
Météorologie — Mesurages du vent —

Partie 1:

**Méthodes d'essai en soufflerie
pour déterminer les caractéristiques
d'un anémomètre tournant**

iTeh STANDARD PREVIEW
Meteorology — Wind measurements —
(standards.iteh.ai)
Part 1: Wind tunnel test methods for rotating anemometer performance

ISO 17713-1:2007

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/611d63e3-99f7-49f7-90a7-5efbf9753427/iso-17713-1-2007>



PDF – Exonération de responsabilité

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

Adobe est une marque déposée d'Adobe Systems Incorporated.

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

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 17713-1:2007](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/611d63e3-99f7-49f7-90a7-5efbf9753427/iso-17713-1-2007)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/611d63e3-99f7-49f7-90a7-5efbf9753427/iso-17713-1-2007>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2007

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

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

Version française parue en 2008

Publié en Suisse

Sommaire

Page

Avant-propos.....	iv
Introduction	v
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Termes et définitions	1
4 Symboles et termes abrégés	2
5 Récapitulatif de la méthode d'essai	3
6 Documentation	6
7 Appareillage	6
7.1 Système de mesure	6
7.2 Techniques d'enregistrement	7
8 Méthodes d'essai	7
8.1 Seuil de démarrage (U_0)	7
8.2 Fonction de transfert ($U = a + bR + \dots$)	8
8.3 Constante de distance (L_U)	9
8.4 Coefficient de réponse hors axe (Q_U) — Anémomètre à coupelles	9
8.5 Coefficient de réponse hors axe (Q_U) — Anémomètres girouettes à hélice	9
8.6 Coefficient de réponse hors axe (Q_U) — Anémomètres à hélice à axe fixe	10
8.7 Essais de recette	10
9 Qualité de la méthode d'essai	10
9.1 Généralités	10
9.2 Soufflerie	10
9.3 Répétabilité	10
9.4 Incertitude	11
Annexe A (normative) Conditions normales d'essai en soufflerie	12
Annexe B (informative) Exemples de formats de présentation des données issues des cycles	15
Bibliographie	18

Avant-propos

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

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

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

L'attention est 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.

L'ISO 17713-1 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 146, *Qualité de l'air*, sous-comité SC 5, *Météorologie*.

L'ISO 17713 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Météorologie — Mesurages du vent*:

— *Partie 1: Méthodes d'essai en soufflerie pour déterminer les caractéristiques d'un anémomètre tournant*

La partie suivante est prévue:

— *Partie 2: Méthodes d'essai en soufflerie pour girouette*

Introduction

Les anémomètres à coupelles ou à hélice sont les instruments les plus couramment utilisés en météorologie pour mesurer la vitesse moyenne du vent dans la couche limite atmosphérique, qui se limite à quelques dizaines de mètres au-dessus du sol. Certains types d'anémomètre à coupelles ou à hélice utilisés sont disponibles pour mesurer des vitesses de vent allant de quelques dixièmes de mètres par seconde à $100 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Ces anémomètres sont largement utilisés dans les domaines de la météorologie, de l'aviation, de la pollution de l'air, de l'énergie éolienne et dans de nombreuses autres applications.

La présente partie de l'ISO 17713 a été développée pour définir une série de méthodes d'essai applicables partout dans le monde et permettant de déterminer les caractéristiques des anémomètres à coupelles et des anémomètres à hélice. Cette partie permet à un utilisateur final de comparer différents fabricants et modèles d'anémomètres à coupelles et d'anémomètres à hélice et de déterminer leur aptitude à une application donnée.

iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

[ISO 17713-1:2007](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/611d63e3-99f7-49f7-90a7-5efbf9753427/iso-17713-1-2007)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/611d63e3-99f7-49f7-90a7-5efbf9753427/iso-17713-1-2007>

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 17713-1:2007

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/611d63e3-99f7-49f7-90a7-5efbf9753427/iso-17713-1-2007>

Météorologie — Mesurages du vent —

Partie 1:

Méthodes d'essai en soufflerie pour déterminer les caractéristiques d'un anémomètre tournant

1 Domaine d'application

1.1 La présente partie de l'ISO 17713 décrit des méthodes d'essai en soufflerie visant à déterminer les caractéristiques d'un anémomètre tournant, et plus particulièrement les anémomètres à coupelles et les anémomètres à hélice.

1.2 La présente partie de l'ISO 17713 décrit un essai de réception et des méthodes non ambiguës permettant de mesurer le seuil de démarrage, la constante de distance, la fonction de transfert et la réponse hors axe d'un anémomètre tournant dans une soufflerie.

Il est à noter que pour l'application des valeurs déterminées à l'aide de ces méthodes aux courants atmosphériques, il faut garder à l'esprit que les performances d'un anémomètre en conditions réelles diffèrent des performances obtenues en soufflerie.

2 Références normatives

ISO 17713-1:2007

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/611d63e3-99f7-49f7-90a7-3e1b27554278/iso-17713-1-2007>

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

ISO 5725-1, *Exactitude (justesse et fidélité) des résultats et méthodes de mesure — Partie 1: Principes généraux et définitions*

ISO 5725-2, *Exactitude (justesse et fidélité) des résultats et méthodes de mesure — Partie 2: Méthode de base pour la détermination de la répétabilité et de la reproductibilité d'une méthode de mesure normalisée*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent. Voir également les Références bibliographiques [1], [2] et [3].

3.1

constante de distance

L_U

distance parcourue par l'air qui traverse un anémomètre tournant pendant la période nécessaire aux coupelles ou à l'hélice pour atteindre $(1 - 1/e)$ ou 63 % de la vitesse d'équilibre, après un échelon d'augmentation de la vitesse du vent

3.2

coefficient de réponse hors axe

Q_U

quotient de la vitesse du vent indiquée (U_θ) à différents angles d'attaque (θ) sur le produit de la vitesse du vent indiquée (U_i) à angle d'attaque nul par le cosinus de l'angle d'attaque (θ), ainsi ce quotient (Q_U) compare la réponse hors axe réelle à une réponse de cosinus vraie

3.3

seuil de démarrage

U_0
vitesse minimale du vent à laquelle un anémomètre tournant commence à tourner et fournit un signal mesurable, en position normale de fonctionnement

NOTE Un anémomètre à coupelles est en position normale de fonctionnement lorsque son axe de rotation est perpendiculaire au sens d'écoulement du vent. Un anémomètre à hélice est en position normale de fonctionnement lorsque son axe de rotation est parallèle au sens d'écoulement du vent.

3.4

fonction de transfert

relation entre la vitesse du vent en soufflerie et la vitesse du vent mesurée par la vitesse de rotation de l'anémomètre sur toute l'étendue de mesure de l'anémomètre: ($\hat{U} = a + bR + \dots$)

4 Symboles et termes abrégés

- a constante de décalage du zéro (en mètres par seconde)
- b constante de passage du vent (pente apparente) ou constante d'étalonnage (en mètres par révolution)
- D_p distance parcourue par l'air (en mètres) par impulsion de sortie pour les anémomètres fournissant un signal de sortie à impulsion
- $^\circ$ symbole pour degrés directionnels
- e base des logarithmes népériens
- L moyenne des constantes de distance (mètres) à des vitesses de $5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ et de $10 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$
- L_U constante de distance à la vitesse du vent en soufflerie U (en mètres par seconde)
- M_{RU} résolution de mesure de la vitesse du vent, c'est-à-dire l'incrément de mesure minimal pour la vitesse (en mètres par seconde) de l'anémomètre
- Q_U coefficient de réponse hors axe à la vitesse du vent en soufflerie U (en mètres par seconde)
- r une révolution du rotor
- R vitesse de rotation (en révolutions par seconde, $\text{r}\cdot\text{s}^{-1}$)
- t durée (en secondes)
- t_f temps nécessaire (en secondes) à l'obtention de 74 % de la vitesse d'équilibre U_f de l'anémomètre (en mètres par seconde)
- t_i temps nécessaire (en secondes) à l'obtention de 30 % de la vitesse d'équilibre U_f de l'anémomètre (en mètres par seconde)
- T période de mesure (en secondes)
- T_R résolution temporelle d'un mesurage (en secondes)
- U vitesse du vent en soufflerie (en mètres par seconde, $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)
- \hat{U} estimation de la vitesse du vent (en mètres par seconde), obtenue à l'aide de la fonction de transfert de l'anémomètre

U_f	vitesse du vent (en mètres par seconde) indiquée par l'anémomètre à l'équilibre
U_i	vitesse du vent (en mètres par seconde) indiquée par l'anémomètre en conditions normales de fonctionnement, en soufflerie
U_{max}	vitesse opérationnelle maximale spécifiée pour l'anémomètre (en mètres par seconde)
U_{min}	vitesse opérationnelle minimale spécifiée pour l'anémomètre (en mètres par seconde)
U_t	vitesse du vent instantanée (en mètres par seconde) indiquée par l'anémomètre à l'instant t
U_0	seuil de démarrage (en mètres par seconde)
U_θ	vitesse du vent (en mètres par seconde) indiquée par l'anémomètre à l'angle d'attaque hors axe θ
θ	angle d'attaque hors axe (en degrés)
θ_s	angle de décrochage pour un anémomètre à hélice à axe fixe (en degrés)
τ	temps de réponse de l'anémomètre (en secondes) pour la vitesse d'équilibre U_f .

5 Récapitulatif de la méthode d'essai

5.1 La présente méthode d'essai nécessite l'utilisation d'une soufflerie conforme à celle décrite dans l'Annexe A. Pour de plus amples informations relatives aux essais en soufflerie, consulter les Références indiquées dans la Bibliographie [7], [10], [12], [13].

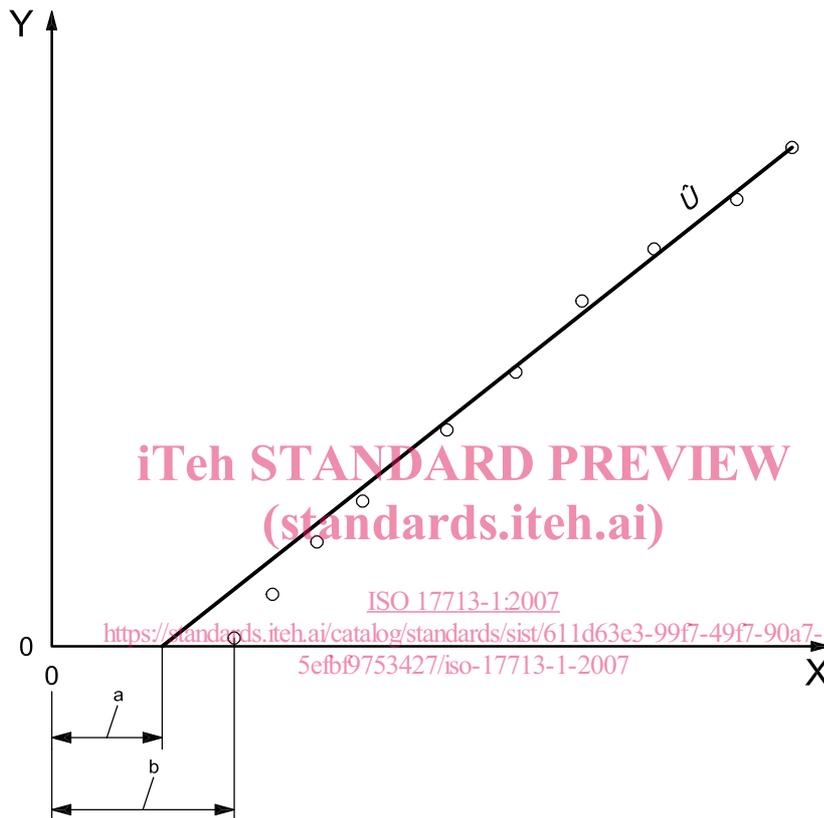
5.2 Le seuil de démarrage (U_0) est déterminé en mesurant la vitesse minimale à laquelle un anémomètre commence à tourner et fournit un signal mesurable, en conditions normales de fonctionnement. Dans le cas d'un anémomètre à hélice, l'axe de l'appareil est parallèle à la direction de l'air. Dans le cas d'un anémomètre à coupelles, l'axe de l'appareil est perpendiculaire à la direction de l'air.

5.3 La fonction de transfert ($\hat{U} = a + bR + \dots$) [1], [6] est déterminée en mesurant la vitesse de rotation ou le signal de sortie de l'anémomètre à des vitesses du vent comprises dans l'étendue de mesure spécifiée. Dans la gamme de vitesses du vent où la réponse de l'anémomètre n'est pas linéaire (proche du seuil), enregistrer les résultats de mesure à au moins cinq vitesses différentes. Enregistrer les résultats de mesure obtenus pour l'anémomètre et la soufflerie à au moins cinq vitesses supplémentaires, dans les limites du domaine de mesure, mais au-dessus de la zone de seuil non linéaire (voir Figure 1). Si le domaine de mesure s'étend à une gamme de vitesses élevées non linéaire, les résultats de mesure obtenus à ces vitesses supplémentaires doivent alors être inclus dans cette gamme, suffisamment étendue pour permettre la détermination d'une expression polynomiale appropriée. Réaliser au moins trois séries de mesurages. Les constantes a et b sont déterminées par régression des moindres carrés à l'aide des mesurages individuels effectués à chaque point de donnée.

Il est possible de faire une approximation de cette fonction par régression linéaire pour certains domaines de mesure et certains types d'anémomètres. Cette fonction peut devenir non linéaire à des vitesses de soufflerie basses (généralement de deux à cinq fois la valeur U_0) et de nouveau à des vitesses élevées. \hat{U} est la vitesse du vent attendue en mètres par seconde; a et b sont des constantes polynomiales. Les constantes au-delà de b sont nulles pour la relation linéaire. Dans le cas d'une relation linéaire, la constante a est communément désigné par le terme «décalage du zéro», exprimée en mètres par seconde. La valeur b est une constante représentant le passage du vent en mètres par révolution pour chaque rotation des coupelles ou de l'hélice et R est la vitesse de rotation, en révolutions par seconde. Il convient de noter que le décalage du zéro est un paramètre distinct du seuil de démarrage. Dans le cas d'anémomètres très sensibles, il est possible que la constante a , c'est-à-dire le décalage du zéro, soit à peine supérieure à zéro. Les constantes a et b doivent être déterminées par mesurage en soufflerie pour chaque type d'anémomètre. Dans le cas des anémomètres qui ne fournissent pas directement une vitesse de rotation, par exemple lorsque la valeur est

directement exprimée en vitesse du vent (ASCII, hexadécimal, etc.) ou en unités électriques (volts, milliampères, etc.), R et b peuvent être exprimées dans des unités différentes qui correspondent à celles fournies.

NOTE Même si le modèle de fonction de transfert ne simule pas complètement la réponse de l'anémomètre dans la partie de départ non linéaire de la courbe, pour la plupart des applications, l'exactitude supplémentaire apportée par des calculs mathématiques plus poussés n'est pas garantie. Ces points de données, situés dans la partie de départ non linéaire de la courbe, peuvent servir de base pour l'élaboration d'un modèle mathématique plus avancé de la fonction de transfert.



Légende

- X vitesse du vent dans la soufflerie, U , en mètres par seconde
- Y vitesse de rotation, R , en révolutions par seconde
- a Décalage du zéro, a , en mètres par seconde.
- b Seuil de démarrage, U_0 , en mètres par seconde.

Figure 1 — Courbe d'étalonnage type d'un anémomètre

5.4 La constante de distance (L_U) doit être déterminée à plusieurs vitesses du vent, parmi lesquelles des vitesses de $5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ et de $10 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Elle est calculée à partir du temps nécessaire à l'accélération du rotor de l'anémomètre ($1 - 1/e$) ou à l'obtention de 63 % d'un échelon d'augmentation de la vitesse de rotation après suppression d'une contrainte de non-rotation^[4]. La réponse finale, U_f , est la vitesse du vent à l'équilibre indiquée par l'anémomètre (voir Figure 2). Ce temps de réponse (τ) est uniquement applicable à la vitesse de l'essai en cours. Pour certaines applications, il peut être utile de calculer cette constante de distance pour des vitesses du vent supplémentaires, dans la gamme opérationnelle.

NOTE Lorsque le changement de palier est décroissant, la constante de distance varie. Cette valeur est un indicateur de la survitesse de l'anémomètre (anémomètre qui enregistre une vitesse du vent supérieure à la vitesse réelle du vent) en conditions de vent soufflant en rafales. Pour des applications spécifiques, il peut être intéressant de déterminer cette constante de distance pour des vitesses du vent décroissantes. La détermination de la constante de distance pour des vitesses du vent décroissantes n'entre pas dans le cadre de la présente partie de l'ISO 17713.

La réponse d'un anémomètre tournant à un changement de palier où la vitesse du vent augmente instantanément de $U = 0$ à $U = U_f$ est la suivante [5]:

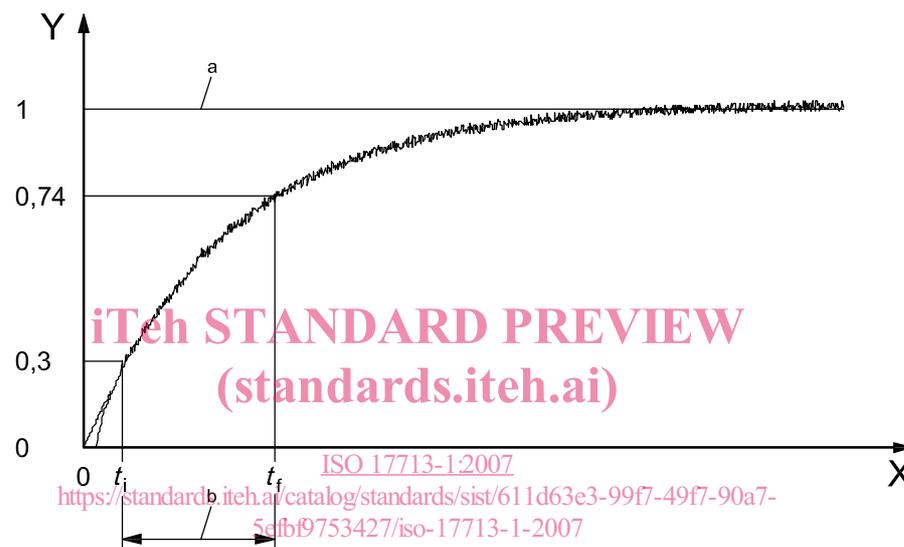
$$U_t = U_f(1 - e^{-(t/\tau)}) \quad (1)$$

Le temps de réponse est

$$\tau = t_f - t_i \quad (2)$$

La constante de distance est

$$L_U = U\tau \quad (3)$$



Légende

- X temps, t , en secondes
- Y vitesse du vent indiquée par l'anémomètre, U_i , en mètres par seconde
- a Réponse finale.
- b Temps de réponse, τ .

Figure 2 — Courbe de réponse type d'un anémomètre — Changement de palier croissant de la vitesse du vent

Pour éviter les éventuels effets perturbateurs de la contrainte de blocage de l'anémomètre, comme cela est indiqué à la Figure 2, il convient d'effectuer les mesurages de temps entre 0,30 de U_f et 0,74 de U_f . L'intervalle de temps de réponse obtenu (τ), en secondes, correspond au temps de réponse théorique $(1 - 1/e)$ de l'instrument, à 1 % près. Pour le convertir en constante de distance (L_U), multiplier ce temps par la vitesse du vent en soufflerie (U) [1].

5.5 Le coefficient de réponse hors axe (Q_U) peut varier en fonction de la vitesse. Il doit être déterminé à plusieurs vitesses du vent, parmi lesquelles des vitesses de $5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ et de $10 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

5.5.1 Dans le cas des *anémomètres à coupelles*, le signal de sortie est mesuré lorsque l'anémomètre est orienté dans le vent (courant d'air descendant) et contre le vent (courant d'air ascendant) et que la soufflerie fournit une vitesse régulière. Le signal de sortie est mesuré lorsque l'axe de l'anémomètre est incliné par pas de 5° par rapport à un axe vertical, entre 0° et $\pm 30^\circ$ de la verticale. Le signal mesuré est ensuite converti en coefficient pour chaque inclinaison en divisant par le produit du cosinus de l'angle et le signal mesuré lorsque l'axe de l'anémomètre est en position normale (verticale).