

Résistance au feu

L'ARPRO est un matériau très polyvalent, utilisé dans une large gamme d'applications (automobile, bâtiment, CVCA, ameublement, jouets, etc.); sa résistance au feu est une propriété importante dans certaines de ces applications.

Vous trouverez ci-dessous l'ensemble des informations concernant la résistance au feu:

1. Caractéristiques d'ARPRO Noir et d'ARPRO FR
2. Vitesse de combustion et classification de flamme d'ARPRO dans différentes applications:
 - A. Automobile: ISO 3795
 - B. Électronique:
 - i. UL 94 (ISO 9772)
 - ii. Indice d'inflammabilité au fil incandescent (Glow wire flammability index)
 - iii. Essai de la flamme à l'aiguille
 - C. Bâtiment: Euroclasses
 - D. Aéronautique: CS 25
 - E. Jouets: ISO 8124-2
3. Température de combustion effective d'ARPRO
4. Toxicité de la fumée d'ARPRO

Remarque: Pour plus d'informations sur les données présentées ou sur toute caractéristique des performances de l'ARPRO, veuillez [contacter](#) votre représentant commercial.

1. Caractéristiques d'ARPRO Noir et d'ARPRO FR

ARPRO Noir	ARPRO 4135 FR
Non auto-extinguible	Auto-extinguible
L'augmentation de la densité ou de l'épaisseur de la pièce en ARPRO réduit la vitesse de combustion.	La réduction de l'épaisseur de la pièce en ARPRO arrête plus rapidement la flamme.

ARPRO 4135 FR est ignifuge et exempt de composants halogénés, conformément à la norme UL 746 H.

2. Vitesse de combustion et classification de flamme d'ARPRO dans différentes applications

Les exigences des normes relatives à l'inflammabilité des matériaux varient d'une application à l'autre. Les essais diffèrent au regard de l'allumage de la flamme, des procédures d'essai, de la forme et de la taille des échantillons et des paramètres consignés. Par conséquent, plusieurs normes peuvent être nécessaires pour une application. Par ailleurs, la performance de la flamme dépend également de l'épaisseur et de la densité d'ARPRO.

A. Automobile: ISO 3795 (FMVSS 302)

Cette norme internationale prescrit une méthode de détermination de la vitesse de combustion horizontale des matériaux utilisés dans l'habitacle des véhicules routiers. Cette méthode permet de vérifier les matériaux et éléments de revêtement intérieur des véhicules, individuellement ou en combinaison, jusqu'à une épaisseur de 13mm.

Méthode d'essai: ISO 3795. Cinq échantillons de 356 x 100 x 12.5mm sont installés horizontalement dans un support en forme de U et sont exposés à l'action d'une flamme à basse énergie bien définie pendant 15 secondes, dans une chambre de combustion. La flamme est appliquée sur l'extrémité libre des échantillons. L'essai détermine si et quand la flamme s'éteint ou le moment auquel la flamme dépasse la distance mesurée, produisant une vitesse de combustion indiquée en mm/minute. La densité d'essai est ARPRO Noir de 25 à 200g/l, et l'épaisseur de l'échantillon est de 12.5mm, sans surface moulée.

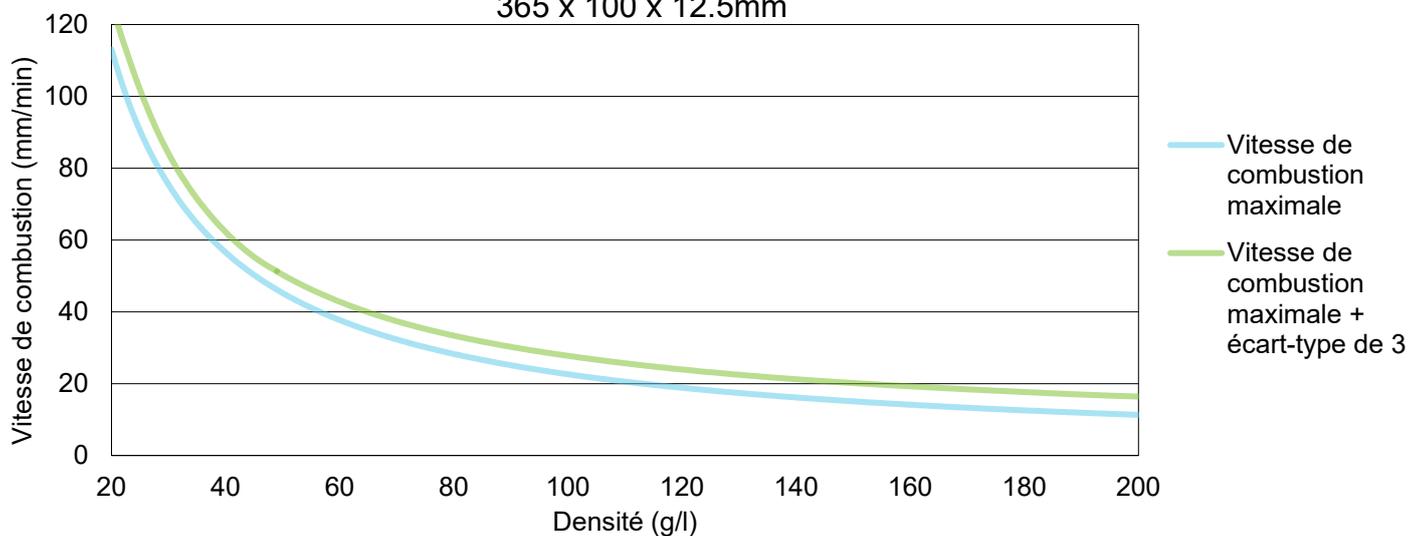
Résultats de l'essai: Vitesse de combustion et densité.

Pour atteindre des spécifications de vitesse de combustion admissibles, mentionnées dans la liste à points ci-dessous, nous vous recommandons d'envisager la vitesse de combustion maximale + un écart-type de 3 (courbe vert clair sur le graphique). ARPRO satisfait aux critères de vitesse de combustion suivants avec une épaisseur de 12.5mm, à la densité minimale indiquée ci-dessous:

- Vitesse de combustion maximale < 100mm/min: La densité minimale pour satisfaire à ce critère est de 25g/l.
- Vitesse de combustion maximale < 80mm/min: La densité minimale pour satisfaire à ce critère est de 32g/l.

Les variations du procédé de moulage doivent être prises en compte pour permettre d'obtenir la densité minimale recommandée avec n'importe quelle pièce moulée.

Vitesse de combustion et densité - ISO 3795
365 x 100 x 12.5mm

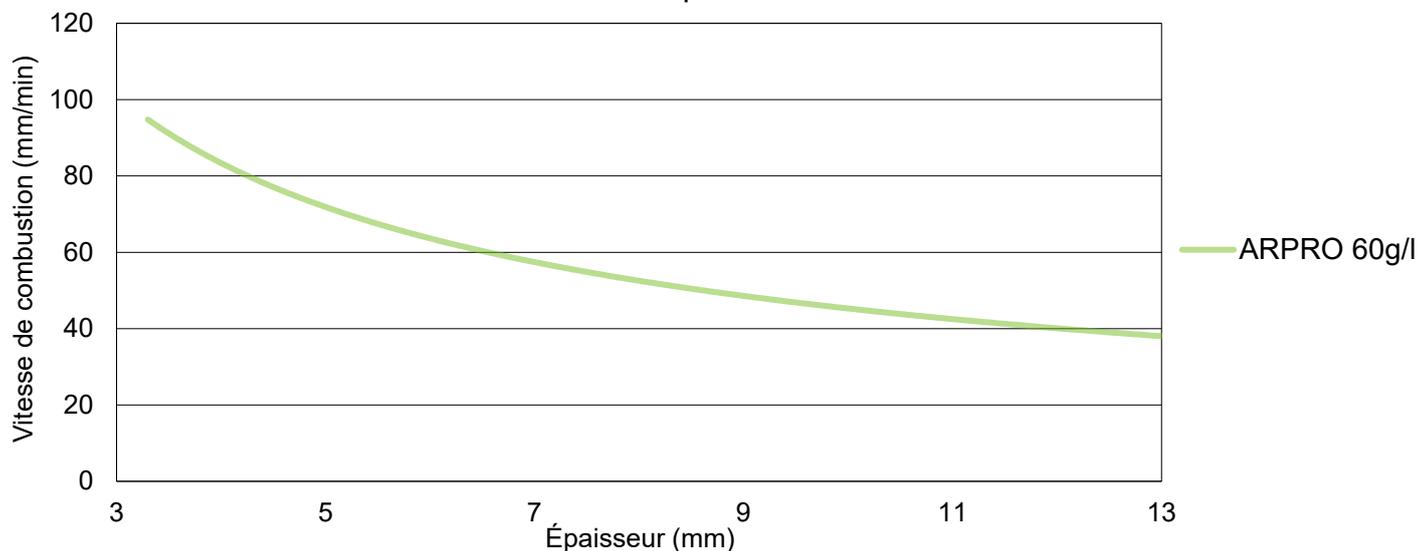


Vitesse de combustion maximale + écart-type de 3, variation de l'essai incluse.

Résultats de l'essai: Vitesse de combustion et épaisseur.

L'augmentation de la densité ou de l'épaisseur de la pièce en ARPRO réduit la vitesse de combustion, car la quantité de matériau consommée est plus importante.

Vitesse de combustion et épaisseur - ISO 3795



B. Électronique:

i. UL 94 (ISO 9772)

La section 12 de la norme UL 94 décrit une procédure d'essai de combustion à petite échelle, orientée horizontalement, afin de comparer la vitesse de combustion relative, l'étendue de la combustion et la durée de combustion des matériaux polymères cellulaires dont la densité est inférieure à 250g/l. La section 12 de la norme UL 94 équivaut à la norme ISO 9772.

Du classement le plus bas (le moins ignifuge) au plus élevé (le plus ignifuge), le système de classification suivant s'applique:

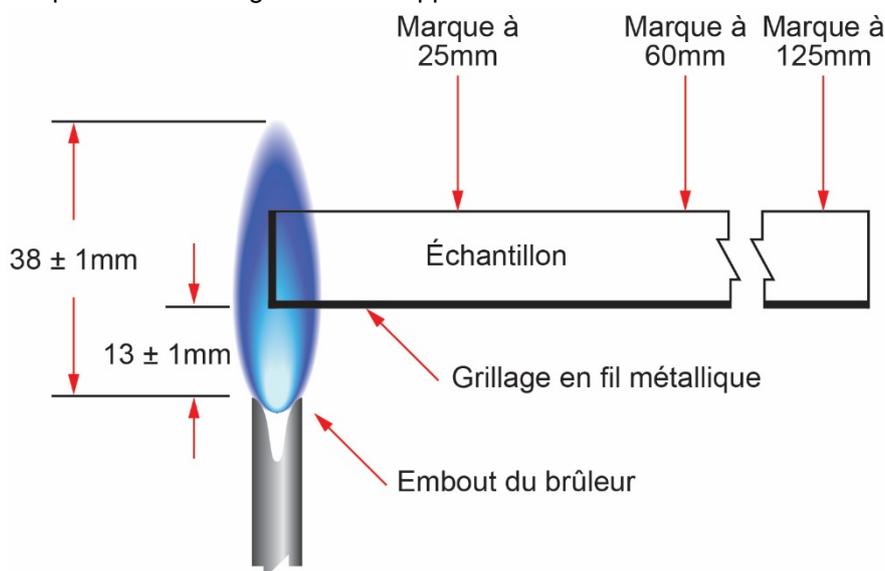
- HBF: aucun échantillon ne présente une vitesse de combustion supérieure à 40mm/min sur une longueur de 100mm OU tous les échantillons cessent de brûler avant que la flamme ou l'incandescence n'atteigne la marque de référence de 125mm.
- HF-1 et HF-2:

Critères	HF-1	HF-2
Durée de persistance des flammes	4/5 échantillons ≤ 2s 1/5 échantillons ≤ 10s	4/5 échantillons ≤ 2s 1/5 échantillons ≤ 10s
Durée d'incandescence résiduelle pour chaque échantillon individuel	≤ 30s	≤ 30s
Inflammation de l'indicateur en coton par des particules ou des gouttelettes enflammées	Non	Oui
Longueur endommagée sur chaque échantillon individuel	< 60mm	< 60mm

Méthode d'essai: Les échantillons d'essai standard mesurent 150 ± 5 mm de long sur 50 ± 1 mm de large, dans les épaisseurs minimales et maximales couvrant la gamme d'épaisseurs devant être examinées. Les échantillons testés avec cette méthode sont limités à une épaisseur maximale de 13mm. La flamme est produite par un embout de brûleur mesurant 48mm de long sur 1.3mm de large. La flamme est réglée à une hauteur de 20mm.

La flamme est appliquée pendant 60 secondes sur le bord de l'échantillon. La distance et la vitesse de combustion sont enregistrées afin de classer le matériau.

L'illustration ci-dessous représente la configuration de l'appareil d'essai horizontal UL94.



Version 04

Résultats de l'essai: ARPRO Noir = HBF.

Les densités d'essai sont ARPRO Noir, entre 55g/l et 140g/l (épaisseur min. 8mm).

Résultats de l'essai: ARPRO 4135 FR = HF-1.

Les densités d'essai sont ARPRO 4135 FR, entre 20g/l et 60g/l (épaisseur min. 3mm).

ii. Indice d'inflammabilité au fil incandescent d'ARPRO: IEC 60695-2-12 (GWFI), IEC 60695-2-13 (GWIT)

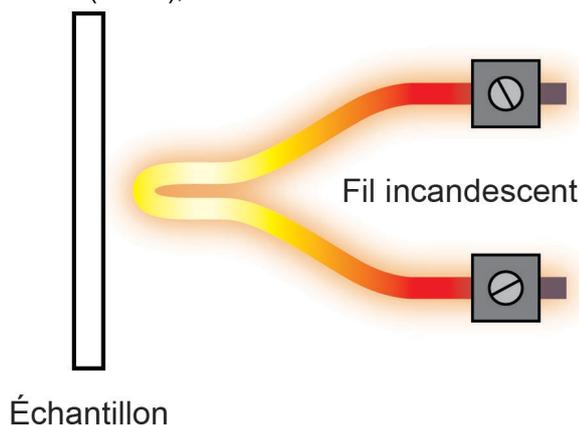
L'indice d'inflammabilité au fil incandescent (GWFI) et la température d'allumage au fil incandescent (GWIT) permettent de comparer les températures auxquelles s'enflamment les matériaux. L'appareil simule l'effet de la chaleur qui pourrait être libérée par des composants électriques.

Méthode d'essai: la méthode d'essai commune et l'appareillage sont décrits dans la norme CEI 60695-2-10. La CEI (Commission Électrotechnique Internationale) est l'organisme international d'évaluation des normes et de la conformité dans tous les domaines de l'électrotechnique. Le fil incandescent est chauffé à une température spécifique. L'échantillon d'essai est maintenu contre le fil incandescent pendant 30 secondes. Du coton est placé sous l'échantillon, afin de déterminer les effets des gouttelettes enflammées. L'indice d'inflammabilité au fil incandescent (GWFI) est la température la plus élevée satisfaisant à l'une des conditions suivantes:

- Absence de flamme et d'incandescence (pas d'allumage).
- La combustion/l'incandescence dure moins de 30 secondes après le retrait du fil incandescent, et le coton ne s'enflamme pas.

La température d'allumage au fil incandescent (GWIT) est supérieure de 25°C à la température maximale à laquelle le fil incandescent n'entraîne pas de combustion du matériau pendant plus de 5 secondes, sur trois essais.

Pour la détermination de l'indice d'inflammabilité au fil incandescent (GWFI) et de la température d'allumage au fil incandescent (GWIT), trois essais sont effectués.



Résultats de l'essai: ARPRO Noir – Effet de la densité:

ARPRO Noir 3mm	Densité d'essai 60g/l	Densité d'essai 80g/l	Densité d'essai 130g/l
GWFI (°C)	825	800	800
GWIT (°C)	850	n/a	n/a

Version 04

Résultats de l'essai: Effet des grades et de l'épaisseur d'ARPRO:

Épaisseur	3mm	15mm	30mm
ARPRO Noir 60g/l			
GWFI (°C)	825	750	775
GWIT (°C)	850	775	800
ARPRO 4135 FR 60g/l			
GWFI (°C)	700	960	s. o.
GWIT (°C)	725	960	s. o.
ARPRO 5135 ESDP 60g/l			
GWFI (°C)	s. o.	675	s. o.
GWIT (°C)	s. o.	700	s. o.

iii. Essai de la flamme à l'aiguille: IEC 60695-11-5

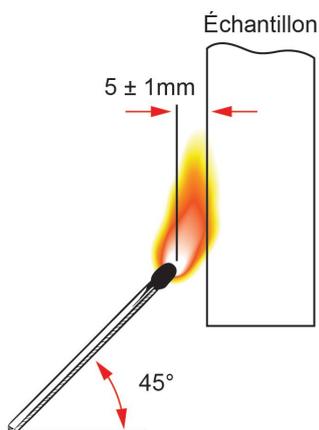
L'essai est effectué afin de déterminer si une petite flamme, susceptible de provenir d'autres composants enflammés, provoque l'inflammation du matériau ou si le matériau présente une combustion limitée et une absence de propagation du feu.

La durée d'application de la flamme et les critères d'acceptation (durée de combustion) dépendent de la spécification individuelle du produit. Une flamme de 12mm est appliquée pendant 5, 10, 20, 30, 60 ou 120 secondes, selon la spécification du produit, sur une surface représentative de l'échantillon. Un matériau d'emballage (papier d'emballage léger et résistant, entre 12g/m² et 30g/m²) est disposé à 200mm sous l'échantillon. 3 échantillons d'essai représentatifs de l'application finale sont testés.

La durée de la combustion désigne l'intervalle entre l'instant auquel la flamme d'essai est retirée de l'échantillon d'essai et l'instant auquel les dernières flammes s'éteignent et l'incandescence de l'échantillon d'essai, de la couche spécifiée et/ou des parties environnantes n'est plus visible.

Critères: Pour que l'essai soit réussi, un des critères suivants doit être satisfait:

- Ni flamme, ni incandescence de l'échantillon et pas d'allumage du matériau d'emballage.
- Les flammes ou l'incandescence s'éteignent dans un délai de 30 secondes suivant le retrait de la flamme à l'aiguille, pas d'allumage du matériau d'emballage.



Résultats de l'essai: ARPRO 4135 FR à 60g/l, avec application d'une flamme pendant 30 secondes:

Épaisseur de l'échantillon (mm)	6	50
Durée de la combustion (s)	0	0

Résultats de l'essai: ARPRO Noir à 80g/l, avec application d'une flamme pendant 30 secondes:

Épaisseur de l'échantillon (mm)	10	50
Durée de la combustion (s)	0	0

ARPRO Noir à 60g/l, de 10 - 50mm d'épaisseur, brûle entièrement pendant une durée supérieure à 30 secondes.

C. Bâtiments: Euroclasses EN 13501-1

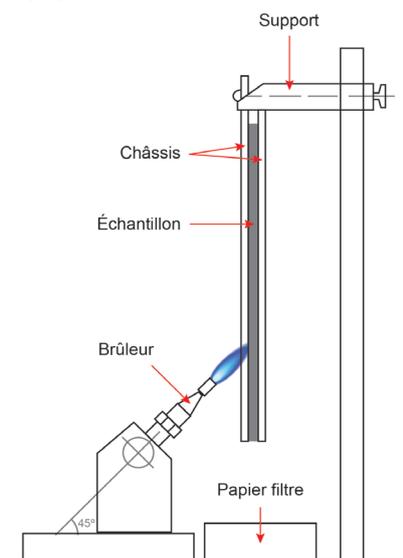
La norme EN 13501-1 est la norme du code du bâtiment européen qui définit l'inflammabilité des matériaux de construction et la résistance au feu des éléments de construction.

Les classifications possibles, selon la norme EN 13501-1, sont:

- Euroclasse F: aucune performance déterminée.
- Euroclasse E: réaction au feu acceptable. Produits capables de résister pendant une courte période à l'attaque d'une petite flamme.
- Euroclasse D: Produits satisfaisant aux critères de la classe E et résistant pendant une période plus longue à l'attaque d'une petite flamme, sans propagation substantielle. Par ailleurs, ils sont également capables de subir une attaque thermique par un objet enflammé unique avec un dégagement de chaleur suffisamment tardif et limité.
- Euroclasse C: produits satisfaisant aux critères de la classe D; lorsqu'ils subissent une attaque thermique unique par un objet enflammé unique, ils présentent une propagation latérale limitée de la flamme.
- Euroclasse B: produits satisfaisant aux critères de la classe C, avec des exigences plus strictes concernant la vitesse de développement du feu (FIGRA) et le dégagement total de chaleur (THR).
- Euroclasse A2: produits satisfaisant aux critères de la classe B. Par ailleurs, dans des conditions d'un incendie complètement développé, ces produits ne contribuent pas significativement à la charge calorifique et au développement du feu.
- Euroclasse A1: les matériaux sont considérés comme incombustibles.

Selon le niveau de la classe, différents essais doivent être effectués. Les sous-indices « s » et « d » sont des classifications correspondant au développement de fumée et à la production de gouttelettes enflammées.

Méthode d'essai: ISO 11925-2, essai d'allumage avec une petite flamme. L'essai se déroule à l'intérieur d'une chambre d'essai, dans laquelle l'échantillon d'essai est installé verticalement. Les bords et/ou la surface de l'échantillon d'essai sont exposés à une flamme de gaz. Lors de l'essai, on consigne l'instant d'allumage, la présence de gouttelettes enflammées et si les flammes atteignent le marquage supérieur de l'échantillon d'essai dans un délai prescrit. Pour la classification E ou F, l'essai consiste en 15 secondes d'application de la flamme. Pour la classification E, on ne doit pas constater de propagation de flamme supérieure à 150mm dans le sens vertical depuis le point d'application de la flamme d'essai dans un délai de 20 secondes suivant son application. Pour la classification F, le produit ne parvient pas à obtenir la classification E lorsqu'il est testé conformément à la norme EN ISO 11925-2.

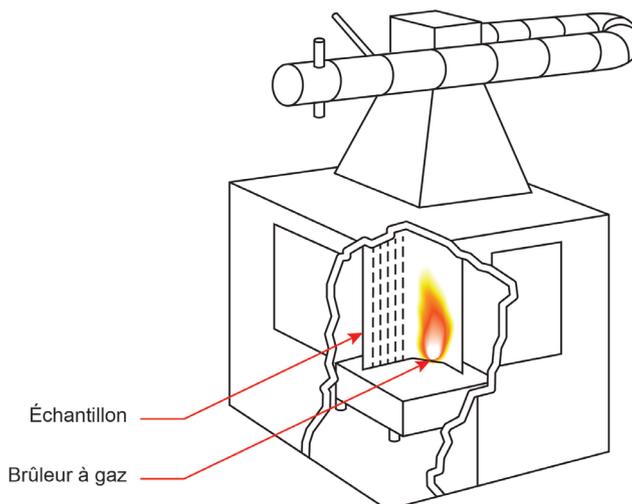


Version 04

Pour les classes E et F, seul l'essai d'allumage avec une petite flamme est requis. Pour les classes A1, A2, B, C et D, l'essai EN 13823 est requis.

EN 13823: Objet isolé enflammé.

L'essai d'objet isolé enflammé, conformément à la norme EN 13823, consiste à allumer un feu au coin de deux plaques (1500 x 1000mm et 1500 x 495mm) formant un angle droit. Un brûleur à gaz avec un taux de dégagement de chaleur de 30kW est disposé dans le coin pendant l'essai. La durée de l'essai est de 21 minutes. Les gaz de combustion sont collectés au moyen d'une hotte, dans laquelle sont mesurés le taux de dégagement de chaleur et la production de fumée.



Résultats de l'essai: ARPRO Noir:

Épaisseur de l'échantillon (mm)	Densité d'essai (g/l)				
	20	30	45	60	120
10	F	F	F	E	E
15	F	F	F	E	E
20	F	E	E	E	E
30	F	E	E	E	E
60	E	E	E	E	E

Résultats de l'essai: ARPRO Blanc:

Épaisseur de l'échantillon (mm)	Densité d'essai 70g/l
10	E

Résultats de l'essai: ARPRO 4135 FR:

Épaisseur de l'échantillon (mm)	Densité d'essai 40g/l	Densité d'essai 60g/l
10	D s1 d0	D s1 d0
15	Non testé	D s2 d0
30	Non testé	D s2 d1 expiration en 2014
50	E	E

D. Aéronautique: spécification de certification FAR 25 pour les gros avions

Cette spécification de certification spécifie une méthode de détermination du comportement de combustion verticale des matériaux utilisés dans les compartiments intérieurs occupés par l'équipage ou les passagers, ainsi que les exigences correspondantes.

Méthode d'essai: CS25.853 Annexe F, Partie I (b). Trois échantillons sont installés verticalement dans un cadre métallique ; le bord inférieur des échantillons, représentatif de la section réelle du matériau ou de la pièce telle qu'il (elle) est installé(e) dans l'avion, est exposé à l'action d'une flamme étalonée pendant un temps donné, selon l'application des pièces. L'essai détermine la longueur moyenne parcourue par les flammes, la durée moyenne de persistance des flammes après le retrait de la source de flamme et le délai d'extinction des gouttelettes enflammées.

CS25.853 Annexe F, Partie I (a) (1) (ii) – 12 secondes de combustion verticale

Résultats de l'essai: ARPRO 4135 FR.

Application de la flamme pendant 12 secondes. ARPRO 4135 FR satisfait aux critères de CS25.853 Annexe F, Partie I (a) (1) (ii) avec une épaisseur de 13mm et des densités de 40 et 60g/l.

Critères d'essai	Exigence	Densité d'essai 40g/l	Densité d'essai 60g/l
Longueur brûlée (cm)	Max. 20	6	6
Durée de persistance des flammes (s)	Max. 15	0	0
Délai d'extinction des gouttelettes enflammées (s)	Max. 5	0	0

CS25.853 Annexe F, Partie I (a) (1) (i) – 60 secondes de combustion verticale

Résultats de l'essai: ARPRO 4135 FR.

Application de la flamme pendant 60 secondes. ARPRO 4135 FR satisfait aux critères de CS25.853 Annexe F, Partie I (a) (1) (i) avec une épaisseur de 13mm et des densités de 40 et 60g/l.

Critères d'essai	Exigence	Densité d'essai 40g/l	Densité d'essai 60g/l
Longueur brûlée (cm)	Max. 15	13	5
Durée de persistance des flammes (s)	Max. 15	0	0
Délai d'extinction des gouttelettes enflammées (s)	Max. 3	0	0

E. Jouets: ISO 8124-2

Méthode d'essai: Les essais sont effectués dans une chambre d'essai d'inflammabilité spécifiée, après un conditionnement préalable dans un environnement à une température de $20 \pm 5^\circ\text{C}$ et un taux d'humidité relatif de $65 \pm 5\%$ HR pendant au moins sept heures. Une flamme de 50mm est appliquée pendant 5 secondes sur un bloc moulé en ARPRO, disposé horizontalement. Lors du retrait de la flamme, la durée de toute combustion continue est consignée.

Grade	Résultat
ARPRO 5135	Phase
ARPRO 4133	Phase
ARPRO 3133	Phase
ARPRO 1133 Blueberry	Phase
ARPRO 1133 Dragon Fruit	Phase
ARPRO 1133 Orange	Phase
ARPRO 1133 Lemon	Phase
ARPRO 1133 Lime	Phase

* Essais effectués par un laboratoire accrédité sur des blocs d'ARPRO mesurant 400x300x80mm, avec une surface moulée.

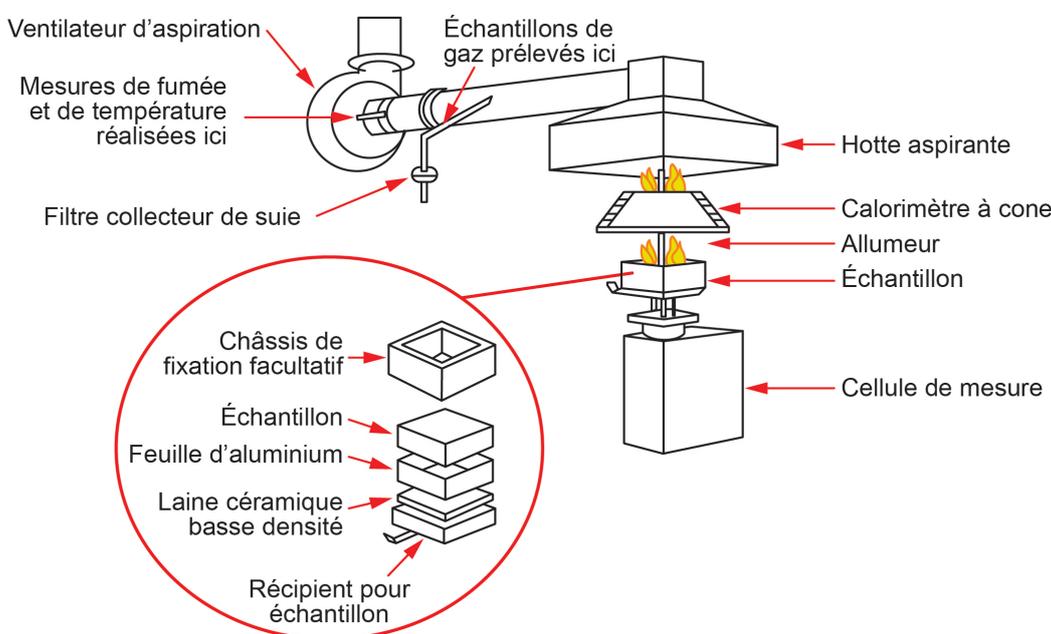
3. Température de combustion effective d'ARPRO: ISO 5660-1

La norme ISO 5660-1 spécifie une méthode d'évaluation du taux de dégagement de chaleur d'un échantillon exposé, dans le sens horizontal, à des niveaux contrôlés d'irradiance, au moyen d'un allumeur externe. Le taux de libération de chaleur est déterminé par la mesure de la consommation d'oxygène dérivée de la concentration d'oxygène et du débit dans le flux des produits de combustion. La durée d'allumage (exposition continue à la flamme) est également mesurée lors de cet essai.

Méthode d'essai: Des échantillons mesurant 100x100x25mm sont utilisés. La surface de l'échantillon d'essai est exposée à un niveau d'irradiance thermique constant, compris entre 0 et 100kW/m², au moyen d'un réchauffeur conique. Les gaz volatils provenant de l'échantillon chauffé sont allumés au moyen d'un allumeur électrique.

Autres paramètres:

- Niveau d'irradiance: 35kW/m²
- Trois échantillons d'essai ont été testés pour chaque densité



Résultats de l'essai: ARPRO Noir.

Les densités d'essai sont ARPRO Noir 50 et 70g/l; 3 échantillons d'essai de chaque densité sont testés.

	ARPRO Noir 50g/l	ARPRO Noir 70g/l
Température de combustion effective d'ARPRO – MJ/kg	39	40

Résultats de l'essai: ARPRO 4135 FR.

La densité d'essai est ARPRO 4135 FR 60g/l; 3 échantillons d'essai ont été testés.

	ARPRO 4135 FR 60g/l
Température de combustion effective d'ARPRO – MJ/kg	34

4. Toxicité de la fumée d'ARPRO: ISO 5660-1

Pendant sa combustion, ARPRO émet des gaz. L'analyse des gaz émis pendant la combustion permet de déterminer si la fumée produite est toxique ou non.

Méthode d'essai: ISO 5660-1. Comme dans le point 3, la surface de l'échantillon d'essai est exposée à un niveau d'irradiance thermique constant, compris entre 0 et 100kW/m², au moyen d'un réchauffeur conique. Les gaz volatils provenant de l'échantillon chauffé sont allumés au moyen d'un allumeur électrique. Les autres paramètres sont un niveau d'irradiance de 35kW/m² et des échantillons d'essai mesurant 100 x 100 x 25mm, avec une analyse supplémentaire par spectroscopie IRTF (infrarouge à transformée de Fourier) des gaz émis par ARPRO pendant la combustion. Les densités d'essai sont ARPRO Noir 70g/l et ARPRO Blanc 70g/l.

Résultats de l'essai: les gaz suivants ont été détectés au niveau décrit:

	ARPRO Noir 70g/l	ARPRO Blanc 70g/l
CO (kg/kg)	0.029	0.027
CO ₂ (kg/kg)	2.45	2.55

Les gaz suivants n'ont pas été détectés:

Gaz	Limite de détection (ppm)
NO Oxyde nitrique	2.22
NO ₂ Dioxyde d'azote	1.97
NH ₃ Ammoniac	1.75
N ₂ O Protoxyde d'azote	0.53
SO ₂ Dioxyde de soufre	1.12
HCN Cyanure d'hydrogène	1.42
HCOH Formaldéhyde (méthanal)	7.00
HCL Acide chlorhydrique	1.54
CH ₄ Méthane	4.75
C ₂ H ₂ Acétylène (éthyne)	5.28
C ₂ H ₄ Éthylène (éthène)	21.13