



Fermenteur de laboratoire LAMBDA MINIFOR



La conception du fermenteur/bioréacteur LAMBDA MINIFOR est le résultat d'une longue expérience personnelle en fermentation. Notre but était de construire un fermenteur de laboratoire de faible volume **de 0.035 à plus de 5 litres**, très **compact, facile à utiliser**, permettant à la fois de **mesurer et contrôler tous les paramètres importants** d'une culture biologique. Un effort tout particulier a été fait de façon à obtenir un prix de revient très bas sans pour autant sacrifier la qualité.

Ceci n'aurait pas été possible sans faire appel à **des idées nouvelles et innovations importantes**:

- Les **cuves** pourvues de couvercles en inox, chères et difficiles à travailler ont été remplacées par des **réipients en verre avec cols latéraux filetés**, stérilisable en autoclave, qui ont déjà fait leurs preuves et garantissent une excellente stérilité.
- Les autres pièces habituellement en acier inoxydable ont été remplacées par des **matières plastiques modernes** qui remplissent les mêmes fonctions à un prix inférieur.
- L'habituel agitateur à hélice et son couplage magnétique onéreux a été remplacé par un **agitateur vibreur**. Son mouvement de va et vient garantit une **agitation douce et efficace** pour les cellules tout en **évitant la formation de vortex**. Une simple membrane maintient la stérilité à long terme (concept "stérilité facile").
- Pour les **cultures de cellules** qui requièrent d'une agitation particulièrement douce, un nouvel **agitateur "queue de poisson"** a été développé.
- Le fermenteur/bioréacteur MINIFOR est **extrêmement compact, maniable et facilement accessible de tous les côtés**. L'**installation et le démontage** sont simples et peuvent être réalisés **en un temps record**.
- Le contrôle de la température est réalisé par une **source à infrarouge (IR)** placée sous le fermenteur. Ce radiateur **assure un chauffage doux, précis et économique**. L'échauffement des parois du fermenteur est faible, ce qui évite de brûler la culture. Cela simplifie aussi la construction du fermenteur: pas de doubles parois, pas de tuyau d'arrivée d'eau, pas de bain thermostaté.
- L'électronique de contrôle du fermenteur est **très compacte** grâce à l'utilisation de microprocesseurs. L'ensemble du fermenteur et son unité de contrôle tiennent sur un espace équivalent à celui d'une feuille de papier A4, ce qui fait du fermenteur/bioréacteur LAMBDA MINIFOR le **système de fermentation le plus compact sur le marché**.
- Il est possible de **mesurer et contrôler jusqu'à six paramètres** (température, agitation, pH, oxygène dissout (DO), débit d'air et un paramètre à libre choix). Toutes les valeurs sont visibles en même temps sur le panneau d'affichage LCD rétro-illuminé.
- Le **contrôle du débit d'air** est effectué par un **débitmètre massique de gaz précis**, présentant une chute de pression minimale, et une **vanne à aiguille proportionnelle contrôlée par microprocesseur**.
- Plusieurs fermenteurs peuvent être placés côte à côte en occupant très peu de place. Ils peuvent être **connectés à un PC**. Deux logiciels (en option) FNet ou SIAM permettent de gérer les fermenteurs de façon centralisée et d'archiver les données pour optimiser les expériences.

Description technique

Unité de base

L'électronique, la source à infrarouge et les connexions sont placés dans l'unité de base formée de plusieurs plateformes qui rendent le fermenteur **accessible et facile à utiliser**.

L'affichage et les touches de commande se trouvent sur une plaque inclinée à l'avant. Un afficheur LCD permet la visualisation des consignes, valeurs mesurées, alarmes hautes et basses et l'addition des agents correcteurs (acide ou base par exemple).

La cuve est placée sur la première plateforme où elle est **facilement accessible de tous les côtés**. Elle est fixée par deux bras latéraux ajustables.

La deuxième plateforme en aplomb sert de stockage pour les réactifs et agents correcteurs divers. Les bouteilles (jusqu'à 5 x 250 ml) sont placées dans des **portoirs magnétiques**.

Sur les supports montées sur deux barres verticales à l'arrière jusqu'à 4 pompes péristaltiques peuvent être disposées.

L'encombrement de l'unité de base est de 22 x 40 cm est le plus petit de tous les autres appareils sur le marché. Un effort tout particulier a été fait pour **simplifier au maximum** la mise en route. Pour cela par exemple les pompes sont connectées par un seul câble aux prises placées au dos du fermenteur.

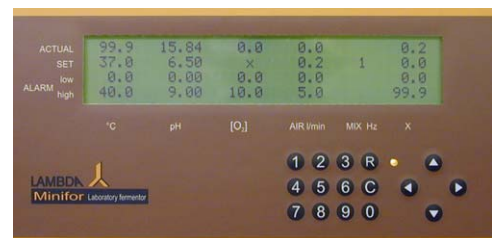


Dimensions

Un effort majeur a été réalisé pour faire le MINIFOR **le plus petit et compact possible**. La surface occupée par le MINIFOR est comparable à celle d'une feuille de papier A4. L'arrangement en plateformes du fermenteur **permet un contrôle facile et une accessibilité de tous les côtés sans précédent**. Les distances entre les bouteilles, les pompes et la cuve du fermenteur sont les plus courtes possibles.

Mesure et régulation

Le panneau de commande est composé d'un afficheur LCD et de touches de contrôle. Tous les paramètres (**température, pH, concentration en l'oxygène dissout, débit d'air, agitation et un paramètre supplémentaire au choix tel que anti-mousse, pCO₂, densité optique, module de balance,...**) sont représentés sur le grand afficheur LCD rétro-illuminé.



Toutes les valeurs actuelles, consignes, alarmes hautes et basses, addition de l'acide ou de base sont **visibles en même temps**. La **programmation est simple et logique**. Un signal sonore est déclenché quand une alarme est dépassée. Le paramètre concerné est marqué par un astérisque. Chaque fermenteur peut être programmé indépendamment ou être commandé par un PC.

La cuve

Le volume du récipient standard est d'un litre (d'autres volumes sont disponibles sur demande **35 ml – 5 l**). Les récipients sont en **verre Pyrex de qualité**. Le col à vis central sert aussi à la fixation du système d'agitation. Les 6 ou 8 cols latéraux filetés sont destinés aux sondes, à la sortie d'air, l'injection de l'inoculum, à l'addition des agents correcteurs et à la prise d'échantillons. Les cols à vis assurent l'étanchéité nécessaire pour garantir la stérilité. Le récipient est fixé à l'unité de base par deux bras latéraux facilement ajustables.



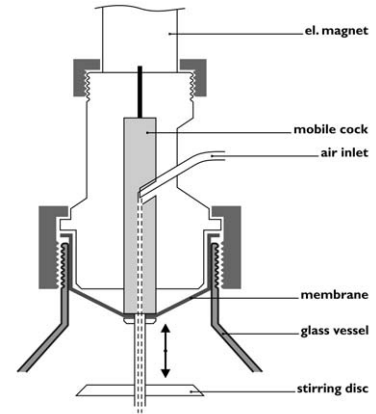
Stérilisation

Le récipient (cuve) du MINIFOR est stérilisé en autoclave après avoir enlevé les câbles et connexions diverses.

Agitation

L'habituel agitateur à hélice est remplacé par un **agitateur vibreur**. Le mouvement de va et vient d'un ou de plusieurs disques perforés fixés sur un axe vertical provoque une agitation efficace tout en ménageant les cellules. Les avantages de ce système sont multiples:

- pas de couplage magnétique, une simple membrane souple suffit à maintenir la stérilité
- pas de formation de vortex donc pas de baffles nécessaires
- l'air est introduit par l'axe creux sous le disque inférieur



L'intensité de l'agitation est contrôlée par microprocesseur et varie de 0 à 20 Hz.

Régulation de la température

Le milieu de culture est chauffé par **rayonnement infrarouge**. Un réflecteur pourvu d'une fine couche d'or concentre le rayonnement directement dans le milieu de culture **sans créer de gradient de température**. Le milieu n'est ainsi pas dégradé comme cela peut arriver dans le cas des corps de chauffe plongés directement dans la culture. Grâce à la faible capacité thermique de la source IR la **température peut être contrôlée plus précisément**. La **sonde thermique est incorporée dans l'électrode de pH** et sert pour la **correction automatique des électrodes pH et pO₂**.



Régulation du pH

Le pH est mesuré entre 0 et 13 (en pas de 0.01) unités par une électrode **combinée stérilisable dans laquelle est incorporée la sonde thermique**. Une première est la **fixation de l'électrolyte de référence dans une nano-suspension**, ce qui augmente la stabilité du signal tout en éliminant les problèmes des gels. Le connecteur nouveau "Variopin" peut être stérilisé sans protection. L'addition d'acide ou de base est contrôlée par microprocesseur. La vitesse d'addition est calculée et ajustée de façon à obtenir un réglage précis. Il n'est pas nécessaire d'ajuster des constantes comme c'est le cas avec les régulateurs PID. **Le régulateur commande la vitesse des pompes PRECIFLOW, MULTIFLOW, HiFLOW ou MAXIFLOW sur toute leur plage d'utilisation (0-100%)** assurant une régulation très précise. Le **PUMP FLOW INTEGRATOR** (en option), permet de connaître la quantité d'acide et de base ajoutée.



Régulation de l'oxygène dissous

La concentration de l'oxygène dissous est mesurée par une sonde à oxygène (de type Clark) pourvue d'une membrane **très résistante** renforcée par un treillis de fibres de verre incorporé dans une membrane en PTFE. Cette sonde bénéficie d'un temps de réponse très court. La **régulation de l'oxygène dissous est obtenue par la variation du débit d'air dans le milieu**. L'effet de la température est compensé **automatiquement** par un microprocesseur.



Aération de la culture

Le flux d'air est mesuré par un **débitmètre massique précis**. Cette mesure n'est pas affectée par la pression ou la température. Le flux d'air est contrôlé par une **vanne à aiguille proportionnelle contrôlée par microprocesseur**. L'utilisation d'un débitmètre massique permet de plus l'enregistrement des valeurs de débit et fournit des données supplémentaires sur les processus en cours. Nous n'utilisons pas de rotamètres imprécis et bon marché.



Le flux d'air est mesuré entre 0 et 5 l/min en pas de 0.1l/min. La pression d'air peut varier de 0.05 et 0.2 MPa. La régulation de la concentration en oxygène dissout peut se faire par la variation du **débit d'air**. Nous utilisons un **micro-distributeur d'air élastique**, qui en plus est **auto-nettoyant**.

Sortie d'air

L'air sortant est refroidi dans un condensateur en verre, pour condenser l'humidité des gaz sortants, et filtré par une membrane de PTFE (Téflon). Un **condensateur type Peltier (réglé à +5°C) qui ne requiert pas d'eau de refroidissement est disponible en option**.

Entrées et sorties

Les agents correcteurs, l'inoculation ou la prise d'échantillons s'effectuent par **quatre canules** situées dans un col latéral du récipient. Les canules sont munies de **connecteurs PEEK à double joint**. Ces connecteurs ont fait leurs preuves et sont faciles à manipuler.



Pompes

Le MINIFOR peut contrôler jusqu'à quatre pompes. Les pompes péristaltiques compactes de très haute qualité LAMBDA PRECIFLOW, MULTIFLOW, HiFLOW ou MAXIFLOW sont posées sur les supports situés au-dessus du fermenteur. Les pompes sont **autonomes et peuvent être utilisées séparément** pour d'autres applications au laboratoire (p.ex. en chromatographie,...). Cela représente une **économie importante** pour l'utilisateur. La commande des pompes agit sur leur vitesse (avec une résolution de 1 à 999), ce qui assure un **réglage fin** des additions. Un nouveau **système de connexion des tuyaux à double joint** réduit fortement la probabilité de contamination pendant le transfert de solutions dans la cuve.



Débitmètre massique de gaz

Le MASSFLOW est un **nouveau contrôleur de débit massique pour gaz**, développé pour utilisation avec le fermenteur/bioréacteur LAMBDA MINIFOR. Il permet le contrôle du pH de culture cellulaires par l'addition contrôlée de CO₂, N₂ ou autre gaz avec un contrôleur adéquat. Le MASSFLOW **peut être utilisé de façon autonome**, car toutes les fonctions sont accessibles par le panneau de contrôle.



Le débit est mesuré par un **capteur de débit massique précis** ayant une chute de pression très faible. Le débit est **réglé par une vanne à aiguille proportionnelle contrôlée par microprocesseur**. Le débit délivré est affiché sur le panneau de contrôle.

Le MASSFLOW permet un **contrôle précis et automatique du pH en cultures cellulaires sans la nécessité de stations à gaz couteuses**.

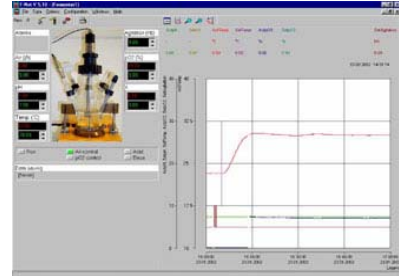
Procédés en continu

Un nouveau **module balance** (en option) permet la détermination du poids du fermenteur. Il est simplement placé sous l'unité de base du fermenteur et connecté au canal "X". En connectant une pompe péristaltique sur la prise "Pump X" à l'arrière du fermenteur, le poids (volume) de la culture peut être gardé constant. Cette fonction est déjà incluse dans le kit de démarrage. Il est alors possible de réaliser des **cultures en continu à prix bas**.

Logiciels PC

FNet a été **spécialement développé pour le contrôle des processus de fermentation et culture cellulaires** avec le fermenteur/bioréacteur LAMBDA MINIFOR. Le logiciel opère sous Windows NT, 2000 et XP :

- Facile à installer et à utiliser
- Ne requiert pas de notions de programmation
- Reconnaît les fermenteurs connectés au démarrage
- Jusqu'à 6 fermenteurs, 12 intégrateurs et 6 pompes sur un PC
- Tous les câbles ont des connecteurs standards



Pour des applications très avancées nous proposons un **logiciel de fermentation industriel SIAM**. Il offre des possibilités de contrôle quasiment illimitées. Avec ce logiciel vous pouvez également développer vos propres applications.

Données techniques

Fermenteur/bioréacteur de laboratoire compact MINIFOR contrôlé par deux microprocesseurs.

Alimentation électrique:	Réseau ~100-245 V /50-60 Hz, 450 W, conforme CE
Dimensions:	22 x 38 x 40 cm (L x H x P, monté)
Affichage:	LCD 4x 40 caractères, rétro-illuminé
Cuves de fermentation :	verre Pyrex avec cols latéraux filetés 0.25, 0.4, 1, 2, 3, 5 l (autres volumes sur demande)
Régulation de température:	rayonnement infrarouge 150 W, réflecteur à couche d'or, entre 5°C au-dessus de la température ambiante jusqu'à 70°C
Régulation :	0.1°C
Précision:	+/- 0.2°C (0 – 60°C)
Sonde:	Pt 100 incluse dans la sonde pH
Régulation du pH:	électrode combinée de verre stérilisable, domaine de mesure de 0 à 13, électrolyte en nanosuspension, connecteur VarioPin, calibrage semi-automatique à deux points,
Résolution	0.01 pH, compensation automatique de température
Précision:	+/- 0.02 pH
Régulation de l'O₂ dissout:	0 à 25 mg/ml, sonde de type Clark stérilisable, régulation du pO ₂ par le débit d'air
Résolution:	0.1 mg/ml, compensation automatique de température
Aération:	Air, pression maximale 0.2 MPa
Débit d'air:	Débitmètre massique, 0-5 l/min., linéarité +/- 3%
Reproductibilité:	+/- 0.5%, contrôlé par une vanne à aiguille progressive
Pression d'air :	entre 0.05 – 0.2 MPa
Agitation:	Agitateur vibreur 0-20 Hz/40 W, avec un ou plusieurs disques, stérilité comparable au couplage magnétique
Paramètre additionnel :	un paramètre additionnel peut être contrôlé par le MINIFOR (contrôle anti-mousse, pCO ₂ , densité optique, conductivité, etc.)
Prélèvements:	4 canules munies de connecteurs PEEK à double joint
Pompes:	jusqu'à quatre pompes commandées en débit (PRECIFLOW, MULTIFLOW, HiFLOW ou MAXIFLOW)
Température de fonctionnement:	0 - 40 °C
Humidité relative:	0 - 90 %
Sécurité:	IEC 1010/1, CE
Poids:	7.5 kg
Contrôle PC:	logiciels de fermentation FNet ou SIAM
Garantie :	2 ans

LAMBDA
Dr. Pavel Lehky
Imfeldsteig 12
CH-8037 Zurich
Suisse
Tel/Fax : 0041 4450 2071
Hotline: 00420 603 274 677
E-mail: info@lambda-instruments.com
Web: www.lambda-instruments.com

LAMBDA CZ s.r.o.
Lozibky 1
CZ-61400 Brno
République Tchèque
Tel/Fax : 00420 545 578 643

www.fermenter.net