
**Corps gras d'origines animale et
végétale — Détermination de la teneur en
corps gras solides par RMN pulsée —**

**Partie 2:
Méthode indirecte**

iTeh STANDARD PREVIEW
*Animal and vegetable fats and oils — Determination of solid fat content
by pulsed NMR —
Part 2. Indirect method*
(standards.iteh.ai)

ISO 8292-2:2008

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/5a9c40d4-4e1c-44e4-bbbd-00a10044effa/iso-8292-2-2008>



PDF – Exonération de responsabilité

Le présent fichier PDF peut contenir des polices de caractères intégrées. Conformément aux conditions de licence d'Adobe, ce fichier peut être imprimé ou visualisé, mais ne doit pas être modifié à moins que l'ordinateur employé à cet effet ne bénéficie d'une licence autorisant l'utilisation de ces polices et que celles-ci y soient installées. Lors du téléchargement de ce fichier, les parties concernées acceptent de fait la responsabilité de ne pas enfreindre les conditions de licence d'Adobe. Le Secrétariat central de l'ISO décline toute responsabilité en la matière.

Adobe est une marque déposée d'Adobe Systems Incorporated.

Les détails relatifs aux produits logiciels utilisés pour la création du présent fichier PDF sont disponibles dans la rubrique General Info du fichier; les paramètres de création PDF ont été optimisés pour l'impression. Toutes les mesures ont été prises pour garantir l'exploitation de ce fichier par les comités membres de l'ISO. Dans le cas peu probable où surviendrait un problème d'utilisation, veuillez en informer le Secrétariat central à l'adresse donnée ci-dessous.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 8292-2:2008](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/5a9c40d4-4e1c-44e4-bbbd-00a10044effa/iso-8292-2-2008)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/5a9c40d4-4e1c-44e4-bbbd-00a10044effa/iso-8292-2-2008>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2008

Droits de reproduction réservés. Sauf prescription différente, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'ISO à l'adresse ci-après ou du comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office
Case postale 56 • CH-1211 Geneva 20
Tel. + 41 22 749 01 11
Fax. + 41 22 749 09 47
E-mail copyright@iso.org
Web www.iso.org

Publié en Suisse

Sommaire

Page

Avant-propos.....	iv
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Termes et définitions	1
4 Symboles et termes abrégés	2
5 Principe	2
6 Échantillon étalon de trioléine	2
7 Appareillage	2
8 Échantillonnage	4
9 Mode opératoire	4
9.1 Protocole de mesurage	4
9.2 Four, bains d'eau et blocs régulés en température	4
9.3 Spectromètre RMN	4
9.4 Remplissage des tubes de mesurage	6
9.5 Élimination de l'historique thermique	6
9.6 Équilibrage à la température initiale et mesurage du signal liquide à 100 %	6
9.7 Cristallisation et tempérage	6
9.8 Mesurage de SFC	6
9.9 Nombre de déterminations	7
9.10 Nettoyage des tubes de mesurage	7
10 Expression des résultats	8
11 Fidélité	8
11.1 Essais interlaboratoires	8
11.2 Répétabilité	8
11.3 Reproductibilité	8
12 Rapport d'essai	9
Annexe A (informative) Résultats d'essais interlaboratoires	10
Annexe B (informative) Théorie de la méthode indirecte	13
Annexe C (informative) Protocoles de mesurage supplémentaires	15
Bibliographie	17

Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est en général confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique créé à cet effet. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO, participent également aux travaux. L'ISO collabore étroitement avec la Commission électrotechnique internationale (CEI) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les Normes internationales sont rédigées conformément aux règles données dans les Directives ISO/CEI, Partie 2.

La tâche principale des comités techniques est d'élaborer les Normes internationales. Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour vote. Leur publication comme Normes internationales requiert l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments du présent document peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. L'ISO ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et averti de leur existence.

L'ISO 8292-2 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 34, *Produits alimentaires*, sous-comité SC 11, *Corps gras d'origines animale et végétale*. (standards.iteh.ai)

La présente partie de l'ISO 8292, conjointement avec l'ISO 8292-1, annule et remplace l'ISO 8292:1991.

L'ISO 8292 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Corps gras d'origines animale et végétale — Détermination de la teneur en corps gras solides par RMN pulsée*:

- *Partie 1: Méthode directe*
- *Partie 2: Méthode indirecte*

Corps gras d'origines animale et végétale — Détermination de la teneur en corps gras solides par RMN pulsée —

Partie 2: Méthode indirecte

1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 8292 spécifie une méthode indirecte pour la détermination de la teneur en corps gras solides dans des corps gras d'origine animale et végétale (appelés ci-après «corps gras») en utilisant un spectromètre de résonance magnétique nucléaire (RMN) pulsée à basse résolution.

Deux prétraitements thermiques possibles sont spécifiés: l'un pour les corps gras à usage général ne présentant pas de polymorphisme prononcé et qui se stabilisent principalement sous la forme polymorphe β' , et l'autre pour des corps gras similaires au beurre de cacao qui présentent un polymorphisme prononcé et qui se stabilisent sous la forme polymorphe β . Des prétraitements thermiques supplémentaires, qui peuvent être plus adaptés pour des applications spécifiques, sont indiqués dans une annexe informative.

La méthode indirecte est moins facile à conduire et moins reproductible que la méthode directe, mais elle est plus précise et plus universellement applicable à tous les corps gras.

NOTE

Une méthode directe est spécifiée dans l'ISO 8292-1.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

ISO 661, *Corps gras d'origines animale et végétale — Préparation de l'échantillon pour essai*

ISO 3960, *Corps gras d'origines animale et végétale — Détermination de l'indice de peroxyde — Détermination avec point d'arrêt iodométrique*

ISO 8292-1, *Corps gras d'origines animale et végétale — Détermination de la teneur en corps gras solides par RMN pulsée — Partie 1: Méthode directe*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'ISO 8292-1 s'appliquent.

4 Symboles et termes abrégés

f	facteur de correction (extrapolation) pour corriger le signal RMN observé à 11 μ s en signal qui serait observé au temps zéro
n_p	nombre d'impulsions
S_1	signal de décroissance de magnétisation mesuré à environ 11 μ s
S_2	signal de décroissance de magnétisation mesuré à environ 70 μ s
SFC	teneur en corps gras solides
S_L	signal de décroissance de magnétisation correspondant à la phase liquide
S_S	signal de décroissance de magnétisation correspondant à la phase solide
S_{S+L}	signaux de décroissance de magnétisation correspondant aux phases liquide et solide
t_{rep}	temps de répétition
$w_{SFC,i}$	SFC «vraie» (mesurée selon la présente partie de l'ISO 8292)
$w_{SFC,T}$	SFC à la température de mesurage, T

5 Principe

L'échantillon est tempéré dans un état stable à une température spécifique et ensuite chauffé et stabilisé à la température de mesurage. Sauf indication contraire, les températures de mesurage doivent être l'une quelconque ou toutes parmi: 0 °C; 5 °C; 10 °C; 15 °C; 20 °C; 25 °C; 27,5 °C; 30 °C; 32,5 °C; 35 °C; 37,5 °C; 40 °C; 45 °C; 50 °C; 55 °C; 60 °C.

Après équilibrage électromagnétique dans le champ magnétique statique du spectromètre RMN et l'application d'une impulsion de radiofréquence à 90°, le signal de décroissance de magnétisation des protons dans la phase liquide uniquement est mesuré et les corps gras solides sont calculés en référence à un échantillon étalon constitué entièrement de corps gras liquides. À condition que le mesurage des corps gras liquides ait été effectué au début de la détermination de SFC, les résultats peuvent être affichés immédiatement comme dans la méthode directe.

6 Échantillon étalon de trioléine

L'échantillon étalon de corps gras liquide doit contenir une fraction massique de 99 % de trioléine. L'indice de peroxyde, déterminé conformément à l'ISO 3960, doit être inférieur à 5. Conserver la trioléine de réserve au-dessous de 0 °C. Les tubes de référence contenant de la trioléine doivent être conservés dans un réfrigérateur dans la plage de 0 °C à 8 °C lorsqu'ils ne sont pas utilisés. Ils doivent être remplacés toutes les deux semaines.

7 Appareillage

7.1 Spectromètre de résonance magnétique nucléaire (RMN) pulsé, basse résolution

Le spectromètre RMN doit avoir:

- un aimant ayant un champ suffisamment uniforme pour assurer que la demi-vie de la magnétisation d'un échantillon de référence de corps gras liquides est supérieure à 1 000 μ s;
- un dispositif de mesure automatique qui est actionné dès que les tubes de mesurage (7.2) sont insérés;

- c) un temps de répétition de mesurage réglable;
- d) une cellule/sonde de mesure de 10 mm pour les tubes pour prise d'essai qui est réglée en température à 40 °C.

De préférence, il convient que les instruments soient équipés d'un ordinateur qui acquiert automatiquement les mesures requises, effectue les calculs requis et présente les résultats directement sur l'écran d'ordinateur ou un autre affichage.

7.2 Tubes de mesurage

Constitués de verre avec des bouchons en plastique, avec un diamètre externe de $(10 \pm 0,25)$ mm, une épaisseur de paroi de $(0,9 \pm 0,25)$ mm, et une longueur d'au moins 150 mm, ou comme spécifié par le fabricant du spectromètre RMN.

7.3 Matériel de régulation de température

7.3.1 Généralités

En principe, les blocs régulés en température présentent des avantages par rapport aux bains d'eau parce que les tubes n'entrent jamais en contact avec l'eau. Dans la pratique, comme avec des blocs d'aluminium dans des bains d'eau, les tubes peuvent nécessiter un temps significatif pour arriver à la température de consigne. Le transfert thermique peut être amélioré si les puits de tube sont purgés avec un gaz sec. Les blocs sont en outre plus difficiles à régler précisément que les bains d'eau, bien que des commandes électriques modernes puissent produire la fidélité requise.

7.3.2 Bains d'eau

Des bains sont requis aux températures de $(0 \pm 0,1)$ °C, $(60 \pm 0,1)$ °C et, à $\pm 0,1$ °C près, aux températures de mesurage et de tempérage requises conformément au protocole de mesurage choisi. Pour les températures de 60 °C et de mesurage et tempérage, des blocs régulés en température (7.3.3) peuvent être utilisés en remplacement. Chaque bain d'eau doit être équipé soit d'un bloc d'aluminium (7.3.2.1), soit d'un portoir métallique (7.3.2.2) utilisé pour soutenir les tubes de mesurage (7.2) immergés dans l'eau à une profondeur de 60 mm.

Des portoirs métalliques sont préférables à des blocs d'aluminium, en particulier lorsqu'un grand nombre d'échantillons avec une teneur élevée en corps gras solides sont mesurés ou lorsque les protocoles de mesurage rapide ou très rapide sont utilisés. Lors de l'utilisation de blocs d'aluminium, un laps de temps significatif peut s'écouler après l'insertion du tube avant que les corps gras dans le tube atteignent la température de consigne du bain d'eau. L'avantage perçu des blocs est que les tubes peuvent rester secs et ne requièrent pas d'être essuyés pour les sécher avec une serviette en papier avant insertion dans le spectromètre. Dans la pratique, cependant, il est généralement observé qu'en raison des éclaboussures ou de la condensation, les tubes sont mouillés de sorte qu'un séchage est toujours recommandé, voir l'Article 9.

7.3.2.1 Blocs d'aluminium, avec des trous de diamètre $(10,35 \pm 0,1)$ mm et de profondeur de 70 mm. L'épaisseur du métal sous les trous et la distance entre le bord d'un trou périphérique et la face latérale la plus proche doit être de 10 mm. La distance entre les axes de deux trous adjacents doit être d'au moins 17 mm (centre à centre).

7.3.2.2 Portoirs métalliques, à ouverture latérale avec des trous de diamètre de 11 mm à 15 mm; la distance entre les axes de deux trous adjacents doit être d'au moins 20 mm (centre à centre).

7.3.3 Blocs régulés en température, avec des trous

Les blocs doivent avoir une précision de température de $\pm 0,1$ °C, avec commande électronique. Ces blocs peuvent être utilisés à la place des bains d'eau (à l'exception du bain à 0 °C en raison de la grande quantité de refroidissement requise). Le diamètre des trous doit être de $(10,35 \pm 0,1)$ mm.

Des blocs sont particulièrement utiles à des températures de 35 °C ou plus lorsque aucun refroidissement n'est requis (en supposant que la température ambiante est inférieure à 22 °C) et lorsque la régulation de température est moins critique en raison de taux de corps gras solides absolus généralement plus faibles.

7.4 Four, avec ventilateur

Le four doit pouvoir être maintenu à $(80 \pm 2) \text{ °C}$.

Étant donné que la fonction de la température du four (80 °C) est de faire fondre la prise d'essai et de détruire son historique thermique antérieur, elle doit être au moins 20 °C au-dessus de la température de fusion des corps gras. Si ce n'est pas le cas, la température du four doit être augmentée de manière appropriée et cette donnée enregistrée dans le rapport d'essai (Article 12). Cela est rarement nécessaire et uniquement pour des corps gras contenant de grandes quantités d'acides gras saturés à chaîne longue, par exemple des huiles végétales liquides totalement hydrogénées.

Bien qu'un bain d'eau (7.3.2) ou un bloc régulé en température (7.3.3) puisse être utilisé pour la température de 80 °C, il est préférable d'utiliser un four. Lors du remplissage des tubes, il est pratiquement inévitable que les corps gras soient en contact avec les côtés, au-dessus de la température d'immersion dans un bloc ou un bain. Un four assure que tous les corps gras dans le tube sont complètement fondus et qu'il n'y a pas de germes cristallins résiduels avec un historique thermique inconnu qui pourraient ensemencher les corps gras fondus lorsqu'ils sont finalement amenés à la température de cristallisation de 0 °C. Par conséquent, un four est susceptible de donner des résultats plus fiables et reproductibles.

7.5 Minuteur de laboratoire

Une horloge analogique avec une grande trotteuse, de préférence, bien que l'on puisse utiliser une horloge numérique.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

8 Échantillonnage

ISO 8292-2:2008

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/5a9c40d4-4e1c-44e4-bbbd-00a10044effa/iso-8292-2-2008>

Un échantillon représentatif doit avoir été envoyé au laboratoire. Il ne doit pas avoir été endommagé ou modifié durant le transport ou la conservation.

L'échantillonnage ne fait pas partie de la méthode spécifiée dans la présente partie de l'ISO 8292. Une méthode d'échantillonnage recommandée est décrite dans l'ISO 5555.

9 Mode opératoire

9.1 Protocole de mesurage et échantillon pour essai

Choisir le protocole requis dans le Tableau 1 en fonction du type d'échantillon et d'autres exigences. Pour certains types d'applications de corps gras, les protocoles présentés dans le Tableau 1 ne sont pas appropriés. Les protocoles de mesurage présentés dans l'Annexe C peuvent être plus adaptés.

Préparer l'échantillon pour essai suivant l'ISO 661.

9.2 Four, bains d'eau et blocs régulés en température

Configurer ce matériel pour les températures requises comme spécifié dans le protocole.

9.3 Spectromètre RMN

Configurer les conditions du spectromètre conformément au protocole de mesurage choisi en 9.1.

Tableau 1 — Protocoles de mesurage

Protocole de mesurage		Applicable à	Paramètres instrumentaux ^a	Température		Seconde fois à 0 °C	Conditions de mesurage	
N°	Nom			Temps h	Temp. °C		Type	Temps min
11	Pas de stabilisation Indirect	Corps gras et mélanges (comportant principalement des corps gras végétaux, hydrogénés et/ou interestérifiés) cristallisant sous la forme polymorphe β' et utilisés pour des margarines, des pâtes à tartiner, des «shortening» et d'autres applications alimentaires générales.	Temps de répétition ^a , $t_{rep} = 2$ s; nombre d'impulsions ^b , $n_p = 3$	—	—	(60 ± 2)	Série	(30 ± 1)
21	Stabilisation β Indirect	Beurre de cacao, équivalents de beurre de cacao et graisses similaires contenant de grandes quantités de triacylgcérols 2-oléodisaturés et cristallisant sous forme polymorphe β .	Temps de répétition ^a , $t_{rep} = 6$ s; nombre d'impulsions ^c , $n_p = 1$	(40 ± 0,5)	26	(90 ± 2)	Série	(60 ± 2)

a Doit être de 6 s pour les corps gras sous forme polymorphe β .

b Les données collectées à partir de chaque impulsion sont moyennées par l'instrument. De préférence, trois impulsions doivent être utilisées, mais des instruments plus anciens peuvent être réglés uniquement à une ou quatre (1^2 ou 2^2) impulsions, auquel cas utiliser quatre impulsions.

c L'utilisation de trois impulsions résulterait en un temps suffisant dans la cellule de mesure pour que la prise d'essai fonde partiellement et la SFC diminue durant la mesure.

9.4 Remplissage des tubes de mesure

Pour chaque échantillon pour essai remplir deux tubes de mesure. De plus, remplir deux tubes avec l'échantillon de référence de trioléine (Article 6). La méthode indirecte a une plus faible répétabilité que la méthode directe et deux tubes sont recommandés pour obtenir une répétabilité similaire pour les deux méthodes.

Remplir les tubes à une profondeur d'environ 10 mm, ou comme spécifié par le fabricant d'instrument.

NOTE L'utilisation d'une profondeur de 10 mm seulement avec la méthode indirecte, conformément aux recommandations des fabricants d'instrument, requiert en outre un espaceur différent pour surélever le tube de sorte que toute la prise d'essai soit située dans l'enroulement receveur du spectromètre RMN. Dans la pratique, à condition que tous les tubes soient remplis à la même hauteur, il apparaîtra que les résultats sont légèrement différents si les tubes sont remplis de la même manière que pour la méthode directe, c'est-à-dire à une profondeur de 30 mm à 50 mm, et utilisés avec le même espaceur.

Boucher les tubes et placer ceux-ci dans des portoirs qui maintiennent les tubes verticaux. Si des portoirs métalliques (7.3.2.2) sont utilisés, il est très commode et plus rapide de placer les tubes remplis directement dans les portoirs. Les prises d'essai peuvent être déplacées commodément dans le four et dans les bains d'eau sans transferts et manipulation supplémentaires.

9.5 Élimination de l'historique thermique

Lorsque tous les tubes requis ont été remplis, transférer ceux-ci dans le four (7.4). Maintenir à la température du four pendant une durée minimale de 15 min.

9.6 Équilibrage à la température initiale et mesure du signal liquide à 100 %

Transférer tous les tubes dans le bain d'eau (7.3.2) ou bloc (7.3.3) à 60 °C. Maintenir pendant une durée minimale de 15 minutes. La durée peut être plus longue que cette valeur mais ne doit pas être plus courte, sinon l'équilibrage peut ne pas être complet.

Pour toutes les prises d'essai et l'échantillon de trioléine de référence (Article 6), enregistrer le signal de décroissance de magnétisation du liquide, mesuré à environ 70 μ s, S_2 . Si des prises d'essai ne sont pas complètement liquides, la procédure de mesure doit alors être répétée en utilisant une température supérieure à 60 °C, à laquelle il est connu que la prise d'essai fond complètement.

9.7 Cristallisation et tempérag

À partir de ce stade, tous les temps doivent être maintenus dans les limites de variation spécifiées présentement ou dans le protocole de mesure.

Si cela est requis par le protocole de mesure choisi, transférer les tubes dans le bain à 0 °C. Laisser les tubes dans le bain à 0 °C pendant la durée spécifiée dans la colonne «Première fois à 0 °C» du protocole de mesure.

Si cela est requis par le protocole de mesure choisi, transférer les tubes dans le bain de tempérag réglé à la température spécifiée. Laisser les tubes dans le bain de tempérag pendant la durée spécifiée.

En commençant par les témoins de trioléine, à des intervalles de (1,0 \pm 0,5) min, transférer les tubes dans le bain à 0 °C. Laisser les tubes dans le bain à 0 °C pendant la durée spécifiée dans la colonne «Seconde fois à 0 °C» du protocole de mesure.

9.8 Mesure de SFC

Seuls des mesures en série sont utilisés pour la méthode indirecte.

À des intervalles de $(1,0 \pm 0,5)$ min, exactement dans le même ordre que celui dans lequel ils ont été placés dans le bain à $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, transférer les deux tubes contenant les prises d'essai dans le premier (celui ayant la température la plus faible) des bains ou blocs à la température de mesurage.

NOTE L'expérience démontre qu'il est aisément possible de transférer un tube d'un bain ou d'un bloc au spectromètre et d'effectuer la mesure dans un délai de 15 s. Par conséquent, deux tubes peuvent aisément être traités dans un délai de 1 min.

Après le temps spécifié dans le protocole de mesurage, en continuant exactement dans le même ordre, transférer les tubes dans le spectromètre. Essuyer brièvement chaque tube avec un chiffon de papier doux afin d'éliminer toute l'eau, avant de le placer dans la cellule de mesurage. Enregistrer la SFC (ou, si un calcul automatique n'est pas possible, le signal de décroissance de magnétisation du liquide, mesuré à environ $70\text{ }\mu\text{s}$, S_2). Si le spectromètre RMN est équipé d'un ordinateur, à condition que les tubes de trioléine de référence soient mesurés en premier, il est possible d'afficher les valeurs de SFC immédiatement de manière similaire à la méthode directe usuelle.

Transférer les tubes contenant chaque prise d'essai dans le second (la température la plus faible suivante) des bains ou blocs à la température de mesurage à des intervalles de $(1,0 \pm 0,5)$ min.

Répéter les opérations à partir du deuxième paragraphe jusqu'à ce que tous les tubes aient été mesurés.

Si nécessaire, calculer la SFC en utilisant l'Équation (1) (voir Article 10).

IMPORTANT — Pour obtenir des résultats fiables et reproductibles, il est important que les temps et les tolérances spécifiées soient respectés. Cela est aisément obtenu en utilisant un minuteur de laboratoire (7.5), de préférence une horloge analogique avec une grande trotteuse, en déplaçant les tubes lorsque l'horloge atteint le temps approprié. En variante, si une horloge numérique est utilisée, il est approprié de régler initialement celle-ci à 0:00 ou 12:00.

9.9 Nombre de déterminations

ISO 8292-2:2008

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/5a9c40d4-4e1c-44e4-bbbd-06a16944c1a7/iso-8292-2-2008>

Effectuer deux déterminations (9.4) sur des prises d'essai dans des tubes séparés, prélevées à partir du même échantillon pour essai.

9.10 Nettoyage des tubes de mesurage

Les tubes de mesurage doivent être propres, secs et exempts de tout corps gras des mesurages précédents avant de charger la prise d'essai. En raison du diamètre étroit des tubes, le nettoyage s'avère souvent problématique. Des solvants ou des brosses étroites sont souvent utilisés. Des tubes peuvent être nettoyés dans un dispositif de lavage automatique de laboratoire ou un lave-vaisselle ménager standard. Cependant, pour que le nettoyage soit efficace, il est nécessaire d'assurer que les tubes soient exempts de la majeure partie des corps gras et soient maintenus plus ou moins verticalement dans le dispositif de lavage. Cela peut être obtenu de la manière suivante.

Utiliser un dispositif de lavage de laboratoire, équipé de «doigts» de support spéciaux qui peuvent s'ajuster dans le tube et injecter une solution chaude de détergent à l'intérieur.

Ou utiliser un dispositif de lavage sans «doigts» spéciaux en soutenant les tubes dans un portoir en grillage avec des fentes de taille appropriée pour recevoir les tubes. Il convient que le portoir soit équipé d'un couvercle en grillage métallique pour retenir les tubes lorsque le portoir est retourné. L'avantage d'un tel portoir est qu'à la fin de la séquence de mesurage les tubes peuvent être placés directement retournés dans le portoir et ensuite le portoir rempli placé dans le four à $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ pendant un certain temps pour permettre que les corps gras fondent et que la majeure partie de ceux-ci s'écoule. Toujours retourné, le portoir peut être transféré dans le dispositif de lavage. Après lavage et séchage, le portoir de tubes peut être utilisé en tant que support adapté ou bien les tubes peuvent être enlevés et conservés prêts à être réutilisés.