

---

---

**Céréales, graines oléagineuses et  
légumineuses — Mesurage des pertes de  
charge unitaires dans un écoulement d'air  
unidimensionnel à travers une charge de  
grains**

**iTeh STANDARD PREVIEW**  
*Cereals, oilseeds and pulses — Measurement of unit pressure loss in  
one-dimensional air flow through bulk grain*  
**(standards.iteh.ai)**

[ISO 4174:1998](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ed696daf-3309-4126-b7e7-0179f2b84e33/iso-4174-1998)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ed696daf-3309-4126-b7e7-0179f2b84e33/iso-4174-1998>



## 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 4174 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 34, *Produits agricoles alimentaires*, sous-comité SC 4, *Céréales et légumineuses*.

Cette deuxième édition ~~annule et remplace la première édition~~ (ISO 4174:1980), dont elle constitue une révision technique.

L'annexe A de la présente Norme internationale est donnée uniquement à titre d'information.

© ISO 1998

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'éditeur.

Organisation internationale de normalisation  
Case postale 56 • CH-1211 Genève 20 • Suisse  
Internet central@isocs.iso.ch  
X.400 c=ch; a=400net; p=iso; o=isocs; s=central

Imprimé en Suisse

## Introduction

L'application de la loi proposée par Kozeny-Carman pour les écoulements en milieu poreux est envisagée pour des grains (en particulier pour les céréales et les légumineuses) et paraît assez bien vérifiée.

La valeur de la perte de charge unitaire dépend des dimensions, de la porosité, de la teneur en eau et de la masse volumique apparente en place, ainsi que de la température, de l'humidité relative, de la masse volumique et de la vitesse de l'air à l'attaque du grain.

Les expériences conduites par classe de dimensions permettent l'élimination de deux paramètres: la teneur en eau et la forme (granulométrie). Les paramètres restants permettent de déterminer les coefficients caractéristiques du milieu: porosité et aire volumique. Les résultats obtenus sont utilisables pour le calcul prévisionnel des pertes de pression pour différentes masses volumiques apparentes en place.

iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

[ISO 4174:1998](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ed696daf-3309-4126-b7e7-0179f2b84e33/iso-4174-1998)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ed696daf-3309-4126-b7e7-0179f2b84e33/iso-4174-1998>

**iTeh STANDARD PREVIEW**  
**(standards.iteh.ai)**

ISO 4174:1998

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ed696daf-3309-4126-b7e7-0179f2b84e33/iso-4174-1998>

# Céréales, graines oléagineuses et légumineuses — Mesurage des pertes de charge unitaires dans un écoulement d'air unidimensionnel à travers une charge de grains

## 1 Domaine d'application

La présente Norme internationale spécifie une méthode pour le mesurage des pertes de charges unitaires dans un écoulement d'air unidimensionnel à travers une charge de grains, permettant de calculer la perte de charge totale d'un ventilateur. Celle-ci est égale à la somme des pertes de charge

- a) dans un système de ventilation (conduits, etc.);
- b) dans le grain (ce qui constitue l'objet de la présente Norme internationale);
- c) dues au passage de l'air du conduit dans le grain.

Les pertes de charge dans le système de ventilation, et celles qui sont dues au passage de l'air du conduit dans le grain, peuvent être considérées comme négligeables par rapport aux pertes de charge dans le grain, si la vitesse d'écoulement de l'air ne dépasse pas les limites suivantes:

- 8 m/s à 10 m/s dans le conduit principal;
- 4 m/s à 5 m/s dans le conduit secondaire;
- 0,25 m/s à l'attaque du grain.

Si, pour des raisons économiques, l'air circule à des vitesses plus grandes que celles indiquées ci-dessus (jusqu'à 30 m/s dans le conduit principal), il est nécessaire de calculer, à l'aide de la littérature existante, la perte de charge due au système de distribution et de diffusion d'air.

## 2 Référence normative

La norme suivante contient des dispositions qui, par suite de la référence qui en est faite, constituent des dispositions valables pour la présente Norme internationale. Au moment de la publication, l'édition indiquée était en vigueur. Toute norme est sujette à révision et les parties prenantes des accords fondé sur la présente Norme internationale sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer l'édition la plus récente de la norme indiquée ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur à un moment donné.

ISO 3507:1976, *Pycnomètres*.

## 3 Principe

L'écoulement de l'air, en régime uniforme à travers une masse de grains, donne lieu à une perte de charge par mètre de grain traversé, qui peut être exprimée en fonction de la vitesse de l'air à l'attaque du grain.

L'équation d'écoulement, qui donne la perte de charge unitaire à travers le grain, est déterminée à partir de la courbe expérimentale.

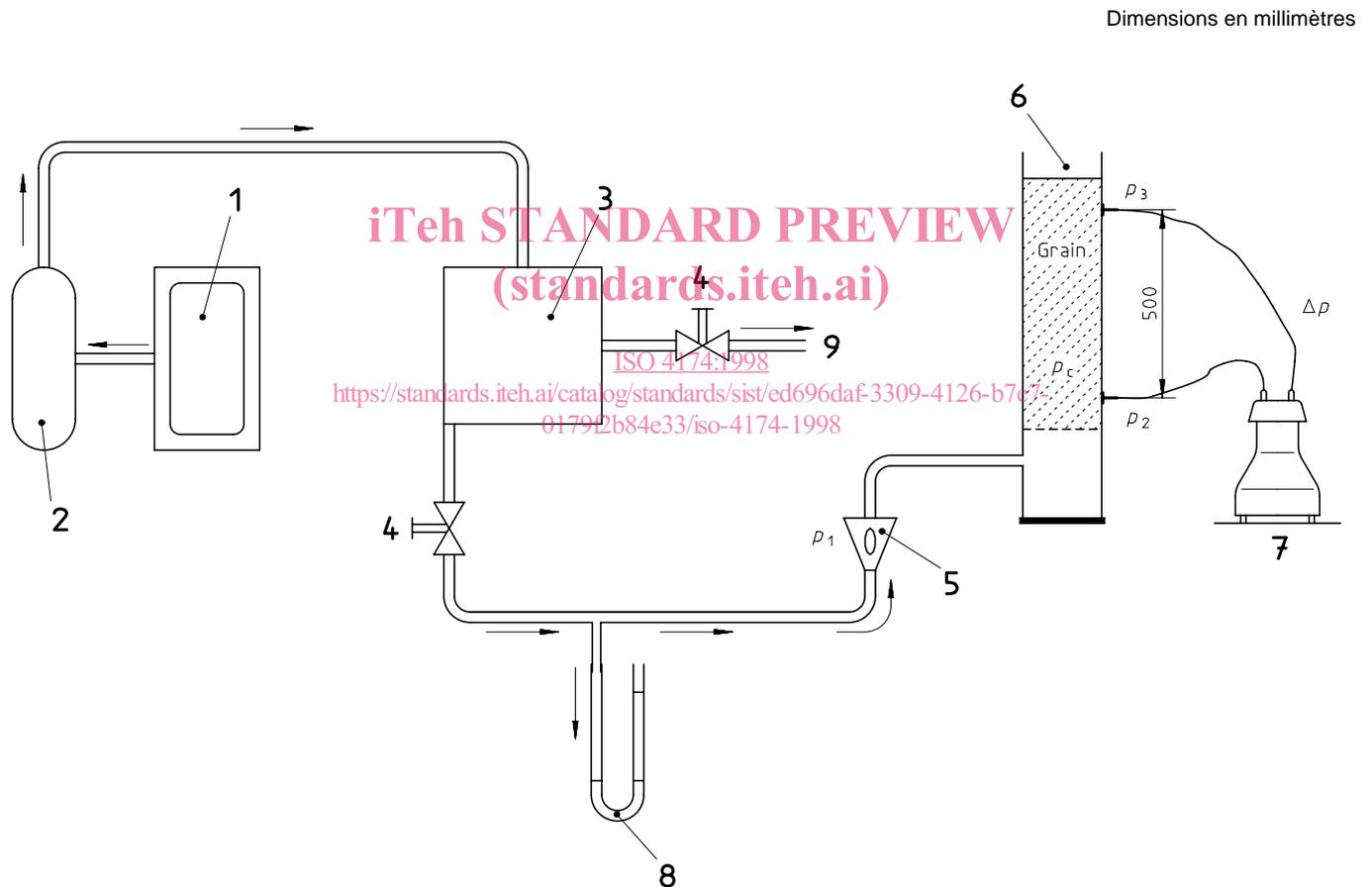
## 4 Appareillage

### 4.1 Dispositif de mesure des pertes de charge unitaires (voir figure 1)

Le grain est placé dans une cellule à parois lisses constituée par un tube de forme cylindrique qui comporte deux prises de pression dans ses parois, distantes de 500 mm, constituée chacune par deux tubes de 1 mm de diamètre intérieur communiquant avec le grain. À la base se trouve une chambre de mise en pression et un grillage fin sur lequel le grain peut être entassé.

Une pompe ou un compresseur insuffle l'air dans un flacon amortisseur. L'air passe ensuite dans une chambre de mise en pression, munie d'un robinet à pointeau qui peut être ouvert ou fermé pour régler le débit d'air traversant le grain. Un débitmètre (par exemple rotamètre) mesure ce débit.

Enfin, un manomètre (par exemple tube manométrique en «U») mesure la pression de l'air avant le débitmètre, et un micromanomètre (par exemple un miniscope) mesure, avec une précision de  $\pm 0,1$  Pa, la perte de charge sur 500 mm.



#### Légende

- 1 Pompe ou compresseur  
(par exemple 3 m<sup>3</sup>/h de débit)
- 2 Flacon amortisseur  
(par exemple 1,5 dm<sup>3</sup> de capacité)
- 3 Chambre de mise en pression  
(par exemple 25 dm<sup>3</sup> de capacité)

- 4 Robinet à pointeau
- 5 Débitmètre
- 6 Cellule de mesure
- 7 Miniscope
- 8 Tube manométrique en U
- 9 À l'air libre

Figure 1 — Schéma du dispositif de mesure des pertes de charge unitaires

**4.2 Thermomètre enregistreur**, pour mesurer et enregistrer la température de l'air attaquant le grain.

**4.3 Psychromètre ventilé**, ou autre dispositif de précision équivalente (par exemple hygromètre capacitif ou sonde à point de rosée) pour mesurer et enregistrer les températures sèche et humide de l'air au cours de l'expérience.

**4.4 Baromètre**, pour mesurer et enregistrer la pression atmosphérique (conformément aux exigences de la présente Norme internationale).

**4.5 Pycnomètre**, conforme aux spécifications de l'ISO 3507.

**4.6 Nettoyeur de laboratoire**, pour le nettoyage des grains utilisés dans les essais.

## 5 Mode opératoire

### 5.1 Méthode de remplissage

Il convient d'effectuer les essais sur des grains parfaitement nettoyés au moyen du nettoyeur de laboratoire (4.6); autrement, il convient d'indiquer, dans le rapport d'essai, les caractéristiques et les proportions des impuretés.

Effectuer des essais séparés pour chacune des deux méthodes de remplissage de la cellule d'essai.

Pour simuler un échappement de charge par un tuyau de décharge, verser le grain dans un entonnoir maintenu avec son déversoir à la surface de la cellule. Relever l'entonnoir lentement pour permettre au grain de s'écouler dans la cellule avec une hauteur de chute presque nulle. Ajouter du grain continuellement à l'entonnoir de manière à assurer la présence de grain dans l'entonnoir pendant que ce dernier est relevé lentement.

ISO 4174:1998

Pour simuler un saupoudrage de charge par un diffuseur, lâcher le grain d'une hauteur de 200 mm sur un tamis pourvu d'ouvertures suffisamment larges pour permettre aux grains de céréales de passer individuellement au travers. Déplacer le tamis lentement de bas en haut pour maintenir une hauteur de chute de 800 mm entre le tamis et la surface du grain, afin de provoquer un tassement nivelé.

### 5.2 Établissement des courbes expérimentales donnant la perte de charge en fonction de la vitesse de l'air

#### 5.2.1 Généralités

La détermination de la perte de charge ( $\Delta p$ ) en fonction de la vitesse de l'air ( $U_0$ ) nécessite une répétition des mesurages pendant que le débit est réduit et aussi pendant qu'il est augmenté (en réalisant un nouveau remplissage des cellules de mesure à chaque fois).

Ceci est nécessaire pour tenir compte du léger tassement qui se produit au cours de l'expérience.

Répéter trois fois chaque expérience avec le débit diminuant et le débit augmentant.

#### 5.2.2 Mesurages à effectuer

Pour les différents débits ( $q_0$ ), en mètres cubes par seconde, utilisés au cours de l'essai et mesurés à l'aide du débitmètre, déterminer

- la pression,  $P$ , en pascals, de l'air entrant dans la cellule de mesure, mesurée à l'aide du manomètre (ou du tube manométrique en «U») (voir 4.1);
- la perte de charge,  $\Delta p$ , en pascals, enregistrée par le micromanomètre (voir 4.1).

### 5.2.3 Paramètres à déterminer

#### 5.2.3.1 Paramètres dépendant du grain

Déterminer les paramètres suivants.

- a) La masse volumique apparente du grain en place,  $\rho_s$ , en kilogrammes par mètre cube.

Effectuer les pesées avant et après tassement et mesurer le tassement produit. Prendre comme valeur la moyenne des masses volumiques apparentes mesurées.

- b) La masse volumique,  $\rho_v$ , en kilogrammes par mètre cube, du grain.

Elle est déterminée à l'aide du pycnomètre (4.5).

#### 5.2.3.2 Autres paramètres

Déterminer les paramètres suivants.

- a) La pression atmosphérique,  $p_a$ , en pascals.

Elle est mesurée à l'aide du baromètre (4.4) ou donnée par une station météorologique proche.

- b) La température sèche de l'air ambiant,  $\theta$ , en degrés Celsius.

Elle est mesurée à l'aide du thermomètre enregistreur (4.2).

- c) La température de l'air à l'attaque du grain,  $\theta_c$ , en degrés Celsius.

Elle est mesurée à l'aide du thermomètre enregistreur (4.2).

- d) La teneur en vapeur d'eau de l'air,  $w$ , en kilogrammes d'eau par kilogramme d'air.

Elle est déterminée à l'aide du psychromètre ventilé (4.3) et d'un diagramme de l'air humide, ou calculée à l'aide des équations de l'air humide.

- e) Le volume massique de l'air,  $v$ , en mètres cubes par kilogramme.

Il est déterminé à l'aide d'un diagramme de l'air humide, ou calculé à l'aide des équations de l'air humide.

- f) L'aire de la section de la cellule,  $A$ , en mètres carrés.

Calculer les paramètres suivants.

- a) La masse volumique de l'air ambiant,  $\rho_a$ , en kilogrammes par mètre cube:

$$\rho_a = \frac{1+w}{v}$$

- b) La masse volumique corrigée de l'air,  $\rho_0$ , en kilogrammes par mètre cube:

$$\rho_0 = \rho_a \times \frac{T_a}{T_0} \times \frac{p_0}{p_a}$$

où

$T_0$  est la température de référence, en kelvins (= 293 K);

$T_a$  est la température de l'air entrant dans le conduit, en kelvins (= 273 +  $\theta$ );

$p_0$  est la pression atmosphérique de référence (101,325 Pa).

### 5.2.4 Calculs à effectuer pour déterminer $U_0$ et $\Delta P$

La masse volumique,  $\rho_r$ , de l'air dans le débitmètre, en kilogrammes par mètre cube, est obtenue par l'équation:

$$\rho_r = \rho_0 \times \frac{p_1}{p_0} \times \frac{T_0}{T_c}$$

où

$p_1$  est la pression, en pascals, mesurée avant le débitmètre ( $p_1 = p_a + P$ );

$T_c$  est la température, en kelvins, de l'air à l'attaque du grain (=  $273 + \theta_c$ ).

Le débit réel de l'air,  $q_r$ , à la sortie du débitmètre, en mètres cubes par seconde, est obtenu par l'équation:

$$q_r = q_0 \sqrt{\frac{\rho_0}{\rho_r}}$$

où  $q_0$  est le débit, en mètres cubes par seconde, mesuré à l'aide du débitmètre.

La pression dans la cellule,  $p_c$ , en pascals, est donnée par l'équation:

$$p_c = p_3 + \frac{1}{2} \Delta p$$

où

$p_3$  est la pression, en pascals, mesurée au point de mesure de la pression près du sommet de la colonne de grain;

$\Delta p$  est la perte de charge, en pascals, sur 0,5 m, enregistrée par le micromanomètre (4.1).

La masse volumique de l'air dans la cellule,  $\rho_c$ , en kilogrammes par mètre cube, est obtenue par l'équation:

$$\rho_c = \rho_0 \times \frac{T_0}{T_c} \times \frac{p_c}{p_0}$$

Le débit de l'air dans la cellule,  $q_c$ , en mètres cubes par seconde, est obtenue par l'équation:

$$q_c = q_r \sqrt{\frac{\rho_r}{\rho_c}}$$

La vitesse de l'air dans la cellule,  $U_0$ , en mètres par seconde, est obtenue par l'équation:

$$U_0 = \frac{q_c}{A}$$

où  $A$  est l'aire de la section de la cellule, en mètres carrés.

La perte de charge unitaire,  $\Delta P$ , en pascals par mètre, est obtenue par l'équation:

$$\Delta P = \frac{\Delta p}{0,5}$$

### 5.2.5 Présentation des résultats

Les résultats enregistrés ou calculés doivent être présentés sous la forme d'un tableau comme présenté dans le tableau 1.