Information sur la protection face au risque d'arc électrique

Chatillon sur Chalaronne, Mai 2014

Introduction

De plus en plus fréquemment, la problématique de protection oculaire et faciale des sapeurs pompiers face aux risques liés à l'exposition aux arcs électriques remonte au niveau des SDIS et des fabricants d'équipements de protection individuelle.
En effet, le développement des véhicules électriques ou hybrides amène de nouveaux enjeux qui peuvent déboucher sur des risques opérationnels différents.

Ce document vise à clarifier la situation normative sur ce thème et les niveaux de protection apportés par les casques MSA Gallet F1.

Situation Normative Européenne face au risque d'arc électrique

Le sujet de la protection aux arcs électriques est un sujet compliqué qui aujourd'hui fait hautement débat au niveau normalisation, et pas seulement chez les pompiers.
Il y a en effet un "trou" dans la normalisation européenne à ce niveau.

Aujourd'hui, au niveau des écrans de protection, les normes applicables (selon les domaines industriels) sont :

- EN166 – « *Protection Individuelle de l'œil / Spécifications* » (applicable pour lunettes de protection et écrans faciaux)
- EN14458 – *« Équipement de protection des yeux - Écran facial et visière des casques de sapeurs-pompiers et de protection à haute performance pour l'industrie, utilisés par des sapeurs-pompiers, les services d'ambulance et d'urgence »*

Ces normes font référence également à d'autres normes de spécifications, en particulier la norme EN170 qui définit les filtres UV (voir en annexe) et des normes de méthodes d'essais (EN167 et EN168)

Ces deux normes de base incluent un chapitre sur la protection électrique, mais qui est très différent et ne couvre pas les mêmes risques.

- EN166 inclut une exigence optionnelle (paragraphe 7.2.7) liée à la protection au risque d'arc électrique. Cette exigence impose une zone de couverture minimale de l'écran, une épaisseur minimale de 1,4 mm et un filtre UV de niveau 2-1.2 (ce qui induit que l'écran doit être transparent et laisser passer au moins 74% de lumière visible).
  Ces données sont justifiées par des essais antérieurs d'exposition aux arcs électriques (12kA max, 380-400V, 50Hz, 1s max), mais il n'y a aucun test réel dans le processus de certification de ces écrans.

- EN14458 inclut un test similaire au test sur casque (test sur fausse tête conductrice et conductivité de surface sous 1200 VAC), mais pas de test sur arc électrique, ni d'élément de design spécifique en plus de la zone de couverture standard. Ce test vise à garantir la protection du porteur lors d'un contact accidentel de l'écran avec un conducteur électrique sous tension (typiquement 230VAC ou 440VAC).

Protection fournie par les casques MSA – Gamme F1

Les casques F1 sont équipés d'un écran facial et, selon les modèles, d'un écran oculaire (parfois appelé « lunettes ». Ces écrans ont des certifications différentes selon leur fonction et selon le modèle et la date de production du casque.

Casques F1S / F1E / F1SF certifiés selon EN443 :1997 (fabriqués jusqu'en 2011)

Ecran oculaire : Certification selon la norme EN166, épaisseur > 2,5 mm.
Pas de marquage « 8 » (protection contre les arcs électrique) en raison de la zone de couverture limitée à la zone oculaire inférieure aux spécifications, filtre UV 2-1.2 filtrant au minimum 90% des UV à 365 nm.

Ecran facial doré : Certification CE selon un référentiel spécifique. Filtre IR selon EN171 (niveau 4-4), transmission lumineuse d'environ 8%. Epaisseur > 2,5 mm.

Ecran facial transparent : Certification CE selon un référentiel spécifique. Pas de filtre certifié, filtration UV intrinsèque par la matière utilisée (Polycarbonate). Transmission lumineuse > 74%.

Note : les casques F1 antérieurs à la norme EN443 :1997 étaient équipés des mêmes écrans (oculaire et facial) que les modèles ci-dessus. Ils n'étaient simplement pas certifiés à l'époque.

Casques F1SF et F1E selon EN443 :2008 (fabriqués depuis 2008)

Ecran oculaire : Certification selon la norme EN166, filtre UV 2-1.2, épaisseur > 2,5 mm.
Pas de marquage « 8 » (protection contre les arcs électrique) en raison de la zone de couverture limitée à la zone oculaire inférieure aux spécifications.

Ecran facial doré : Certification selon EN14458. Filtre Solaire 5-2.5, épaisseur > 2,5 mm (variable selon la zone de l'écran pour confort optique maximal), zone de couverture étendue, transmission lumineuse > 17,8%

Ecran facial transparent : Certification selon EN14458. Pas de filtre testé, épaisseur > 2,5 mm (variable selon la zone de l'écran pour confort optique maximal), zone de couverture étendue, transmission lumineuse > 74,4%. Traitement anti-buée et anti-rayures certifié.

Casques Gallet F1XF (fabriqués depuis Novembre 2013)

Ecran oculaire (optionnel) : Certification selon EN14458 (protecteur oculaire), épaisseur > 2,5 mm (variable selon la zone de l'écran pour confort optique maximal), zone de couverture étendue, transmission lumineuse > 74,4%, Filtre UV 2C-1.2 filtrant au minimum 90% des UV à 365 nm.

Ecran facial doré : Certification selon EN14458 (protecteur facial), épaisseur > 2,5 mm (variable selon la zone de l'écran pour confort optique maximal), zone de couverture étendue, transmission lumineuse > 17,8%, Filtre UV 2C-2.5 (incluant reconnaissance accrue des couleurs) filtrant au minimum 97% des UV à 365 nm

Ecran facial transparent : Certification selon EN14458 (protecteur facial), épaisseur > 2,5 mm (variable selon la zone de l'écran pour confort optique maximal), zone de couverture étendue,

transmission lumineuse > 74,4%. Filtre UV 2C-1.2 (incluant reconnaissance accrue des couleurs), filtrant au minimum 90% des UV à 365 nm.

Tous les écrans des casques F1 ont une épaisseur largement supérieure à celle définie dans l'EN166 comme requise pour apporter une résistance adaptée aux arcs électriques (tels que définis dans la norme EN166).

Les écrans ont des filtres variables selon leur modèle, année et niveau de certification.

Préconisation d'utilisation

Au vu de ces niveaux de performance, la préconisation la plus sécuritaire est la suivante dans le cas d'un risque avéré d'arc électrique :

- Sur les casques F1S / F1E / F1SF : utilisation conjointe des deux écrans (facial et oculaire), l'écran oculaire garantissant la filtration UV, et l'écran facial la protection de l'ensemble du visage du porteur.

- Sur les casques Gallet F1 XF : utilisation de l'écran facial qui intègre une filtration UV certifiée et fournit une protection faciale complète avec sa zone de couverture étendue. L'écran oculaire, bien que fournissant la protection mécanique et le filtre UV, offre une zone de protection trop réduite pour assurer une protection faciale complète.

L'écran facial transparent répond à l'ensemble des exigences de la norme EN166 pour la protection contre les arcs électriques.

Bien que la norme EN166 réduise aux seuls écrans clairs les options pour la protection contre les arcs électriques, la performance de filtration UV de l'écran facial doré du casque Gallet F1XF est suffisante pour assurer un niveau de protection adéquat.

Evaluation supplémentaire de performance

Il existe une norme allemande (GS-ET-29) utilisée dans l'industrie avec un test réel sous Arc électrique. Cette norme est utilisée pour l'évaluation spécifique des écrans de protection destinés à l'utilisation lors de travaux électriques.

En annexe A, quelques informations sur les conditions d'essais sont détaillées.

La commission de normalisation européenne pour la protection des yeux et de la face (CEN/TC85) travaille en ce moment sur une adaptation de cette norme dans le système normatif Européen pour avoir une meilleure adéquation entre le référentiel et les risques rencontrés lors de l'utilisation des équipements.

MSA a réalisé une série de tests sur les différentes versions d'écran facial du casque Gallet F1 XF (clair et doré) afin de déterminer son niveau de performance selon cette norme.

Les deux écrans faciaux proposés sur le casque Gallet F1 XF ont été testés avec succès comme répondant à la classe 1 selon cette norme GS-ET-29. Pour les deux écrans, l'ensemble des critères de validation ont été conformes.

Les deux visuels ci-dessous montrent l'état des casques à l'issue des tests pour la classe 1 (arc de 4 kA / 400 VAC / 500 ms)

Before testing **after testing**

Helmet with clear visor ref. 503 177 **class1 (ECS-48)**

Before testing **after testing**

Helmet with tinted/metalized visor ref. 504 396 **class1 (ECS-47)**

Lorsque les 2 écrans ont été testés pour l'arc de 7 kA (classe 2), il n'y a pas eu de détérioration mécanique majeure.

Le test n’a pas été validé car au moins l’un des calorimètres a reçu plus d’énergie que la valeur maximale autorisée (menton uniquement pour l’écran doré, les 4 calorimètres pour l’écran clair).

Conclusion

MSA considère que les casques F1 des différentes générations offre une protection oculaire et faciale adaptées aux risques d’arc électriques tels que dimensionnés dans la norme EN166.

Dans tous les cas, un élément essentiel est l’analyse du risque réel en intervention lors de l’ d'exposition à l'arc électrique :

- intensité du courant
- tension
- niveau d’énergie
- durée de l’arc

Ces informations sur les caractéristiques des arcs électriques potentiels sont plutôt à chercher du côté des constructeurs de véhicules que du côté des fabricants d’équipement de protection.

Annexe – Définition et informations normatives

Normes de référence

Ces normes sont à diffusion contrôlée et peuvent être commandées et ligne sur la boutique de l'Afnor (www.afnor.org).

- EN166 :2001 – *Protection individuelle de l'œil - Spécifications*
- EN167 :2001 – *Protection individuelle de l'œil – Méthodes d'essais optiques*
- EN168 :2001 – *Protection individuelle de l'œil – Méthodes d'essais autres qu'optiques*
- EN170 :2002 – *Protection individuelle de l'œil – Filtres pour l'Ultraviolet*
- EN171 :2002 – *Protection individuelle de l'œil – Filtres pour l'Infrarouge*
- EN14458 :2004 - *Équipement de protection des yeux - Écran facial et visière des casques de sapeurs-pompiers et de protection à haute performance pour l'industrie, utilisés par des sapeurs-pompiers, les services d'ambulance et d'urgence*
- EN443 :2008 – *Casques pour la lutte contre les incendies dans les bâtiments et autres structures*
- GS-ET-29 (*disponible uniquement en anglais et Allemand*) – « Supplementary requirements for the testing and certification of face shields for electrical works / *Exigences supplémentaires pour les essais et la certification des écrans faciaux pour travaux électriques*"

Transmission lumineuse (facteur de transmission dans le visible)

% du rayonnement incident transmis par l'oculaire testé, mesuré au centre optique de l'oculaire.

Le facteur de transmission est indiqué par le numéro de teinte du filtre de l'écran, qui est intégré dans le numéro d'échelon.

Exemples

Filtre de l'écran (numéro d'échelon)	Numéro de teinte	Facteur de transmission lumineuse
2-1,2 (UV)	1,2	FTL > 74,4%
2-2,5 (UV)	2,5	29,1% > FTL > 17,8%
4-1,7 (IR)	1,7	58,1% > FTL > 43,2%

Filtre UV selon EN170

Un écran avec un filtre UV (marqué 2-x.y ou 2C-x.y) est testé pour vérifier le % de radiation UV qui passe à travers (facteur de transmission), avec deux types d'UV testés :

- UV « lointain » 313 nm
- UV « proche » 365 nm

La quantité maximale d'UV est définie selon la transmission lumineuse visible comme précisé dans le tableau ci-dessous (extrait de EN170).

Numéro d'échelon	Facteur spectral maximal de transmission dans l'ultraviolet $\tau(\lambda)$		Facteur de transmission dans le visible τ_V		Facteur de transmission dans le domaine spectral infrarouge
	313 nm %	365 nm %	Maximum %	Minimum %	
2-1,2	0,0003	10	100	74,4	aucune spécification
2-1,4	0,0003	9	74,4	58,1	
2-1,7	0,0003	7	58,1	43,2	
2-2	0,0003	5	43,2	29,1	
2-2,5	0,0003	3	29,1	17,8	
2-3	0,0003	2	17,8	8,5	
2-4	0,0003	0,8	8,5	3,2	
2-5	0,0003	0,3	3,2	1,2	

Plus l'écran est « foncé », plus le facteur de transmission dans le visible est faible, et plus l'exigence de filtration des UV « proches » (365 nm) est élevée.

Ex : un écran transparent (2-1,2) devra filtre au minimum 90% des UV à 365nm
un écran teinté (2-2,5) devra filtrer au minimum 97% des UV à 365 nm

Classe d'écrans selon la norme allemande GS-ET-29

Le test est réalisé avec une exposition directe de l'écran à un arc électrique, et une mesure de l'énergie transmise à travers l'écran.

L'intensité de l'arc électrique varie suivant la classe de protection souhaitée.

- Classe 1 : Testé sous 4 kA / 400 VAC / 500ms de durée d'arc
- Classe 2 : Testé sous 7 kA / 400 VAC / 500ms de durée d'arc

Les deux photos ci-dessous montrent le banc de test.

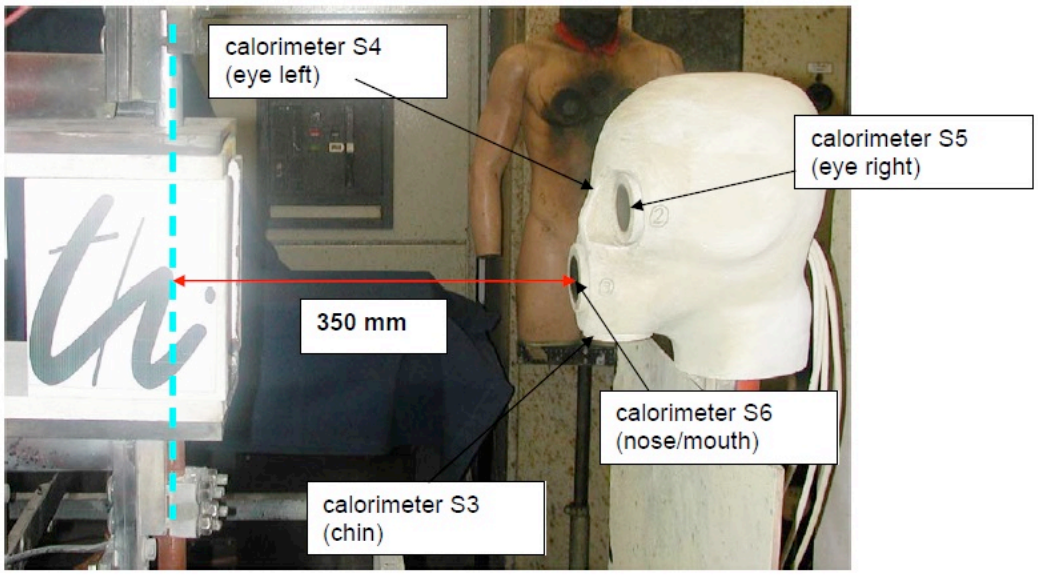

Figure 1: Box test set-up with test head

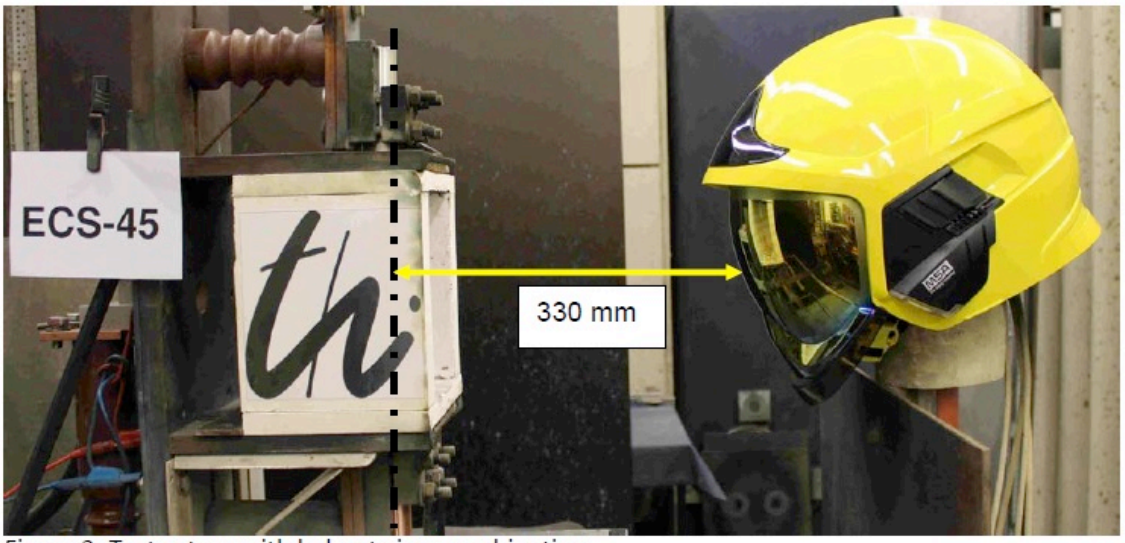

Figure 2: Test set-up with helmet visor combination

La validation de l'écran se fait avec une analyse de sa résistance à l'arc et une mesure de l'énergie reçue derrière l'écran pendant et après l'exposition à l'arc électrique par le biais des 4 calorimètres.