

Broyeur à billes Haute Énergie Emax –
un appareil révolutionnaire, pour un broyage ultrafin

Retsch[®]
Solutions in Milling & Sieving

Emax



part of **VERDER**
scientific



RETSCH – leader mondial dans le domaine de la préparation et de caractérisation des matériaux solides

www.retsch.com



RETSCH – Plus de 100 ans d'innovations

Haute qualité „Made in Germany“

RETSCH est un fournisseur incontournable de solutions en matière de broyage et de technologie de granulométrie et compte des filiales aux États-Unis, en Chine, au Japon, en Inde, en France, en Italie, au Benelux, en Russie, au Royaume-Uni et en Thaïlande. La société, fondée en 1915 par F. Kurt Retsch, s'est forgée une excellente réputation auprès de la communauté internationale scientifique et de recherche grâce au „Broyeur Retsch“ - un broyeur à mortier qui a remplacé les broyeurs manuels.

La philosophie de RETSCH se base sur l'orientation client et sur une technologie de pointe. Cela se retrouve dans nos instruments, dont les composants de haute qualité sont conçus pour une parfaite interaction. Nos produits garantissent, à la fois, des résultats représentatifs et reproductibles en matière de broyage

et d'analyse des particules et une utilisation plus facile et plus confortable.

RETSCH vous propose :

- ▶ Des produits d'une qualité exceptionnelle grâce à des méthodes de fabrication à la pointe de la technologie
- ▶ Conseil en applications, comprenant des essais de broyage gratuits et des formations sur les produits
- ▶ Un excellent réseau commercial et de services après-vente, partout dans le monde

PREMIUM QUALITY



MADE IN GERMANY

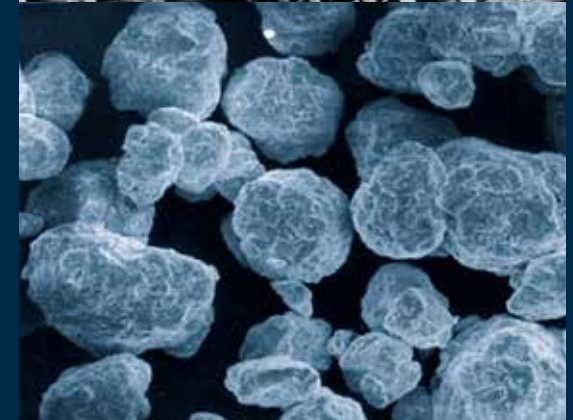
Broyage à Haute Énergie

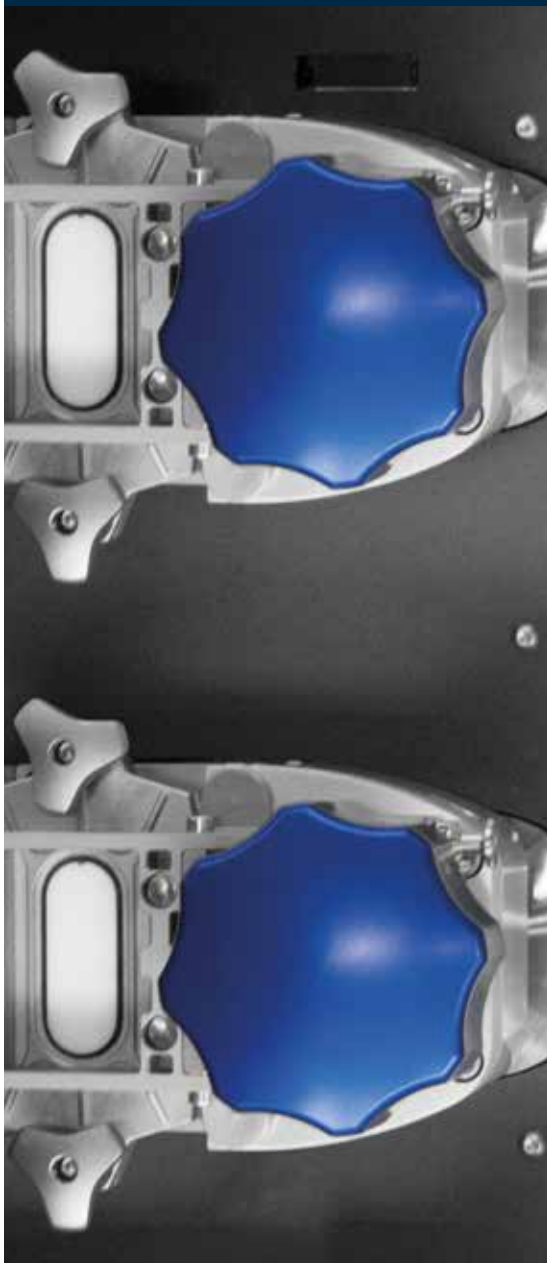
Des résultats optimaux en peu de temps grâce aux forces contrôlées

Les nouvelles technologies posent de nouveaux défis à la science et à la recherche qui se reflètent également dans les caractéristiques de performance des équipements de laboratoire concernés. La nanotechnologie, un exemple typique de l'un des développements les plus novateurs de notre époque, a comme objet les particules dont la taille s'inscrit dans une gamme allant de 1 à 100 nanomètres et qui ont des propriétés spécifiques, attribuables à leur taille. Un autre exemple est la science des matériaux qui utilise des procédés comme ceux de la mécanosynthèse pour développer de nouveaux matériaux. La réduction de la taille sur une échelle

nanométrique et la mécanosynthèse nécessitent un apport énergétique très élevé. Cela signifie une accumulation de chaleur, donc un contrôle efficace de la température est une exigence essentielle.

La société RETSCH est le premier fabricant de broyeurs de laboratoire pour l'homogénéisation des échantillons solides et elle a développé un broyeur à billes à haute énergie qui remplit tous ces critères. Avec une vitesse maximale unique de 2 000 tr/min et des options de refroidissement innovantes, l'Emax est l'instrument idéal pour les applications à haute énergie.





Emax – Révolution dans le broyage ultrafin

L'Emax est un broyeur à billes, complètement nouveau, conçu pour un broyage à haute énergie. La vitesse maximale de 2 000 tr/min, inégalée jusqu'à présent, et la conception innovante du bol produisent une réduction de taille très efficace par impact et frottement. La géométrie du bol de broyage combinée à ses mouvements circulaires permet d'obtenir un meilleur mélange de l'échantillon, un broyage extrêmement fin et des distributions granulométriques plus étroites par rapport à ce qui a pu être obtenu jusqu'à présent dans d'autres broyeurs à billes. Grâce à un mécanisme unique de réduction de taille, l'Emax offre les tailles de broyage souhaitées en un temps de traitement très court.

Contrairement aux broyeurs à billes classiques, des processus de broyage, dont la durée peut atteindre

plusieurs heures, peuvent être effectués dans l'Emax sans interruptions aux fins de refroidissement.

Le système innovant de refroidissement à l'eau garantit que l'apport en haute énergie est utilisé efficacement pour le processus de broyage et que l'échantillon n'est pas surchauffé. Le mode de contrôle de la température permet à l'utilisateur de définir une température maximale qui ne sera pas dépassée pendant toute la durée du processus.

Grâce à toutes ces caractéristiques, l'Emax est l'instrument idéal pour un broyage à haute énergie qui, par rapport aux broyeurs à billes classiques, est réalisé en une fraction du temps requis par ceux-ci et surtout avec de meilleurs résultats.



Broyeur à billes Haute Énergie Emax

- ▶ Un broyage plus rapide que celui des autres broyeurs à billes
- ▶ Vitesse inégalée de 2 000 tr/min
- ▶ Principe de broyage unique
- ▶ Système innovant de refroidissement à l'eau avec 3 modes de refroidissement
- ▶ Contrôle de la température
- ▶ Granulométrie à l'échelle nanométrique

PREMIUM QUALITY



MADE IN GERMANY

La supériorité en détail



L'AVANTAGE DE L'EMAX:
Géométrie unique des bols de broyage permettant un mélange complet de l'échantillon et une distribution granulométrique étroite des particules

L'AVANTAGE DE L'EMAX:
Dispositif de fermeture ergonomique garantissant un montage sûr et facile des bols de broyage

L'AVANTAGE DE L'EMAX:
Entraînement excentrique breveté permettant une vitesse maximale de 2000 tr/min maximum



L'AVANTAGE DE L'EMAX:
Refroidissement à l'eau innovant avec 3 modes de refroidissement permettant le broyage sans interruptions et empêchant l'échantillon de surchauffer

L'AVANTAGE DE L'EMAX:
Grand écran tactile avec affichage de la température, de la vitesse et du temps de broyage

L'AVANTAGE DE L'EMAX:
Contrôle de la température permettant de définir une température maximale à laquelle le broyeur interrompt le processus de broyage, ainsi qu'une température minimale à laquelle le broyeur reprend le broyage



1

Fonctionnement intuitif

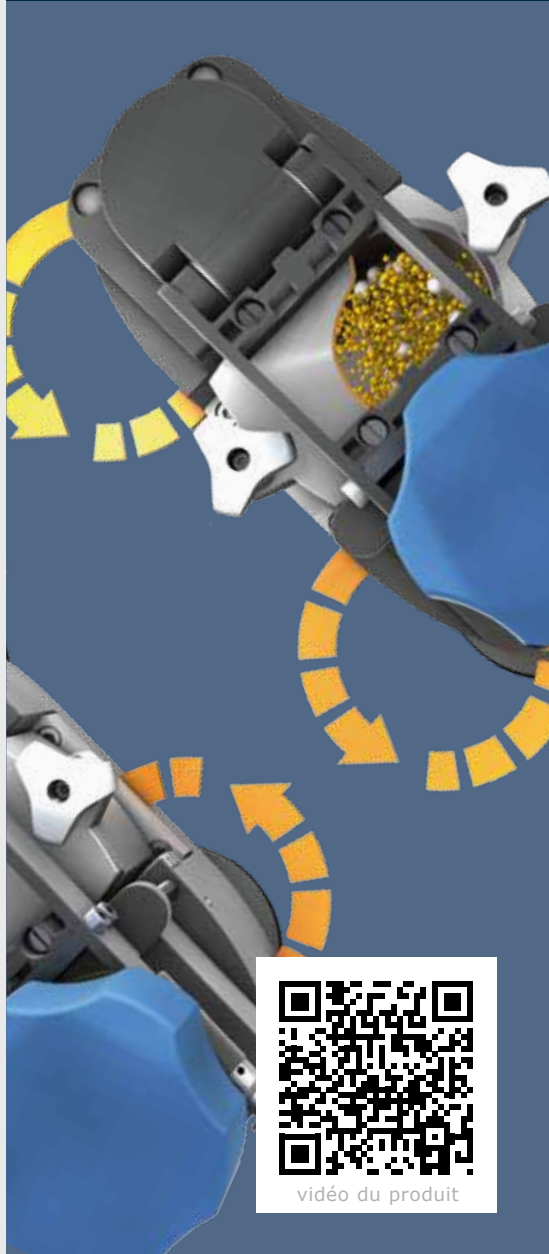
1. Insertion du bol de broyage
2. Fermeture du dispositif de verrouillage du bol
3. Utilisation de l'écran tactile



2



3



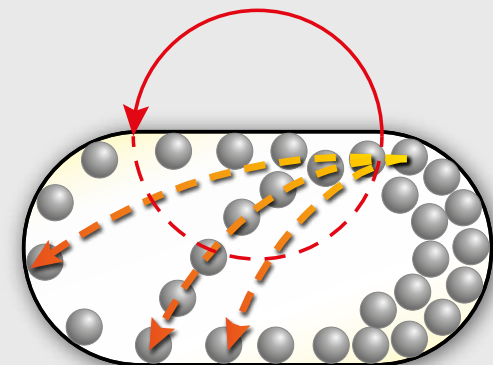
Principe de fonctionnement

Le mécanisme unique de broyage produit une granulométrie submicronique

Le broyeur à billes à haute énergie Emax réunit, à lui seul, les avantages de l'impact à haute fréquence, de la friction intensive et des mouvements circulaires contrôlés des bols pour une performance de broyage extrêmement efficace.

Les bols de broyage ont une forme ovale et sont montés respectivement sur deux disques. Ces disques déplacent les bols sur une trajectoire circulaire sans changer leur orientation. L'interaction entre la géométrie du bol et le mouvement provoque un fort frottement entre les billes de broyage, le matériau de l'échantillon et les parois du bol, ainsi qu'une accélération rapide qui permet l'impact des billes avec une grande

force sur l'échantillon aux extrémités arrondies des bols. Ceci améliore significativement le mélange des particules et permet d'obtenir un broyage plus fin et une distribution granulométrique plus étroite par rapport à ce qui est possible d'obtenir dans des broyeurs à billes.



Utilisation & Sécurité

Maîtriser des forces extrêmes en toute sécurité

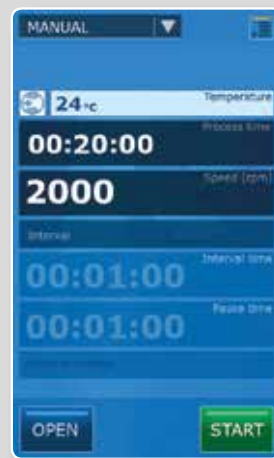
Lors de la mise au point de l'Emax, un accent particulier a été mis sur la facilité d'utilisation et la sécurité. Les couvercles des bols de broyage, qui se vissent simplement sur les bols et qui sont munis d'un verrouillage de sécurité intégré, assurent une étanchéité absolue pour les processus de broyage humide ou en cas d'augmentation de pression dans le bol. Les bols de broyage sont rapidement et facilement placés dans l'appareil et sont serrés en toute sécurité grâce à une molette ergonomique. Un capteur surveille la position correcte des bols avant la mise en route de la machine. Les éventuels déséquilibres

sont surveillés en permanence ; s'ils deviennent trop forts, le broyeur s'arrête automatiquement et le temps de broyage restant est affiché.

Les paramètres de broyage tels que la vitesse, le temps, le fonctionnement par intervalles ou le contrôle de la température sont réglés rapidement et facilement via l'écran tactile couleurs. La température est affichée pendant tout le processus de broyage. L'utilisateur peut stocker jusqu'à 10 programmes de broyage pour les opérations de routine.



Écran tactile couleurs



Écran de démarrage avec affichage de la température



Réglage de la vitesse



Réglage des températures minimale et maximale

Systeme de refroidissement à l'eau très performant

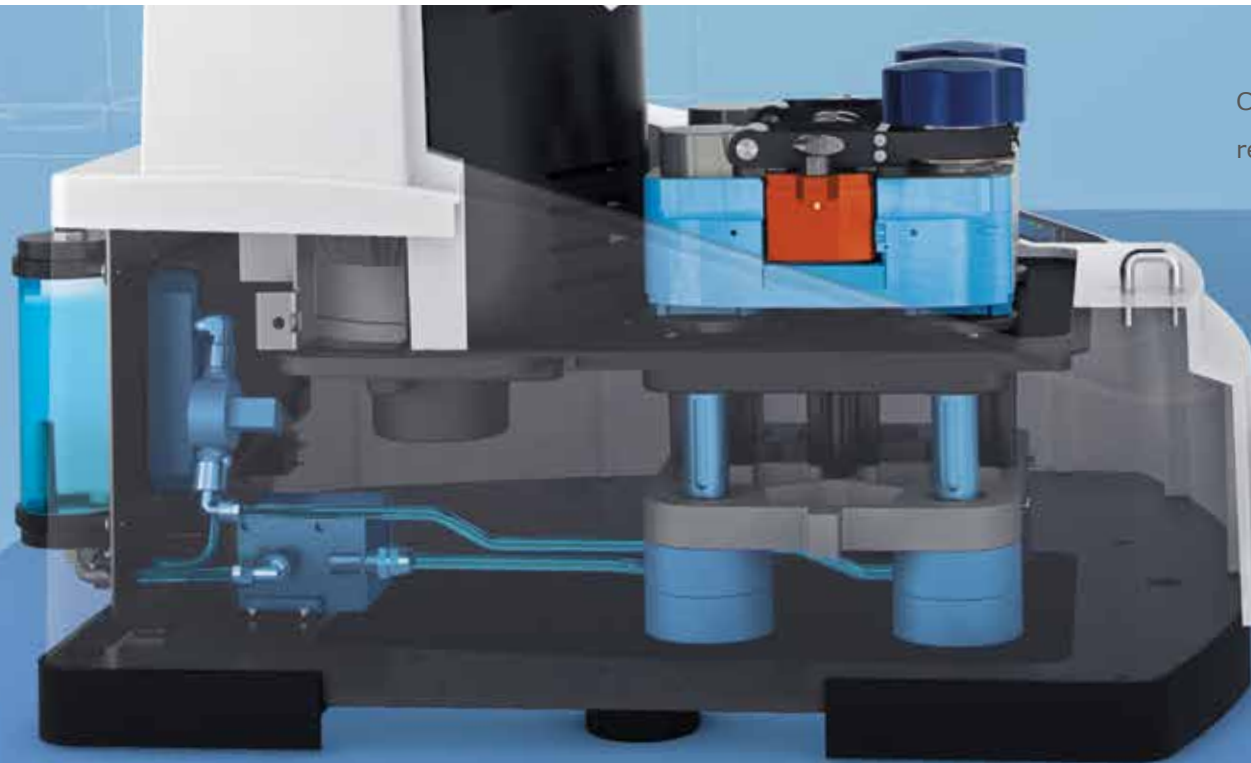
qui empêche toute interruption pour refroidissement

Le plus grand défi lors du développement d'un broyeur à billes à haute énergie est de maintenir la température sous contrôle car l'énergie produite lors du broyage conduit à une chaleur considérable accumulée à l'intérieur du bol de broyage. RETSCH a résolu ce problème avec un système innovant de refroidissement à l'eau intégré. Par conséquent, l'Emax ne requiert généralement pas d'interruptions

pour refroidissement, comme c'est typiquement le cas pour des procédés longs dans des broyeurs à billes classiques, même à faible vitesse.

Dans l'Emax, le système de refroidissement refroidit les bols de broyage par l'intermédiaire des supports de bol. Ce système est très efficace, la chaleur étant plus facilement diffusée dans l'eau que dans l'air.

L'utilisateur peut choisir entre 3 modes de refroidissement : en plus du refroidissement interne, le broyeur peut être connecté à un refroidisseur ou à un robinet pour réduire davantage la température.



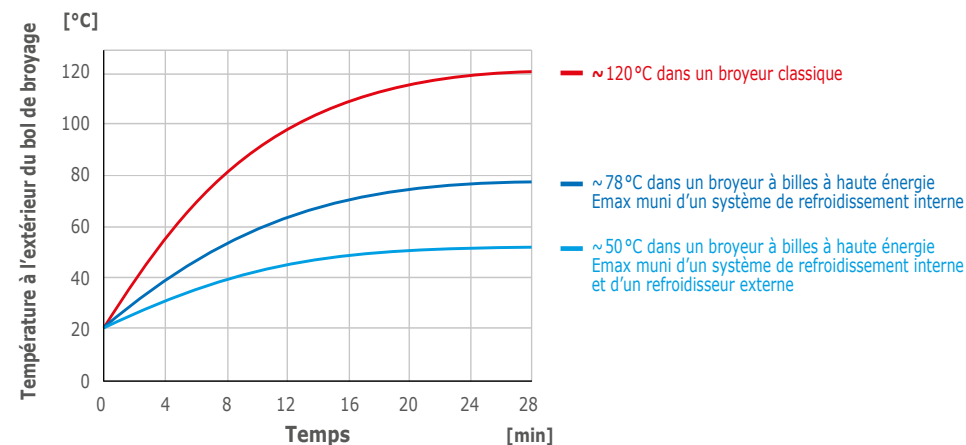
Ce schéma montre le circuit de refroidissement à l'intérieur de l'Emax

Les 3 modes de refroidissement offrent de la flexibilité

1. Système de refroidissement à l'eau intégré
2. Possibilité de refroidissement externe supplémentaire en raccordant le broyeur au robinet
3. Refroidissement à l'eau maximal en utilisant un refroidisseur optionnel



Exemple de développement de la température*



* Les températures dépendent du matériau de l'échantillon, de la configuration de l'instrument, et de la température ambiante et peuvent être différentes de celles indiquées dans cet exemple

Mode de contrôle de la température

pour les échantillons thermosensibles

Le logiciel Emax permet à l'utilisateur de réaliser le processus de broyage dans une plage de température définie ; ainsi, il est possible de définir une température minimale et une température maximale. Lorsque la température maximale est atteinte, le broyeur interrompt automatiquement le processus de broyage et le reprend lorsque la température

du bol est descendue à la température minimale. La possibilité de définir une température maximale est essentielle pour le broyage d'échantillons de matériaux thermosensibles. Lors de l'utilisation de broyeurs à billes classiques, les cycles adéquats de broyage et de refroidissement doivent être déterminés par des essais empiriques. Cela peut

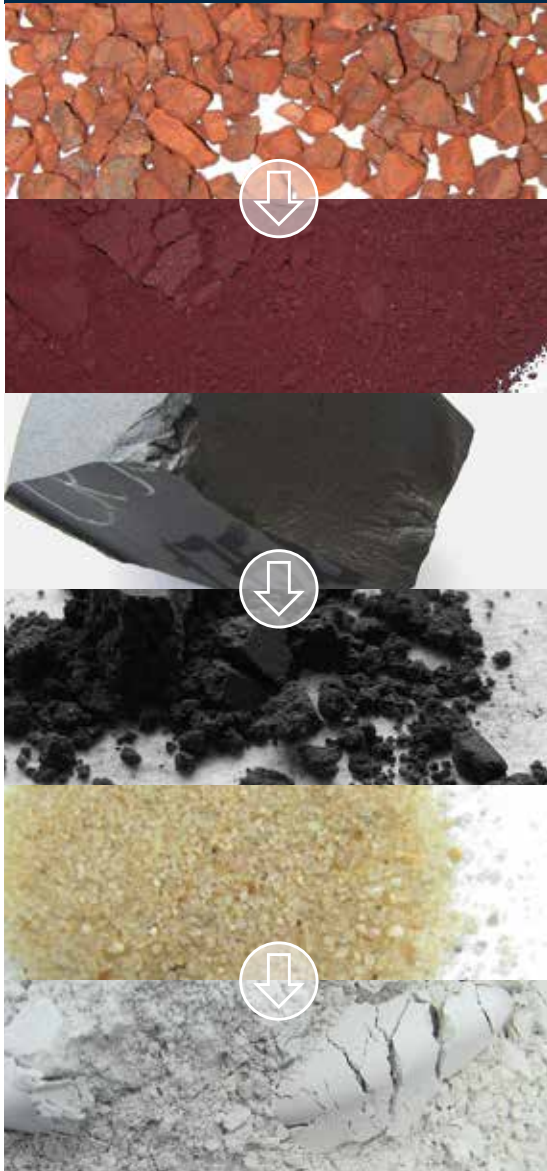
conduire à une dégradation de l'échantillon ou à des durées de traitement inutilement longues. L'Emax, en revanche, permet des cycles de broyage et de refroidissement qui varient en fonction des limites de température définies. Ainsi, l'ensemble du processus de broyage reste reproductible et s'effectue en un temps minimum.

Applications

Broyage, homogénéisation, mécanosynthèse

Le broyeur à billes à haute énergie Emax est utilisé pour toutes les applications qui exigent un maximum de vitesse, de finesse, de pureté et de reproductibilité. L'Emax réduit la taille et homogénéise les matériaux mi-durs, durs, fragiles et fibreux - secs ou humides - et réduit facilement la taille des matériaux jusqu'au nanomètre.

Grâce à son efficacité et à sa souplesse, l'Emax est adapté pour une large gamme de matériaux – allant du broyage d'ingrédients pour la recherche pharmaceutique jusqu'à la mécanosynthèse pour le développement de nouveaux matériaux.



Échantillons typiques

Le broyeur à billes à Haute Énergie conçu par RETSCH est l'instrument idéal pour broyer des échantillons tels que : terre, béton, fibres de carbone, produits chimiques, minerais, gypse, verre, pierres semi-précieuses, bois, chaux, catalyseurs, céramiques, os, alliages, charbon, oxydes de métal, minéraux, pigments, quartz, laitier, tabac, thé, minéraux argileux, clinker de ciment et bien plus encore.

Échantillon	Poids de l'échantillon	Temps de broyage	Vitesse	Finesse finale (d_{90})	Observations
Chitine	10 g	8 h	1 300 tr/min	< 164 μm	Pas de décoloration due à la température, Emax 40°C plus froid qu'un broyeur à billes classique
Polysaccharide	10 g	2 h	1 800 tr/min	< 8.9 μm	Contrôle de température, température max. de 80°C n'a pas été dépassée avec l'Emax
Bois	3 g	10 min	1 300 tr/min	< 64 μm	La limite de température fixée à 30°C n'a pas été dépassée
Dioxyde de titane	10 g	30 min	2 000 tr/min	< 80 nm	Le nano broyage <100 μm n'a été obtenu que dans l'Emax (5 fois plus fin que le résultat du broyeur à billes classique)
Titanate de baryum	12 g	2 h	1 800 tr/min	< 83 nm	Nano broyage < 100 μm , un gain de temps de 3 h par rapport au broyeur à billes classique
Graphite	5 g	8 h	2 000 tr/min	< 1.7 μm	Énorme gain de temps (24x plus rapide qu'un broyeur à billes classique) et finesse exceptionnelle (7 fois plus fine qu'avec un broyeur à billes classique)
Dérivé de la cortisone	2,5 g	5 min	1 000 tr/min	< 280 nm	La limite de température de 45°C n'a pas été dépassée. Gain de temps de près de 3 h par rapport au broyeur à billes classique
Silicium & Germanium	3.63 g Si 2.36 g Ge	20 min pré-broyage + 4 h de mécanosynthèse	1 200 tr/min	Hors sujet	Mécanosynthèse : de bons résultats d'alliage obtenus 4-5 plus rapidement que lors de l'utilisation d'un broyeur à billes classique, peu de formation de verre et pas d'agglomération dans l'Emax

À noter : La finesse finale obtenue dépend du matériau de l'échantillon et des réglages de l'instrument ce qui peut conduire à des résultats différents pour des échantillons similaires.

Plus vite – Plus fin – Plus froid



Plus vite

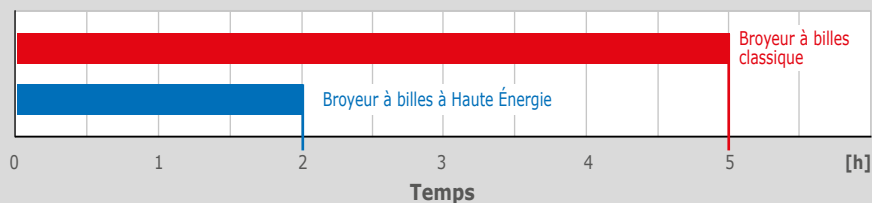
Gain de temps considérable

Grâce à sa vitesse maximale de 2 000 tr/min et au système de refroidissement à l'eau, l'Emax permet un broyage sans interruption dans la plupart des cas et permet un gain de temps jusqu'à 90 % par rapport aux broyeurs à billes classiques. Une autre raison pour laquelle les temps de traitement sont plus courts : l'Emax est équipé d'un mécanisme de broyage très efficace.

Nano broyage du titanate de baryum

Le titanate de baryum est un matériau ferroélectrique qui appartient au groupe des céramiques électriques et il est utilisé dans des domaines comme l'électronique et la technologie des capteurs. Dans cet exemple d'application, l'exigence était de broyer le titanate de baryum pour le réduire à une taille inférieure à 90 nm, dans le temps le plus court possible. Grâce au mécanisme de réduction de taille efficace et à l'apport énergétique élevé de l'Emax, la taille de broyage souhaitée a été obtenue après seulement 2 heures, alors que le broyeur à billes planétaire nécessite 3 heures de plus.

Réduction de la taille du titanate de baryum

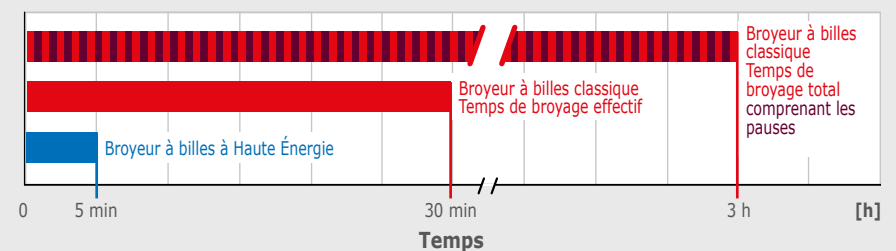


Gain de temps dans la recherche pharmaceutique

Une particule de petite taille améliore la biodisponibilité des principes actifs pris par voie orale. L'Emax broie des échantillons et des ingrédients pharmaceutiques jusqu'à l'obtention de tailles de particules submicroniques et nanométriques en un temps très court. Ceci permet à la fois un gain de temps considérable dans la recherche pharmaceutique et ouvre également de nouvelles possibilités pour le broyage des ingrédients thermiquement instables, comme le montre cet exemple d'application :

- Un dérivé de cortisone a été broyé dans l'Emax pendant 5 min à moins de 300 nm sans dépasser la limite de température critique de 45 °C
- Le broyeur planétaire à billes a eu besoin d'un temps net de broyage de 30 min avec un temps supplémentaire de 2,5 heures pour les pauses de refroidissement
- L'Emax permet de réaliser une économie de temps de près de 3 heures grâce à un fonctionnement plus efficace et au broyage ininterrompu

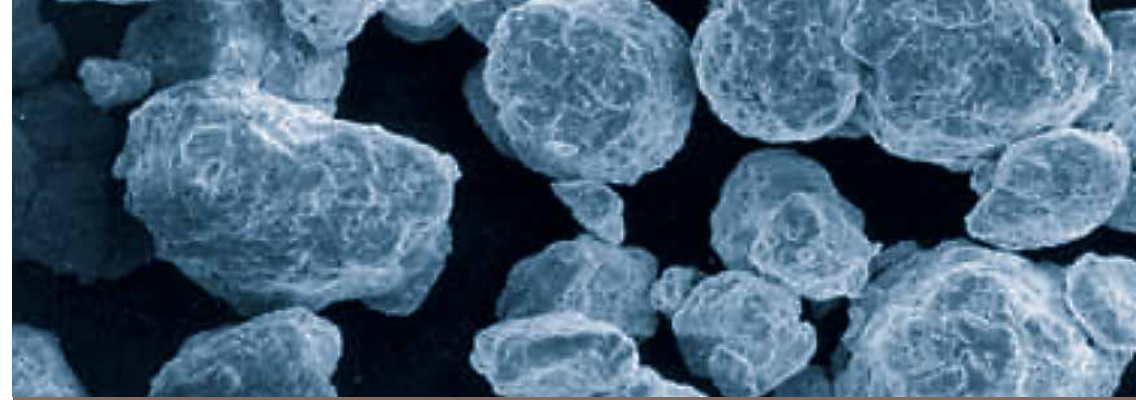
Broyage d'un dérivé de la cortisone



➡ Plus fin

Broyer jusqu'à l'obtention d'une taille nanométrique

L'apport en haute énergie et le mécanisme de réduction de taille très efficace de l'Emax le rendent également approprié pour broyer des échantillons difficiles jusqu'à l'obtention d'une taille nanométrique. De plus, le mélange complet de l'échantillon conduit à des distributions granulométriques très étroites.



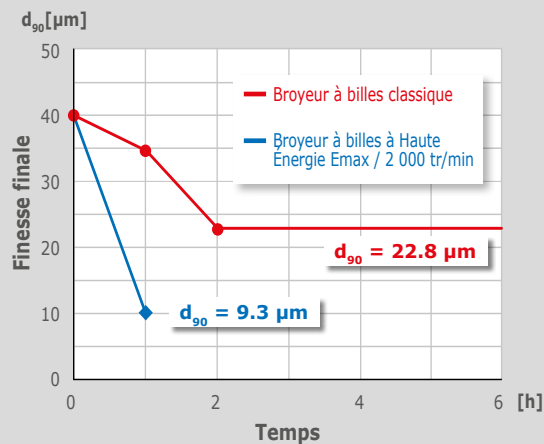
Distributions granulométriques très étroites

Le dioxyde de titane est un pigment qui est utilisé, par exemple, dans une crème solaire pour protéger la peau des rayons UV. Une distribution granulométrique à échelle nanométrique rend la protection particulièrement efficace.

- L'Emax broie le TiO₂ jusqu'à l'obtention d'une granulométrie < 90 nm, en seulement 30 min.
- Le résultat est 5 fois plus fin que celui d'un broyeur à billes classique, avec une distribution granulométrique nettement plus étroite.

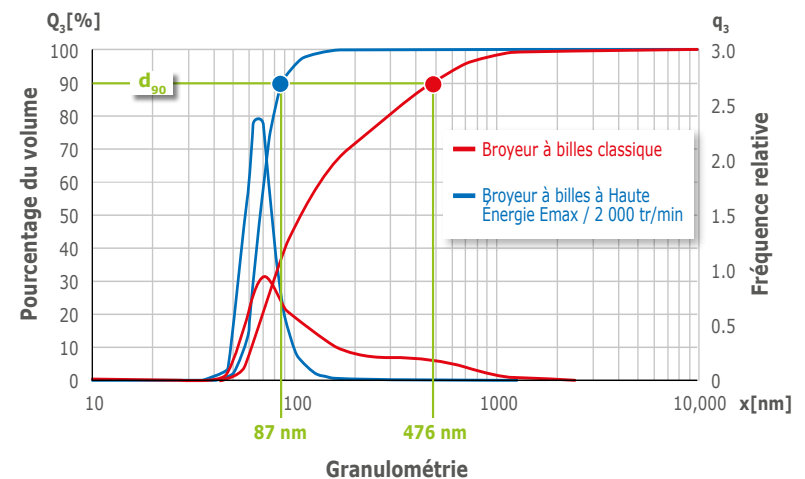
Des échantillons difficiles à broyer

Le broyage du graphite



Le graphite est un lubrifiant et nécessite donc un apport en énergie particulièrement élevé pour être broyé. Après 1 heure de broyage dans l'Emax, l'échantillon était réduit à 90 % en particules inférieures à 10 microns. La plus petite taille obtenue avec un broyeur à billes classique était supérieure à 20 μm .

Le broyage du dioxyde de titane



➡ Plus froid

Sans pause de refroidissement

Le système de refroidissement à l'eau intégré permet de réduire sensiblement la température et la pression à l'intérieur du bol de broyage, permettant ainsi des temps de traitement plus longs, à la vitesse maximale, sans pauses de refroidissement. Il est possible d'améliorer l'effet de refroidissement en connectant un échangeur de chaleur externe. Il est recommandé de travailler en mode de contrôle de la température lors du broyage d'échantillons thermosensibles. Ce mode permet de définir une température maximale et une température minimale, fixant les limites de la plage de température du processus de broyage. Par conséquent, l'utilisateur n'a pas besoin de déterminer la longueur et la fréquence des pauses de refroidissement par des essais empiriques.



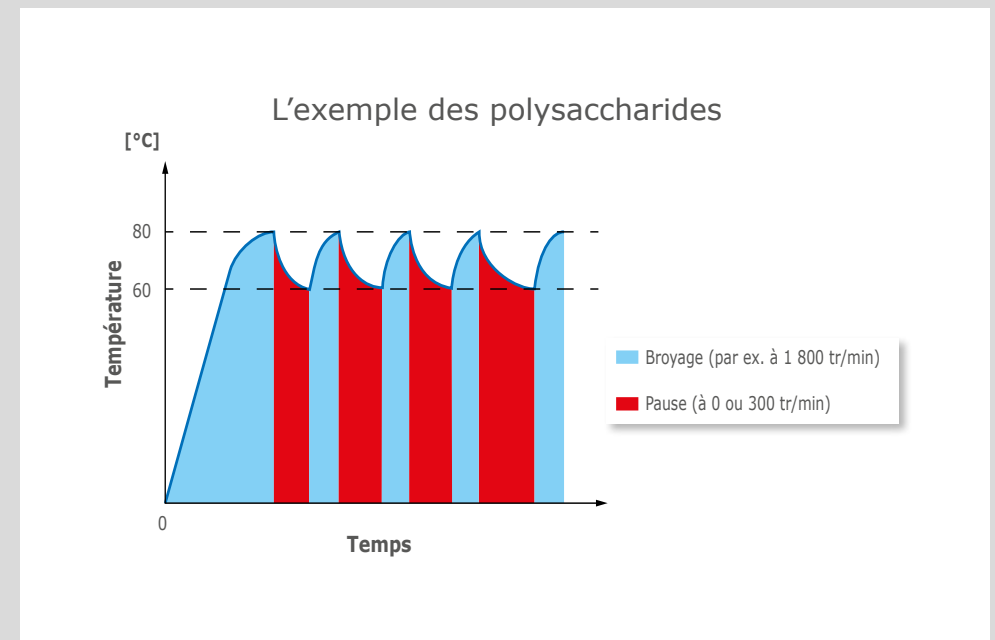
Aucune dégradation de l'échantillon

Un échantillon de chitine doit être broyé jusqu'à l'obtention d'une finesse finale de 200 μm et ne doit pas être chauffé à plus de 60 °C pour éviter sa dégradation ou sa décoloration. Grâce au mode de régulation de température, la limite de 60 °C n'a pas été dépassée dans l'Emax et l'échantillon a conservé sa couleur d'origine

Broyage dans une plage de température définie

Grâce au mode de contrôle de la température, l'Emax convient également pour le broyage d'échantillons sensibles à la chaleur tels que les polysaccharides. Dans l'exemple suivant, il fallait obtenir une finesse finale inférieure à 10 microns sans dépasser 80 °C.

- La plage de température a été fixée entre 60 °C et 80 °C
- Les temps de pause ont été ajustés automatiquement, la limite de 80 °C n'a pas été dépassée
- Après un temps de traitement de seulement 3h, la finesse souhaitée de <10 μm a été obtenue, sans perte de temps inutile pour faire des pauses



➡ Mécanosynthèse

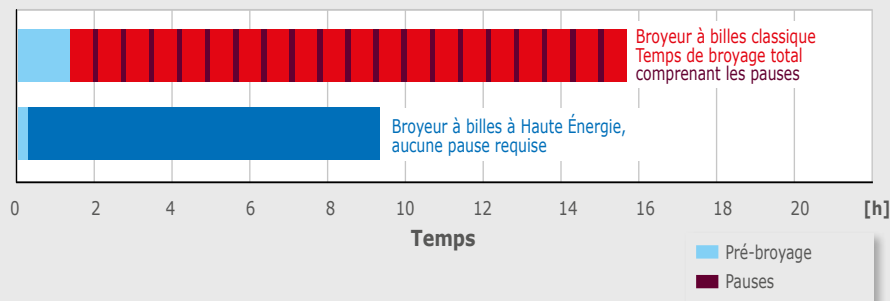
Excellent taux de transformation et gain de temps substantiel

Pour les matériaux qui ne peuvent pas former un alliage par fusion, la mécanosynthèse est réalisée dans des broyeurs à billes qui fournissent un apport à haute énergie par impact et frottement. Des essais ont montré que le processus de formation de l'alliage prenait beaucoup moins de temps que dans un broyeur planétaire à billes, par exemple. Parmi les autres avantages, on compte un meilleur taux de transformation ainsi que moins de particules amorphes et moins d'agglomération.

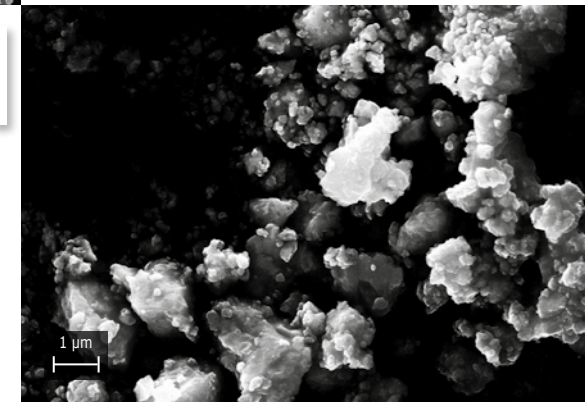
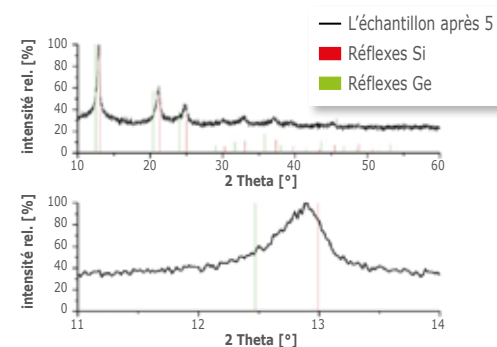
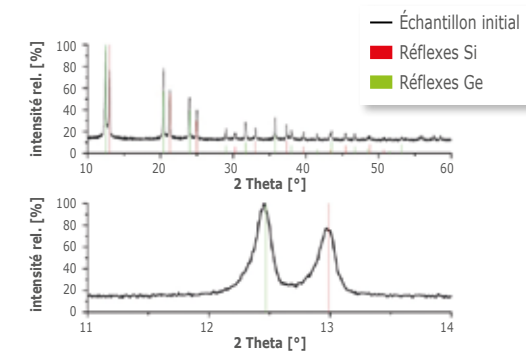
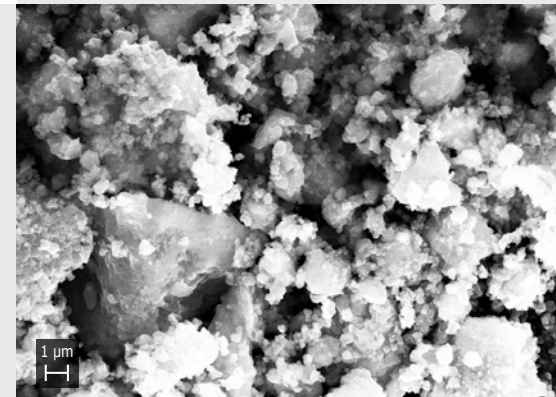
Production d'un alliage Si-Ge

Pour produire un alliage silicium-germanium dans l'Emax, on a d'abord réduit en poudre 3,63 g de Si et 2,36 g de Ge, dans un bol de broyage en carbure de tungstène de 50 ml, avec dix billes de broyage de 10 mm du même matériau. La granulométrie initiale du silicium variait entre 0,1 et 2,5 cm, celle du germanium était d'environ 4 mm. Après 20 minutes de broyage à 1 000 tr/min, les substances initiales sont devenues une poudre non-agglomérée. Le processus d'alliage réel a été commencé avec un rapport poudre-bille de 1/10 à une vitesse de 1 200 tr/min. Après une mécanosynthèse de 5 heures, interrompue par une pause d'une minute après chaque heure pour inverser le sens pour éviter l'agglomération, le diffractogramme de poudre reflétait déjà l'incorporation du germanium dans le silicium. Après 8 à 9 heures, on peut observer une légère augmentation de cette incorporation.

Mécanosynthèse du Si & Ge



Comparé à un broyeur à billes classique, l'Emax réduit considérablement le temps de traitement lors de la mécanosynthèse. Le gain de temps peut atteindre 50 %.





1. Bols de broyage en 3 matériaux différents
2. Couvercle d'aération
3. Billes de broyage en oxyde de zirconium

Accessoires

pour des procédés de broyage sûrs et efficaces

Le broyeur à billes à haute énergie devient un appareil polyvalent grâce à une large sélection d'accessoires. Les bols de broyage sont disponibles en 50 ml et 125 ml, et sont fabriqués dans des matériaux comprenant l'acier inoxydable, le carbure de tungstène et l'oxyde de zirconium, ce qui garantit une préparation de l'échantillon sans contamination. La fermeture de sécurité intégrée dans le couvercle du bol de broyage garantit un fonctionnement sûr et pratique.

RETSCH propose un couvercle d'aération spécial pour les bols de broyage conçus pour des applications nécessitant le maintien d'une atmosphère spéciale dans le bol.

Les billes de broyage sont disponibles en acier inoxydable, en carbure de tungstène et en oxyde de zirconium. Les tailles vont de 0,1 mm à 15 mm, selon le matériau.

Le choix judicieux du nombre et de la taille des billes permet de couvrir une multitude d'applications.

Système de mesure GrindControl

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

Aperçu de l'Emax

Caractéristiques

Broyeur à billes à Haute Énergie

Applications	nano broyage, réduction de taille, homogénéisation, mécanosynthèse, broyage colloïdal, broyage à haute énergie
Domaines d'application	agriculture, biologie, chimie, matériaux de construction, ingénierie/ électronique, environnement/recyclage, géologie/métallurgie, verre/céramiques, médecine/pharmacie
Matière chargée	mi-dure, dure, cassante, fibreuse - sèche ou humide
Principe de broyage	impact, friction
Granulométrie initiale*	< 5 mm
Finesse finale*	< 80 nm
Charge/quantité chargée*	max. 2 x 45 ml
Vitesse	300 – 2 000 tr/min
Refroidissement	refroidissement à l'eau intégré contrôlé/en option : refroidissement externe
Contrôle de la température	oui (la température min et max peut être déterminée)
Nb. de stations de broyage	2
Type de bols de broyage	avec systèmes de fermeture de sécurité intégrés
Matériaux des outils de broyage	acier inoxydable, carbure de tungstène, oxyde de zirconium
Tailles des bols de broyage	50 ml / 125 ml
Réglage de la durée de broyage, de l'intervalle de temps, de la durée de la pause	00:01:00 to 99:59:59
Mode de fonctionnement intermittent	oui, avec inversion de sens en option
Programmes mémorisables (SOP)	10
Interfaces	USB / LAN (RJ45)
Entraînement	Moteur asynchrone triphasé avec convertisseur de fréquence
Puissance d'entraînement	2 600 W
Puissance consommée	~ 3 100 W (VA)
Indice de protection	IP 30
L x H x P, fermé	625 x 525 x 645 mm
Poids net	~ 120 kg
Normes	CE

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

Informations pour commander

Broyeur à billes à Haute Énergie

Emax, 200–240 V, 50/60 Hz, broyeur à billes haute énergie avec deux stations de broyage	N° article	20.510.0001
---	------------	-------------

Bols de broyage

Bols de broyage	50 ml	125 ml
Acier inoxydable	01.462.0305	01.462.0313
Carbure de tungstène	01.462.0317	-
Oxyde de zirconium	01.462.0312	01.462.0307

Accessoires pour broyage sous atmosphère inerte

Couvercles d'aération pour les bols de broyage	50 ml	125 ml
Acier inoxydable	01.107.0568	01.107.0567
Oxyde de zirconium	01.107.0569	01.107.0564

Accessoires supplémentaires

	N° article
Joint torique (O-ring) pour bols 50 ml, 1 pièce	05.114.0057
Joint torique (O-ring) pour bols 125 ml, 1 pièce	05.114.0122

Billes de broyage

Billes de broyage	0.1 mm Ø	0.5 mm Ø	1 mm Ø	2 mm Ø	3 mm Ø	4 mm Ø
Acier inoxydable ²⁾	-	-	-	-	22.455.0002	22.455.0001
Acier inoxydable ³⁾	-	-	-	22.455.0010	22.455.0011	-
Carbure de tungstène ²⁾	-	-	-	-	22.455.0006	22.455.0005
Oxyde de zirconium ³⁾	32.368.0005	32.368.0003	32.368.0004	05.368.0089	05.368.009	-

Billes de broyage	5 mm Ø	7 mm Ø	10 mm Ø	12 mm Ø	15 mm Ø
Acier inoxydable ¹⁾	05.368.0034	05.368.0035	05.368.0063	05.368.0037	05.368.0109
Acier inoxydable ²⁾	22.455.0003	-	-	-	-
Carbure de tungstène ¹⁾	05.368.0038	05.368.0039	05.368.0071	05.368.0041	-
Carbure de tungstène ²⁾	22.455.0004	-	-	-	-
Oxyde de zirconium ¹⁾	-	-	05.368.0094	05.368.0096	05.368.0113
Oxyde de zirconium ²⁾	22.455.0009	-	05.368.0094	05.368.0096	05.368.0113

¹⁾ 1 bille de broyage ²⁾ Pack avec environ 200 billes de broyage ³⁾ Pack avec environ 500 g de billes de broyage



part of **VERDER**
scientific

PREMIUM QUALITY



MADE IN GERMANY