

EVALUATION TECHNIQUE DE PRODUITS ET MATERIAUX N° 22/0081 du 08 Novembre 2022

concernant le produit de revêtement métallique sur tôle
d'acier

« **MAGNELIS®** »

Titulaire : ArcelorMittal Flat Carbon Europe
24-26 Boulevard d'Avranches
1160 LUXEMBOURG
Luxembourg
Tél : + 352 4792 1
E-mail : fce.technical.assistance@arcelormittal.com
Internet : <https://flateurope.arcelormittal.com/>

Distributeur : ArcelorMittal Flat Carbon Europe
24-26 Boulevard d'Avranches
1160 LUXEMBOURG
Luxembourg

Usines : ArcelorMittal Eurogal
52 Chaussée de Ramioul
BE-4400 Ivoz Ramet
Belgique

ArcelorMittal Gent
John Kennedylaan 51
B-9042 Gent
Belgique

ArcelorMittal Asturias (Avilés)
Lugar Trasona 90
33400 Avilés
Espagne

ArcelorMittal Bremen Gmb
Carl-Benz Straße 30
D-28237 Bremen
Allemagne

Cette Evaluation Technique comporte 9 pages. Sa reproduction n'est autorisée que sous la forme de fac-similé photographique intégral sauf accord particulier du CSTB.

AVERTISSEMENT

Cette Evaluation Technique de Produits et Matériaux, du fait qu'elle ne vise qu'à déterminer des caractéristiques intrinsèques d'un produit ou d'un matériau, n'a pas de valeur d'Avis Technique au sens de l'arrêté modifié du 21 mars 2012. Elle ne dispense pas de vérifier l'aptitude du produit ou matériau à être incorporé dans un ouvrage déterminé, par consultation de documents de références de l'application considérée (NF-DTU, CPT, Avis Technique, ...).

EVALUATION TECHNIQUE

Définition succincte

Le revêtement métallique Magnelis® est destiné à la protection contre la corrosion des bobines d'acier. Ces bobines d'acier avec revêtement Magnelis® peuvent être utilisées pour des applications en infrastructures et en bâtiment, intérieures ou extérieures, structurelles ou non, en complément de la couverture et du bardage, avec une épaisseur jusqu'à 6,0 mm, sous forme d'éléments formés à froid.

Il est constitué d'un alliage de 3,0 % de Magnésium, 3,5 % d'Aluminium et de Zinc.

Cette composition a été déposée au CSTB, et tout changement concernant le revêtement Magnelis® doit être signalé au CSTB pendant toute la durée de cette évaluation.

La fabrication d'éléments à base de tôles revêtues Magnelis® doit être compatible avec les spécifications du § 4.2 et 4.3 du Dossier Technique. Le grammage de revêtement Magnelis® est de 70, 90, 120, 175, 200, 250, 310, 430 ou 620 g/m² double face en version brute (mesure 3 points).

L'objet de cette ETPM est de justifier le domaine d'emploi, de fournir des recommandations de mise en œuvre et de définir les performances de l'acier revêtu Magnelis® dont les conditions techniques de livraison sont conformes à la norme NF EN 10346 et ce, y compris pour le grammage ZM620 qui n'est pas inclus dans la norme NF EN 10346.

Evaluation technique

L'ensemble des essais réalisés est indiqué en partie B du Dossier Technique. L'analyse des essais effectués conclut à un comportement à la corrosion du revêtement Magnelis® identique ou supérieur à un revêtement galvanisé zinc selon NF P34-310 à domaine d'application identique. L'amélioration de ce comportement justifie les grammages proposés pouvant être inférieurs à ceux requis pour la galvanisation à chaud selon la norme NF EN 10346.

L'acier DX51D est utilisé uniquement pour la fabrication d'éléments non structurels, produits en conformité avec la norme NF EN 10346. Le tableau 2 en fin de rapport indique, selon la classe de corrosivité (selon NF EN ISO 9223), les durées de vie pour lesquelles la tôle revêtu Magnelis® est adaptée.

Contrôles

La fabrication fait l'objet de contrôles portant sur la régularité de la fabrication. Les contrôles sont décrits aux paragraphes 3.2 du Dossier Technique.

La composition a été déposée au CSTB lors de la première demande d'ETPM en 2011, et tout changement concernant le revêtement Magnelis® doit être signalé au CSTB pendant toute la durée de cette évaluation. Cette composition est conforme à la note 1 du paragraphe 3.4 de la norme NF EN 10346 : 2015.

Conclusions

Dans le cadre de la présente évaluation, les éléments du Dossier Technique n'ont pas fait apparaître d'incompatibilité de nature à écarter l'utilisation de ce revêtement pour la réalisation d'éléments structurels ou non pouvant être utilisés pour des applications en intérieur ou extérieur.

Il est rappelé que cette Evaluation Technique Préalable de Matériau n'a pas pour vocation à couvrir l'ensemble des critères d'aptitude à l'emploi pour chacune des applications envisagées. C'est normalement l'objet des DTU, des règles professionnelles et des recommandations professionnelles RAGE/PACTE pour le domaine traditionnel, et l'objet des Avis Techniques ou Documents Techniques d'Application, des Appréciations Techniques d'Expérimentation qui pourront être instruits sur la base de la présente Evaluation Technique Préalable de Matériau et des éventuelles justifications complémentaires nécessaires, pour le domaine non traditionnel.

Validité : 5 ans

Validité jusqu'au 08/11/2027

Valérie Gourves

DOSSIER TECHNIQUE ETABLI PAR LE DEMANDEUR

A. Description

1. Généralités

Le revêtement métallique Magnelis® est destiné à la protection contre la corrosion des bobines d'acier. Ces bobines d'acier avec revêtement Magnelis® peuvent être utilisées pour des applications en infrastructures et en bâtiment, intérieures ou extérieures, structurelles ou non, d'une épaisseur pouvant aller jusqu'à 6,0 mm, sous forme d'éléments formés à froid.

Il est constitué d'un alliage de 3,0 % de Magnésium, 3,5 % d'Aluminium et de Zinc.

Cette composition a été déposée au CSTB, et tout changement concernant le revêtement Magnelis® doit être signalé au CSTB pendant toute la durée de validité de cette évaluation.

La fabrication d'éléments à base de tôles revêtues Magnelis® doit être compatible avec les spécifications du § 4.2 et 4.3 du Dossier Technique.

Le grammage de revêtement Magnelis® est de 70, 90, 120, 175, 200, 250, 310, 430 ou 620 g/m² double face en version brute (mesure 3 points).

2. Matériaux

2.1 Caractéristiques techniques

2.11 Caractéristiques du support acier

Les aciers utilisés pour la fabrication des bobines d'acier revêtues Magnelis® sont conformes à la norme NF EN 10346 : 2015, article 7.1. Les capacités de formabilité de l'acier sont conditionnées par les propriétés de la nuance d'acier choisie.

2.12 Caractéristiques du revêtement Magnelis®

La masse surfacique nominale double face du revêtement est de 70 g/m², 90 g/m², 120 g/m², 175 g/m², 200 g/m², 250 g/m², 310 g/m², 430 g/m² ou 620 g/m².

La densité du revêtement Magnelis® est de 6,2 g/cm³. Les masses surfaciques de revêtement Magnelis® et les épaisseurs correspondantes pour chaque grammage sont données dans le tableau 1 en fin de Dossier Technique.

Le revêtement Magnelis® doit être classé comme un revêtement zinc-magnésium (ZM) selon la norme NF EN 10346 : 2015, article 3.4.

Equivalence entre désignation commerciale et masse surfacique de revêtement

| Désignation commerciale | ZM70 | ZM90 | ZM120 | ZM175 | ZM200 | ZM250 | ZM310 | ZM430 | ZM620 |
|------------------------------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Grammage (g/m ²) | 70 | 90 | 120 | 175 | 200 | 250 | 310 | 430 | 620 |

2.2 Aspect de surface du revêtement Magnelis®

Le revêtement Magnelis® a un éclat métallique qui résulte de la croissance des cristaux de zinc-magnésium durant la phase de solidification, ce qui est normal. Selon les conditions de fabrication, des cristaux de brillance et de tailles différentes peuvent apparaître, ce qui n'affecte pas les propriétés du revêtement. La surface peut présenter une tendance au noircissement.

Un aspect non skin-passé est possible sur demande.

3. Fabrication, contrôles et conditionnement des tôles revêtues Magnelis®

3.1 Fabrication

La fabrication s'apparente à celle des tôles d'acier galvanisées à chaud en continu. Les bobines de tôles d'acier revêtues Magnelis® sont fabriquées en continu dans les usines de RAMET et GAND en Belgique, dans l'usine d'AVILES en Espagne et dans l'usine de BREME en Allemagne.

Une passivation sans chrome VI est appliquée. Un huilage ainsi qu'un traitement de surface organique mince sont possibles sur demande, selon la norme NF EN 10346, article 7.6.1.

3.2 Contrôles

Les contrôles effectués par le fabricant sont de nature à assurer une constance de qualité satisfaisante.

3.21 Contrôles sur ligne de mise en œuvre du revêtement

Voir tableau 5 en fin de Dossier Technique.

3.22 Contrôles sur produits finis

Voir tableau 6 en fin de Dossier Technique.

3.3 Conditionnement et stockage

3.31 Conditionnement

Les bobines et tôles revêtues de Magnelis® doivent être protégées contre l'humidité (intempéries, condensation) et contre toutes les agressions extérieures. A cette fin, elles seront munies d'un emballage adapté aux risques encourus pendant le transport et le stockage et à la durée de ceux-ci.

3.32 Transport et stockage

Les bobines doivent être transportées, stockées et manutentionnées dans des conditions qui préservent le matériel des déformations permanentes ou d'endommagements mettant en cause l'aspect et la durabilité du revêtement. Ces précautions de transport et stockage sont identiques à celles employées pour tous les types de bobines d'acier possédant un revêtement métallique classique.

4. Mise en œuvre des tôles revêtues Magnelis®

Cette ETPM ne couvre pas les éventuelles opérations de soudage réalisées sur les éléments Magnelis®.

4.1 Profilage

Les tôles d'acier revêtues Magnelis® présentent une aptitude au formage et au profilage identique à celle des tôles galvanisées classiques.

Le profilage doit être réalisé sur une machine à galets polis. Afin d'éviter le marquage en surface, il est préférable d'utiliser une huile évanescence.

4.2 Rayons de pliage/profilage et épaisseur

Le rayon minimal de pliage et de profilage recommandé pour l'acier est issu de la norme NF EN 10025-2, article 7.4.2.3.3.

Pour tous les produits revêtus Magnelis®, sur base des résultats expérimentaux repris en références b), f) et h) dans le chapitre B, la valeur minimale du rayon de courbure intérieur recommandée est :

- 1 x l'épaisseur nominale (t) pour les épaisseurs de tôle d'acier inférieures ou égales à 4 mm ;
- 1,5 x l'épaisseur nominale (t) pour les épaisseurs de tôle d'acier supérieures à 4 mm et inférieures ou égales à 6,0mm.

L'épaisseur maximale de la tôle d'acier utilisée est de 6,0mm.

Le tableau 3 reprend les conditions de pliage des tôles d'acier revêtues avec le Magnelis®.

4.3 Tranches de découpe

4.31 Découpe par cisaillement

Les recommandations données ci-après, établies sur base des résultats expérimentaux repris en références b) et d) dans le chapitre B, valent pour des coupes par cisaillement avec un angle de 90° par rapport à la tôle, sans protection supplémentaire contre la corrosion.

La protection des bords coupés n'est pas nécessaire dans les cas suivants :

- Aucune exigence d'aspect du bord coupé n'est demandée ;

- Epaisseur de tôle inférieure ou égale à 1,5 mm ;
- Epaisseur de tôle maximale de 3,0 mm (inclus) pour un revêtement Magnelis® de minimum 250g/m² ;
- Epaisseur de tôle comprise entre 3,0 (exclus) et 6,0 mm (inclus) pour les revêtements Magnelis® de minimum 310g/m², et avec accès aux éléments pour les inspections.

Pour les tôles d'acier supérieures à 3 mm d'épaisseur, pour les applications structurales, une largeur de réserve de tôle pour la corrosion doit être prise en compte sur les bords coupés :

- 1 mm pour les catégories de corrosivité C1 et C2 ;
- 2 mm pour les catégories de corrosivité C3 à C5.

Lorsque les conditions ci-dessus ne sont pas remplies, une protection contre la corrosion complémentaire des bords coupés doit être mise en œuvre. Le paragraphe 5 donne des exemples de solution de protection compatible avec le Magnelis®.

4.32 Découpe par laser

Les recommandations données ci-après, établies sur base des résultats expérimentaux repris en références b), d) et g) dans le chapitre B, valent pour des coupes au laser, avec un angle de 90° par rapport à la tôle, sans protection supplémentaire contre la corrosion.

La protection des bords coupés n'est pas nécessaire dans les cas suivants :

- Aucune exigence d'aspect du bord coupé n'est demandée ;
- Epaisseur de tôle inférieure ou égale à 1,5 mm ;
- Epaisseur de tôle maximale de 3,0 mm (inclus) pour un revêtement Magnelis® d'au moins 250g/m²,
- Epaisseur de tôle comprise entre 3,0 (exclus) et 5,0 mm (inclus) pour les revêtements Magnelis® d'au moins 310g/m² et avec accès aux éléments pour les inspections ;

Pour les épaisseurs de tôle comprises entre 5,0 (exclus) et 6,0 mm (inclus), les dispositions de protection doivent être arrêtées après consultation et accord du fabricant.

Dans le cas où une protection complémentaire des bords coupés est nécessaire, des solutions de protection sont données au paragraphe 5.

Pour les tôles d'acier supérieures à 3 mm d'épaisseur, pour les applications structurales, une largeur de réserve de tôle pour la corrosion doit être prise en compte sur les bords coupés:

- 1 mm pour les catégories de corrosivité C1 et C2 ;
- 2 mm pour les catégories de corrosivité C3 à C5.

Le mode opératoire et les paramètres de découpe doivent être adaptés afin de minimiser le phénomène d'évaporation du revêtement Magnelis® lors de l'opération de découpe.

4.33 Perçage

Les recommandations données ci-après, établies sur base des résultats expérimentaux repris en références b) et d) dans le chapitre B, valent pour des perçages avec un angle de 90° par rapport à la tôle, sans protection supplémentaire contre la corrosion.

La protection des bords percés n'est pas nécessaire dans les cas suivants :

- Aucune exigence d'aspect du bord percé n'est demandée ;
- Epaisseur de tôle inférieure ou égale à 1,5 mm ;
- Epaisseur de tôle maximale de 3,0 mm (inclus) pour un revêtement Magnelis® de minimum 250g/m²,
- Epaisseur de tôle comprise entre 3,0 (exclus) et 6,0 mm (inclus) pour les revêtements Magnelis® de minimum 310g/m², et avec accès aux éléments pour les inspections.

Lorsque les conditions ci-dessus ne sont pas remplies, une protection contre la corrosion complémentaire des bords percés doit être mise en œuvre. Le paragraphe 5 donne des exemples de solution de protection compatible avec le Magnelis®.

4.4 Contact avec le béton

Les produits avec Magnelis® peuvent être utilisés dans des domaines où les produits en acier seront en contact avec du béton.

Du fait de la résistance supérieure à la corrosion du Magnelis® vis-à-vis de la galvanisation démontrée par les tests décrits à la référence a) des résultats expérimentaux (chapitre B), l'épaisseur requise de revêtement Magnelis® pour les pièces en contact avec le béton sera au plus égale à l'épaisseur de galvanisation pour les mêmes éléments pré ou post-galvanisés.

Les résultats décrits dans la référence i) du chapitre B indiquent que le Magnelis® ZM120 peut remplacer l'acier galvanisé Z275 en cas de contact avec le béton.

Selon la durabilité attendue, le tableau 2 permet le choix du revêtement Magnelis® adapté.

4.5 Post-traitements

En cas de post-traitement de la tôle d'acier revêtue Magnelis® par application d'une peinture ou d'une laque, en usine ou sur chantier, les méthodes de mise en œuvre ne diffèrent pas de celles prévues pour les mêmes éléments en tôles d'acier pré ou post-galvanisées. Les contrôles de performances sur tôles Magnelis® post-traitées sont de même nature que ceux réalisés sur tôles post-traitées d'acier pré ou post-galvanisé.

5. Durabilité et guide de choix des matériaux et revêtements en fonction des atmosphères

La définition des classes de corrosivité est donnée dans la norme NF EN ISO 9223 de mars 2012.

Le tableau 2 en fin de dossier a été établi sur base des résultats des tests expérimentaux menés comparativement aux aciers pré-galvanisés et repris en références b) et c) dans le chapitre B. Ce tableau 2 donne la durée de vie d'un élément revêtu Magnelis® pour chaque catégorie d'environnement et pour chaque type de revêtement.

Ces durées de vie sont données pour des éléments neufs, en dehors d'éventuels dommages apparus lors d'opérations d'usinage, du transport ou de la mise en place des pièces.

Pour atteindre les durées de vie données dans le tableau, les conditions suivantes doivent être remplies :

- Les dispositions constructives doivent empêcher la formation de piège à eau ;
- Le contact permanent avec des composants humides doit être évité ;
- Les bords coupés doivent être protégés contre la corrosion par des mesures appropriées conformément aux instructions du fabricant, lorsque les conditions données au paragraphe 4.3 ne sont pas respectées.

En cas de nécessité d'une protection complémentaire (voir paragraphe 4), les méthodes suivantes sont compatibles avec le Magnelis® :

- Application d'une peinture riche en zinc à la brosse/pinceau ou par pulvérisation
- Métallisation

6. Mise en œuvre et entretien

6.1 Mise en œuvre

Les dispositions de mise en œuvre des produits plats revêtus Magnelis® sont celles prévues dans le domaine traditionnel pour les mêmes éléments en tôles d'acier pré ou post-galvanisées.

6.2 Entretien

Les conditions d'entretien des tôles d'acier revêtues Magnelis® ne diffèrent pas de celles des tôles d'acier pré ou post-galvanisées.

Comme pour les tôles d'acier galvanisé, l'entretien régulier des éléments en tôles revêtues Magnelis® doit notamment comporter l'élimination de diverses végétations et de toutes matières incompatibles qui viendraient se déposer sur la surface.

Il est toutefois à noter que si le revêtement Magnelis® est localement détérioré, la réparation doit être effectuée après nettoyage de la surface à traiter par brossage métallique ou sablage. Après l'élimination des poussières avec un chiffon propre, rinçage à l'eau claire et séchage, il est ensuite appliqué en épaisseur suffisante une re-protection adaptée, de type peinture riche en zinc ou autres (voir paragraphe 5).

B. Résultats expérimentaux

- a) Rapport d'essai relatif au contact avec le béton : « Magnelis® in contact with concrete », référence 93282, daté de Mai 2016 – ArcelorMittal Global R&D Gent ;
- b) Rapport d'essai de caractérisation : « Expert's Report on the corrosion resistance of the metal coating Magnelis® on strip and sheet with a sheet thickness of up to 6.0 mm and a coating mass of up to 430 g / m² » ; référence K18-6062, daté du 24 avril 2020 – IPU Ingenieurgesellschaft Karlsruhe mbH ;
- c) Article de synthèse sur les essais de corrosion atmosphérique : « Long - term atmospheric corrosion rates of hot dip galvanised steel and zinc - aluminium - magnesium coated steel », daté du 23 mai 2019 – Institut de la Corrosion ;
- d) Rapport de recherche sur le vieillissement de tôle revêtues Magnelis® perforées : « Outdoor exposure of perforated panels in Brest for 10 years », référencé 121201 et daté du 5 octobre 2020 – ArcelorMittal Global R&D Gent ;
- e) Agrément technique allemand : « DIBt – National technical approval/General construction technique permit » référence : Z-30.11-51 – Validité : Du 17 septembre 2019 au 17 septembre 2024.
- f) Rapport d'essai sur le comportement au pliage : « Bending behaviour of Magnelis® - Comparison ZM620 with ZM430 » daté du 11 janvier 2021 – ArcelorMittal Global R&D Gent
- g) Rapport d'essai sur l'influence de type de découpe sur le revêtement Magnelis® : « Magnelis® & Laser cutting - Processing test & Corrosion behaviour vs shear cutting » daté de Janvier 2022 – ArcelorMittal
- h) Rapport d'essai sur le comportement au pliage : « Bending of Magnelis® - Comparaison with standards & Available data » daté de mars 2022 – ArcelorMittal Global R&D
- i) Rapport d'essai relatif au contact avec le béton : « Comparative corrosion performance of Magnelis® /Galva in concrete», référence GT33559, daté de Novembre 2022 – ArcelorMittal Global R&D Gent ;

C. Références

La production de Magnelis® a débuté en 2008, pour des utilisations en bardage, couverture et panneaux sandwichs.

A partir de 2012, Magnelis® a été produit sur des aciers jusqu'à 6,0mm.

En 2021, la production globale ArcelorMittal d'acier Magnelis® a dépassé les 2.000.000 T.

TABLEAUX DU DOSSIER TECHNIQUE

Tableau 1 – Masses de revêtements livrables pour les éléments ayant une épaisseur maximale de 6,0 mm

| Désignation du revêtement Magnelis® | Masse surfacique de revêtement minimale, en g/m ² , total des deux faces ¹⁾ | | Valeurs indicatives théoriques pour l'épaisseur de revêtement par surface dans l'essai en un point, en µm | |
|-------------------------------------|---|-------------------|---|---------|
| | Essai en trois points | Essai en un point | Valeur caractéristique | Etendue |
| ZM70 | 70 | 60 | 5,5 | 4 à 8 |
| ZM90 | 90 | 75 | 7 | 5 à 10 |
| ZM120 | 120 | 100 | 10 | 6 à 14 |
| ZM175 | 175 | 145 | 14 | 9 à 18 |
| ZM200 | 200 | 170 | 16 | 10 à 20 |
| ZM250 | 250 | 215 | 20 | 13 à 25 |
| ZM310 | 310 | 265 | 25 | 18 à 31 |
| ZM430 | 430 | 365 | 35 | 26 à 46 |
| ZM620 | 620 | 525 | 50 | 34 à 66 |

1) Masse surfacique de revêtement donnée pour une densité du Magnelis® 6,2 g/cm³

Tableau 2 – Durée de vie avant premier entretien pour le choix de différents revêtements de Magnelis® selon la classe de corrosivité (suivant la NF EN ISO 9223)

| Désignation du revêtement Magnelis® | Catégorie de corrosion sélectionnée (NF EN ISO 9223) Durée de vie maximale/minimale (ans) et classe de durabilité (TL, L, M, H, TH) | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|--|----|-----------|----|----------|----|-------|-----|-------|-----|
| | C1 | | C2 | | C3 | | C4 | | C5 | |
| ZM70 | >100/>100 | TH | >100/20 | TH | 20/5 | H | NA | (L) | NA | (L) |
| ZM90 | >100/>100 | TH | >100/25 | TH | 25/5 | H | NA | (M) | NA | (L) |
| ZM120 | >100/>100 | TH | >100/30 | TH | 30/10 | TH | 10/5 | M | NA | (L) |
| ZM175 | >100/>100 | TH | >100/45 | TH | 45/15 | TH | 15/5 | H | NA | (M) |
| ZM200 | >100/>100 | TH | >100/55 | TH | 55/15 | TH | 18/9 | H | NA | (M) |
| ZM250 | >100/>100 | TH | >100/65 | TH | 65/20 | TH | 22/10 | H | 10/5 | M |
| ZM310 | >100/>100 | TH | >100/85 | TH | 85/30 | TH | 30/15 | TH | 15/7 | H |
| ZM430 | >100/>100 | TH | >100/>100 | TH | >100/40 | TH | 40/20 | TH | 20/10 | H |
| ZM620 | >100/>100 | TH | >100/>100 | TH | >100/>60 | TH | 60/30 | TH | 30/15 | TH |

Classe de durabilité :

- Très limité (TL) : 0 à < 2 ans
- Limité (L) : 2 à < 5 ans
- Moyenne (M) : 5 à < 10 ans
- Haute (H) : 10 à < 20 ans
- Très haute (TH) : ≥ 20 ans

NA : Non adapté

L'attribution de la désignation de la durabilité repose sur la moyenne de la durée de vie minimale et maximale, calculée avant le premier entretien.

Les classes de durabilité ont été reprises de la norme NF EN ISO 14713-1.

Tableau 3 – Pliage

| Revêtement Magnelis® | ZM70, ZM90, ZM120, ZM175, ZM200, ZM250, ZM310, ZM430 et ZM620 | Valeurs minimales recommandées du rayon de courbure intérieur ¹ pour des épaisseurs nominales (t) en mm | |
|----------------------|---|--|-----------|
| | | t ≤ 4 | 4 < t ≤ 6 |
| | | 1T | 1,5T |

¹ Les valeurs s'appliquent à des angles de pliage de 180° conformément à la norme NF EN 13523-7.
 Les critères d'acceptation des dimensions de fissures lors des essais de pliage sont issus de la norme NF EN 1090-4 (tableau E8).

Tableau 4 – Contrôles sur ligne d'application du revêtement brut

| Paramètre | Contrôle selon usine de production | | | | Référentiel |
|---|--|---|--|---|-----------------|
| | Ramet | Aviles | Gand | Brème | |
| Epaisseur entrée | Jauge RX – En continu Micromètre – En manuel – Toutes les bobines – Quand jauge en panne | Jauge RX – En continu | Jauge RX – En continu | Jauge RX – En continu Micromètre – En manuel – Toutes les bobines – Quand jauge en panne | Méthode interne |
| Largeur entrée | Mètres – En manuel – 1 x par bobine | Mètres – En manuel – 1 x par bobine | Par photocellule – 1 x par bobine | Mètres – En manuel – 1 x par bobine | Méthode interne |
| Température de recuit | Pyromètre IR – En continu | Pyromètre IR – En continu | Pyromètre IR – En continu | Pyromètre IR – En continu | Méthode interne |
| Adhérence | Machine de pliage à 90° – 1x par 5 bobines | Test de pliage - 1 x par bobine | Machine de pliage – 1x par 5 bobines | Machine de pliage à 90° – 1x par bobine | Méthode interne |
| Étanchéité du four de recuit | Détecteur de gaz de type Distalarm – 1 x par pause | Analyse d'atmosphère – En continu | Détecteur de gaz – En continu | Détecteur de gaz – En continu | Méthode interne |
| Température bain Magnelis® | Thermocouple – En continu | Thermocouple – En continu | Thermocouple – En continu | Thermocouple – En continu | Méthode interne |
| Composition bain Magnelis® | Composition chimique hors ligne – 1 X par pause | Composition chimique hors ligne – 1 X par pause | Composition chimique hors ligne – 1 X par pause | Composition chimique hors ligne – 1 X par jour | Méthode interne |
| Vitesse ligne | Tachymètre – En continu | Tachymètre – En continu | Tachymètre – En continu | Tachymètre – En continu | Méthode interne |
| Aspect de surface | Pression d'essorage – En continu | Pression d'essorage – En continu | Pression d'essorage – en continu | Pression d'essorage – En continu | Méthode interne |
| Charge de zinc | Jauge RX en ligne – En continu – Balayage de chaque face Jauge RX hors ligne – 1 x par 5 bobines ou à chaque changement de charge | Jauge RX en ligne – En continu | Jauge Eberline en ligne – En continu Gravimétrie hors ligne – 1 X par pause | Jauge RX en ligne – En continu – Balayage de chaque face Gravimétrie hors ligne – 1 X 50 bobines (2% de la production) | EN10346 : 2015 |
| Force de serrage au Skin Pass/Planeuse | Tensiomètre – En continu | Elongation – En continu | Elongation – En continu | Tensiomètre – En continu | Méthode interne |
| Aspect de surface | Caméras haute résolution – En continu | Caméras haute résolution – En continu | Caméras haute résolution – En continu | Caméras haute résolution – En continu | Méthode interne |
| Rugosité | Rugosimètre – 1 x par 5 bobines | Rugosimètre – En continu | Rugosimètre – 1 x par 3 bobines | Rugosimètre – En continu | Méthode interne |

Tableau 5 – Contrôles sur ligne d'application du revêtement brut, suite

| Paramètre | Contrôle selon usine de production | | | | Référentiel |
|-----------------------------|---|--|--|---|-----------------|
| | Ramet | Aviles | Gand | Brème | |
| Planéité | Tensiomètre – 1x par 2 bobines | Visuel – En continu | Visuel – En continu Equipement spécifique – Selon la spécification commandée et le suivi visuel | Visuel – En continu | EN10143 - 2006 |
| Huilage | Balance de précision – 1 x par jour Appareil de mesure par IR – 1 x par pause Débitmètre – En continu | Débitmètre – En continu Contrôle visuel - 1 x par 5 bobines | Débitmètre – En continu | Débitmètre – En continu Contrôle calibration hors ligne - 1 X par 2 mois | Méthode interne |
| Passivation sans Cr6 | Test détection visuel – 1x par bobine | Mesure concentration – En continu Contrôle poids de couche hors ligne – 1 x par pause | Mesure par débitmètre – En continu Mesure épaisseur – 3 X par pause | Mesure poids de couche par Fluorescence RX – en continu | Méthode interne |
| Marquage | Visuel – 1 x par bobine | Visuel – 1 x par bobine | Visuel – 1 x par bobine | Contrôle visuel – 1 x par bobine | Méthode interne |

Tableau 6 – Contrôles sur produits finis après application du revêtement brut

| Paramètre | Contrôle selon usine de production | | | | Référentiel |
|-----------------------------|--|-----------------------------------|---|---|---------------------|
| | Ramet | Aviles | Gand | Brème | |
| Propriété mécaniques | Traction – 1 x par bobine | Traction – 1 x par bobine | Traction – Selon le grade | Traction – 1 x par bobine | Référentiel interne |
| Rugosité | Rugosimètre – 1 X par bobine | Rugosimètre – 1 X par bobine | Rugosimètre – sur échantillon - 1 X par 6 bobines | Rugosimètre- 1 X par bobine | Référentiel interne |
| Revêtement | Jauge RX off-line – sur échantillon – 1 X par 5 bobines ou à chaque changement de charge | Jauge RX en ligne – En continu | Gravimétrie – Sur échantillon – 1 X par pause | Gravimétrie – Sur échantillon – 1 X par 50 bobines (2 % de la production) | EN10346 : 2015 |
| Adhérence revêtement | Machine Erichsen – Pliage à 90° ou 180° - 1 X par 5 bobines minimum | Test d'adhérence - 1 X par bobine | Pliage à 90° ou 180° - 1 X par 5 bobines minimum | Machine Erichsen – Pliage à 180° - 1 X par bobine | Référentiel interne |

En cas de litige et si nécessaire le contrôle de la masse surfacique de revêtement selon la norme NF EN 10346, il convient de respecter les prescriptions données en Annexe A.