



RAM 5602

REGLEMENT RELATIF A LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

(Emission)

Edition 02- Juillet 2016

Amdt 01 05/05/2017

Annexe à la Décision n°249 DGE / DRG / AIR du 19/07/2017



Aviation Civile de Madagascar

Règlement Aéronautique de Madagascar
relatif à la protection de l'environnement
(Emission)
RAM 5602

Édition : 02
Amendement : 00
Date : 18/07/2016
Page : FC.1

FICHE DE CONTRÔLE

Amendement		Insertion		
N°	Date d'application*	Date d'insertion	Nom et signature	observations
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				

(*) A remplir par le détenteur du RAM à chaque amendement

Chaque détenteur est responsable de sa mise à jour dès la réception de l'avis de mise à jour

**LISTE DES AMENDEMENTS**

ITEM	PAGE	DESCRIPTION DES REVISIONS
Page de garde amendée		
Liste des amendements amendée		
Liste des pages effectives amendée		
Table des matières amendée		
PARTIE I- GENERALITES		
RAM 5602.1.1.3	Certificat de type/ Particules de matière non volatiles (nvPM).	Nouvelles définition insérées
RAM 5602.1.1.4 Symboles	nvPM	Nouveau symbole inséré
PARTIE III- DOCUMENT DE CERTIFICATION-ÉMISSIONS		
RAM 5602.3.1	(a)	Changement : « (d) » en « (e) » Insertion : « et à leurs versions dérivées » Changement : « RAM 5602.3.3 » en « RAM 5602.3.4, »
RAM 5602.3.2	3.2.1.4 (a)	Insertion : « référence en ce qui a trait à la performance du moteur »
RAM 5602.3.4		Point inséré



LISTE DES PAGES EFFECTIVES

Page	N°édition	Date d'édition	N° amendement	Date d'amendement
Page de garde				
00	02	18/07/2016	01	05/05/2017
Fiche de contrôle				
FC.1	02	18/07/2016	00	18/07/2016
Liste des amendements				
LA.1	02	18/07/2016	01	05/05/2017
Liste des pages effectives				
PE.1	02	18/07/2016	00	18/07/2016
Liste des détenteurs				
RF.1	02	18/07/2016	00	18/07/2016
Feuilles d'observations				
FO.1	02	18/07/2016	00	18/07/2016
Table des matières				
TM.1	02	18/07/2016	01	05/05/2017
TM.2	02	18/07/2016	00	18/07/2016
PARTIE I				
I.1	02	18/07/2016	01	05/05/2017
I.2	02	18/07/2016	01	05/05/2017
I.3	02	18/07/2016	01	05/05/2017
I.4	02	18/07/2016	01	05/05/2017
PARTIE II				
II.1	02	18/07/2016	00	18/07/2016
II.2	02	18/07/2016	00	18/07/2016
PARTIE III				
III.1	02	18/07/2016	01	05/05/2017
III.2	02	18/07/2016	00	18/07/2016
III.3	02	18/07/2016	01	05/05/2017
III.4	02	18/07/2016	00	18/07/2016
III.5	02	18/07/2016	00	18/07/2016
III.6	02	18/07/2016	00	18/07/2016
III.7	02	18/07/2016	00	18/07/2016
III.8	02	18/07/2016	00	18/07/2016
III.9	02	18/07/2016	00	18/07/2016
III.10	02	18/07/2016	00	18/07/2016
III.11	02	18/07/2016	01	05/05/2017
III.12	02	18/07/2016	01	05/05/2017
III.13	02	18/07/2016	01	05/05/2017



Aviation Civile de Madagascar

**Règlement Aéronautique de Madagascar
relatif à la protection de l'environnement
(Emission)
RAM 5602**

**Édition : 02
Amendement : 00
Date : 18/07/2016
Page : LD.1**

LISTE DES DETENTEURS

INTERNE ACM

N°	TITRE	SIGLE	SUPPORT	NOMBRE
1	Direction de la Supervision de la Sécurité	DSE	- Papier - électronique	1
2	Direction de la Réglementation	DRG	- Papier - électronique	1
4	Direction des affaires Juridiques et Economiques	DJE	- électronique	

EXTERNE ACM

N°	TITRE	SIGLE	SUPPORT	NOMBRE
1	Compagnies aériennes	...	- électronique (disponible sur le site d'ACM)	
2	Organismes de maintenance	OMA	- électronique (disponible sur le site d'ACM)	
3	Autres usagers		- électronique (disponible sur le site d'ACM)	



TABLE DES MATIERES

**FICHE DE CONTRÔLE
LISTE DES AMENDEMENTS
LISTE DES PAGES EFFECTIVES
LISTE DES DETENTEURS
TABLE DES MATIERES
PARTIE I-GÉNÉRALITÉS**

RAM 5602.1.1.1 Préambule
RAM 5602.1.1.2 Domaine d'application
RAM 5602.1.1.3 Définitions
RAM 5602.1.1.4 Symboles

PARTIE II- DÉCHARGES DE CARBURANT

RAM 5602.2.1.Administration
RAM 5602.2.2.Prévention des décharges intentionnelles de carburant

PARTIE III- DOCUMENT DE CERTIFICATION-ÉMISSIONS

RAM 5602.3.1Administration
RAM 5602.3.2 Turboréacteurs et réacteurs à turbosoufflante destinés à la propulsion aux vitesses subsoniques seulement
RAM 5602.3.3 Turboréacteurs et réacteurs à turbosoufflante destinés à la propulsion aux vitesses supersoniques
RAM 5602.3.4 Emissions de particules



Aviation Civile de Madagascar

**Règlement Aéronautique de Madagascar
relatif à la protection de l'environnement
(Emission)
RAM 5602**

**Édition : 02
Amendement : 00
Date : 18/07/2016
Page : TM.2**

PAGE INTENTIONNELLEMENT BLANCHE



PARTIE I-GÉNÉRALITÉS

RAM 5602.1.1.1 Préambule

L'Etat de Madagascar a conscience des effets néfastes que l'activité aérienne peut exercer sur l'environnement et qu'il sait qu'il lui incombe d'assurer le maximum de compatibilité entre le développement sûr et ordonné de l'aviation civile et la qualité du milieu humain.

RAM 5602.1.1.2 Domaine d'application

Le présent règlement définit les normes relatives aux décharges de carburant ainsi que les normes concernant la certification des émissions, qui sont applicables aux catégories de moteurs d'aviation spécifiées dans les différents chapitres de ce règlement, dans la mesure où ces moteurs équipent des aéronefs qui participent à l'aviation civile internationale. Ce règlement est applicable à tous les aéronefs civils exploités au et dont les moteurs sont construits après février 1982.

RAM 5602.1.1.3 Définitions

Les expressions ci-dessous, employées dans le présent Règlement, ont les significations indiquées:

Certificat de type. Document délivré par un État contractant pour définir la conception d'un type d'aéronef, de moteur ou d'hélice, et pour certifier que cette conception est conforme au règlement applicable de navigabilité de cet État.

Note. — Certains États contractants délivrent un document équivalent au certificat de type pour les moteurs et les hélices.

Date de construction. Date d'émission du document attestant que l'aéronef ou le moteur, selon le cas, est conforme aux spécifications du moteur type ou date d'émission d'un document analogue.

Fumée. Matières carbonneuses présentes dans les gaz d'échappement qui réduisent la transmission de la lumière.

Hydrocarbures non brûlés. Quantité d'hydrocarbures de toutes catégories et de toutes masses moléculaires contenus dans un échantillon de gaz, calculée en équivalent de méthane.

Indice de fumée. Indice sans dimension définissant quantitativement les émissions de fumée.

Oxydes d'azote. Somme des quantités de monoxyde d'azote et de dioxyde d'azote contenues dans un échantillon de gaz, calculées comme si le monoxyde d'azote était présent sous forme de dioxyde d'azote.

Particules de matière non volatiles (nvPM). Particules émises présentes dans le plan de sortie de la tuyère d'échappement d'un moteur à turbine à gaz, qui ne se volatilisent pas lorsqu'elles sont chauffées à une température de 350 °C.

Phase d'approche Phase d'exploitation définie par le temps pendant lequel le moteur fonctionne au régime d'approche)

Phase de circulation et de ralenti au sol. Phase d'exploitation comprenant la circulation au sol et le fonctionnement au ralenti entre le moment du démarrage des moteurs de propulsion et le début du roulement au décollage et entre le moment où l'aéronef sort de la piste et le moment où tous les moteurs de propulsion sont arrêtés.



Phase de décollage. Phase d'exploitation définie par le temps pendant lequel le moteur fonctionne à la poussée nominale.

Phase de montée. Phase d'exploitation définie par le temps pendant lequel le moteur fonctionne au régime de montée.

Postcombustion. Mode de fonctionnement du moteur dans lequel on recourt à un système de combustion alimenté (en tout ou en partie) par l'air vicié.

Rapport de pression de référence. Rapport entre la pression totale moyenne à la sortie du dernier étage du compresseur et la pression totale moyenne à l'entrée du compresseur lorsque la poussée du moteur est égale à la poussée nominale de décollage dans les conditions statiques en atmosphère type internationale au niveau de la mer.

Poussée nominale. Aux fins des émissions de moteurs, poussée maximale au décollage approuvée par le service de certification pour être utilisée en exploitation normale, dans les conditions statiques, en atmosphère type internationale (ISA) au niveau de la mer, sans injection d'eau, approuvée par le service de certification. La poussée est exprimée en kilonewtons.

Versión dérivée. Turbomachine d'aéronef de la même famille qu'une turbomachine ayant eu initialement sa certification de type, dont les caractéristiques conservent l'essentiel de la conception du cœur et du générateur de gaz du modèle d'origine et sur laquelle, de l'avis de l'autorité de certification, il n'y a pas eu modification d'autres facteurs.

Note.- Il convient de noter que cette définition de «version dérivée» est différente de la définition de «version dérivée d'un aéronef» qui figure dans le RAM 5601.

Tuyère d'échappement. Pour le prélèvement des gaz d'échappement de turbomachines, lorsque les flux d'échappement ne sont pas mélangés (comme c'est par exemple de certains moteurs à turbosoufflante), la tuyère considérée est la tuyère centrale génératrice de gaz uniquement. Cependant, lorsque les flux sont mélangés, on prend la totalité de la tuyère d'échappement.

RAM 5602.1.1.4 Symboles

Les symboles ci-dessous, employés dans le présent règlement, ont les significations indiquées:

CO Monoxyde de carbone.

Dp de tout polluant gazeux émis au cours d'un cycle d'émission de référence à l'atterrissage et au décollage.

F_n Poussée dans les conditions de l'atmosphère type internationale (ISA) au niveau de la mer pour le régime de fonctionnement considéré.

F₀₀ Poussée nominale

F*₀₀ Poussée nominale avec postcombustion.

HC Hydrocarbures non brûlés (voir définition).

NO Monoxyde d'azote.

NO₂ Dioxyde d'azote.

NO_x Oxydes d'azote (voir définition).



Aviation Civile de Madagascar

**Règlement Aéronautique de Madagascar
relatif à la protection de l'environnement
(Emission)
RAM 5602**

**Édition : 02
Amendement : 01
Date : 05/05/2017
Page : I.3**

- nvPM** Particules de matière non volatiles
- SN** Indice de fumée (voir définition).
- π_{00}** Rapport de pression de référence (voir définition).




Aviation Civile de Madagascar

**Règlement Aéronautique de Madagascar
relatif à la protection de l'environnement
(Emission)
RAM 5602**

**Édition : 02
Amendement : 01
Date : 05/05/2017
Page : I.4**

PAGE INTENTIONNELLEMENT BLANCHE

 <p>Aviation Civile de Madagascar</p>	<p>Règlement Aéronautique de Madagascar relatif à la protection de l'environnement (Emission) RAM 5602</p>	<p>Édition : 02 Amendement : 00 Date : 18/07/2016 Page : II.1</p>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------

PARTIE II- DÉCHARGES DE CARBURANT

RAM 5602.2.1.Administration

(a) Les dispositions de la présente partie s'appliquent à tous les aéronefs à turbomachines destinés à être utilisés pour la navigation aérienne internationale, construits après le 18 février 1982.

(b) La certification relative à la prévention des décharges intentionnelles de carburant est accordée par l'Autorité au vu d'une preuve satisfaisante que l'aéronef ou les moteurs d'aéronef sont conformes aux spécifications du RAM 5602.2.2.

Note. - Le document attestant la certification relative aux décharges de carburant peut prendre la forme d'un certificat-décharges de carburant séparé ou d'une annotation figurant dans un autre document approuvé par l'Autorité.

(c) L'État de Madagascar reconnaît la validité d'une certification relative aux décharges de carburant accordée par le service de certification d'un autre État contractant à condition que les spécifications selon lesquelles cette certification est accordée ne soient pas moins strictes que les dispositions du présent Règlement.

RAM 5602.2.2.Prévention des décharges intentionnelles de carburant

Les aéronefs doivent être conçus et construits de manière à empêcher les décharges intentionnelles dans l'atmosphère de carburant liquide en provenance des collecteurs d'injection de carburant, résultant de la coupure des moteurs après une utilisation normale en vol ou au sol.



Aviation Civile de Madagascar

**Règlement Aéronautique de Madagascar
relatif à la protection de l'environnement
(Emission)
RAM 5602**

**Édition : 02
Amendement : 00
Date : 18/07/2016
Page : II.2**

PAGE INTENTIONNELLEMENT BLANCHE



PARTIE III- DOCUMENT DE CERTIFICATION-ÉMISSIONS

RAM 5602.3.1 Administration

(a) Les dispositions de (b) à (e) s'appliquent à tous les moteurs et à leurs versions dérivées compris dans les catégories définies, aux fins de la certification-émissions, aux RAM 5602.3.2 et RAM 5602.3.4, lorsque ces moteurs sont installés sur des aéronefs utilisés pour la navigation aérienne internationale.

(b) La certification-émissions est accordée par le service de certification au vu d'une preuve satisfaisante que le moteur est conforme à des spécifications qui sont au moins aussi strictes que les dispositions du présent Règlement. La conformité aux niveaux d'émissions spécifiés aux RAM 5602.3.2 et RAM 5602.3.3 doit être démontrée.

Note 1 : Le document attestant la certification-émissions pourra prendre la forme d'un certificat-émissions séparé ou d'une annotation figurant dans un autre document approuvé par le service de certification.

(c) Le document attestant la certification-émissions d'un moteur contient au moins les renseignements suivants qui sont applicables à ce moteur:

- (1) Nom du service de certification;
- (2) désignation de type et de modèle du constructeur;
- (3) indication de toutes modifications supplémentaires apportées au moteur afin de le rendre conforme aux spécifications de certification-émissions applicables;
- (4) Poussée nominale;
- (5) rapport de pression de référence;
- (6) déclaration attestant la conformité aux spécifications relatives à l'indice de fumée;
- (7) déclaration attestant la conformité aux spécifications relatives aux gaz polluants.

(d) L'État de Madagascar reconnaît la validité d'une certification-émissions accordée par le service de certification d'un autre État contractant à condition que les spécifications selon lesquelles cette certification a été accordée ne soient pas moins strictes que les dispositions du présent règlement.

(e) L'État de Madagascar reconnaît la validité des dérogations à une exigence de cessation de production de moteurs qui sont accordées par le service de certification d'un autre Etat contractant, à condition qu'elles aient été consenties.



RAM 5602.3.2 Turboréacteurs et réacteurs à turbosoufflante destinés à la propulsion aux vitesses subsoniques seulement

3.2.1 Généralités

3.2.1.1 Application

(a) Les dispositions du présent chapitre s'appliqueront aux turboréacteurs et aux réacteurs à turbosoufflante, spécifiés de façon plus précise aux points 3.2.2 et 3.2.3, qui sont destinés à la propulsion aux vitesses subsoniques seulement, sauf dans le cas où les services de certification exemptent de cette application:

- (1) certains types de moteurs, ainsi que leurs versions dérivées, pour lesquels l'émission du certificat de type de la version de base ou l'exécution de la procédure équivalente prescrite est antérieure au 1^{er} janvier 1965;
- (2) un nombre limité de moteurs au-delà des dates d'applicabilité spécifiées aux points 3.2.2 et 3.2.3-concernant la « construction du moteur considéré ».

(b) Dans de tels cas, une attestation d'exemption est émise par le service de certification, les plaques d'identification sur les moteurs portent la marque « EXEMPTÉ NOUVEAU » ou « EXEMPTÉ RECHANGE » et la délivrance de l'exemption doit être consignée dans le dossier permanent du moteur. Les exemptions doivent être consignées par numéro de série de moteur et mises à disposition dans un registre officiel public.

(c) Les dispositions du présent chapitre s'appliquent aussi aux moteurs conçus pour des applications qui, autrement, auraient été réalisées par des turboréacteurs ou des turbosoufflantes.

Note.- Lorsque les services de certification envisagent des exemptions, ils devraient tenir compte du nombre probable des moteurs en cause qui seront construits et de leur effet sur l'environnement. Lorsqu'une telle exemption est accordée, les services de certification devraient envisager d'imposer une limite de temps à la production des moteurs en question lorsqu'ils sont destinés à être montés sur des aéronefs nouveaux ou des aéronefs existants.

3.2.1.2 Émissions en cause

Les émissions suivantes sont réglementées aux fins de la certification des moteurs d'aéronefs :

Fumée
Émissions de gaz
Hydrocarbures non brûlés HC;
Monoxyde de carbone(CO);
Oxydes d'azote (NO_x).

3.2.1.3 Unités de mesure

(a) L'émission de fumée est mesurée et exprimée au moyen de l'indice de fumée (SN).

(b) La masse (Dp) des polluants gazeux (HC, CO ou NO_x) émis au cours du cycle d'émissions de référence à l'atterrissage et au décollage (CAD), défini aux points 3.2.1.4 (b) et (c), est mesurée et exprimée en grammes.



3.2.1.4 Conditions de référence

- (a) **Conditions atmosphériques** : les conditions atmosphériques de référence en ce qui a trait à la performance du moteur doivent être celles de l'atmosphère type internationale au niveau de la mer, sauf pour l'humidité absolue de référence qui est égale à 0,00634 kg d'eau par kg d'air sec.
- (b) **Réglages de poussée** : le moteur doit être essayé à un nombre de réglages de poussée suffisant pour définir les caractéristiques d'émission de gaz et de fumée de façon que les taux d'émission de gaz et les indices de fumée puissent être déterminés aux pourcentages ci-après de la poussée nominale comme il est convenu par le service de certification.

<i>Régime d'utilisation CAD</i>	<i>Réglage de poussée</i>
Décollage	100 % de F_{00}
Montée	85 % de F_{00}
Approche	30 % de F_{00}
Circulation au sol et ralenti	7 % de F_{00}

- (c) **Cycle d'émissions de référence à l'atterrissage et au décollage (CAD)** : le cycle d'émissions de référence CAD pour le calcul et l'expression des émissions gazeuses doit être représenté par les temps ci-dessous pour chaque régime d'utilisation.

<i>Phase</i>	<i>Temps au régime d'utilisation (minutes)</i>
Décollage	0,7
Montée	2,2
Approche	4,0
Circulation au sol et ralenti	26,0

- (d) **Spécifications du carburant** : le carburant utilisé au cours des essais doit répondre aux spécifications acceptables par l'autorité, sauf si une exemption et toutes corrections nécessaires ont été accordées par le service de certification. Le carburant ne devrait pas contenir d'additifs destinés à supprimer la fumée (tels que des composés organo- métalliques).

3.2.1.5 Conditions d'essai

- (a) Pour l'exécution des essais, le moteur doit être monté sur son banc d'essai.
- (b) Le moteur doit être représentatif de la configuration de certification; les prélèvements d'air et les entraînements des accessoires autres que ceux qui sont nécessaires au fonctionnement de base du moteur ne seront pas simulés.
- (c) Lorsque les conditions d'essai diffèrent des conditions atmosphériques de référence spécifiées en 3.2.1.4 (a), les résultats d'essai sur les émissions gazeuses devront être



ramenés aux conditions atmosphériques de référence par les méthodes indiquées à la procédure d'application PA 20.3.2.3.

3.2.2 Fumée

3.2.2.1 Application

- (a) Les dispositions de 3.2.2.2 s'appliquent aux moteurs construits à compter du 1^{er} janv.1983.

3.2.2.2 Indice de fumée réglementaire

- (b) À chaque réglage de poussée des quatre régimes d'utilisation CAD, l'indice de fumée mesuré et calculé et ramené à un niveau caractéristique ne doit pas dépasser la valeur donnée par la formule ci-après:

$$\text{Indice de fumée réglementaire} = 83,6 (F_{oo})^{-0,274}$$

ou

$$50 \text{ si la valeur ci-dessus est supérieure à } 50$$

3.2.3 Emissions gazeuses

3.2.3.1 Application

Les dispositions de 3.2.3.2 s'appliquent aux moteurs dont la poussée nominale est supérieure à 26,7 kN et qui sont construits à compter du 1^{er} janvier 1986 ou, pour les oxydes d'azote, comme il est spécifié ci-après.

3.2.3.2 Niveaux réglementaires

Les niveaux d'émission de gaz mesurés et calculés et ramenés à des niveaux caractéristiques ne doivent pas dépasser les valeurs données par les formules ci-après :

$$\text{Hydrocarbures (HC)} : D_p/F_{oo} = 19,6$$

$$\text{Monoxyde de carbone (CO)} : D_p/F_{oo} = 118$$

$$\text{Oxydes d'azote (NO}_x\text{)} :$$

- (a) pour les moteurs d'un type ou d'un modèle dont le premier exemplaire de série a été construit avant le 1er janvier 1996 et moteur considéré construit avant le 1er janvier 2000:

$$D_p/F_{oo} = 40 + 2\pi_{oo}$$

- (b) pour les moteurs d'un type ou dont le premier exemplaire de série a été construit le 1er janvier 1996 ou à une date ultérieure ou moteur considéré construit le 1er janvier 2000 ou une date ultérieure :



$$D_p/F_{oo} = 32 + 1,6\pi_{oo}$$

(c) pour les moteurs d'un type ou d'un modèle dont le premier exemplaire de série a été construit le 1er janvier 2004 ou à une date ultérieure:

i. : moteurs ayant un rapport de pression égal ou inférieur à 30 :

1. moteurs d'une poussée nominale maximale supérieure à 89,0kN :

$$D_p/F_{oo} = 19 + 1,6\pi_{oo}$$

2. moteurs d'une poussée nominale maximale supérieure à 26,7kN mais inférieure ou égale à 89,0kN :

$$D_p/F_{oo} = 37,572 + 1,6\pi_{oo} - 0,2087F_{oo}$$

ii. moteurs ayant un rapport de pression supérieur à 30 mais inférieure à 62,5 :

1. moteurs d'une poussée nominale maximale supérieure à 89,0kN :

$$D_p/F_{oo} = 7 + 2,0\pi_{oo}$$

2. moteurs d'une poussée nominale maximale supérieure à 26,7 mais inférieure à 89,0kN :

$$D_p/F_{oo} = 42,71 + 1,4286\pi_{oo} - 0,4013F_{oo} + 0,00642\pi_{oo} F_{oo}$$

iii. moteurs ayant un rapport de pression égal ou supérieur à 62,5 :

$$D_p/F_{oo} = 32 + 1,6\pi_{oo}$$

(d) pour les moteurs d'un type ou d'un modèle dont le premier exemplaire de série a été construit le 1er janvier 2008 ou à une date ultérieure et moteur considéré construit le 1er janvier 2013 ou une date ultérieure:

i. moteurs ayant un rapport de pression égal ou inférieur à 30 :

1. moteurs d'une poussée nominale maximale supérieure à 89,0kN :

$$D_p/F_{oo} = 16,72 + 1,4080\pi_{oo}$$

2. moteurs d'une poussée nominale maximale supérieure à 26,7kN mais inférieure ou égale à 89,0kN :

$$D_p/F_{oo} = 38,5486 + 1,6823\pi_{oo} - 0,2453F_{oo} - 0,00308\pi_{oo} F_{oo}$$

ii. moteurs ayant un rapport de pression supérieur à 30 mais inférieur à 82,6 :

1- moteurs d'une poussée nominale maximale supérieure à 89,0kN :

$$D_p/F_{oo} = -1,04 + 2,0\pi_{oo}$$

2- moteurs d'une poussée nominale maximale supérieure à 26,7 mais inférieure à 89,0kN :

$$D_p/F_{oo} = 46,1600 + 1,4286\pi_{oo} - 0,5303F_{oo} + 0,00642\pi_{oo} F_{oo}$$



iii. moteurs ayant un rapport de pression égal ou supérieur à 82,6 :

$$D_p/F_{oo} = 32 + 1,6\pi_{oo}$$

(e) pour les moteurs d'un type ou d'un modèle dont le premier exemplaire de série a été construit le 1er janvier 2014 ou à une date ultérieure :

i. moteurs ayant un rapport de pression égal ou inférieur à 30:

1. moteurs d'une poussée nominale maximale supérieure à 89,0kN :

$$D_p/F_{oo} = 7,88 + 1,4080\pi_{oo}$$

2. moteurs d'une poussée nominale maximale supérieure à 26,7kN mais inférieure ou égale à 89,0kN :

$$D_p/F_{oo} = 40,052 + 1,5681\pi_{oo} - 0,3615F_{oo} - 0,0018\pi_{oo} F_{oo}$$

ii. moteurs ayant un rapport de pression supérieur à 30 mais inférieur à 104,7 :

1- moteurs d'une poussée nominale maximale supérieure à 89,0kN :

$$D_p/F_{oo} = -9,88 + 2,0\pi_{oo}$$

2- moteurs d'une poussée nominale maximale supérieure à 26,7 mais inférieure à 89,0kN :

$$D_p/F_{oo} = 41,9435 + 1,505\pi_{oo} - 0,5823F_{oo} + 0,005562\pi_{oo} F_{oo}$$

iii. moteurs ayant un rapport de pression égal ou supérieur à 104,7:

$$D_p/F_{oo} = 32 + 1,6\pi_{oo}$$

3.2.4 Renseignements nécessaires

Note. Les renseignements nécessaires sont divisés en trois groupes:

(1) renseignements généraux pour identifier les caractéristiques du moteur, le carburant utilisé et la méthode d'analyse des données;

(2) données tirées des essais du moteur;

(3) résultats tirés des données d'essai.

3.2.4.1 Renseignements généraux

Les renseignements suivants sont fournis pour chaque type de moteur pour lequel une certification-émissions est demandée:

- (1) identification du moteur;
- (2) poussée nominale (en kilonewtons);
- (3) rapport de pression de référence;
- (4) spécification du carburant;
- (5) rapport hydrogène/carbone du carburant;
- (6) méthodes d'obtention des données;
- (7) méthode de correction pour les conditions ambiantes;
- (8) méthode d'analyse des données.



3.2.4.2 Renseignements sur les essais

Les renseignements suivants sont fournis pour chaque moteur soumis aux essais aux fins de certification à chacun des réglages de poussée spécifiés en 3.2.1.4 (b). Ces renseignements sont fournis après correction pour les ramener aux conditions ambiantes de référence, s'il y a lieu:

- (1) débit de carburant (en kilogrammes/seconde);
- (2) indice d'émission (en grammes/kilogramme) pour chaque polluant gazeux;
- (3) indice de fumée mesuré.

3.2.4.3 Renseignements tirés des essais

(a) Les renseignements suivants sont fournis pour chaque moteur soumis aux essais aux fins de certification:

- (1) taux d'émission, c'est-à-dire l'indice d'émission multiplié par le débit de carburant (en grammes/seconde) pour chaque polluant gazeux;
- (2) émission brute totale de chaque polluant gazeux mesurée sur un cycle CAD (en grammes);
- (3) valeur de D_p / F_{00} pour chaque polluant gazeux (en grammes/kilonewton
- (4) indice de fumée maximal.

(b) L'indice de fumée caractéristique et les niveaux d'émission des polluants gazeux sont fournis pour chaque type de moteur pour lequel la certification est demandée.

RAM 5602.3.3 Turboréacteurs et réacteurs à turbosoufflante destinés à la propulsion aux vitesses supersoniques

3.3.1 Généralités

3.3.1.1 Application

Les dispositions du présent chapitre s'appliquent aux turboréacteurs et aux moteurs à turbosoufflante destinés à la propulsion à vitesses supersoniques construites à compter du 18 février 1982.

3.3.1.2 Émissions en cause

Les émissions suivantes sont réglementées aux fins de la certification des moteurs d'aéronef:

- (1) Fumée
- (2) Émissions de gaz
 - Hydrocarbures non brûlés (HC);
 - Oxyde de carbone (CO);
 - Oxydes d'azote (NO_x).

3.3.1.3 Unités de mesure

(a) L'émission de fumée est mesurée et exprimée au moyen de l'indice de fumée (SN).



- (b) La masse (D_p) des polluants gazeux (HC, CO ou NO_x) émis au cours du cycle d'émissions de référence à l'atterrissage et au décollage (CAD), défini aux 3.3.1.5 (b) et 3.3.1.5(c), sera mesurée et exprimée en grammes.

3.3.1.4 Nomenclature

Dans le présent chapitre, lorsque l'expression F^*_{00} est utilisée, elle doit être remplacée par F_{00} pour les moteurs qui n'emploient pas la postcombustion. S'il s'agit de la circulation au sol ou du ralenti F_{00} est toujours utilisée.

3.3.1.5 Conditions de référence

(a) *Conditions atmosphériques* : les conditions atmosphériques de référence doivent être celles de l'atmosphère type internationale au niveau de la mer, sauf pour l'humidité absolue de référence qui est égale à 0,00634 kg d'eau par kg d'air sec.

(b) *Réglages de poussée* : le moteur doit être essayé à un nombre de réglages de puissance suffisant pour définir les caractéristiques d'émission de gaz et de fumée de façon que les taux d'émission de gaz et les indices de fumée ramenés aux conditions ambiantes de référence puissent être déterminés aux pourcentages ci-après du régime nominal de décollage comme il sera convenu par le service de certification.

Régime d'utilisation

Réglage de poussée

Décollage	100 % de F^*_{00}
Montée	65 % de F^*_{00}
Descente	15 % de F^*_{00}
Approche	34 % de F^*_{00}
Circulation au sol et ralenti	5,8 % de F_{00}

<i>Phase</i>	<i>Temps au régime d'utilisation (minutes)</i>
Décollage	1,2
Montée	2,0
Descente	1,2
Approche	2,3
Circulation au sol et ralenti	26,0

(c) *Cycle d'émissions de référence à l'atterrissage et au décollage (CAD)* : le cycle d'émissions de référence CAD pour le calcul des émissions gazeuses doit être représenté par les temps ci-dessous pour chaque régime d'utilisation.



<i>Phase</i>	<i>Temps au régime d'utilisation (minutes)</i>
Décollage	1,2
Montée	2,0
Descente	1,2
Approche	2,3
Circulation au sol et ralenti	26,0

(d) *Spécifications du carburant* : le carburant utilisé au cours des essais répondra aux spécifications de la procédure applicable. Le carburant ne doit pas contenir d'additifs destinés à supprimer la fumée (tels que des composés organo-métalliques).

3.3.1.6 Conditions d'essai

- (a) Pour l'exécution des essais, le moteur doit reposer sur son banc d'essai.
- (b) Le moteur doit être représentatif de la configuration de certification; les prélèvements d'air et les entraînements des accessoires autres que ceux qui sont nécessaires au fonctionnement de base du moteur ne seront pas simulés.
- (c) Les mesures effectuées aux réglages de poussée spécifiées en 3.3.1.5 (b) doivent être effectuées au niveau de postcombustion normalement utilisé, s'il y a lieu.
- (d) Lorsque les conditions d'essai diffèrent des conditions de référence spécifiées en 3.3.1.5, les résultats d'essai doivent être ramenés aux conditions de référence

Note : Voir la procédure d'application PA 20.3.3.1 Instruments et techniques de mesure des émissions gazeuses des turbomachines à postcombustion.

3.3.2 Fumée

3.3.2.1 Indice de fumée réglementaire

À chaque réglage de poussée, l'indice de fumée mesuré et calculé et ramené au niveau caractéristique ne doit pas dépasser le niveau réglementaire donné par la formule ci-après:

$$\text{Indice de fumée réglementaire} = 83,6 (F^*_{00})^{-0,274}$$

ou

50 si la valeur ci-dessus est supérieure à 50

Note.- Les services de certification peuvent aussi accepter des valeurs obtenues en utilisant la postcombustion, pourvu que la validité de ces données soit démontrée de façon satisfaisante.



3.3.3 Emissions gazeuses

3.3.3.1 Niveaux réglementaires

Les niveaux d'émission de gaz mesurés et calculés et ramenés aux niveaux caractéristiques ne doivent pas dépasser les niveaux réglementaires donnés par les formules ci après :

$$\text{Hydrocarbures (HC)} : D_p/F^*_{\infty} = 140(0,92)^{\pi_{\infty}}$$

$$\text{Monoxyde de carbone (CO)} : D_p/F^*_{\infty} = 4\,550(\pi_{\infty})^{-1,03}$$

$$\text{Oxydes d'azote (NO}_x\text{)} : D_p/F^*_{\infty} = 36 + 2,42\pi_{\infty}$$

Note.- Le niveau caractéristique de l'indice de fumée ou émissions de gaz polluants est défini comme étant le quotient de la moyenne des valeurs de tous les moteurs essayés, mesurées et corrigées pour les ramener au moteur de référence et aux conditions ambiantes de référence, par le coefficient correspondant au nombre de moteurs essayés.

3.3.4 Renseignements nécessaires

Note.- Les renseignements nécessaires sont divisés en trois groupes: 1) renseignements généraux pour identifier les caractéristiques du moteur, le carburant utilisé et la méthode d'analyse des données; 2) données tirées des essais du moteur; 3) résultats tirés des données d'essai.

3.3.4.1 Renseignements généraux

Les renseignements suivants sont fournis pour chaque type de moteur soumis aux essais de certification-émissions:

- (1) identification du moteur;
- (2) régime nominal de décollage (en kilonewtons);
- (3) régime nominal de décollage avec postcombustion, s'il y a lieu (en kilonewtons);
- (4) rapport de pression de référence;
- (5) spécification du carburant;
- (6) rapport hydrogène/carbone du carburant;
- (7) méthodes d'obtention des données;
- (8) méthode de correction pour les conditions ambiantes;
- (9) méthode d'analyse des données.

3.3.4.2 Renseignements sur les essais

Les renseignements suivants sont fournis pour chaque moteur essayé aux fins de certification à chacun des réglages de poussée spécifiés en 3.3.1.5(b) Ces renseignements sont fournis après avoir été ramenés aux conditions ambiantes de référence, s'il y a lieu:

- (1) débit de carburant (en kilogrammes/seconde);
- (2) indice d'émission (en grammes/kilogramme) pour chaque polluant gazeux;
- (3) pourcentage de poussée fourni par la postcombustion;
- (4) indice de fumée mesure



3.3.4.3 Renseignements tirés des essais

- (a) Les renseignements tirés des essais ci-après sont fournis pour chaque moteur essayé aux fins de certification:
- (1) taux d'émission, c'est-à-dire l'indice d'émission multiplié par le débit de carburant (en grammes/seconde) pour chaque polluant;
 - (2) émission brute totale de chaque polluant gazeux mesurée sur un cycle CAD (en grammes);
 - (3) valeur de $D_p / F * 100$ pour chaque polluant gazeux (en grammes/kilonewton); (4) indice de fumée maximal.
- (b) L'indice de fumée caractéristique et les niveaux d'émission des polluants gazeux seront fournis pour chaque type de moteur pour lequel la certification est demandée.

Note. - Le niveau caractéristique de l'indice de fumée ou des émissions de gaz polluants est défini comme étant le quotient de la moyenne des valeurs de tous les moteurs essayés, mesurées et corrigées pour les ramener au moteur de référence et aux conditions ambiantes de référence, par le coefficient correspondant au nombre de moteurs essayés.

RAM 5602.3.4 Emissions de particules

3.4.1 Généralités

3.4.1.1 Application

Les dispositions du présent chapitre s'appliqueront à tous les moteurs d'aviation destinés à la propulsion aux vitesses subsoniques seulement, pour lesquels une demande de certification de type est soumise au service de certification. Des dispositions particulières pour les catégories de moteur considérées s'appliqueront, comme exposé en détail dans la section 3.4.2.

3.4.1.2 Émissions considérées

La présente section porte sur le contrôle des émissions massiques de particules de matière non volatiles (nvPM_{mass}).

3.4.1.3 Unités de mesure

Les concentrations massiques de nvPM (nvPM_{mass}) seront exprimées en $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

3.4.1.4 Conditions de référence

3.4.1.4.1 Conditions atmosphériques

Les conditions atmosphériques de référence pour le moteur de référence standard seront celles de l'atmosphère type internationale (ISA) au niveau de la mer, sauf l'humidité absolue de référence qui sera de 0,00634 kg d'eau par kg d'air sec.

3.4.1.4.2 Émissions de référence correspondant au cycle d'atterrissage et de décollage (CAD)

Le moteur sera essayé à des réglages de poussée suffisants pour définir ses caractéristiques d'émission de nvPM, de façon à ce que les indices d'émission massique de nvPM (EI_{mass}) et les indices d'émission en nombre de nvPM (EI_{num}) puissent être déterminés aux pourcentages précis de



poussée nominale indiqués ci-après et aux poussées produisant la concentration maximale de $nvPM_{mass}$, l' EI_{mass} maximal et l' EI_{num} maximal, selon ce qui aura été convenu avec le service de certification :

<i>Régime d'utilisation</i>	<i>Réglage de poussée</i>
<i>CAD</i>	
<i>Décollage</i>	<i>100 % de Foo</i>
<i>Montée</i>	<i>85 % de Foo</i>
<i>Approche</i>	<i>30 % de Foo</i>
<i>Circulation au sol et ralenti</i>	<i>7 % de Foo</i>

3.4.1.4.3 Spécifications du carburant

Le carburant utilisé au cours des essais répondra aux spécifications de l'Appendice 4.

3.4.1.5 Conditions d'essai

3.4.1.5.1 *Pour l'exécution des essais, le moteur sera monté sur son banc d'essai.*

3.4.1.5.2 *Le moteur sera représentatif de la configuration de certification (voir Appendice 6) ; les prélèvements d'air et les entraînements des accessoires autres que ceux qui sont nécessaires au fonctionnement de base du moteur ne seront pas simulés.*

3.4.1.5.3 *Lorsque les conditions d'essai diffèrent des conditions atmosphériques de référence spécifiées au § 3.4.1.4.1, l' EI_{mass} et l' EI_{num} doivent être ramenées à la température de l'entrée de la chambre de combustion dans les conditions atmosphériques de référence selon la méthode décrite dans l'Appendice 7.*

3.4.1.5.4 *La concentration maximale de $nvPM_{mass}$, l' EI_{mass} et l' EI_{num} seront corrigés en fonction des pertes thermophorétiques survenant dans la partie Collecte du système de prélèvement, selon la méthode décrite dans l'Appendice 7.*

3.4.2 Émissions de particules non volatiles

3.4.2.1 Application

Les dispositions spécifiées de façon plus précise aux § 4.2.2 et 4.2.3 s'appliqueront à tous les turboréacteurs et réacteurs à turbosoufflante d'un type ou d'un modèle, et à leurs versions dérivées, dont la poussée nominale est supérieure à 26,7 kN et dont le premier exemplaire a été construit le 1er janvier 2020 ou à une date ultérieure.

3.4.2.2 Niveaux réglementaires

La concentration maximale de $nvPM_{mass}$ [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] obtenue par des mesures à des réglages de poussée suffisants, de manière à ce que le maximum d'émission puisse être déterminé, et qui aura été calculée conformément aux procédures de l'Appendice 7 et ramenée à des niveaux caractéristiques suivant les procédures de l'Appendice 6 ou des procédures équivalentes approuvées par le service de certification, ne dépassera pas le niveau obtenu par la formule ci-après :

$$\text{Limite réglementaire de la concentration de } nvPM_{mass} = 10 (3 + 2.9 Foo - 0.274)$$



3.4.2.3 Exigence de communication

Le constructeur communiquera les valeurs suivantes pour les émissions de nvPM mesurées et calculées conformément aux procédures de l'Appendice 7 ou à des procédures équivalentes approuvées par le service de certification :

- a) niveau caractéristique de la concentration maximale de nvPM_{mass} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
- b) débit de carburant (kg/s) à chaque réglage de poussée du cycle CAD
- c) EI_{mass} (mg/kg de carburant) à chaque réglage de poussée du cycle CAD
- d) EI_{num} (particules/kg de carburant) à chaque réglage de poussée du cycle CAD
- e) EI_{mass} maximal (mg/kg de carburant)
- f) EI_{num} maximal (particules/kg de carburant)

3.4.3 Renseignements nécessaires

Note. – Les renseignements nécessaires sont divisés en trois groupes : 1) renseignements généraux pour identifier les caractéristiques du moteur, le carburant utilisé et la méthode d'analyse des données ; 2) données obtenues à partir des essais moteur ; 3) résultats extraits des données d'essais.

3.4.3.1 Renseignements généraux

Les renseignements suivants seront fournis pour chaque type de moteur pour lequel une certification-émissions est demandée :

- a) identification du moteur ;
- b) régime nominal de décollage (en kN) ;
- c) rapport de pression de référence ;
- d) spécification du carburant ;
- e) rapport hydrogène/carbone du carburant ;
- f) méthodes d'obtention des données ;
- g) méthode de correction pour tenir compte des pertes thermophorétiques dans la partie Collecte du système de prélèvement ;
- h) méthode d'analyse des données.

3.4.3.2 Renseignements concernant les essais

Les renseignements suivants seront communiqués pour chaque essai :

- a) chaleur nette de combustion (MJ/kg) ;
- b) teneur en hydrogène du carburant (% de masse) ;
- c) teneur totale en hydrocarbures aromatiques du carburant (% de volume) ;
- d) teneur en naphthalènes du carburant (% de volume) ;
- e) teneur en soufre du carburant (% de masse).