïdal, fragmentation à haute énergie
Champs d'application	agriculture, biologie, chimie, matériaux de construction, ingénierie/ électronique, environnement / recyclage, géologie/ métallurgie, verre / céramique, médecine/ produits pharmaceutiques
Matière chargée	mi-dure, dure, cassante, fibreuse - sèche ou humide

Caractéristiques de performance

Granulométrie initiale*	< 5 mm
Finesse finale*	$d_{90} < 80 \text{ nm}$
Volume de l'échantillon*	2 x 45 ml
Vitesse de rotation à 50 Hz	300 à 2 000 tr/min ⁻¹
Force G**	76 g
Refroidissement	refroidissement à l'eau intégré contrôlé
Contrôle de la température	la température min et max doit être définie
Nombre de station(s) de broyage	2
Type de bols de broyage	avec dispositifs intégrés de verrouillage de sécurité
Réglage de la durée de broyage	00:01:00 à 99:59:59
Mode de fonctionnement intermittent	avec inversion du sens en option
Intervalle	00:01:00 à 99:59:59
Temps de repos	00:01:00 à 99:59:59
Mémorisation pour Procédures Opérationnelles Permanentes (SOP)	10

Données techniques

Puissance d'entraînement	2 600 W
L x H x P	625 x 525 x 645 mm
Poids net	env. 120 kg

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

**($1 \text{ g} = 9,81 \text{ m/s}^2$)



avant



après

Exemple d'application :
Minerais

Série PM – Une granulométrie à l'échelle nanométrique

Les broyeurs planétaires à billes, puissants et polyvalents, répondent voire dépassent les exigences en matière de broyage rapide et reproductible, à l'échelle du micron. Ils se prêtent à des applications multiples, de la préparation quotidienne d'échantillons jusqu'au broyage colloïdal et la mécanosynthèse. Les forces centrifuges extrêmement importantes des broyeurs planétaires engendrent une énergie de broyage exceptionnelle, qui se traduit par des temps de broyage très courts.

Les broyeurs planétaires à billes sont disponibles en versions avec 1, 2 ou 4 stations de broyage. Les paramètres de broyage réglables, le vaste assortiment de bols en matériaux de haute qualité ainsi que les nombreuses possibilités de combinaison des charges de billes (nombre et taille des billes) permettent une adaptation individuelle à l'application considérée et sont à la base de la polyvalence inégalée de la gamme des broyeurs PM.

Tous les broyeurs planétaires à billes RETSCH proposent un démarrage automatique programmable, un dispositif de sauvegarde en cas de panne de courant capable de conserver les temps de broyage restants et une aération de la chambre de broyage qui refroidit également les bols de broyage pendant le fonctionnement. Les paramètres de broyage sont facilement sélectionnés et stockés, grâce à un bouton unique et un affichage sur écran. Les broyeurs, disponibles en sept versions, se caractérisent par leurs excellentes performances, leur sûreté et leur fiabilité.

Avantages

- Grande efficacité de broyage pour des résultats excellents jusqu'à l'échelle nanométrique
- Résultats reproductibles, grâce au contrôle de l'énergie et de la vitesse
- Mémorisation pour 10 Procédures Opérationnelles Permanentes (SOPs)
- Convient pour les essais longs et pour des utilisations en continu
- Différents rapports de vitesse disponibles (1:-1; 1:-2; 1:-2,5; 1:-3)
- Volume des bols de broyage de 12 ml à 500 ml, dans 8 matériaux différents
- Inversion automatique du sens de rotation pour éviter toute agglomération
- Pieds à mouvements latéraux libres (Free-Force-Compensation-Sockets), pour une stabilité parfaite sur la table

10 mm
▽
100 nm*



Broyeur planétaire à billes PM 400 / PM 400 MA

Gamme de modèles

Broyeur planétaire à billes PM 100

Ce broyeur à billes est équipé d'une station de broyage et il est capable de pulvériser et mélanger un grand nombre de matériaux. Il peut être utilisé avec des bols de broyage d'un volume allant de 12 ml à 500 ml. Grâce à la technologie à pieds à mouvements latéraux libres (Free Force Compensation Socket), les vibrations du broyeur sont compensées. Si le PM 100 est placé sur une paillasse de laboratoire adaptée, il peut rester sans surveillance pendant son fonctionnement.

Broyeur planétaire à billes PM 100 CM

Cette version présente les mêmes données de performance que le PM 100 classique ; cependant, les rapports de vitesse entre la roue solaire et le bol de broyage sont de 1:1 au lieu de 1:2. Le mouvement des billes étant modifié, l'échantillon est plutôt pulvérisé par pression et frottement que par impact. Cela permet de réduire non seulement l'abrasion mais aussi l'accumulation de chaleur à l'intérieur du bol de broyage. Il est ainsi possible de traiter plus doucement les matériaux agglomérés.

Broyeur planétaire à billes PM 200

Le PM 200 dispose de 2 stations de broyage pour des bols d'un volume nominal de 12 à 125 ml. Le plus grand diamètre de la roue solaire se traduit par un apport énergétique plus important que celui du PM 100.

Broyeur planétaire à billes PM 400

Le broyeur planétaire à billes PM 400 avec 4 stations de broyage pour bols de volume nominal de 12 à 500 ml est un modèle au sol robuste et compact. Il est capable de traiter jusqu'à 8 échantillons simultanément, ce qui lui confère un important débit d'échantillons.

Modèle PM 400 MA

Afin d'atteindre un apport énergétique particulièrement élevé pour la mécanosynthèse de matériaux durs et cassants, le PM 400 dans la version 'MA' est également disponible avec des rapports de vitesses de 1:-2,5 et 1:-3.



Système de mesure de pression et de température GrindControl

Les broyeurs planétaires à billes se distinguant par leur très grand apport énergétique sont utilisés fréquemment pour développer de nouveaux matériaux par mécanosynthèse. Les processus et réactions qui ont lieu dans le bol de broyage peuvent être mesurés et surveillés grâce au système GrindControl, contrôlé par un logiciel. Il est disponible avec un bol de broyage en acier inoxydable de 250 ml ou 500 ml. Le bol de broyage et le PC communiquent via une liaison sans fil robuste et fiable. L'acquisition des données de mesure peut se faire à différentes vitesses, le plus grand intervalle étant de 5 secondes et le plus petit de 5 millisecondes. Le système complet - y compris les accessoires tels que le bol de broyage et un kit de conversion pour gazage - est livré dans un boîtier en aluminium.



Gammes de mesure: Pression du gaz : jusqu'à 500 kPa, Température : 0 à 200 °C

Bols de broyage "comfort"



La gamme de bols «comfort» a été spécialement conçue pour des conditions d'essais extrêmes telles que des essais de longue durée, des broyages à l'état humide, de fortes charges mécaniques et des vitesses maximum, ainsi que pour la mécanosynthèse.

- Bols de broyage de 12 ml à 500 ml
- Acier trempé, acier inoxydable, carbure de tungstène, agate, corindon, nitrure de silicium, oxyde de zirconium, PTFE
- Étanche aux gaz, à la poussière et à la pression
- Brides de préhension sur le bol et le couvercle
- Assise sûre et antidérapante avec dispositif anti-rotation intégré et centrage de la base conique
- Dispositif de fermeture de sécurité, en option, pour la manipulation étanche au gaz à l'intérieur et à l'extérieur des boîtes à gants
- Le couvercle d'aération, en option, crée une atmosphère inerte dans le bol de broyage.
- Les bols de broyage peuvent être empilés dans les PM 100, PM 100 CM et PM 400.

Sécurité

Les broyeurs planétaires à billes disposent d'une échelle de sécurité qui garantit que le broyeur ne pourra être mis en route seulement si tous les bols de broyage ont été fixés avec un dispositif de serrage rapide. Le verrouillage automatique assure que les bols de broyage sont correctement posés en sécurité.

La fermeture automatique du couvercle assure, quant à elle, que le broyeur ne démarre pas si le couvercle n'est pas correctement fermé. Il n'est possible de l'ouvrir qu'à l'arrêt complet du broyeur. Les pieds à mouvements latéraux libres (Free-Force-Compensation-Sockets - FFCS) compensent les vibrations et sécurisent la stabilité des broyeurs posés sur une paillasse.

Les broyeurs planétaires à billes en un coup d'œil

Broyeurs planétaires à billes			
			
Modèle	PM 100 & PM 100 CM	PM 200	PM 400 & PM 400 MA

Applications	broyage à l'échelle nanométrique, pulvérisation, mélange, homogénéisation, broyage colloïdal, mécanosynthèse
Champs d'application	agriculture, biologie, chimie / plastiques, matériaux de construction, ingénierie/ électronique, environnement / recyclage, géologie / métallurgie, verre / céramique, médecine / produits pharmaceutiques
Matière chargée	molle, dure, cassante, fibreuse - sèche ou humide

Caractéristiques de performance

Granulométrie initiale*	< 10 mm	< 4 mm	< 10 mm
Finesse finale*	$d_{90} < 1 \mu\text{m}$	$d_{90} < 1 \mu\text{m}$	$d_{90} < 1 \mu\text{m}$
Pour un broyage colloïdal*	$d_{90} < 100 \text{ nm}$	$d_{90} < 100 \text{ nm}$	$d_{90} < 100 \text{ nm}$
Volume max. d'échantillon*	1 x 220 ml	2 x 50 ml	4 x 220 ml
avec bols de broyage empilés	max. 2 x 20 ml	–	max. 8 x 20 ml
Nombre de station(s) de broyage	1	2	2 ou 4
Bols de broyage "comfort" disponibles			
12 ml / 25 ml / 50 ml / 80 ml	1 ou 2	2	2, 4 ou 8
125 ml	1	2	2 ou 4
250 ml / 500 ml	1	–	2 ou 4
Rapport de vitesse	1:-2 / 1:-1	1:-2	1:-2 / 1:-2.5 ou 1:-3
Vitesse de la roue solaire	100 à 650 tr/min ⁻¹	100 à 650 tr/min ⁻¹	30 à 400 tr/min ⁻¹
Diamètre effectif de la roue solaire	141 mm	157 mm	300 mm
Force G**	33 g	37 g	27 g
Réglage numérique du temps de broyage (heures:minutes:secondes)	00:00:01 à 99:59:59	00:00:01 à 99:59:59	00:00:01 à 99:59:59
Mode de fonctionnement intermittent	avec inversion du sens en option	avec inversion du sens en option	avec inversion du sens en option
Intervalle	00:00:01 à 99:59:59	00:00:01 à 99:59:59	00:00:01 à 99:59:59
Temps de repos	00:00:01 à 99:59:59	00:00:01 à 99:59:59	00:00:01 à 99:59:59
Mémorisation pour Procédures Opérationnelles Permanentes (SOP)	10	10	10
Mesure de l'apport énergétique			
Ports série			

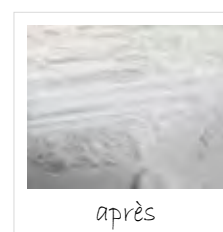
Données techniques

Puissance d'entraînement	750 W	750 W	1 500 W
L x H x P	630 x 468 x 415 mm	630 x 468 x 415 mm	836 x 1 220 x 780 mm
Poids net	env. 80 kg / env. 86 kg	env. 72 kg	env. 290 kg

*dépend de la matière échantillon et de la configuration/des réglages de l'instrument **($1 \text{ g} = 9,81 \text{ m/s}^2$)

Échantillons types

Les broyeurs planétaires à billes RETSCH sont idéaux pour le broyage des produits suivants : sols, produits chimiques, minerais, verre, déchets ménagers ou industriels, céramiques, boues d'épuration, alliages, minéraux, plantes, etc.



Exemple d'application :
Céramiques composites

TM 300 – Broyage & mélange de grands volumes d'échantillons

Le broyeur à tambour TM 300 est utilisé pour la préparation de granulés et de poudres. Le processus de broyage s'effectue dans des conditions sèches ou humides. Le broyeur à tambour peut être utilisé comme broyeur à billes ou à barres en utilisant le module correspondant.

Un nombre suffisant de billes ou de barres est nécessaire pour un processus efficace de broyage. Typiquement, une finesse finale inférieure à 150 microns peut être obtenue et peut même atteindre 20 µm.

Le TM 300 est équipé d'un étrier et d'un mécanisme de verrouillage pour un accès facile à l'échantillon. Le couvercle du tambour s'enlève facilement pour le nettoyage grâce à un mécanisme de verrouillage rapide.

Les paramètres tels que le temps de broyage ou le démarrage et l'arrêt se règlent facilement à l'écran. Les facteurs suivants ont une influence sur la taille finale des particules : caractéristiques de l'échantillon, taille maximale et capacité.



20 mm
20 µm*



Utilisation possible comme broyeur à billes ou à barres

Broyeurs a tambours TM 300

Avantages

- Convient pour le broyage à sec et humide
- Vitesse variable, résultats reproductibles
- Convient aux broyages longs
- Inclinaison facile pour vider le tambour de broyage
- Collecteur d'échantillon amovible
- Dimensions standards des tambours de broyage de 5 à 43,4 l
- Grille de séparation pour séparer l'échantillon des billes de broyage (uniquement pour le broyeur à billes)
- Le rail de guidage permet d'enlever le tambour de façon ergonomique
- Tambour de broyage avec joint d'étanchéité pour un fonctionnement sans perte
- Capot de protection antibruit robuste



Accessoires et Options

Les tambours de broyage en acier inoxydable sont disponibles dans des tailles allant de 5 à 43,4 litres.

Le choix du volume du tambour, du remplissage des billes et des barres est déterminé par le type et la quantité de l'échantillon.

Tambours de broyage en acier inoxydable

- 5 litres
- 10 litres
- 21,7 litres
- 43,4 litres

Billes/barres de broyage en acier inoxydable

- Billes de broyage : 20 kg avec un diamètre de 20 mm
- Barres de broyage : 8 pcs. avec un diamètre de 30 mm (uniquement pour tambour) 43,4 litres.

Broyeurs a tambours en un coup d'œil

Broyeurs a tambours	
	
Modèle TM 300 Billes	Modèle TM 300 Barres

Applications	broyage, mélange
Champs d'application	agriculture, biologie, chimie, matériaux de construction, ingénierie / électroniques, environnement / recyclage, géologie / métallurgie, verre / céramique, médecine / pharmacie
Matière chargée	soUPLE, dur, cassant, fibreux - sec ou humide

Caractéristiques de performance

Granulométrie initiale*	< 20 mm	< 20 mm
Finesse finale*	< 20 µm	< 150 µm
Pour un broyage colloïdal*	env. 10 litres	env. 20 litres
Temps de broyage typique	30–60 min	30–60 min
Applications possibles	broyage à sec broyage humide mélange	–
Volumes de tambours	5 / 10 / 21.7 litres	43.4 litres
Outils de broyage	billes	barres
Nb de station de broyage	1	1
Réglage numérique de la vitesse	0–80 tr/min ⁻¹	0–80 tr/min ⁻¹
Réglage numérique du temps		

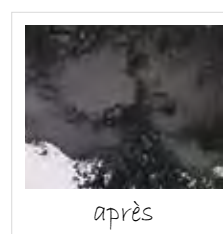
Données techniques

Puissance d'entraînement	750 W	750 W
L x H x P	1 500 x 1 260 x 765 mm	1 500 x 1 260 x 765 mm
Poids net	295 kg	295 kg

*dépend de la matière chargée et de la configuration de l'instrument

Échantillons types

Les broyeurs à tambours RETSCH sont idéaux pour le broyage de minéraux, minerais, verre, céramique, charbon, ciment, produits pharmaceutiques, aliments, etc.



Exemple d'application:
Fibres de carbone

La nouvelle Application RETSCH

En tant que fournisseur leader d'équipements de préparation d'échantillons, RETSCH a porté le confort d'utilisation à un niveau supérieur et a créé la nouvelle Application Retsch. Cet outil rend le travail avec votre broyeur RETSCH facile et pratique.

Pilotez votre broyeur via votre smartphone ou votre tablette

Contrôlez vos appareils en fonction de vos propres routines d'application

Accédez aux informations de la base de données d'applications RETSCH

Prenez contact avec l'équipe de service RETSCH

L'application RETSCH propose un grand nombre d'informations, comme les modes d'emploi ou les accessoires disponibles, mais aussi des documents sur les applications.

Il s'agit notamment d'un grand nombre de protocoles de broyage du laboratoire d'application RETSCH qui couvrent un large éventail d'industries, contenant des paramètres de broyage, des accessoires utilisés et des images

d'échantillons, ainsi que des vidéos montrant l'utilisation du broyeur pas à pas ou des documents "Conseils & Astuces".

Il est également possible de créer votre propre base de données d'application.

Kit de connexion RETSCH

Le kit de connexion contient tout ce dont vous avez besoin pour connecter votre broyeur via l'application RETSCH à un appareil mobile. Il contient tous les composants nécessaires :

Coffret RETSCH avec alimentation électrique

Tablette Samsung Galaxy A6 avec alimentation électrique

Cable de connexion

Le mode d'emploi du broyeur RETSCH utilisé avec le coffret RETSCH est préinstallé sur la tablette.

Supériorité en détails



L'interface utilisateur claire et intuitive permet un accès rapide aux contenus.



Les broyeurs de laboratoire peuvent être connectés et commandés avec l'application.



Des protocoles de broyage peuvent être créés et stockés.



SAMSUNG

< **Retsch** ☰

Remote

Lab GM 200



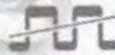
2000 RPM



01:00



Hit/Cut



Interval



La solution idéale pour tout produit et méthode d'analyse

Les exemples suivants montrent les principales applications pour différentes industries. La [base de données en ligne](#) de RETSCH contient un grand nombre de rapports d'essais supplémentaires.

De plus, le laboratoire d'applications RETSCH propose des broyages d'essai gratuits d'échantillons de clients. Vous recevrez votre [échantillon broyé](#) ainsi qu'un rapport d'essai, en même temps que des informations sur les configurations des instruments recommandés. Nous vous invitons bien sûr à visiter notre [laboratoire d'application](#) afin de participer aux essais et mieux connaître la gamme complète des équipements RETSCH pour le broyage et le tamisage.

Dans la plupart des méthodes d'analyse, quelques grammes d'un échantillon sont nécessaires pour représenter le matériau d'origine. Si l'échantillon n'est pas représentatif, les résultats varieront par rapport à la composition du matériau, en fonction de la partie du matériau d'origine dans laquelle l'échantillon aura été prélevé. Une homogénéisation complète est donc une condition importante pour le respect des propriétés de l'échantillon représentatif et pour une évaluation correcte du matériau, qualitativement et quantitativement. Au moment de la sélection des paramètres de broyage et d'accessoires, une attention particulière doit être portée pour ne pas influencer les propriétés de l'échantillon et remplir les exigences des méthodes d'analyse ultérieures.

Exemples d'applications :

	Page
• Sol, boues d'épuration	69
• Plantes, bois, paille	69
• Engrais	70
• Fourrage	70
• Aliments	71
• Produits pharmaceutiques	72
• Produits chimiques	72
• Matériaux de construction	73
• Minéraux, minerais, pierres	74
• Verre, céramiques	75
• Charbon, coke, carbone	76
• Déchets électroniques, combustibles secondaires	77
• Plastiques, câbles, élastomères, caoutchouc	77
• Cuir, textiles	78
• Médecine légale : cheveux, os, dents	78
• Désintégration cellulaire, extraction d'ADN ou de protéines, Homogénéisation des tissus	79
• Métallurgie : alliages et mécanosynthèse	80
• Broyage à l'échelle nanométrique	81



avant



après

Sols, boues d'épuration

Les échantillons de sols ou de boues d'épuration sont généralement hétérogènes et peuvent contenir, par exemple, de la paille ou des pierres. Ils sont fréquemment humides et, lorsqu'ils contiennent de l'argile, parfois gras. Le type de broyage qui convient à la pulvérisation et l'homogénéisation dépend des caractéristiques de l'échantillon. Comme les échantillons sont souvent analysés pour déterminer leur teneur en métaux lourds, il est très important d'utiliser des outils de broyage conçus dans des matériaux qui garantissent une préparation neutre pour l'analyse des échantillons.

Échantillon		Broyeur	Quantité chargée	Quantité chargée	Durée de broyage	Vitesse	Finesse finale (d ₉₀)
Sols	●	RM 200	Mortier et pilon en porcelaine dure	50 g	4 min	100 tr/min ⁻¹	< 90 µm
Sédiments	●	RS 200	100 ml garnitures de broyage en Agate	50 g	8 min	700 tr/min ⁻¹	< 100 µm
Boues d'épuration	■	PM 100	125 ml bol de broyage en oxyde de Zirconium, 7 billes de broyage en oxyde de Zirconium 20 mm	25 g	10 min	450 tr/min ⁻¹	< 500 µm
	●	PM 100	125 ml bol de broyage en oxyde de Zirconium, 50 billes de broyage en oxyde de Zirconium 10 mm	25 g	30 min	500 tr/min ⁻¹	< 20 µm
Sol glaiseux	●	GM 200	Bol de broyage en polycarbonate, couteau en titane pur pour broyage sans métaux lourds	290 g	30 s	4 000 tr/min ⁻¹ inversion de marche	< 4 mm
Sols	●	MM 400	35 ml bol de broyage en oxyde de Zirconium, 10 billes de broyage en oxyde de Zirconium 10 mm	10 g	7 min	30 Hz	< 20 µm

■ Pré-broyage ● Broyage fin * Fragilisation à l'aide d'Azote liquide ou de glace sèche ** Broyage à l'état humide

i Remarque : La granulométrie obtenue dépend du matériau de l'échantillon, des paramètres et de la configuration des instruments. Les résultats d'échantillons apparemment similaires peuvent différer de ceux indiqués ci-dessus.

Plantes, bois, paille

Les matériaux tels que la paille ou le bois sont à la fois durs et élastiques et contiennent souvent de l'humidité. Pour le broyage de tels échantillons, les broyeurs à rotor ou à couteaux RETSCH constituent un choix idéal. Ils peuvent être équipés de différents types de rotors afin de correspondre aux caractéristiques de l'échantillon. Les particules fibreuses pouvant passer verticalement dans les fentes du tamis, un broyage fin ultérieur est donc recommandé.

Échantillon		Broyeur	Quantité chargée	Quantité chargée	Durée de broyage	Vitesse	Finesse finale (d ₉₀)
Paille	■	SM 200	Rotor à action de coupe parallèle, tamis de fond 2 mm, cyclone avec flacon d'échantillon de 500 ml	50 g	30 s	1 500 tr/min ⁻¹	< 10 mm
	●	PM 100	500 ml bol de broyage en oxyde de Zirconium, 25 billes de broyage en oxyde de Zirconium 20 mm	50 g	1:15 h	400 tr/min ⁻¹	< 50 µm
Paille	■	SM 400	Rotor à action de coupe parallèle, tamis de fond 10 mm, sortie continue avec récipient collecteur de 30 l	5 kg	3 min	280 tr/min ⁻¹	< 10 mm
Déchets de bois	■	SM 300	Rotor à 6 disques, tamis de fond 2 mm, cyclone avec collecteur de 5 l	500 g	2 min	3 000 tr/min ⁻¹	< 2 mm
	●	MM 400	Bol de broyage en acier inoxydable de 50 ml, 4 billes de broyage en acier inoxydable de 15 mm	4 g	4 min	30 Hz	< 200 µm
Herbe séchée	●	Twister	Insert de tamis 0,5 mm	20 g	1 min	14 000 tr/min ⁻¹	< 500 µm

■ Pré-broyage ● Broyage fin * Fragilisation à l'aide d'Azote liquide ou de glace sèche ** Broyage à l'état humide

i Remarque : La granulométrie obtenue dépend du matériau de l'échantillon, des paramètres et de la configuration des instruments. Les résultats d'échantillons apparemment similaires peuvent différer de ceux indiqués ci-dessus.



Sols



Sédiments



Boues d'épuration



Sol glaiseux



Paille



Paille



Déchets de bois



Herbe séchée



Engrais composés



Engrais minéral



Fumier séché, fermenté



Compost séché



Foin



Pellets de fourrage pour animaux



Mélange de grains pour volaille



Os à mâcher

Engrais

Sous l'appellation «d'engrais», on retrouve une large variété de matériaux aux caractéristiques différentes. On distingue généralement les engrais organiques, qui sont hétérogènes, par exemple le fumier, le compost aux propriétés molles et grasses ou dures et cassantes et les engrais minéraux comme les composés à base de nitrates ou phosphates qui sont souvent abrasifs, durs et cassants. Le choix du broyeur adapté dépend des caractéristiques de l'échantillon à homogénéiser.

Échantillon		Broyeur	Quantité chargée	Quantité chargée	Durée de broyage	Vitesse	Finesse finale (d ₉₀)
Engrais composés	●	SR 300	Rotor distant, tamis annulaire 360° 4 mm	300 g	30 s	3 000 tr/min ⁻¹	< 1 mm
Engrais minéral	●	ZM 200	Rotor enfichable à 12 dents en titane, cassette revêtue de titane et niobium tamis annulaire en titane pur 0,75 mm	500 g	1 min	18 000 tr/min ⁻¹	< 400 µm
Nitrate de potassium	●	PM 400	Bol de broyage en oxyde de Zirconium 500 ml, 150 billes de broyage en oxyde de Zirconium 10 mm	175 g	10 min	380 tr/min ⁻¹	< 9 µm
Fumier séché, fermenté	●	SM 200	Rotor à 6 disques, tamis de fond 1,5 mm, Collecteur de 5 l	2 Liter	2 min	1 500 tr/min ⁻¹	< 1 mm
NH ₄ H ₂ PO ₄	●	SR 300	Rotor standard, tamis annulaire 360°, 0,25 mm, collecteur 30 l	1 kg	2 min	8 000 tr/min ⁻¹	< 100 µm
Compost séché	■	SM 300	Rotor à 6 disques, tamis de fond 8 mm, Collecteur de 5 l	1 kg	20 min	2 000 tr/min ⁻¹	< 8 mm
	●	ZM 200	Rotor enfichable à 12 dents, tamis distants 0,75 mm	200 g	2 min	18 000 tr/min ⁻¹	< 700 µm

■ Pré-broyage ● Broyage fin * Fragilisation à l'aide d'Azote liquide ou de glace sèche ** Broyage à l'état humide

i Remarque : La granulométrie obtenue dépend du matériau de l'échantillon, des paramètres et de la configuration des instruments. Les résultats d'échantillons apparemment similaires peuvent différer de ceux indiqués ci-dessus.

Fourrage

Les propriétés des aliments pour bétail peuvent être fibreuses, dures ou huileuses. Avec l'homogénéisation rapide et efficace obtenue avec les broyeurs RETSCH, tous les composants de l'échantillon sont uniformément représentés dans l'échantillon pour l'analyse. Le processus de broyage ne doit avoir aucun impact sur le contenu résiduel humide, en particulier si l'échantillon doit être analysé pour ses valeurs nutritionnelles, qui sont généralement liées à la substance sèche.

Échantillon		Broyeur	Quantité chargée	Quantité chargée	Durée de broyage	Vitesse	Finesse finale (d ₉₀)
Foin	●	Twister	Insert de tamis 1 mm	10 g	1 min	14 000 tr/min ⁻¹	< 1 mm
Pellets de fourrage pour animaux	●	SR 300	Rotor distant, tamis annulaire 360° 0,5 mm	500 g	3 min	8 000 tr/min ⁻¹	< 500 µm
Gros granulés d'aliments	■	SM 400	Rotor à action de coupe parallèle, tamis de fond 10 mm, sortie continue avec récipient collecteur de 30 l	20 kg	3 min	8 000 tr/min ⁻¹	< 10 mm
Pellets de betterave	●	SM 200	Rotor à action de coupe parallèle, tamis de fond 6 mm, collecteur de 5 l	300 g	1 min	1 500 tr/min ⁻¹	< 4 mm
Mélange de céréales pour volaille	●	ZM 200	Rotor enfichable à 12 dents, tamis 0,5 mm	200 g	40 s	18 000 tr/min ⁻¹	< 300 µm
Aliments pour chats	●	GM 300	Récipient de broyage en acier inoxydable 5 l, couvercle standard, couteau standard	180 g	3 min	4 000 tr/min ⁻¹	< 2 mm
Os à mâcher	■	SM 200	Rotor à action de coupe parallèle en acier inoxydable, tamis de fond de 6 mm en acier inoxydable, collecteur de 5 l	50 g	1 min	1 500 tr/min ⁻¹	< 8 mm
	●	ZM 200	Rotor enfichable à 12 dents, rotor distant 0,5 mm, cyclone	50 g	2 min	18 000 tr/min ⁻¹	< 500 µm

■ Pré-broyage ● Broyage fin * Fragilisation à l'aide d'Azote liquide ou de glace sèche ** Broyage à l'état humide

i Remarque : La granulométrie obtenue dépend du matériau de l'échantillon, des paramètres et de la configuration des instruments. Les résultats d'échantillons apparemment similaires peuvent différer de ceux indiqués ci-dessus.

Aliments

Les aliments existent dans une grande variété de formes et de consistances et sont souvent hétérogènes. Les laboratoires d'essais pour aliments ont besoin d'échantillons représentatifs pour obtenir des résultats d'analyse significatifs et reproductibles. Ainsi, les échantillons alimentaires doivent être homogénéisés et pulvérisés à la granulométrie requise. Pour les échantillons à haute teneur en eau, en sucre ou en graisse, les broyeurs-mixeurs à couteaux GRINDOMIX de RETSCH constituent le choix idéal. Pour les échantillons alimentaires mi-durs ou granulaires, comme les céréales, un broyeur à rotor RETSCH peut être utilisé. Les broyeurs à couteaux comme le puissant SM 300 de RETSCH conviennent au broyage de quantités importantes de matériaux grossiers, fibreux ou durs. Enfin, les échantillons collants ou pâteux seront homogénéisés au mieux dans un broyeur à mortier comme le RM 200.

Échantillon		Broyeur	Quantité chargée	Quantité chargée	Durée de broyage	Vitesse	Finesse finale (d ₉₀)
Bacon veiné		GM 200	Couvercle standard, lame de couteau dentée, récipient de broyage en polycarbonate	450 g	10 s	7 000 tr/min ⁻¹	
		GM 200	Couvercle gravitique, lame de couteau dentée, récipient de broyage en polycarbonate	450 g	20 s	10 000 min ⁻¹	homogène
Pamplemousses		GM 300	Couvercle gravitique breveté avec canaux d'évacuation, lame de couteau dentée, récipient de broyage en polycarbonate	4 fruits	20 s	3 000 tr/min ⁻¹	homogène
Bonbons durs		GM 200	Couvercle standard, couteau standard récipient de broyage en acier inoxydable	100 g	10 s	2 000 tr/min ⁻¹	
		GM 200	Couvercle standard, couteau standard récipient de broyage en acier inoxydable	100 g	5 s	6 000 tr/min ⁻¹	< 400 µm
Gommes de fruits*		GM 300	Couvercle pour applications à la glace sèche, couteau entièrement métallique, récipient pour broyage en acier inoxydable, glace sèche	500 g	40 s	1 000 tr/min ⁻¹	
		GM 300	Couvercle pour applications à la glace sèche, couteau entièrement métallique, récipient pour broyage en acier inoxydable, glace sèche	500 g	20 s	4 000 tr/min ⁻¹	< 1 mm
Tisane		ZM 200	Cotor enfichable à 12 dents, tamis annulaire 0,5 mm	25 g	1:50 min	18 000 tr/min ⁻¹	< 100 µm
Mais		ZM 200	Rotor enfichable à 12 dents, tamis distant 0,5 mm, cyclone avec collecteur de 5 l	200 g	2 min	18 000 tr/min ⁻¹	< 250 µm
Müsli		Twister	Insert de tamis 1 mm	50 g	1 min	14 000 tr/min ⁻¹	< 1 mm
Noisettes avec coquille		SM 300	Rotor à 6 disques, tamis de fond 4 mm, collecteur de 5 l	1 kg	2 min	2 000 tr/min ⁻¹	< 2 mm
Carpe lyophilisée		SM 300	Rotor en V, tamis de fond 1 mm, collecteur de 2 l avec cyclone	120 g	2 min	3 000 tr/min ⁻¹	< 1 mm
Sel gemme		SM 300	Rotor à 6 disques, tamis de fond 8 mm, collecteur de 5 l, cyclone	500 g	10 s	1 500 tr/min ⁻¹	< 4 mm
		SM 300	Rotor à 6 disques, tamis de fond 0,5 mm, collecteur de 5 l, cyclone	500 g	1 min	1 500 tr/min ⁻¹	< 500 µm
Champignons séchés		TM 300	Tambour de broyage 10 l acier, 10 kg de billes de broyage 20 mm acier	120 g	60 min	60 tr/min ⁻¹	< 100 µm
Fèves de cacao		RM 200	mortier et pilon en porcelaine dure	75 g	10 min	100 tr/min ⁻¹	< 100 µm

Pré-broyage Broyage fin * Fragilisation à l'aide d'Azote liquide ou de glace sèche ** Broyage à l'état humide

i Remarque : La granulométrie obtenue dépend du matériau de l'échantillon, des paramètres et de la configuration des instruments. Les résultats d'échantillons apparemment similaires peuvent différer de ceux indiqués ci-dessus.



Bacon veiné



Pamplemousses



Gommes de fruits



Mais



Noisettes avec coquille



Müsli



Carpe lyophilisée



Fèves de cacao



Antidouleurs



Comprimés avec enrobage collant



Capsules contenant du liquide



Ombelles de chanvre

Produits pharmaceutiques

Les composants des produits pharmaceutiques, comprimés ou capsules, sont souvent hétérogènes. Certains présentent un enrobage sucré, ce qui agglomère l'échantillon pendant l'homogénéisation. Les capsules contenant des liquides ont un comportement similaire. Si l'on est en présence d'ingrédients volatils ou thermosensibles, le processus d'homogénéisation ne devra pas provoquer d'accumulation au-delà d'une certaine température, afin de préserver ces composants en vue d'analyses ultérieures. On peut ainsi améliorer les propriétés de rupture de l'échantillon par fragilisation au cours du processus de broyage. Une gamme de broyeurs RETSCH est adaptée à cette application.

Échantillon	Broyeur	Quantité chargée	Quantité chargée	Durée de broyage	Vitesse	Finesse finale (d ₉₀)
Antidouleurs	RM 200	Mortier et pilon en porcelaine dure racloir en bois de hêtre	30 pièces	7 min	100 tr/min ⁻¹	< 500 µm
Comprimés avec enrobage collant*	ZM 200	Rotor enfichable à 12 dents, tamis pour petit volume 0,5 mm	20 pièces	1 min	18.000 tr/min ⁻¹	< 60 µm
Capsules contenant du liquide*	MM 400	Bol de broyage en acier inoxydable de 50 ml, bille de broyage de 25 mm en acier inoxydable, CryoKit	5 pièces	1 min	30 Hz	< 300 µm
Fibres de cellulose	TM 300	Tambour de broyage 21,7 l acier, 20 kg de billes de broyage 20 mm acier	450 g	320 min	80 tr/min ⁻¹	< 63 µm
Ombelles de chanvre	SM 400	Rotor à section parallèle, tamis de fond 20 mm	100 kg	1 h	280 tr/min ⁻¹	< 20 mm

■ Pré-broyage ● Broyage fin * Fragilisation à l'aide d'Azote liquide ou de glace sèche ** Broyage à l'état humide

i Remarque : La granulométrie obtenue dépend du matériau de l'échantillon, des paramètres et de la configuration des instruments. Les résultats d'échantillons apparemment similaires peuvent différer de ceux indiqués ci-dessus.

Produits chimiques

Une préparation adéquate des échantillons permet de garantir que le volume d'échantillon analysé (ne représentant souvent que quelques grammes) correspond à l'échantillon original. Pour un broyage neutre pour l'analyse de produits chimiques dont la consistance varie de manière importante (d'abrasive à grasse ou de cassante à molle), RETSCH propose une grande variété de broyeurs.

Échantillon	Broyeur	Quantité chargée	Quantité chargée	Durée de broyage	Vitesse	Finesse finale (d ₉₀)
Sulfate de potassium	SR 300	Rotor standard, tamis annulaire 360° 0,12 mm	1 500 g	5 min	8 000 tr/min ⁻¹	< 100 µm
Sulfate de cuivre	MM 500	Bol acier inoxydable de 50 ml, 110 g de billes acier inoxydable, 2 mm, 18 ml toluène**	15 ml	30 min	35 Hz	1 µm
Soufre	ZM 200	Rotor enfichable à 12 dents, tamis annulaire 0,25 mm, cyclone	150 g	30 s	18 000 tr/min ⁻¹	< 10 µm
Oxyde de chrome	BB 200	Mâchoires de broyage en carbure de Tungstène, tôles d'usure en acier inoxydable	150 g	1 min	largeur de fente : 2 mm	< 5 mm
	MM 400	Bol de broyage en carbure de Tungstène de 25 ml, 1 bille de broyage en carbure de Tungstène de 15 mm	15 g	4 min	30 Hz	< 80 µm
Échangeur anionique	PM 100	Bol de broyage en acier inoxydable de 250 ml, 100 billes de broyage en acier inoxydable de 10 mm	90 g	20 min	450 tr/min ⁻¹	< 60 µm
Rutile	Emax	Bol de broyage en carbure de Tungstène de 50 ml, 15 billes de broyage en carbure de Tungstène de 10 mm	20 g	15 min	1 000 tr/min ⁻¹	< 2,8 µm
LiNbO ₃	PM 200	Bol de broyage en oxyde de Zirconium de 50 ml, 110 g billes de broyage en oxyde de Zirconium 1 mm, 12 ml de phosphate de sodium 1%**	5 g	4 h	530 tr/min ⁻¹	< 140 nm
Noir de carbone	Emax	Bol de broyage en oxyde de Zirconium 125 ml, 110 g billes de broyage en oxyde de Zirconium 0,1 mm, 49 g de solution liante**	1 g	1 h	1 800 tr/min ⁻¹	< 150 nm

■ Pré-broyage ● Broyage fin * Fragilisation à l'aide d'Azote liquide ou de glace sèche ** Broyage à l'état humide

i Remarque : La granulométrie obtenue dépend du matériau de l'échantillon, des paramètres et de la configuration des instruments. Les résultats d'échantillons apparemment similaires peuvent différer de ceux indiqués ci-dessus.



Soufre



Rutile

LiNbO₃

Matériaux de construction

Les matériaux de construction comprennent le plus souvent des composants aux caractéristiques différentes (abrasives, molles, huileuses, cassantes), ce qui peut être un défi pour le processus de broyage. La gamme des produits RETSCH comprend des équipements de préparation qui conviennent aux différentes étapes de production des matériaux de construction, depuis l'exploitation dans les carrières au produit final. La préparation des échantillons se fait le plus souvent en deux étapes : le pré-broyage ou concassage est suivi d'une pulvérisation de l'échantillon, à la granulométrie requise.

Échantillon		Broyeur	Quantité chargée	Quantité chargée	Durée de broyage	Vitesse	Finesse finale (d ₉₀)
Scories		BB 400	Mâchoires en acier manganèse et tôles d'usure en acier trempé	1,74 kg	15 s	largeur de fente : 3 mm	< 15 mm
		TM 300	Tambour de broyage 21,7 l acier, 20 kg de billes de broyage acier	1,74 kg	30 min	80 tr/min ⁻¹	< 500 µm
Calcaire		BB 200	Mâchoires de broyage en acier Manganèse,	1 kg	2 min	largeur de fente : 2 mm	< 5 mm
		PM 100	Tôles d'usure en acier inoxydable	125 g	5 min	400 tr/min ⁻¹	< 80 µm
Calcaire		XRD-Mill McCrone	Cylindres de broyage en corindon fritté, 7 ml propanol**	7 g	15 min	1 500 tr/min ⁻¹	< 6 µm
Sable		Emax	125 ml bol de broyage en oxyde de Zirconium, 18 billes de broyage en oxyde de Zirconium 15 mm	40 ml	10 min	1 200 tr/min ⁻¹	< 10 µm
Gypse brut		BB 250	Mâchoires en acier manganèse et tôles d'usure en acier inoxydable	1 000 g	25 s	largeur de fente : 2 mm	< 10 µm
		ZM 200	Rotor enfichable à 12 dents, tamis distant 10 mm	300 g	20 s	18 000 tr/min ⁻¹	< 10 µm
		ZM 200	Rotor enfichable à 12 dents, tamis distant 0,35 mm	300 g	30 s	18 000 tr/min ⁻¹	< 180 µm
Ciment		MM 400	35 ml bol de broyage en oxyde de Zirconium, 1 bille de broyage en oxyde de Zirconium 20 mm	15 g	30 s	30 Hz	< 500 µm
Clinker		BB 100	Mâchoires de broyage et tôles d'usure en acier inoxydable	500 g	1 min	largeur de fente : 2 mm	< 8 mm
		DM 400	Disques de broyage en acier trempé	500 g	2 min	largeur de fente : 0,2 mm	< 250 µm
Blocs de béton		BB 200	Mâchoires de broyage et tôles d'usure en acier inoxydable	500 g	1 min	largeur de fente : 5 mm	< 8 mm
		SK 100	Garniture de broyage et croix battante en fonte, plaques déflectrices en acier dur, tamis de fond 0.5 mm	500 g	3 min	3 000 tr/min ⁻¹	< 500 µm
Béton		BB 50	Mâchoires de broyage et tôles d'usure en acier inoxydable	40 g	1 min	largeur de fente : 2 mm	< 4 mm
		BB 50	Mâchoires de broyage et tôles d'usure en acier inoxydable	40 g	1 min	0,1 mm	< 400 µm
Asphalte*		BB 200	Mâchoires de broyage et tôles d'usure en acier inoxydable	400 g	1 min	largeur de fente : 10 mm	< 20 mm
		BB 200	Mâchoires de broyage et tôles d'usure en acier inoxydable	400 g	1 min	1 mm	< 5 mm
		SR 300	rRotor distant, flasque 180°, tamis 180° 1.5 mm	400 g	1 min	3 000 tr/min ⁻¹	< 1 mm

Pré-broyage Broyage fin * Fragilisation à l'aide d'Azote liquide ou de glace sèche ** Broyage à l'état humide

i Remarque : La granulométrie obtenue dépend du matériau de l'échantillon, des paramètres et de la configuration des instruments. Les résultats d'échantillons apparemment similaires peuvent différer de ceux indiqués ci-dessus.



Scories



Calcaire



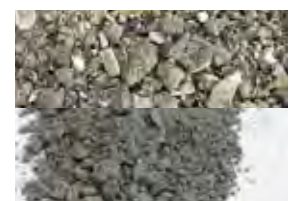
Sable



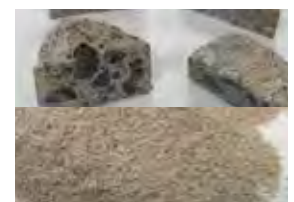
Gypse brut



Clinker



Mortier



Béton



Asphalte



Minerai de fer



Fer chromique



Lapis-lazuli



Jade



Mica



Basalte

Minéraux, minerais, roches

Les minéraux et les minerais doivent être broyés à la granulométrie souhaitée avant l'analyse. Les propriétés des matériaux varient, de cassants et abrasifs (les scories par exemple) à un comportement ductile (métaux contenus dans des minerais par exemple). RETSCH propose un large éventail de concasseurs et de broyeurs pour un pré-broyage ou un broyage fin de ces matériaux.

Échantillon		Broyeur	Quantité chargée	Quantité chargée	Durée de broyage	Vitesse	Finesse finale (d_{90})
Minerai de fer		SK 300	Garniture de broyage et croix battante en fonte, plaques déflectrices en acier dur, tamis de fond 0,5 mm	100 g	30 s	3 000 tr/min ⁻¹	< 1 mm
		Emax	125 ml bol de broyage en oxyde de Zirconium, 40 billes de broyage en oxyde de Zirconium 10 mm	50 g	10 min	1 200 tr/min ⁻¹	< 5 µm
		Emax	125 ml bol de broyage en oxyde de Zirconium, 275 g billes de broyage en oxyde de Zirconium de 0,5 mm, 40 ml eau**	50 g	30 min	2 000 tr/min ⁻¹	< 800 nm
Fer chromique		BB 300	Mâchoires en acier Manganèse, tôles d'usure en acier inoxydable	500 g	5 min	largeur de fente : 1 mm	< 8 mm
		RS 200	Garnitures de broyage en carbure de Tungstène de 100 µl,	140 g	5 min	1 200 tr/min ⁻¹	< 600 µm
Pouzzolane		RS 300	2 000 ml éléments en acier	800 g	15 min	912 tr/min ⁻¹	< 40 µm
Bauxite		BB 500	Mâchoires en NiHard4 et tôles d'usure en acier inoxydable	4,4 kg	1 min	largeur de fente : 0 mm	< 8 mm
Lapis-lazuli		PM 200	50 ml bol de broyage en oxyde de Zirconium, 3 billes de broyage en oxyde de Zirconium 20 mm	20 g	2 min	420 tr/min ⁻¹	< 90 µm
Jade		BB 50	Mâchoires et tôles d'usure en oxyde de Zirconium	200 g	1 min	largeur de fente : 0,1 mm	< 1 mm
		PM 100	500 ml bol de broyage en oxyde de Zirconium, 25 billes de broyage en oxyde de Zirconium 20 mm	200 g	1 min	380 tr/min ⁻¹	< 600 µm
Mica		Broyeur XRD McCrone	Cylindres en corindon fritté 5 ml propanol**	2 g	10 min	1 500 tr/min ⁻¹	< 10 µm
Zéolithe		Emax	50 ml bol de broyage en oxyde de Zirconium, 110 g billes de broyage en oxyde de Zirconium de 0,1 mm, 13 ml eau**	5 g	10 min	2 000 tr/min ⁻¹	< 200 nm
Basalte		MM 500	Bol acier inoxydable de 125 ml, 18 x billes acier inoxydable, 15 mm	44 g	2 min	35 Hz	40 µm

Pré-broyage Broyage fin * Fragilisation à l'aide d'Azote liquide ou de glace sèche ** Broyage à l'état humide

Remarque : La granulométrie obtenue dépend du matériau de l'échantillon, des paramètres et de la configuration des instruments. Les résultats d'échantillons apparemment similaires peuvent différer de ceux indiqués ci-dessus.

Verre, céramiques

Le verre et les céramiques, ainsi que les matières premières nécessaires pour leur production, sont le plus souvent durs et cassants. Les concasseurs à mâchoires et les broyeurs à billes sont les plus adaptés pour réduire ces matériaux en une ou deux étapes en vue d'une finesse d'analyse.

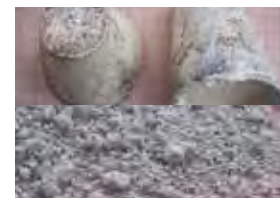
Échantillon		Broyeur	Quantité chargée	Quantité chargée	Durée de broyage	Vitesse	Finesse finale (d_{90})
Céramiques composites	●	PM 400	500 ml bol de broyage en oxyde de Zirconium, 25 billes de broyage en oxyde de Zirconium 20 mm	160 g	30 min	320 tr/min ⁻¹	< 27 µm
Cônes en céramique	■	BB 200	Mâchoires en acier Manganèse, tôles d'usure en acier inoxydable	1 kg	30 s	largeur de fente : 2,5 mm	< 8 mm
	●	RS 200	Garnitures de broyage en carbure de Tungstène de 50 ml,	30 g	5 min	1 200 tr/min ⁻¹	< 100 µm
Céramique Al-Zr-Y	●	PM 100	50 ml bol de broyage en oxyde de Zirconium, 3 billes de broyage en oxyde de Zirconium 20 mm	35 g	5 min	550 tr/min ⁻¹	< 100 µm
Catalyseur céramique	■	BB 250	Mâchoires en acier manganèse, tôles d'usure en acier trempé	2 kg	1 min	largeur de fente : 2 mm	< 30 mm
	●	RS 300	2 000 ml éléments en acier standard	500 g	3 min	912 tr/min ⁻¹	< 40 µm
Céramique	●	MM 500	Bol en acier inoxydable de 50 ml, 1 x bille en acier inoxydable, 25 mm	20 g	4 min	35 Hz	110 µm
Tuiles	■	BB 500	Mâchoires en acier manganèse, tôles d'usure en acier trempé	160 kg	1 h	largeur de fente : 1 mm	< 1,8 mm
Sable quartzeux	●	Broyeur XRD McCrone	Cylindres en corindon fritté 10 ml d'eau**	2 g	10 min	1 500 tr/min ⁻¹	< 14 µm
Bouteille en verre (petit format)	■	BB 50	Mâchoires et tôles d'usure en oxyde de Zirconium	1 pièce	30 s	largeur de fente : 2 mm	< 2 mm
	●	BB 50	Mâchoires et tôles d'usure en oxyde de Zirconium		30 s	0,5 mm	< 800 µm
Verre	●	MM 400	Bol de broyage en carbure de Tungstène de 25 ml, 4 billes de broyage en carbure de Tungstène de 12 mm	10 g	4 min	30 Hz	< 50 µm
Poudre de verre	●	PM 100	50 ml bol de broyage en oxyde de Zirconium, 110 g billes de broyage en oxyde de Zirconium de 2 mm, 15 ml eau**	15 g	3 h	550 tr/min ⁻¹	< 600 nm
Oxyde d'Aluminium	●	E _{max}	50 ml bol de broyage en oxyde de Zirconium, 110 g billes de broyage en oxyde de Zirconium 0,1 mm, 18 ml 0,5 phosphate de Sodium**	5 g	30 min	2 000 tr/min ⁻¹	< 130 nm
Verre brisé	●	DM 400	Disques de broyage en acier trempé	15 ml	1:30 min	largeur de fente : 0,1 mm	< 400 µm

■ Pré-broyage ● Broyage fin * Fragilisation à l'aide d'Azote liquide ou de glace sèche ** Broyage à l'état humide

i **Remarque :** La granulométrie obtenue dépend du matériau de l'échantillon, des paramètres et de la configuration des instruments. Les résultats d'échantillons apparemment similaires peuvent différer de ceux indiqués ci-dessus.



Céramiques composites



Cônes en céramique



Bouteille en verre



Verre



Catalyseur céramique



Tuiles



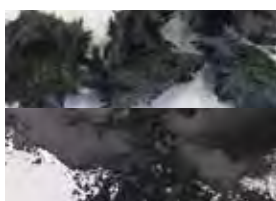
Verre brisé



Lignite



Anthracite



Fibres de carbone

Charbon, coke, carbone

Le charbon et le coke se trouvent dans une grande variété de compositions. Le lignite contient souvent plus d'humidité résiduelle et des fibres de résidus de plantes que le charbon ou l'anthracite. Le graphite est une substance grasse pour laquelle une grande quantité d'énergie est nécessaire pour la pulvérisation. Les laboratoires à travers le monde produisent des échantillons pour des analyses représentatives et homogènes grâce aux concasseurs et broyeurs RETSCH.

Échantillon	Broyeur	Quantité chargée	Quantité chargée	Durée de broyage	Vitesse	Finesse finale (d_{90})
Lignite	BB 300	mâchoires et tôles d'usure en acier inoxydable, collecteur 27,5 l	4 kg	1 min	largeur de fente : 10 mm	< 40 mm
	BB 300	mâchoires et tôles d'usure en acier inoxydable, collecteur 27,5 l	4 kg	2 min	2 mm	< 8 mm
	ZM 200	rotor enfichable à 12 dents, tamis annulaire 0,2 mm	100 ml	30 s	18 000 tr/min ⁻¹	< 100 µm
Charbon de chaudière	SR 300	tamis annulaire 360° 0,25 mm, collecteur de 5 l	100 g	2 min	8 000 tr/min ⁻¹	< 200 µm
Charbon	Emax	bol de broyage en acier inoxydable de 125 ml, 40 billes de broyage en acier inoxydable de 10 mm	30 g	10 min	1 500 tr/min ⁻¹	< 17 µm
Fibres de carbone	TM 300	Tambour de broyage 21,7 l acier, 20 kg Billes de broyage 20 mm acier	10 l	6 h	80 tr/min ⁻¹	< 4 µm
Anthracite	BB 50	mâchoires et tôles d'usure en acier inoxydable	500 g	30 s	largeur de fente : 5 mm	8 mm
	SR 300	tamis annulaire 360° 0,5 mm, collecteur de 5 l	500 g	30 s	8 000 tr/min ⁻¹	< 300 µm
Coke	SM 400	Bol de broyage en acier inoxydable 125 ml, 40 billes de broyage acier inoxydable 10 mm	3 kg	1 h	280 tr/min ⁻¹	< 16 mm
Graphite	Emax	50 ml bol de broyage en oxyde de Zirconium, 110 g billes de broyage en oxyde de Zirconium de 1 mm, 13 ml eau**	5 g	8 h	2 000 tr/min ⁻¹	< 1,7 µm

Pré-broyage Broyage fin * Fragilisation à l'aide d'Azote liquide ou de glace sèche ** Broyage à l'état humide

Remarque : La granulométrie obtenue dépend du matériau de l'échantillon, des paramètres et de la configuration des instruments. Les résultats d'échantillons apparemment similaires peuvent différer de ceux indiqués ci-dessus.

Déchets électroniques, combustibles secondaires

Ces deux matériaux se présentent le plus souvent sous des formes très hétérogènes. Les déchets électroniques peuvent contenir des composants tels que le plastique dur, des feuilles molles et élastiques, des pièces métalliques ductiles. Les combustibles secondaires sont un mélange de plastiques élastiques, de matériaux organiques comme le bois, les plantes ou le sol et de matériaux durs comme le verre, de petites pierres ou des pièces métalliques. Les broyeurs à couteaux sont les mieux adaptés pour le broyage des particules de ces matériaux, sans échauffement. Les grandes pièces métalliques (vis, clous) doivent cependant être retirées de l'échantillon avant broyage, car elles pourraient accélérer l'usure du broyeur et des outils de broyage. Si des matériaux tels que les plastiques mous et les feuilles sont destinés à être finement broyés lors d'une deuxième étape, une fragilisation à l'Azote liquide ou à la glace sèche est fortement recommandée.

Échantillon		Broyeur	Quantité chargée	Quantité chargée	Durée de broyage	Vitesse	Finesse finale (d_{90})
Clavier et souris		SM 300	Rotor à 6 disques, tamis de fond 4 mm, cyclone avec collecteur de 5 l	1 pièce à la fois	2 min	1 500 tr/min ⁻¹	< 5 mm
		ZM 200	Rotor enfichable à 12 dents, tamis annulaire 0,5 mm, cyclone*		15 min	18 000 tr/min ⁻¹	< 450 µm
Circuit imprimé		SM 300	Rotor à 6 disques, tamis de fond 4 mm, cyclone avec collecteur de 5 l	1 pièce	1 min	3 000 tr/min ⁻¹	< 4 mm
		RS 200	Garnitures de broyage en acier trempé de 250 ml		6 min	1 500 tr/min ⁻¹	< 600 µm
Combustibles secondaires		SM 300	Rotor à action de coupe parallèle, tamis de fond 1 mm, collecteur de 5 l	500 g	3 min	3 000 tr/min ⁻¹	< 1 mm

Pré-broyage Broyage fin * Fragilisation à l'aide d'Azote liquide ou de glace sèche ** Broyage à l'état humide



Clavier et souris



Circuit imprimé



Combustibles secondaires

Remarque : La granulométrie obtenue dépend du matériau de l'échantillon, des paramètres et de la configuration des instruments. Les résultats d'échantillons apparemment similaires peuvent différer de ceux indiqués ci-dessus.

Plastiques, câbles, élastomères, caoutchouc

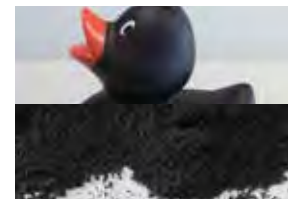
Le broyage ultrafin de plastiques et d'élastomères peut être particulièrement difficile du fait de leurs propriétés élastiques et de leur dureté. L'Azote liquide et la glace sèche aident efficacement au broyage en améliorant le comportement à la rupture. Le CryoMill est le broyeur idéal pour un broyage ultrafin de ces échantillons sous refroidissement constant avec de l'Azote liquide LN₂. Avant que le processus de broyage ne démarre, l'échantillon est automatiquement refroidi à une température constante de -196 °C. Il peut également se révéler utile pour traiter les plastiques dont les propriétés à la rupture sont cryogéniquement meilleures, si les composants volatils doivent être préservés au cours du broyage par exemple.

Échantillon		Broyeur	Quantité chargée	Quantité chargée	Durée de broyage	Vitesse	Finesse finale (d_{90})
Granulés de plastique PET*		ZM 200	Rotor enfichable à 12 dents, tamis distant 0,5 mm, cyclone	40 g	20 s	18 000 tr/min ⁻¹	< 450 µm
Canard en caoutchouc		SM 300	Rotor en V, tamis de fond 4 mm, cyclone avec collecteur de 1 l	1 pièce	5 min	3 000 tr/min ⁻¹	< 5 mm
		CryoMill	Bol de broyage en acier inoxydable de 50 ml, 1 bille de broyage en acier inoxydable de 25 mm	6 g	2 min	30 Hz	< 400 µm
Matériau de moulage en époxy		BB 50	Mâchoires et tôles d'usure en acier inoxydable	30 g	1 min	largeur de fente : 2 mm	< 5 mm
		MM 400	Bol de broyage en acier inoxydable de 50 ml, 1 bille de broyage en acier inoxydable de 25 mm	5 g	12 min	30 Hz	< 200 µm
Polymère de styrène		PM 100	Bol de broyage en acier inoxydable de 500 ml, 25 billes de broyage en acier inoxydable de 20 mm	40 g	15 min	380 tr/min ⁻¹	< 150 µm
Plastique dur		SM 400	Rotor à action de coupe parallèle, tamis 2 mm	150 g	5 min	280 tr/min ⁻¹	< 1 mm
Caoutchouc		CryoMill	Bol de broyage en acier inoxydable de 50 ml, 1 bille de broyage en acier inoxydable de 25 mm	4 g	2 min	30 Hz	< 500 µm

Pré-broyage Broyage fin * Fragilisation à l'aide d'Azote liquide ou de glace sèche ** Broyage à l'état humide



Granulés de plastique PET



Canard en caoutchouc



Matériau de moulage en époxy



Caoutchouc

Remarque : La granulométrie obtenue dépend du matériau de l'échantillon, des paramètres et de la configuration des instruments. Les résultats d'échantillons apparemment similaires peuvent différer de ceux indiqués ci-dessus.



Gants en cuir



Veste d'extérieur



Textile

Cuir, textiles

Le cuir et les textiles sont généralement grossiers, fibreux et mous et il est préférable de les découper au préalable. Pour un broyage fin, il est souvent nécessaire de fragiliser et refroidir les matériaux à $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$ à l'aide d'Azote liquide.

Échantillon	Broyeur	Quantité chargée	Quantité chargée	Durée de broyage	Vitesse	Finesse finale (d_{90})
Gants en cuir	SM 300	Rotor à action de coupe parallèle, tamis de fond 4 mm, collecteur de 5 l	1 pièce	1 min	1 500 tr/min ⁻¹	< 4 mm fibres
	SM 300	Rotor à action de coupe parallèle, tamis de fond 1 mm, collecteur de 5 l		3 min	1 500 tr/min ⁻¹	< 1 mm fibres
Veste d'extérieur	SM 300	Rotor en V, tamis de fond 0,5 mm, cyclone avec collecteur de 5 l	1 pièce	20 min	3 000 tr/min ⁻¹	< 500 μm
Textile	CryoMill	Bol de broyage en acier inoxydable de 50 ml, 1 bille de broyage en acier inoxydable de 25 mm	2 g	4 min	30 Hz	< 500 μm

Pré-broyage Broyage fin * Fragilisation à l'aide d'Azote liquide ou de glace sèche ** Broyage à l'état humide

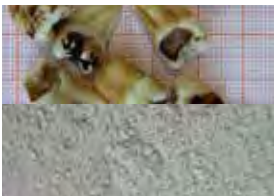
i Remarque : La granulométrie obtenue dépend du matériau de l'échantillon, des paramètres et de la configuration des instruments. Les résultats d'échantillons apparemment similaires peuvent différer de ceux indiqués ci-dessus.

Médecine légale : cheveux, os, dents

RETSCHE propose une large gamme de broyeurs adaptés au traitement d'une grande variété d'échantillons en médecine légale, comme des cheveux, fibreux et thermosensibles, des os de différentes tailles, cassants et ductiles et des dents, très dures.



Cheveux blonds teints



Dent (molaire)



Os



Os

Échantillon	Broyeur	Quantité chargée	Quantité chargée	Durée de broyage	Vitesse	Finesse finale (d_{90})
Cheveux blonds teints	MM 200	Bol de broyage en acier inoxydable de 25 ml, 6 billes de broyage en acier inoxydable de 10 mm	1 g	2 min	25 Hz	< 160 μm
Cheveux foncés	CryoMill	Bol de broyage en acier inoxydable de 25 ml, 6 billes de broyage en acier inoxydable de 10 mm	1 g	4 min	30 Hz	< 200 μm
Dent (molaire)	MM 400	25 ml bol de broyage en oxyde de Zirconium, 1 bille de broyage en oxyde de Zirconium 15 mm	1 dent	3 min	30 Hz	< 100 μm
Os	BB 50	Mâchoires en acier au Manganèse, tôles d'usure en acier inoxydable	50 g	1 min	largeur de fente : 2 mm	< 8 mm
	MM 400	35 ml bol de broyage en oxyde de Zirconium, 1 bille de broyage en oxyde de Zirconium 20 mm	8 g	3 min	30 Hz	< 200 μm
Os	SM 300	Rotor à 6 disques, tamis de fond 6 mm,	700 g	30 s	3 000 tr/min ⁻¹	< 6 mm

Pré-broyage Broyage fin * Fragilisation à l'aide d'Azote liquide ou de glace sèche ** Broyage à l'état humide

i Remarque : La granulométrie obtenue dépend du matériau de l'échantillon, des paramètres et de la configuration des instruments. Les résultats d'échantillons apparemment similaires peuvent différer de ceux indiqués ci-dessus.

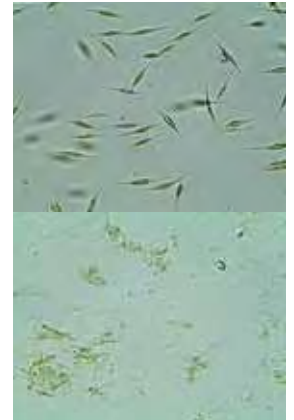
Désintégration cellulaire, extraction d'ADN ou de protéines, homogénéisation de tissus

La gamme des produits RETSCH propose différents broyeurs adaptés à la préparation d'échantillons de substances biologiques. Une application type est la désintégration cellulaire de levures, bactéries, champignons filamenteux ou algues dans un vibro-broyeur MM 400 avec des billes de verre (billes d'agitation). Le broyeur peut être équipé d'adaptateurs pour tubes et microtubes à usage unique. Contrairement aux procédures manuelles, le fractionnement dans le vibro-broyeur est entièrement automatique et donc hautement reproductible. De plus, l'échantillon est fortement chauffé au cours du processus. Le MM 400 convient également à l'homogénéisation des tissus cellulaires dans un tampon. Lorsque le matériau ne doit pas être chauffé, le CryoMill est utilisé pour la désintégration sous Azote liquide.

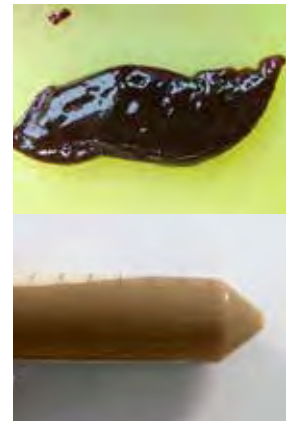
Échantillon		Broyeur	Quantité chargée	Quantité chargée	Durée de broyage	Vitesse	Finesse finale (d ₉₀)
Levures en suspension	●	MM 400	2 adaptateurs avec 4 tubes coniques centrifuges de 50 ml, 16 g billes de verre de 0,5 à 0,75 mm dans chaque tube	8 x 25 ml	7 min	20 Hz	Haute teneur en protéines
Micro-algues dans un tampon	●	MM 400	2 adaptateurs avec 4 tubes coniques centrifuges de 50 ml, 40 ml billes de verre de 0,09 à 0,4 mm dans chaque tube	8 x 20 ml	20 s – 3 min	30 Hz	Désintégration cellulaire presque complète pour analyse d'ADN.
Foie	●	MM 400	2 adaptateurs avec 2 tubes coniques centrifuges de 50 ml, 4 x 20 mm billes de broyage en acier inoxydable, remplir tampon jusqu'à 55 ml	4 x 8 g	2 min	30 Hz	Suspension homogène
Aiguilles de sapin*	●	MM 400	2 adaptateurs pour 10 microtubes pour réaction de 2 ml, 2 billes de broyage en acier inoxydable de 5 mm dans chaque microtube	20 x 2 aiguilles	3 min	30 Hz	Extraction d'ARN reproductible
Bactérie E. coli	●	CryoMill	Bol de broyage en acier inoxydable de 50 ml, 1 bille de broyage en acier inoxydable de 25 mm	pellet de cellules congelées de 10 ml	2 min	30 Hz	Désintégration cellulaire complète pour analyse métabolomique

■ Pré-broyage ● Broyage fin * Fragilisation à l'aide d'Azote liquide ou de glace sèche ** Broyage à l'état humide

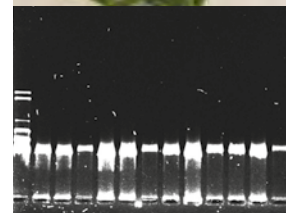
Remarque : La granulométrie obtenue dépend du matériau de l'échantillon, des paramètres et de la configuration des instruments. Les résultats d'échantillons apparemment similaires peuvent différer de ceux indiqués ci-dessus.



Micro-algues dans un tampon



Foie homogénéisé



Aiguilles de sapin

Métallurgie : alliages et mécanosynthèse

Il existe plusieurs méthodes pour produire des alliages. La façon classique est de faire fondre les composants à des températures très élevées. Pour de faibles quantités ou si les alliages ne peuvent pas être obtenus par fusion, la mécanosynthèse est une alternative. Pour cette application, les broyeurs à billes sont idéaux car ils fournissent une haute énergie. La mécanosynthèse requiert des processus à cinétique élevée pour fusionner des composants en poudre. Les alliages sont le plus souvent très cassants mais ils peuvent aussi contenir des composants métalliques ductiles. Les broyeurs planétaires à billes et les broyeurs à billes à haute énergie Emax de RETSCH conviennent parfaitement pour la mécanosynthèse. La préparation d'alliages pour analyses ultérieures peut être réalisée dans un vibro-broyeur à disques.



Alliage d'Iridium



FeMo



Poudre métallique



Plaques de débris de chrome

Échantillon		Broyeur	Quantité chargée	Quantité chargée	Durée de broyage	Vitesse	Finesse finale (d_{90})
Nickel et céramique	○	PM 400 MA	Bol de broyage en acier inoxydable de 500 ml, 400 billes de broyage en acier inoxydable de 10 mm	270 g de nickel 30 g de céramique	1:30 h	400 tr/min ⁻¹	alliage réussi
Si + Ge + dopant	■	Emax	Bol de broyage en carbure de Tungstène de 50 ml, 8 billes de broyage en carbure de Tungstène de 10 mm échantillon : rapport de billes de broyage (w/w) 1:10	3,63 g de Si 2,36 g de Ge 0,02 g de dopant	20 min	1 000 tr/min ⁻¹	bonne intégration du Ge dans le Si, presque aucune formation de verre
	○	Emax			4 h	1 200 tr/min ⁻¹	
CrSiMo-alliages	●	MM 500	Bol de broyage carbure de tungstène 50 ml, 1 bille carbure de tungstène, 20 mm	25 g	15 min	35 Hz	10 µm
Poudre métallique frittée	■	BB 500	Mâchoires en acier manganèse, tôles d'usure en acier trempé	4 kg	20 s	largeur de fente : 0 mm	< 400 µm
Alliage d'Iridium	●	RS 200	Bol de broyage en carbure de Tungstène de 50 ml	210 g	4 min	1 200 tr/min ⁻¹	< 150 µm
FeMo	●	RS 200	Garnitures de broyage en carbure de Tungstène de 250 ml	400 g	10 min	1 200 tr/min ⁻¹	< 200 µm
Alliages Vanadium - aluminium	■	BB 600	Mâchoires en NiHard4, tôles d'usure en acier trempé	900 kg	40 min	largeur de fente : 15 mm	< 10 mm
Débris de chrome	■	BB 500	Mâchoires en NiHard4, tôles d'usure en acier trempé	20 kg	1 min	largeur de fente : 1 mm	< 10 mm

■ Pré-broyage ● Broyage fin ○ Mécanosynthèse
 * Fragilisation à l'aide d'Azote liquide ou de glace sèche ** Broyage à l'état humide

i Remarque : La granulométrie obtenue dépend du matériau de l'échantillon, des paramètres et de la configuration des instruments. Les résultats d'échantillons apparemment similaires peuvent différer de ceux indiqués ci-dessus.

Broyage à l'échelle nanométrique

Les nanotechnologies traitent des particules dont la taille varie de 1 nm à 100 nm qui possèdent des propriétés spéciales liées à leur taille. Les nanoparticules sont produites soit par méthode « ascendante » ou « descendante ». La première méthode concerne la synthèse de molécules simples alors que la seconde est une procédure mécanique basée sur un broyage colloïdal. Dans la méthode descendante, les particules sont dispersées dans un liquide, par exemple de l'eau, une solution tampon ou de l'alcool, afin de neutraliser les charges de surface. Avec le broyeur planétaire à billes et le broyeur à billes à Haute énergie Emax, RETSCH détient les broyeurs et le savoir-faire nécessaires aux applications de broyage à l'échelle nanométrique.

Échantillon		Broyeur	Quantité chargée	Quantité chargée	Durée de broyage	Vitesse	Finesse finale (d_{90})
Dioxyde de Titane	●	Emax	bol de broyage en oxyde de Zirconium de 50 ml, 110 g de billes de broyage de 0,1 mm, 15 ml 1 % phosphate de sodium**	10 g	30 min	2 000 tr/min ⁻¹	< 80 nm
	●	MM 500	Bol de broyage oxyde de zirconium 125 ml, 110 g, Billes de broyage 0,1 mm, oxyde de zirconium, 30 ml, Solution de phosphate de sodium**	25 g	2 h	35 Hz	95 nm
Titanate de Baryum	●	Emax	bol de broyage en oxyde de Zirconium de 50 ml, 110 g de billes de broyage en oxyde de Zirconium de 0,5 mm, mélange acide oléique-heptane 26 ml	12 g	2 h	1 800 tr/min ⁻¹	< 95 nm
Titanate de Baryum	●	PM 100	50 ml bol de broyage en oxyde de Zirconium, 110 g de billes de broyage en oxyde de Zirconium de 0,05 ml, 26 ml de mélange acide oléique-heptane**	12 g	5 h	600 tr/min ⁻¹	< 100 nm
Oxyde d'Aluminium	●	PM 100	50 ml bol de broyage en oxyde de Zirconium, 110 g billes de broyage en oxyde de Zirconium de 0,1 mm, 18 ml eau**	5 g	4 h	650 tr/min ⁻¹	< 100 nm

■ Pré-broyage ● Broyage fin * Fragilisation à l'aide d'Azote liquide ou de glace sèche ** Broyage à l'état humide

Remarque : La granulométrie obtenue dépend du matériau de l'échantillon, des paramètres et de la configuration des instruments. Les résultats d'échantillons apparemment similaires peuvent différer de ceux indiqués ci-dessus.

Votre application n'apparaît pas dans la liste ?

Pour trouver la meilleure solution pour votre préparation d'échantillons, nos laboratoires d'applications dans le monde entier proposent gratuitement des essais de broyage et de tamisage et des analyses de particules. Sur plus de 15 000 rapports d'essais générés dans nos laboratoires, les applications les plus fréquentes ont été collectées dans cette base de données.

Pour plus d'exemples, consultez la base de données de nos applications en ligne.



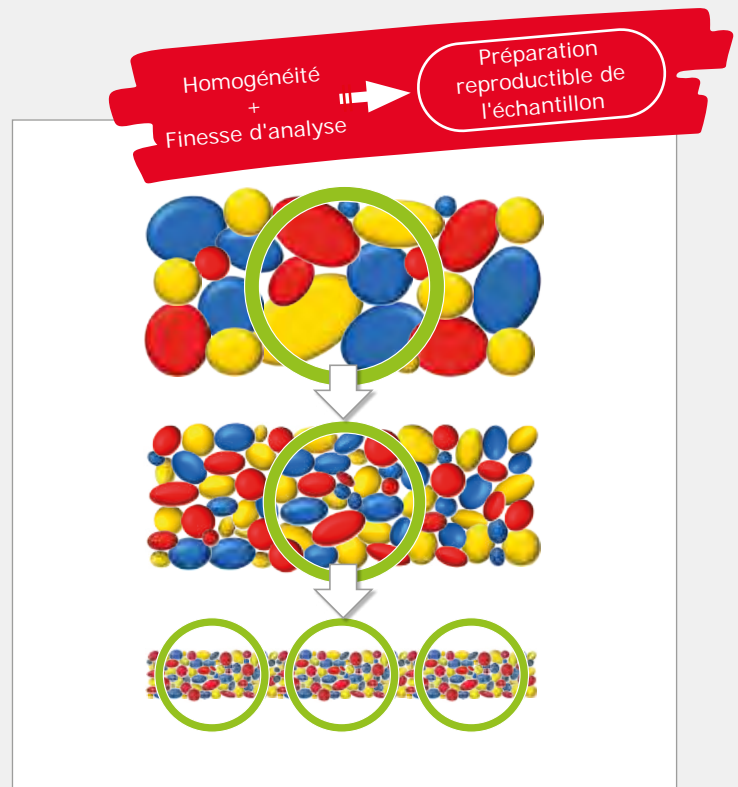
Correction des résultats d'analyse

Les analyses font partie du processus du contrôle qualité, par exemple, au cours de la production ou dans les produits réceptionnés. Les méthodes courantes incluent des analyses spectroscopiques ou chromatographiques. Si la taille des particules du matériau est trop importante pour qu'elles soient analysées, divisées, mélangées ou pour un autre traitement, il est nécessaire de réduire leur taille par broyage. Comme les propriétés des produits (par ex. l'extraction, la filtration, ou la capacité d'absorption) sont souvent influencées par la taille des particules, le broyage en laboratoire est également essentiel pour le développement de nouveaux produits ou de processus de production.

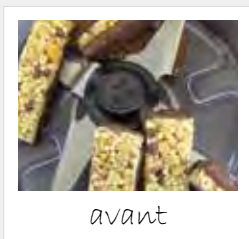
AAS FTIR Sulfate
SEM NIR

Homogénéité

En général, quelques grammes ou milligrammes d'échantillon suffisent pour l'analyse ; ils doivent cependant représenter l'échantillon original dans son ensemble. En fonction de la partie du matériau original où l'échantillon a été prélevé, les informations sur la composition du matériau peuvent largement varier, car certains composants peuvent être surreprésentés dans cette partie. Pour obtenir une répartition uniforme des composants et des propriétés dans l'échantillon de laboratoire, l'échantillon doit être homogénéisé. Si vous prélevez un échantillon de 1 g pour analyse sur une barre de céréales, par exemple, il pourra s'agir d'un raisin, d'une noix ou de quelques céréales. Il est évident que cet échantillon ne fournira pas de résultats d'analyse représentatifs. Grâce à l'homogénéisation, des raisins, des noix et des céréales seront présents dans l'échantillonnage. Quelquefois, des particules d'échantillon peuvent être hétérogènes, comme c'est le cas pour un grain de blé.



Production d'un échantillon à partir d'une partie représentative, par broyage



Barres de céréales avant et après homogénéisation

Finesse requise

Une exigence fréquente est de «broyer l'échantillon en poudre fine». Cependant, le terme poudre n'est pas précis. La lessive, le café en poudre et la levure chimique, par exemple, ont des distributions granulométriques très différentes. Une autre demande récurrente est de broyer l'échantillon «aussi fin que possible». Cela demande de l'énergie et du temps, d'où une augmentation des coûts. Une approche plus efficace est de broyer l'échantillon aussi fin que nécessaire. Cela sera suffisant si l'échantillon a atteint la finesse requise, qui se situe entre 20 μm et 2 mm dans la plupart des techniques.

ICP

HPLC

XRF

GC

Humidité

Graisse

UVS

DTA

XRD

Cendre

AES

Préparation de l'échantillon

Pour réduire la taille des particules, le principe de fragmentation du broyeur doit correspondre au comportement à la rupture du matériau de l'échantillon. Ainsi, avant de sélectionner un broyeur et de commencer le processus de préparation, il faut évaluer minutieusement le matériau. Les propriétés telles que la densité, la dureté, la consistance, l'humidité résiduelle ou la teneur en graisse doivent être examinées. Le processus de broyage peut aussi être influencé par la sensibilité aux variations de température, à la tendance à l'agglomération ou aux réactions des surfaces. Dans tous les cas, les exigences des analyses suivantes doivent toujours être prises en compte lors de l'homogénéisation d'un échantillon particulier.

Avant de commencer le processus de broyage, il faut examiner si l'échantillon peut être traité sans division ni traitement préalable.

Division de l'échantillon :

La quantité d'échantillons est un facteur important pour une préparation correcte de l'échantillon. Quelle est la quantité d'échantillons nécessaire pour l'analyse ? Quelle est la quantité initiale par rapport à l'échantillon d'analyse et quelle est la taille des particules ? Ces paramètres déterminent le volume nécessaire pour que l'échantillon soit représentatif. Représentatif signifie que la composition d'une partie de l'échantillon est identique à celle de l'échantillon d'origine.

Traitement de l'échantillon :

L'humidité, l'agglomération, la ségrégation ou des corps étrangers dans un échantillon affectent le processus de préparation et faussent les résultats de broyage. L'échantillon doit donc être traité avant d'être homogénéisé.



Comportement des matières en vrac : les particules les plus petites ont tendance à s'accumuler au fond. Si un échantillon est extrait d'une partie située au-dessus, sa représentativité n'est pas garantie.

Division de l'échantillon

La plupart des échantillons de laboratoire sont des mélanges hétérogènes. Des tailles de particules et des densités de matériaux différents peuvent être à l'origine d'une ségrégation au cours du transport. L'extraction d'une partie de l'échantillon par division de l'échantillon peut être réalisée après le pré-broyage de la totalité de l'échantillon de laboratoire, ou directement à partir du matériau d'origine. Le choix de la méthode de division et des instruments dépend du matériau d'échantillon et de sa quantité. Des échantillons secs, fluides, peuvent être alimentés à travers des goulottes d'alimentation vers les diviseurs rotatifs et les diviseurs tubulaires rotatifs, alors que l'on utilise des répartiteurs de chute pour les matériaux à faible fluidité. Un échantillonnage aléatoire manuel n'est acceptable que si l'échantillon est entièrement homogène.



Diviseurs d'échantillons RETSCH :
PT 100, PT 200, RT 6,5 – RT 75

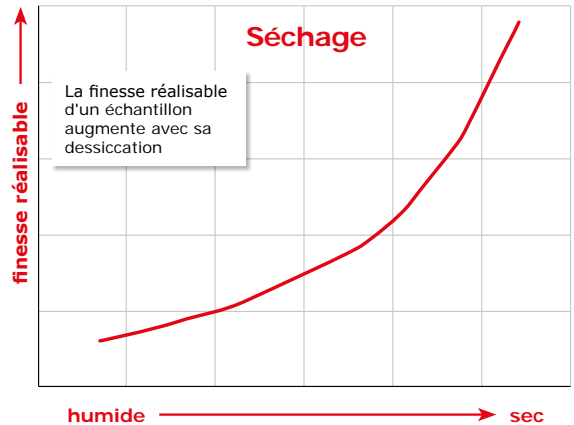
Traitement des échantillons

Séchage

Dans la plupart des cas, les échantillons humides doivent être séchés avant d'être broyés. Lors de la sélection de la méthode de séchage et de la température, il convient de veiller à ne pas modifier les propriétés de l'échantillon à caractériser. C'est particulièrement important en ce qui concerne les composés volatils tels que les furanes, les Polychlorobiphényles ou les dioxines. En général, ces types d'échantillons ne peuvent être séchés qu'à température ambiante.

Le TG 200 de RETSCH est adapté à un séchage doux et rapide, selon la méthode de séchage à lit fluidisé. Pour un grand nombre de produits, le temps de séchage est compris entre 5 et 20 minutes.

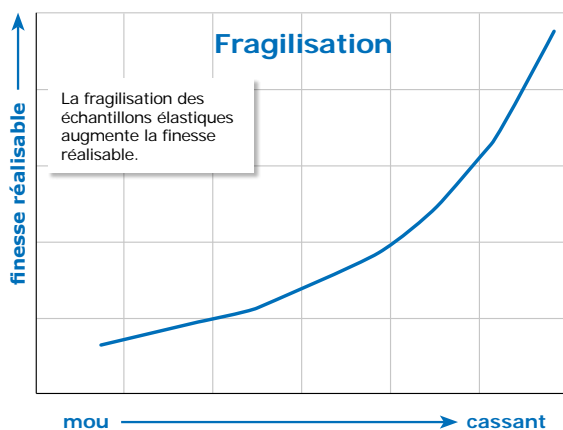
Il existe d'autres méthodes telles que la déshydratation sous vide, la lyophilisation et les armoires de séchage.



TG 200 pour le séchage de petites quantités de 3 x 0,3 l ou jusqu'à 1 x 6 l

Séparation des métaux

Des échantillons tels que les déchets industriels, les déchets recyclables ou les combustibles secondaires contiennent souvent des pièces métalliques qui ne peuvent pas être pulvérisées avec des broyeurs de laboratoire. Par contre, les objets métalliques tels que les clous en acier ou les vis en fer peuvent endommager les outils de broyage, ce qui risque d'entraîner une baisse considérable des performances du broyeur. Les pièces métalliques doivent donc être éliminées avant le broyage, par exemple, en utilisant un séparateur magnétique, et faire l'objet d'une caractérisation séparée au besoin.



Fragilisation (à l'Azote liquide ou à la glace sèche)

Le refroidissement de l'échantillon améliore souvent son comportement à la rupture. Par conséquent, les matériaux thermosensibles, tels que certains types de plastiques, doivent être refroidis directement avant d'être soumis au pré-broyage ou au broyage fin. Un moyen consiste à fragiliser l'échantillon dans l'Azote liquide (N_2 , LN). À une température de $-196^\circ C$, même le caoutchouc mou devient si dur et cassant qu'il peut être pulvérisé. La fragilisation est encore possible en mélangeant l'échantillon à de la glace sèche (CO_2 à $-78^\circ C$).

- Le broyage cryogénique est utilisé lorsque les composés volatils de l'échantillon doivent être préservés.
- Lorsque les matériaux ne doivent pas devenir humides, il convient de ne pas les traiter avec des agents de refroidissement car l'humidité se condense sur l'échantillon.
- Les agents de refroidissement tels que l'Azote liquide ou la glace sèche ne doivent pas être utilisés dans les outils de broyage fermés, étant donné que l'évaporation provoque une surpression à l'intérieur du bol. Les bols de broyage en acier inoxydable, par exemple, ceux utilisés avec le broyeur MM 400, sont remplis de billes de broyage et de l'échantillon, puis fermés hermétiquement et sont ensuite refroidis à l'Azote liquide, à $-196^\circ C$, avant d'être introduits dans le broyeur. Pour le broyage sous refroidissement en continu, le CryoMill de RETSCH est le choix idéal.



CryoMill



Matériau fragilisé à l'Azote liquide

Principes de broyage

Les broyeurs de laboratoire fonctionnent selon différents principes de broyage. Le choix du type de broyeur utilisé pour une tâche de broyage particulière est toujours lié aux propriétés de rupture du matériau de l'échantillon. Les matériaux durs et cassants doivent être soumis à un impact, une pression et une friction pour obtenir une pulvérisation optimale tandis que les substances molles et élastiques nécessitent une découpe et un cisaillement pour être broyées avec succès.

Les mécanismes suivants sont adaptés au broyage de matériaux solides :

Broyage de matériaux solides				
matériaux durs et cassants			matériaux mous, élastiques et fibreux	
 <p>Pression</p> <p>La force est exercée entre les deux surfaces solides : les surfaces des outils de broyage ou les particules adjacentes. La pression est exercée par les outils de broyage.</p> <p>Exemples :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Concasseur à mâchoires • Concasseur à double effet 	 <p>Impact</p> <p>La force est exercée sur/contre une surface solide. Elle peut être générée par un outil de broyage ou par les particules de l'échantillon. L'impact est surtout causé par une accélération unilatérale et réciproque des particules.</p> <p>Exemples :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vibro-broyeurs • Broyeurs planétaires • Broyeurs à impact • Broyeurs à choc et à flux gazeux 	 <p>Friction</p> <p>La force est exercée entre les deux surfaces solides. Produite par la pression verticale d'une surface et le mouvement simultané d'une autre surface.</p> <p>Exemples :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Broyeurs à mortier • Broyeurs à disques • Mortiers manuels 	 <p>Cisaillement</p> <p>La force est exercée entre deux ou plusieurs surfaces solides se déplaçant en sens contraire, ce qui provoque un effet de cisaillement. Au moins une surface fixe et une surface en mouvement.</p> <p>Exemples :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Broyeurs à percussion • Broyeurs à fléaux • Broyeurs ultra-centrifuges 	 <p>Découpe</p> <p>La force est exercée par des lames ou par une combinaison de lames et de contre-couteaux.</p> <p>Exemples :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Déchiqueteur • Broyeurs à couteaux • Broyeurs-mixeurs à couteaux
				

En général, divers principes de broyage sont conjugués dans un broyeur RETSCH, à savoir, la pression et la friction dans les broyeurs à mortier ou le cisaillement et l'impact dans les broyeurs à rotor.

Outils de broyage

Chaque broyeur RETSCH est équipé d'outils de broyage qui sont optimisés pour leurs fonctionnalités et leurs manutentions. Toutefois, en raison de la gamme étendue d'applications, les exigences peuvent être très différentes. C'est pourquoi RETSCH propose un grand choix d'accessoires permettant d'offrir la solution optimale pour chaque application. Pour les broyeurs à billes, par exemple, le choix du volume du bol, de la charge de billes et du matériau dépend du type et de la quantité d'échantillons. L'énergie de pulvérisation est déterminée par la densité et le poids des billes. Le matériau du bol doit toujours être identique à celui des billes. Tous les outils de broyage sont proposés dans différents matériaux, afin de garantir la neutralité à l'analyse de la préparation de l'échantillon.



Matériaux

Les matériaux utilisés pour les outils de broyage RETSCH peuvent être regroupés comme suit :

- Métaux (acier, carbure de Tungstène, fonte, Titane)
- Céramiques (oxyde de Zirconium, oxyde d'Aluminium fritté, porcelaine dure, nitrure de Silicium)
- Pierre naturelle (Agate)
- Plastique (PTFE)

Les propriétés chimiques et physiques d'un matériau déterminent son adéquation à un type particulier de broyeur. Les outils de broyage en acier sont adaptés à tous les broyeurs.

Outils de broyage

Matériaux					
	Dureté	Densité	Apport énergétique*	Résistance à l'usure*	Contamination possible par l'abrasion
Acier inoxydable	48 – 52 HRC (environ 550 HV)	7,8 g/cm ³	très élevée	bonne (dans une certaine mesure)	Fe, Cr
Acier trempé	58 – 63 HRC (environ 750 HV)	7,85 g/cm ³	très élevée	bonne	Fe, Cr, C (moins que l'acier inoxydable)
Acier pour le broyage sans métaux lourds	jusqu'à 62 HRC (Rockwell)	7,85 g/cm ³	très élevée	bonne	Fe, Mn, C, Si
Acier au Manganèse («Manganese investment casting»)	jusqu'à 55 HRC (Rockwell)	7,2 g/cm ³	très élevée	bonne	Fe, Mn, C, Cr
NiHard4	jusqu'à 63 HRC (Rockwell)	7.75 g/cm ³	très élevée	très bonne	Fe, C, Cr, Ni, Si
Carbure de Tungstène	environ 1250 HV	14,8 g/cm ³	extrêmement élevée	très bonne	WC, Co (extrêmement basse)
Agate	dure et cassante 6,5 – 7 Mohs (environ 1000 HV)	2,65 g/cm ³	très basse	bonne (dans une certaine mesure)	SiO ₂
Oxyde d'Aluminium fritté	dur et cassant 8 – 8,5 Mohs (environ 1750 HV)	3,9 g/cm ³	basse	bonne	Al ₂ O ₃ , SiO ₂ (faible), sans contamination par Fe, Cr, Ni ou Co
Oxyde de Zirconium	dur et cassant, plus dur que l'Agate 7,5 Mohs (environ 1200 HV)	5,9 g/cm ³	élevée	très bonne	ZrO ₂ et Y ₂ O ₃ (minime), négligeable pour les analyses
Nitride de Silicium	environ 1500 HV	3,2 g/cm ³	basse	excellente	Si ₃ N ₄ , Y ₂ O ₃ , Al ₂ O ₃
PTFE	Élastique, dureté Shore D 56	2,1 g/cm ³	très basse	mauvaise	contamination par F, C

* par exemple, les broyeurs à billes

Merci de consulter l'espace de téléchargement de notre site Web pour une vue détaillée de tous les matériaux utilisés dans les instruments RETSCH, notamment les analyses de matériaux pour tous les outils de broyage.

Lors de la sélection d'une garniture de broyage appropriée, plusieurs aspects doivent être considérés:

● La dureté et le comportement à la rupture de l'échantillon matériau

Le matériau de la garniture de broyage doit être plus dur que celui de l'échantillon pour éviter son usure. Par exemple, le sable de silice ne doit pas être broyé avec les outils en Agate mais on préférera l'oxyde de Zirconium bien plus dur.

● Résistance à l'abrasion :

La résistance à l'abrasion indique la résistance d'un matériau à l'usure. Le carbure de Tungstène et le nitride de Silicium sont très résistants à l'abrasion. Toutefois, le niveau d'abrasion dépend également des propriétés de l'échantillon et du principe de broyage mis en œuvre.

● Contamination possible par l'abrasion

L'abrasion ne peut pas être évitée complètement dans le broyage mécanique. Par conséquent, lors de la sélection d'un matériau, il convient de prendre en compte le risque d'influence d'une contamination éventuelle sur le produit ou l'analyse ultérieure (par exemple, l'abrasion du chrome ou du nickel influe sur l'analyse des métaux lourds).

● Apport énergétique

Une autre caractéristique importante des broyeurs à billes et des vibro-broyeurs à disques est l'apport énergétique

généralisé par les différents matériaux. Les billes de broyage en carbure de Tungstène génèrent un apport énergétique bien plus élevé que les autres matériaux pour un diamètre de bille identique. Elles assurent donc un broyage plus performant, en raison de la densité plus élevée du matériau.

Exemples d'application :

- Dans un prélèvement de sol, si une analyse du Fer, du Chrome ou du Cobalt doivent être effectuées, les outils de broyage en acier inoxydable ou en acier trempé ne sont pas adaptés car ils contiennent les éléments qui doivent être déterminés.
- Par contre, s'il est nécessaire de réaliser une analyse de Calcium ou de Silice contenus dans le clinker de ciment, les bols de broyage en acier sont adaptés.
- Le PTFE, l'oxyde de Zirconium, le nitride de Silicium et le verre peuvent être stérilisés; par conséquent, ils sont souvent utilisés pour la préparation d'échantillons alimentaires ou microbiologiques.
- Par exemple, les produits homéopathiques et pharmaceutiques ne doivent être broyés que dans des broyeurs en céramique ou en Agate afin d'éviter la contamination de l'échantillon.

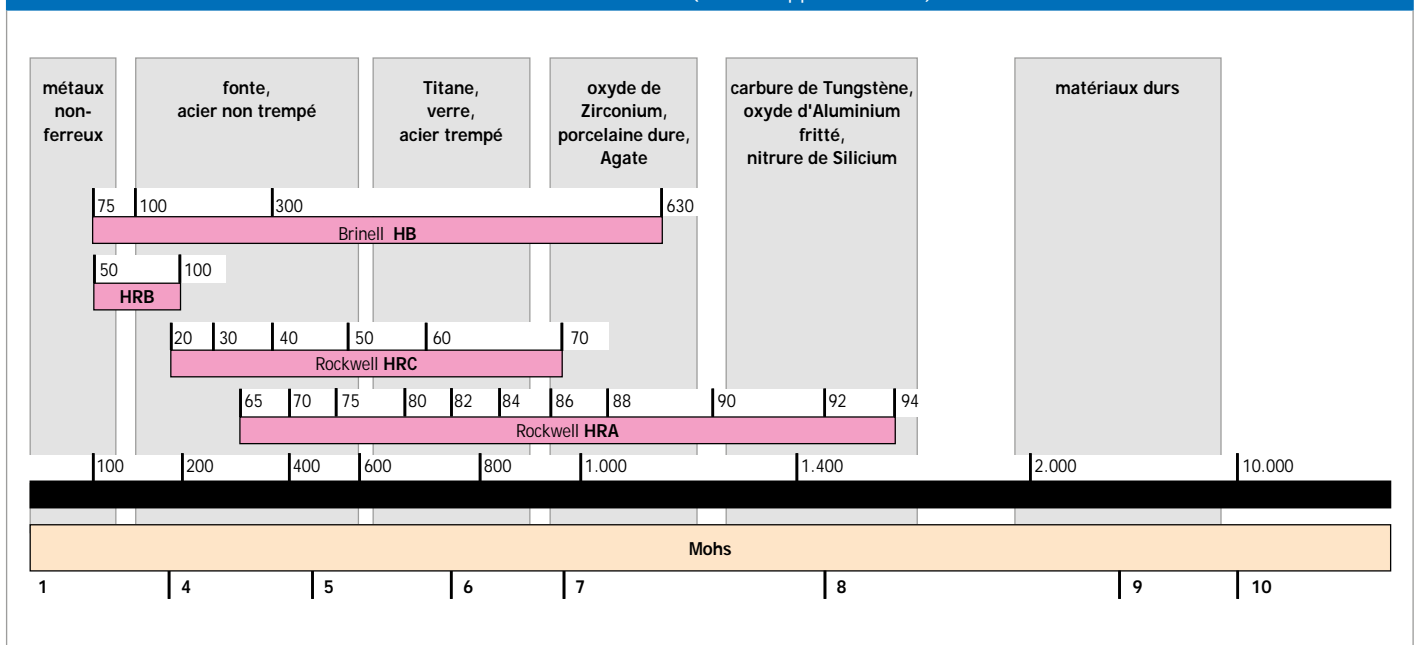
Dureté

Le terme dureté décrit la résistance mécanique d'un matériau à la pénétration d'un matériau étranger. Dans les essais de matériaux, la dureté d'un matériau est établie en déterminant la profondeur de pénétration d'un corps défini selon des paramètres donnés (pression, angle).

La dureté d'un matériau particulier peut être indiquée par différentes valeurs, en fonction de l'échelle de dureté à laquelle cette valeur se rapporte (comme Mohs ou Brinell). Les différentes échelles de dureté ont différentes origines. L'échelle de Mohs, par exemple, classe la résistance à la rayure des minéraux, en fonction d'une échelle à 10 niveaux. Les échelles de Brinell (HB), Rockwell (HRA / HRB / HRC) et Vickers (HV) proviennent du secteur métallurgique.

Il n'est pas toujours possible de convertir les valeurs de dureté d'une échelle en une autre. Le tableau ci-dessous montre la comparaison des échelles de Mohs, Vickers, Rockwell (HRA / HRB / HRC).

Tableau des duretés (valeurs approximatives)



Aides pour le broyage

La quasi-totalité des opérations de broyage connues dans le domaine du génie des procédés mécaniques peuvent être réalisées à l'aide d'un des broyeurs existants. Cependant, certaines applications ne peuvent pas être effectuées avec les broyeurs courants de laboratoire, malgré le vaste choix d'accessoires. Les broyages difficiles concernent les échantillons humides qui ne peuvent pas être séchés, de même que les substances molles, élastiques, grasses ou huileuses. Pour produire des poudres ultrafines par apport énergétique mécanique, il est souvent nécessaire d'ajouter un liquide.

Dans les cas ci-dessus, l'utilisation d'un produit additif au broyage est requise. Les produits pour le broyage sont des additifs qui activent, accélèrent et améliorent les processus chimiques ou physiques. Avant d'utiliser une aide au broyage pour la préparation de matières solides, il faut s'assurer que l'additif n'influe d'aucune manière sur l'analyse ultérieure ni sur le traitement consécutif de l'échantillon.

Les propriétés des échantillons peuvent être modifiées durant la préparation tant qu'elles n'influencent pas sur les résultats de l'analyse

Aides pour le broyage / additifs

Additifs solides	
Dispersion solide (poudre, granulés, pastilles) pour lier les graisses et/ou l'humidité	<p>Lors de la préparation des échantillons pour l'analyse XRF, des granules à base de cellulose neutre à l'analyse, par exemple Spectromelt sont souvent ajoutées à l'échantillon durant le broyage dans les broyeurs planétaires à billes ou les vibro-broyeurs à disques. Utilisées dans un rapport de mélange approprié, elles favorisent le broyage et contribuent à éviter la formation d'agrégats du matériau à l'intérieur du bol de broyage. Lors du pastillage ultérieur de l'échantillon, le produit sert également de liant.</p> <p>L'ajout de sulfate de Sodium est une méthode courante pour lier les graisses ou l'humidité qui doit être ensuite déterminée (par exemple, lors du broyage d'insectes ou de sols humides). Le broyage ainsi effectuée dans des broyeurs à mortier permet de récupérer l'intégralité de l'échantillon.</p>
Additifs liquides	
Dispersion liquide (eau, alcool, benzène) pour éviter les agrégats	<p>Pour homogénéiser les oléagineux tels que les graines de colza, les fèves de soja ou les graines de moutarde dans les broyeurs à billes ou les broyeurs à mortier, il est utile d'ajouter de l'éther de pétrole qui est utilisé comme liquide d'extraction pour déterminer la teneur en huile.</p> <p>La production de poudres ultrafines, comme dans l'industrie de la céramique, la métallurgie des poudres ou la minéralogie, ne peut souvent être assurée que par l'ajout de quelques gouttes d'alcool ou un broyage humide. En général, l'eau ou l'isopropanol sont utilisés sous forme de dispersants. Les broyeurs à billes sont particulièrement adaptés au broyage humide.</p>
Additifs gazeux	
Dispersion gazeuse (gaz inerte, air refroidi)	<p>Si un système de broyage est suffisamment ventilé, par exemple, au moyen d'un système à cyclone ou à filtre, une chaleur de frottement est libérée en continu. Il contribue à réduire le réchauffement de l'échantillon et à augmenter le débit.</p> <p>Le conditionnement sous un gaz inerte tel que l'Argon durant le broyage dans un broyeur à billes empêche la réaction des particules actives à la surface avec l'Oxygène (= oxydation).</p>

Guides des experts

Aimeriez-vous en savoir davantage sur le broyage et le tamisage ?
Veuillez consulter notre site Web et télécharger :

“The Art of Milling”

avec une vue d'ensemble des matériaux

“Sieve Analysis – Taking a close look at quality”

avec un tableau de comparaison des tamis

Nous aurons le plaisir de vous envoyer un exemplaire imprimé sur demande.

