
NORME INTERNATIONALE 1151 / III

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

Termes et symboles de la mécanique du vol — Partie III : dérivées des forces, des moments et de leurs coefficients

*Terms and symbols for flight dynamics —
Part III : derivatives of forces, moments and their coefficients*

Première édition — 1972-12-01
N° de référence modifié 1976-08-15

CDU 629.7.015 : 003.62

Réf. n° : ISO 1151/III-1972 (F)

Descripteurs : caractéristique de vol, force, charge, moment, calcul différentiel, vocabulaire, symbole, constante.

Prix basé sur 10 pages

AVANT-PROPOS

ISO (Organisation Internationale de Normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (Comités Membres ISO). L'élaboration de Normes Internationales est confiée aux Comités Techniques ISO. Chaque Comité Membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du Comité Technique correspondant. 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.

La Norme Internationale ISO 1151/III (précédemment ISO 1153) a été établie par le Comité Technique ISO/TC 20, *Aéronautique et espace*.

Elle fut approuvée en avril 1971 par les Comités Membres des pays suivants :

Afrique du Sud, Rép. d'	France	Royaume-Uni
Allemagne	Grèce	Tchécoslovaquie
Autriche	Israël	Thaïlande
Belgique	Italie	Turquie
Brésil	Japon	U.R.S.S.
Égypte, Rép. arabe d'	Nouvelle-Zélande	
Espagne	Pays-Bas	

Aucun Comité Membre n'a désapprouvé le document.

Cette Norme Internationale annule et remplace la Recommandation ISO/R 1153-1969.

La Norme Internationale ISO 1151/III, *Termes et symboles de la mécanique du vol – Partie III : Dérivées des forces, des moments et de leurs coefficients*, est la troisième d'une série de Normes Internationales dont l'objet est de définir les principaux termes utilisés en mécanique du vol et de déterminer les symboles correspondants.

Les autres Normes Internationales de cette série, qui sera, dans l'avenir, encore prolongée, sont actuellement les suivantes :

ISO 1151/I, *Termes et symboles de la mécanique du vol – Partie I : Mouvement de l'avion par rapport à l'air.*

ISO 1151/II, *Termes et symboles de la mécanique du vol – Partie II : Mouvements de l'avion et de l'atmosphère par rapport à la Terre.*

ISO 1151/IV, *Termes et symboles de la mécanique du vol – Partie IV : Paramètres utilisés dans les études de stabilité et de pilotage des avions.*

ISO 1151/V, *Termes et symboles de la mécanique du vol – Partie V : Grandeurs utilisées dans les mesures.*

ISO 1151/VI, *Termes et symboles de la mécanique du vol – Partie VI : Géométrie de l'avion.*

Dans ces Normes Internationales, le terme « avion » désigne un aérodyne possédant un plan de symétrie « avant-arrière ». Ce plan est déterminé par les caractéristiques géométriques de l'avion. Lorsqu'il y a plus d'un plan de symétrie « avant-arrière », le plan de symétrie de référence est arbitraire, et 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 dans le sens d'horloge (positive) de $\pi/2$ autour de l'axe x amène l'axe y dans la position précédemment occupée par l'axe z .

Numérotation des chapitres et paragraphes

Chacune de ces Normes Internationales constitue une partie de l'ensemble de l'étude des termes et symboles de la mécanique du vol.

Dans le but de faciliter l'indication des références d'un chapitre ou paragraphe d'une partie à une autre, il a été adopté une numérotation décimale commençant, dans chaque Norme Internationale, par le numéro de la partie qu'elle constitue.

TABLE DES MATIÈRES

	Page
3.0 Introduction	1
3.1 Dérivées réduites, par rapport au temps, de l'incidence, du dérapage et de la vitesse-air	2
3.2 Dérivées des coefficients sans dimension des composantes de la force résultante et du moment résultant par rapport à des grandeurs sans dimension (premier groupe)	2
3.3 Grandeurs de référence utilisées pour établir les dérivées du deuxième groupe	5
3.4 Dérivées sans dimension des composantes de la force résultante et du moment résultant par rapport aux variables du mouvement (deuxième groupe)	6
3.5 Dérivées des coefficients sans dimension des composantes de la force résultante et du moment résultant par rapport aux braquages des gouvernes	9

Termes et symboles de la mécanique du vol — Partie III : dérivées des forces, des moments et de leurs coefficients

3.0 INTRODUCTION

La présente Norme Internationale traite des dérivées des forces, des moments et de leurs coefficients.

Dans cette Norme Internationale, les effets de la courbure de la Terre ne sont pas pris en considération; en ce qui concerne la définition des axes liés à la Terre, la surface de celle-ci est assimilée à un plan, c'est-à-dire que le rayon terrestre est considéré comme infini.

Les effets de l'aéroélasticité introduiraient des grandeurs supplémentaires, qui ne sont pas prises en considération dans cette Norme Internationale.

Deux groupes de dérivées sont généralement considérés dans les études de la mécanique du vol.

Le premier groupe est constitué par les dérivées partielles des coefficients sans dimension des composantes de force et de moment par rapport à des variables sans dimension.

Le deuxième groupe est constitué par les dérivées partielles, rendues sans dimension, des composantes de force et de moment par rapport aux variables physiques du mouvement.

Dérivées du premier groupe

Ces dérivées sont couramment utilisées pour la présentation des résultats aérodynamiques. Elles ont un sens précis lorsqu'elles concernent les forces et les moments soumis aux règles de similitude de l'aérodynamique, mais elles peuvent également être utilisées au cas où d'autres forces interviennent, par exemple les forces de propulsion.

Dans la présente Norme Internationale, il est admis que les coefficients de force et de moment dépendent seulement des variables ci-dessous¹⁾ :

- l'incidence (1.2.2);
- le dérapage (1.2.1);
- les vitesses angulaires réduites (1.3.7);
- le nombre de Mach (1.3.3);
- les dérivées réduites, par rapport au temps, de l'incidence, du dérapage et de la vitesse-air (3.1).

Dérivées du deuxième groupe

Les dérivées du deuxième groupe concernent les composantes de la force résultante et du moment résultant de toutes les forces et moments appliqués à l'avion, à l'exclusion des forces de pesanteur, d'inertie et de contact avec le sol (1.5.1).

Il est courant de réduire les variables utilisées dans ces dérivations aux suivantes²⁾ (1.3.4 et 1.3.6) :

$$u, v, w, p, q, r, \dot{u}, \dot{v}, \dot{w},$$

où $\dot{u}, \dot{v}, \dot{w}$, sont les dérivées de u, v, w , par rapport au temps. temps.

Ces dérivées partielles sont ensuite rendues sans dimension en les divisant par une grandeur appropriée, constante, calculée à partir des conditions du vol de référence (usuellement, conditions d'équilibre, notées avec l'indice).

Remarque sur l'écriture des dérivées partielles

La dérivée partielle $\partial A / \partial \lambda$ d'une grandeur A par rapport à une variable λ peut être notée A_λ ou A^λ suivant l'usage en cours dans chaque pays. La première forme A_λ est utilisée dans la présente Norme Internationale.

1) Exceptionnellement, il peut être nécessaire d'augmenter le nombre des variables et, par exemple, de retenir le nombre de Reynolds.

2) Exceptionnellement, il peut être nécessaire d'augmenter le nombre des variables et, par exemple, de retenir l'altitude.

3.1 DÉRIVÉES RÉDUITES, PAR RAPPORT AU TEMPS, DE L'INCIDENCE, DU DÉRAPAGE ET DE LA VITESSE-AIR

N°	Dénomination	Définition	Symbole
3.1.1	Dérivée réduite de l'incidence	Dérivée de l'incidence (1.2.2) par rapport au temps, multipliée par le facteur l/V (1.3.1 et 1.4.6). $\dot{\alpha}^* = \frac{\dot{\alpha}l}{V}$	$\dot{\alpha}^*$
3.1.2	Dérivée réduite du dérapage	Dérivée du dérapage (1.2.1) par rapport au temps, multipliée par le facteur l/V (1.3.1 et 1.4.6). $\dot{\beta}^* = \frac{\dot{\beta}l}{V}$	$\dot{\beta}^*$
3.1.3	Accélération tangentielle réduite	Dérivée de la vitesse-air (1.3.1) par rapport au temps, multipliée par le facteur l/V^2 (1.3.1 et 1.4.6) $\dot{V}^* = \frac{\dot{V}l}{V^2}$	\dot{V}^*

3.2 DÉRIVÉES DES COEFFICIENTS SANS DIMENSION DES COMPOSANTES DE LA FORCE RÉSUŁTANTE ET DU MOMENT RÉSUŁTANT PAR RAPPORT À DES GRANDEURS SANS DIMENSION (PREMIER GROUPE)

N°	Dénomination	Définition	Symbole
3.2.1	Dérivées par rapport à l'incidence	Dérivées partielles des coefficients de force (1.5.3) et de moment (1.5.6) par rapport à l'incidence (1.2.2) $\begin{aligned} &\partial C_X / \partial \alpha \\ &\partial C_Y / \partial \alpha \\ &\partial C_Z / \partial \alpha \\ &\partial C_l / \partial \alpha \\ &\partial C_m / \partial \alpha \\ &\partial C_n / \partial \alpha \end{aligned}$	$\begin{aligned} &C_{X\alpha} \\ &C_{Y\alpha} \\ &C_{Z\alpha} \\ &C_{l\alpha} \\ &C_{m\alpha} \\ &C_{n\alpha} \end{aligned}$

N°	Dénomination	Définition	Symbole
3.2.2	Dérivées par rapport au dérapage	Dérivées partielles des coefficients de force (1.5.3) et de moment (1.5.6) par rapport au dérapage (1.2.1) $\partial C_X / \partial \beta$ $\partial C_Y / \partial \beta$ $\partial C_Z / \partial \beta$ $\partial C_l / \partial \beta$ $\partial C_m / \partial \beta$ $\partial C_n / \partial \beta$	$C_{X\beta}$ $C_{Y\beta}$ $C_{Z\beta}$ $C_{l\beta}$ $C_{m\beta}$ $C_{n\beta}$
3.2.3	Dérivées par rapport à la vitesse réduite de roulis	Dérivées partielles des coefficients de force (1.5.3) et de moment (1.5.6) par rapport à la vitesse réduite de roulis (1.3.7) $\partial C_X / \partial \rho^*$ $\partial C_Y / \partial \rho^*$ $\partial C_Z / \partial \rho^*$ $\partial C_l / \partial \rho^*$ $\partial C_m / \partial \rho^*$ $\partial C_n / \partial \rho^*$	$C_{X\rho}$ $C_{Y\rho}$ $C_{Z\rho}$ $C_{l\rho}$ $C_{m\rho}$ $C_{n\rho}$
3.2.4	Dérivées par rapport à la vitesse réduite de tangage	Dérivées partielles des coefficients de force (1.5.3) et de moment (1.5.6) par rapport à la vitesse réduite de tangage (1.3.7) $\partial C_X / \partial q^*$ $\partial C_Y / \partial q^*$ $\partial C_Z / \partial q^*$ $\partial C_l / \partial q^*$ $\partial C_m / \partial q^*$ $\partial C_n / \partial q^*$	C_{Xq} C_{Yq} C_{Zq} C_{lq} C_{mq} C_{nq}

N°	Dénomination	Définition	Symbole
3.2.5	Dérivées par rapport à la vitesse réduite de lacet	Dérivées partielles des coefficients de force (1.5.3) et de moment (1.5.6) par rapport à la vitesse réduite de lacet (1.3.7) $\partial C_X / \partial r^*$ $\partial C_Y / \partial r^*$ $\partial C_Z / \partial r^*$ $\partial C_l / \partial r^*$ $\partial C_m / \partial r^*$ $\partial C_n / \partial r^*$	C_{Xr} C_{Yr} C_{Zr} C_{lr} C_{mr} C_{nr}
3.2.6	Dérivées par rapport au nombre de Mach	Dérivées partielles des coefficients de force (1.5.3) et de moment (1.5.6) par rapport au nombre de Mach (1.3.3) $\partial C_X / \partial M$ $\partial C_Y / \partial M$ $\partial C_Z / \partial M$ $\partial C_l / \partial M$ $\partial C_m / \partial M$ $\partial C_n / \partial M$ NOTE — M peut être remplacé par M_a ou m_t .	C_{XM} C_{YM} C_{ZM} C_{lM} C_{mM} C_{nM}
3.2.7	Dérivées par rapport à la dérivée réduite de l'incidence	Dérivées partielles des coefficients de force (1.5.3) et de moment (1.5.6) par rapport à la dérivée réduite de l'incidence (3.1.1) $\partial C_X / \partial \dot{\alpha}^*$ $\partial C_Y / \partial \dot{\alpha}^*$ $\partial C_Z / \partial \dot{\alpha}^*$ $\partial C_l / \partial \dot{\alpha}^*$ $\partial C_m / \partial \dot{\alpha}^*$ $\partial C_n / \partial \dot{\alpha}^*$	$C_{X\dot{\alpha}}$ $C_{Y\dot{\alpha}}$ $C_{Z\dot{\alpha}}$ $C_{l\dot{\alpha}}$ $C_{m\dot{\alpha}}$ $C_{n\dot{\alpha}}$

N°	Dénomination	Définition	Symbole
3.2.8	Dérivées par rapport à la dérivée réduite du dérapage	Dérivées partielles des coefficients de force (1.5.3) et de moment (1.5.6) par rapport à la dérivée réduite du dérapage (3.1.2) $\partial C_X / \partial \dot{\beta}^*$ $\partial C_Y / \partial \dot{\beta}^*$ $\partial C_Z / \partial \dot{\beta}^*$ $\partial C_l / \partial \dot{\beta}^*$ $\partial C_m / \partial \dot{\beta}^*$ $\partial C_n / \partial \dot{\beta}^*$	$C_{X\dot{\beta}}$ $C_{Y\dot{\beta}}$ $C_{Z\dot{\beta}}$ $C_{l\dot{\beta}}$ $C_{m\dot{\beta}}$ $C_{n\dot{\beta}}$
3.2.9	Dérivées par rapport à l'accélération tangentielle réduite	Dérivées partielles des coefficients de force (1.5.3) et de moment (1.5.6) par rapport à l'accélération tangentielle réduite (3.1.3) $\partial C_X / \partial \dot{V}^*$ $\partial C_Y / \partial \dot{V}^*$ $\partial C_Z / \partial \dot{V}^*$ $\partial C_l / \partial \dot{V}^*$ $\partial C_m / \partial \dot{V}^*$ $\partial C_n / \partial \dot{V}^*$	$C_{X\dot{V}}$ $C_{Y\dot{V}}$ $C_{Z\dot{V}}$ $C_{l\dot{V}}$ $C_{m\dot{V}}$ $C_{n\dot{V}}$

3.3 GRANDEURS DE RÉFÉRENCE UTILISÉES POUR ÉTABLIR LES DÉRIVÉES DU DEUXIÈME GROUPE

N°	Dénomination	Définition	Symbole
3.3.1	Vitesse de référence	Vitesse de valeur constante, choisie conventionnellement pour la définition des dérivées du 2 ^{ème} groupe; usuellement vitesse-air du vol équilibré	V_e
3.3.2	Masse volumique de référence (de l'air)	Masse volumique de l'air, de valeur constante, choisie conventionnellement pour la définition des dérivées du 2 ^{ème} groupe; usuellement, masse volumique dans les conditions de vol équilibré.	ρ_e

3.4 DÉRIVÉES SANS DIMENSION DES COMPOSANTES DE LA FORCE RÉSUŁTANTE ET DU MOMENT RÉSUŁTANT PAR RAPPORT AUX VARIABLES DU MOUVEMENT (DEUXIÈME GROUPE)

NOTE — Si une confusion est possible entre les symboles représentant les dérivées sans dimension et les grandeurs dimensionnelles correspondantes, un signe conventionnel peut être ajouté aux symboles pour distinguer ces deux quantités.

N°	Dénomination	Définition	Symbole
3.4.1	Dérivées sans dimension par rapport à la composante de la vitesse suivant l'axe longitudinal (1.3.4)	Dérivées partielles, rendues sans dimension, des composantes de la force résultante (1.5.2) et du moment résultant (1.5.5) par rapport à la composante u du vecteur vitesse-air (1.3.4) dans le trièdre avion $(\partial X/\partial u)/\frac{1}{2} \rho_e V_e S$ $(\partial Y/\partial u)/\frac{1}{2} \rho_e V_e S$ $(\partial Z/\partial u)/\frac{1}{2} \rho_e V_e S$ $(\partial L/\partial u)/\frac{1}{2} \rho_e V_e S l$ $(\partial M/\partial u)/\frac{1}{2} \rho_e V_e S l$ $(\partial N/\partial u)/\frac{1}{2} \rho_e V_e S l$	X_u Y_u Z_u L_u M_u N_u
3.4.2	Dérivées sans dimension par rapport à la composante de la vitesse suivant l'axe transversal (1.3.4)	Dérivées partielles, rendues sans dimension, des composantes de la force résultante (1.5.2) et du moment résultant (1.5.5) par rapport à la composante v du vecteur vitesse-air (1.3.4) dans le trièdre avion $(\partial X/\partial v)/\frac{1}{2} \rho_e V_e S$ $(\partial Y/\partial v)/\frac{1}{2} \rho_e V_e S$ $(\partial Z/\partial v)/\frac{1}{2} \rho_e V_e S$ $(\partial L/\partial v)/\frac{1}{2} \rho_e V_e S l$ $(\partial M/\partial v)/\frac{1}{2} \rho_e V_e S l$ $(\partial N/\partial v)/\frac{1}{2} \rho_e V_e S l$	X_v Y_v Z_v L_v M_v N_v
3.4.3	Dérivées sans dimension par rapport à la composante de la vitesse suivant l'axe normal (1.3.4)	Dérivées partielles, rendues sans dimension, des composantes de la force résultante (1.5.2) et du moment résultant (1.5.5) par rapport à la composante w du vecteur vitesse-air (1.3.4) dans le trièdre avion $(\partial X/\partial w)/\frac{1}{2} \rho_e V_e S$ $(\partial Y/\partial w)/\frac{1}{2} \rho_e V_e S$ $(\partial Z/\partial w)/\frac{1}{2} \rho_e V_e S$ $(\partial L/\partial w)/\frac{1}{2} \rho_e V_e S l$ $(\partial M/\partial w)/\frac{1}{2} \rho_e V_e S l$ $(\partial N/\partial w)/\frac{1}{2} \rho_e V_e S l$	X_w Y_w Z_w L_w M_w N_w