

NORME
INTERNATIONALE

ISO
8791-2

Première édition
1990-05-01

**Papier et carton — Détermination de la
rugosité/du lissé (méthodes du débit d'air) —**

**Partie 2:
Méthode Bendtsen**

(standards.iteh.ai)

*Paper and board — Determination of roughness/smoothness (air leak
methods)*
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d58c703b-f0ff-4cfd-b37d-1990>
Part 2: Bendtsen method

NORME

ISO



Numéro de référence
ISO 8791-2:1990(F)

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 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.

La Norme internationale ISO 8791-2 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 6, *Papiers, cartons et pâtes*.

L'ISO 8791 comprend les parties suivantes présentées sous le titre général *Papier et carton — Détermination de la rugosité/du lissé (méthodes du débit d'air)* :

- *Partie 1: Méthode générale*
- *Partie 2: Méthode Bendtsen*
- *Partie 3: Méthode Sheffield*
- *Partie 4: Méthode Print-surf*

Les parties 2 et 3 annulent et remplacent l'ISO 2494:1974, laquelle traitait jusqu'à présent à la fois de la méthode Bendtsen et de la méthode Sheffield.

Les annexes A et B font partie intégrante de la présente partie de l'ISO 8791.

© ISO 1990

Droits de reproduction réservés. 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'éditeur.

Organisation internationale de normalisation
Case Postale 56 • CH-1211 Genève 20 • Suisse

Imprimé en Suisse

Papier et carton — Détermination de la rugosité/du lissé (méthodes du débit d'air) —

Partie 2: Méthode Bendtsen

1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 8791 prescrit une méthode pour la détermination de la rugosité du papier et du carton en utilisant l'appareil Bendtsen. Il convient de la lire conjointement avec l'ISO 8791-1.

La méthode s'applique au papier et au carton dont les valeurs de rugosité Bendtsen sont comprises entre environ 50 ml/min et 1 200 ml/min. Elle ne convient pas aux papiers ouatés sur la surface desquels la tête de mesure laisse une empreinte importante ni aux papiers dont la perméabilité à l'air est élevée et qui laissent passer un débit d'air important à travers la feuille, ni aux papiers ne pouvant rester bien à plat sous une couronne de métal lourd.

2 Références normatives

Les normes suivantes contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui en est faite, constituent des dispositions valables pour la présente partie de l'ISO 8791. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Toute norme est sujette à révision et les parties prenantes des accords fondés sur la présente partie de l'ISO 8791 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des normes indiquées ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur à un moment donné.

ISO 186:1985, *Papier et carton — Échantillonnage pour déterminer la qualité moyenne.*

ISO 187:1977, *Papier et carton — Conditionnement des échantillons.*

ISO 8791-1:1986, *Papier et carton — Détermination de la rugosité/du lissé (méthodes du débit d'air) — Partie 1: Méthode générale.*

3 Définition

Pour les besoins de la présente partie de l'ISO 8791, la définition suivante s'applique.

rugosité Bendtsen: Mesure du débit de l'air passant entre une tête de mesure circulaire plate et une feuille de papier ou de carton lors d'un essai dans des conditions prescrites et sous la pression de fonctionnement.

Elle est exprimée en millilitres par minute.

4 Principe

Fixation d'une éprouvette entre une plaque plane et une tête de mesure de métal circulaire. Envoi d'air à une pression nominale de 1,47 kPa dans l'espace délimité à l'intérieur de la tête de mesure et mesurage du débit d'air entre la tête de mesure et l'éprouvette.

5 Appareillage

L'appareil consiste en un compresseur (A) et un réservoir stabilisateur de pression fournisseur d'air (B), un débitmètre (D) muni d'un dispositif de contrôle de pression (C) et une tête de mesure (E) (voir figure 1).

L'annexe A donne des détails sur l'entretien des appareils Bendtsen.

5.1 Compresseur

Le compresseur doit fournir de l'air comprimé à environ 127 kPa. Si nécessaire, utiliser des filtres afin de s'assurer que l'air est propre et exempt d'huile.

5.2 Réservoir stabilisateur de pression

Le réservoir doit avoir un volume d'au moins 10 litres et doit être placé entre le compresseur et le manostat.

5.3 Manostat

La pression de l'air doit être contrôlée par un manostat à l'arrière du débitmètre. La plupart des appareils Bendtsen sont munis de trois manostats interchangeables de poids différents qui contrôlent la pression de l'air à 0,74 kPa ± 0,01 kPa, 1,47 kPa ± 0,02 kPa et 2,20 kPa ± 0,03 kPa. Il convient que la pression d'air nominale soit marquée sur chaque poids. Cependant, la pression normalisée est de 1,47 kPa et ce poids de manostat doit être utilisé lorsque l'essai est effectué conformément à la présente partie de l'ISO 8791.

5.4 Débitmètre

Le débit doit être mesuré par des débitmètres à section variable de mesure de façon à permettre des mesures de débits dans les gammes de 5 ml/min à 150 ml/min à 2 ml/min près, 50 ml/min à 500 ml/min à 5 ml/min près et, sur certains instruments, 300 ml/min à 3 000 ml/min à 20 ml/min près.

NOTE 1 D'autres méthodes de mesurage du débit peuvent être utilisées pourvu qu'elles permettent les mêmes précisions de mesurage que celles prescrites dans la présente partie de l'ISO 8791. Si l'une de ces méthodes

est utilisée, il convient de la décrire dans le rapport d'essai.

Pour chaque gamme de débits, un tube capillaire doit permettre l'étalonnage du débitmètre. Les tubes capillaires doivent se trouver dans la gamme de fonctionnement du débitmètre correspondant et doivent eux-mêmes être étalonnés avec précision avec un étalon de référence (par exemple un mesureur à bulle de savon) sous la même différence de pression que celle au niveau de la tête de lecture (l'annexe B donne les indications concernant l'étalonnage des tubes capillaires et des tubes pour les surfaces variables de mesure).

5.5 Tête de mesure

La tête de mesure consiste en une couronne métallique, fermée à sa partie supérieure de préférence, résistante à la corrosion et comportant une surface inférieure optiquement plane dont le diamètre interne est 31,5 mm ± 0,2 mm et la largeur 0,150 mm ± 0,002 mm, avec une masse de 267 g ± 2 g. Le tube utilisé pour relier la tête de mesure au débitmètre doit être en matière plastique ou en caoutchouc; il doit avoir un diamètre intérieur de 5 mm et une longueur de 700 mm au plus.

NOTE 2 Une plus grande longueur de tuyau entraîne une chute de pression importante entre le débitmètre et la tête de mesure.

La tête de mesure devant être placée sur l'éprouvette de façon à éviter toute marque sur la surface, il est conseillé d'utiliser un dispositif¹⁾ pour soulever et abaisser la tête.

5.6 Plaque plane

Il s'agit d'une plaque plane polie, en verre de préférence, sur laquelle est placée l'éprouvette pour l'essai.

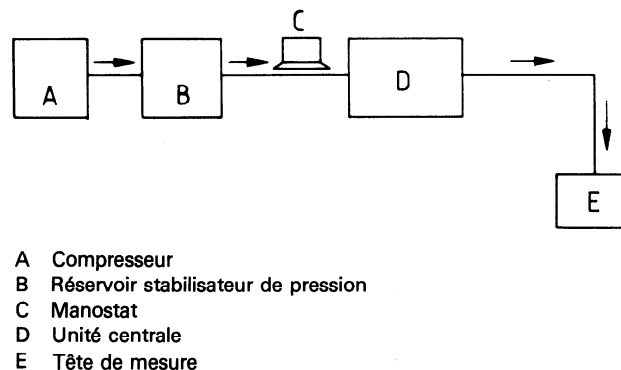


Figure 1 — Schéma du circuit dans l'appareil d'essai

1) Un dispositif approprié est décrit par Zubryn, E. et Hook, G.L. dans *Appita* 23(4): 279-290 (janvier 1970).

5.7 Poids métallique lourd

Il s'agit d'une couronne métallique lourde, ou autre poids de forme équivalente, pour maintenir l'éprouvette à plat autour de la tête de lecture.

6 Échantillonnage

L'échantillonnage doit être effectué conformément à l'ISO 186.

7 Conditionnement

Le conditionnement des échantillons doit être effectué conformément à l'ISO 187.

8 Préparation des éprouvettes

Au moins 10 éprouvettes doivent être découpées pour chaque surface à essayer. Les dimensions minimales de chaque éprouvette doivent être 75 mm × 75 mm et leurs côtés doivent être identifiés, par exemple côté supérieur et côté toile.

La surface d'essai doit être exempte de plis, ondulations, trous, filligranes ou défauts qui normalement ne sont pas inhérents au papier ou au carton. Ne pas toucher la partie de l'éprouvette servant de surface d'essai.

9 Mode opératoire

9.1 Atmosphère d'essai

L'essai doit être effectué dans la même atmosphère que celle utilisée pour le conditionnement des éprouvettes.

9.2 Détermination

9.2.1 Placer l'appareil sur un bâti rigide et horizontal. Mettre l'appareil de niveau, et après s'être assuré qu'aucune vibration ne peut conduire à des erreurs de lecture, ouvrir l'arrivée d'air.

9.2.2 Choisir le débitmètre à section variable qui sera utilisé pour l'essai, en prenant si possible la section qui permet une lecture dans les 80 % supérieurs de l'échelle pour une pression de 1,47 kPa. Ne pas utiliser un débit d'air supérieur à 1200 ml/min car, à des débits élevés, la différence de pression entre le débitmètre et la tête de mesure peut être suffisante pour que l'étalonnage de la section variable du débitmètre ne soit pas valable.

Régler les vannes à la base du débitmètre pour laisser passer l'air au travers de la section variable du débitmètre choisi. Dès formation d'un écoulement d'air, placer, en douceur, le poids régulateur

de pression de 1,47 kPa sur le support et commencer à le faire tourner lentement et régulièrement.

NOTE 3 Le poids de manostat doit être placé après formation de l'écoulement d'air et il doit être retiré avant que l'écoulement d'air ne cesse.

9.2.3 Régler la vanne de sortie du débitmètre pour laisser passer l'air par la sortie inférieure (la plus petite).

9.2.4 Vérifier l'étalonnage du débitmètre à section variable en remplaçant temporairement la tête de mesure par le tube capillaire approprié. Il est de règle que le débit d'air relevé corresponde au relevé exact pour ce tube capillaire à $\pm 5\%$.

9.2.5 La tête de mesure étant reliée au débitmètre, abaisser la couronne sur la plaque plane et vérifier que le flotteur vient reposer au fond du débitmètre. Si tel n'est pas le cas, vérifier le système et rechercher les fuites, comme indiqué dans l'annexe A, article A.1.

9.2.6 Placer l'éprouvette sur la plaque plane, la surface à essayer vers le haut. Abaisser doucement la tête de mesure sur l'éprouvette en veillant bien à ce que la tête de mesure ne laisse pas d'empreinte sur la surface de l'éprouvette. Si l'éprouvette n'est pas bien à plat, utiliser la couronne métallique pour la maintenir à plat. Noter la valeur mesurée par le débitmètre au sommet du flotteur au moins 5 s après avoir abaissé la tête de mesure, avec la précision indiquée en 5.4.

9.2.7 Essayer les éprouvettes restantes de la même manière.

9.2.8 À la fin des essais, retirer le poids de manostat et fermer l'arrivée d'air.

10 Expression des résultats

10.1 Calculer la moyenne des relevés de débits d'air avec deux chiffres significatifs pour chaque côté essayé.

10.2 Calculer l'écart-type ou le coefficient de variation avec un chiffre significatif pour chaque côté essayé.

11 Rapport d'essai

Le rapport d'essai doit contenir les indications suivantes:

- a) une référence à la présente partie de l'ISO 8791;
- b) la date et le lieu de l'essai;

- c) toutes les informations nécessaires à l'identification complète de l'échantillon;
- d) le type d'appareil utilisé;
- e) la température et l'humidité relative utilisées pour l'essai;
- f) le nombre d'éprouvettes essayées;
- g) la différence de pression utilisée, en kilopascals;
- h) la gamme du débitmètre utilisé;
- i) la moyenne arithmétique (telle que calculée en 10.1);
- j) l'écart-type ou le coefficient de variation (tel que calculé en 10.2);
- k) tout écart par rapport au mode opératoire prescrit.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 8791-2:1990

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d58c703b-f0ff-4cfd-b37d-dea110171351/iso-8791-2-1990>

Annexe A (normative)

Entretien des appareils Bendtsen

A.1 Recherche des fuites d'air

Détecter les fuites d'air en plaçant la platine circulaire contre la plaque comme indiqué en 9.2.5, en utilisant le débitmètre de type 5 ml/min à 150 ml/min. Si le rotor ne se maintient pas au bas du débitmètre, vérifier les surfaces de la plaque et de la tête de mesure afin de détecter des imperfections, et vérifier l'état des tuyaux et des raccords.

A.2 Poids de manostat

Manipuler le poids de manostat avec précaution afin d'éviter d'endommager le bord. En particulier, il ne doit pas être placé sur le conduit avant que le débit d'air n'ait commencé et il doit être retiré avant qu'il n'ait cessé.

Vérifier la propreté du trou axial pratiqué à travers le poids.

Remplacer la tête de mesure par un raccord en lequel sont fixés un tube capillaire en position «écoulement direct» et un manomètre à eau en position latérale. Vérifier que la pression en ce point est, à 5 % près, celle du manomètre principal lorsque le débit est tel qu'indiqué ci-après

- a) Débitmètre à section variable de 5 ml/min à 150 ml/min

Débit d'air (ml/min)	10	100	150
Relevé (recherché) sur le manomètre principal (mm)	152	150	148

- b) Débitmètre à section variable de 50 ml/min à 500 ml/min

Débit d'air (ml/min)	50	100	300	500
Relevé (recherché) sur le manomètre principal (mm)	152	151	149	146

- c) Débitmètre à section variable de 300 ml/min à 3000 ml/min

Relevé (recherché) sur le manomètre principal (mm): 150 ± 10 quel que soit le débit jusqu'à 1200 ml/min

Afin de s'assurer que la perte de pression entre cet endroit et l'éprouvette est insignifiante, le tube de raccord à la tête de mesure doit avoir un diamètre intérieur de 5 mm et une longueur inférieure ou égale à 700 mm.

Les poids de manostat ne doivent pas être lubrifiés.

A.3 Mouvement des flotteurs

Vérifier que les flotteurs tournent librement dans les tubes du débitmètre à section variable. Bien qu'un flotteur qui ne tourne pas bien puisse donner des relevés fixes, un flotteur qui tourne a une action d'autonettoyage et il est d'autre part moins sujet à indiquer des erreurs dues au frottement sur les parois des tubes du débitmètre. Vérifier l'état des tuyaux; il est déterminant pour la bonne rotation des flotteurs, particulièrement pour les faibles débits. D'autres facteurs importants pour assurer une bonne rotation sont la symétrie mécanique et l'état des joints.

Si un flotteur venait à se bloquer dans sa rotation en bas ou en haut du débitmètre à section variable, tapoter l'appareil lorsque l'air passe au travers du tube. Si cette manœuvre ne libère pas le flotteur, dégager le tube du débitmètre à l'aide d'une clé spéciale, enlever la pièce de métal par le sommet du débitmètre et enlever le tube du débitmètre. Le retour à un blocage peut être évité en ajustant la forme. L'anneau du bas du ressort doit se terminer par une boucle horizontale centrée par rapport à la section du débitmètre. L'anneau du haut du ressort doit être terminé par une boucle verticale centrée par rapport au débitmètre.

A.4 Nettoyage des débitmètres à section variable

Si le tube du débitmètre à section variable ou le flotteur est sale, entraînant ainsi des lectures élevées, enlever les flotteurs des tubes, nettoyer les flotteurs et les tubes avec du tétrachlorure de car-

bone ou un solvant similaire, puis les faire sécher dans un courant d'air.

Un détergent liquide peut être utilisé au lieu du tétrachlorure de carbone. Dans ce cas, rincer le tube avec de l'eau, en inversant plusieurs fois le sens du débit, et utiliser une solution aqueuse diluée de ce détergent [environ 10 % (V/V)] pour nettoyer le flotteur. Puis rincer avec de l'eau distillée et sécher dans un courant d'air.

Remplacer les tubes défectueux.

A.5 Tubes à air

Il convient d'inspecter régulièrement les tubes pour détecter tout signe de détérioration et de les remplacer si nécessaire. Il y a lieu de remplacer tous les tubes au moins une fois par an, qu'ils soient défectueux ou non.

A.6 Tubes capillaires

Les tubes capillaires peuvent se salir assez facilement et donc doivent être examinés avec attention, régulièrement, avec une loupe et, en cas de nécessité, doivent être nettoyés par le procédé décrit dans l'article A.4.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 8791-2:1990

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d58c703b-f0ff-4cfd-b37d-dea110171351/iso-8791-2-1990>

Annexe B (normative)

Étalonnage des tubes capillaires et des débitmètres à section variable

B.1 Vérifications des débitmètres à section variable avec tubes capillaires

Les flotteurs des débitmètres sont susceptibles d'usure. Si un relevé sur l'échelle du tube capillaire connecté diffère de plus de 5 % de la valeur indiquée, il convient d'adopter la procédure suivante.

- Vérifier le débitmètre à section variable par rapport au tube capillaire normalement utilisé pour un débitmètre à section variable adjacent.
- Si les deux relevés sont élevés, vérifier la propreté du tube du débitmètre à section variable et du flotteur et les nettoyer si nécessaire.
- Si les deux relevés sont bas, vérifier les circuits ou les fuites dans le système, par exemple les nœuds ou les fuites dans le tube en plastique ou en caoutchouc.
- Si les deux relevés ne concordent pas ou si le mauvais fonctionnement constaté en b) ou c) ne peut être identifié, étalonner le débitmètre à section variable comme décrit dans l'article B.2.
- À partir des résultats de d), déterminer si le débitmètre à section variable ou le tube capillaire est défectueux et le remplacer si nécessaire.

B.2 Contrôle de l'étalonnage du débitmètre à section variable

Les débitmètres à section variable peuvent être étalonnés à l'aide d'un mesureur à bulle de savon dont il existe plusieurs versions. La figure B.1 constitue une représentation schématique d'un mesureur adéquat.

B.2.1 Appareillage et produit

B.2.1.1 Mesureur à bulle de savon, comprenant

- flacon ou bouteille en verre, capacité 1 litre;
- volumètre, avec traits repères indiquant 100 ml, 250 ml et 1 500 ml; les différentes gammes peuvent être réalisées avec des volumètres remplaçables;

- soupape à pointeau;
- tubes de verre et de caoutchouc, d'un diamètre intérieur aussi grand que possible pour minimiser la perte de pression.

NOTE 4 D'autres procédés d'étalonnage peuvent être utilisés pourvu qu'ils soient au moins aussi précis que le procédé décrit dans la présente annexe.

B.2.1.2 Chronomètre.

B.2.1.3 **Solution de savon:** 3 % à 5 % de détergent liquide dans de l'eau distillée.

B.2.2 Mode opératoire

Pour étalonner les débitmètres à section variable, déconnecter la tête de mesure de l'extrémité aval de la tubulure de plastique ou de caoutchouc et, à sa place, connecter le mesureur à bulle de savon (en A). Régler les vannes pour laisser passer l'air au travers du débitmètre à section variable à étalonner jusqu'au mesureur à bulle de savon. Ajuster la soupape à pointeau pour fournir un écoulement d'air aisément mesurable et s'assurer que le débit reste constant. Presser rapidement la poire en caoutchouc dans la partie la plus basse du volumètre de façon qu'une bulle de savon entre dans le tube du volumètre. Noter le temps, en secondes, nécessaire pour que cette bulle se déplace entre les traits repères représentant un volume connu. Il convient de choisir la gamme du volumètre de façon que les mesures de temps dépassent 30 s. Répéter ces opérations à environ six écoulements répartis dans les 80 % supérieurs de la gamme du débitmètre. Noter la pression atmosphérique.

NOTE 5 Pour des débits d'air élevés, la chute de pression dans le système peut causer des erreurs d'étalonnage. Pour minimiser ces erreurs, il est de règle que la longueur et le diamètre du tube soient les mêmes lors de l'étalonnage et lors de l'essai.

B.2.3 Calcul

Calculer le débit d'air réel, en millilitres par minute, pour chaque temps et volume et vérifier que le relevé sur le débitmètre correspond, à 5 % près, à ce débit. Si tel n'est pas le cas, vérifier le fonction-