



LA GALVANISATION À CHAUD

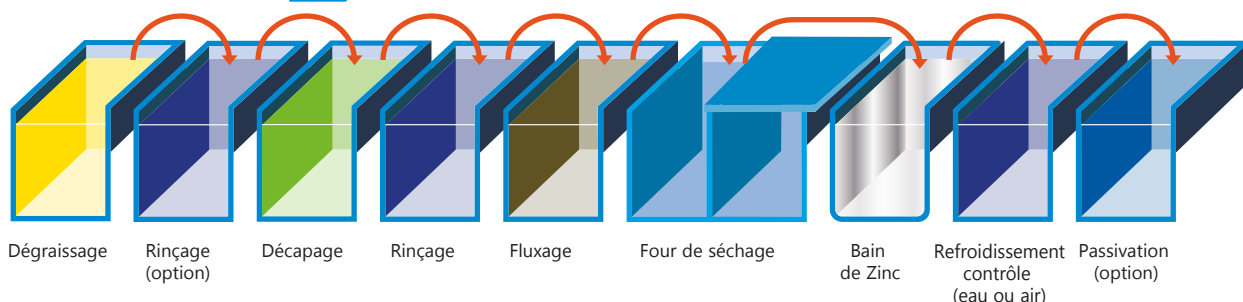
LA PROTECTION ANTICORROSION

AU SERVICE DE LA PROTECTION INCENDIE

En construction métallique, la galvanisation à chaud joue habituellement un rôle de protection anticorrosion efficace et pérenne. Ce procédé consiste à tremper un profilé métallique dans un bain de zinc à ~450 °C (cf. **Figure 1**). Suite à la réaction métallurgique de fusion entre le zinc et le fer contenu dans l'acier, la couche d'alliage de fer-zinc qui se forme autour du profilé permet alors de retarder la corrosion de l'acier en raison d'une cinétique d'oxydation beaucoup plus lente.



Figure 1 : Procédé de la galvanisation à chaud d'un produit fini



En dehors de cette performance largement reconnue, le zinc présente par ailleurs un autre avantage très intéressant mais encore peu connu du milieu industriel : l'atténuation de l'échauffement des éléments métalliques galvanisés grâce à une émissivité de surface plus faible du zinc que celle de l'acier. Cette caractéristique traduit la capacité d'absorption de chaleur en flux radiatif par un matériau donné : plus celui-ci a une émissivité de surface importante, plus vite il s'échauffe. Par conséquent, en présence de gaz chauds, **la montée en température de l'acier avec une couche de zinc est plus lente** que celle de l'acier avec un traitement en peinture anticorrosion ou ne bénéficiant pas de protection contre la corrosion.

Cet effet a été mis en évidence à travers des campagnes expérimentales menées dans plusieurs pays

européens, dont la Finlande, la République tchèque, l'Allemagne, et plus récemment la France (cf. **Figure 2**). Lors de différents essais au feu, l'échauffement de profilés métalliques de forme variable (plat, H ou tube) avec ou sans galvanisation à chaud a été systématiquement comparé. Les résultats ont clairement montré qu'en condition d'exposition au feu identique (courbe de température des gaz, dimensions et nombre de faces exposées de l'éprouvette), **la présence d'un revêtement de galvanisation à chaud ralentissait l'échauffement des profilés métalliques**. Comme le montre le **Tableau 1**, un écart de température de l'ordre de 100° C a même été observé sur certaines éprouvettes. Par conséquent, les caractéristiques mécaniques de l'acier baissent moins vite, **ce qui induit intrinsèquement une augmentation de la durée de résistance au feu de la structure métallique**.



Figure 2 : Quelques éprouvettes testées en France

PROFILÉ MÉTALLIQUE	NOMBRE DE FACES EXPOSÉES AU FEU	TEMPÉRATURE SANS GALVANISATION	TEMPÉRATURE AVEC GALVANISATION À CHAUD
IPE 400	3 faces	583 °C	487 °C
IPE 400	4 faces	624 °C	565 °C
Tube carré 325×10	4 faces	618 °C	517 °C

Tableau 1 : Comparaison de l'échauffement d'éprouvettes testées en France avec ou sans galvanisation après 15 mn d'exposition au feu

Suite à ces observations et aux travaux de recherche plus approfondis dans ce domaine, cet effet thermique a été **pris en compte dans les prochaines versions des parties feu des Eurocodes 3** (structures en acier) et 4 (structures mixtes acier-béton). Ainsi, pour le calcul de l'échauffement d'un profilé en acier au carbone, **la valeur de l'émissivité de surface est réduite de moitié en cas de galvanisation à chaud** jusqu'à la fusion totale de la couche de zinc appliquée sur un profilé en acier. Plus précisément, l'émissivité de surface d'un profilé en acier au carbone galvanisé doit être prise égale à une valeur de 0,35 pour un échauffement n'excédant pas 500° C, et à la valeur normale de 0,7 au-delà de cette température.

Cette nouvelle approche permet ainsi de traduire concrètement l'apport bénéfique de la galvanisation à chaud sur le comportement au feu d'un élément de structure métallique ou mixte acier-béton sans protection rapportée, apport d'autant plus important pour des sections massives et pour des degrés de résistance au feu inférieurs à une heure (R15 voire R30), comme l'illustre la **Figure 3**. **La galvanisation à chaud peut** par exemple, après une exposition au feu normalisé d'un quart d'heure, **conduire à une réduction de plus de 100° C** de la température d'un profilé métallique dont le facteur de massiveté est compris entre 50 et 120 m⁻¹.

Au niveau français, la Commission de normalisation de la construction métallique et mixte (CNC2M) a procédé à un amendement des annexes nationales françaises concernées (partie feu des Eurocodes 3 et 4) pour avancer l'application de cette règle au ni-

veau national. Ceci est particulièrement intéressant dans la vérification du comportement au feu des structures métalliques pour des bâtiments à simple rez-de-chaussée soumis à une exigence de **stabilité au feu R15**. Grâce à la galvanisation à chaud, la température critique d'un arbalétrier, d'un poteau ou d'une panne ne sera pas, dans beaucoup de cas, encore atteinte après un quart d'heure d'exposition au feu normalisé, sans le moindre renfort de section ni la moindre augmentation de nuance d'acier. La galvanisation à chaud représente ici une véritable alternative à une protection passive «traditionnelle», **en plus de son rôle anticorrosif**.

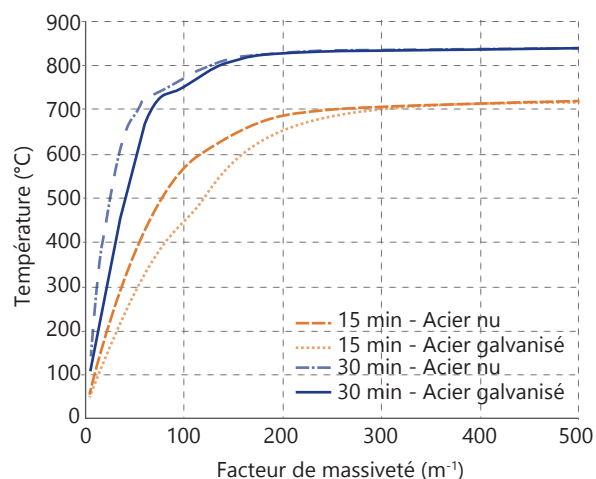


Figure 3 : Échauffement d'un profilé métallique en fonction de son facteur de massiveté après 15 et 30 minutes d'exposition au feu normalisé

Cet apport de la galvanisation à chaud a également été introduit dans la méthode de justification R15, dédiée à la vérification de la résistance au feu des structures métalliques d'entrepôts à simple rez-de-chaussée pour une exigence de stabilité au feu d'un quart d'heure. Il sera par ailleurs prochainement introduit dans la partie « Calcul au feu » du **logiciel A3C**, dédié aux barres métalliques comprimées et fléchies. Pour information, le **guide R15** et les outils de calcul R15 et **A3C** sont en téléchargement libre sur le site **cticm.com**.

La prise en compte de cet apport de la galvanisation à chaud dans le cas de feux réels, notamment pour les parcs de stationnement largement ventilés, peut constituer un autre cas d'application utile pour accroître la compétitivité de la construction métallique.



Le Centre technique industriel de la construction métallique (CTICM) est un établissement d'utilité publique, sous tutelle du ministère chargé de l'Industrie, dédié à l'ensemble des professionnels de la construction métallique. Ses missions incluent aussi bien le transfert de connaissances, la recherche collective et privée que la normalisation et l'appui technique aux entreprises. Ses prestations commerciales couvrent différents domaines, dont l'étude de constructions métalliques et mixtes, l'ingénierie de la sécurité incendie, les performances de l'enveloppe, le marquage CE et la formation, entre autres. Le CTICM est membre de l'Institut MECD (Matériaux & équipements pour la construction durable), labellisé Institut Carnot.

L'orme des merisiers -Espace technologique - Immeuble Apollo - 91190 Saint-Aubin - Tél. : 01 60 13 83 00 - www.cticm.com



Galvazinc est l'association en charge du développement de la galvanisation à chaud en France. Elle offre son expertise sur cette méthode de protection des aciers et donne des conseils aux utilisateurs et prescripteurs dans le domaine de la pérennité de l'acier galvanisé. Galvazinc participe à l'ensemble des travaux de normalisation et réglementation, tant en France qu'au niveau international, et en particulier dans les instances européennes où elle représente les industriels français. L'association contribue aussi à la maîtrise et à la limitation des impacts environnementaux de la construction acier. Elle propose différents outils pour une meilleure connaissance du zinc et de ses utilisations, pour la protection des aciers contre la corrosion et l'incendie.

4 Rue Michael Winburn - 92400 Courbevoie - Tél. : 01 43 33 11 33 - www.galvazinc.com