



Guide de mesure du bruit des aéronefs de construction amateur

**ANCAT Groupe ad hoc sur la mesure du bruit
des aéronefs de construction amateur**

Conférence européenne de l'Aviation civile

7 Mai 2013

GUIDE DE MESURE DU BRUIT DES AÉRONEFS DE CONSTRUCTION AMATEUR

AVANT-PROPOS	3
INTRODUCTION	3
1. CHAMP D'APPLICATION	3
2. DÉFINITION DES AÉRONEFS DE CONSTRUCTION AMATEUR	3
PARTIE 1 : GUIDE DE MESURE DU BRUIT DES AVIONS À HÉLICES DE CONSTRUCTION AMATEUR N'EXCÉDANT PAS 8618 KG DE MASSE MAXIMALE AU DÉCOLLAGE	4
1. AVIONS À HÉLICES DE CONSTRUCTION AMATEUR MESURÉS SELON LE CHAPITRE 6 DE L'ANNEXE 16	4
1.1 CORRECTION DE PERFORMANCES	4
1.2 PERFORMANCES DE DÉCOLLAGE ET DE MONTÉE	4
1.3 AVIONS DE CONSTRUCTION AMATEUR AYANT UN RÉGIME HÉLICE ÉLEVÉ	5
1.3.1 <i>EXEMPLE DE LIMITATION DU RÉGIME HÉLICE</i>	5
2. AVIONS À HÉLICES DE CONSTRUCTION AMATEUR MESURÉS SELON LE CHAPITRE 10 DE L'ANNEXE 16	8
2.1 HAUTEUR DE RÉFÉRENCE	8
2.1.1 <i>Exemple d'une hauteur d'essai limitée</i>	8
2.2 APPROBATION DES PERFORMANCES DE DÉCOLLAGE ET DE MONTÉE	12
PARTIE 2 : GUIDE DE MESURE DU BRUIT DES HÉLIPTÈRES DE CONSTRUCTION AMATEUR N'EXCÉDANT PAS 3175 KG DE MASSE MAXIMALE AU DÉCOLLAGE	12
1. HÉLIPTÈRES DE CONSTRUCTION AMATEUR MESURÉS SELON LE CHAPITRE 11 DE L'ANNEXE 16	12
1.1 APPROBATION DE LA VITESSE AIR	12
2.2 STABILITÉ DE L'AÉRONEF PENDANT LA PROCÉDURE DE SURVOL	12

AVANT-PROPOS

Le présent document, préparé par la CEAC, fournit des éléments d'orientation destinés à mesurer le bruit des aéronefs de construction amateur. Ces éléments reposent sur les meilleures pratiques recueillies auprès des États membres de la CEAC. Elles n'ont pas vocation à être prescriptives. Cependant, leur utilisation devrait promouvoir la reconnaissance mutuelle des méthodes de mesure du bruit et faciliter ainsi les mouvements de ces aéronefs au sein des États membres de la CEAC.

INTRODUCTION : CHAMPS D'APPLICATION ET DÉFINITION

1. CHAMP D'APPLICATION

Les aéronefs de construction amateur étant couverts par l'Annexe II du Règlement (CE) n° 216/2008, les caractéristiques environnementales de leur conception ne sont pas assujetties à la législation européenne. Certains États membres de la CEAC ont établi leur propre réglementation sonore et procédure de mesure associée, en s'appuyant sur les dispositions énoncées dans l'Annexe 16, Volume I de l'OACI. Il est recommandé d'appliquer au maximum les dispositions de l'Annexe 16, Volume I, Chapitres 6, 10 et 11 de l'OACI.

La Partie 1 du présent document contient les éléments d'orientation destinés à mesurer le bruit des avions à hélices de construction amateur n'excédant pas 8618 kg de masse maximale au décollage.

La Partie 2 du présent document contient les éléments d'orientation destinés à mesurer le bruit des hélicoptères de construction amateur n'excédant pas 3175 kg de masse maximale au décollage.

2. DÉFINITION DES AÉRONEFS DE CONSTRUCTION AMATEUR

Conformément à l'Annexe II du Règlement (CE) n° 216/2008, un aéronef de construction amateur se définit comme suit :

Aéronefs dont au moins 51 % ont été construits par un amateur, ou une association d'amateurs à but non lucratif, pour leur usage propre, sans aucun objectif commercial.

Note - Cette définition peut correspondre à différentes catégories d'aéronefs.

PARTIE 1

GUIDE DE MESURE DU BRUIT DES AVIONS À HÉLICES DE CONSTRUCTION AMATEUR N'EXCÉDANT PAS 8618 KG DE MASSE MAXIMALE AU DÉCOLLAGE

Les Chapitres 6 et 10 de l'Annexe 16 de l'OACI définissent les procédures appropriées de mesure du bruit des avions à hélices de construction amateur. Cependant, le bruit émis par l'aéronef diffère selon les méthodes de mesure proposées dans ces deux chapitres. Le Chapitre 6 permet d'obtenir le niveau de bruit de l'aéronef en configuration de croisière, alors que le Chapitre 10 permet d'obtenir le niveau de bruit de l'aéronef en configuration de montée initiale.

1. AVIONS À HÉLICES DE CONSTRUCTION AMATEUR MESURÉS SELON LE CHAPITRE 6 DE L'ANNEXE 16

1.1 CORRECTION DE PERFORMANCES

La section 4.2.3 de l'Appendice 3 à l'Annexe spécifie qu'une correction de performances est ajoutée algébriquement à la valeur mesurée pour tenir compte des performances de décollage et de vol supérieures de ces aéronefs, compte tenu de leur capacité à adopter des pentes de montée plus fortes et à évoluer dans le circuit d'aérodrome à des niveaux de puissance inférieurs. En outre, cette correction pénalise les aéronefs dont les performances de vol limitées se traduisent par des taux de montée plus faibles et des niveaux de puissance supérieurs pour évoluer dans le circuit d'aérodrome.

Cette correction de performances est calculée comme suit :

$$\Delta dB = 49.6 - 20 \log \left[(3500 - D_{15}) \frac{R/C}{V_y} + 15 \right]$$

Où :

- D_{15} est la distance de passage des 15 m, en conditions ISA au niveau de la mer, à la masse maximale certifiée au décollage et à la puissance maximale certifiée au décollage ;
- R/C est le meilleur taux de montée (m/s), en conditions ISA au niveau de la mer, à la masse maximale certifiée au décollage et à la puissance maximale et au régime maximum certifiés au décollage ; et
- V_y est la vitesse (m/s) correspondant au meilleur taux de montée.

Les valeurs de performances figurent normalement dans la section des performances du manuel de vol ou d'exploitation de l'avion.

Ainsi que le prescrit la section 4.2.3 de l'Annexe 3, lorsque la distance de décollage D_{15} n'est pas certifiée, les valeurs de 610 m pour les avions monomoteurs et de 825 m pour les avions multimoteurs sont utilisées. Toutefois, si le meilleur taux de montée R/C ou la vitesse ascensionnelle ne sont certifiés, la correction de performances ne devrait pas être appliquée.

Remarque – Les avions de construction amateur sont généralement des avions légers ayant des performances élevées de décollage et de montée. Pour ces avions, l'absence de correction de performances doit normalement conduire à un niveau de bruit conservateur.

1.2 PERFORMANCES DE DÉCOLLAGE ET DE MONTÉE

Même si les composants d'un avion de construction amateur individuel peuvent être conformes à ceux d'un type d'avion de construction amateur, les données de performances (D_{15} , R/C et V_y) des deux aéronefs peuvent néanmoins s'avérer différentes. Il peut donc être nécessaire d'évaluer les performances de chaque avion individuellement. Si le niveau de bruit d'un avion donne lieu à la délivrance d'un certificat de nuisances sonores, ses valeurs de performances devraient être approuvées par l'autorité de certification.

1.3 AVIONS DE CONSTRUCTION AMATEUR AYANT UN RÉGIME HÉLICE ÉLEVÉ

La procédure de mesure de bruit selon le Chapitre 6 est adaptée à la détermination du niveau maximal de bruit émis par l'aéronef. Cette procédure est en particulier appropriée pour certains avions de construction amateur équipés d'un moteur entraînant une hélice à un régime supérieur à la normale, jusqu'à 3300 tr/min. Le niveau de bruit de ce type d'aéronef s'est avéré être parfois sensiblement inférieur au niveau de bruit maximal autorisé selon le Chapitre 10, mais considérablement supérieur au niveau de bruit maximal autorisé selon le Chapitre 6.

Pour les aéronefs dont le régime hélice est typiquement supérieur à 2800 tr/min, la vitesse de rotation maximale de l'hélice peut être limitée conformément aux dispositions du Chapitre 6. Cette limitation doit figurer dans le manuel d'exploitation de l'aéronef et être indiquée sur le tachymètre sous forme d'un trait indélébile.

1.3.1 EXEMPLE DE LIMITATION DU RÉGIME HÉLICE

Caractéristiques techniques

- MMD = 750 kg
- Régime maximum = 3100 tr/min
- D_{15} = 500 m
- V_y = 41,7 m/s
- R/C = 4,07 m/s

Niveau de bruit mesuré et corrigé

Trois séries de survols sont effectués : une série à la puissance continue maximale (NMCP) et deux séries à puissance réduite.

	N°	H _r (m)	Régime (tr/min)	(L _{Amax}) TEST (dBA)	(L _{Amax}) REF (dBA)
1XX	101	300.0	2985	70.5	72.4
	102	294.3	3045	71.1	71.0
	103	300.7	2973	69.6	71.8
	104	300.8	3115	72.4	72.5
	105	303.2	3079	71.7	71.8
	106	296.5	3115	73.3	73.2
2XX	201	308.8	2920	67.5	67.8
	202	295.9	2873	67.5	67.3
	203	307.9	2850	66.4	66.6
	204	297.7	2900	65.2	65.1
3XX	301	294.3	2550	62.3	63.0
	302	288.3	2685	62.5	62.1
	303	298.7	2738	63.7	63.7
	304	288.5	2610	60.4	60.0

Où :

- H_T est la hauteur de l'aéronef à son passage à la verticale du microphone ;
- $(L_{Amax})_{TEST}$ est le niveau de bruit du jour de l'essai ;
- $(L_{Amax})_{REF}$ est le niveau de bruit dans les conditions de référence.

$$(L_{Amax})_{REF} = (L_{Amax})_{TEST} + \Delta 1 + \Delta 2 + \Delta 3$$

- $\Delta 1$ est l'ajustement pour la longueur du trajet de bruit ;
- $\Delta 2$ est l'ajustement pour le nombre de Mach en bout de pale ; et
- $\Delta 3$ est l'ajustement pour la puissance du moteur.

Correction de performances et niveau certifié

La correction de performances est calculée de la manière suivante :

$$\Delta dB = 49.6 - 20 \log \left[(3500 - 500) \frac{4.07}{41.7} + 15 \right]$$

$$\Delta dB = -0.17 \text{ dBA}$$

Pour chaque série d'essais, le niveau de bruit de l'aéronef (L_{Amax}) est la somme de la moyenne arithmétique des valeurs REF (L_{Amax}) et de la correction de performances.

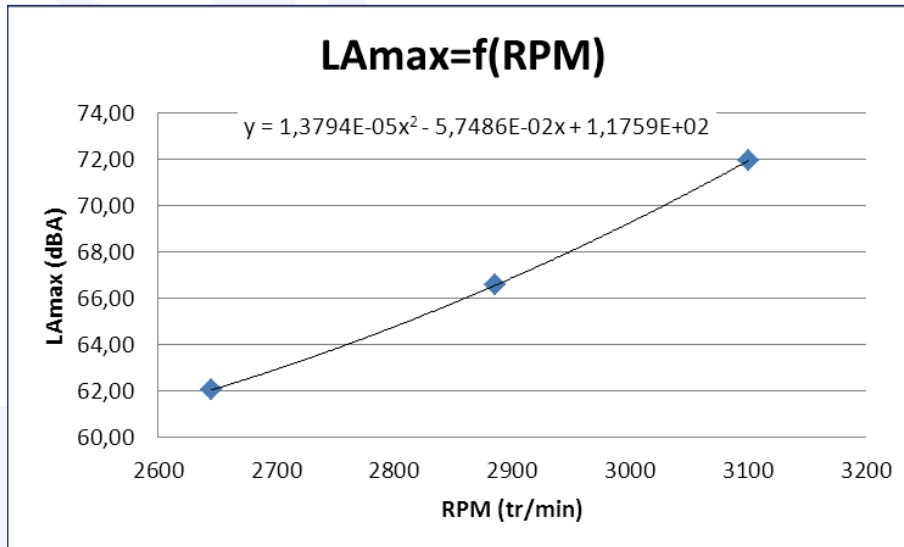
Le régime de rotation associé aux séries 2 et 3 est le régime de rotation moyen de ces séries.

N°	Régime (t/min)	L_{Amax} (dBA)
1XX	3100	71.9
2XX	2886	66.6
3XX	2646	62.0

Le niveau de bruit maximum autorisé pour cet exemple est de 70 dB(A) (MMD = 750 kg).

La première série est effectuée avec le régime hélice correspondant à la puissance maximale continue. Le niveau de bruit à certifier correspondant dépasse le niveau de bruit autorisé de 1,9 dB(A).

Limitation du régime



Équation de la courbe $L_{A \max} = f(RPM)$

$$L_{A \max} = 1,38 \times 10^{-5} RPM^2 - 5,75 \times 10^{-2} RPM + 117,59$$

- Limitation

Le régime moteur est limité par incréments de 50 tr/min jusqu'à ce que le niveau de bruit soit égal ou inférieur à 70 dBA.

Pour cet exemple, $L_{A \max} = 69,3$ dBA avec un régime limité à 3000 tr/min.

Remarque – 50 tr/min est la résolution du marquage sur le tachymètre du moteur.

2. AVIONS À HÉLICES DE CONSTRUCTION AMATEUR MESURÉS SELON LE CHAPITRE 10 DE L'ANNEXE 16

2.1. HAUTEUR DE RÉFÉRENCE

Conformément aux dispositions du Chapitre 10 et de l'Appendice 6, le profil de référence au décollage est utilisé pour calculer la hauteur de l'aéronef à son passage à la verticale du microphone (voir Figure 1).

La hauteur de référence de survol est définie en fonction de la trajectoire de vol de référence au décollage, à un point situé à 2500 m (8202 ft) du début de roulage de l'avion qui décolle sur une piste plane en dur, dans les conditions suivantes :

- Pression atmosphérique au niveau de la mer de 1013,25 hPa ;
- Température de l'air ambiant de 15 °C (c-à-d ISA) ;
- Humidité relative de 70 % ; et
- Vent nul.

Cette hauteur peut être définie fonction des valeurs de performances approuvées pour le décollage et la montée dans les conditions décrites ci-dessus selon la formule :

$$H_R = (2500 - D_{15}) \times \tan \left[\sin^{-1} \left(\frac{RC}{V_y} \right) \right] + 15$$

Où :

- D_{15} est la distance de décollage, en conditions ISA au niveau de la mer, jusqu'à une hauteur de 15 m, à la masse maximale certifiée au décollage et à la puissance maximale certifiée au décollage ;
- RC est le meilleur taux de montée (m/s), en conditions ISA au niveau de la mer à la masse maximale certifiée au décollage et à la puissance et au régime moteur maximum pouvant être délivrés de façon continue par le(s) moteur(s) pendant cette seconde phase ; et
- V_y est la vitesse (m/s) correspondant au meilleur taux de montée.

Les valeurs de performances figurent normalement dans la section performances du manuel de vol ou d'exploitation de l'aéronef.

Certains avions de construction amateur sont des aéronefs légers ayant des performances élevées de décollage et de montée qui conduisent à une hauteur de référence élevée. La détermination de la hauteur de l'aéronef par les techniques de mise à l'échelle photographique peut s'avérer difficile et imprécise du fait de la faible dimension de l'aéronef apparaissant sur la photographie. En outre, les fréquences élevées du bruit de l'aéronef peuvent être fortement atténuées du fait de l'absorption atmosphérique et de la diffusion sphérique. En conséquence, la totalité de l'énergie spectrale de l'aéronef ne peut être mesurée au sol et le niveau de bruit de l'aéronef peut être inférieur au seuil de 10 dB au-dessus du bruit de fond.

La section 4.4.4 de l'Appendice 6 prévoit qu'un point de mesure de décollage plus proche du début du roulage peut être utilisé, les résultats étant ensuite ajustés au point de mesure de référence par une méthode approuvée. Certains États membres de la CEAC limitent la hauteur de référence. D'autres fixent une hauteur arbitraire.

2.1.1 Exemple d'une hauteur d'essai limitée

Performances de décollage et de montée pour la détermination de la hauteur de référence

- $D_{15} = 228$ m
- $V_y = 33.3$ m/s
- $RC = 8.63$ m/s

Calcul de la hauteur de référence

$$H_R = (2500 - 228) \times \tan \left[\sin^{-1} \left(\frac{8.63}{33.3} \right) \right] + 15$$

$$HR=624.6 \text{ m}$$

Hauteur d'essai

L'essai en vol du bruit consiste à effectuer une série de survols. La hauteur cible, lorsque l'aéronef passe à la verticale du microphone, devrait être la hauteur de référence.

Pour cet exemple, la hauteur cible est limitée à 420 mètres.

Niveau de bruit corrigé sans ajustement de la hauteur

N°	H _T (m)	(L _{Amax}) HT (dBA)
1	422.6	65.5
2	417.1	65.3
3	424.6	65.2
4	401.9	65.7
5	407.0	64.7
6	411.9	65.6

Où :

- H_T est la hauteur de l'avion lorsqu'il passe à la verticale du microphone ;
- (L_{Amax}) H_T est le niveau de bruit de l'aéronef dans les conditions de référence sans ajustement de la hauteur Δ1.

$$(L_{Amax})_{H_T} = (L_{Amax})_{TEST} + \Delta(M) + \Delta2 + \Delta3$$

- (L_{Amax}) est le niveau de bruit du jour de l'essai ;
- Δ(M) est l'ajustement de variation d'absorption atmosphérique ;
- Δ2 est l'ajustement pour le nombre de Mach en bout de pale d'hélice ; et
- Δ3 est l'ajustement pour la puissance moteur.

Niveau de bruit de référence

Le niveau de bruit de référence (L_{Amax}) REF est obtenu en ajoutant un incrément à (L_{Amax}) HT

$$(L_{Amax})_{REF} = (L_{Amax})_{H_T} + 22 \log \left(\frac{H_T}{H_R} \right)$$

Où :

- H_T est la hauteur de l'avion lorsqu'il passe à la verticale du point de mesure ; et
- H_R est la hauteur de référence.

N°	(L _{Amax}) HT (dBA)	$22 \log \left(\frac{H_T}{H_R} \right)$	(L _{Amax}) REF (dBA)
1	65.5	-3.73	61.8
2	65.3	-3.86	61.4
3	65.2	-3.69	61.5
4	65.7	-4.21	61.5
5	64.7	-4.09	60.6
6	65.6	-3.98	61.6

Remarque - Pour cet exemple, les conditions météorologiques se situent dans la fenêtre spécifiée à l'appendice 6, Figure A6-2 de l'Annexe 16.

Le niveau de bruit de l'aéronef est la moyenne arithmétique des valeurs (L_{Amax}) REF:

$$L_{Amax} = 61.4 \text{ dB(A)}$$

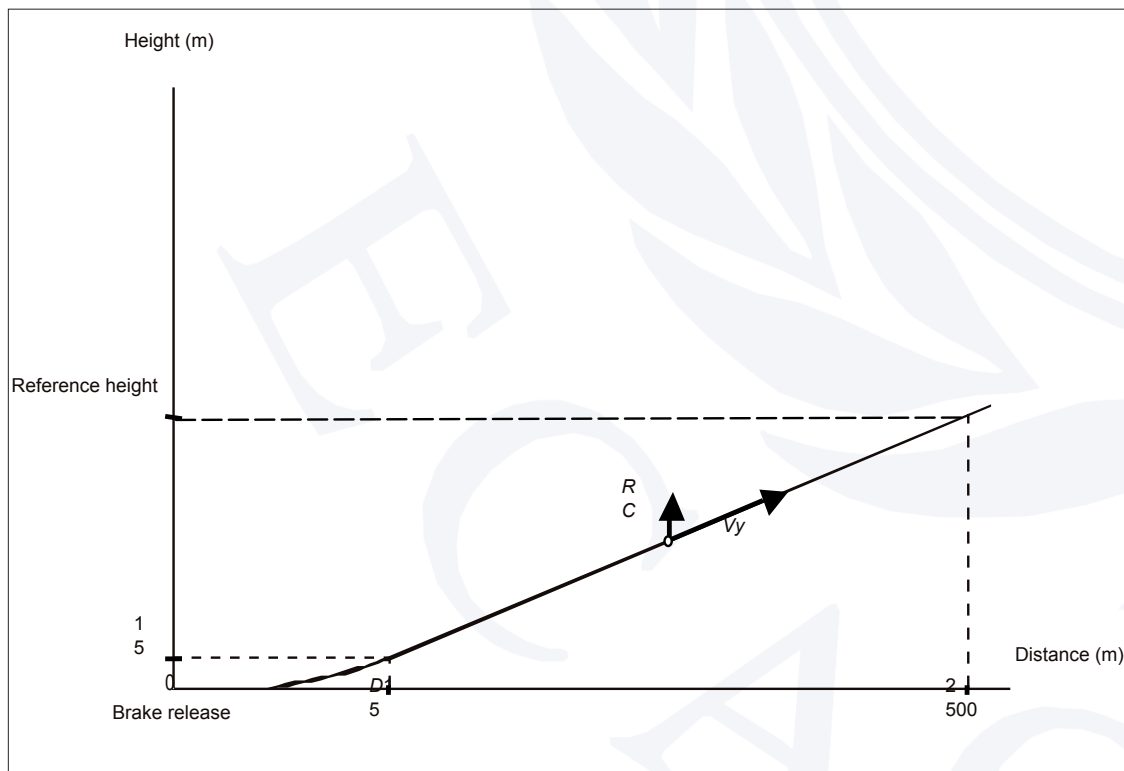


Figure 1. Profil de référence au décollage

2.2. APPROBATION DES PERFORMANCES DE DÉCOLLAGE ET DE MONTÉE

Le niveau de bruit mesuré au sol dépend essentiellement de l'énergie acoustique émise par l'aéronef et de la hauteur de référence. Si le niveau de bruit mesuré de l'aéronef est certifié, les valeurs de performances de décollage et de montée doivent être approuvées par l'autorité de certification.

Même si les composants d'un avion de construction amateur individuel peuvent être conformes à celles d'un type d'avion de construction amateur, les données de performances (D_{15} , RC et V_y) peuvent néanmoins s'avérer différentes. Il peut être nécessaire d'évaluer les performances de chaque aéronef individuellement. Si le niveau de bruit d'un aéronef individuel donne lieu à la délivrance d'un certificat de nuisances sonores, ses valeurs de performances devraient être approuvées par l'autorité de certification.

PARTIE 2

GUIDE DE MESURE DU BRUIT DES HÉLICOPTÈRES DE CONSTRUCTION AMATEUR N'EXCÉDANT PAS 3175 KG DE MASSE MAXIMALE AU DÉCOLLAGE

1. HÉLICOPTÈRES DE CONSTRUCTION AMATEUR MESURÉS SELON LE CHAPITRE 11 DE L'ANNEXE 16

1.1. APPROBATION DE LA VITESSE AIR

Le chapitre 11 (11.5.2.1) de l'Annexe 16 impose qu'une vitesse de 0,9 VH ou 0,9 VNE ou 0,45 VH + 120 km/h (65 kt) ou 0,45 VNE + 120 km/h (65 kt), la plus petite de ces valeurs étant prise en compte, soit maintenue pendant toute la procédure de survol.

Même si les composants d'un hélicoptère individuel peuvent être conformes à ceux d'un type d'hélicoptère de construction amateur, les vitesses VH et VNE peuvent néanmoins s'avérer différentes. Il peut être nécessaire d'évaluer les vitesses de chaque aéronef individuellement. Si le niveau de bruit d'un aéronef donne lieu à la délivrance d'un certificat de bruit, ses valeurs de vitesse devraient être approuvées par l'autorité de certification.

1.2. STABILITÉ DE L'AÉRONEF PENDANT LA PROCÉDURE DE SURVOL

Les hélicoptères de construction amateur sont en général des aéronefs légers disposant d'équipements de pilotage limités. Il peut être difficile pour le pilote de maintenir à la fois une vitesse air et un régime rotor dans les tolérances prescrites au Chapitre 11. Dans ce cas, il est considéré comme approprié d'essayer de maintenir uniquement la vitesse air afin d'obtenir la stabilité maximale possible de l'aéronef pendant la procédure de survol.





European Civil Aviation Conference
3 bis, Villa Emile Bergerat
F-92522 Neuilly-sur-Seine

Tel.: +33 1 46 41 85 44
Fax: +33 1 76 73 98 57
secretariat@ecac-ceac.org
www.ecac-ceac.org