



ANALYSEUR DE SURFACE SPÉCIFIQUE ET DE TAILLE DES PORES BET

## BELSORP MINI X

**Pour une caractérisation simple, rapide et très précise des matériaux poreux**

**Les caractéristiques exceptionnelles du BELSORP MINI X de Microtrac se traduisent par une reproductibilité de classe mondiale, avec un temps de mesure considérablement réduit. Le MINI X est équipé d'un maximum de 4 ports de mesure d'échantillons et de nouvelles fonctions à haut débit, y compris le contrôle multi-dispositifs.** Le BELSORP MINI X est

méticuleusement conçu pour mesurer la surface spécifique, la distribution de la taille des pores et le volume des pores avec une extrême précision. Équipé de capteurs de pression dédiés sur chaque port de mesure de l'échantillon et d'un port dédié à la pression de vapeur saturée, il permet des mesures simultanées totalement indépendantes. Le nouveau logiciel de mesure améliore la productivité de l'utilisateur en rationalisant les procédures de mesure grâce à des instructions pas à pas intégrées au logiciel, en affichant la progression de la mesure et en envoyant les résultats de la mesure par courrier électronique. En fonction du débit de l'échantillon, des modèles à 3 et 4 ports sont proposés. En outre, le nouveau logiciel d'analyse ((BELMASTER™) permet l'évaluation structurelle d'une gamme de matériaux plus large que jamais.

## NIVEAUX DE REPRODUCTIBILITÉ DE CLASSE MONDIALE

- | Jusqu'à quatre ports de mesure indépendants et un port dédié pour les mesures de pression de vapeur saturée
- | Le plus petit et le plus léger du monde
- | Reproductibilité imbattable grâce à l'AFSM™ breveté
- | Mesure de l'isotherme de l'adsorption de gaz et de l'adsorption NET par AFSM™2 sans avoir besoin de gaz He-
- | Méthodes de mesure multiples : mesures de haute précision, mesures multi-échantillons et modes de mesure BET rapides pour répondre à votre objectif
- | Transducteur de pression dédié pour chaque port
- | Commande simultanée de jusqu'à 20 ports de mesure via une commande multi-appareils (5 unités)
- | Temps de mesure court avec GDO
- | IoT : surveillance des processus par système de notification par e-mail
- | Analyse des micropores en option par sonde moléculaire
- | Conformité facultative à la norme FDA 21 CFR Part 11



ANALYSEUR DE SURFACE SPÉCIFIQUE ET DE TAILLE DES PORES BET BELSORP MINI X

## CARACTÉRISTIQUES PARTICULIÈRES

Surfaces spécifiques BET de 0,01 m<sup>2</sup>/g ~ (N<sub>2</sub>) et distribution de la taille des pores de 0,7 ~ 500 nm (option : 0,35 ~ 500 nm par méthode de sonde moléculaire).

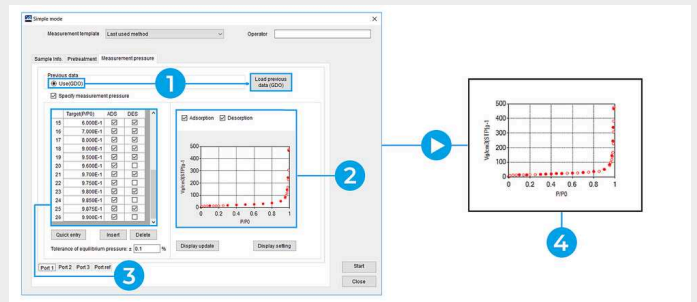


**Mesure simultanée de plusieurs échantillons** Jusqu'à 4 échantillons peuvent être mesurés simultanément, ce qui permet de réduire considérablement les temps de mesure pour plusieurs échantillons.

**Options de mesure multiples** Cet instrument associe des mesures très précises à plusieurs modes à haut débit (par exemple, le mode BET rapide, l'optimisation du dosage des gaz). Il peut être utilisé de manière flexible en fonction des besoins du client, tandis que les instructions intégrées étape par étape le rendent facile à utiliser, même pour les utilisateurs inexpérimentés.

**Facilité d'utilisation : réglage simple du logiciel de mesure** Le BELSORP MINI X est un système de mesure entièrement automatique qui permet à l'utilisateur de régler facilement les conditions de mesure à l'aide du mode simple. Ce mode permet d'effectuer des mesures précises avec un minimum d'informations sur l'échantillon (par exemple, les conditions de prétraitement et la plage de mesure). Il est particulièrement utile pour les matériaux inconnus. Des configurations de mesure détaillées peuvent être définies par des utilisateurs expérimentés en mode professionnel. Ce système permet à tout un chacun d'obtenir facilement des résultats de mesure précis.

**Optimisation du dosage de gaz (GDO)** Le mode simple comprend l'option d'optimisation du dosage de gaz (GDO), qui calcule automatiquement la quantité optimale de gaz à doser à partir des résultats des mesures précédentes. Grâce à cette fonction, les points de consigne des mesures peuvent être obtenus de manière fiable et les temps de mesure peuvent être réduits de manière significative.

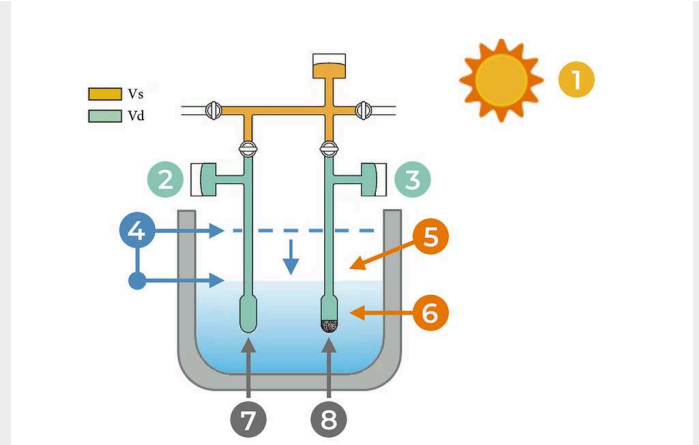


1. Charger un isotherme existant | 2. Affichage de l'isotherme attendu | 3. Saisie de la plage de mesure | 4. Optimisation automatique des conditions telles que le volume d'introduction de gaz |

**Une mesure innovante en espace libre pour une précision maximale (AFSM™)** Avec l'AFSM™, il n'est plus nécessaire de contrôler le niveau du liquide de refroidissement (par exemple, l'azote ou l'argon liquides). Au lieu de cela, nous avons adopté notre méthode de mesure en continu de l'espace libre, la méthode brevetée de mesure avancée de l'espace libre (AFSM™). Cette méthode a atteint une reproductibilité maximale en utilisant une cellule de référence (cellule d'échantillon vide ; même type de cellule d'échantillon que celle utilisée pour la mesure) pour suivre les changements de l'espace libre d'une seconde à l'autre. Notre instrument détermine l'espace libre initial de la cellule d'échantillonnage et de la cellule de référence. Étant donné que le changement de l'espace libre est identique dans les deux cellules (mêmes conditions environnementales), le changement de l'espace libre peut être suivi en continu par le changement de pression de la cellule de référence. Les fluctuations de l'espace libre causées par des facteurs environnementaux peuvent être prises en compte :

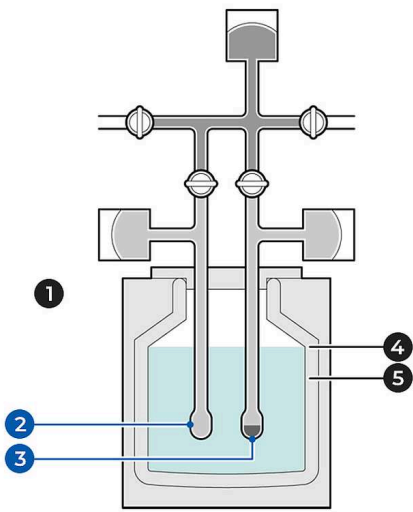
- | Les variations du niveau de LN<sub>2</sub>
- | Variations de la température et de la pression atmosphériques
- | Changements de température du liquide de refroidissement dus à la dissolution de l'oxygène

Cette technique supérieure permet de prendre en compte des facteurs environnementaux qui n'étaient pas pris en compte auparavant. Pour plus d'informations, veuillez consulter notre base de connaissances.



1. Changement de température de salle | 2. P<sub>ref</sub> | 3. P<sub>smp</sub> | 4. Pression initiale | 5. La température du tube d'échantillon change en raison du changement de niveau de LN<sub>2</sub> | 6. Changements de température de l'azote liquide dus à la dissolution de l'oxygène | 7. AFSM | 8. Échantillon

**Mesure de l'adsorption sans utilisation d'hélium gazeux (AFSM™2)** Dans un premier temps, la mesure de l'espace libre pour une cellule d'échantillonnage vierge et une cellule de référence vierge est effectuée avec le gaz adsorbant à la température d'adsorption appropriée. Ensuite, la mesure de l'adsorption peut être réalisée en utilisant les deux cellules sans utiliser d'hélium gazeux. Dans les mêmes conditions de mesure, étant donné que les variations de l'espace libre pour les deux cellules sont les mêmes, les résultats de la mesure peuvent être obtenus en un temps plus court. Il n'est pas nécessaire d'effectuer des opérations fastidieuses telles que le maintien d'un niveau constant de liquide de refroidissement entre la mesure à blanc et la mesure d'adsorption de l'espace libre.



1. Cellule de référence pour mesurer en permanence les fluctuations dans l'espace libre | 2. Cellule de référence | 3. Cellule d'échantillonnage | 4. Niveau de liquide 1 | 5. Niveau de liquide 2

AFSM (méthode basée sur He)

1. **Exemple d'échappement**
2. Mesure en espace libre (@température ambiante) avec échantillon
3. Exemple d'échappement
4. **Tube de référence, introduction du gaz du tube  $P_0$**
5. Mesure de l'espace libre (@adsorption de la température) avec échantillon
6. Exemple d'échappement
7. **Mesure d'adsorption, acquisition de changement d'espace libre**
8. **Exemple d'échappement**
9. **Purger**

**AFSM2 (méthode sans He) :** Étape 1 --> 4 --> 7 --> 8 --> 9

**Compact et léger** Grâce à une optimisation complète et à une rationalisation des matériaux, nous avons réussi à réduire la taille et le poids de l'appareil.

**Prétraitement optionnel des échantillons au niveau de l'orifice de mesure** Pour obtenir une mesure d'adsorption précise, un prétraitement des échantillons est nécessaire. Le processus de prétraitement (souvent appelé processus d'activation) est généralement effectué en appliquant un vide sous chaleur pour éliminer les molécules de gaz et/ou d'eau adsorbées de la surface du matériau sans affecter la structure de l'échantillon (éviter la dénaturation). Microtrac propose deux options pour le prétraitement des échantillons. Premièrement, il peut être effectué en externe à l'aide de BELPREP VAC II ou VAC III, ce qui est généralement préférable pour augmenter le débit d'échantillons. D'autre part, le processus d'activation peut être effectué directement au niveau du port de mesure du BELSORP MINI X à l'aide d'un dispositif de chauffage (voir la liste des accessoires). En utilisant l'accessoire de chauffage, un transfert du dispositif de prétraitement externe vers le port de mesure peut être évité, ce qui est une option importante pour les échantillons sensibles (par exemple, hydrophiles).

### Analyse des données

Le logiciel d'analyse BELMASTER permet aux utilisateurs d'obtenir une grande variété de résultats d'analyse par le biais d'opérations telles que l'affichage des isothermes d'adsorption/désorption, l'évaluation des surfaces spécifiques à l'aide de la méthode BET, etc., l'évaluation des volumes de pores (de l'ultra-micro aux mésopores et macropores) en appliquant le diagramme en t ou la méthode  $\alpha S$ . En outre, il est possible d'effectuer une analyse des mésopores à l'aide des méthodes DH et BJH, une analyse des micropores à l'aide des méthodes HK ou SF, ou une analyse GCMC / NLDFT optionnelle. Notre logiciel d'analyse BELMASTER offre encore plus d'options d'analyse.

ANALYSEUR DE SURFACE SPÉCIFIQUE ET DE TAILLE DES PORES BET BELSORP MINI X

**BELCONTROL : NOUVEAU LOGICIEL D'EXPLOITATION**

La polyvalence des équipements BELSORP est véritablement inégalée au niveau mondial. Les nombreuses fonctionnalités et capacités sont complétées par BELCONTROL, le logiciel d'utilisation intuitif et convivial. Il guide l'utilisateur étape par étape tout au long du processus d'analyse. Cela comprend la configuration des conditions d'analyse, l'exécution des mesures, le moment de remplir et de configurer le bain d'azote liquide ou autre, le moment de remplacer la bouteille de gaz, les étapes de dégazage, et bien plus encore. Le logiciel est conçu pour rendre l'instrument accessible et utilisable par tous, y compris les utilisateurs inexpérimentés. Pour les utilisateurs inexpérimentés ou pour les mesures d'échantillons inconnus, BELCONTROL ne nécessite que des informations de base sur l'échantillon (nom, masse, etc.), les conditions de prétraitement (si elles ne sont pas effectuées à l'extérieur) et la plage de mesure. Un contrôle détaillé de la configuration et des paramètres de mesure est possible pour optimiser les conditions de mesure (par exemple, paramètres de dosage, critères d'équilibre, option d'essai d'étanchéité, etc.). Cela permet à l'utilisateur de personnaliser entièrement l'analyse de l'échantillon en fonction de ses besoins.

---

**BELCONTROL**

Quick BET	oui	Surface BET multipoint en moins de 20 minutes
Mesure sans hélium	oui	AFSM <sup>TM</sup> 2 permet des mesures sans He avec une précision inégalée
Cinétique d'adsorption	en option	Taux de mesures d'adsorption pour l'analyse de diffusion

## PLUS DE CARACTÉRISTIQUES BELCONTROL

- | Superposition des isothermes d'adsorption / désorption et comparaison des données mesurées entre les différents ports lors de la mesure
- | Toutes les pressions, températures, actions sur les vannes, etc. sont stockées dans les données de tendance, ce qui permet un examen immédiat.
- | Une fonction de vérification du système est disponible pour diagnostiquer l'état de l'instrument.
- | La notification par courrier électronique transmet automatiquement l'état et les résultats des mesures
- | Le programme interactif en japonais ou en anglais assure un fonctionnement facile et fiable
- | Fonctions d'aide étendues, y compris des instructions étape par étape pendant l'utilisation



ANALYSEUR DE SURFACE SPÉCIFIQUE ET DE TAILLE DES PORES BET BELSORP MINI X

## ACCESSOIRES ET OPTIONS

Microtrac propose divers accessoires pour l'ensemble de sa gamme de produits d'adsorption de gaz et de vapeur.

### BIENS DE CONSOMMATION COURANTE



Les consommables standard comprennent des cellules d'échantillonnage, des tiges de remplissage, des filtres, des joints toriques, des capuchons et des plates-formes de pesée. Différentes tailles de cellules d'échantillonnage, des joints rapides et d'autres consommables optionnels sont également disponibles.

### BAIN-MARIE



Remplacez facilement le Dewar par un bain-marie pour des températures de mesure allant de -10°C à 70°C. Un circulateur réfrigéré/chauffé est nécessaire.

## CHAUFFAGE



Prétraitement in situ de l'échantillon de 50°C à 450°C. Grâce à cette option, les échantillons peuvent être prétraités directement au niveau du port de mesure, sans qu'il soit nécessaire de transférer la cellule d'échantillonnage avant l'analyse. Particulièrement utile pour les échantillons sensibles.

## SÉLECTEUR DE GAZ

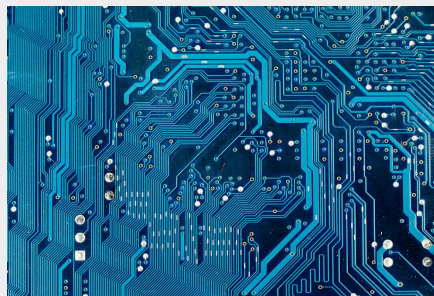


Le sélecteur de gaz permet de connecter jusqu'à 4 adsorbants simultanément (1 x Hélium + 4 x adsorbant).

ANALYSEUR DE SURFACE SPÉCIFIQUE ET DE TAILLE DES PORES BET BELSORP MINI X

## APPLICATIONS TYPIQUES

Les analyseurs d'adsorption de gaz de Microtrac sont utilisés dans de nombreux domaines. Ceux-ci comprennent les catalyseurs, les batteries, les fibres, les matériaux polymères, les zéolithes, les piles à combustible, les produits chimiques, les pigments, les cosmétiques, les MOF / PCP, les poudres magnétiques, les membranes de séparation, les filtres, les toners, le ciment, les céramiques, les semi-conducteurs, et bien d'autres encore.



- | matériaux des batteries
- | Catalyseurs
- | zéolite
- | céramique
- | carbone

- | composants électroniques
- | Piles à combustible
- | Particules de toner
- | ciment
- | médecine / pharmacie

- | Silice
- | MOF / PCP
- | pigments
- | cosmétiques

... et bien plus!

Les principes de la mesure de l'adsorption volumétrique sont expliqués dans notre base de connaissances :

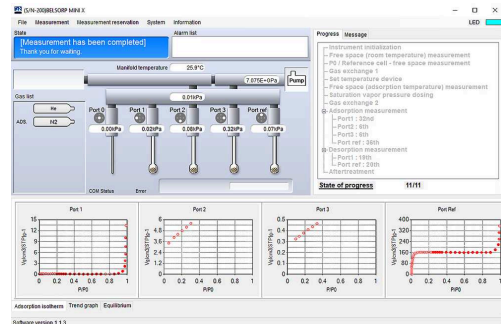
ANALYSEUR DE SURFACE SPÉCIFIQUE ET DE TAILLE DES PORES BET BELSORP MINI X

**CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES**

<b>Principe de mesure</b>	Méthode volumétrique + AFSM™
<b>Gaz d'adsorption</b>	Azote (N <sub>2</sub> ), argon (Ar), méthane (CH <sub>4</sub> ), éthane (C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> ), dioxyde de carbone (CO <sub>2</sub> ), hydrogène (H <sub>2</sub> ), n-butane (n-C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> ), iso-butane (iso-C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> ) et autres gaz non corrosifs
<b>Connexions de gaz</b>	2 ports (5 ports max.)
<b>Nombre de mesures (Mode Haute Précision)</b>	Max. 4 ports simultanément (3 ports en mode Haute Précision)
<b>Gamme de mesure (surface spécifique)</b>	0,01 m <sup>2</sup> /g et plus (N <sub>2</sub> ) (selon la densité de l'échantillon)
<b>Distribution de la taille des pores (diamètre)</b>	0,7 - 500 nm, Option : 0,35 nm par la méthode de la sonde moléculaire possible
<b>Isotherme de basse pression</b>	p/p <sub>0</sub> = 10 <sup>-4</sup> (N <sub>2</sub> @77K, Ar @87K)
<b>Capteur de pression</b>	133 kPa (1000 Torr) x 6 unités
<b>Jauge pour le vide / pompe</b>	Pompe rotative
<b>Tube échantillon</b>	Tube standard, environ 1,8 cm <sup>3</sup> (en option : 5 cm <sup>3</sup> )
<b>Vase Dewar</b>	Volume: 2 l Temps de maintien: 30 h
<b>Bloc chauffant pour le prétraitement</b>	50 - 450°C (4 ports)
<b>Bain-marie</b>	-10 - 70°C (4 ports)
<b>Logiciel d'analyse BELMaster™ 7</b>	Isotherme d'adsorption, surface spécifique BET type I (ISO9277) Analyse automatique BET, surface spécifique de Langmuir, méthode BJH, DH, CI, INNES
<b>Logiciel d'analyse BELMaster™ 7 cont.</b>	t-plot, NLDFT / GCMC (OP BELSim™), méthode MP, méthode Dubinin-Astakhov, sonde moléculaire, as-plot
<b>Dimensions (L x H x P)</b>	280 x 650 x 465 mm (hors pompe à vide et PC)
<b>Poids (partie principale)</b>	38 kg (sans pompe à vide et PC)
<b>Utilitaire - Gaz</b>	He, N <sub>2</sub> (99.999% ou supérieur), 0,1 ± 0,02 MPa, joint: 1/8" Swagelok Echappement : Orifice d'échappement de la pompe rotative, ø 11 mm
<b>Utilitaire - Tension, Puissance</b>	Monophasé, AC 100~240 V (50 / 60 Hz) / 10A (incl. R.P.), 50 / 60 Hz
<b>Certifié CE</b>	oui
<b>Écrans recommandés</b>	Écrans Full HD

## ANALYSEUR DE SURFACE SPÉCIFIQUE ET DE TAILLE DES PORES BET BELSORP MINI X LOGICIEL D'EXPLOITATION

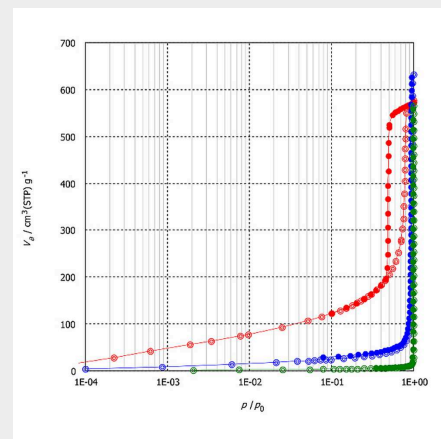
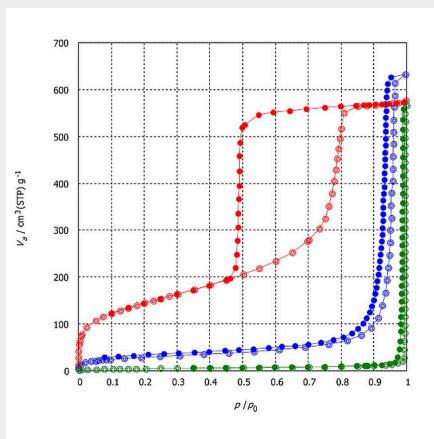
Lors du développement du logiciel, nous nous sommes attachés à simplifier les opérations et à l'équiper de nombreuses fonctions afin d'augmenter la productivité du travail. Les instruments BELSORP offrant de nombreuses fonctionnalités, il est important de les rendre faciles à utiliser. Notre logiciel vous guidera pas à pas dans la mise en œuvre de plusieurs procédures, à savoir l'exécution des mesures, le remplacement des bouteilles de gaz et la purge du collecteur. Les instructions étape par étape permettent aux utilisateurs de tous les niveaux d'expérience d'utiliser la machine de manière sûre et efficace. En fonction du niveau d'expérience de l'utilisateur, deux modes sont proposés : le mode simple et le mode professionnel. Le mode simple permet une utilisation facile en réduisant les possibilités de personnalisation de la mesure - les seules informations dont vous aurez besoin sont l'étiquetage de l'échantillon, la sélection des conditions de prétraitement (qui peuvent être ignorées si elles sont effectuées à l'extérieur) et les points de mesure. Cette mesure, qui nécessite peu d'entretien, est idéale pour mesurer des échantillons inconnus. Si une mesure préalable avec un comportement de sorption comparable est disponible, la fonction GDO peut être utilisée pour réduire le temps de mesure. Le mode professionnel offre à l'utilisateur une configuration détaillée de la mesure, c'est-à-dire les paramètres de dosage, les critères d'équilibre, l'option de vérification des fuites, etc.



MESURES D'ADSORPTION DE GAZ SUR DES MATÉRIAUX POREUX ET NON POREUX : MOFS, ZÉOLITES, CARBONS, ET AUTRES

## LOGICIEL D'ÉVALUATION BELMASTER

Une isotherme de sorption est définie comme la relation entre la quantité adsorbée sur un adsorbant et la pression d'équilibre du gaz adsorbant - généralement liée à la pression de vapeur saturante - à température constante. L'isotherme de sorption des gaz (par exemple l'azote) fournit des informations sur la surface spécifique, la distribution de la taille des pores et le volume des pores du matériau mesuré. Le graphique suivant présente quelques isothermes de sorption exemplaires.



La surface spécifique (SSA) fait référence à la surface accessible de l'échantillon et revêt une grande importance dans l'adsorption et les réactions catalytiques homogènes et hétérogènes. La surface spécifique peut être calculée conformément à la norme ISO 9277 avec la méthode BET (BET : Brunauer, Emmett et Teller) ou la méthode Langmuir. Le graphique suivant montre une évaluation exemplaire de la surface spécifique selon la méthode BET dans notre logiciel BELMASTER :



Sélectionnez la plage de pression appropriée (BET multi-points) ou un point de mesure (BET simple point) et la surface sera calculée automatiquement. En outre, notre logiciel BELMASTER fournit également le calcul de la surface BET selon ISO 9277 Annexe C (également connu sous le nom de Rouquerol-plot), qui est recommandé pour les matériaux microporeux.

La capacité du BELSORP MINI X à mesurer des échantillons de faible surface avec une grande précision sans avoir recours au gaz krypton (aucun transducteur de pression ou contrôleur de température cryogénique supplémentaire n'est nécessaire), ainsi que son « mode BET rapide », qui permet aux utilisateurs d'obtenir les surfaces spécifiques BET (par exemple trois points-BET) de quatre échantillons en 15 minutes environ, a cimenté sa place en tant qu'instrument d'adsorption de gaz de classe mondiale. Le logiciel BELMASTER permet également d'obtenir des distributions de tailles de pores de 0,7 à 500 nm (0,35 nm en option) à partir des isothermes obtenues.

## LA PLUS GRANDE PRÉCISION POUR LES SURFACES LES PLUS FAIBLES

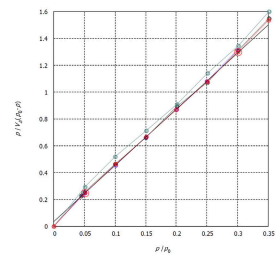
### AFSM™

Les mesures suivantes sont effectuées à l'aide de notre méthode brevetée de mesure avancée de l'espace libre (AFSM™). Cette méthode permet une reproductibilité élevée grâce à l'utilisation d'une cellule de référence pour suivre les changements dans le volume de l'espace libre. Notre instrument mesure l'espace libre initial de la cellule échantillon et de la cellule de référence. Comme le changement de l'espace libre est le même dans les deux cellules (mêmes conditions environnementales), le changement peut être suivi en continu par le changement de pression de la cellule de référence. Dans un essai de produit, un matériau de référence certifié CRM-170 (alumine alpha non poreuse ; valeur certifiée de la surface spécifique BET de l'azote SSA :  $1,05 \pm 0,05 \text{ m}^2/\text{g}$ ) est utilisé pour vérifier la précision des mesures dans les mesures de faible surface totale (TSA). Bien que la surface totale soit réduite d'environ  $2 \text{ m}^2$  à moins de  $0,4 \text{ m}^2$ , les surfaces spécifiques BET SSA déterminées restent pratiquement identiques.

#### AVANTAGES DE LA TECHNIQUE BREVETÉE DES GAFAM

- | Le maintien du niveau de LN2 est moins important
- | Améliore la reproductibilité de la surface et du volume des pores
- | Permet l'isotherme d'adsorption de matériaux de faible surface sans utiliser de gaz krypton (jusqu'à  $0,1 \text{ m}^2$  de surface totale).

Echantillon	Ads.	Surface totale de la cellule [ $\text{m}^2$ ]	Quantité d'échantillon [g]	SSA BET [ $\text{m}^2/\text{g}$ ]*1	C constant
BCR-170_1	N <sub>2</sub>	~2 m <sup>2</sup>	~1.94	1.03	114
BCR-170_2	N <sub>2</sub>	~1 m <sup>2</sup>	~1.12	1.02	143
BCR-170_3	N <sub>2</sub>	~0.7 m <sup>2</sup>	~0.75	1.03	101
BCR-170_4	N <sub>2</sub>	~0.4 m <sup>2</sup>	~0.38	1.02	50

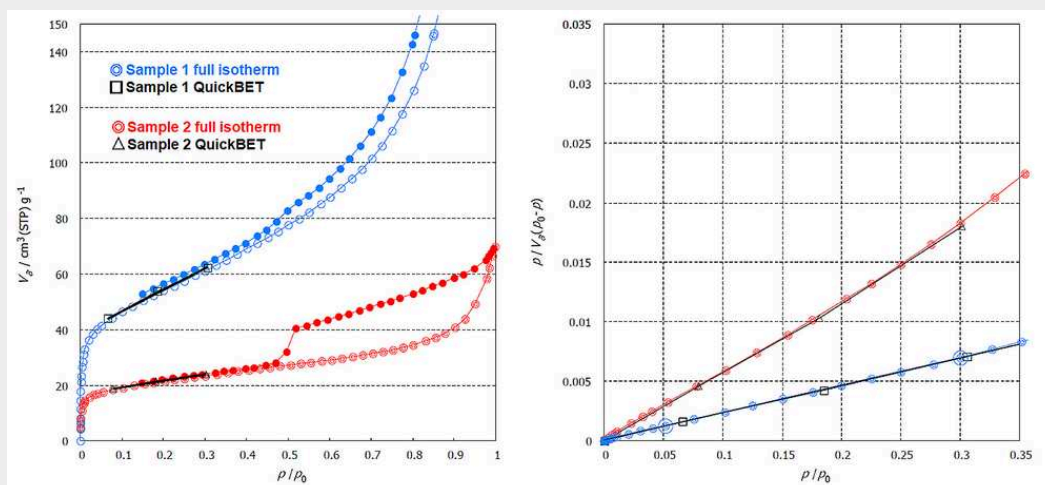


\*Coefficient de corrélation égal ou supérieur à 0,9995

## ANALYSEUR DE SURFACE SPÉCIFIQUE ET DE TAILLE DES PORES BET BELSORP MINI X

### MODE BET RAPIDE

Le mode Quick BET peut être utilisé pour maximiser le débit d'échantillons pour les mesures de surface spécifique BET. Dans ce mode, il est possible de mesurer trois points d'adsorption BET de quatre échantillons en 15 minutes environ (densité de l'échantillon requise). En outre, le mode BET rapide offre deux types de mesures de l'espace libre : Tout d'abord, l'option de saisie de l'espace libre vous permet de gagner du temps. Une fois l'espace libre déterminé pour la cellule d'échantillonnage, le fichier de mesure de l'espace libre (fichier dvd) peut être réutilisé pour d'autres mesures BET rapides. Deuxièmement, l'espace libre peut être déterminé à l'aide de la mesure réelle. Une comparaison de la surface BET obtenue à partir d'une mesure isotherme complète (mode standard) et du mode BET rapide est présentée dans les graphiques et le tableau suivants :



Echantillon	Ads.	BET SA multi-points [m <sup>2</sup> /g]		Point unique BET SA [m <sup>2</sup> /g]	
		Mode standard	Quick BET	Mode standard	Quick BET
1	N <sub>2</sub>	189.9	190.5	188.1	190.3
2	N <sub>2</sub>	75.7	77.4	74.7	75.7

\*BET multipoint dans la gamme p/p<sub>0</sub> de 0,05 - 0,30, BET monopoint à p/p<sub>0</sub> de 0,20

Les résultats de mesure obtenus par la méthode BET multipoints en mode standard sont considérés comme les plus précis. Les mesures de surface BET multipoints et monopoints en mode Quick BET donnent des résultats tout à fait comparables à ceux du mode standard, bien que le temps de mesure soit considérablement réduit à environ 15 minutes pour trois échantillons (BET multipoints). Cette fonction est recommandée pour optimiser le débit d'échantillons, par exemple dans le cadre du contrôle de la qualité.

ANALYSEUR DE SURFACE SPÉCIFIQUE ET DE TAILLE DES PORES BET BELSORP MINI X

**PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT**

**Analyse de la distribution de la taille des pores par les méthodes NLDFT et GCMC** Les distributions classiques de la taille des pores (PSD) sont calculées par la méthode INNES (forme de fente) et les méthodes BJH, DH, CI (forme de cylindre), qui évaluent les mésopores sur la base de la théorie de la condensation capillaire. Les méthodes HK (fente), SF (cylindre) et CY (cage) peuvent également être utilisées pour évaluer les micropores sur la base de la théorie du potentiel d'adsorption. La méthode DA, ainsi que la méthode DR, sont également couramment utilisées pour l'évaluation du volume et de la structure des pores. Les nouvelles méthodes d'évaluation de la DSP et de la capacité, NLDFT et GCMC (en option pour BELSORP MINI X), sont utilisées pour des analyses à large spectre (des micro aux méso et macropores) et des méthodes plus précises, spécifiées dans la norme ISO15901-2.

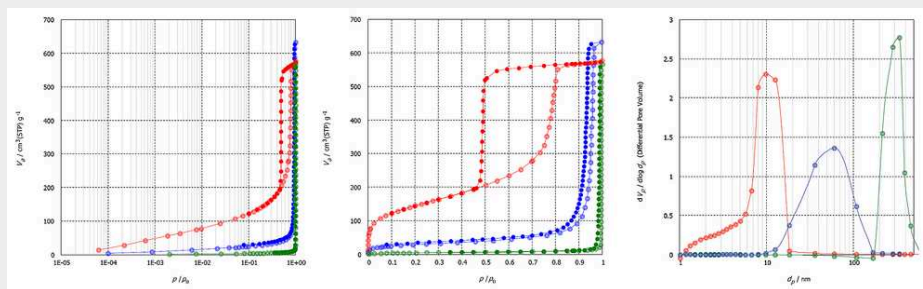
Théorie	Interaction entre la surface et le gaz	Adsorbat
BJH, CI, DH, Méthode INNES	Équation de Kelvin (Tension superficielle et angle de contact)	Densité du liquide e
Méthode HK, SF, CY	Potentiel de Lennard-Jones (Force d'interaction et de répulsion)	Densité du liquide e
NLDFT, GCMC	Modèle thermodynamique statistique	

\*<sup>1</sup> BELSORP MINI X est équipé de capteurs de pression de 1000 torr ; l'isotherme commence à partir de  $\sim p/p_0$  de  $1 \times 10^{-4}$

\*<sup>2</sup> Option: 0.35 nm possible par la méthode de la sonde moléculaire

Ces dernières années, l'attention s'est portée sur les méthodes d'évaluation de la structure des pores à l'aide de simulations informatiques, telles que la nouvelle analyse de la distribution des pores NLDFT (théorie fonctionnelle de la densité non localisée) et la méthode GCMC (Grand Canonical Monte Carlo), qui permet d'analyser les micropores jusqu'aux mésopores et macropores à l'aide d'une théorie unifiée. Les distributions de taille des pores obtenues à partir de la même isotherme d'adsorption sont différentes entre les analyses PSD classiques et nouvelles, et même entre les nouvelles méthodes parce que la pression de remplissage obtenue à partir de chaque théorie est différente. Microtrac propose des méthodes d'évaluation qui couvrent une large gamme de tailles de pores et divers adsorbats, tels que  $N_2$  (77,4 K), Ar (87,3 K) et  $CO_2$  (298 K). Il utilise les noyaux NLDFT / GCMC des modèles de pores en fente, en cylindre et en cage avec des atomes de surface en carbone et en oxyde métallique, ce qui permet d'obtenir la description la plus appropriée des matériaux poreux. Le logiciel BELMASTER permet de comparer facilement les isothermes expérimentaux et simulés, l'isotherme simulé servant de base au calcul de la DSP.

Dans la partie suivante, un exemple de calcul de la distribution de la taille des pores par la méthode BJH est donné :



[www.microtrac.fr/belsorp-mini-x](http://www.microtrac.fr/belsorp-mini-x)