

# Réacteurs de synthèse

pour la recherche  
et le développement

Réacteurs de synthèse par micro-ondes



# Repoussez les limites de vos besoins de synthèse

La chauffe est essentielle à la synthèse chimique car elle favorise les réactions chimiques. Parfois, les synthèses ne fonctionnent pas sans introduction de chaleur ou, si elles fonctionnent, cela peut prendre des jours, voire des semaines à température ambiante, contre des heures ou des minutes à des températures élevées.

Par rapport à la synthèse conventionnelle à reflux, la synthèse assistée par micro-ondes dans les réacteurs micro-ondes modernes permet d'augmenter les rendements tout en réduisant de manière significative les temps de réaction à quelques minutes seulement. En outre, la facilité de manipulation et les caractéristiques de sécurité des réacteurs micro-ondes modernes sont d'autres raisons pour lesquelles de plus en plus de chimistes utilisent le chauffage par micro-ondes dans leurs activités quotidiennes de laboratoire.

Profitez des décennies d'expérience d'Anton Paar dans le domaine de la chimie des micro-ondes. Nous ne nous contentons pas de fournir des réacteurs de synthèse par micro-ondes de haute performance, mais nous vous aidons également grâce à notre vaste expertise en matière d'applications.

EN SAVOIR PLUS



[www.anton-paar.com/  
apb-microwave-synthesis](http://www.anton-paar.com/apb-microwave-synthesis)



# Série Monowave : les leaders du laboratoire

Les réacteurs micro-ondes Monowave hautes performances d'Anton Paar, conçus pour la synthèse micro-ondes à petite et moyenne échelle, augmentent la productivité et améliorent la pureté des produits dans toutes les applications, dans les laboratoires de recherche et développement.

Un chauffage rapide et uniforme est garanti :

- 850 W de puissance micro-ondes non pulsée automatiquement ajustée à l'échantillon
- Agitation puissante jusqu'à 1.200 rpm

Mesure précise de la température interne

- Mesure simultanée de la température interne avec le thermomètre rubis à fibre optique (accessoire en option) pour un contrôle précis des réactions hautement exothermiques
- Amélioration de la traçabilité et de la reproductibilité
- Essentiel pour le transfert et le scale-up des protocoles de réaction

Le résultat : augmentation significative du rendement et de la pureté dans tous les domaines.

Les réacteurs micro-ondes Monowave 400, Monowave 450, et Monowave 400 R sont entièrement conformes à la norme 21 CFR part 11. Et vous pouvez effectuer un suivi in situ sans faille des réactions par micro-ondes avec le Monowave 400 R, et sa sonde à fibre optique Raman intégrée.



## Monowave 400 : fixer la norme pour les réactions chimiques exigeantes

- Chimie par micro-ondes à grande vitesse, en réacteurs fermés, à des températures allant jusqu'à 300 °C, des pressions jusqu'à 30 bars et des temps de réaction jusqu'à 100 h
- Rationalisez votre flux de travail grâce à l'observation en temps réel avec une caméra numérique intégrée, et le contrôle à distance via VNC.



## Des réacteurs pour toute application

- Réacteurs manipulables sans outils, pour des échelles de réaction de 0,5 ml à 20 mL
- Réacteurs à col large pour les échantillons volumineux et les extractions
- Réacteurs en carbure de silicium pour un chauffage efficace de tous les solvants et l'utilisation de produits chimiques ne convenant pas aux réacteurs en verre



## Monowave 200 : une base solide

- Appareil d'entrée de gamme entièrement évolutif – extension des limites de fonctionnement, fonctionnalités supplémentaires, outils et accessoires disponibles avec une mise à niveau logicielle
- Chimie par micro-ondes à grande vitesse, en réacteurs fermés, à des températures allant jusqu'à 260 °C et des pressions jusqu'à 20 bars

## Monowave 450 : automatisation, pour une productivité accrue

- Le passeur MAS 24 met en attente et traite jusqu'à 24 réacteurs de différentes tailles
- Faible encombrement - aucun espace de laboratoire supplémentaire n'est nécessaire car le passeur d'échantillons MAS 24 se place au-dessus de l'instrument

# Monowave 400 R : surveillance des réactions in situ

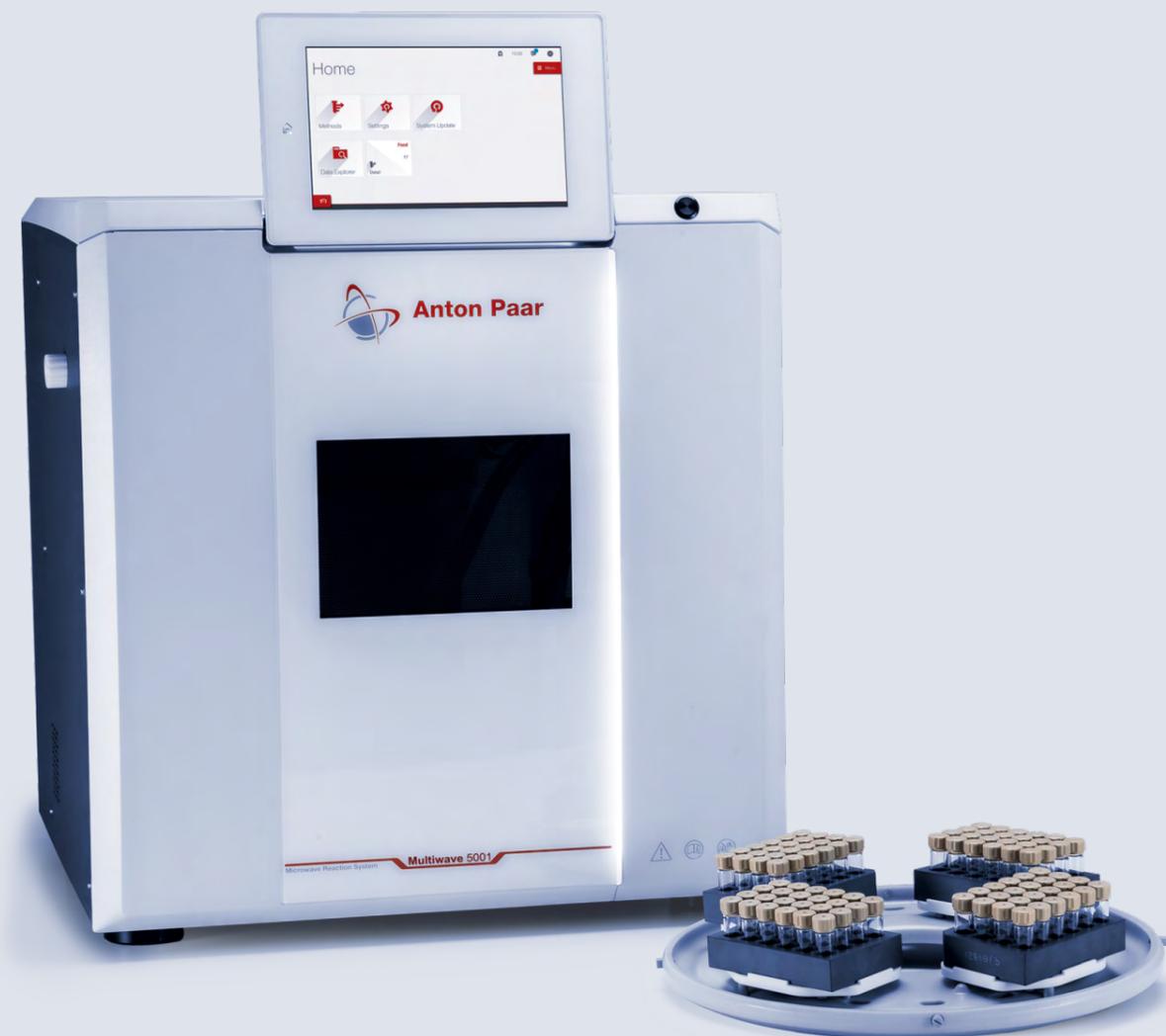
Combinez le réacteur à micro-ondes Monowave 400 R avec le spectromètre Raman Cora 5001, qui effectue la spectroscopie moléculaire pour la caractérisation des réactions assistées par micro-ondes.

Obtenez une meilleure compréhension des mécanismes et de la cinétique des réactions en combinant des profils de température précis avec des informations en temps réel sur la composition chimique d'un mélange réactionnel. Par conséquent, vous pouvez optimiser les conditions de réaction sur la base de connaissances plus approfondies, telles que l'influence des paramètres, le rôle des différents réactifs ou la détection du point final idéal d'une réaction. La configuration combinée respecte les limites d'exposition accessibles (LEA) d'un laser de classe 1.



# Multiwave 5001 : plateforme de réaction micro-ondes

Un seul système, des possibilités infinies. De la chimie haute performance adaptée à la synthèse des matériaux et aux nanotechnologies, au screening à haute cadence et à la génération de bibliothèques de composés, en passant par le scale-up en parallèle et l'extraction solvant, il existe une configuration adaptée à chaque tâche. La plate-forme de réaction micro-ondes Multiwave 5001 fournit des paramètres de fonctionnement inégalés jusqu'à 300 °C et 60 bars, et facilite jusqu'à 96 réactions chimiques en parallèle.



# Résultats R&D en synthèse micro-ondes

## 1 Synthèse rapide en une étape de matériaux pour batteries (Monowave 400)

Une méthode hydrothermale rapide, en une seule étape, a permis de produire du  $\text{LiFePO}_4$  (LFP) de haute pureté en seulement 10 minutes à 200 °C, éliminant ainsi la nécessité d'un traitement thermique supplémentaire. Ce processus efficace permet d'obtenir des LFP présentant une excellente intégrité structurale et garantissant des performances électrochimiques, ce qui en fait un matériau cathodique viable pour les batteries Li-ion, tout en économisant à la fois du temps et de l'énergie.

→ *LiFePO<sub>4</sub> de haute pureté préparé par une synthèse hydrothermale rapide en une étape assistée par micro-ondes*, C. A. G. Bezerra et al., *J. Mater. Sci.* **2021**, 56, 10018–10029.

## 2 Surveillance Raman in situ des réactions chimiques (Monowave 400 R, Cora 5001)

Une série de 4H-chromènes polyfonctionnalisés a été synthétisée par une réaction sans catalyseur assistée par micro-ondes. Associé à la surveillance en temps réel par la spectroscopie Raman, cela a permis une optimisation efficace des paramètres, démontrant la capacité du système à gérer des solvants durables, l'éthanol s'avérant le plus efficace pour cette synthèse complexe.

→ *Suivi de la synthèse de type MCR assistée par micro-ondes sans catalyseur de dérivés de 2-amino-3-cyano-4H-chromène par spectrométrie Raman*, O. Hebert et al., *Synthesis* **2022**, 53, 5215–5225.

## 3 Synthèse de polymères fonctionnels (Monowave 400)

Les chercheurs ont synthétisé un polymère photocatalyseur chargé d'iridium (P10) qui facilite la séparation globale de l'eau, produisant de l'hydrogène et de l'oxygène en quantités stœchiométriques pendant plus de 60 heures. Cette étude montre le potentiel des polymères conjugués en tant que systèmes photocatalytiques à composant unique pour la production durable d'hydrogène.

→ *Séparation globale de l'eau par photocatalyse sous lumière visible grâce à un polymère conjugué particulaire chargé de palladium et d'iridium*, Y. Bai et al, *Angew. Chem. Int. Ed.* **2022**, 61, e202201299.

## 4 Synthèse de précision de nanocristaux magnétiques (Monowave 400)

Les chercheurs ont synthétisé des nanoparticules de  $\text{HfO}_2$  par une méthode hydrothermale assistée par micro-ondes, formant la base d'un nanoréacteur innovant  $\text{Fe}_3\text{O}_4 @ \text{HfO}_2$ . Ce composite avancé combine la thérapie chimiodynamique et la radiothérapie, offrant une approche synergique qui améliore l'efficacité du traitement des tumeurs, ouvrant ainsi la voie à de futures thérapies contre le cancer.

→ *Radiothérapie adjuvante chimiodynamique synergique par nanoréacteurs camouflés*, M. Lu et al. *ACS Nano* **2023**, 17, 24170-24186.

## 5 Synthèse à haut débit de MOFs (Multiwave 5001, 2x24MG5)

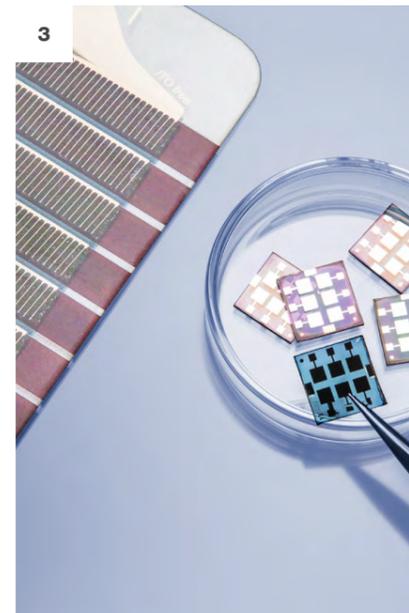
Grâce à une méthode assistée par micro-ondes, plusieurs échantillons de Ce(IV)-MOF (metal-organic framework) ont été synthétisés simultanément en seulement 30 minutes. Ce processus efficace et de haute cadence a permis la production rapide de divers MOF avec différentes topologies en incorporant des acides C4 chiraux et achiraux comme liants, démontrant la capacité de générer une grande variété de matériaux en un seul cycle dans des conditions douces et à base d'eau.

→ *Première synthèse dans l'eau de Ce(IV)-MOFs avec des linkers C4-dicarboxylates saturés, chiraux et achiraux*, J. Jacobsen, et al. *Dalton Trans.* **2019**, 48, 8433-8441.

## 6 Modification hydrothermale du graphène (Multiwave 5001)

Une méthode micro-ondes-hydrothermale a été optimisée pour produire de l'oxyde de graphène réduit (M-rGO) avec une structure poreuse 3D interconnectée. Ce processus rapide, qui ne nécessite aucun agent réducteur, a permis d'obtenir du M-rGO présentant des propriétés de stockage d'énergie exceptionnelles, notamment une capacité et une densité d'énergie élevées, idéales pour la production évolutive de supercondensateurs avancés.

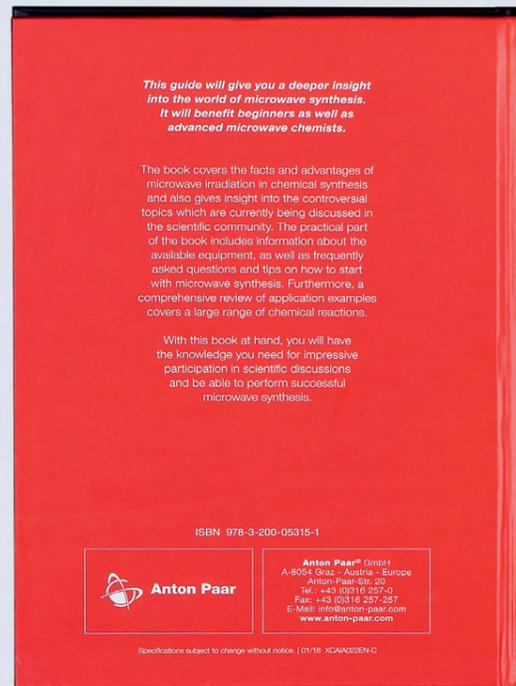
→ *Réduction micro-ondes-hydrothermale efficace de l'oxyde de graphène pour un stockage efficace de l'énergie*, A. R. Thirupathi, et al, *J. Energy Storage* **2022**, 48, 103962.



# Vous êtes toujours à la recherche votre Application Parfaite ?



Obtenez votre copie gratuitement



Découvrez le monde de la synthèse par micro-ondes : [www.anton-paar.com/synthesis](http://www.anton-paar.com/synthesis)

Trouvez les bonnes conditions de réaction dans notre base de données d'applications. Explorez notre collection de plus de 3,500 réactions chimiques qui ont été réalisées avec succès dans nos réacteurs.

Pour un démarrage rapide avec la synthèse en réacteurs fermés, utilisez notre convertisseur de protocole et trouvez le bon réacteur à l'aide de notre outil de recherche de configuration.

EN SAVOIR PLUS



[www.anton-paar.com/apb-application-database](http://www.anton-paar.com/apb-application-database)

	Monowave 200	Monowave 400	Monowave 450	Monowave 400 R	Multiwave 5001
Max. Puissance en MW			850 W		2.000 W
Temp. max.	260 °C (susceptibles d'être mis à niveau)		300 °C		260 °C
Pression max.	20 bar (susceptibles d'être mis à niveau)		30 bar		60 bar
Réacteurs			-		100 mL
Flacons en verre	4/10/30 mL		4/10/30 mL 30mL Col large		5 ml
Flacons SiC *	10 ml		10 mL 30 mL Col large		-
Volume utile			0,5 mL à 20 mL		0,3 ml à 60 ml
Caméra	Non	Oui	Oui	Non	En option
Capteur à fibre optique			En option		Non
Automatisation	Non (évolutif)	En option	Oui	En option	n.a.
Connectivité Raman	Non	Non	Non	Oui	Non
Agitation			0 rpm à 1.200 rpm		Faible / élevé

\* Les flacons SiC ne peuvent pas être utilisés en même temps que la sonde Raman dans le Monowave 400 R

## Fiable. Conforme. Qualifié.

Nos techniciens certifiés et bien formés sont prêts à assurer le bon fonctionnement de votre instrument.

EN SAVOIR PLUS



[www.anton-paar.com/service](http://www.anton-paar.com/service)



Une disponibilité maximale



Programme de garantie



Des délais de réponse courts



Un réseau mondial de service

© 2025 Anton Paar GmbH | Tous droits réservés.  
Les spécifications peuvent faire l'objet de modifications sans avis préalable.  
XCAIP014FR-G