

# NORME INTERNATIONALE

# ISO 1151-8

Première édition  
1992-06-15

---

---

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

### Partie 8:

Concepts et grandeurs utilisés pour l'étude du comportement dynamique de l'avion

iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

ISO 1151-8:1992

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c9ab740-04ca-4054-9ccc-a922421ef9fd/iso-1151-8-1992>  
*Flight dynamics — Concepts, quantities and symbols —*

*Part 8: Concepts and quantities used in the study of the dynamic behaviour of the aircraft*



Numéro de référence  
ISO 1151-8 : 1992 (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 1151-8 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*.

ISO 1151-8:1992

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: 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*
- *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 1992

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.

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.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/e9db0740-64ca-4094-9eee->

Tous les trièdres utilisés sont trièdres rectangles 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. Ceci 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 1151-8:1992

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/e9db0740-64ca-4094-9eee-a922421ef9fd/iso-1151-8-1992>

# Mécanique du vol — Concepts, grandeurs et symboles —

## Partie 8:

### Concepts et grandeurs utilisés pour l'étude du comportement dynamique de l'avion

#### 8.0 Introduction

La présente partie de l'ISO 1151 traite des concepts et grandeurs caractérisant certaines classes de mouvement naturel de l'avion et ses caractéristiques dynamiques fondamentales.

L'avion est supposé rigide, de masse constante et d'inertie constante; il n'est pas équipé de systèmes modifiant son comportement dynamique naturel. Toutefois, la plupart des définitions peuvent être appliquées au cas de l'avion déformable, de masse variable et d'inertie variable.

Les concepts généraux définis dans la présente partie de l'ISO 1151 s'appliquent à la phase de vol atmosphérique.

#### 8.1 Concepts généraux

N°	Dénomination	Définition
8.1.1	Variable de vol	Grandeur dont la valeur en fonction du temps caractérise le mouvement de l'avion.
8.1.2	État de vol	Ensemble des valeurs des variables de vol (8.1.1).  NOTE — Il ne faut pas confondre ce concept avec celui de point de vol (7.5.5).
8.1.3	État de vol stabilisé	État de vol (8.1.2) dans lequel les variables de vol (8.1.1) considérées restent constantes en fonction du temps.
8.1.4	État de vol quasi-stabilisé	État de vol (8.1.2) dans lequel les variables de vol (8.1.1) considérées varient si lentement en fonction du temps que leurs variations peuvent être négligées dans l'étude.
8.1.5	État de vol non stabilisé	État de vol (8.1.2) dans lequel au moins l'une des variables de vol (8.1.1) considérées varie si rapidement en fonction du temps que ses variations ne peuvent pas être négligées dans l'étude.
8.1.6	État de vol de référence	État de vol (8.1.2) choisi comme référence dans une étude donnée.  NOTES 1 Dans la plupart des cas un état de vol stabilisé (8.1.3) ou un état de vol quasi-stabilisé (8.1.4) est choisi comme référence. 2 Dans une étude concernant un certain intervalle de temps, il est courant de choisir comme référence l'état de vol (8.1.2) précédant immédiatement cet intervalle.

N°	Dénomination	Définition
8.1.7	Sollicitation	Action sur un avion destinée à modifier ou à maintenir l'état de vol (8.1.2).
8.1.8	Perturbation	Action involontaire qui engendre une modification de l'état de vol (8.1.2).  NOTE — La nature de cette action peut être : — humaine; — atmosphérique; — mécanique; — etc.
8.1.9	Variable d'entrée	Élément de l'ensemble des grandeurs caractérisant la sollicitation (8.1.7) ou la perturbation (8.1.8).
8.1.10	Variable de sortie	Élément de l'ensemble des variables de vol (8.1.1) dont les évolutions en fonction du temps caractérisent la réponse de l'avion à la sollicitation (8.1.7) ou à la perturbation (8.1.8) considérées.

## 8.2 Types de mouvements de l'avion

N°	Dénomination	Définition
8.2.1	Trajectoire (de l'avion)	Lieu tridimensionnel de l'origine du trièdre cinématique de l'avion (2.1.1), usuellement le centre d'inertie, par rapport à la Terre.
8.2.2	Mouvement plan de l'avion	Mouvement de l'avion caractérisé par une trajectoire (8.2.1) contenue dans un plan.
8.2.3	Vol rectiligne	Mouvement plan de l'avion (8.2.2) caractérisé par une trajectoire (8.2.1) rectiligne.
8.2.4	Vol horizontal	Mouvement plan de l'avion (8.2.2) caractérisé par une trajectoire (8.2.1) contenue dans un plan horizontal.
8.2.5	Vol symétrique	État de vol (8.1.2) d'un avion dont le dérapage (1.2.1.1) est nul.  NOTE — La géométrie de l'avion et l'écoulement ne sont pas nécessairement symétriques.
8.2.6	Virage	Mouvement de l'avion conduisant à un changement d'azimut de la trajectoire (2.3.1).
8.2.7	Virage horizontal	Virage (8.2.6) en vol horizontal (8.2.4).
8.2.8	Virage stabilisé	Virage horizontal (8.2.7) pour lequel la vitesse-air (1.3.1) et le facteur de charge (1.5.9) sont maintenus constants.  NOTE — Si la vitesse du vent, $V_w$ , (2.2.3) est nulle, la trajectoire (8.2.1) est circulaire.
8.2.9	Mouvement longitudinal (isolé)	Mouvement caractérisé par des variations, par rapport à un état de vol de référence (8.1.6), — de l'incidence, $\alpha$ , (1.2.1.2); — de l'assiette longitudinale, $\Theta$ , (1.2.2.2); — de la vitesse-air, $V$ , (1.3.1); — de la pente, $\gamma$ , (2.3.2); et — de la vitesse de tangage, $q$ , (1.3.6), tandis que les variations — du dérapage, $\beta$ , (1.2.1.1); — de la vitesse de roulis, $p$ , (1.3.6); et — de la vitesse de lacet, $r$ , (1.3.6) sont nulles ou négligeables.
8.2.10	Mouvement latéral (isolé)	Mouvement caractérisé par des variations, par rapport à un état de vol de référence (8.1.6), — du dérapage, $\beta$ , (1.2.1.1); — de l'angle de gîte, $\Phi$ , (1.2.2.3); — de l'azimut, $\Psi$ , (1.2.2.1); — de la vitesse de roulis, $p$ , (1.3.6); et — de la vitesse de lacet, $r$ , (1.3.6), tandis que les variations — de l'incidence, $\alpha$ , (1.2.1.2); — de la vitesse-air, $V$ , (1.3.1); — de la pente, $\gamma$ , (2.3.2); et — de la vitesse de tangage, $q$ , (1.3.6) sont nulles ou négligeables.

### 8.3 Modes naturels du mouvement de l'avion

Dans les paragraphes suivants, les modes considérés correspondent à des mouvements de faible amplitude venant se superposer à un état de vol de référence stabilisé (8.1.3) ou quasi-stabilisé (8.1.4). Ce sont des mouvements de l'avion après sollicitation (8.1.7) ou perturbation (8.1.8).

De tels mouvements peuvent généralement, après linéarisation, être représentés par un système d'équations différentielles linéaires à coefficients constants.

Dans ces conditions, chaque mode peut être caractérisé par :

- un sous-ensemble de variables de vol (8.1.1) dont les évolutions en fonction du temps sont prépondérantes ;
- un coefficient d'amortissement (8.4.2) ou une constante de temps (8.4.3) ;
- une fréquence (8.4.7) ou une période (8.4.6), dans le cas d'un mode oscillatoire.

Pour de nombreux avions, il existe trois modes de mouvement longitudinal et trois modes de mouvement latéral définis en 8.3.1 à 8.3.3 et en 8.3.4 à 8.3.6, respectivement.

NOTE — Lorsque l'avion est équipé de systèmes de contrôle en boucle fermée, ces modes peuvent être modifiés et d'autres modes peuvent apparaître.

N°	Dénomination	Définition
8.3.1	Oscillation d'incidence	Mouvement longitudinal (8.2.9) oscillatoire, caractérisé par des variations de l'incidence, $\alpha$ , (1.2.1.2) et de la vitesse de tangage, $q$ , (1.3.6), à une vitesse-air, $V$ , (1.3.1) sensiblement constante, avec une fréquence, $f$ , (8.4.7) plus élevée que celle du mode phygoïde (8.3.2).  NOTE — Le coefficient d'amortissement, $\delta$ , (8.4.2) est généralement grand.
8.3.2	Phygoïde	Mouvement longitudinal (8.2.9) oscillatoire, caractérisé par des variations des composantes horizontale et verticale du vecteur vitesse-air, $\vec{V}$ , (1.3.1) et de l'assiette longitudinale, $\theta$ , (1.2.2.2) de l'avion, à incidence, $\alpha$ , (1.2.1.2) sensiblement constante.  NOTE — La fréquence, $f$ , (8.4.7) et le coefficient d'amortissement, $\delta$ , (8.4.2) sont généralement petits.
8.3.3	Mode longitudinal apériodique	Mouvement longitudinal (8.2.9) apériodique, caractérisé par des variations de la composante verticale du vecteur vitesse-air, $\vec{V}$ , (1.3.1).  NOTES 1 Le coefficient d'amortissement, $\delta$ , (8.4.2) est généralement grand. 2 Le mode longitudinal apériodique est dû à la variation avec l'altitude de la masse volumique de l'air (5.1.3).
8.3.4	Mode de roulis	Mouvement latéral (8.2.10) apériodique, caractérisé par des variations de l'angle de gîte, $\phi$ , (1.2.2.3), à dérapage, $\beta$ , (1.2.1.1) et à vitesse de lacet, $r$ , (1.3.6) sensiblement nuls.  NOTE — Le coefficient d'amortissement, $\delta$ , (8.4.2) est généralement grand.
8.3.5	Roulis hollandais	Mouvement latéral (8.2.10) oscillatoire, caractérisé par des variations du dérapage, $\beta$ , (1.2.1.1), de l'angle de gîte, $\phi$ , (1.2.2.3) et de l'azimut, $\Psi$ , (1.2.2.1).
8.3.6	Mode spiral	Mouvement latéral (8.2.10) apériodique, caractérisé par des variations lentes de l'angle de gîte, $\phi$ , (1.2.2.3) et du dérapage, $\beta$ , (1.2.1.1).  NOTE — Le coefficient d'amortissement, $\delta$ , (8.4.2), positif ou négatif, est généralement petit en valeur absolue.

### 8.4 Paramètres caractéristiques des modes individuels de mouvement

Les modes définis en 8.3 sont des modes apériodiques ou des modes oscillatoires.

Un mode apériodique peut être représenté par l'équation

$$x(t) = A_0 e^{-\delta t}$$

Un mode oscillatoire peut être représenté par l'équation

$$x(t) = A_0 e^{-\delta t} \sin(\omega t + \varphi)$$

où  $A_0$ ,  $\omega$ ,  $\delta$  et  $\varphi$  sont des constantes réelles et où  $\omega$  est appelé pulsation et  $\varphi$  déphasage.

NOTE — Les définitions de 8.4.6 à 8.4.8 ne s'appliquent qu'aux modes oscillatoires.

N°	Dénomination	Définition	Symbole
8.4.1	Amplitude	Fonction du temps, définie par la relation: $A =  A_0  \cdot e^{-\delta t}$	$A$
8.4.2	Coefficient d'amortissement	Grandeur définissant la croissance ou la décroissance de l'amplitude (8.4.1) en fonction du temps. Il est calculé à partir de l'amplitude (8.4.1) par la relation: $\delta = -\frac{1}{A} \times \frac{dA}{dt}$	$\delta$
8.4.3	Constante de temps	Grandeur définie par la relation: $\tau = \frac{1}{\delta}$ où $\delta$ est le coefficient d'amortissement (8.4.2).  NOTES 1 Lorsque $\delta$ est positif, $\tau$ est le temps au bout duquel l'amplitude, $A$ , (8.4.1) a été divisée par $e$ , base des logarithmes népériens ( $1/e \approx 0,3679$ ). 2 Lorsque $\delta$ est négatif, $-\tau$ est le temps au bout duquel l'amplitude, $A$ , (8.4.1) a été multipliée par $e$ . 3 Lorsque l'amplitude, $A$ , (8.4.1) est constante, $\tau$ n'est pas défini.	$\tau$
8.4.4	Temps pour réduire l'amplitude de moitié	Dans le cas où l'amplitude, $A$ , (8.4.1) est une fonction décroissante du temps ( $\delta > 0$ ), $\tau_{1/2}$ est le temps au bout duquel l'amplitude a été réduite de moitié.  NOTE — $\tau_{1/2}$ est une constante liée au coefficient d'amortissement, $\delta$ , (8.4.2) par la relation: $\tau_{1/2} = -\frac{\ln(1/2)}{\delta} \approx \frac{0,693}{\delta}$	$\tau_{1/2}$
8.4.5	Temps pour doubler l'amplitude	Dans le cas où l'amplitude, $A$ , (8.4.1) est une fonction croissante du temps ( $\delta < 0$ ), $\tau_2$ est le temps au bout duquel l'amplitude a été doublée.  NOTE — $\tau_2$ est une constante liée au coefficient d'amortissement, $\delta$ , (8.4.2) par la relation: $\tau_2 = -\frac{\ln(2)}{\delta} \approx -\frac{0,693}{\delta}$	$\tau_2$
8.4.6	Période (d'oscillation)	Période du facteur sinusoïdal de la fonction oscillatoire. $T = \frac{2\pi}{\omega}$  NOTES 1 La période de la fonction oscillatoire est l'intervalle de temps séparant deux passages successifs par zéro dans le même sens. 2 La dénomination « pseudo-période » peut être utilisée pour rappeler qu'une fonction oscillatoire n'est pas strictement périodique.	$T$



N°	Dénomination	Définition	Symbole
8.4.7	Fréquence (d'oscillation)	Fréquence du facteur sinusoïdal de la fonction oscillatoire: $f = \frac{1}{T}$ où $T$ est la période d'oscillation (8.4.6).	$f$
8.4.8	Décrément logarithmique	Produit du coefficient d'amortissement, $\delta$ , (8.4.2) par la période, $T$ , (8.4.6): $A = \delta T$ NOTE — Le décrément logarithmique est le logarithme népérien du rapport de l'amplitude, $A$ , (8.4.1) à l'instant $t$ à l'amplitude à l'instant $(t + T)$ : $A = \ln \frac{A(t)}{A(t + T)}$	$A$

### 8.5 Signaux d'entrée types

Dans les études du comportement dynamique de l'avion, divers signaux d'entrée types sont utilisés. Le signal type et ses caractéristiques sont choisis en fonction du mode (8.3) à étudier. D'autres signaux types peuvent être définis sur la base des signaux types énumérés de 8.5.1 à 8.5.7.

Dans les paragraphes qui suivent, le symbole « a » représente une valeur constante. Un indice,  $i$ , caractérise la grandeur d'entrée considérée. Le symbole  $t_0$  représente l'instant initial du signal d'entrée. Tous les signaux sont égaux à 0 pour  $t < t_0$ . Si  $t_0 = 0$ , il peut être omis dans le symbole.

Pour les signaux qui sont composés de fonctions différentes sur différents intervalles de temps, la durée  $\Delta t$  de l'intervalle de temps de base est un paramètre.  $\Delta t$  peut être omis, dans le symbole, si l'intervalle de base est le même pour tous les signaux considérés et est clairement défini.

ISO 1151-8:1992  
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/e9db0740-64ca-4094-9ccc-a922421c9f81/iso-1151-8-1992>

N°	Dénomination	Définition	Symbole recommandé
8.5.1	Échelon	Signal d'entrée défini par: $\Gamma_i(t_0) \begin{cases} = 0 & \text{si } t < t_0 \\ = a & \text{si } t \geq t_0 \end{cases}$ (Voir figure 1.)	$\Gamma_i(t_0)$
8.5.2	Impulsion de Dirac	Signal d'entrée défini par: $\delta_i(t_0) \begin{cases} = 0 & \text{si } t \neq t_0 \\ = \infty & \text{si } t = t_0 \end{cases}$ avec $\int_{-\infty}^{+\infty} \delta_i(t_0) dt = 1$	$\delta_i(t_0)$
8.5.3	Rampe (limitée)	Signal d'entrée défini par: $\varrho_i(t_0, \Delta t) \begin{cases} = 0 & \text{si } t < t_0 \\ = \frac{a(t-t_0)}{\Delta t} & \text{si } t_0 \leq t \leq t_0 + \Delta t \\ = a & \text{si } t > t_0 + \Delta t \end{cases}$ (Voir figure 2.)	$\varrho_i(t_0, \Delta t)$