

PROJET DE NORME INTERNATIONALE

ISO/DIS 16634-2

ISO/TC 34/SC 4

Secrétariat: SAC

Début de vote:
2014-10-02

Vote clos le:
2015-03-02

Produits alimentaires — Détermination de la teneur en azote total par combustion selon le principe Dumas et calcul de la teneur en protéines brutes —

Partie 2: Céréales, légumineuses et produits céréaliers de mouture

Food products — Determination of the total nitrogen content by combustion according to the Dumas principle and calculation of the crude protein content —

Part 2: Cereals, pulses and milled cereal products

ICS: 67.060;67.050

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
Full standard:
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c66fd1db-6d96-44ab-8a51-1b46ab115452/iso-16634-2-2016>

CE DOCUMENT EST UN PROJET DIFFUSÉ POUR OBSERVATIONS ET APPROBATION. IL EST DONC SUSCEPTIBLE DE MODIFICATION ET NE PEUT ÊTRE CITÉ COMME NORME INTERNATIONALE AVANT SA PUBLICATION EN TANT QUE TELLE.

OUTRE LE FAIT D'ÊTRE EXAMINÉS POUR ÉTABLIR S'ILS SONT ACCEPTABLES À DES FINS INDUSTRIELLES, TECHNOLOGIQUES ET COMMERCIALES, AINSI QUE DU POINT DE VUE DES UTILISATEURS, LES PROJETS DE NORMES INTERNATIONALES DOIVENT PARFOIS ÊTRE CONSIDÉRÉS DU POINT DE VUE DE LEUR POSSIBILITÉ DE DEVENIR DES NORMES POUVANT SERVIR DE RÉFÉRENCE DANS LA RÉGLEMENTATION NATIONALE.

LES DESTINATAIRES DU PRÉSENT PROJET SONT INVITÉS À PRÉSENTER, AVEC LEURS OBSERVATIONS, NOTIFICATION DES DROITS DE PROPRIÉTÉ DONT ILS AURAIENT ÉVENTUELLEMENT CONNAISSANCE ET À FOURNIR UNE DOCUMENTATION EXPLICATIVE.

TRAITEMENT PARRALLÈLE ISO/CEN

Le présent projet a été élaboré dans le cadre de l'Organisation internationale de normalisation (ISO) et soumis selon le mode de collaboration **sous la direction de l'ISO**, tel que défini dans l'Accord de Vienne.

Le projet est par conséquent soumis en parallèle aux comités membres de l'ISO et aux comités membres du CEN pour enquête de cinq mois.

En cas d'acceptation de ce projet, un projet final, établi sur la base des observations reçues, sera soumis en parallèle à un vote d'approbation de deux mois au sein de l'ISO et à un vote formel au sein du CEN.

Pour accélérer la distribution, le présent document est distribué tel qu'il est parvenu du secrétariat du comité. Le travail de rédaction et de composition de texte sera effectué au Secrétariat central de l'ISO au stade de publication.



Numéro de référence
ISO/DIS 16634-2:2014(F)

© ISO 2014

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

Full standard:
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c66fd1b8-6d96-44ab-8a51-1b46ab115452/iso-16634-2-2016>

Notice de droit d'auteur

Ce document de l'ISO est un projet de Norme internationale qui est protégé par les droits d'auteur de l'ISO. Sauf autorisé par les lois en matière de droits d'auteur du pays utilisateur, aucune partie de ce projet ISO ne peut être reproduite, enregistrée dans un système d'extraction ou transmise sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie, les enregistrements ou autres, sans autorisation écrite préalable.

Les demandes d'autorisation de reproduction doivent être envoyées à l'ISO à l'adresse ci-après ou au 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

Toute reproduction est soumise au paiement de droits ou à un contrat de licence.

Les contrevenants pourront être poursuivis.

Sommaire

Page

Avant-propos	iv
Introduction.....	v
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Termes et définitions	1
4 Principe	2
5 Réactifs	2
6 Appareillage	3
7 Échantillonnage	3
8 Préparation de l'échantillon pour essai	4
9 Mode opératoire	4
9.1 Généralités	4
9.2 Prise d'essai	4
9.3 Contrôle de l'alimentation en oxygène	5
9.4 Étalonnage	5
9.5 Détermination	5
9.6 Détection et intégration	6
10 Calcul et expression des résultats	6
10.1 Calcul	6
10.2 Expression des résultats	7
11 Fidélité	7
11.1 Essais interlaboratoires	7
11.2 Répétabilité	7
11.3 Reproductibilité	7
11.4 Différence critique	7
11.5 Incertitude	8
12 Rapport d'essai	8
Annexe A (informative) Organigramme pour un appareil de Dumas de base	9
Annexe B (informative) Schémas de types d'appareils de Dumas appropriés	10
Annexe C (informative) Étalonnage du matériel	13
C.1 Composés d'étalonnage	13
C.2 Exemples pour le calcul de l'estimation de la demande d'oxygène	13
Annexe D (informative) Exemples de facteurs de conversion pour obtenir la teneur en protéines à partir de la teneur en azote	15
Annexe E (informative) Résultats des essais interlaboratoires	16
E.1 Généralités	16
E.2 Données de fidélité pour la teneur en azote	16
E.3 Données de fidélité pour la teneur en protéines	19
Bibliographie	23

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 (IEC) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les procédures utilisées pour élaborer le présent document et celles destinées à sa mise à jour sont décrites dans les Directives ISO/IEC, Partie 1. Il convient, en particulier de prendre note des différents critères d'approbation requis pour les différents types de documents ISO. Le présent document a été rédigé conformément aux règles de rédaction données dans les Directives ISO/IEC, Partie 2 (voir www.iso.org/directives).

L'attention est appelée 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. Les détails concernant les références aux droits de propriété intellectuelle ou autres droits analogues identifiés lors de l'élaboration du document sont indiqués dans l'Introduction et/ou dans la liste des déclarations de brevets reçues par l'ISO (voir www.iso.org/brevets).

Les appellations commerciales éventuellement mentionnées dans le présent document sont données pour information, par souci de commodité, à l'intention des utilisateurs et ne sauraient constituer un engagement.

Pour une explication de la signification des termes et expressions spécifiques de l'ISO liés à l'évaluation de la conformité, ou pour toute information au sujet de l'adhésion de l'ISO aux principes de l'OMC concernant les obstacles techniques au commerce (OTC), voir le lien suivant: Avant-propos — Informations supplémentaires.

Le comité chargé de l'élaboration du présent document est l'ISO/TC 34, *Produits alimentaires*, sous-comité SC 4, *Céréales et légumineuses*.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition qui a fait l'objet d'une révision technique.

Introduction

Longtemps, la méthode Kjeldahl a été la méthode la plus fréquemment utilisée pour la détermination de la teneur en protéines des produits alimentaires. Cependant, au cours des dernières années, elle a de plus en plus souvent été remplacée par la méthode de Dumas qui est plus rapide et n'utilise pas de produits chimiques dangereux. Bien que les principes des deux méthodes soient différents, toutes deux mesurent la teneur en azote du produit. Il est possible de convertir la teneur en azote pour obtenir la teneur en protéines à l'aide d'un facteur approprié. La valeur de ce facteur varie avec les quantités relatives des différentes protéines et leur composition en acides aminés dans un produit donné.

Ni la méthode de Dumas ni la méthode Kjeldahl ne distinguent l'azote protéique de l'azote non protéique. Dans la plupart des cas, les résultats obtenus avec la méthode de Dumas sont légèrement supérieurs à ceux produits par la méthode Kjeldahl. En effet, la méthode de Dumas mesure presque tout l'azote non protéique alors que la méthode Kjeldahl n'en mesure qu'une partie.

Compte tenu du fait que la teneur en protéines d'un produit calculée à l'aide des deux méthodes ne fait que se rapprocher de la valeur vraie, il appartient de décider laquelle est acceptée. La solution la plus appropriée consiste à utiliser un second facteur afin d'éliminer l'erreur systématique causée par la teneur en azote non protéique des différents produits. Cependant, ce second facteur est à déterminer pour chaque produit, tout comme les facteurs existants qui présentent le rapport de la teneur en protéines en fonction de la teneur en azote.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
Full standard:
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c99d4511-6d96-44ab-8a51-1b46ab115452/iso-16634-2-2014>

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

Full standard:
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c66fddb8-6d96-44ab-8a51-1b46ab115452/iso-16634-2-2016>

Produits alimentaires – Détermination de la teneur en azote total par combustion selon le principe Dumas et calcul de la teneur en protéines brutes – Partie 2: Céréales, légumineuses et produits céréaliers de mouture

1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 16634 spécifie une méthode pour la détermination de la teneur en azote total et le calcul de la teneur en protéines brutes des céréales, légumineuses et produits céréaliers de mouture.

Cette méthode, comme la méthode Kjeldahl (voir Références [1] et [6]), ne distingue pas l'azote protéique de l'azote non protéique. Divers facteurs de conversion sont utilisés pour le calcul de la teneur en protéines (voir l'Annexe D).

2 Références normatives

Les documents ci-après, dans leur intégralité ou non, sont des références normatives indispensables à 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 712, *Céréales et produits céréaliers — Détermination de la teneur en eau — Méthode de référence*

ISO 6540, *Maïs — Détermination de la teneur en eau (sur grains broyés et sur grains entiers)*

ISO 24557, *Légumineuses — Détermination de la teneur en eau — Méthode par séchage à l'étuve*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

3.1

teneur en azote

fraction massique de l'azote total, déterminée selon le mode opératoire spécifié dans la présente partie de l'ISO 16634

NOTE La fraction massique est exprimée en pourcentage.

3.2

teneur en protéines brutes

teneur en azote (3.1) multipliée par un facteur généralement égal à 5,7 pour le blé, le seigle et leurs produits de mouture, et à 6,25 pour les autres produits relevant du domaine d'application de la présente partie de l'ISO 16634

NOTE Les facteurs utilisés pour le calcul de la teneur en protéines brutes à partir de la teneur en azote total sont dérivés de la méthode Kjeldahl qui est la méthode de référence pour la détermination de la teneur en azote total. Étant donné que la méthode spécifiée dans la présente partie de l'ISO 16634 utilise les mêmes facteurs que la méthode Kjeldahl, la validité de ces facteurs est à vérifier en raison de la légère différence des résultats obtenus avec les méthodes Kjeldahl et Dumas.

4 Principe

Les échantillons sont transformés en gaz par chauffage dans un tube à combustion. Les composants interférents sont éliminés du mélange gazeux obtenu. Les composés azotés du mélange gazeux, ou une partie représentative de ceux-ci, sont transformés en azote moléculaire, qui est déterminé quantitativement au moyen d'un détecteur à conductivité thermique. La teneur en azote de l'échantillon est ensuite calculée par un système informatique.

5 Réactifs

Utiliser uniquement des réactifs de qualité analytique reconnue ou des réactifs d'une pureté équivalente selon les spécifications des fabricants d'appareils. À l'exception des matériaux de référence (voir 5.12), aucun réactif ne doit contenir de l'azote.

5.1 Gaz vecteur(s): utiliser l'un des gaz en 5.1.1 ou 5.1.2.

5.1.1 Dioxyde de carbone, aussi pur que possible et de fraction volumique minimale de $\text{CO}_2 \geq 99,99 \%$.

5.1.2 Hélium, aussi pur que possible et de fraction volumique minimale de $\text{He} \geq 99,99 \%$.

5.2 Oxygène, aussi pur que possible et de fraction volumique minimale de $\text{O}_2 \geq 99,99 \%$.

5.3 Produit absorbant le dioxyde de soufre et les halogènes, afin d'éliminer toute trace de composés soufrés de l'échantillon [par exemple chromate de plomb (PbCrO_4) ou laine d'acier].

5.4 Catalyseur au platine et à l'oxyde de cuivre, pour le tube de postcombustion.

Le catalyseur au platine [5 % de platine (Pt) sur alumine (Al_2O_3)] est mélangé à de l'oxyde de cuivre (CuO) dans un rapport de 1:7 ou 1:8, conformément aux recommandations du fabricant.

Afin d'éviter une séparation de ces deux matériaux en raison de leurs masses volumiques en vrac différentes, il est recommandé de ne pas préparer le mélange avant de remplir le tube mais de verser simultanément le catalyseur au platine et à l'oxyde de cuivre dans le tube de postcombustion, en utilisant un entonnoir adapté.

5.5 Laine d'argent ou de cuivre.

La laine d'argent ou de cuivre doit être désagrégée avant de l'introduire dans le tube de postcombustion ou de réduction.

5.6 Silice (quartz) ou laine de verre ou ouate, selon ce qui est recommandé par le fabricant d'appareils.

5.7 Cuivre ou tungstène (fils, copeaux, tournures ou poudre), pour le tube de réduction.

L'utilisation de cuivre ou de tungstène sous l'une de ces formes peut améliorer la fidélité des résultats analytiques dans le cas d'échantillons à faibles teneurs en azote (fraction massique de 1 % environ).

5.8 Pentoxyde de diphosphore (P_2O_5) ou perchlorate de magnésium en granulés [$\text{Mg}(\text{ClO}_4)_2$] ou autre agent déshydratant approprié, afin de remplir les tubes de déshydratation.

5.9 Sphères creuses de corindon ou pastilles d'oxyde d'aluminium, pour le tube de combustion.

5.10 Oxyde de cuivre (CuO), comme matériau pour le remplissage du tube de combustion.

5.11 Hydroxyde de sodium (NaOH), sur un matériau de support.

5.12 Composés étalons, par exemple **acide aspartique** ($C_4H_7NO_4$) ou **acide éthylènediamine tétraacétique** ($C_{10}H_{16}N_2O_8$) ou **acide glutamique** ($C_5H_9NO_4$) ou **acide hippurique** ($C_9H_9NO_3$), ou autres matériaux de référence appropriés de teneur en azote certifiée, connue et constante.

Il convient que le dosage minimal soit de 99 % en fraction massique.

5.13 Éther de pétrole, dont le point d'ébullition est compris entre 30 °C et 60 °C, ou **acétone** ou **éthanol**.

6 Appareillage

Matériel courant de laboratoire et, en particulier, ce qui suit.

6.1 Balance analytique, permettant des pesées à 0,000 1 g près.

6.2 Broyeur, adapté à la nature de l'échantillon.

6.3 Tamis, fabriqué dans un matériau non ferreux et de dimension nominale d'ouverture de 800 µm ou de 1 mm.

6.4 Creusets (par exemple en acier inoxydable, en quartz, en céramique ou en platine) ou **capsules en étain** ou **papier-filtre exempt d'azote**, adaptés à l'appareil de Dumas utilisé.

NOTE 1 Un certain nombre d'appareils disponibles dans le commerce sont fournis avec un échantillonneur automatique.

NOTE 2 Certains échantillons sous forme solide (par exemple des poudres) peuvent être agglomérés sous forme de pastilles.

6.5 Appareil de Dumas¹⁾, équipé d'un four capable de maintenir une température donnée supérieure ou égale à 850 °C, d'un détecteur à conductivité thermique et d'un dispositif approprié d'intégration du signal.

Des types d'appareils de Dumas appropriés disponibles sur le marché fonctionnent selon le principe général donné dans l'Annexe A, bien que plusieurs configurations et composants puissent être utilisés.

NOTE Les schémas correspondant à trois types d'appareils disponibles sont illustrés, à titre d'exemple, aux Figures B.1, B.2 et B.3.

Afin d'éviter les fuites, les joints toriques utilisés pour assurer l'étanchéité doivent être légèrement lubrifiés avec une graisse compatible avec un vide poussé avant d'être mis en place.

L'expérience a montré qu'il est important de nettoyer soigneusement toutes les pièces de silice et la verrerie, et d'ôter les traces de doigts sur les tubes au moyen d'un solvant approprié (par exemple acétone) avant de placer ces derniers dans le four.

7 Échantillonnage

Il convient qu'un échantillon représentatif ait été envoyé préalablement au laboratoire. Il convient qu'il n'ait pas été endommagé ou modifié au cours du transport ou de l'entreposage.

L'échantillonnage ne fait pas partie de la méthode spécifiée dans la présente partie de l'ISO 16634. Des méthodes d'échantillonnage recommandées sont données dans l'ISO 24333^[7] pour les céréales et produits céréaliers.

1) Elementar Analysensysteme GmbH, Sumika Chemical Analysis Service, Ltd et LECO Instruments fabriquent des appareils appropriés disponibles sur le marché. Cette information est donnée à l'intention des utilisateurs de la présente Spécification technique et ne signifie nullement que l'ISO approuve ou recommande l'emploi exclusif des appareils ainsi désignés. Des appareils équivalents peuvent être utilisés s'il est démontré qu'ils conduisent aux mêmes résultats.

8 Préparation de l'échantillon pour essai

L'échantillon pour essai doit être préparé à partir de l'échantillon pour laboratoire de façon à obtenir un échantillon pour essai homogène.

Broyer l'échantillon de laboratoire à l'aide d'un broyeur approprié (6.2). Généralement, passer le produit broyé sur un tamis (6.3) de dimension nominale d'ouverture de 800 µm pour les échantillons de petite taille (inférieure à 300 mg) ou sur un tamis de dimension nominale d'ouverture de 1 mm pour les échantillons de taille plus élevée (300 mg ou plus). Les broyeurs qui produisent des particules aux dimensions répondant aux spécifications données dans le Tableau 1 donnent des résultats acceptables.

Tableau 1 — Taille de particules requise

Dimension nominale d'ouverture du tamis µm	Quantité passant à travers le tamis fraction massique en %
710	100
500	95 à 100
200	85 ou moins

Il peut résulter du broyage une perte de teneur en eau et, par conséquent, il convient de déterminer également la teneur en eau de l'échantillon broyé lorsque les valeurs relatives à l'azote et aux protéines sont rapportées à la matière sèche ou à une base constante de teneur en eau. La détermination de la teneur en eau doit être réalisée conformément à l'ISO 712 pour les céréales autres que le maïs, à l'ISO 6540 pour le maïs et à l'ISO 24557 pour les légumineuses.

L'efficacité du broyeur peut être vérifiée en préparant un échantillon en double d'un mélange broyé de maïs et de graines de soja dans un rapport de 2+1. Il convient que le coefficient de variation soit inférieur à 2 % en fraction massique.

9 Mode opératoire

9.1 Généralités

Suivre attentivement les instructions du fabricant concernant l'installation, l'optimisation, l'étalonnage et l'utilisation de l'appareil. Mettre l'appareil en position de marche et le laisser se stabiliser comme défini dans les modes opératoires locaux.

Il convient de réaliser un essai de performance de l'appareil tous les jours, à l'aide du matériau de référence (5.12). Il convient que le dosage minimal d'azote soit > 99,0 % en fraction massique.

9.2 Prise d'essai

Peser, à 0,000 1 g près, au moins 0,1 g de l'échantillon pour essai dans un creuset ou une capsule en étain ou du papier-filtre exempt d'azote (6.4). Pour les échantillons à faible teneur en protéines (fraction massique < 1 %), la quantité de prise d'essai peut aller jusqu'à 3,5 g, selon le type d'appareil de Dumas utilisé et la nature de l'échantillon.

En fonction du type de matériel utilisé, si l'échantillon contient une fraction massique de plus de 17 % d'eau, il peut être nécessaire de le sécher avant l'analyse.

Des masses plus faibles peuvent être nécessaires dans le cas d'échantillons à très forte teneur en protéines ou lorsque seules de très petites quantités d'échantillon sont disponibles. Dans le cas de masses inférieures à 0,1 g, une deuxième détermination (validation) doit être réalisée.

9.3 Contrôle de l'alimentation en oxygène

Contrôler l'alimentation en oxygène, en particulier le débit, conformément aux instructions du fabricant du matériel.

Pour chaque série de déterminations de la teneur en azote, réaliser autant de déterminations à blanc que nécessaire pour stabiliser le matériel, en utilisant pour chacune une masse équivalente de saccharose à la place de la prise d'essai. Le blanc à base de saccharose fournit la quantité d'azote qui est apportée par l'air atmosphérique et qui est piégée dans une matière organique en poudre. Utiliser la valeur moyenne des déterminations à blanc comme une correction d'erreur dans le calcul de la détermination de la teneur en azote de chaque échantillon pour essai.

9.4 Étalonnage

Utiliser comme étalons des composés purs dont la teneur en azote est connue et constante, par exemple l'acide aspartique (5.12), pour l'étalonnage à long terme de l'appareil. Effectuer deux analyses de trois composés purs, chacun en trois quantités différentes, choisies selon la plage de mesure des échantillons réels.

Pour l'élaboration d'une courbe d'étalonnage, effectuer au moins cinq déterminations avec différentes quantités du même composé et en quantités telles que la courbe obtenue couvre la plage des teneurs en azote des échantillons à analyser.

Si la prise d'essai contient plus de 200 mg d'azote, la courbe d'étalonnage est théoriquement non linéaire. Dans cette section non linéaire, l'étalonnage peut néanmoins être réalisé en utilisant plusieurs segments de taille réduite. Afin de garantir la fiabilité de la courbe sur ces segments, la quantité d'étalon utilisée doit être ajoutée par paliers de 1 mg à 5 mg d'azote sur les segments.

L'étalonnage peut également être effectué à l'aide de solutions étalons aqueuses.

Vérifier l'étalonnage au moins trois fois au début d'une série d'analyses, puis tous les 15 à 25 échantillons, en analysant soit l'un des étalons (voir 5.12), soit un échantillon de valeur connue. La valeur obtenue pour la fraction massique d'azote ne doit différer de la valeur théorique que de 0,05 % au plus. Si ce n'est pas le cas, vérifier à nouveau l'étalonnage après avoir vérifié les performances de l'appareil.

9.5 Détermination

L'appareil étant en marche et stabilisé, introduire la prise d'essai conformément aux instructions du fabricant.

Pendant l'analyse, les processus suivants se déroulent dans l'appareil (voir les Figures B.1, B.2 ou B.3).

La prise d'essai est soumise à une combustion quantitative dans des conditions normalisées, à une température minimale de 850 °C, en fonction de l'appareil et du matériau en cours d'analyse.

Les produits volatils issus de la décomposition (principalement azote moléculaire, oxydes d'azote, dioxyde de carbone et eau) sont transportés par le gaz vecteur (voir 5.1) à travers l'appareil.

Les oxydes d'azote sont réduits en azote moléculaire et l'oxygène en excès est retenu sur le cuivre ou le tungstène (5.7) dans la colonne de réduction.

L'eau est éliminée au moyen de tubes de déshydratation remplis de perchlorate de magnésium, de pentoxyde de diphosphore ou d'un autre agent de déshydratation (voir 5.8). Si le dioxyde de carbone est utilisé comme gaz vecteur (voir 5.1.1), il est éliminé après passage sur un matériau absorbant approprié, par exemple de l'hydroxyde de sodium (5.11) sur un matériau de support approprié.

Les composés interférents (par exemple les gaz halogènes et les composés soufrés volatils) sont éliminés au moyen de matériaux absorbants (5.3) ou de réactifs chimiques, par exemple de la laine d'argent (5.5) ou de l'hydroxyde de sodium (5.11) sur un matériau de support approprié.