



**Norme  
internationale**

**ISO 5530-2**

**Farines de blé tendre —  
Caractéristiques physiques des  
pâtes —**

**Partie 2:  
Détermination des caractéristiques  
rhéologiques au moyen de  
l'extensographe**

*Wheat flour — Physical characteristics of doughs —*

*Part 2: Determination of rheological properties using an  
extensograph*

**Quatrième édition  
2025-01**

iTeh Standards  
(<https://standards.iteh.ai>)  
Document Preview

[ISO 5530-2:2025](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/e8e48b2f-db97-4a30-9f4f-beda72a06ab9/iso-5530-2-2025)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/e8e48b2f-db97-4a30-9f4f-beda72a06ab9/iso-5530-2-2025>



**DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT**

© ISO 2025

Tous droits réservés. Sauf prescription différente ou nécessité dans le contexte de sa mise en œuvre, 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, ou la diffusion sur l'internet ou sur un intranet, sans autorisation écrite préalable. Une autorisation peut être demandée 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 401 • Ch. de Blandonnet 8  
CH-1214 Vernier, Genève  
Tél.: +41 22 749 01 11  
E-mail: [copyright@iso.org](mailto:copyright@iso.org)  
Web: [www.iso.org](http://www.iso.org)

Publié en Suisse

## Sommaire

Page

<b>Avant-propos</b> .....	<b>iv</b>
<b>1</b> <b>Domaine d'application</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b> <b>Références normatives</b> .....	<b>1</b>
<b>3</b> <b>Termes et définitions</b> .....	<b>1</b>
<b>4</b> <b>Principe</b> .....	<b>2</b>
<b>5</b> <b>Réactifs</b> .....	<b>3</b>
<b>6</b> <b>Appareillage</b> .....	<b>3</b>
<b>7</b> <b>Échantillonnage</b> .....	<b>4</b>
<b>8</b> <b>Mode opératoire</b> .....	<b>4</b>
8.1   Détermination de la teneur en eau de la farine .....	4
8.2   Préparation de l'appareil .....	4
8.3   Prise d'essai .....	5
8.4   Préparation de la pâte .....	5
8.5   Détermination .....	6
<b>9</b> <b>Expression des résultats</b> .....	<b>6</b>
9.1   Généralités .....	6
9.2   Absorption d'eau .....	7
9.3   Résistance à l'étirage .....	7
9.3.1   Résistance maximale .....	7
9.3.2   Résistance à déformation constante .....	7
9.4   Extensibilité, <i>E</i> .....	8
9.5   Énergie .....	8
9.6   Rapport ( <i>R/E</i> ) .....	8
<b>10</b> <b>Fidélité</b> .....	<b>8</b>
10.1   Essais interlaboratoires .....	8
10.2   Répétabilité .....	8
10.3   Reproductibilité .....	9
10.4   Comparaison de deux groupes de mesures dans deux laboratoires .....	9
<b>11</b> <b>Rapport d'essai</b> .....	<b>9</b>
<b>Annexe A</b> (informative) <b>Description de l'extensographe</b> .....	<b>10</b>
<b>Annexe B</b> (informative) <b>Résultats de l'essai interlaboratoires</b> .....	<b>15</b>
<b>Annexe C</b> (informative) <b>Données de fidélité</b> .....	<b>52</b>
<b>Bibliographie</b> .....	<b>54</b>

## 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](http://www.iso.org/directives)).

L'ISO attire l'attention sur le fait que la mise en application du présent document peut entraîner l'utilisation d'un ou de plusieurs brevets. L'ISO ne prend pas position quant à la preuve, à la validité et à l'applicabilité de tout droit de brevet revendiqué à cet égard. À la date de publication du présent document, l'ISO n'avait pas reçu notification qu'un ou plusieurs brevets pouvaient être nécessaires à sa mise en application. Toutefois, il y a lieu d'avertir les responsables de la mise en application du présent document que des informations plus récentes sont susceptibles de figurer dans la base de données de brevets, disponible à l'adresse [www.iso.org/brevets](http://www.iso.org/brevets). L'ISO ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié tout ou partie de tels droits de propriété.

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 nature volontaire des normes, 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'Organisation mondiale du commerce (OMC) concernant les obstacles techniques au commerce (OTC), voir [www.iso.org/avant-propos](http://www.iso.org/avant-propos).

Le présent document a été élaboré par le comité technique ISO/TC 34, *Produits alimentaires*, sous-comité SC 4, *Céréales et légumineuses*, en collaboration avec le comité technique CEN/TC 338, *Céréales et produits céréaliers*, du Comité européen de normalisation (CEN) conformément à l'Accord de coopération technique entre l'ISO et le CEN (Accord de Vienne).

Cette quatrième édition annule et remplace la troisième édition (ISO 5530-2:2012), qui a fait l'objet d'une révision technique. Les principales modifications sont les suivantes:

- un essai interlaboratoires a été réalisé en 2016 avec de la farine de blé tendre afin d'évaluer la répétabilité et la reproductibilité de la méthode d'essai spécifiée dans le présent document, et les résultats ont été ajoutés en [Annexe B](#);
- un mode opératoire plus détaillé concernant les dispositifs électroniques a été ajouté.

Une liste de toutes les parties de la série ISO 5530 se trouve sur le site web de l'ISO.

Il convient que l'utilisateur adresse tout retour d'information ou toute question concernant le présent document à l'organisme national de normalisation de son pays. Une liste exhaustive desdits organismes se trouve à l'adresse [www.iso.org/fr/members.html](http://www.iso.org/fr/members.html).

# Farines de blé tendre — Caractéristiques physiques des pâtes —

## Partie 2:

# Détermination des caractéristiques rhéologiques au moyen de l'extensographe

## 1 Domaine d'application

Le présent document spécifie une méthode de détermination, au moyen d'un extensographe, des caractéristiques rhéologiques des pâtes de farine de blé tendre au cours d'un essai d'étirage. La courbe enregistrée de la charge en fonction de l'étirage permet d'évaluer la qualité globale de la farine et sa réponse aux améliorants.

La méthode est applicable aux farines expérimentales et commerciales de blé tendre (*Triticum aestivum* L.).

NOTE 1 Le présent document est en rapport avec l'ICC 114<sup>[5]</sup> et la méthode 54-10 de l'AACC<sup>[6]</sup>.

NOTE 2 Pour la préparation de la pâte, un farinographe est utilisé (voir 6.2).

## 2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences 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 712-1, *Céréales et produits céréaliers — Détermination de la teneur en eau — Partie 1: Méthode de référence*

ISO 3696, *Eau pour laboratoire à usage analytique — Spécification et méthodes d'essai*

ISO 5530-1, *Farines de blé tendre — Caractéristiques physiques des pâtes — Partie 1: détermination de l'absorption d'eau et des caractéristiques rhéologiques au moyen du farinographe*

## 3 Termes et définitions

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

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

— ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <https://www.iso.org/obp>

— IEC Electropedia: disponible à l'adresse <https://www.electropedia.org/>

### 3.1

#### énergie

capacité à effectuer un travail

Note 1 à l'article: Pour les besoins du présent document, l'énergie est déterminée par l'aire de la zone située sous la courbe enregistrée. L'énergie décrit le travail nécessaire à l'étirage (3.6) d'une éprouvette de pâte.

Note 2 à l'article: En cas d'utilisation d'un dispositif mécanique, cette aire se mesure au planimètre et elle est exprimée en centimètres carrés. Dans le cas de dispositifs électroniques, cette aire est calculée automatiquement par le logiciel.

### 3.2 extensibilité

*E*

distance parcourue par le papier enregistreur à partir du moment où le crochet touche le pàton jusqu'à la rupture de ce dernier (par rupture de l'une de ses branches)

Note 1 à l'article: Dans le cas de dispositifs électroniques, elle est calculée automatiquement par le logiciel.

Note 2 à l'article: Voir [9.4](#) et la [Figure 1](#).

### 3.3 absorption d'eau de l'extensographe

volume d'eau nécessaire pour obtenir une pàte ayant une consistance de 500 unités farinographiques (UF) après 5 min de pétrissage, dans des conditions opératoires spécifiées

Note 1 à l'article: L'absorption d'eau de l'extensographe est exprimée en millilitres pour 100 g de farine à une teneur en eau de 14,0 % en fraction massique.

### 3.4 résistance maximale

$R_m$

moyenne des hauteurs maximales des courbes de l'extensographe des deux pàtons, à condition que la différence entre celles-ci ne dépasse pas 15 % de leur valeur moyenne

Note 1 à l'article: Voir [9.3.1](#) et la [Figure 1](#).

### 3.5 rapport

$R/E$

quotient de la *résistance maximale*,  $R_m$  ([3.4](#)), par l'*extensibilité* ([3.2](#)) ou de la résistance après un déroulement de 50 mm du papier enregistreur,  $R_{50}$ , par l'*extensibilité*

Note 1 à l'article: Dans le cas de dispositifs électroniques, il est calculé automatiquement par le logiciel.

Note 2 à l'article: Il constitue un facteur complémentaire de l'analyse du comportement de la pàte.

### 3.6 résistance à déformation constante

$R_{50}$

moyenne des hauteurs des courbes de l'extensographe après un déroulement de 50 mm du papier enregistreur des deux pàtons, à condition que la différence entre celles-ci ne dépasse pas 15 % de leur valeur moyenne

Note 1 à l'article: Dans le cas de dispositifs électroniques, elle est calculée automatiquement par le logiciel.

Note 2 à l'article: Voir [9.3.2](#) et la [Figure 1](#).

### 3.7 étirage

résistance d'une pàte à l'étirage et importance que peut prendre cet étirage jusqu'à la rupture, dans des conditions opératoires spécifiées

Note 1 à l'article: La résistance est exprimée en unités arbitraires (unités extensographiques, UE).

Note 2 à l'article: L'importance de l'extensibilité est exprimée en millimètres.

## 4 Principe

Une pàte est préparée dans un farinographe, à partir de farine, d'eau et de sel, dans des conditions spécifiées. Un pàton de forme normalisée est formé par passage dans la bouleuse et le cylindre de façonnage de l'extensographe. Après un temps de repos déterminé, le pàton est étiré et la force nécessaire est enregistrée graphiquement. Immédiatement après ces opérations, le même pàton est soumis à deux autres cycles comprenant le passage dans la bouleuse et le cylindre de façonnage, le temps de repos et l'étirage.

La grandeur et la forme des courbes obtenues donnent des indications sur les caractéristiques physiques de la pâte. Ces caractéristiques physiques influencent la qualité technologique de la farine.

## 5 Réactifs

Sauf spécification contraire, utiliser uniquement des réactifs de qualité analytique reconnue et de l'eau distillée ou déminéralisée conforme à la qualité 3 selon l'ISO 3696.

### 5.1 Chlorure de sodium de qualité analytique reconnue.

### 5.2 Matériau anti-adhérent facultatif.

Farine de riz ou amidon (pour éviter que la pâte colle au cylindre de façonnage et au rouleau).

## 6 Appareillage

Utiliser le matériel courant de laboratoire et, en particulier, ce qui suit.

**6.1 Extensographe<sup>1)</sup>**, avec un bain thermostatique consistant en un bain d'eau à température constante (voir l'[Annexe A](#)) ayant les caractéristiques de fonctionnement suivantes:

- fréquence de rotation de la bouleuse:  $(83 \pm 3) \text{ min}^{-1}$  (tr/min);
- fréquence de rotation du cylindre de façonnage:  $(15 \pm 1) \text{ min}^{-1}$  (tr/min);
- vitesse du crochet:  $(1,45 \pm 0,05) \text{ cm/s}$ ;
- vitesse de l'enregistreur:  $(0,65 \pm 0,01) \text{ cm/s}$ ; dans le cas de dispositifs électroniques, ce paramètre est enregistré automatiquement par le logiciel;
- force exercée par unité extensographique:  $(12,3 \pm 0,3) \text{ mN/UE}$  [ $(1,25 \pm 0,03) \text{ gf/UE}$ ].

Certains appareils plus anciens ont un étalonnage différent pour la force exercée par unité extensographique. Le mode opératoire décrit peut être utilisé avec de tels appareils, mais il est nécessaire de prendre en compte la différence d'étalonnage si l'on veut comparer les résultats avec des appareils étalonnés comme ci-dessus.

NOTE Un extensographe électronique peut être utilisé, voir [l'Article A.5](#).

**6.2 Farinographe<sup>2)</sup>**, relié à un bain thermostatique ayant les caractéristiques de fonctionnement spécifiées dans l'ISO 5530-1.

**6.3 Balance**, capable de peser à  $\pm 0,1 \text{ g}$  près.

**6.4 Spatule**, en matériau non métallique.

**6.5 Fiole conique**, de 250 ml de capacité.

---

1) Le présent document a été élaboré sur la base de l'extensographe Brabender, qui est un exemple de produit approprié disponible sur le marché. Cette information est donnée à l'intention des utilisateurs du présent document et ne signifie nullement que l'ISO approuve ou recommande l'emploi exclusif du produit ainsi désigné. Des produits équivalents peuvent être utilisés s'il est démontré qu'ils conduisent aux mêmes résultats.

2) Le présent document a été élaboré sur la base du farinographe Brabender, qui est un exemple de produit approprié disponible sur le marché. Cette information est donnée à l'intention des utilisateurs du présent document et ne signifie nullement que l'ISO approuve ou recommande l'emploi exclusif du produit ainsi désigné. Des produits équivalents peuvent être utilisés s'il est démontré qu'ils conduisent aux mêmes résultats.

## 7 Échantillonnage

L'échantillonnage ne fait pas partie de la méthode spécifiée dans le présent document. Une méthode d'échantillonnage recommandée est décrite dans l'ISO 24333<sup>[4]</sup>.

Il est important que le laboratoire reçoive un échantillon réellement représentatif, n'ayant pas été endommagé ou modifié pendant le transport ou l'entreposage.

## 8 Mode opératoire

### 8.1 Détermination de la teneur en eau de la farine

Déterminer la teneur en eau de la farine selon la méthode spécifiée dans l'ISO 712-1 ou par spectroscopie dans le proche infrarouge. Il convient que les performances NIR soient démontrées conformément à l'ISO 12099 et atteignent au moins une erreur type de prédiction (SEP)  $\leq 0,15$  % déterminée sur l'ensemble du domaine d'application du présent document.

NOTE Comparée à l'ISO 712-1, l'erreur de prédiction de l'ISO 12099 est plus élevée.

### 8.2 Préparation de l'appareil

**8.2.1** Mettre en marche le bain thermostatique (6.2) du farinographe et la circulation d'eau jusqu'à ce que la température requise soit atteinte, avant d'utiliser l'appareil. Avant et pendant l'essai, contrôler les températures:

- du bain thermostatique;
- du pétrin du farinographe, au niveau de l'orifice prévu à cet effet;
- de la chambre de l'extensographe.

Toutes les températures doivent être de  $(30 \pm 0,2)$  °C.

**8.2.2** Pour les dispositifs mécaniques, régler le bras de la plume enregistreuse de l'extensographe afin d'obtenir la lecture du zéro quand un berceau avec ses deux pinces et une masse de 150 g sont en place. Pour les dispositifs électroniques, le réglage du zéro est programmé pour être effectué automatiquement au début du mesurage.

**8.2.3** Verser un peu d'eau dans le bac de chaque porte-berceau, de sorte que le fond soit entièrement recouvert afin d'obtenir une humidité constante, et placer ces derniers avec les berceaux et les pinces dans la chambre au moins 15 min avant emploi.

**8.2.4** Pour les dispositifs mécaniques, désaccoupler le pétrin du farinographe de l'arbre de transmission et ajuster le(s) contrepoids de la balance, de manière que l'aiguille indique la déviation zéro lorsque le moteur tourne à la fréquence de rotation spécifiée (voir l'ISO 5530-1:2025, 6.1). Arrêter le moteur puis accoupler le pétrin. Pour les dispositifs électroniques, le réglage du zéro est programmé pour être effectué automatiquement au début du mesurage.

Pour les dispositifs mécaniques, lubrifier le pétrin en mettant une goutte d'eau entre les parois du fond et chaque friseur. Vérifier que la déviation de l'aiguille est dans la plage de  $(0 \pm 5)$  UF lorsque les friseurs tournent à la fréquence de rotation spécifiée dans le pétrin vide et propre. Si la déviation dépasse 5 UF, nettoyer le pétrin plus soigneusement ou éliminer toute autre cause de friction. Pour les dispositifs électroniques, la lubrification des friseurs est effectuée avec de la graisse de silicone.

Pour les dispositifs mécaniques, régler le bras de la plume enregistreuse afin d'obtenir des lectures identiques au niveau de l'aiguille et de la plume.



Pour les dispositifs mécaniques, régler l'amortisseur de manière que, avec le moteur en marche, le temps nécessaire pour que l'aiguille aille de 1 000 UF à 100 UF soit de  $(1,0 \pm 0,2)$  s.

**8.2.5** Il convient que l'eau ajoutée à la farine ait une température de  $(30 \pm 0,5)$  °C.

### 8.3 Prise d'essai

Porter, si nécessaire, la température de la farine entre 25 °C et 30 °C.

Peser, à 0,1 g près, l'équivalent de 300 g de farine ayant une teneur en eau de 14 % en fraction massique. Soit  $m$  cette masse, en grammes. Voir l'ISO 5530-1:2025, Tableau 1, qui donne  $m$  en fonction de la teneur en eau.

Mettre la farine dans le pétrin du farinographe. Couvrir le pétrin et le laisser couvert jusqu'à la fin du pétrissage (voir 8.4.2) sauf, pendant un temps aussi court que possible, lorsque l'eau doit être ajoutée et la pâte raclée (voir l'ISO 5530-1:2025, A.1.2).

### 8.4 Préparation de la pâte

**8.4.1** Mettre  $(6,0 \pm 0,1)$  g pour le pétrin de 300 g ou  $(1,0 \pm 0,1)$  g pour le pétrin de 50 g du chlorure de sodium (5.1) dans la fiole conique (6.5). Faire passer la quantité d'eau qui est nécessaire pour préparer une pâte ayant la consistance cible et dissoudre le sel.

**8.4.2** Mélanger dans le pétrin du farinographe à la fréquence de rotation spécifiée (voir l'ISO 5530-1:2025, 6.1) pendant 1 min ou un peu plus longtemps. Verser la solution de sel (voir 8.4.1) en moins de 25 s, à l'aide d'un entonnoir, dans le trou central de la partie inférieure du couvercle, au moment où une ligne des minutes du papier enregistreur passe devant la plume ou est automatiquement enregistrée pour les dispositifs électroniques. Lorsque la pâte se forme, racler à l'aide de la spatule (6.4) les parois du pétrin en incorporant à la pâte toute particule adhérente aux parois, sans arrêter le pétrin. Si la consistance est trop élevée, ajouter un peu plus d'eau afin d'obtenir une consistance de 500 UF après un pétrissage de 5 min. Arrêter le pétrissage et nettoyer le pétrin.

Afin de simplifier le mesurage et la lecture, le papier enregistreur peut être avancé pendant le pré-pétrissage de la farine. Ne pas le déplacer en arrière. Pour les dispositifs électroniques, le temps est enregistré; le mesurage peut commencer à tout moment.

NOTE 1 Avec des modèles de farinographes plus anciens dont le pétrin est couvert d'une plaque unique sans trou de dosage dans l'angle droit (voir l'ISO 5530-1:2025, A.1.2), la solution de sel est versée dans le coin antérieur droit du pétrin.

NOTE 2 Si cette première pâte répond aux caractéristiques de 8.4.3, les pâtons peuvent être façonnés (voir 8.4.4) et étirés (voir 8.5.1).

**8.4.3** Effectuer des pétrissages complémentaires selon les besoins, jusqu'à obtention d'une pâte pour laquelle:

- l'addition de la solution de sel et d'eau a été faite en 25 s;
- la consistance, mesurée au centre de la courbe, après un pétrissage de 5 min, est comprise entre 480 UF et 520 UF.

**8.4.4** Dans la chambre de l'extensographe (6.1), prendre un porte-berceau avec deux berceaux. Enlever leurs pinces.

Sortir la pâte du pétrin. Peser rapidement un pâton de  $(150 \pm 0,5)$  g. L'introduire rapidement dans la bouleuse et faire tourner 20 fois le plateau. Ôter le pâton de la bouleuse et le passer une fois dans le cylindre de façonnage en vérifiant qu'il entre bien par la partie centrale arrière. Sortir le pâton en le roulant, le poser au centre du berceau et l'enserrer avec la pince. Régler le chronomètre sur 45 min. Peser un second pâton. Le passer dans la bouleuse et le cylindre de façonnage et l'enserrer avec les pinces, de la même façon. Placer dans la chambre de repos le porte-berceau avec les deux berceaux et les pâtons.

Les pâtes très collantes (par exemple lorsque la pâte reste sur le cylindre de façonnage ou sur le rouleau) peuvent être légèrement saupoudrées de farine de riz ou d'amidon avant d'être introduites dans le cylindre de façonnage.

Avec des pâtes ayant une élasticité importante (qui fait que la partie supérieure du berceau est soulevée lorsqu'on y place la pâte), il convient de maintenir les pinces vers le bas pendant quelques secondes afin de s'assurer qu'elles fixent la pâte correctement.

Nettoyer le pétrin du farinographe.

## 8.5 Détermination

**8.5.1** Exactement 45 min après avoir enserré le premier pâton, placer le premier berceau sur le bras de la balance de l'extensographe (6.1); le pont situé entre les deux moitiés du berceau doit être sur le côté gauche de façon à ne pas être touché par le crochet d'étirage lorsqu'il se déplace. Ajuster la plume sur la force zéro (pas nécessaire pour les dispositifs électroniques). Immédiatement après, mettre en marche le crochet d'étirage.

Observer le pâton (voir 9.4, alinéa 2). Après rupture du pâton, enlever le berceau.

NOTE Dans les modèles d'extensographes récents, le crochet retourne automatiquement à sa position supérieure. Avec les modèles plus anciens, un interrupteur peut être utilisé pour arrêter le crochet après rupture du pâton et le ramener à sa position supérieure.

**8.5.2** Recueillir la pâte du berceau et du crochet. Répéter les opérations de boulage et de façonnage, comme spécifié en 8.4.4, sur le même pâton. Régler le chronomètre sur 45 min.

**8.5.3** Remettre le papier enregistreur au même point de départ que pour le premier pâton (pas nécessaire pour les dispositifs électroniques). Répéter les opérations d'étirage (voir 8.5.1) sur le second pâton. Recueillir la pâte du berceau et du crochet. Répéter les opérations de boulage et de façonnage (voir 8.4.4) sur le second pâton.

**8.5.4** Recommencer les opérations d'étirage, de boulage et de façonnage spécifiées de 8.5.1 à 8.5.3 en remplaçant les pâtons formés dans la chambre. Effectuer ces opérations un peu plus de 90 min après la fin du pétrissage.

**8.5.5** Recommencer l'opération spécifiée en 8.5.1 en étirant les deux pâtons à tour de rôle. Cette opération est effectuée un peu plus de 135 min après la fin du pétrissage.

**8.5.6** Il existe d'autres variations du présent mode opératoire et des évaluations correspondantes. Toutefois, elles ne sont pas valides pour une utilisation avec le présent document. Pour effectuer les mesurages rapidement et sans perte de temps, une autre méthode peut convenir. Elle diffère de la méthode normalisée en ce sens que les périodes de repos sont réduites. En effet, l'étirage 45 min, 90 min et 135 min après le pétrissage est remplacé par un étirage 30 min, 60 min et 90 min après le pétrissage. Les courbes obtenues diffèrent de par leur forme et leur dimension de celles des extensogrammes normalisés. Si l'on utilise cette méthode rapide, il est nécessaire de le mentionner dans le rapport d'essai.

## 9 Expression des résultats

### 9.1 Généralités

Pour faciliter les calculs, on peut utiliser un ordinateur. L'extensographe doit alors être modifié par l'ajout d'une sortie électrique pour le transfert des données. Un logiciel approprié permet à l'ordinateur d'évaluer l'extensogramme conformément à 9.2 à 9.5 et d'en analyser les résultats.

## 9.2 Absorption d'eau

Calculer l'absorption d'eau de l'extensographe, exprimée en millilitres pour 100 g de farine à une teneur en eau de 14 % en fraction massique, pour le pétrin de 300 g.

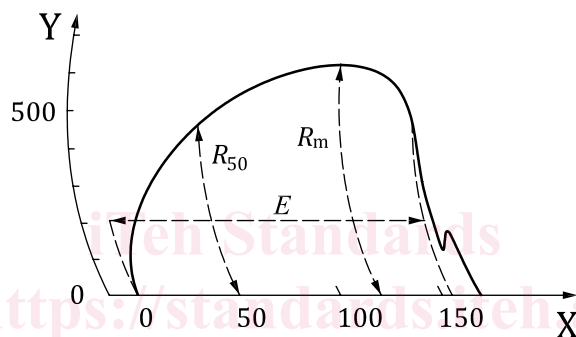
## 9.3 Résistance à l'étirage

### 9.3.1 Résistance maximale

Prendre comme résultat de la résistance maximale à l'étirage,  $R_m$ , la moyenne des hauteurs maximales des courbes de l'extensographe (voir la [Figure 1](#)) des deux pâtons, à condition que la différence entre celles-ci ne dépasse pas 15 % de leur valeur moyenne.

En cas d'utilisation de dispositifs mécaniques, il convient que le résultat soit lu avec une précision de 5 UE.

Enregistrer chacune des valeurs moyennes de  $R_{m45}$ ,  $R_{m90}$  et  $R_{m135}$  (les valeurs moyennes sont calculées automatiquement par les dispositifs électroniques).



#### Légende

X temps ou étirage (x/mm)

Y force (UE)

$E$  extensibilité

$R_m$  résistance maximale

$R_{50}$  résistance après un déroulement de 50 mm du papier enregistreur

**Figure 1 — Extensogramme représentatif montrant les indices communément mesurés**

### 9.3.2 Résistance à déformation constante

Certaines personnes préfèrent mesurer la hauteur de la courbe à un étirage déterminé du pâton qui correspond normalement à un déroulement de 50 mm du papier enregistreur ou du graphique électronique. L'étirage est mesuré à partir du moment où le crochet touche le pâton, c'est-à-dire quand la force est brusquement différente de zéro. Ce paramètre n'a pas été évalué au cours des essais interlaboratoires.

Prendre comme résultat de la résistance à l'étirage à déformation constante,  $R_{50}$ , la moyenne des hauteurs des courbes de l'extensographe des deux pâtons après un déroulement de 50 mm du papier enregistreur ou du graphique électronique (voir la [Figure 1](#)), à condition que la différence entre celles-ci ne dépasse pas 15 % de leur valeur moyenne.

En cas d'utilisation de dispositifs mécaniques, il convient que le résultat soit lu avec une précision de 5 UE.

Enregistrer chacune des valeurs moyennes de  $R_{50,45}$ ,  $R_{50,90}$  et  $R_{50,135}$  (les valeurs moyennes sont calculées automatiquement par les dispositifs électroniques).

Par suite du plus grand abaissement du berceau, un pâton plus résistant est moins étiré, à 50 mm sur le papier enregistreur ou sur le graphique électronique, qu'un pâton moins résistant. Il est possible, au moyen de corrections appropriées, de lire les résistances de tous les pâtons pour le même étirage net. Lorsqu'on effectue une telle correction, il est nécessaire de l'indiquer dans le rapport d'essai.

## 9.4 Extensibilité, $E$

Mesurer l'extensibilité jusqu'à la rupture. La rupture est indiquée sur la courbe de l'extensographe, soit par une descente douce de la courbe presque jusqu'à la force nulle, soit par une rupture brusque de la courbe (voir la [Figure 1](#)).

Après le point de rupture, le trajet de l'enregistrement dépend de l'inertie du système de leviers et de l'intervalle de temps entre la rupture des deux branches du pâton. Pour la mesure de l'extensibilité, la courbe est supposée suivre en ordonnée, à partir du point de rupture, une ligne circulaire jusqu'à la force nulle (courbe en pointillés sur la [Figure 1](#)). Pour une bonne identification du point de rupture, il est nécessaire d'observer le pâton au moment de sa rupture.

Prendre comme résultat de l'extensibilité la moyenne des distances sur les courbes de l'extensographe des deux pâtons, à condition que la différence entre celles-ci ne dépasse pas 9 % de leur valeur moyenne.

Enregistrer, au millimètre près, chacune des valeurs moyennes de  $E_{45}$ ,  $E_{90}$  et  $E_{135}$ .

## 9.5 Énergie

Déterminer l'énergie en mesurant l'aire de la zone située sous la courbe enregistrée à l'aide d'un planimètre (l'aire est calculée automatiquement par les dispositifs électroniques). L'exprimer en centimètres carrés.

## 9.6 Rapport ( $R/E$ )

Déterminer le rapport  $R/E$ .

## 10 Fidélité

### 10.1 Essais interlaboratoires

Des essais interlaboratoires ont été réalisés en 2016 par Cereal & Food Expertise (voir l'[Annexe B](#)).

NOTE Les valeurs relatives à la répétabilité et à la reproductibilité dérivées de ces essais interlaboratoires ne sont pas nécessairement applicables à des plages de mesure et à des matrices autres que celles indiquées.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/e8e48b2f-db97-4a30-9f4f-beda72a06ab9/iso-5530-2-2025>

### 10.2 Répétabilité

La différence absolue entre deux résultats d'essai individuels indépendants, obtenus par la même méthode, sur un matériel d'essai identique, dans le même laboratoire, par le même opérateur utilisant le même équipement pendant un court intervalle de temps, ne doit pas être supérieure dans plus de 5 % des cas aux valeurs données dans le [Tableau 1](#).

**Tableau 1 — Données de répétabilité obtenues avec un extensographe**

Caractéristique	45 min	90 min	135 min
Énergie (cm <sup>2</sup> )	$r = 0,155\ 4\ X - 1,909\ 88$	$r = 13,3$	$r = 0,160\ 72\ X - 0,322\ 28$
Extensibilité ( $E$ , mm)	$r = 13,8$	$r = 14,2$	$r = 13,9$
Résistance maximale ( $R_m$ , UE)	$r = 44,8$	$r = 61,8$	$r = 64,8$
Résistance à déformation constante ( $R_{50}$ , UE)	$r = 33,9$	$r = 45,8$	$r = 47,4$
Rapport ( $R_m/E$ )	$r = 0,37$	$r = 0,49$	$r = 0,51$
Rapport ( $R_{50}/E$ )	$r = -1,067\ 08\ X + 2,105\ 88$	$r = 0,52$	$r = 0,44$
NOTE X est la moyenne arithmétique des deux déterminations.			

### 10.3 Reproductibilité

La différence absolue entre deux résultats d'essai individuels, obtenus par la même méthode, sur un matériel d'essai identique, dans des laboratoires différents, par des opérateurs différents utilisant des équipements différents, ne doit pas être supérieure dans plus de 5 % des cas aux valeurs données dans le [Tableau 2](#).

**Tableau 2 — Données de reproductibilité obtenues avec un extensographe**

Caractéristique	45 min	90 min	135 min
Énergie (cm <sup>2</sup> )	$R = 0,160\ 72\ X - 3,495\ 52$	$R = 21,7$	$R = 0,356\ 16\ X - 7,641\ 2$
Extensibilité ( $E$ , mm)	$R = 21,1$	$R = 22,3$	$R = 23,4$
Résistance maximale ( $R_m$ , UE)	$R = 65,3$	$R = 95,1$	$R = 104,5$
Résistance à déformation constante ( $R_{50}$ , UE)	$R = 51$	$R = 76,6$	$R = 78,1$
Rapport ( $R_m/E$ )	$R = 0,55$	$R = 0,75$	$R = 0,78$
Rapport ( $R_{50}/E$ )	$R = -1,147\ 72\ X + 2,399\ 32$	$R = 0,66$	$R = 0,69$

NOTE X est la moyenne arithmétique des deux déterminations.

### 10.4 Comparaison de deux groupes de mesures dans deux laboratoires

La différence critique ( $CD_R$ ) entre deux valeurs moyennées obtenues dans deux laboratoires différents à partir de deux résultats d'essai dans des conditions de répétabilité est égale à la [Formule \(1\)](#):

$$C_D = 2,8 \sqrt{s_R^2 - s_r^2 \left(1 - \frac{1}{2n_1} - \frac{1}{2n_2}\right)} = 2,8 \sqrt{s_R^2 - 0,5s_r^2} \quad (1)$$

où

$s_r$  est l'écart-type de répétabilité;

$s_R$  est l'écart-type de reproductibilité;

$n_1$  et  $n_2$  correspondent au nombre de résultats d'essai pour chaque valeur moyennée.

Voir les valeurs calculées pour les différents niveaux de chaque paramètre.

Les données sont indiquées dans l'[Annexe C](#).

## 11 Rapport d'essai

Le rapport d'essai doit contenir au moins les informations suivantes:

- toutes les informations nécessaires à l'identification complète de l'échantillon;
- la méthode d'échantillonnage utilisée, si elle est connue;
- la méthode d'essai utilisée, avec une référence au présent document, à savoir l'ISO 5530-2;
- tous les détails opératoires non spécifiés dans le présent document, ou considérés comme facultatifs, ainsi que les détails relatifs à tout incident éventuel susceptible d'avoir eu une incidence sur le(s) résultat(s) d'essai;
- le(s) résultat(s) d'essai obtenu(s);
- si la répétabilité a été vérifiée, le résultat final calculé obtenu;
- la date de l'essai.

## Annexe A (informative)

### Description de l'extensographe

#### A.1 Description générale

L'extensographe comprend deux parties:

- a) l'unité d'extensographe proprement dite (voir [l'Article A.2](#));
- b) un bain thermostatique pour la circulation d'eau (voir [l'Article A.3](#)).

L'extensographe est utilisé en association avec le farinographe, qui comporte également un bain thermostatique (voir l'ISO 5530-1).

#### A.2 Unité d'extensographe

##### A.2.1 Généralités

L'unité d'extensographe est montée sur une lourde plaque de fonte comportant quatre vis de mise à niveau et consiste en:

- a) une bouleuse (voir [A.2.2](#));
- b) un cylindre de façonnage (voir [A.2.3](#));
- c) des berceaux et des pinces pour maintenir les pâtons, et des porte-berceaux;
- d) une chambre de repos à trois sections (voir [A.2.4](#));
- e) un dispositif d'étirage du pâton (voir [A.2.5](#));
- f) un dispositif d'enregistrement de la résistance à l'étirage et de l'extensibilité du pâton sous forme d'extensogrammes (voir [A.2.6](#)).

Le dispositif d'étirage et l'enregistreur sont illustrés schématiquement à la [Figure A.1](#).