

NORME
INTERNATIONALE

ISO
1151-9

Première édition
1993-09-15

Mécanique du vol — Concepts, grandeurs et
symboles —

Partie 9:

**Modèles de mouvements atmosphériques le long de
la trajectoire de l'avion**

Flight dynamics — Concepts, quantities and symbols —
[https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/2ecf5e35-90c6-436d-b4ba-](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/2ecf5e35-90c6-436d-b4ba-23872297577e-iso/1151-9-1993)

Part 9: Models of atmospheric motions along the trajectory of the aircraft



Numéro de référence
ISO 1151-9:1993(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 1151-9 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 20, *Aéronautique et espace*, sous-comité SC 3, *Concepts, grandeurs et symboles de la mécanique du vol*.

L'ISO 1151 comprend les parties suivantes présentées sous le titre général *Mécanique du vol — Concepts, grandeurs et symboles* :

- *Partie 1: Mouvement de l'avion par rapport à l'air*
- *Partie 2: Mouvement 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: Concepts, grandeurs et symboles utilisés pour 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*
- *Partie 8: Concepts et grandeurs utilisés pour l'étude du comportement dynamique de l'avion*
- *Partie 9: Modèles de mouvements atmosphériques le long de la trajectoire de l'avion*

© ISO 1993

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

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.

iTeh STANDARD REVIEW
(standards.itel.fr)

ISO 1151-9:1993
<https://standards.itel.fr/en/kit/iso-1151-9-1993/2ccf5e35-90c6-436d-b4ba-c228bc3a9753/iso-1151-9-1993>

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 d'inertie si le champ de gravité est homogène. Si tel n'est pas le cas, le centre de gravité peut être remplacé par le centre d'inertie dans les définitions de l'ISO 1151. Cela devra alors être spécifié.

Numérotation des articles et des paragraphes

Dans le but de faciliter l'indication des références d'un article 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.

Page blanche

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 1151-9:1993

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/2ecf5e35-90c6-436d-b4ba-c228bc3a9753/iso-1151-9-1993>

Mécanique du vol — Concepts, grandeurs et symboles —

Partie 9:

Modèles de mouvements atmosphériques le long de la trajectoire de l'avion

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 1151-9:1993](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/2ecf5e35-90c6-436d-b4ba-c228bc3a9753/iso-1151-9-1993)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/2ecf5e35-90c6-436d-b4ba-c228bc3a9753/iso-1151-9-1993>

9.0 Introduction

La présente partie de l'ISO 1151 traite des concepts et des grandeurs qui caractérisent les modèles des mouvements atmosphériques affectant le comportement dynamique d'un avion.

Le mouvement de l'air par rapport à la Terre est défini par le vecteur vent (2.2.3) en chaque point de la trajectoire de l'avion (8.2.1).

Dans les problèmes de mécanique du vol, il est habituel d'utiliser des modèles mathématiques du champ du vecteur vent et de ses variations au cours du temps. Ce sont des représentations schématiques des mouvements réels de l'atmosphère.

Dans la présente partie de l'ISO 1151, les modèles suivants sont définis:

- vent constant (9.1);
- gradients de vent (9.2);
- rafales (9.3);
- modèles tridimensionnels de vents (9.4);
- tourbillons (9.5).

D'autres modèles peuvent être définis par superposition de ces modèles.

9.1 Vent constant

N°	Dénomination	Définition	Symbole
9.1.1	Vent stationnaire	Modèle de vent défini de telle façon que le vecteur vent (2.2.3) soit constant dans le temps.	—
9.1.2	Vent constant	Modèle de vent défini de telle façon que le vecteur vent (2.2.3) soit constant en tout point de l'espace et dans le temps. NOTE — C'est le modèle de vent utilisé dans d'autres parties de l'ISO 1151.	—
9.1.3	Vent moyen	Vent constant (9.1.2) défini de façon conventionnelle dans les modèles incluant les variations du mouvement de l'air par rapport au temps: $\vec{V}_W = \frac{1}{T} \int_0^T \vec{V}_W dt$ où \vec{V}_W est le vecteur vent (2.2.3); T est la durée de l'intervalle de temps considéré. NOTE — Dans les modèles de vent caractérisés par les variations du vecteur vent prises uniquement par rapport au temps, le vent moyen est le même en tout point de la trajectoire considérée.	\vec{V}_W

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

9.2 Gradients de vent

ISO 1151-9:1993

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/2ecf5e35-90c6-436d-b4ba-c228bc3a9753/iso-1151-9-1993>

N°	Dénomination	Définition	Symbole
9.2.1	Gradient de vent	Modèle de vent pour lequel les variations du vecteur vent — sont égales à zéro, par rapport au temps, et — sont des fonctions continues par rapport aux coordonnées du trièdre normal terrestre (1.1.2). Dans ce cas, la variation $\Delta \vec{V}_W$ du vecteur vent par rapport à ces coordonnées est donnée par: $\Delta \vec{V}_W = \begin{pmatrix} \Delta u_{W0} \\ \Delta v_{W0} \\ \Delta w_{W0} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} u_{Wx} & u_{Wy} & u_{Wz} \\ v_{Wx} & v_{Wy} & v_{Wz} \\ w_{Wx} & w_{Wy} & w_{Wz} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \Delta x_0 \\ \Delta y_0 \\ \Delta z_0 \end{pmatrix}$ où $u_{Wx} = \frac{\partial u_{W0}}{\partial x_0}$, $u_{Wy} = \frac{\partial u_{W0}}{\partial y_0}$, etc. et $\Delta x_0, \Delta y_0, \Delta z_0$ sont les variations des coordonnées.	—
9.2.2	Gradient de vent constant	Modèle de vent pour lequel le gradient de vent (9.2.1) est le même dans chaque point de l'espace considéré.	—

9.3 Rafales

9.3.1 Description générale des rafales

N°	Dénomination	Définition	Symbole
9.3.1.1	Rafale	Modèle de vent caractérisé par une variation déterministe et rapide du vecteur vent \vec{V}_W (2.2.3) provoquant une variation du vecteur vitesse-air \vec{V} (1.3.1).	—
9.3.1.2	Vecteur vitesse de rafale Vitesse de rafale	Composante du vecteur vent \vec{V}_W (2.2.3) attribué à la rafale (9.3.1.1). Module du vecteur vitesse de rafale.	\vec{V}_G V_G
9.3.1.3	Profil de rafale	Fonction de la distance sur la trajectoire de l'avion (8.2.1), ou du temps, caractérisant le vecteur vitesse de rafale (9.3.1.2) dans un modèle de rafale. NOTE — Le profil de rafale est caractérisé par: — une valeur initiale nulle du vecteur vitesse de rafale; — la vitesse caractéristique de rafale (9.3.1.4); — la direction de la rafale; — la valeur finale du vecteur vitesse de rafale.	—
9.3.1.4	Vitesse caractéristique de rafale	Valeur maximale de la vitesse de rafale (9.3.1.2) dans un modèle de rafale.	—
9.3.1.5	Longueur caractéristique de rafale	Distance la plus courte sur la trajectoire de l'avion (8.2.1) correspondant à une variation de la vitesse de vent V_W (2.2.3) égale à la vitesse caractéristique de rafale (9.3.1.4).	l_G
9.3.1.6	Rafale longitudinale	Profil de rafale (9.3.1.3) pour lequel seule la composante du vecteur vitesse de rafale (9.3.1.2) suivant l'axe aérodynamique x_a (1.1.6) est différente de zéro. NOTE — Une rafale longitudinale peut aussi être définie en utilisant la composante suivant l'axe longitudinal (1.1.5).	—
9.3.1.7	Rafale latérale	Profil de rafale (9.3.1.3) pour lequel seule la composante du vecteur vitesse de rafale (9.3.1.2) suivant l'axe latéral aérodynamique y_a (1.1.6) est différente de zéro. NOTE — Une rafale <i>transversale</i> peut être définie en utilisant la composante suivant l'axe transversal (1.1.5).	—
9.3.1.8	Rafale normale	Profil de rafale (9.3.1.3) pour lequel seule la composante du vecteur vitesse de rafale (9.3.1.2) suivant l'axe normal aérodynamique z_a (1.1.6) est différente de zéro. NOTE — Une rafale normale peut aussi être définie en utilisant la composante suivant l'axe normal (1.1.5).	—
9.3.1.9	Rafale verticale	Profil de rafale (9.3.1.3) pour lequel seule la composante du vecteur vitesse de rafale (9.3.1.2) suivant l'axe vertical z_0 (1.1.2) est différente de zéro.	—
9.3.1.10	Rafale horizontale	Profil de rafale (9.3.1.3) pour lequel seule la composante du vecteur vitesse de rafale (9.3.1.2) suivant un axe fixe dans le plan horizontal x_0y_0 (1.1.2) est différente de zéro. NOTE — Dans ce cas, il convient de spécifier la direction de l'axe par rapport au trièdre normal terrestre (1.1.2).	—

9.3.2 Rafales types

Dans des études de la réponse dynamique de l'avion à des perturbations atmosphériques, différents profils types de rafales (9.3.1.3) sont utilisés. D'autres profils de rafales peuvent être définis sur la base des profils types de rafales donnés ci-dessous.

Dans les articles suivants, les symboles suivants sont utilisés:

- a valeur constante
- i indice alphanumérique caractérisant la perturbation atmosphérique considérée
- t₀ instant initial de la perturbation atmosphérique
- Δt intervalle de temps caractéristique

Tous les profils types de rafales sont nuls pour t < t₀.

Si t₀ = 0, la référence à l'instant initial peut être omise dans le symbole.

L'intervalle de temps caractéristique, Δt, peut être omis du symbole s'il est clairement défini.

N°	Dénomination	Définition	Symbole
9.3.2.1	Rafale en échelon	Modèle de rafale pour lequel la composante du vecteur vitesse de rafale (9.3.1.2) suivant l'axe considéré varie en échelon (8.5.1) par rapport au temps: $\Gamma_{Gi}(t_0) = \begin{cases} 0 & \text{si } t < t_0 \\ a & \text{si } t \geq t_0 \end{cases}$	Γ _{Gi} (t ₀)
9.3.2.2	Rafale en rampe	Modèle de rafale pour lequel la composante du vecteur vitesse de rafale (9.3.1.2) suivant l'axe considéré varie en rampe limitée (8.5.3) par rapport au temps: $\rho_{Gi}(t_0, \Delta t) = \begin{cases} 0 & \text{si } t < t_0 \\ a \frac{t - t_0}{\Delta t} & \text{si } t_0 \leq t \leq t_0 + \Delta t \\ a & \text{si } t > t_0 + \Delta t \end{cases}$	ρ _{Gi} (t ₀ , Δt)
9.3.2.3	Rafale en échelon (1 – cos)	Modèle de rafale pour lequel la composante du vecteur vitesse de rafale (9.3.1.2) suivant l'axe considéré varie par rapport au temps d'après la loi: $\Psi_{Gi}(t_0, \Delta t) = \begin{cases} 0 & \text{si } t < t_0 \\ \frac{a}{2} \left(1 - \cos \frac{\pi(t - t_0)}{\Delta t} \right) & \text{si } t_0 \leq t \leq t_0 + \Delta t \\ a & \text{si } t > t_0 + \Delta t \end{cases}$	Ψ _{Gi} (t ₀ , Δt)
9.3.2.4	Rafale en impulsion (1 – cos)	Modèle de rafale pour lequel la composante du vecteur vitesse de rafale (9.3.1.2) suivant l'axe considéré varie par rapport au temps d'après la loi: $\Omega_{Gi}(t_0, \Delta t) = \begin{cases} 0 & \text{si } t < t_0 \\ \frac{a}{2} \left(1 - \cos \frac{2\pi(t - t_0)}{\Delta t} \right) & \text{si } t_0 \leq t \leq t_0 + \Delta t \\ 0 & \text{si } t > t_0 + \Delta t \end{cases}$	Ω _{Gi} (t ₀ , Δt)

9.4 Modèles tridimensionnels de vents

N°	Dénomination	Définition	Symbole
9.4.1	Cisaillage de vent	<p>Modèle de vent défini par la juxtaposition de deux vents constants (9.1.2) situés de part et d'autre d'un plan dont les vecteurs vitesses sont différents et parallèles à ce plan.</p> <p>NOTES</p> <p>1 Ce concept implique nécessairement l'existence d'une discontinuité au niveau du plan de séparation.</p> <p>2 Au passage du plan de séparation, l'avion est soumis à un changement du vecteur vent comparable à une rafale en échelon (9.3.2.1).</p> <p>3 Il est possible de remplacer le plan de séparation par une couche mince à l'intérieur de laquelle le gradient de vent (9.2.1) est fort, mais limité.</p>	—
9.4.2	«Downburst»	<p>Modèle de vent tridimensionnel caractérisé par:</p> <ul style="list-style-type: none"> — une symétrie cylindrique suivant l'axe vertical, — de grandes vitesses de vent descendant. <p>NOTE — La vitesse du vent est essentiellement verticale dans la partie supérieure du «downburst» et horizontale près du sol.</p>	—

9.5 Tourbillons

N°	Dénomination	Définition	Symbole
9.5.1	Tourbillon	Modèle de vent caractérisé par la rotation de l'air autour d'un axe.	—
9.5.2	Modèle de tourbillon de Rankine	<p>Modèle de tourbillon (9.5.1) dans lequel les vecteurs vitesses locaux de l'air sont contenus dans les plans normaux à l'axe du tourbillon et sont tangents à des cercles centrés sur cet axe.</p> <p>La vitesse de l'air à la distance r de l'axe du tourbillon est:</p> $V_V = V_n r \quad \text{pour } \hat{r} \leq 1$ <p>et</p> $V_V = \frac{V_n}{\hat{r}} \quad \text{pour } \hat{r} \geq 1$ <p>avec $\hat{r} = \frac{r}{r_n}$</p> <p>où</p> <p>r_n est le rayon du noyau du tourbillon;</p> <p>V_n est la vitesse tangentielle de l'air pour $r = r_n$</p> <p>NOTE — Dans le modèle de Rankine, l'air dans le noyau tourne à vitesse angulaire identique.</p>	—
9.5.3	Modèle de tourbillon empirique	<p>Modèle de tourbillon (9.5.1) dans lequel les vecteurs vitesses locaux de l'air sont contenus dans les plans normaux à l'axe du tourbillon et sont tangents à des cercles centrés sur cet axe.</p> <p>La vitesse de l'air à la distance r de l'axe du tourbillon est:</p> $V_V = V_n \frac{2\hat{r}}{1 + \hat{r}^2}$ <p>avec $\hat{r} = \frac{r}{r_n}$</p> <p>où</p> <p>r_n est le rayon du noyau du tourbillon;</p> <p>V_n est la vitesse tangentielle de l'air pour $r = r_n$</p>	—