

# NORME INTERNATIONALE

ISO  
1151-5

Deuxième édition  
1987-05-01



INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION  
ORGANISATION INTERNATIONALE DE NORMALISATION  
МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ

## Mécanique du vol — Concepts, grandeurs et symboles —

### Partie 5: Grandeurs utilisées dans les mesures

ITeH STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

*Flight dynamics — Concepts, quantities and symbols —*

[ISO 1151-5:1987](#)

*Part 5: Quantities used in measurements* [catalog/standards/sist/802333b6-f794-470a-8244-c8d369a4b745/iso-1151-5-1987](#)

## 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 normalement 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.

Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour approbation, avant leur acceptation comme Normes internationales par le Conseil de l'ISO. Les Normes internationales sont approuvées conformément aux procédures de l'ISO qui requièrent l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

La Norme internationale ISO 1151-5 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 20, *Aéronautique et espace*.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/802333b6-f794-470a-8244-c8da69a4b745/iso-1151-5-1987>

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO 1151-5 : 1974), dont elle constitue une révision technique dans son ensemble, le paragraphe 5.7 ayant par ailleurs été ajouté.

L'attention des utilisateurs est attirée sur le fait que toutes les Normes internationales sont de temps en temps soumises à révision et que toute référence faite à une autre Norme internationale dans le présent document implique qu'il s'agit, sauf indication contraire, de la dernière édition.

L'ISO 1151, *Mécanique du vol — Concepts, grandeurs et symboles*, comprend actuellement sept parties :

*Partie 1: Mouvement de l'avion par rapport à l'air.*

*Partie 2: Mouvements de l'avion et de l'atmosphère par rapport à la Terre.*

*Partie 3: Dérivées des forces, des moments et de leurs coefficients.*

*Partie 4: Paramètres utilisés dans l'étude de la stabilité et du pilotage des avions.*

*Partie 5: Grandeurs utilisées dans les mesures.*

*Partie 6: Géométrie de l'avion.*

*Partie 7: Points de vol et domaines de vol.*

L'ISO 1151 est destinée à introduire les principaux concepts, à définir les termes les plus importants utilisés dans les études théoriques et expérimentales et, dans la mesure du possible, à donner les symboles correspondants.

Dans toutes les parties de l'ISO 1151, le terme « avion » désigne un véhicule destiné à voler dans l'atmosphère ou dans l'espace. En général, il présente essentiellement une symétrie gauche-droite par rapport à un plan. Ce plan est déterminé par les caractéristiques géométriques de l'avion. Dans ce plan, on définit deux directions orthogonales : arrière-avant et dessus-dessous. La direction transversale, sur la perpendiculaire à ce plan, en résulte.

Lorsqu'il y a un seul plan de symétrie, c'est le plan de référence de l'avion. Lorsqu'il y a plus d'un plan de symétrie, ou lorsqu'il n'y en a aucun, il est nécessaire de choisir un plan de référence. Dans le premier cas, le plan de référence est l'un des plans de symétrie. Dans le second cas, le plan de référence est arbitraire. Dans tous les cas, il est nécessaire d'en préciser le choix.

Les angles de rotation, les vitesses angulaires et les moments autour d'un axe sont positifs dans le sens d'horloge, pour un observateur regardant dans la direction positive de cet axe.

Tous les trièdres utilisés sont trirectangles et directs, c'est-à-dire qu'une rotation positive de  $\pi/2$  autour de l'axe  $x$  amène l'axe  $y$  dans la position précédemment occupée par l'axe  $z$ .

Le centre de gravité coïncide avec le centre de masse si le champ de gravité est homogène. Si tel n'est pas le cas, le centre de gravité peut être remplacé par le centre de masse dans les définitions de l'ISO 1151. Ceci devra alors être spécifié.

#### **Numérotation des chapitres et paragraphes**

Dans le but de faciliter l'indication des références d'un chapitre ou d'un paragraphe, une numérotation décimale a été adoptée telle que le premier chiffre soit le numéro de la partie considérée de l'ISO 1151.

## Sommaire

	Page
5.0 Introduction .....	1
5.1 Caractéristiques fondamentales de l'atmosphère .....	1
5.2 Altitudes géométrique et géopotentielle .....	2
5.3 Altitudes conventionnelles liées à une atmosphère type .....	2
5.4 Grandeurs physiques liées au mouvement de l'avion dans l'atmosphère .....	3
5.5 Mesure des grandeurs liées au mouvement de l'avion dans l'atmosphère .....	4
5.6 Vitesses et nombre de Mach indiqué .....	5
5.7 Indications des accéléromètres de bord .....	6
<b>Annexe:</b> Dénominations utilisées pour les différences de pressions dans certains pays .....	8

# Mécanique du vol – Concepts, grandeurs et symboles –

## Partie 5: Grandeurs utilisées dans les mesures

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

#### 5.0 Introduction

La présente partie de l'ISO 1151 traite des grandeurs utilisées dans les mesures en vol.

L'ISO 2533, *Atmosphère type*, est, par ailleurs, nécessaire en tant que document de référence pour l'application de certains articles de la présente partie de l'ISO 1151.

#### 5.1 Caractéristiques fondamentales de l'atmosphère

Parmi les grandeurs physiques qui caractérisent l'atmosphère au point considéré, les plus importantes sont les suivantes.

N°	Dénomination	Définition	Symbole
5.1.1	Pression (de l'air)	Pression de l'air au point considéré de l'atmosphère, mesurée par un instrument parfait, immobile par rapport à l'air.	$p$
5.1.2	Température (de l'air)	Température thermodynamique de l'air au point considéré de l'atmosphère, mesurée par un instrument parfait, immobile par rapport à l'air.  NOTE — La température thermodynamique est encore parfois appelée «température absolue».	$T$
5.1.3	Masse volumique (de l'air)	Quotient de la masse de l'air contenu dans un volume infinitésimal entourant le point considéré de l'atmosphère par ce volume.	$\rho$
5.1.4	Densité (de l'air)	Rapport de la masse volumique de l'air (5.1.3), au point considéré de l'atmosphère, à une masse volumique de référence.  Généralement, cette masse volumique de référence est la masse volumique de l'air au niveau moyen de la mer dans l'atmosphère type choisie.  En utilisant l'atmosphère type spécifiée dans l'ISO 2533:  $\sigma = \frac{\rho}{\rho_n} \text{ avec } \rho_n = 1,225 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$	$\sigma$

## 5.2 Altitudes géométrique et géopotentielle

N°	Dénomination	Définition	Symbole
5.2.1	Altitude géométrique (par rapport au niveau de la mer)	Grandeur dont le module est égal à la distance entre le point considéré et le niveau moyen de la mer.  Cette grandeur est positive pour des points situés au-dessus du niveau moyen de la mer.	$h$ ou $Z_g$  NOTE — L'indice «g» peut être omis s'il n'y a pas de confusion possible avec $Z$ (1.5.2).
5.2.2	Altitude géopotentielle	L'altitude géopotentielle d'un point P, d'altitude géométrique $h(P)$ (5.2.1), est donnée par la relation:  $H = \frac{1}{g_n} \int_0^{h(P)} g(h) dh$ où  $g(h)$ est l'accélération de la pesanteur définie dans l'atmosphère type ISO 2533 en fonction de l'altitude géométrique $h$ (5.2.1);  $g_n$ est l'accélération normalisée due à la pesanteur ( $g_n = 9,806\ 65\ \text{m}\cdot\text{s}^{-2}$ d'après l'ISO 2533).  L'intégrale est calculée le long de la verticale passant par le point P.	$H$

## iTeh STANDARD PREVIEW

## 5.3 Altitudes conventionnelles liées à une atmosphère type (standards.iteh.ai)

La définition d'un certain nombre de grandeurs intéressant les mesures en vol repose sur la notion d'une atmosphère type. Une telle atmosphère est supposée être constituée d'un gaz parfait, de masse molaire connue, en équilibre aérostatique.

Les lois de variation de la température et de la composition du gaz avec l'altitude géopotentielle (5.2.2) étant choisies conventionnellement, les lois de variation avec l'altitude géopotentielle des différents paramètres physiques qui caractérisent l'atmosphère type s'en déduisent.

N°	Dénomination	Définition	Symbole
5.3.1	Altitude - pression	Altitude géopotentielle (5.2.2) où, dans l'atmosphère type choisie, la pression est égale à la pression de l'air (5.1.1) au point considéré.	$H_p$
5.3.2	Altitude - température	Altitude géopotentielle (5.2.2) où, dans l'atmosphère type choisie, la température est égale à la température de l'air (5.1.2) au point considéré.	$H_T$
5.3.3	Altitude - masse volumique	Altitude géopotentielle (5.2.2) où, dans l'atmosphère type choisie, la masse volumique est égale à la masse volumique de l'air (5.1.3) au point considéré.	$H_\rho$

NOTE — Des définitions analogues à celles de 5.3.1 à 5.3.3 peuvent être données à partir de l'altitude géométrique. Les symboles correspondants sont:  $h_p$ ,  $h_T$ ,  $h_\rho$ .

## 5.4 Grandeurs physiques liées au mouvement de l'avion dans l'atmosphère

La détermination de la vitesse et de l'altitude de l'avion exige la définition de grandeurs physiques relatives au mouvement d'un point dans l'atmosphère. On suppose que l'atmosphère n'est pas perturbée par la présence du point mobile.

N°	Dénomination	Définition	Symbole
5.4.1	Pression (statique)	Pression de l'air (5.1.1) au point de l'atmosphère coïncidant, à l'instant considéré, avec le point mobile.	$p_s$ NOTE — L'indice «s» peut être omis s'il n'y a pas de confusion possible.
5.4.2	Température (statique)	Température de l'air (5.1.2) au point de l'atmosphère coïncidant, à l'instant considéré, avec le point mobile.	$T_s$ NOTE — L'indice «s» peut être omis s'il n'y a pas de confusion possible.
5.4.3	Masse volumique (statique)	Masse volumique de l'air (5.1.3) au point de l'atmosphère coïncidant, à l'instant considéré, avec le point mobile.	$\rho_s$ NOTE — L'indice «s» peut être omis s'il n'y a pas de confusion possible.
5.4.4	Pression génératrice : pression d'arrêt isentropique	Pression de l'air amené à vitesse nulle, par rapport au point mobile, par un processus isentropique (adiabatique et réversible).	$p_i$ ou $p_t$
5.4.5	Pression génératrice derrière choc normal ; pression d'arrêt isentropique derrière choc normal	Pression de l'air amené à vitesse nulle, par rapport au point mobile, par un processus isentropique (adiabatique et réversible) en aval d'un choc normal.	$p'_i$ ou $p'_t$
5.4.6	Pression d'arrêt	Pression de l'air amené à vitesse nulle, par rapport au point mobile, — par un processus isentropique lorsque l'écoulement est subsonique. — par un processus isentropique en aval d'un choc normal lorsque l'écoulement est supersonique.  NOTE — En subsonique : $p_p = p_i = p_t$ En supersonique : $p_p = p'_i = p'_t$	$p_p$
5.4.7	Température génératrice ; température d'arrêt	Température thermodynamique de l'air amené à vitesse nulle, par rapport au point mobile, par un processus adiabatique.  NOTE — La température thermodynamique est encore parfois appelée «température absolue».	$T_i$ ou $T_t$
5.4.8	Pression cinétique	Quantité ayant la dimension d'une pression, égale au demi-produit de la masse volumique de l'air $\rho$ (5.1.3) par le carré de la vitesse $V$ (1.3.1) du point par rapport à l'air : $q = \frac{\rho}{2} V^2$	$q$

NOTE — Dans certains pays, des dénominations sont utilisées pour les différences suivantes :

$$p_i - p_s \text{ ou } p_t - p_s$$

$$p_p - p_s$$

(Voir le tableau dans l'annexe.)

## 5.5 Mesure des grandeurs liées au mouvement de l'avion dans l'atmosphère

À partir des mesures de pression et de température obtenues à bord de l'avion, on peut déterminer les grandeurs définies en 5.4. Cependant, ces mesures sont entachées de deux types d'erreurs :

- a) erreurs dues au champ aérodynamique de l'avion, à la forme et à l'orientation des prises de pression ou de température, etc. ;
- b) erreurs dues au système de mesure installé à bord de l'avion (capteurs, transducteurs, transmission, retards pneumatiques, systèmes de codage, erreurs de lecture, etc.).

La correction des erreurs du second type relève des problèmes de mesure en général. Par contre, la spécificité des erreurs du premier type conduit à définir des grandeurs caractéristiques existant à l'entrée des prises de mesure de pression et de température installées sur un avion.

NOTE – Dans les symboles 5.5.1 à 5.5.7, l'indice «b» doit être conservé ou remplacé par un indice alphanumérique caractéristique de la prise considérée.

N°	Dénomination	Définition	Symbole
5.5.1	Pression statique d'entrée	Pression existant à l'entrée de la prise de pression statique (5.4.1).	$p_{sb}$
5.5.2	Erreur de statique	Différence entre la pression statique d'entrée (5.5.1) et la pression statique (5.4.1) :  $dp_s = p_{sb} - p_s$	$dp_s$
5.5.3	Coefficient d'erreur de statique	Quotient de l'erreur de statique (5.5.2) par la pression cinétique (5.4.8) :  $K_{ps} = \frac{dp_s}{q}$	$K_{ps}$
5.5.4	Pression d'arrêt d'entrée	Pression existant à l'entrée de la prise de pression d'arrêt (5.4.6).	$p_{pb}$
5.5.5	Erreur de pression d'arrêt	Différence entre la pression d'arrêt d'entrée (5.5.4) et la pression d'arrêt (5.4.6) :  $dp_p = p_{pb} - p_p$	$dp_p$
5.5.6	—	Différence entre la pression d'arrêt d'entrée (5.5.4) et la pression statique d'entrée (5.5.1) :  $\Delta p = p_{pb} - p_{sb}$	$\Delta p$
5.5.7	Température génératrice d'entrée ; température d'arrêt d'entrée	Température thermodynamique existant à l'emplacement du capteur de température d'arrêt (5.4.7).	$T_{ib}$ ou $T_{tb}$

## 5.6 Vitesses et nombre de Mach indiqué

N°	Dénomination	Définition	Symbole
5.6.1	Vitesse conventionnelle	<p>Vitesse - air (1.3.1) qu'aurait l'avion au niveau de la mer, en atmosphère type conforme à l'ISO 2533, pour une même valeur de la différence entre la pression d'arrêt (5.4.6) et la pression statique (5.4.1) que celle qui existe à l'instant considéré.</p> <p>Sa valeur est donnée par les relations théoriques suivantes:</p> <p>a) Si <math>V_c \leq \sqrt{\gamma R T_n} = a_n = 340,294 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}</math>, on a:</p> $p_p - p_s = p_n \left[ \left( 1 + \frac{\gamma - 1}{2} \frac{V_c^2}{\gamma R T_n} \right)^{\gamma/(\gamma-1)} - 1 \right]$ <p>b) Si <math>V_c &gt; \sqrt{\gamma R T_n} = a_n = 340,294 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}</math>, on a:</p> $p_p - p_s = p_n \left\{ \left( \frac{\gamma + 1}{2} \frac{V_c^2}{\gamma R T_n} \right)^{\gamma/(\gamma-1)} \left[ 1 + \frac{2\gamma}{\gamma + 1} \left( \frac{V_c^2}{\gamma R T_n} - 1 \right) \right]^{1/(1-\gamma)} - 1 \right\}$ <p>où, par convention:</p> <p><math>\gamma</math> (quelquefois désigné par <math>\kappa</math>) = 1,400</p> <p><math>R = 287,052 \text{ 87 J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}</math></p> <p><math>p_n = 101 \text{ 325 Pa}</math></p> <p><math>T_n = 288,15 \text{ K}</math></p> <p>Ces formules sont utilisées pour la graduation des indicateurs de vitesse.</p> <p><a href="https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/802333b6-f794-470a-8244-8d12461b7415/iso-1151-5-1987">https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/802333b6-f794-470a-8244-8d12461b7415/iso-1151-5-1987</a></p> <p>NOTE — <math>a_n</math>, <math>p_n</math> et <math>T_n</math> sont, respectivement, les valeurs normalisées de la célérité du son, de la pression et de la température thermodynamique, au niveau moyen de la mer.</p>	$V_c$
5.6.2	Vitesse indiquée	Vitesse obtenue à la sortie d'une chaîne de mesure, calculée comme une vitesse conventionnelle (5.6.1), mais en utilisant les indications de pression disponibles à l'entrée du calculateur incorporé à la chaîne.	$V_i$
5.6.3	Équivalent de vitesse	Produit de la vitesse - air (1.3.1) par la racine carrée de la densité de l'air (5.1.4), soit: $V_e = V\sqrt{\sigma}$	$V_e$