



SYSTÈME DE MESURE GRINDCONTROL

VOIR CE QUE LES AUTRES NE PEUVENT PAS VOIR

Les applications modernes en laboratoire exigent un contrôle maximal, une reproductibilité maximale et une transparence complète du processus. La dernière génération de GrindControl offre une solution qui répond constamment à ces exigences - puissante, intelligente et intuitive à utiliser.

GrindControl est utilisé dans les processus de broyage à meule et enregistre en continu la pression et la température à l'intérieur du récipient de broyage. Le système se compose d'une unité de mesure matérielle et d'un logiciel d'analyse dédié, permettant la visualisation et l'évaluation en temps réel des paramètres clés du processus, de la pression et de la température.

Cela rend la préparation des échantillons plus efficace, protège les matériaux sensibles à la température et assure des conditions stables même dans des applications exigeantes - par exemple dans les synthèses mécano-chimiques. GrindControl crée de la transparence dans le processus de broyage à billes et constitue la base de résultats fiables et reproductibles.



[Cliquez pour voir la vidéo](#)

APERÇU DE GRINDCONTROL

- | Contrôle précis de la température : de -20 °C à +100 °C avec une résolution de 0,1 °C.
- | Mesure précise de la pression interne du récipient : de 0 à 5 bars avec une résolution de 1 mbar
- | Introduction ou évacuation facile des gaz grâce à des ouvertures dans le couvercle.
- | Logiciel intuitif permettant de surveiller, d'enregistrer et d'analyser toutes les données en temps réel.



AVANTAGES DE LA TECHNOLOGIE

- | Solution autonome prête à l'emploi – ne nécessite aucune modification du broyeur.
- | Conception modulaire du couvercle pour un changement rapide entre différents matériaux et tailles de récipients.
- | GrindControl Center : ce nouveau logiciel vous permet de surveiller simultanément jusqu'à quatre unités GrindControl.
- | Transmission sans fil fiable jusqu'à 5 mètres et autonomie de la batterie allant jusqu'à 80 heures.
- | Fonctionnement et nettoyage rapides et faciles : outils inclus.

GRINDCONTROL

AVANTAGES DE LA MESURE DE LA TEMPÉRATURE ET DE LA PRESSION

La surveillance de la température et de la pression offre des avantages significatifs pour concevoir et contrôler de manière optimale les

processus de broyeur à billes pour la réduction de la taille des particules, la préparation d'échantillons et les applications de recherche.

Vos avantages :

Qualité: Surveillance de la pression et de la température pour des résultats fiables et reproductibles.

Efficacité: La surveillance en temps réel permet un contrôle précis des conditions de processus. Les paramètres de processus tels que le refroidissement, la fréquence, la durée et les intervalles de pause de broyage peuvent être ajustés selon les besoins.

Sécurité: Les changements critiques de pression et de température peuvent être détectés à un stade précoce, évitant ainsi les erreurs de processus et les risques pour la sécurité.

Recherche et développement: Des informations plus approfondies sur les réactions mécano-chimiques peuvent être obtenues. La relation entre les résultats et les variables d'état pertinentes peut être analysée.

Le système GrindControl est disponible pour les broyeurs planétaires à billes, les broyeurs mélangeurs MM 500 nano/control et Emax. Il comprend le matériel nécessaire à la mesure de la pression et de la température, ainsi qu'un logiciel d'analyse.



ANALYSE DE L'ÉVOLUTION DE LA PRESSION ET DE LA TEMPÉRATURE PENDANT LE BROYAGE À LA BOULETTE

GrindControl prend en charge un large éventail d'applications, offrant une sécurité améliorée et une régulation de température précise pour un broyage à la boulette contrôlé et reproductible.

EXEMPLE 1 : SÉCURITÉ MAXIMALE LORS DU BROYAGE À L'EAU

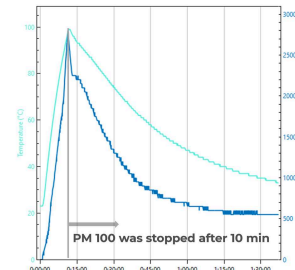
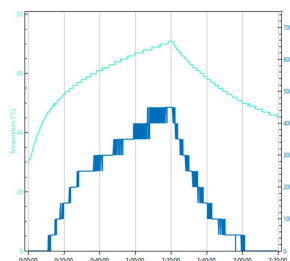
Lors du broyage à billes, les profils de température et de pression peuvent évoluer différemment en fonction du niveau de remplissage du broyeur, du matériau du broyeur et des paramètres du processus.

Alors que la température et la pression augmentent

progressivement lors du broyage à l'eau du corindon dans un broyeur de 250 ml dans un broyeur à billes planétaire (diagramme de gauche), une augmentation nettement plus forte est observée à la même vitesse de rotation dans un broyeur de 500 ml avec des billes en acier de diamètre plus important (diagramme de droite).

En surveillant en continu ces variables d'état avec GrindControl, le processus peut être spécifiquement contrôlé et la sécurité opérationnelle globale peut être améliorée. Les broyeurs à température élevée ne doivent être manipulés qu'avec des gants de protection. Les broyeurs sous pression ne doivent être ouverts qu'avec une extrême prudence.

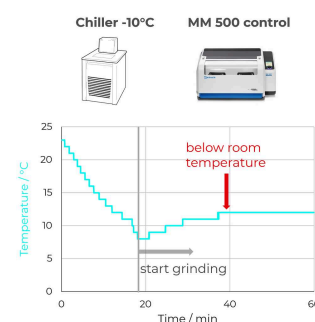
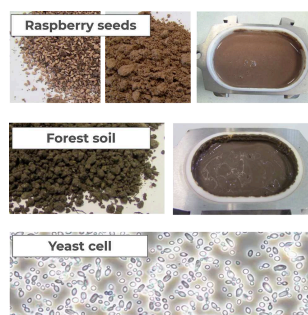
De plus, GrindControl permet la sélection optimale des temps de broyage et de pause, en particulier pour les processus de broyage à long terme.



EXEMPLE 2 : BROYAGE DOUX À LA BOULETTE POUR DES ÉCHANTILLONS SENSIBLES À LA TEMPÉRATURE

Lors du broyage de matériaux sensibles à la température, le contrôle de la température joue un rôle crucial. Pour de tels échantillons, un refroidissement ciblé ou des pauses de broyage sont souvent appliqués pour protéger les substances sensibles des dommages thermiques. Cela est particulièrement avantageux lors du traitement de produits alimentaires, d'échantillons organiques ou lors de la perturbation cellulaire, car cela empêche la perte ou la dénaturation de composants sensibles à la température.

Dans cet exemple, le système est actionné avec le contrôle MM 500, qui est connecté à un refroidisseur externe. En utilisant GrindControl, les paramètres du processus à l'intérieur de la chambre de broyage sont surveillés en continu. Comme illustré, la chambre de broyage est pré-refroidie à moins de 10



°C et reste en dessous de la température ambiante tout au long du processus.

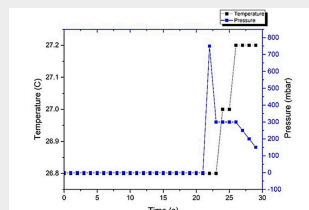
La surveillance continue de la température avec GrindControl permet un contrôle précis du processus, garantit des résultats reproductibles et protège simultanément les matériaux sensibles.

ANALYSE SYSTÉMATIQUE DES PARAMÈTRES AFFECTANT LES RÉACTIONS MÉCANOCHIMIQUES

GrindControl offre un avantage significatif dans le développement de synthèses de matériaux telles que l'alliage mécanique et d'autres réactions mécano-chimiques.

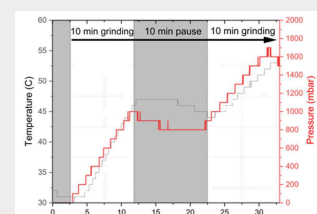
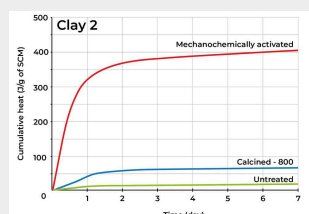
EXEMPLE 1 : SURVEILLANCE D'UNE RÉACTION DE SYNTHÈSE MÉCANOCHIMIQUE AUTO-PROGRESSIVE (MSR)

Une synthèse mécano-chimique a été réalisée dans le vibro-broyeur MM 500 nano avec un récipient en acier inoxydable de 125 ml et GrindControl. Les réactifs et les billes de 32 × 10 mm ont été traités à 20 Hz tout en conservant l'atmosphère naturelle dans le bol de broyage. Après environ 20 secondes, un processus d'inflammation s'est produit, entraînant une augmentation de la température et de la pression à environ 730 mbar. GrindControl affiche ce changement d'état avec précision et en temps réel, ce qui constitue une indication cruciale pour l'étude de cette réaction mécano-chimique (MSR). [8]



EXEMPLE 2 : ACTIVATION MÉCANOCHIMIQUE DES ARGILES POUR UN « CIMENT VERT »

Dans la recherche sur le ciment durable, le système GrindControl soutient l'analyse de l'activation mécano-chimique des minéraux d'argile. Dans ce processus, la réactivité pouzzolanique peut être considérablement augmentée par rapport aux échantillons non traités ou calcinés (voir figure de gauche). Les argiles activées servent de matériaux cimentaires supplémentaires (MCS) et permettent de réduire les émissions de CO₂ en remplaçant partiellement le clinker.



Le traitement est effectué dans un broyeur à billes planétaire PM 100 à 500 tr/min, en utilisant un récipient de broyage de 500 ml avec douze billes en acier inoxydable de 20 mm (rapport billes/poudre de

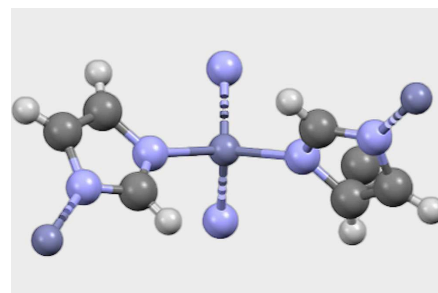
GRINDCONTROL
DOMAINES D'APPLICATION



Lors du traitement de matériaux sensibles à la température, la température doit être surveillée avec précision. Avec GrindControl, la conformité aux limites de température spécifiées peut être assurée de manière fiable.



Lors des processus de broyage humide, des temps de broyage longs et un apport énergétique élevé peuvent entraîner des augmentations significatives de température et une accumulation de pression. GrindControl améliore la sécurité opérationnelle lors de la manipulation et permet l'optimisation des intervalles de broyage et de pause.



En mécano-chimie, des conditions de température et de pression spécifiques sont cruciales. Avec GrindControl, ces paramètres peuvent être précisément surveillés et systématiquement corrélés avec les résultats respectifs de la réaction.

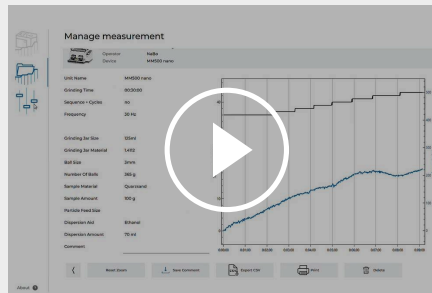
GRINDCONTROL

GRINDCONTROL EN PRATIQUE

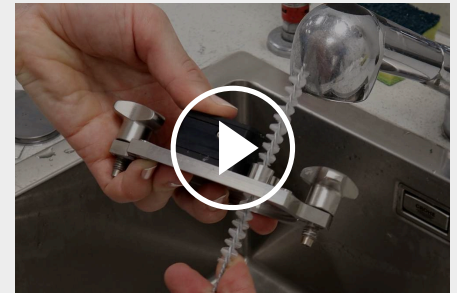
Les vidéos suivantes fournissent un aperçu concis des versions disponibles, de la structure du système et des procédures de nettoyage appropriées.



[Cliquez pour voir la vidéo](#)



[Cliquez pour voir la vidéo](#)



[Cliquez pour voir la vidéo](#)

MATÉRIEL

Cette vidéo présente les différentes versions de GrindControl disponibles et explique les composants matériels respectifs. Elle donne également un aperçu de la compatibilité avec différents types de fraiseuses et matériaux.

LOGICIEL

Cette vidéo montre comment utiliser le logiciel et explique sa structure. Elle illustre également clairement l'acquisition et la visualisation des données mesurées.

NETTOYAGE

Cette vidéo montre la procédure de nettoyage appropriée pour le système GrindControl après utilisation. Elle fournit des instructions importantes sur la manipulation sûre et la préservation des composants pour assurer un fonctionnement fiable et durable.

PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

La pression et la température sont transmises en temps réel via Bluetooth de l'électronique GrindControl à un PC. Le logiciel enregistre cinq mesures par seconde, générant un journal détaillé des profils de pression et de température.

Les capteurs sont intégrés dans le couvercle du



réceptacle de broyage, capturant les conditions physiques d'une manière qui reflète le plus fidèlement possible l'environnement à l'intérieur du réceptacle.

Les filtres frittés protègent de manière fiable les capteurs du contact avec le matériau d'échantillon solide. En même temps, ils empêchent le matériau de s'échapper du broyeur lorsque les entrées de gaz sont utilisées.

Le logiciel est disponible gratuitement et est pris en charge à partir de Windows 11.

GRINDCONTROL

CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES

Applications	Mesure de la pression et de la température pour les broyeurs à billes planétaires, Emax et les broyeurs mélangeurs MM 500 nano/control
Champ d'application	Synthèse de matériaux, agriculture, aliments, biologie, chimie / plastiques, environnement / recyclage, géologie / métallurgie, ingénierie/ électroniques, matériaux de construction, médecine / pharmacie, verre / céramiques
Gammes de mesure	pression du gaz : 0 - 500 kPa (5 bar) température : -20 °C - +100 °C
Broyage à sec	oui
Broyage à l'état humide	oui
Broyage cryogénique	oui min. -20 °C
Type de bols de broyage	Screw-Lock (MM) et EasyFit jars (PM)
Matériau des outils de broyage	acier inoxydable trempé, Zirkonoxid
Tailles des bols de broyage	125 ml (MM); 50 - 500 ml (PM)
Transmission frequency	5 /s
Interfaces	
Donnée d'alimentation électrique	batterie (jusqu'à 80 heures d'autonomie)
Accessoires	aide à l'ouverture, outils de nettoyage, joint torique, téléchargement du logiciel, filtre fritté, (insert de couvercle non inclus)
Poids net	couvercle avec capteur 360 g (MM) 1780 g / 1140 g (PM)
Normes	CE
Exigences techniques	PC équipé de Windows 11 et Bluetooth 5.0 ou supérieur
Software	suivi en direct des données de mesure, protocole de mesure complet, modèles mémorisables, liste des mesures effectuées, exportation des données en .pdf et .csv

MM = Mixer Mill; PM = Planetary Ball Mill | The GrindControl for the planetary ball mills is only compatible with the EasyFit grinding jars. Grinding jars "comfort" have other dimensions and are not compatible.

RÉFÉRENCES

[8] Reaction scheme and performance of the experiments: Dr. Matej Balaz, Institute of Geotechnics, Slovak Academy of Sciences (SAS).

[9]: Department of Architecture & Civil Engineering, Centre for Climate Adaptation & Environment Research, University of Bath

www.retsched.com/grindcontrol

N° ARTICLE

PRESSURE AND TEMPERATURE MEASURING SYSTEM GRINDCONTROL FOR MIXER MILLS

avec capteurs et unité de transmission, boîtier, aide à l'ouverture et accessoires de nettoyage pour MM 500 control / nano / Emax

(veuillez commander séparément l'insert de couvercle et le bol)

22.782.0032	GrindControl pour MM 500 control/nano/Emax bol de broyage 125 ml
03.474.0242	Insert de couvercle GrindControl pour MM 500 control/nano et Emax bol de broyage 125 ml, acier inoxydable
03.474.0245	Insert de couvercle GrindControl pour MM 500 control/nano et Emax Bol de broyage 125 ml, oxyde de zirconium

ACCESSOIRES POUR MM 500 CONTROL/NANO GRINDCONTROL

05.114.0122	Joint torique pour les bols de broyage de 125 ml (MM 500 control/nano et Emax)
22.186.0007	Filtre fritté avec joint torique, lot de 10 pièces
22.864.0001	Jeu de valves M8x1 pour GrindControl et couvercles d'aération

PRESSURE AND TEMPERATURE MEASURING SYSTEM GRINDCONTROL FOR PLANETARY BALL MILLS

incl. capteurs et unité de transmission, inserts de couvercle, logiciel, mallette, aide à l'ouverture et accessoires de nettoyage pour PM (les bols de broyage doivent être commandés séparément)

22.782.0033	GrindControl pour bol de broyage PM EasyFit 50 - 125 ml
22.782.0034	GrindControl pour bol de broyage PM EasyFit 250 - 500 ml

GRINDCONTROL LID INSERTS

03.474.0243	Insert de couvercle GrindControl pour 50, 80, 125 ml, acier inoxydable
03.474.0246	Insert de couvercle GrindControl pour 50, 80, 125 ml, oxyde de zirconium
03.474.0244	Insert de couvercle GrindControl pour 250 ou 500 ml, acier inoxydable
03.474.0247	Insert de couvercle GrindControl pour 250 ou 500 ml, oxyde de zirconium

ACCESSOIRES POUR PM GRINDCONTROL AVEC BOL DE BROYAGE EASYFIT

05.114.0056	Joint torique pour 50, 80 ou 125 ml
05.114.0054	Joint torique pour bol de broyage 250 ml - 500 ml EasyFit (PM)
03.111.0438	Joint plat pour flacons de 50 ml, 80 ml ou 125 ml
03.111.0439	Joint plat pour 250 ml - 500 ml
22.186.0007	Filtre fritté avec joint torique, lot de 10 pièces
22.864.0001	Jeu de valves M8x1 pour GrindControl et couvercles d'aération