

PERFORMANCES DES TRAITEMENTS DE SURFACE ET FINITIONS EN MÉTALLERIE



Bien que cet ouvrage ait été établi avec un maximum de soin, nous attirons l'attention du lecteur sur le fait que nous ne saurions être responsables d'éventuelles erreurs que ces informations pourraient receler, ni des dommages que leur emploi inapproprié pourrait entraîner.

Ce document ne remplace en aucune manière les textes normatifs et réglementaires. Il doit être utilisé dans tous les cas comme une aide en support aux normes et textes réglementaires en vigueur et non comme un document s'y substituant.

Reproduction (texte et illustrations) autorisée sous réserve de l'accord de l'Union des Métalliers et de la mention d'origine « *Performances des traitements de surface et finitions en métallerie* » / FFB Métallerie.

MOTS DES PRÉSIDENTS



Les ouvrages de métallerie, véritables marqueurs architecturaux d'un bâtiment, font de l'acier un matériau incontournable dans le secteur de la construction. Sa durabilité doit être garantie par des traitements anticorrosion appropriés. Dans un contexte où l'esthétique constitue un critère déterminant du projet architectural, les traitements de finition jouent également un rôle essentiel en métallerie. L'Union des Métalliers a souhaité évaluer l'influence de la conception et de la fabrication sur les performances des traitements de surface et des finitions. C'est avec fierté que nous vous présentons ce nouveau guide consacré à cette analyse. Les recommandations qui en découlent soulignent l'importance d'un travail de qualité dès la phase de conception afin d'optimiser la pérennité de l'ouvrage.

Christophe Bonhomme

Président l'Union des métalliers

Ce nouvel ouvrage s'inscrit dans la continuité des travaux présentés dans le guide « Performances des traitements de surface et finitions en métallerie : impact de la conception », publié en 2018. Celui-ci mettait en évidence l'influence des choix de conception des ouvrages de métallerie sur les performances des traitements de surface et des finitions. Le présent guide s'appuie sur des observations issues du vieillissement naturel des traitements et des finitions, et vient confirmer les préconisations formulées dans l'ouvrage précédent. Cette avancée n'aurait pu être réalisée sans l'implication du groupe de travail, coordonné par notre collègue Daniel Clouet, chef de file.

Bertrand Génault

Président de la Commission Technique

REMERCIEMENTS



Je tiens à remercier la participation des métalliers membres du groupe « Traitements de surface » et des experts partenaires de l'Union, sans lesquels ce guide technique n'existerait pas. Je salue ainsi l'ensemble des professionnels qui m'ont entouré pour l'élaboration de cet ouvrage, pour leur expertise et conseils avisés :

- Jérémy Blanche
- Kevin Morin
- Arnaud Zédet

Je tiens également à remercier Olivier Mouatt qui a assuré la rédaction de ce document et Mathieu Queiros pour la coordination du groupe de travail.

Enfin, je remercie tout particulièrement les entreprises Ateliers David et TSI France qui ont mis à disposition leur site pour l'étude de vieillissement naturel décrite dans ce guide et les entreprises qui ont participé à la fabrication des garde-corps : Sarmates pour la fabrication et Prestia pour l'application des traitements de surface et finitions.

Daniel Clouet

Chef de file du groupe Traitements de surface

SOMMAIRE

1. CONTEXTE DE L'ÉTUDE	9
2. MAQUETTES	10
2.1 CONCEPTION	10
2.2 TRAITEMENT DE SURFACE	10
3. SITES D'EXPOSITION	12
3.1 CHOIX DES SITES ET DÉTERMINATION DE LEUR CORROSIVITÉ	12
3.2 « PARTICULARITÉS » DES SITES	13
4. PROTOCOLE DE L'ESSAI DE VIEILLISSEMENT NATUREL...	14
4.1 PRÉAMBULE	14
4.2 CONTRÔLES	14
5. RÉSULTATS DE L'ESSAI DE VIEILLISSEMENT	15
5.1 PRÉAMBULE	15
5.2 RELEVÉS DES DÉSDORDRES	17
5.2.1 Site de Guérande – Garde-corps type 1 - Acier nu + laquage.....	18
5.2.2 Site de Guérande – Garde-corps type 2 - Acier galvanisé + thermolaquage	20
5.2.3 Site de Donges – Garde-corps type 3 - Acier nu + thermolaquage	22

6. SYNTHÈSE DES ESSAIS ET RECOMMANDATIONS	24
6.1 DÉSORDRES APPARUS DANS LA PREMIÈRE ANNÉE D'EXPOSITION	24
7. RECOMMANDATIONS GÉNÉRALES	31
7.1 CONCEPTION	31
7.2 FABRICATION	32
8. RÉFÉRENCES NORMATIVES	34
9. ANNEXES	35
9.1 ANNEXE A : PLANS DÉTAILLÉS DES MAQUETTES DE GARDE-CORPS AVEC LÉGENDE DES « FINITIONS »/SOINS APPORTÉS	36
9.2 ANNEXE B : RELEVÉS DES DÉSORDRES	39
9.2.1 Site de Guérande	40
9.2.2 Site de Donges	61
9.3 ANNEXE C : PLANS DES DÉSORDRES	82
9.3.1 Site de Guérande	83
9.3.2 Site de Donges	90

1. CONTEXTE DE L'ÉTUDE

Dans le cadre du Programme Recherche Développement Métiers (PRDM) de la Fédération Française du Bâtiment (FFB), l'Union des Métalliers souhaitait disposer de données qualifiant l'efficacité des systèmes de protection anticorrosion et de finition esthétique les plus couramment mis en œuvre par les métalliers.

Pour ce faire, l'Union a lancé une importante campagne de mesures de performances des traitements de surfaces couramment appliqués aux ouvrages de métallerie. L'Union a confié au Centre Technique Industriel de la Construction Métallique (CTICM) la réalisation de cette étude.

Ce programme comportait plusieurs phases :

- **Phase 1** : Élaboration d'une matrice de systèmes de peinture avec recensement des systèmes ayant fait l'objet d'essais de validations auprès d'organismes (ACQPA, AFTA.P...). Cette étape a été suivie d'essais de vieillissement au brouillard salin, selon la norme NF EN ISO 9227, sur 14 systèmes de protection avec peinture poudre et liquide appliqués sur des plaques test.

- **Phase 2** : Réalisation de maquettes de garde-corps à l'échelle 7/10^e représentatives reprenant les différentes configurations sensibles couramment rencontrés sur les ouvrages métalliques (tôles perforées, tôles déployées, caillebotis, tôles pleines, tôles découpées par laser, arêtes vives fixations par soudure ou par visserie, etc...). Ces maquettes revêtues d'un système de peinture liquide et d'une peinture poudre ont subi un essai de vieillissement par corrosion accélérée en étuve selon la norme NF EN ISO 16701.

Les résultats de la phase 2 sont présentés dans le guide *Performances des traitements de surface et finitions en métallerie : impact de la conception* disponible sur le site de l'Union des métalliers.

- **Phase 3** : Réalisation de tests de vieillissement au naturel sur des maquettes de garde-corps à l'échelle 1 regroupant l'ensemble des points sensibles et avec plusieurs types de traitement de surface.

Ce guide a pour objectif de regrouper et présenter les résultats des essais de vieillissement au naturel de la phase 3.

Le guide donne également des recommandations générales, issues des observations et synthèses de ces essais, pour la fabrication d'éléments de métallerie.

2. MAQUETTES

2.1 CONCEPTION

La conception des maquettes a été faite afin qu'elles regroupent les principaux points sensibles de fabrication rencontrés sur les ouvrages de métallerie en acier. Au total, 3 types de maquettes ont été fabriqués.

Les 3 maquettes de garde-corps sont les suivantes :

- **Type 1** : Grillages et tôles perforées R4, R6T10 et R20T28
- **Type 2** : Barreaudages, caillebotis et tôles pleines vissées et soudées
- **Type 3** : Métal déployé horizontal et vertical et tôles avec découpes thermiques

Chaque maquette a fait l'objet sur certaines zones d'une préparation de surface soignée et sur d'autres zones d'une préparation volontairement non soignée (soudures non soignées, non continues, absence de brossage, pas de dérochage...) pour observer l'impact sur le vieillissement, et ce pour chaque type de remplissage.

Les plans détaillés des maquettes sont donnés en annexe A

2.2 TRAITEMENT DE SURFACE

Chaque série de 3 maquettes a fait l'objet de 7 traitements anticorrosion différents, soit un total de 21 maquettes par site d'exposition.

Les 7 traitements de surface réalisés sur chaque série de 3 maquettes sont les suivants :

- Acier nu + laquage (Traitement 1)
- Acier nu + thermolaquage (Traitement 2)
- Acier galvanisé (Traitement 3)
- Acier galvanisé + laquage (Traitement 4)
- Acier galvanisé + thermolaquage (Traitement 5)
- Acier métallisé + laquage (Traitement 6)
- Acier métallisé + thermolaquage (Traitement 7)

Le principe des différents traitements de surface utilisé pour la protection anticorrosion des maquettes est résumé ci-après.

Laquage :

Le laquage consiste à appliquer une peinture liquide sur une surface généralement par pulvérisation à l'aide d'un pistolet ou manuellement à l'aide de rouleaux, brosses ou pinceaux.

Une fois la couche de peinture mise en œuvre celle-ci doit sécher pour durcir. Le séchage a lieu à l'air libre ou parfois dans une étuve à température modérée.

Thermolaquage :

Le thermolaquage consiste à pulvériser à l'aide d'un pistolet de la peinture en poudre chargée électrostatiquement sur la pièce en acier qui est reliée à la masse. Une fois la peinture déposée, la pièce est placée dans un four à environ 200°C pour permettre la polymérisation et la réticulation de la peinture.

Galvanisation :

Ce procédé consiste à plonger les pièces en acier, préalablement préparées, dans un bain de zinc en fusion à environ 450°C. L'immersion de la pièce dans le bain engendre une réaction métallurgique de diffusion du zinc dans le métal conduisant à la formation de différentes couches de composés intermétalliques zinc-fer.

Le zinc ainsi déposé présente l'avantage d'avoir une très faible vitesse de corrosion par rapport à l'acier constituant la pièce et conduisant à une protection anticorrosion très longue.

Métallisation :

Ce procédé consiste à projeter à l'aide d'un pistolet du zinc, de l'aluminium ou un alliage zinc-aluminium fondu sur le substrat métallique. Comme pour la galvanisation ou variantes de la galvanisation, la métallisation est une protection cathodique par anode sacrificielle.

Avec cette technique les épaisseurs de revêtement métallique atteintes sont importantes, généralement supérieure à 100 µm.

Le détail de chaque traitement de surface est le suivant :

Traitement de surface	Préparation de surface	Primaire	Finition
Acier nu + laquage	Grenaillage Sa 2 1/2	Epoxy phosphate de zinc	Polyuréthane
Acier nu + thermolaquage	Grenaillage Sa 2 1/2	Epoxy	Polyester architecture
Acier galvanisé	/	/	/
Acier galvanisé + laquage	Parachèvement	Epoxy surface tolérante	Polyuréthane
Acier galvanisé + thermolaquage	Parachèvement	Epoxy	Polyester
Acier métallisé + laquage	Grenaillage Sa 3 + bouche pore	Epoxy	Polyuréthane
Acier métallisé + thermolaquage	Grenaillage Sa 3	Epoxy	Polyester

Tableau 1 : Description des traitements de surface

La numérotation retenue pour les garde-corps est la suivante :

Garde-corps	Acier nu + laquage (Traitement n°1)	Acier nu + thermolaquage (Traitement n°2)	Acier galvanisé (Traitement n°3)	Acier galvanisé + laquage (Traitement n°4)	Acier galvanisé + thermolaquage (Traitement n°5)	Acier métallisé + laquage (Traitement n°6)	Acier métallisé + thermolaquage (Traitement n°7)
Type 1	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7
Type 2	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7
Type 3	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7

Tableau 2 : Liste des références des maquettes

3. SITES D'EXPOSITION

3.1 CHOIX DES SITES ET DÉTERMINATION DE LEUR CORROSIVITÉ

Pour la réalisation de ces essais de vieillissement au naturel il a été décidé d'opter pour un environnement agressif équivalent à la classe de corrosivité C4 élevée, selon la norme NF EN ISO 9223.

Après recherche de sites susceptibles de pouvoir recevoir 21 maquettes de gardes corps pendant plusieurs années et ayant un environnement atmosphérique de catégorie C4, 3 sites ont été présélectionnés par l'Union des Métalliers. Ces trois sites étaient :

- Guérande, sur le site du charpentier Atelier David,
- Donges, sur le site de la société TSI,
- Camaret-sur-Mer, au sémaphore de Toulinguet de la Marine Nationale.

Pour vérifier l'agressivité de chaque site vis-à-vis de l'objectif d'une classe de corrosivité C4, une qualification des sites a été réalisée selon la norme NF EN ISO 9226. Celle-ci a consisté à la mise en place d'éprouvettes de référence (acier, zinc, cuivre et aluminium) sur les 3 sites pendant une durée d'un an et de vérifier la perte de masse due à la corrosion de ces éprouvettes à l'issue des essais.

À l'issue de l'essai de vieillissement, la classe de corrosivité a pu être déterminée pour chaque type d'éprouvette (acier, zinc, cuivre et aluminium) compte tenu de la vitesse de corrosion (perte de masse) sur 1 an.

Le tableau ci-après regroupe les résultats :

Site d'exposition	Matériaux de référence	Catégorie de corrosivité déduite	Observations
Guérande	Zinc	C2	Milieu de la catégorie
	Acier	C2	Haut de la catégorie
	Cuivre	C3	Haut de la catégorie
	Aluminium	C2	/
Donges	Zinc	C3	Bas de la catégorie
	Acier	C3	Bas de la catégorie
	Cuivre	C4	Bas de la catégorie
	Aluminium	/	Essai infructueux
Camaret-sur-mer	Zinc	C3	Bas de la catégorie
	Acier	C5	Bas de la catégorie
	Cuivre	CX	Bas de la catégorie
	Aluminium	C3	/

Tableau 3 : Résultats de la qualification associée à chaque éprouvette de référence pour chaque site

Compte tenu des résultats les 3 sites peuvent classés de la façon suivante :

Site d'exposition	Catégorie de corrosivité retenue
Guérande	C2/C3
Donges	C3/C4
Camaret-sur-mer	C4/C5

Tableau 4 : Détermination de la catégorie de corrosivité pour chaque site

Les deux sites d'exposition finalement retenus pour l'étude sont :

- Ateliers David à Guérande (44)
- Société TSI à Donges (44)

Ces deux sites ont été retenus pour leur capacité de mise à disposition gratuite d'une parcelle pouvant accueillir 21 maquettes de garde-corps pendant plusieurs années et pour leur positionnement géographique avec une agressivité quand même notable de l'environnement bien que la catégorie de corrosivité C4 élevée souhaité ne soit pas au rendez-vous.

Pour mémoire :

- Les Ateliers David sont situés à moins de 5 km de l'océan et à moins de 3 km des premiers marais salants.
- Le terrain de TSI est situé à moins de 2km de la Loire, à environ 10 km de l'embouchure et à moins d'1 km de la raffinerie Total dans un environnement fortement industriel.

3.2 « PARTICULARITÉS » DES SITES

Les garde-corps sont posés directement sur le sol à même la terre ; ils sont maintenus grâce à des profilés en tôle pliée. Sur le site de Guérande ils sont sur une zone de pelouse, tandis que sur le site de Donges ils sont sur une zone de friche végétale ; un film géotextile a été positionné sous les garde-corps.

Compte tenu du sol présent sous les garde-corps, des traces de dépôts de terre et de végétaux ont été observé ponctuellement au cours de l'étude en partie basse des maquettes.

Pour le site de Guérande, le site faisant l'objet d'un entretien des espaces verts, des impacts provoqués par la tonte de l'herbe, sont localement apparus sur les garde-corps.

La zone d'essai du site de Donges se situe à proximité d'une zone de travail de la société TSI ; de ce fait des particules organiques (peinture) et minérales (sable de décapage) sont venues polluer la surface des garde-corps au cours de l'étude.

Les essais ont démarré en mai 2019. L'apparition du virus COVID au début de l'année 2020 et la pandémie nationale et mondiale qui a suivie a entraîné la fermeture de la raffinerie de Donges pour 16 mois entre novembre 2020 et mars 2022. L'arrêt de cette installation a eu pour conséquence de modifier sensiblement l'agressivité de l'environnement dans lequel étaient les garde-corps. Le site de Donges qui avait été classé plus corrosif que celui de Guérande à l'issu des 2 campagnes de mesures s'est finalement avéré au cours de l'étude moins corrosif.

4. PROTOCOLE DE L'ESSAI DE VIEILLISSEMENT NATUREL

4.1 PRÉAMBULE

L'essai de vieillissement naturel a été réalisé en soumettant les maquettes de gardes corps à un environnement extérieur naturel sur les 2 sites d'exposition retenus comme indiqué dans les paragraphes ci-dessus. La durée d'exposition des maquettes a été de 5 ans. L'essai s'est déroulé de mai 2019 à mai 2024.

4.2 CONTRÔLES

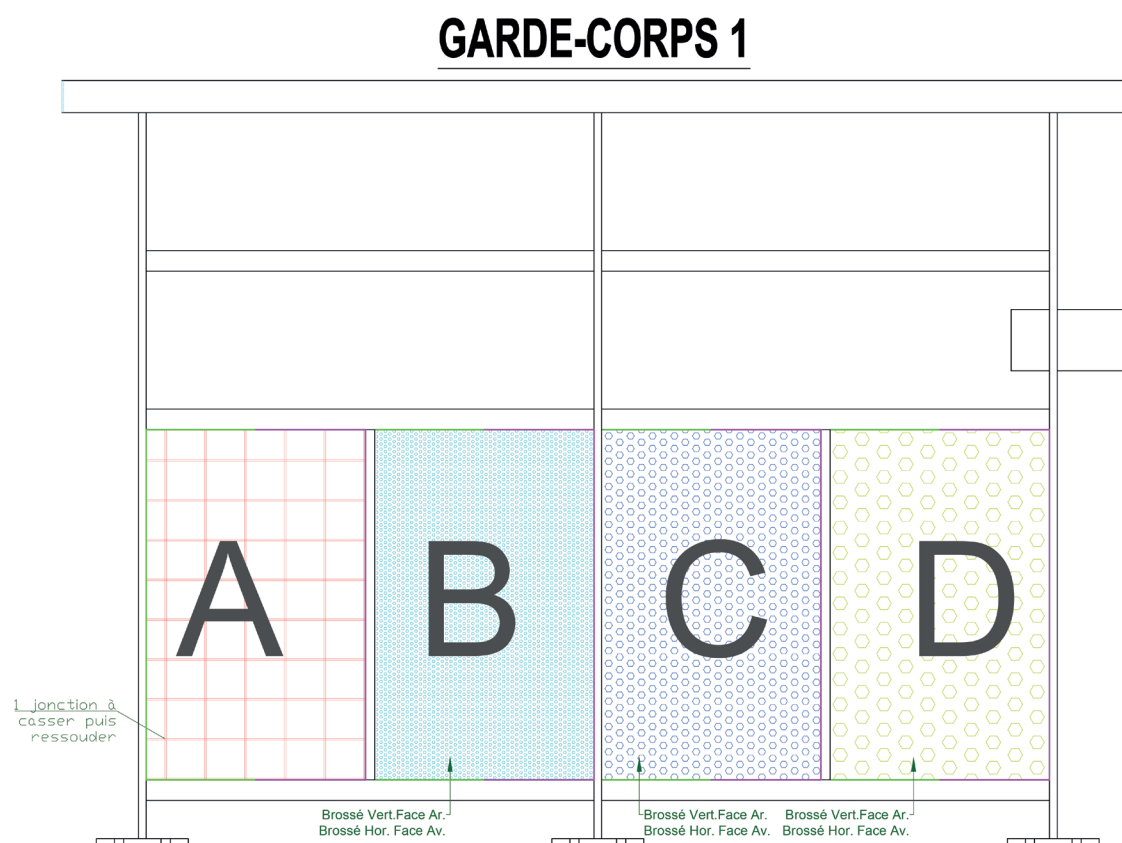
Les visites de contrôle sur site se sont déroulées tous les 6 mois jusqu'à 3 ans puis tous les ans jusqu'à 5 ans, afin d'observer l'apparition et l'évolution des désordres sur les différents types de garde-corps. Lors de chaque contrôle, en plus du relevé des désordres (typologie, localisation, dimensions...), des photographies ont également été prises afin d'illustrer l'évolution de ces derniers.

5. RÉSULTATS DE L'ESSAI DE VIEILLISSEMENT

5.1 PRÉAMBULE

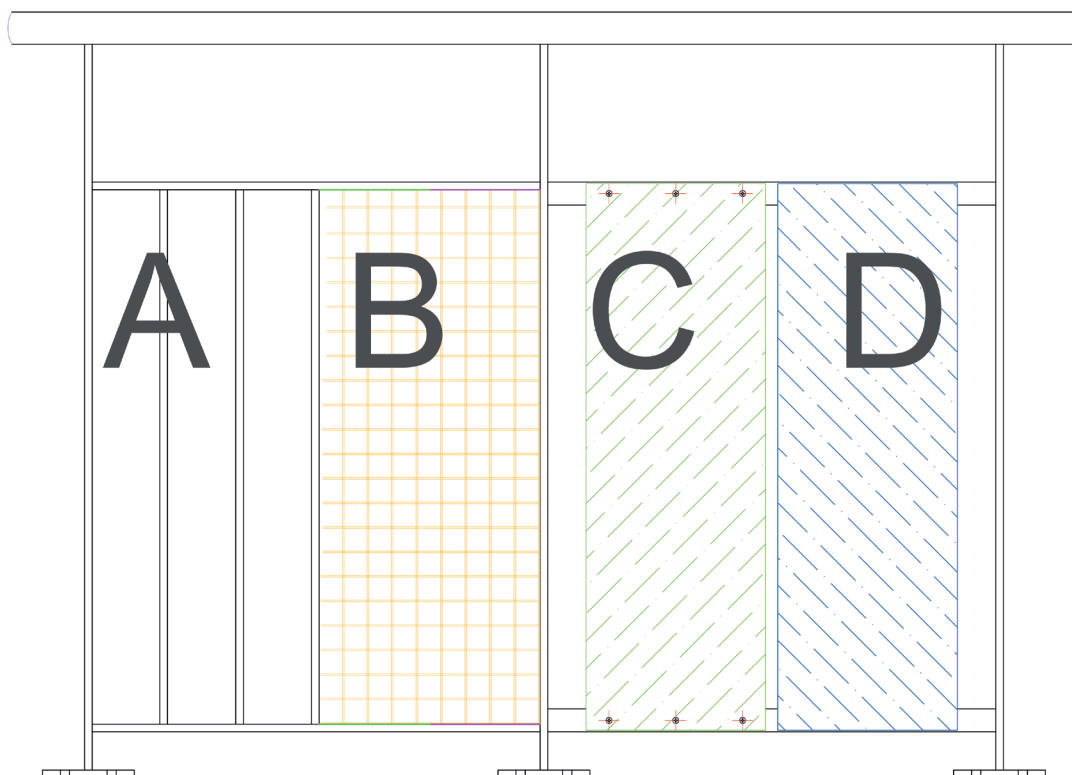
Les observations réalisées au cours des différents contrôles sont regroupées dans des tableaux par site, type de traitement de surface et par configuration de garde-corps.

Afin de réaliser la description de chaque zone pour chaque garde-corps, les différents remplissages (motifs) ont été identifiés par des lettres selon le schéma ci-après.



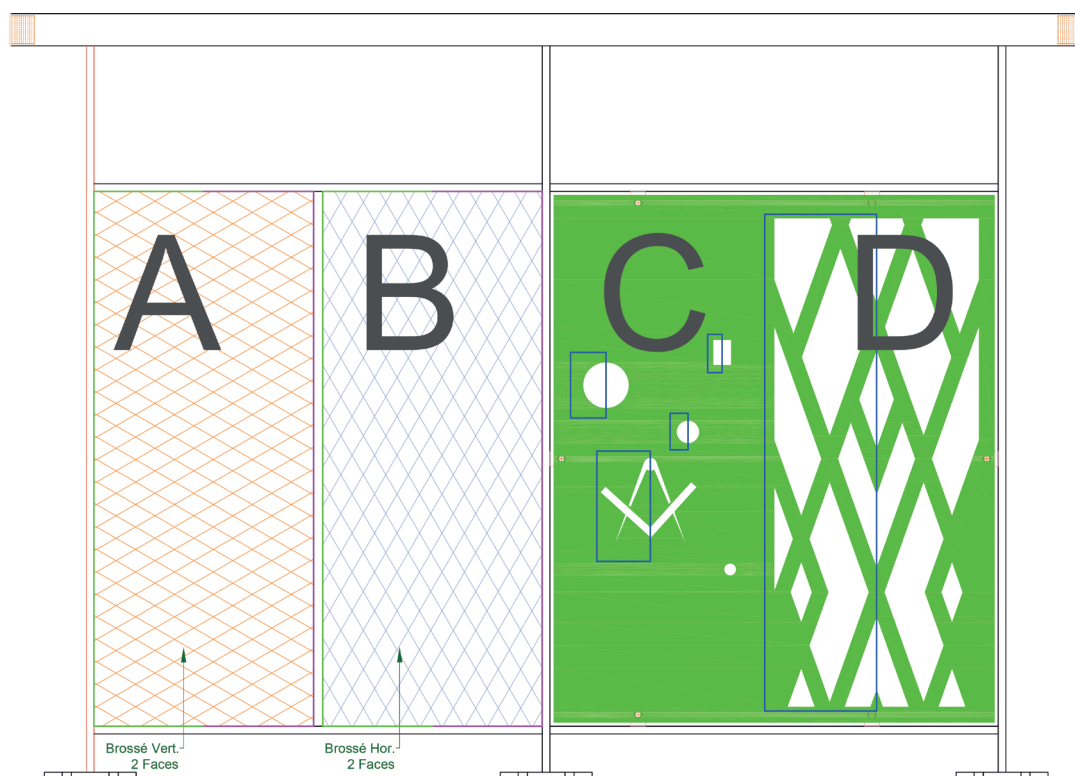
A : Maille 50 x 50 **B :** Tôle perforée R4T8 **C :** Tôle perforée R6T9 **D :** Tôle perforée R20T28

GARDE-CORPS 2



A : Plats 20x10 **B :** Caillebotis 30x30 barres porteuses verticales **C :** Tôle pleine 20/10" assemblée après traitement **D :** Tôle pleine 20/10" soudée

GARDE-CORPS 3



A : Métal déployé horizontal **B :** Métal déployé vertical **C :** Tôle 40/10" découpe laser **D :** Tôle 40/10" découpe laser

5.2 RELEVÉS DES DÉSORDRES

Les tableaux et plans ci-après présentent des relevés de désordres pour 3 cas de l'étude. Les relevés pour tous les garde-corps sont disponibles en Annexe B (page 39).

Les relevés ont été mis à jour lorsque qu'au cours d'une visite un nouveau désordre est apparu ou lorsqu'il y a eu une évolution significative d'un ancien désordre.

Un code couleur a été utilisé pour représenter les différents désordres présents sur les garde-corps selon leur période d'apparition durant l'étude de vieillissement naturel.



: Désordres apparus durant la première année de vieillissement



: Nouveaux désordres ou évolutions majeures apparus de 1 à 3 ans de vieillissement

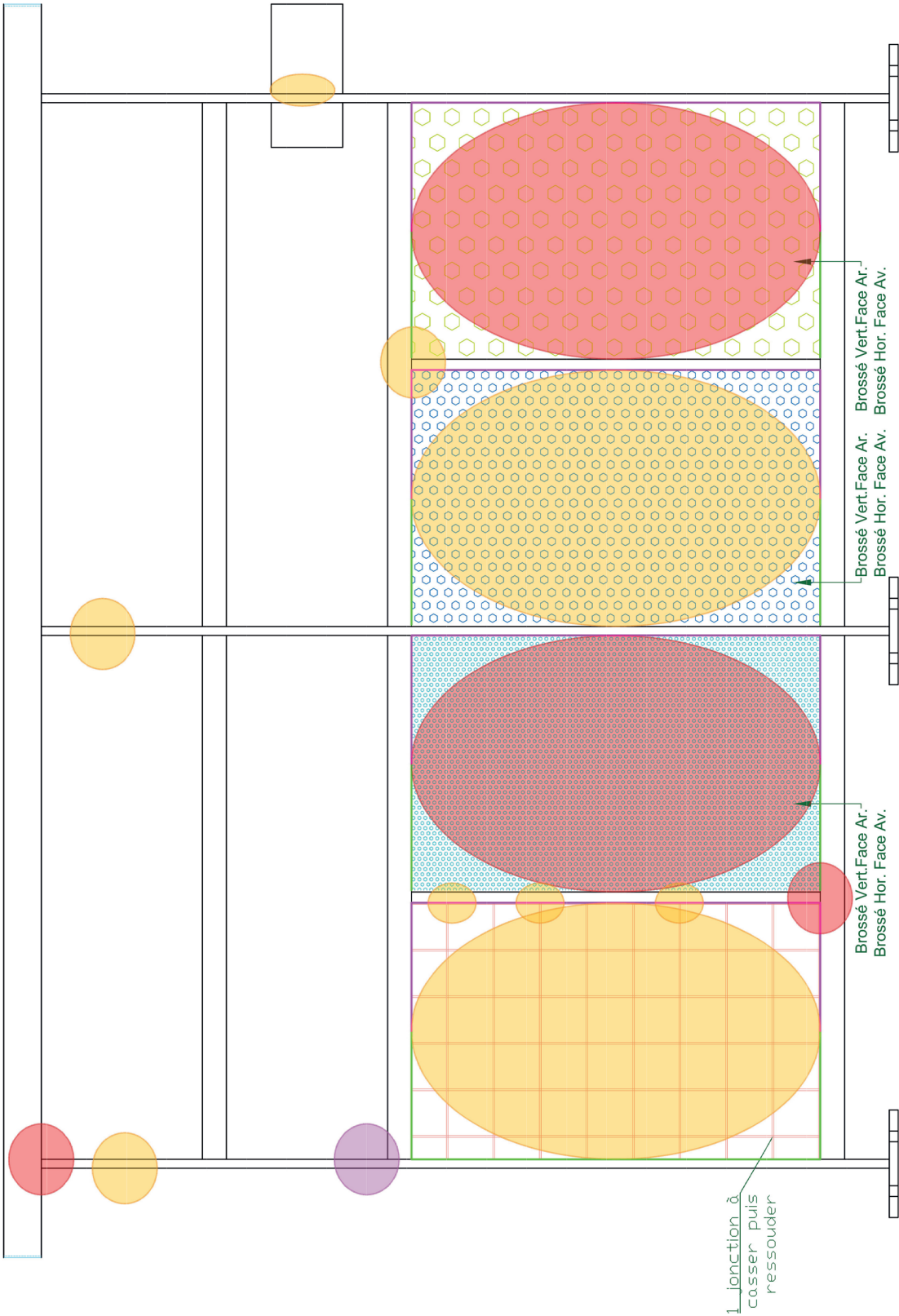


: Nouveaux désordres ou évolutions majeures apparus après 3 ans de vieillissement

5.2.1 SITE DE GUÉRANDE – GARDE-CORPS TYPE 1 - ACIER NU + LAQUAGE

Garde-corps 1.1 : Type 1 - Acier nu + laquage									
Temps exposition	6 mois	1 an	18 mois	2 ans	30 mois	3 ans	4 ans	5 ans	
Partie horizontale	Amorce corrosion soudure non continue entre poteau et main courante	Amorce corrosion ou corrosion soudures non fermées							
Partie verticale			Point d'oxydation en partie haute du montant grillage						
Motif A			Localement, faible amorce oxydation aux jonctions du grillage		Oxydation des soudures de fixation				
Motif B	Dépôt local couleur rouille	Corrosion presque généralisée des arêtes des perforations de la tôle	Corrosion avec dépôt presque généralisé sur les 2 faces de la tôle			Oxydation/ corrosion notable généralisée de la tôle au niveau des arêtes de perforations			
Motif C			Localement, amorce corrosion des arêtes des perforations		Propagation des amorces de corrosion au niveau des arêtes des perforations				
Motif D		Localement, amorce corrosion des arêtes des perforations				Propagation corrosion des arêtes des perforations	Intensification corrosion des arêtes des perforations	Intensification corrosion des arêtes des perforations	

GARDE-CORPS 1



5.2.2 SITE DE GUÉRANDE – GARDE-CORPS TYPE 2 - ACIER GALVANISÉ + THERMOLAQUAGE

Garde-corps 2.5 : Type 2 - Acier galvanisé + thermolaquage									
Temps exposition	6 mois	1 an	18 mois	2 ans	30 mois	3 ans	4 ans	5 ans	
Partie horizontale	Pas de désordre		Quelques défauts de galvanisation	Pas de nouveau désordre ou de changement significatif dans les désordres existants			Pas de nouveau désordre ou de changement significatif dans les désordres existants	Pas de nouveau désordre ou de changement significatif dans les désordres existants	
Partie verticale									
Motif A						Quelques points d'oxydation sur barreaudage			
Motif B					Apparition de points d'oxydation à l'interface caillebotis/montant central				
Motif C	Pas de désordre	Localement points de corrosion sur tôles, montants et sous-lisse	Localement quelques points corrosion sur tôle						
Motif D									

5.2.3 SITE DE DONGES – GARDE-CORPS TYPE 3 - ACIER NU + THERMOLAQUAGE

Garde-corps 3.2 : Type 3 - Acier nu + thermolaquage								
Temps exposition	6 mois	1 an	18 mois	2 ans	30 mois	3 ans	4 ans	5 ans
Partie horizontale		Corrosion des soudures non fermées et non continues	Présence locale de dépôt rouille/marron sous forme piqure Amorce oxydation extrémités main courante avec bouchon		Pas de nouveau désordre ou de changement significatif dans les désordres existants	Pas de nouveau désordre ou de changement significatif dans les désordres existants		Intensification de la corrosion des soudures non fermées
Partie verticale								
Motif A	Amorce de corrosion sur soudures fixation tôles déployées	Corrosion au niveau des soudures de fixations des tôles		Généralisation de la corrosion des soudures de fixation sur la partie basse des tôles	Pas de nouveau désordre ou de changement significatif dans les désordres existants	Pas de nouveau désordre ou de changement significatif dans les désordres existants	Intensification de la corrosion des soudures de fixation	
Motif B			Corrosion soudures fixation en partie haute					
Motif C		Amorce corrosion au niveau découpes étroites	Propagation de la corrosion dans les faible interstices					
Motif D								

6. SYNTHÈSE DES ESSAIS ET RECOMMANDATIONS

Les essais de vieillissement au naturel ont permis de mettre en évidence une chronologie d'apparition de désordres par typologie.

6.1 DÉSORDRES APPARUS DANS LA PREMIÈRE ANNÉE D'EXPOSITION

Soudure non continue

Désordres :

Les soudures non continues sur les maquettes revêtues uniquement d'un traitement peinture ont été le siège de corrosion au droit de la cavité formée par le manque de cordon de soudure. Ces cavités où une préparation de surface et une application optimale de la peinture n'a pas été possible ont provoquées des rétentions d'eau qui ont abouti à terme à une corrosion.



Solutions :

Il est recommandé de réaliser des soudures continues et étanches sans cratères pour éviter la création d'interstices étroits impossibles à protéger contre la corrosion et de zones de rétention d'eau.

Soudure avec cavités et irrégulières

Désordres :

Pour les maquettes avec uniquement de la peinture, les points de soudures de fixation de différents types de remplissages des garde-corps (tôles, grillage...) ont parfois été le siège de corrosion lorsque ce point de soudure formait un cratère qui entraînait une rétention d'eau.



Solutions :

Les cordons et points de soudures doivent être sans cratères et irrégularités. Ces zones de cratères peuvent engendrer des zones de rétention d'eau propice à l'amorce de corrosion. De même, les irrégularités sur une soudure auront pour effet de générer une épaisseur de peinture et donc de protection irrégulière.

Les soudures et points de soudures doivent faire l'objet avant traitement de surface d'opération de meulage pour éliminer toutes les irrégularités propices à l'apparition de désordres.

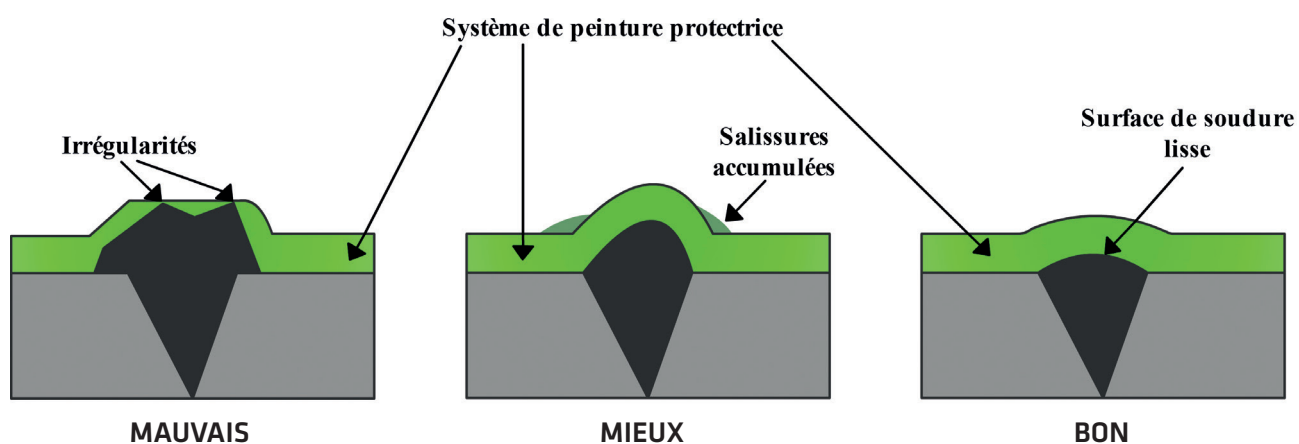


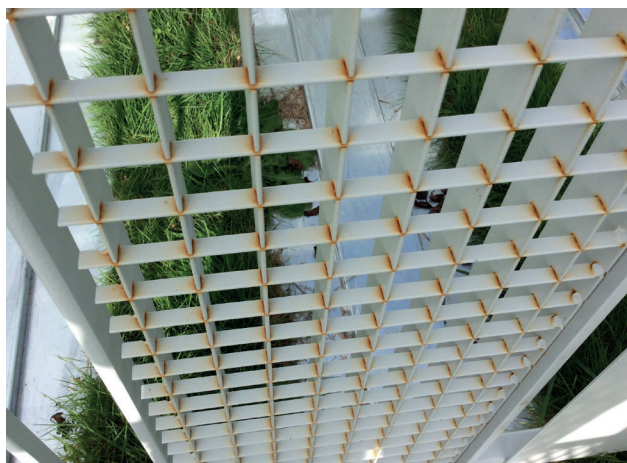
Figure 1 : Importance du lissage d'un cordon de soudure

Entrefers

Désordres :

Les entrefers sur les garde-corps recouverts uniquement de peinture ont également présenté des désordres très rapidement. La difficulté de traiter ces zones avec ponctuellement l'impossibilité de préparer la surface et d'appliquer de la peinture a permis l'amorce et le développement de la corrosion.





Solutions :

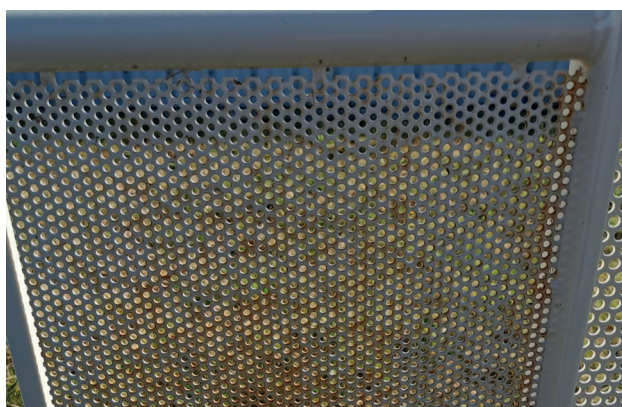
Pour éviter ces phénomènes de corrosion, il faut lors de la conception de l'ouvrage limiter au maximum ces interstices étroits, impossible à traiter correctement et siège de rétention d'eau.

Un espace suffisant permettant le traitement anticorrosion (préparation de surface et application) doit être prévu. Si des intervalles étroits sont inévitables, ils devront être colmatés par de la soudure ou du mastic.

Arêtes vives

Désordres :

Autre point de corrosion rapide sur les maquettes avec les revêtements type 1 et 2 (laquage ou thermolaquage simple), les arêtes non adoucies. Ce phénomène a été observé aussi bien sur les montants que sur les découpes ou sur les tôles perforées.



Solutions :

L'ensemble des arêtes doit faire l'objet d'un chanfreinage et dans la mesure du possible d'un arrondi pour permettre une régularité de l'épaisseur de peinture dans cette zone et ne pas provoquer de point faible au niveau de la protection anticorrosion.

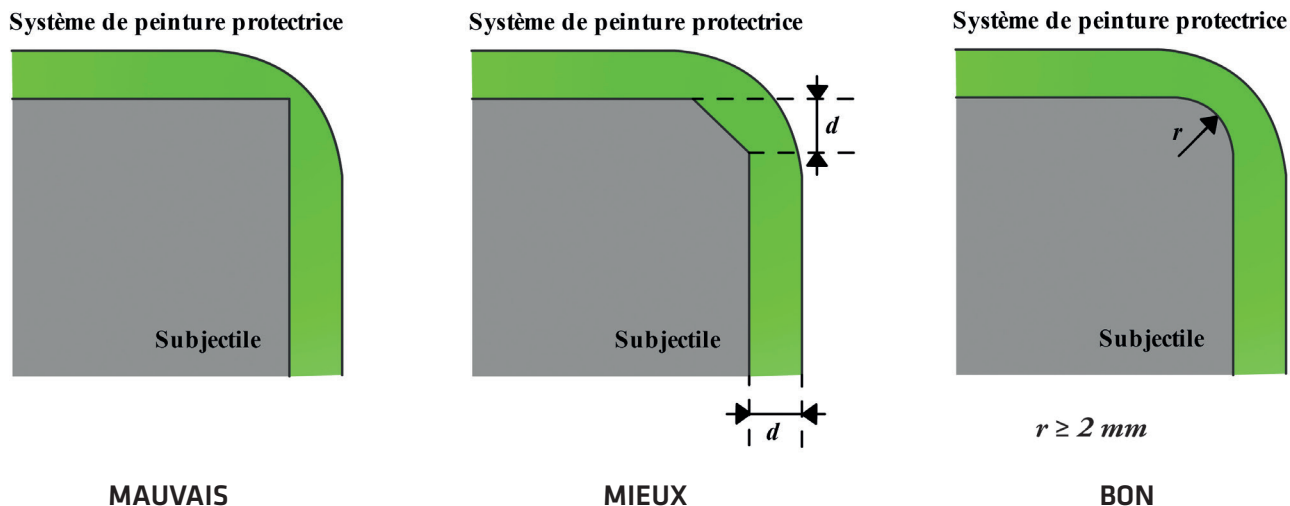
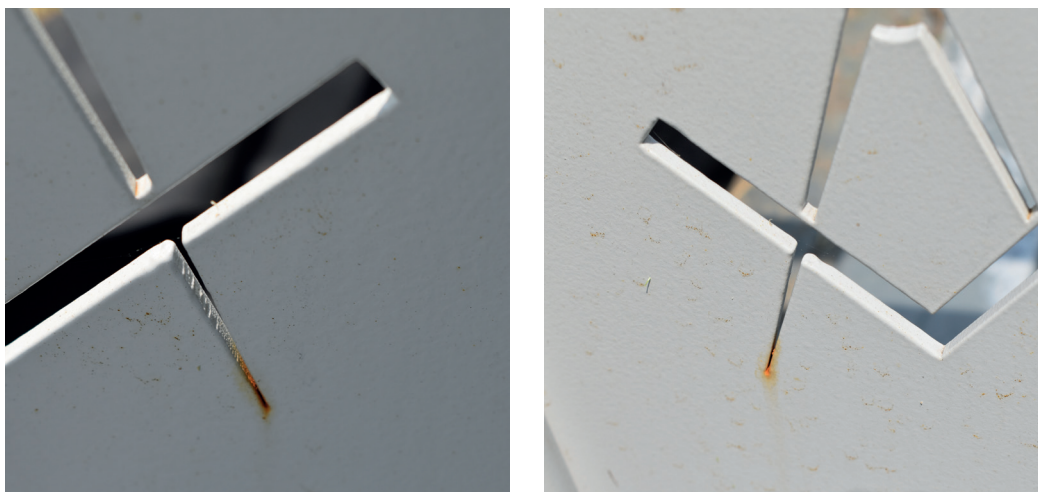


Figure 2 : Chanfreinage des arêtes

Découpes étroites

Désordres :

Sur les découpes avec des motifs étroits, les espaces fins ont été le siège d'amorce de corrosion rapide. Ces espaces étroits n'ont pas permis le bon traitement de surface et notamment l'application de la peinture.

**Solutions :**

Comme pour les entrefers, la conception de l'ouvrage doit éviter au maximum les découpes étroites impossible à traiter correctement contre la corrosion.

Vis de fixation

Désordres :

Les zones de fixation des tôles peintes par des vis ont également été des zones qui ont engendré une amorce rapide de corrosion. La mise en place de la vis a détruit localement la protection anticorrosion et l'acier, n'étant plus protégé, a pu se corroder.



Solutions :

Dans le cas d'un assemblage après application du revêtement, privilégier des fixations par boulonnage avec rondelles en nylon pour éviter d'endommager la peinture. Le serrage doit être réalisé avec précautions.

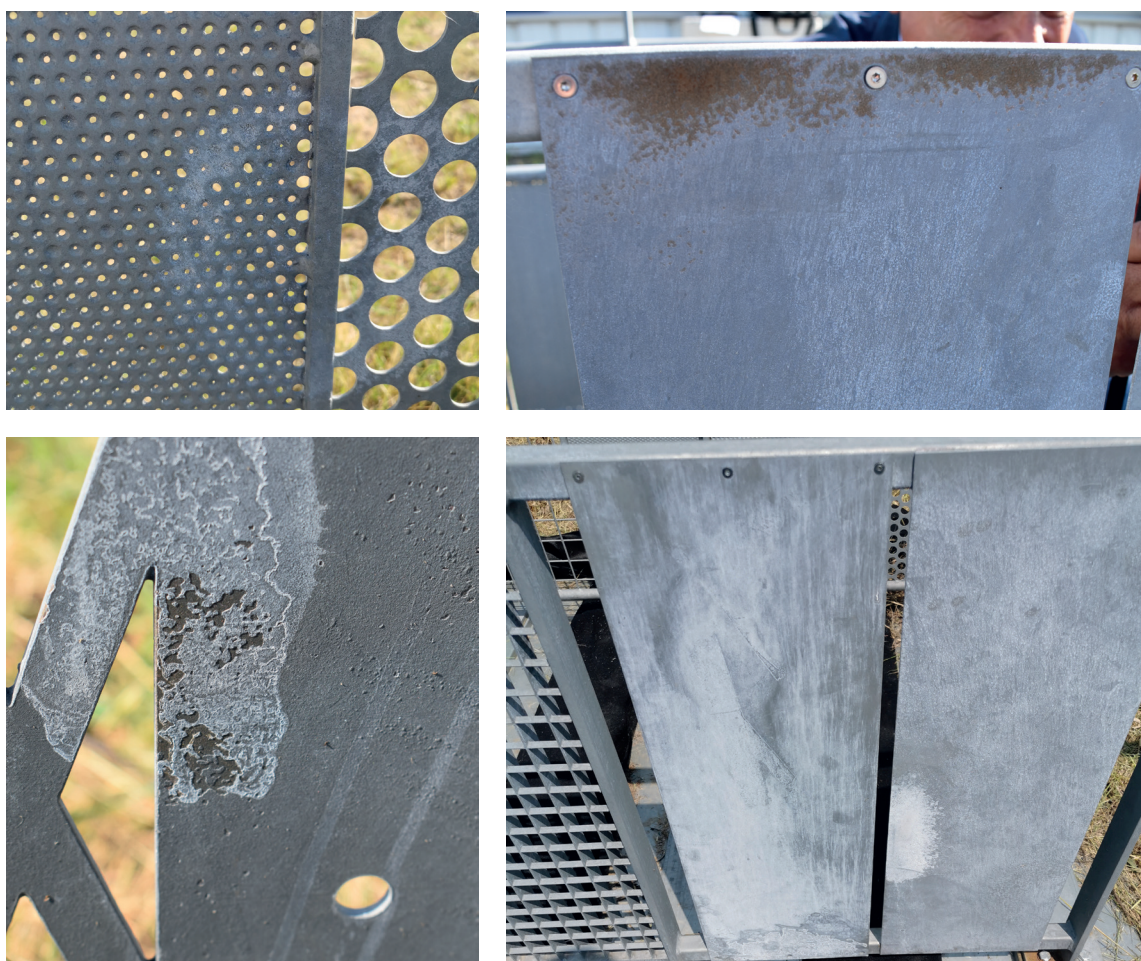
Après montage des différents éléments, des reprises locales de la peinture sont éventuellement à prévoir si la protection a été endommagée.

Galvanisation

Désordres :

Pour les garde-corps ayant reçu uniquement un traitement par galvanisation, il est apparu très rapidement sur certains éléments des taches blanches très marquées ainsi que des traces localisées d'oxydation. Ces désordres proviennent vraisemblablement de défauts de préparation de surface et/ou de projections de meulage dans l'atelier ou tout autre pollution.

Les traces blanches peuvent également provenir d'un stockage inapproprié des pièces galvanisées avant montage, avec une rétention d'humidité qui provoque la formation de sels de zincs.



Solutions :

En atelier, les pièces galvanisées doivent être protégées lors d'opération de finition telles que meulage, brossage... pour éviter de polluer la surface de la galvanisation.

Pour éviter l'apparition de sels de zinc blancs après galvanisation, les pièces doivent être stockées et transportées en évitant la stagnation d'eau, par exemple en inclinant les pièces. L'air doit également pouvoir circuler entre les différentes pièces.

7. RECOMMANDATIONS GÉNÉRALES

Afin de pérenniser durablement les garde-corps et leur protection anticorrosion, plusieurs règles lors de la conception, de la fabrication et de la mise en œuvre de la protection anticorrosion doivent être respectées.

7.1 CONCEPTION

Classe de corrosivité

Il est essentiel de connaître la classe de corrosivité de l'environnement dans lequel seront installés les garde-corps. En effet, selon l'agressivité de l'environnement, certaines conceptions peuvent poser des problèmes au niveau de l'application du revêtement protecteur et donc ne pas être adaptées pour la protection à long terme des ouvrages en acier.

La connaissance de cette catégorie de corrosivité permet également de choisir le ou les traitement(s) de surface le ou les plus adapté(s).

Géométrie

Le choix du remplissage pour les garde-corps doit être réalisé en concertation avec le client et l'applicateur du traitement de surface, si différent du métallier. Cet échange permettra de sensibiliser le demandeur sur les géométries pouvant engendrer des problèmes lors de la fabrication en particulier pour l'application du traitement anticorrosion. La géométrie a un impact sur la durabilité de la protection et de l'ouvrage et sur le risque d'apparition de désordre comme la corrosion.

Les motifs complexes avec par exemple des découpes étroites, de petits angles ou formant des zones propices à la rétention d'eau doivent être choisis avec précaution en tenant compte de la corrosivité de l'environnement final et du système de protection anticorrosion nécessaire à la bonne protection de l'ouvrage.

La norme NF EN ISO 12944-3 est le document référence consacré aux questions de conceptions et dispositions constructives pour les ouvrages en acier devant faire l'objet d'une protection anticorrosion par revêtement peinture. Pour les ouvrages devant faire l'objet d'une galvanisation, c'est la norme NF EN ISO 14713-2 qui est le document référence pour les dispositions constructives.

Association de matériaux

En amont de la conception, il est important de bien penser aux futures associations entre les différents métaux de nature différente qui vont former un couple galvanique avec le risque d'une corrosion galvanique.

Pour éviter cette corrosion galvanique dans le cas de l'association entre deux métaux différents il sera nécessaire de prendre des précautions :

- Soit isoler électriquement les métaux entre eux par un matériau isolant (plastique, caoutchouc, téflon, silicone...)
- Soit respecter les recommandations suivantes en termes d'assemblage

Matériau de grande surface		Matériau de petite surface				
		Acier au carbone / acier moulé	Zn / acier galvanisé	Al	Cu	Inox
	Acier au carbone / acier moulé	+	-	-	+	+
	Zn/acier galvanisé	+	+	+	0	+
	Al	0 / -	0	+	0 / -	+
	Cu	-	-	-	+	+
	Inox	-	-	0 / -	+	+

Légende : + bon ; 0 incertain ; - mauvais

* Bien que l'association de ces métaux ait peu d'influence sur les matériaux, elle n'est pas recommandée en raison de la forte auto-corrosion du métal moins noble.

7.2 FABRICATION

Tôle perforée

Les tôles perforées peuvent présenter divers points sensibles à la corrosion :

- Le diamètre des trous. Celui-ci est un facteur essentiel pour la bonne application des protections. Un diamètre trop réduit peut empêcher une galvanisation efficace ou, au contraire, obstruer les ouvertures. Dans le cas d'un thermolaquage, si le diamètre est trop petit, un effet « cage de Faraday » peut empêcher le dépôt de peinture à l'intérieur.
- La création d'arêtes vives au niveau des perforations. Il est préférable d'éliminer ces arêtes vives pour assurer une meilleure adhérence des revêtements. Un ébavurage et un adoucissement des angles, par exemple par meulage, peuvent aider à minimiser ces zones de défauts, qui favorisent la corrosion.

Métal déployé

En raison de sa géométrie spécifique, le métal déployé est sujet à la corrosion, notamment en raison de ses petits angles et zones de rétention d'eau. Il est conseillé de procéder à un traitement anticorrosion préalable (galvanisation à chaud) pour réduire les risques de corrosion, sauf s'il s'agit d'un acier inoxydable. Une attention particulière doit être portée pour éviter la déformation du métal déployé lors du processus de galvanisation.

Caillebotis

Les caillebotis métalliques sont particulièrement exposés à la corrosion en raison de leur structure ajourée et de leurs nombreux points d'assemblage, angles droits, entrefers, zones propices à la rétention d'eau.... Un traitement anticorrosion efficace est essentiel pour garantir leur durabilité dans le temps et éviter l'apparition prématuré de corrosion.

Le traitement par galvanisation à chaud est le procédé recommandé pour protéger l'acier, surtout dans les atmosphères les plus agressives.

Une peinture peut être appliquée en plus pour compléter la protection et augmenter la durabilité de l'ouvrage ou pour des raisons esthétiques.

À noter que ce produit est principalement conçu pour une installation horizontale et non verticale.

Angle vif

Les angles vifs ne permettent pas une bonne application du revêtement anticorrosion et sont les zones propices à l'amorce de corrosion.

Afin d'éviter ces désordres, il est important d'adoucir les arêtes par usinage ou meulage pour arrondir l'angle et faciliter l'application du revêtement.

Tôle pleine

Les tôles pleines présentent peu de problème de corrosion, à condition que les angles des tranches des tôles aient bien été traités pour éviter les arêtes vives et si le traitement anticorrosion choisi correspond à la corrosivité de l'environnement.

Assemblage par vissage ou boulonnage

Le choix des éléments de fixation doit garantir leur résistance aux conditions environnementales de la structure tout en minimisant le risque de corrosion. Le matériau des vis joue un rôle crucial pour éviter le couplage galvanique et la corrosion. Ainsi, certaines associations entre différents métaux doivent être proscrites, comme l'utilisation de vis en acier brut sur une tôle en acier galvanisé, de vis en acier brut sur une tôle en acier inoxydable ou les vis en acier galvanisé sur une tôle en acier inoxydable.

La protection anticorrosion des éléments de fixation doit être aussi performante que la structure.

Les boulons électrozingués sont à réserver pour les assemblages à l'intérieur des bâtiments en faible corrosivité.

L'assemblage lui-même nécessite des précautions spécifiques. Deux approches sont possibles :

- Assemblage des fixations avant l'application du revêtement

Avantages :

Assure une protection homogène, y compris sur les fixations.

Couvre les angles vifs et les interstices, réduisant les risques de corrosion.

Points de vigilance :

La préparation de surface doit être rigoureuse pour garantir une bonne adhérence du revêtement.

Création potentielle de zones aveugles impossibles à traiter correctement.

- Application du revêtement avant l'assemblage

Avantages :

Permet d'appliquer une protection anticorrosion uniforme sur l'ensemble des éléments avant montage.

Points de vigilance :

Le serrage peut endommager le revêtement, altérant son épaisseur ou le supprimant localement.

Il est essentiel d'éviter tout choc entre les éléments revêtus et de respecter un couple de serrage adapté pour ne pas fissurer ou écraser le revêtement.

Une reprise locale de la protection anticorrosion peut être nécessaire en fin de montage pour garantir une protection optimale des assemblages.

En appliquant ces bonnes pratiques, il est possible d'assurer une fixation durable et résistante à la corrosion, tout en maintenant l'intégrité du revêtement de protection.

8. RÉFÉRENCES NORMATIVES

Liste des normes citées dans le guide :

NF EN ISO 9223 (mars 2012) - Corrosion des métaux et alliages - Corrosivité des atmosphères - Classification, détermination et estimation

NF EN ISO 9226 (mars 2012) - Corrosion des métaux et alliages - Corrosivité des atmosphères - Détermination de la vitesse de corrosion d'éprouvettes de référence pour l'évaluation de la corrosivité

NF EN ISO 9227 (novembre 2022) - Essais de corrosion en atmosphères artificielles - Essais aux brouillards salins

NF EN ISO 12944-3 (décembre 2017) - Peintures et vernis - Anticorrosion des structures en acier par systèmes de peinture - Partie 3 : conception et dispositions constructives

NF EN ISO 14713-2 (janvier 2020) - Peintures et vernis - Anticorrosion des structures en acier par systèmes de peinture - Partie 3 : conception et dispositions constructives

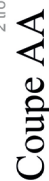
NF EN ISO 16701 (juin 2025) - Corrosion des métaux et alliages - Corrosion en atmosphère artificielle - Essai de corrosion accélérée comprenant des expositions sous conditions contrôlées à des cycles d'humidité et à des vaporisations intermittentes de solution saline

9. ANNEXES

9.1 ANNEXE A : PLANS DÉTAILLÉS DES MAQUETTES DE GARDE-CORPS AVEC LÉGENDE DES « FINITIONS »/SOINS APPORTÉS	36
9.2 ANNEXE B : RELEVÉS DES DÉSORDRES	39
9.2.1 Site de Guérande	40
9.2.2 Site de Donges	61
9.3 ANNEXE C : PLANS DES DÉSORDRES	82
9.3.1 Site de Guérande	83
9.3.2 Site de Donges	90

9.1

Ech:1/5)



GARDE-CORPS 2
(Ech:1/5)

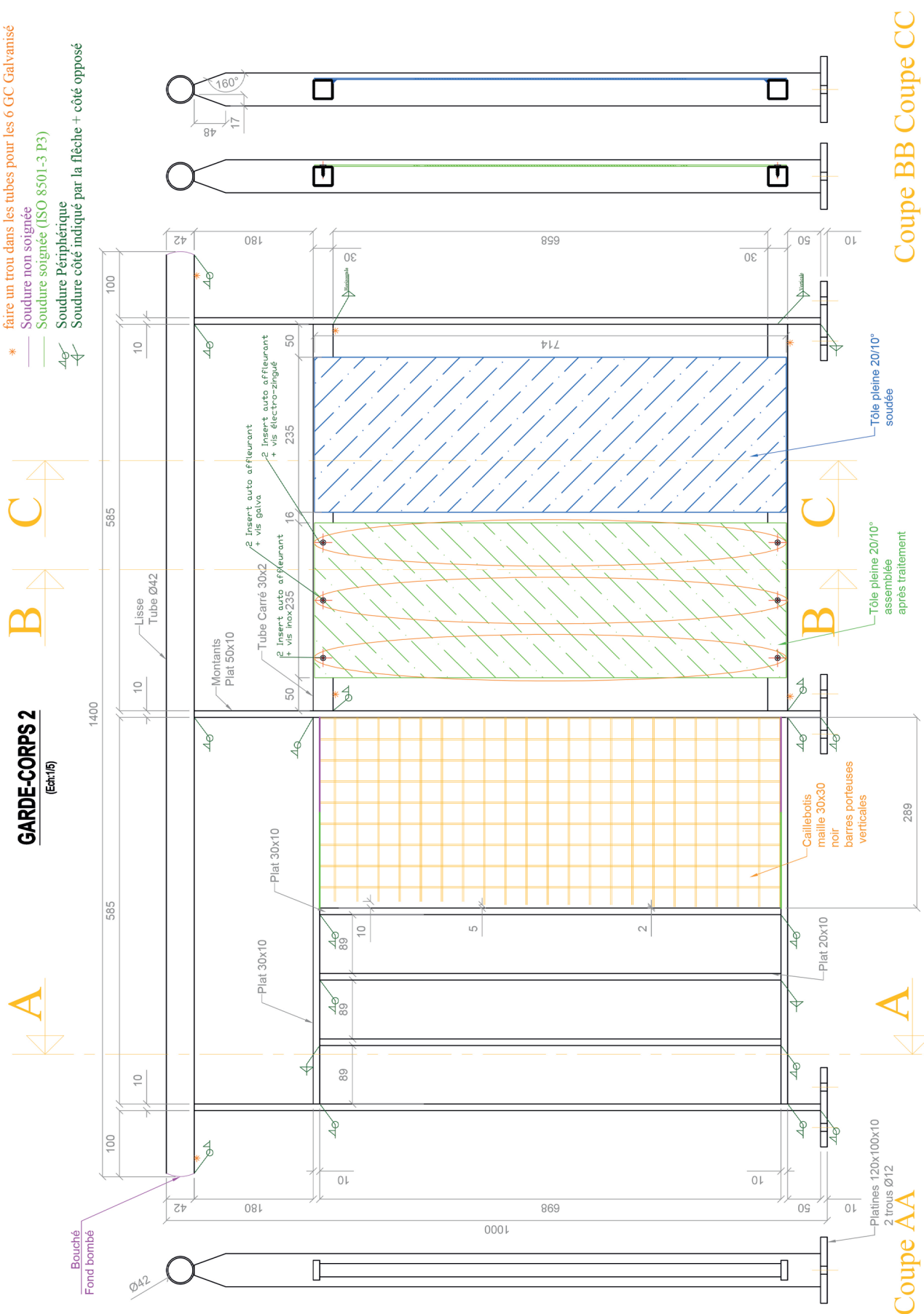
* faire un trou dans les tubes pour les 6 GC Galvanisé

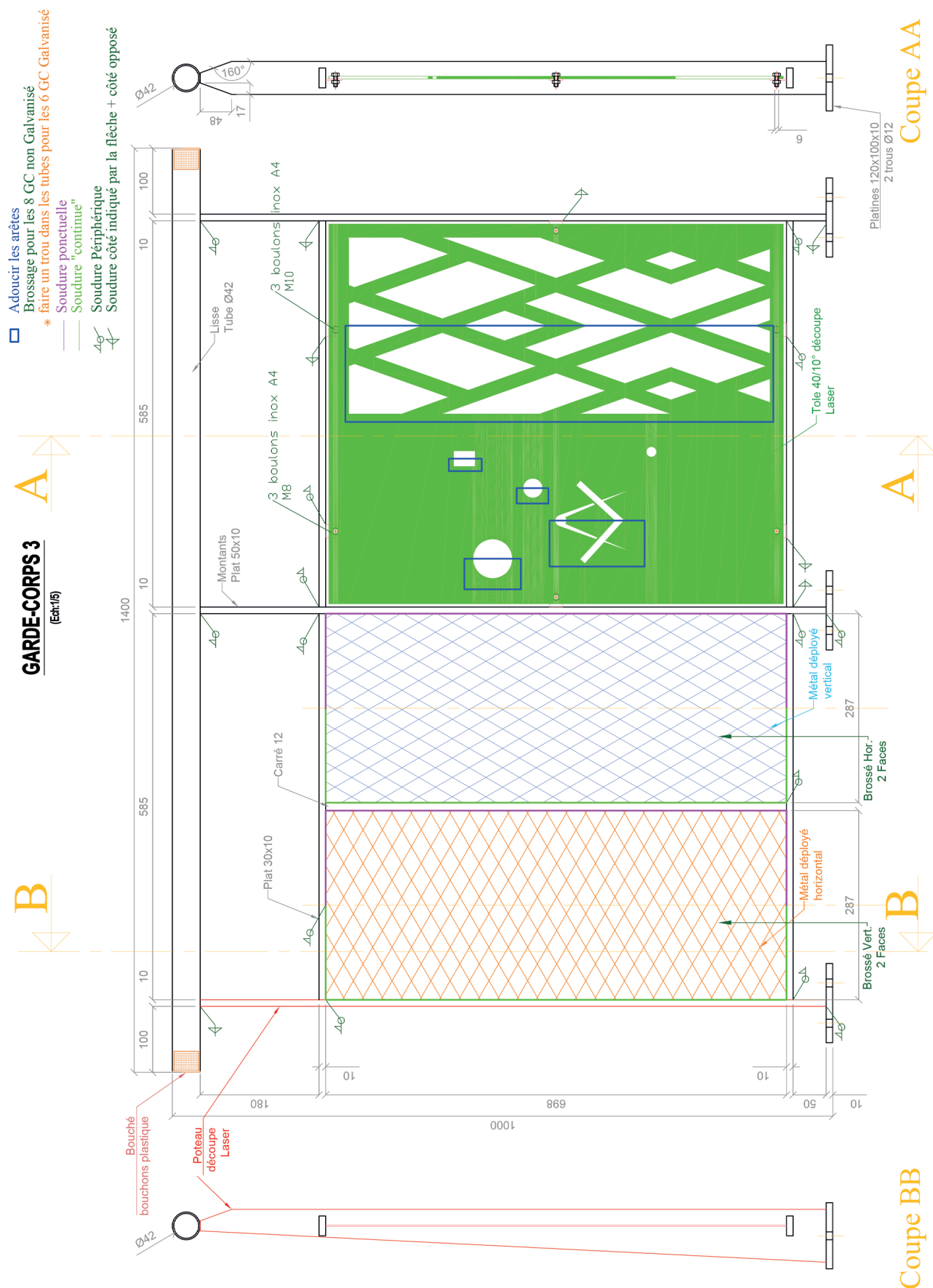
— Soudure non soignée

— Soudure soignée (ISO 8501-3 P3)

— Soudure Périphérique

— Soudure côté indiqué par la flèche + côté opposé





9.2 ANNEXE B : RELEVÉS DES DÉSORDRES



Les tableaux ci-après présentent le relevé des désordres pour chaque garde-corps.

Lorsque qu'au cours d'une visite un nouveau désordre est apparu ou lorsqu'il y a eu une évolution significative d'un ancien désordre.

9.2.1 Site de Guérande

9.2.1.1 Acier nu + laquage

Garde-corps 1.1 : Type 1 - Acier nu + laquage									
Temps exposition	6 mois	1 an	18 mois	2 ans	30 mois	3 ans	4 ans	5 ans	
Partie horizontale	Amorce corrosion soudure non continue entre poteau et main courante	Amorce corrosion ou corrosion soudures non fermées							
Partie verticale				Point d'oxydation en partie haute du montant grillage					
Motif A			Localement, faible amorce oxydation aux jonctions du grillage		Oxydation des soudures de fixation				
Motif B	Dépôt local couleur rouille	Corrosion presque généralisée des arêtes des perforations de la tôle	Corrosion avec dépôt presque généralisé sur les 2 faces de la tôle			Oxydation/ corrosion notable généralisée de la tôle au niveau des arêtes de perforations			
Motif C			Localement, amorce corrosion des arêtes des perforations		Propagation des amorces de corrosion au niveau des arêtes des perforations				
Motif D		Localement, amorce corrosion des arêtes des perforations				Propagation corrosion des arêtes des perforations	Intensification corrosion des arêtes des perforations	Intensification corrosion des arêtes des perforations	

Garde-corps 2.1 : Type 2 - Acier nu + laquage									
Temps exposition	6 mois	1 an	18 mois	2 ans	30 mois	3 ans	4 ans	5 ans	
Partie horizontale		Amorce corrosion soudures non fermée					Corrosion au niveau des soudures non fermées		
Partie verticale				Points de corrosion local sur les montants	Points de corrosion local sur les montants				
Motif A									
Motif B	Dépôt local couleur rouille intersection	Début corrosion interface caillebotis/ montants verticaux	Localement oxydation des intersections du caillebotis		Expansion de la corrosion interface caillebotis/ montants Expansion oxydation intersection	Pas de nouveau désordre ou de changement significatif dans les désordres existants	Expansion de la corrosion interface caillebotis/ montants	Expansion de la corrosion interface caillebotis/ montants avec décollement de peinture	
Motif C		Amorce corrosion de la tôle au niveau des vis							
Motif D	Dépôt local rouille interface tôle/lisse	Amorce corrosion interface tôle/lisse et localement sur tranche tôle	Amorce corrosion interface tôle/lisse et localement sur tranche tôle	Expansion de la corrosion à l'interface tôle/ tube carrée					

Garde-corps 3.1 : Type 3 - Acier nu + laquage									
Temps exposition	6 mois	1 an	18 mois	2 ans	30 mois	3 ans	4 ans	5 ans	
Partie horizontale	Pas de désordre		Oxydation/ corrosion des soudures non fermées				Localement point d'oxydation/ corrosion sur éclats de peinture		
Partie verticale		Localement amorce corrosion arêtes de montants							
Motif A		Corrosion soudures fixation et pourtour des tôles	Amorce corrosion arêtes des tôles	Corrosion arêtes des tôles				Oxydation/ corrosion sur points d'éclat de peinture sur tôles métal déployé	
Motif B									
Motif C		Localement amorce corrosion arêtes découpes laser	Localement corrosion arête découpe laser	Nouveaux points de corrosion toujours dans la zone sans adoucissement des arêtes	Nouveaux points de corrosion, toujours dans la zone sans adoucissement des arêtes	Nouveaux points de corrosion	Nouveaux points de corrosion	Ponctuellement décollement de peinture sur les zones d'amorce de corrosion	
Motif D									

9.2.1.2 Acier nu + thermolaquage

Garde-corps 1.2 : Type 1 - Acier nu + thermolaquage									
Temps exposition	6 mois	1 an	18 mois	2 ans	30 mois	3 ans	4 ans	5 ans	
Partie horizontale		Corrosion soudures non fermées			Point d'oxydation à la jonction sous-lisse et tube carré	Pas de nouveau désordre ou de changement significatif dans les désordres existants			
Partie verticale	Amorce corrosion soudures non continue								
Motif A		Localement, amorce corrosion des soudures de fixation du grillage et aux jonctions de la maille		Prolifération d'amorce de corrosion sur les soudures de fixation				Prolifération d'amorce de corrosion sur les soudures de fixation et aux jonctions de la maille	
Motif B	Amorce corrosion entre tôle et montant	Corrosion des tranches des tôles ayant un faible espace avec les montants et les lisses	Corrosion localisée en partie haute des 3 tôles sur toute la largeur, de part et d'autre du montant central et en partie basse de la tôle R20 sur zone « soignée »	Expansion de la corrosion sur les tôles le long des montants verticaux	Expansion de la corrosion des tôles ayant un faible espace avec les montants verticaux et les sous-lisse				
Motif C							Corrosion partie basse sur zone non soignée		
Motif D	Amorce corrosion extrémité tôle non soudée								

Garde-corps 2.2 : Type 2 - Acier nu + thermolaquage									
Temps exposition	6 mois	1 an	18 mois	2 ans	30 mois	3 ans	4 ans	5 ans	
Partie horizontale	Amorce corrosion soudure non continue	Corrosion soudures non continues		Renforcement de la corrosion sur soudures non fermée		Accentuation de la corrosion des soudures non fermées			
Partie verticale									
Motif A									
Motif B	Dépôt couleur rouille aux intersections	Amorce corrosion à chaque jonction du caillebotis et à l'interface avec plats verticaux	Corrosion à chaque jonction du caillebotis et à l'interface avec plats verticaux au niveau entrefer	Prolifération de la corrosion	Renforcement de la corrosion à l'entrefer caillebotis/montant	Renforcement de la corrosion à l'entrefer caillebotis/montant		Pas de nouveau désordre ou de changement significatif dans les désordres existants	
Motif C				Oxydation au niveau d'une vis de fixation en partie haute	Oxydation au niveau d'une vis de fixation en partie basse		Oxydation au niveau d'une 2 ^{ème} vis de fixation en partie haute		
Motif D		Amorce corrosion interface tôle/tubes carré	Corrosion interface tôle/tubes carré	Accentuation de la corrosion à l'interface tôle et tube carré					

Garde-corps 3.2 : Type 3 - Acier nu + thermolaquage									
Temps exposition	6 mois	1 an	18 mois	2 ans	30 mois	3 ans	4 ans	5 ans	
Partie horizontale		Corrosion soudures non continues	Amorce corrosion au niveau d'un bouchon de la main courante	Accentuation de la corrosion des soudures non fermées		Intensification de la corrosion des soudures non fermées	Apparition de chocs/éclats sur la peinture sans mise à nue du métal		
Partie verticale									
Motif A	Amorce corrosion soudures fixation tôles	Amorce corrosion au niveau des tranches non fixées et sur soudures fixation	Corrosion presque généralisée des tranches non fixées	Renforcement de la corrosion	Renforcement de la corrosion sur la quasi-totalité du pourtour des tôles		Intensification de la corrosion sur au niveau du pourtour des tôles		Pas de nouveau désordre ou de changement significatif dans les désordres existants
Motif B									
Motif C		Amorce corrosion découpes laser avec interstices étroits	Corrosion découpes laser avec interstices étroits	Corrosion interstices et angles étroits dans zones avec et sans adoucissement des arêtes	Nouveaux points de corrosion en zone non adoucie				
Motif D									

9.2.1.3 Acier galvanisé

Garde-corps 1.3 : Type 1 - Acier galvanisé									
Temps exposition	6 mois	1 an	18 mois	2 ans	30 mois	3 ans	4 ans	5 ans	
Partie horizontale			Localement trace d'oxydation couleur rouille sur la sous lisse inférieure en pied de la tôle perforée R20		Localement, léger dépôt blanc sur main courante	Quelques points d'oxydation sur la sous-lisse			Pas de nouveau désordre ou de changement significatif dans les désordres existants
Partie verticale									
Motif A	Localement traces blanchâtres	Localement fin dépôt blanchâtre Oxydation de l'acier au niveau de chocs sur galvanisation	Dépôt blanc sur zone de jonction avec sous lisse				Quelques points d'oxydation		
Motif B			Dépôt blanc sur zone de jonction avec sous lisse	Dépôt blanc généralisé sur la tôle					
Motif C			Fin dépôt blanc sur zone à cheval entre tôles R6 et R20	Expansion du dépôt					
Motif D									

Garde-corps 2.3 : Type 2 - Acier galvanisé									
Temps exposition	6 mois	1 an	18 mois	2 ans	30 mois	3 ans	4 ans	5 ans	
Partie horizontale	Localement traces blanchâtres	Dépôt blanc sur sous-lisse inférieure	Quelques chocs avec amorce corrosion sur main courante		Pas de nouveau désordre ou de changement significatif dans les désordres existants	Apparition localisée de nouvelle zone de dépôt blanc	Pas de nouveau désordre ou de changement significatif dans les désordres existants	Pas de nouveau désordre ou de changement significatif dans les désordres existants	
Partie verticale									
Motif A									
Motif B			Localement, dépôt blanc sur caillebotis	Généralisation du dépôt blanc					
Motif C	Oxydation haut tôle rivetée	Dépôt blanchâtre sur tôle Traces de couleur rouille en partie haute de la tôle	Corrosion de la partie supérieure de la tôle						
Motif D		Dépôt blanchâtre sur tôle	Expansion dépôt blanc sur une majorité de la surface	Expansion du dépôt sur une grande majorité de la tôle					

Garde-corps 3.3 : Type 3 - Acier galvanisé									
Temps exposition	6 mois	1 an	18 mois	2 ans	30 mois	3 ans	4 ans	5 ans	
Partie horizontale	Localement traces blanchâtres et oxydation métal sur sous-lisse inférieure	Présence de dépôt blanc	Très localement traces de corrosion de l'acier sur main courante		Pas de nouveau désordre ou de changement significatif dans les désordres existants	Point d'oxydation à l'extrémité de la main courante	Pas de nouveau désordre ou de changement significatif dans les désordres existants	Pas de nouveau désordre ou de changement significatif dans les désordres existants	
Partie verticale	Localement traces blanchâtres								
Motif A				Léger dépôt blanc sur l'ensemble de la tôle					
Motif B		Présence de dépôt blanc Localement traces de couleur rouille en partie basse de la tôle	Localement corrosion en partie basse de la tôle Amorce de points de corrosion autour des formes sur zone adoucies		Généralisation du dépôt blanc sur la tôle	Dépôt blanc sur la tôle			
Motif C									
Motif D									

9.2.1.4 Acier galvanisé + laquage

Garde-corps 1.4 : Type 1 - Acier galvanisé + laquage								
Temps exposition	6 mois	1 an	18 mois	2 ans	30 mois	3 ans	4 ans	5 ans
Partie horizontale	Pas de désordre	Pas de désordre	Pas de désordre	Pas de désordre	Pas de désordre	Pas de désordre	Pas de désordre	Pas de désordre
Partie verticale								
Motif A								
Motif B								
Motif C	Pas de désordre	Pas de désordre	Pas de désordre	Pas de désordre	Pas de désordre	Pas de désordre	Pas de désordre	Pas de désordre
Motif D								

Garde-corps 2.4 : Type 2 - Acier galvanisé + laquage								
Temps exposition	6 mois	1 an	18 mois	2 ans	30 mois	3 ans	4 ans	5 ans
Partie horizontale	Pas de désordre	Absence de désordre	Absence de désordre	Absence de désordre	Absence de désordre	Pas de désordre	Pas de désordre	Pas de désordre
Partie verticale								
Motif A								
Motif B								
Motif C								
Motif D								

Garde-corps 3.4 : Type 3 - Acier galvanisé + laquage								
Temps exposition	6 mois	1 an	18 mois	2 ans	30 mois	3 ans	4 ans	5 ans
Partie horizontale	Pas de désordre	Absence de désordre	Absence de désordre	Absence de désordre		Pas de nouveau désordre ou de changement significatif dans les désordres existants		Pas de nouveau désordre ou de changement significatif dans les désordres existants
Partie verticale								
Motif A								
Motif B								
Motif C					Un éclat de peinture sur tôle mais sans oxydation		Nouveaux chocs sur peinture avec éclats en partie basse sans oxydation/corrosion	
Motif D								

9.2.1.5 Acier galvanisé + thermolaquage

Garde-corps 1.5 : Type 1 - Acier galvanisé + thermolaquage									
Temps exposition	6 mois	1 an	18 mois	2 ans	30 mois	3 ans	4 ans	5 ans	
Partie horizontale	Pas de désordre		Absence de désordre	Pas de désordre	Pas de désordre		Quelques points d'oxydation/ corrosion très localisés à la suite de chocs/eclats sur peinture	Pas de nouveau désordre ou de changement significatif dans les désordres existants	
Partie verticale									
Motif A									
Motif B		Très localement amorcé d'oxydation au niveau d'une perforation de la tôle				Quelques points de couleur rouille sur la tôle			
Motif C									
Motif D									

Garde-corps 2.5 : Type 2 - Acier galvanisé + thermolaquage									
Temps exposition	6 mois	1 an	18 mois	2 ans	30 mois	3 ans	4 ans	5 ans	
Partie horizontale	Pas de désordre		Quelques défauts de galvanisation	Pas de nouveau désordre ou de changement significatif dans les désordres existants			Pas de nouveau désordre ou de changement significatif dans les désordres existants	Pas de nouveau désordre ou de changement significatif dans les désordres existants	
Partie verticale									
Motif A						Quelques points d'oxydation sur barreaudage			
Motif B					Apparition de points d'oxydation à l'interface caillebotis/montant central				
Motif C	Pas de désordre	Localement points de corrosion sur tôles, montants et sous-lisse	Localement quelques points corrosion sur tôle						
Motif D									

Garde-corps 3.5 : Type 3 - Acier galvanisé + thermolaquage									
Temps exposition	6 mois	1 an	18 mois	2 ans	30 mois	3 ans	4 ans	5 ans	
Partie horizontale	Pas de désordre	Localement point de rouille sur plat inférieur		Pas de nouveau désordre ou de changement significatif dans les désordres existants	Pas de nouveau désordre ou de changement significatif dans les désordres existants	Pas de nouveau désordre ou de changement significatif dans les désordres existants		Pas de nouveau désordre ou de changement significatif dans les désordres existants	
Partie verticale									
Motif A									
Motif B									
Motif C			Mise en évidence d'un défaut de relief dans l'acier autour du dessin « compas » sur zone adoucie				Choc sur peinture avec éclat en partie basse sans oxydation / corrosion		
Motif D									

9.2.1.6 Acier métallisé + laquage

Garde-corps 1.6 : Type 1 - Acier métallisé + laquage									
Temps exposition	6 mois	1 an	18 mois	2 ans	30 mois	3 ans	4 ans	5 ans	
Partie horizontale	Pas de désordre		Absence de désordre		Pas de nouveau désordre ou de changement significatif dans les désordres existants		Pas de nouveau désordre ou de changement significatif dans les désordres existants	Pas de nouveau désordre ou de changement significatif dans les désordres existants	
Partie verticale									
Motif A		Quelques amorces oxydation sur soudures fixation		Localement, points d'oxydations sur soudure de fixation		Nouveaux points d'oxydation sur les soudures de fixation avec le montant			
Motif B									
Motif C									
Motif D						Localement, points d'oxydations sur soudure de fixation en zone non soignée			

Garde-corps 2.6 : Type 2 - Acier métallisé + laquage								
Temps exposition	6 mois	1 an	18 mois	2 ans	30 mois	3 ans	4 ans	5 ans
Partie horizontale	Pas de désordre		Amorce corrosion soudures non fermées	Corrosion des soudures non fermées		Pas de nouveau désordre ou de changement significatif dans les désordres existants		Pas de nouveau désordre ou de changement significatif dans les désordres existants
Partie verticale								
Motif A								
Motif B		Amorce corrosion interface caillebotis / montants verticaux						
Motif C	Pas de désordre	Localement, oxydation autour vis fixation Présence de porosités ouvertes dans peinture			Porosités non ouvertes dans la peinture de la tôle	Pas de nouveau désordre ou de changement significatif dans les désordres existants	Oxydation autour d'une vis de fixation	
Motif D		Amorce corrosion interface tôle/tube carré Présence de porosités ouvertes dans peinture		Corrosion de l'interface tôle/tube carré				

Garde-corps 3.6 : Type 3 - Acier métallisé + laquage									
Temps exposition	6 mois	1 an	18 mois	2 ans	30 mois	3 ans	4 ans	5 ans	
Partie horizontale	Pas de désordre	Absence de désordre	Amorce corrosion soudures non fermées	Pas de nouveau désordre ou de changement significatif dans les désordres existants	Pas de nouveau désordre ou de changement significatif dans les désordres existants	Pas de nouveau désordre ou de changement significatif dans les désordres existants	Pas de nouveau désordre ou de changement significatif dans les désordres existants	Pas de nouveau désordre ou de changement significatif dans les désordres existants	
Partie verticale									
Motif A									
Motif B									
Motif C									
Motif D									

9.2.1.7 Acier métallisé + thermolaquage

Garde-corps 1.7 : Type 1 - Acier métallisé + thermolaquage								
Temps exposition	6 mois	1 an	18 mois	2 ans	30 mois	3 ans	4 ans	5 ans
Partie horizontale	Pas de désordre	Amorce corrosion soudures non fermées	Corrosion soudures non fermées	Pas de nouveau désordre ou de changement significatif dans les désordres existants	Pas de nouveau désordre ou de changement significatif dans les désordres existants	Pas de nouveau désordre ou de changement significatif dans les désordres existants	Pas de nouveau désordre ou de changement significatif dans les désordres existants	Pas de nouveau désordre ou de changement significatif dans les désordres existants
Partie verticale								
Motif A								
Motif B								
Motif C								
Motif D								

Garde-corps 2.7 : Type 2 - Acier métallisé + thermolaquage									
Temps exposition	6 mois	1 an	18 mois	2 ans	30 mois	3 ans	4 ans	5 ans	
Partie horizontale	Pas de désordre	Amorce corrosion soudures non fermées	Corrosion soudures non fermées	Pas de nouveau désordre ou de changement significatif dans les désordres existants	Pas de nouveau désordre ou de changement significatif dans les désordres existants		Pas de nouveau désordre ou de changement significatif dans les désordres existants	Pas de nouveau désordre ou de changement significatif dans les désordres existants	
Partie verticale									
Motif A									
Motif B		Amorce corrosion interface caillebotis/montants verticaux	Légère amorce de corrosion de l'acier aux intersections du caillebotis			Renforcement de la corrosion à l'entrefer caillebotis/montant			
Motif C		Quelques piqûres corrosion sur tôle							
Motif D		Quelques piqûres corrosion sur tôle Amorce corrosion interface tôle/tube carré inférieur							

Garde-corps 3.7 : Type 3 - Acier métallisé + thermolaquage									
Temps exposition	6 mois	1 an	18 mois	2 ans	30 mois	3 ans	4 ans	5 ans	
Partie horizontale	Pas de désordre	Très localement chocs sur peinture mais sans présence de corrosion		Pas de nouveau désordre ou de changement significatif dans les désordres existants	Pas de nouveau désordre ou de changement significatif dans les désordres existants	Pas de nouveau désordre ou de changement significatif dans les désordres existants	Pas de nouveau désordre ou de changement significatif dans les désordres existants	Pas de nouveau désordre ou de changement significatif dans les désordres existants	
Partie verticale									
Motif A									
Motif B			Une amorce de corrosion au niveau d'une soudure de fixation de la tôle						
Motif C									
Motif D									

9.2.2 Site de Donges

9.2.1.1 Acier nu + laquage

Garde-corps 1.1 : Type 1 - Acier nu + laquage									
Temps exposition	6 mois	1 an	18 mois	2 ans	30 mois	3 ans	4 ans	5 ans	
Partie horizontale	Amorce corrosion soudure non continue	Corrosion soudure non fermée sous main-courante	Présence de dépôt sur le dessus des éléments						
Partie verticale		Dépôt couleur rouille sous forme de points							
Motif A									
Motif B	Dépôt couleur rouille sur tôle R4			Amorce oxydation sur les faces de la tôle et sur toute la tranche verticale côté montant	Accentuation et généralisation de l'oxydation sur les faces de la tôle	Pas de nouveau désordre ou de changement significatif dans les désordres existants	Pas de nouveau désordre ou de changement significatif dans les désordres existants	Pas de nouveau désordre ou de changement significatif dans les désordres existants	
Motif C		Traces de dépôt couleur rouille sur tôle		Amorce oxydation sur les faces de la tôle					
Motif D				Localement oxydation dans la zone de contact tôle/ montant carré					

Garde-corps 2.1 : Type 2 - Acier nu + laquage								
Temps exposition	6 mois	1 an	18 mois	2 ans	30 mois	3 ans	4 ans	5 ans
Partie horizontale	Amorce corrosion soudure non continue	Corrosion soudures non fermées sous main courante						
Partie verticale								
Motif A								
Motif B	Dépôt couleur rouille aux intersections du caillebotis	Amorce corrosion au niveau des intersections	Corrosion aux extrémités Oxydation de l'entrefer en partie haute du montant vertical	Expansion généralisée de la corrosion des intersections du caillebotis et en extrémité des barres Oxydation sur toute la hauteur d'entrefer entre caillebotis et montant V	Pas de nouveau désordre ou de changement significatif dans les désordres existants	Pas de nouveau désordre ou de changement significatif dans les désordres existants	Intensification de l'oxydation de l'entrefer	Intensification de l'oxydation de l'entrefer
Motif C								
Motif D	Dépôt couleur rouille interface tôle/lisse	Traces de dépôt couleur rouille interface tôle/sous-lisse	Oxydation à l'interface					

Garde-corps 3.1 : Type 3 - Acier nu + laquage									
Temps exposition	6 mois	1 an	18 mois	2 ans	30 mois	3 ans	4 ans	5 ans	
Partie horizontale	Pas de désordre	Corrosion soudure non fermée sous main courante Dépôt en partie basse du garde-corps	Présence dépôt rouille/marron sous forme de piqûres	Amorce corrosion sur défaut de soudure au niveau de la jonction lisse intermédiaire et poteau	Point d'oxydation à l'extrémité du tube main courante	Pas de nouveau désordre ou de changement significatif dans les désordres existants	Pas de nouveau désordre ou de changement significatif dans les désordres existants		
Partie verticale			Dépôt rouille / marron						
Motif A				Accentuation de la corrosion des arêtes Accentuation des amorces de corrosion sur soudures fixation sur toute la hauteur					Intensification de la corrosion au niveau des points de soudure de fixation des tôles
Motif B		Corrosion des arêtes des tôles Amorce corrosion soudures fixations							
Motif C		Amorce corrosion sur découpes laser étroites							
Motif D									

9.2.2.2 Acier nu + thermolaquage

Garde-corps 1.2 : Type 1 - Acier nu + thermolaquage									
Temps exposition	6 mois	1 an	18 mois	2 ans	30 mois	3 ans	4 ans	5 ans	
Partie horizontale	Pas de désordre	Corrosion soudures non fermées sous main courante et bas garde-corps	Corrosion soudures non fermées aux jonctions tubes carrée et sous-lisse			Pas de nouveau désordre ou de changement significatif dans les désordres existants	Intensification des différents désordres existants	Intensification des différents désordres existants	
Partie verticale									
Motif A		Corrosion soudures fixations verticales Localement corrosion jonctions fils grillage							
Motif B		Corrosion des pourtours des tôles	Corrosion tranche supérieure des trois tôles	Expansion de la corrosion sur tranche verticale côté montant					
Motif C									
Motif D				Corrosion du pourtour de la tôle le long du poteau					

Garde-corps 2.2 : Type 2 - Acier nu + thermolaquage								
Temps exposition	6 mois	1 an	18 mois	2 ans	30 mois	3 ans	4 ans	5 ans
Partie horizontale	Pas de désordre	Corrosion des soudures non fermées et continues	Pas de nouveau désordre ou de changement significatif dans les désordres existants	Prolifération de la corrosion des soudures non fermées	Pas de nouveau désordre ou de changement significatif dans les désordres existants		Intensification de la corrosion sur soudures non fermées	Intensification de la corrosion sur soudures non fermées
Partie verticale								
Motif A				Légère corrosion à l'entrefer caillebotis/montant central		Amorce oxydation en partie basse, à la jonction avec le tube	Intensification de la corrosion à chaque « nœud »	
Motif B		Corrosion à chaque jonction						
Motif C		Amorce corrosion interface tôle et sous-lisse		Accentuation corrosion à l'interface tôle et tube			Intensification de la corrosion à l'interface tôle et tube	

Garde-corps 3.2 : Type 3 - Acier nu + thermolaquage								
Temps exposition	6 mois	1 an	18 mois	2 ans	30 mois	3 ans	4 ans	5 ans
Partie horizontale		Corrosion des soudures non fermées et non continues	Présence locale de dépôt rouille/maillon sous forme piqûre		Pas de nouveau désordre ou de changement significatif dans les désordres existants	Pas de nouveau désordre ou de changement significatif dans les désordres existants		Intensification de la corrosion des soudures non fermées
			Amorce oxydation extrémités main courante avec bouchon					
Partie verticale								
Motif A	Amorce de corrosion sur soudures fixation tôles déployées	Corrosion au niveau des soudures de fixations des tôles		Généralisation de la corrosion des soudures de fixation sur la partie basse des tôles			Intensification de la corrosion des soudures de fixation	
Motif B			Corrosion soudures fixation en partie haute					
Motif C		Amorce corrosion au niveau découpes étroites	Propagation de la corrosion dans les faibles interstices					
Motif D								

9.2.2.3 Acier galvanisé

Garde-corps 1.3 : Type 1 - Acier galvanisé									
Temps exposition	6 mois	1 an	18 mois	2 ans	30 mois	3 ans		4 ans	5 ans
Partie horizontale	Localement traces blanchâtres	Présence locale de dépôts blancs Localement amorce corrosion acier au niveau chocs sur galvanisation	Dépôt blanc sur main courante	Dépôt blanc sur la sous-lisse	Pas de nouveau désordre ou de changement significatif dans les désordres existants			Pas de nouveau désordre ou de changement significatif dans les désordres existants	Pas de nouveau désordre ou de changement significatif dans les désordres existants
Partie verticale									
Motif A						Accentuation du dépôt blanc			
Motif B			Dépôt blanc local le long du carré vertical						
Motif C			Dépôt blanc sur la moitié haute des tôles						
Motif D									

Garde-corps 2.3 : Type 2 - Acier galvanisé									
Temps exposition	6 mois	1 an	18 mois	2 ans	30 mois	3 ans	4 ans	5 ans	
Partie horizontale	Localement traces blanchâtres	Amorce corrosion acier au niveau chocs sur galvanisation	Présence de dépôt rouille/marron		Pas de nouveau désordre ou de changement significatif dans les désordres existants	Pas de nouveau désordre ou de changement significatif dans les désordres existants			
Partie verticale			Amorce corrosion soudure jonction avec main courante						
Motif A	Localement traces blanchâtres				Pas de nouveau désordre ou de changement significatif dans les désordres existants	Pas de nouveau désordre ou de changement significatif dans les désordres existants			
Motif B			Dépôt blanc sur moitié supérieure du caillebotis						
Motif C		Présence de dépôt blanc	Généralisation du dépôt blanc sur les tôles	Expansion et intensification du dépôt sur les tôles			Intensification du dépôt blanc sur les tôles	Intensification du dépôt blanc sur les tôles	
Motif D									

Garde-corps 3.3 : Type 3 - Acier galvanisé									
Temps exposition	6 mois	1 an	18 mois	2 ans	30 mois	3 ans	4 ans	5 ans	
Partie horizontale	Localement traces blanchâtres	Dépôt couleur rouille/marron sur le plat inférieur	Localement dépôt blanc sur main courante	Localement dépôt blanc sur la sous-lisse		Pas de nouveau désordre ou de changement significatif dans les désordres existants		Pas de nouveau désordre ou de changement significatif dans les désordres existants	
Partie verticale			Dépôt blanc sur toute la hauteur du poteau côté tôle laser						
Motif A		Traces de dépôt blanc	Dépôt blanc en partie haute des tôles				Nouveau point d'oxydation		
Motif B									
Motif C		Traces de dépôt blanc	Dépôt blanc en partie basse de la tôle		Dépôt blanc généralisé au verso de la tôle				
Motif D									

9.2.2.4 Acier galvanisé + laquage

Garde-corps 1.4 : Type 1 - Acier galvanisé + laquage									
Temps exposition	6 mois	1 an	18 mois	2 ans	30 mois	3 ans	4 ans	5 ans	
Partie horizontale	Pas de désordre	Ponctuellement dépôt sous forme de piqûres rouille/marron	Présence dépôt organique ou minérale sur l'ensemble du garde-corps	Pas de nouveau désordre ou de changement significatif dans les désordres existants	Pas de nouveau désordre ou de changement significatif dans les désordres existants	Pas de nouveau désordre ou de changement significatif dans les désordres existants	Pas de nouveau désordre ou de changement significatif dans les désordres existants	Pas de nouveau désordre ou de changement significatif dans les désordres existants	
Partie verticale									
Motif A									
Motif B									
Motif C									
Motif D									

Garde-corps 2.4 : Type 2 - Acier galvanisé + laquage									
Temps exposition	6 mois	1 an	18 mois	2 ans	30 mois	3 ans	4 ans	5 ans	
Partie horizontale			Présence dépôt organique ou minérale sur l'ensemble du garde-corps		Pas de nouveau désordre ou de changement significatif dans les désordres existants	Pas de nouveau désordre ou de changement significatif dans les désordres existants	Pas de nouveau désordre ou de changement significatif dans les désordres existants	Pas de nouveau désordre ou de changement significatif dans les désordres existants	
Partie verticale									
Motif A					Un point d'oxydation à l'interface caillebotis/montant central	Pas de nouveau désordre ou de changement significatif dans les désordres existants	Pas de nouveau désordre ou de changement significatif dans les désordres existants	Pas de nouveau désordre ou de changement significatif dans les désordres existants	
Motif B	Dépôts couleur rouille local sur caillebotis								
Motif C		Dépôt couleur rouille/marron sur tube carré supérieur	Un point d'amorce de corrosion sur tranche supérieure						
Motif D									

Garde-corps 3.4 : Type 3 - Acier galvanisé + laquage									
Temps exposition	6 mois	1 an	18 mois	2 ans	30 mois	3 ans	4 ans	5 ans	
Partie horizontale	Dépôt couleur rouille sur lisse inférieure au niveau motif A	Ponctuellement amorce corrosion sur chocs au niveau arêtes	Présence dépôt rouille/ marron						
Partie verticale									
Motif A			Amorce piqûres corrosion en partie haute au niveau soudures fixation						
Motif B									
Motif C		Dépôt couleur rouille autour des boulons de fixation	Présence amas peinture sur découpe compas	Amorce de corrosion au niveau des fixations					
Motif D									

9.2.2.5 Acier galvanisé + thermolaquage

Garde-corps 1.5 : Type 1 - Acier galvanisé + thermolaquage									
Temps exposition	6 mois	1 an	18 mois	2 ans	30 mois	3 ans	4 ans	5 ans	
Partie horizontale	Amorce corrosion soudure entre carré vertical et sous-lisse	Corrosion soudures non fermées Dépôt couleur rouille/marron sur différents éléments			Pas de nouveau désordre ou de changement significatif dans les désordres existants	Pas de nouveau désordre ou de changement significatif dans les désordres existants	Pas de nouveau désordre ou de changement significatif dans les désordres existants	Pas de nouveau désordre ou de changement significatif dans les désordres existants	
Partie verticale									
Motif A									
Motif B			Amorce piqûres corrosion de l'acier	Expansion sur la tranche verticale côté montant					
Motif C									
Motif D									

Garde-corps 2.5 : Type 2 - Acier galvanisé + thermolaquage									
Temps exposition	6 mois	1 an	18 mois	2 ans	30 mois	3 ans	4 ans	5 ans	
Partie horizontale	Pas de désordre		Dépôt organique et/ou minéral sur toutes les parties horizontales avec très localement micropiqûres	Pas de nouveau désordre ou de changement significatif dans les désordres existants	Pas de nouveau désordre ou de changement significatif dans les désordres existants	Pas de nouveau désordre ou de changement significatif dans les désordres existants	Choc avec éclat de peinture sur main courante mais sans corrosion	Pas de nouveau désordre ou de changement significatif dans les désordres existants	
Partie verticale									
Motif A									
Motif B									
Motif C									
Motif D		Quelques amorfes piqûres oxydation							

Garde-corps 3.5 : Type 3 - Acier galvanisé + thermolaquage									
Temps exposition	6 mois	1 an	18 mois	2 ans	30 mois	3 ans	4 ans	5 ans	
Partie horizontale	Dépôt couleur rouille sur lisse inférieure	Localement dépôt couleur rouille / marron sous forme de piqûres	Dépôt organique et/ou minéral sur toutes les parties horizontales avec très localement micropiqûres	Pas de nouveau désordre ou de changement significatif dans les désordres existants	Pas de nouveau désordre ou de changement significatif dans les désordres existants	Pas de nouveau désordre ou de changement significatif dans les désordres existants	Pas de nouveau désordre ou de changement significatif dans les désordres existants	Pas de nouveau désordre ou de changement significatif dans les désordres existants	
Partie verticale									
Motif A									
Motif B									
Motif C									
Motif D			Amorce corrosion sur angle tôle au niveau fixation centrale						

9.2.2.6 Acier métallisé + laquage

Garde-corps 1.6 : Type 1 - Acier métallisé + laquage									
Temps exposition	6 mois	1 an	18 mois	2 ans	30 mois	3 ans	4 ans	5 ans	
Partie horizontale		Dépôt couleur rouille dans soudures non fermées	Corrosion sur soudures non fermées	Oxydation à l'interface platine guide/poteau	Pas de nouveau désordre ou de changement significatif dans les désordres existants	Pas de nouveau désordre ou de changement significatif dans les désordres existants	Pas de nouveau désordre ou de changement significatif dans les désordres existants	Pas de nouveau désordre ou de changement significatif dans les désordres existants	
Partie verticale									
Motif A									
Motif B									
Motif C	Dépôt couleur rouille local								
Motif D									

Garde-corps 2.6 : Type 2 - Acier métallisé + laquage								
Temps exposition	6 mois	1 an	18 mois	2 ans	30 mois	3 ans	4 ans	5 ans
Partie horizontale		Amorce corrosion pied de poteau/ platine		Amorce corrosion soudures non fermée sous main courante				
		Dépôt marron sur tube inférieur						
Motif A			Pas de nouveau désordre ou de changement significatif dans les désordres existants		Pas de nouveau désordre ou de changement significatif dans les désordres existants	Pas de nouveau désordre ou de changement significatif dans les désordres existants		Pas de nouveau désordre ou de changement significatif dans les désordres existants
		Amorce corrosion soudures fixation caillebotis					Généralisation des amorces de corrosion des soudures de fixation en partie basse	
Motif C								
Motif D		Amorce corrosion à l'interface tôle / tube carré						

Garde-corps 3.6 : Type 3 - Acier métallisé + laquage								
Temps exposition	6 mois	1 an	18 mois	2 ans	30 mois	3 ans	4 ans	5 ans
Partie horizontale	Pas de désordre	Dépôt rouille / marron	Amorce corrosion soudure non fermée sous main courante					
Partie verticale								
Motif A		Localement, amorce piqure corrosion sur soudures fixation tôles		Pas de nouveau désordre ou de changement significatif dans les désordres existants	Pas de nouveau désordre ou de changement significatif dans les désordres existants	Pas de nouveau désordre ou de changement significatif dans les désordres existants	Pas de nouveau désordre ou de changement significatif dans les désordres existants	Localement, amorce piqure corrosion sur soudures fixation de la tôle
Motif B								
Motif C		Localement, amorce corrosion derrière boulons fixation tôle						
Motif D								

9.2.2.7 Acier métallisé + thermolaquage

Garde-corps 1.7 : Type 1 - Acier métallisé + thermolaquage									
Temps exposition	6 mois	1 an	18 mois	2 ans	30 mois	3 ans	4 ans	5 ans	
Partie horizontale			Oxydation/ corrosion des soudures non fermées Présence dépôt	Pas de nouveau désordre ou de changement significatif dans les désordres existants	Pas de nouveau désordre ou de changement significatif dans les désordres existants	Pas de nouveau désordre ou de changement significatif dans les désordres existants	Pas de nouveau désordre ou de changement significatif dans les désordres existants	Pas de nouveau désordre ou de changement significatif dans les désordres existants	
Partie verticale									
Motif A		Points de rouille sur soudure fixation grillage							
Motif B	Dépôt couleur rouille local								
Motif C									
Motif D			Amorce oxydation de la tranche supérieure de la tôle sur toute la largeur						

Garde-corps 2.7 : Type 2 - Acier métallisé + thermolaquage									
Temps exposition	6 mois	1 an	18 mois	2 ans	30 mois	3 ans	4 ans	5 ans	
Partie horizontale	Amorce corrosion soudure non continue entre poteau et main courante	Corrosion soudures non fermées	Présence dépôt organique/ minéral						
Partie verticale									
Motif A				Pas de nouveau désordre ou de changement significatif dans les désordres existants		Pas de nouveau désordre ou de changement significatif dans les désordres existants	Pas de nouveau désordre ou de changement significatif dans les désordres existants	Intensification de la corrosion à l'interface caillebotis et montants verticaux	
Motif B		Amorce corrosion interface caillebotis et montant vertical							
Motif C						Corrosion à l'interface tôle et tube carré supérieur			
Motif D		Amorce corrosion interface tôle/tube carré							

Garde-corps 3.7 : Type 3 - Acier métallisé + thermolaquage								
Temps exposition	6 mois	1 an	18 mois	2 ans	30 mois	3 ans	4 ans	5 ans
Partie horizontale	Pas de désordre	Amorce corrosion soudures non fermées	Présence dépôt organique/ minéral	Pas de nouveau désordre ou de changement significatif dans les désordres existants	Pas de nouveau désordre ou de changement significatif dans les désordres existants	Pas de nouveau désordre ou de changement significatif dans les désordres existants	Localement, intensification de la corrosion des soudures non fermées	
Partie verticale								
Motif A		Localement, amorce corrosion sur soudures de fixation des tôles						
Motif B		Amorce corrosion au niveau des boulons de fixation de la tôle Points de rouille sur découpes laser étroites						Localement, amorce piqure corrosion sur soudures fixation de la tôle
Motif C								Nouveau point d'amorce de corrosion sur découpes laser étroites
Motif D								

9.3 PLANS DES DÉSORDRES

Un code couleur a été utilisé pour représenter les différents désordres présents sur les garde-corps selon leur période d'apparition durant l'étude de vieillissement naturel.



: Désordres apparus durant la première année de vieillissement



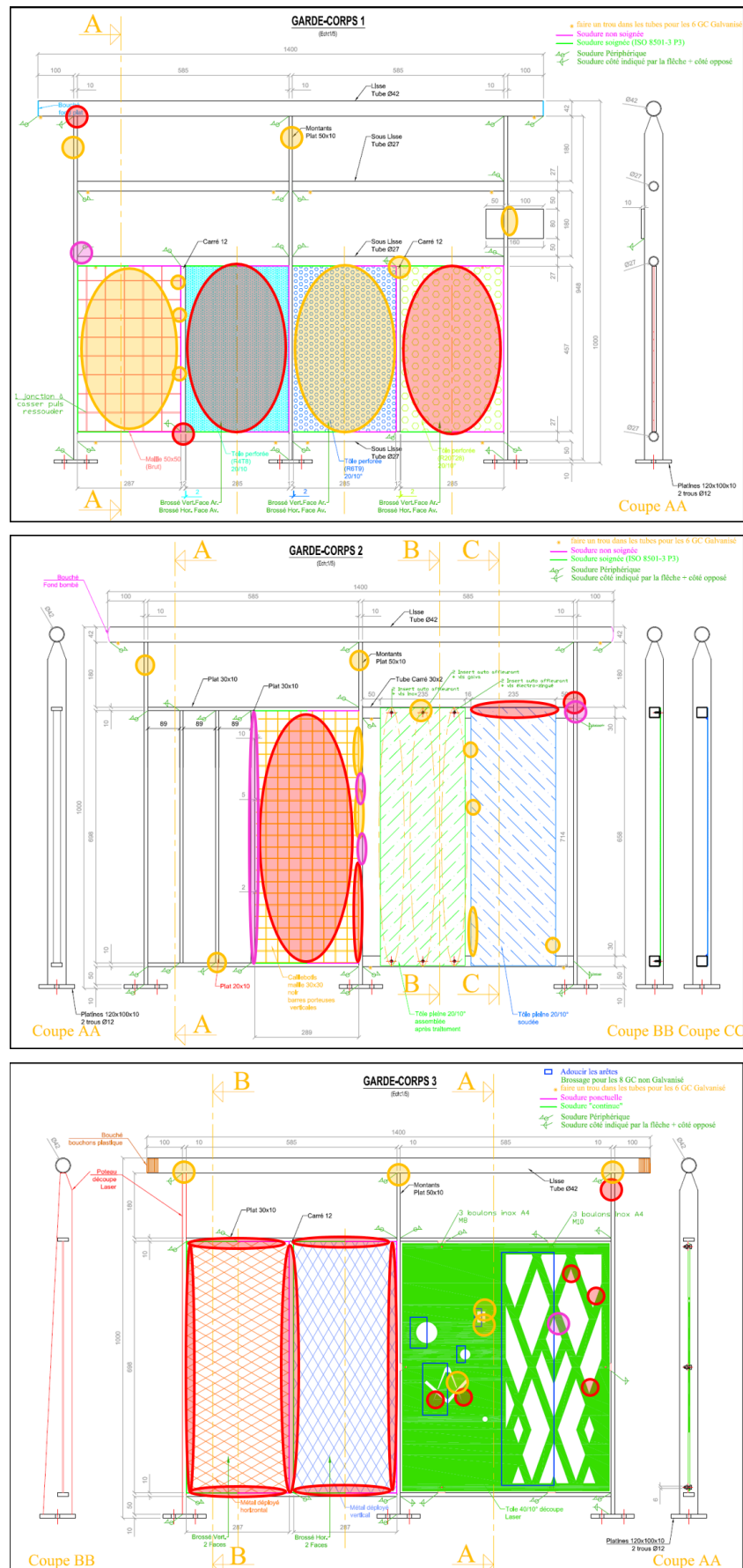
: Nouveaux désordres ou évolutions majeures apparus de 1 à 3 ans de vieillissement



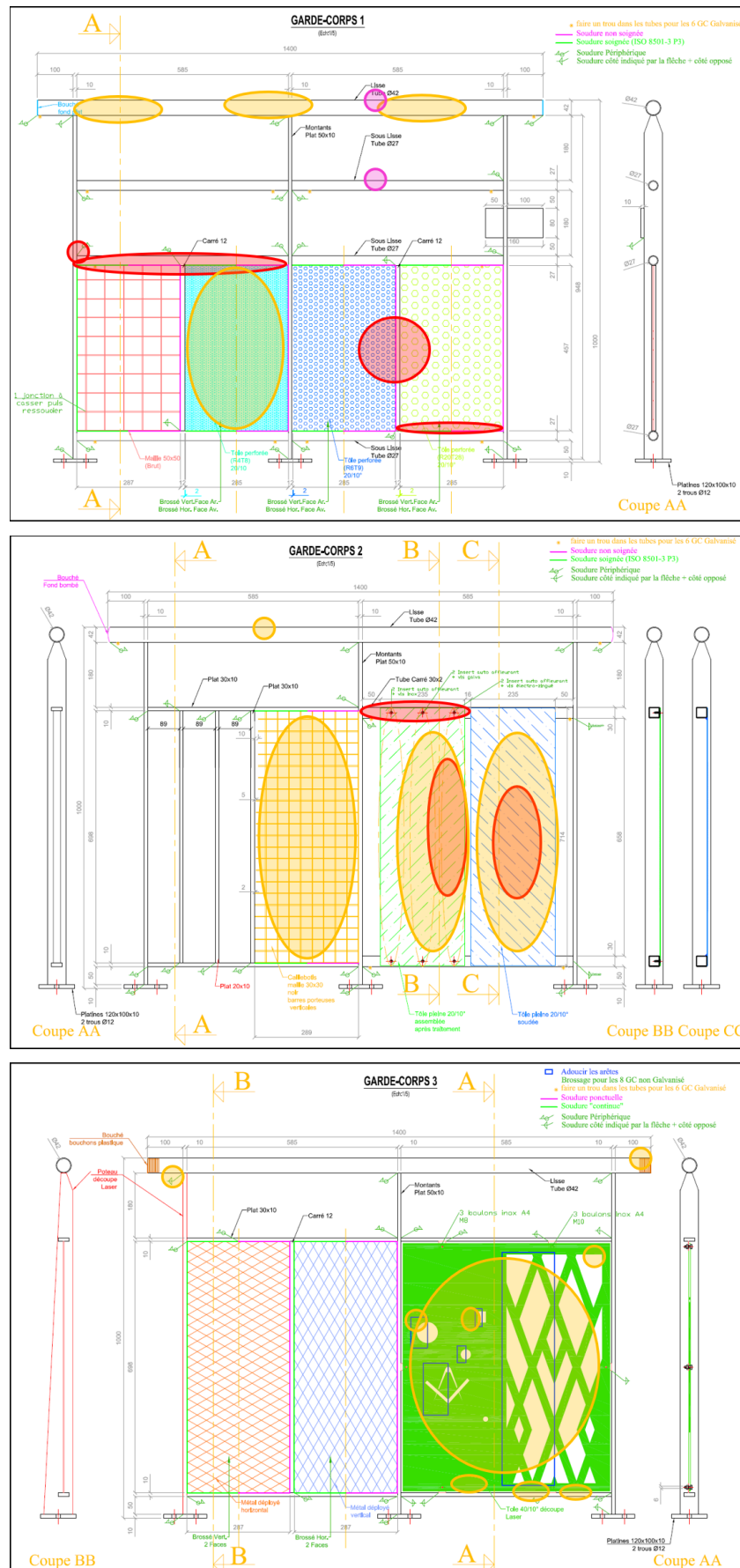
: Nouveaux désordres ou évolutions majeures apparus après 3 ans de vieillissement

9.3.1 Site de Guérande

9.3.1.1 Acier nu + laquage

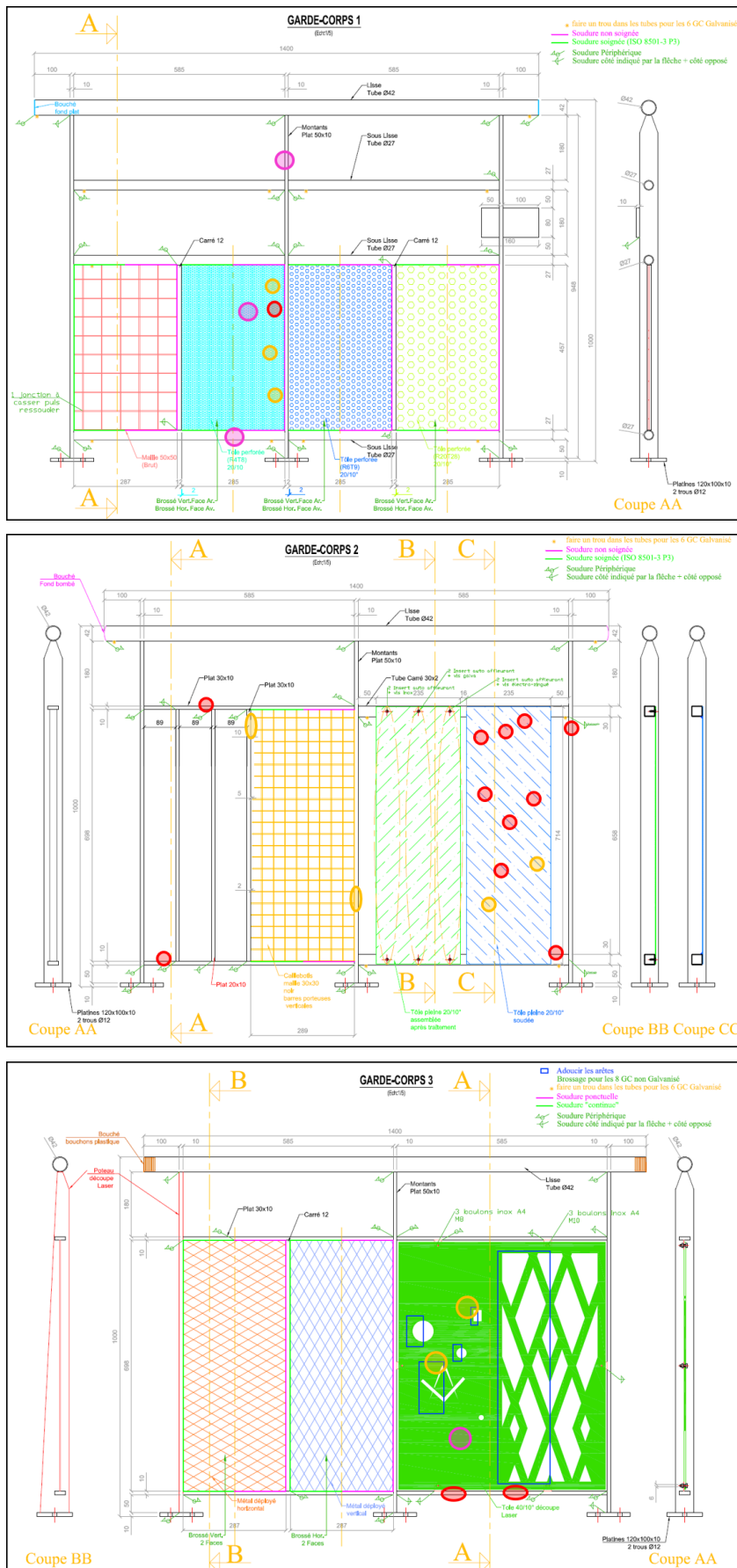


9.3.1.3 Acier galvanisé

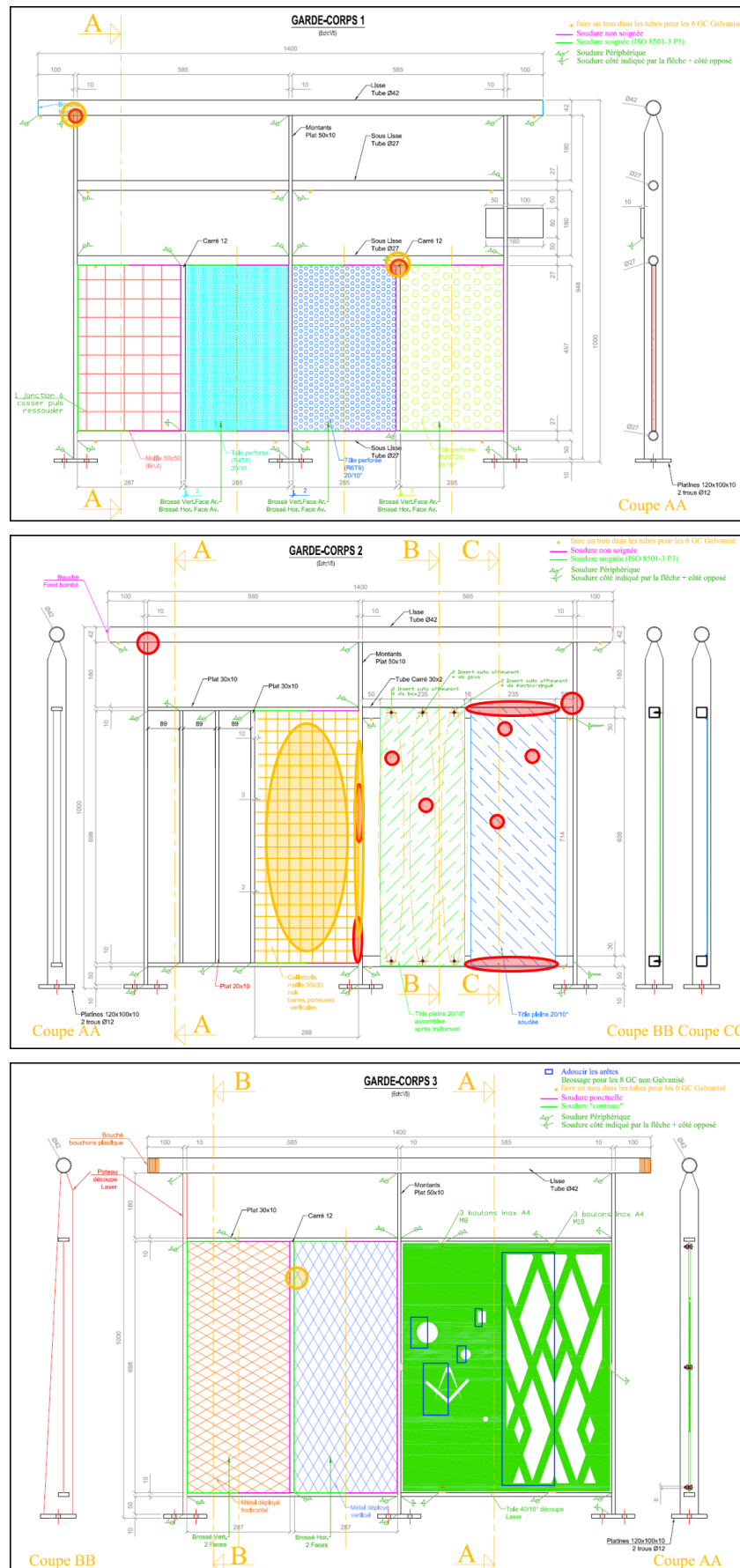




9.3.1.5 Acier galvanisé + thermolaquage

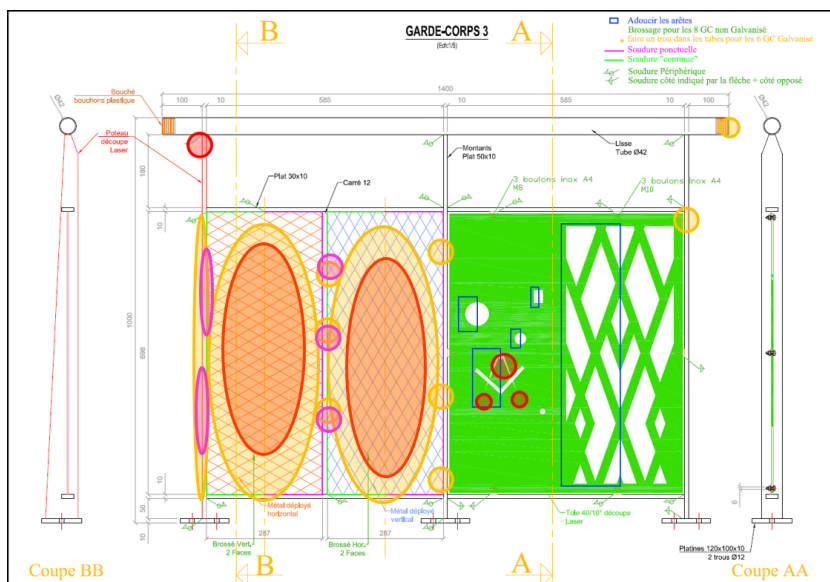
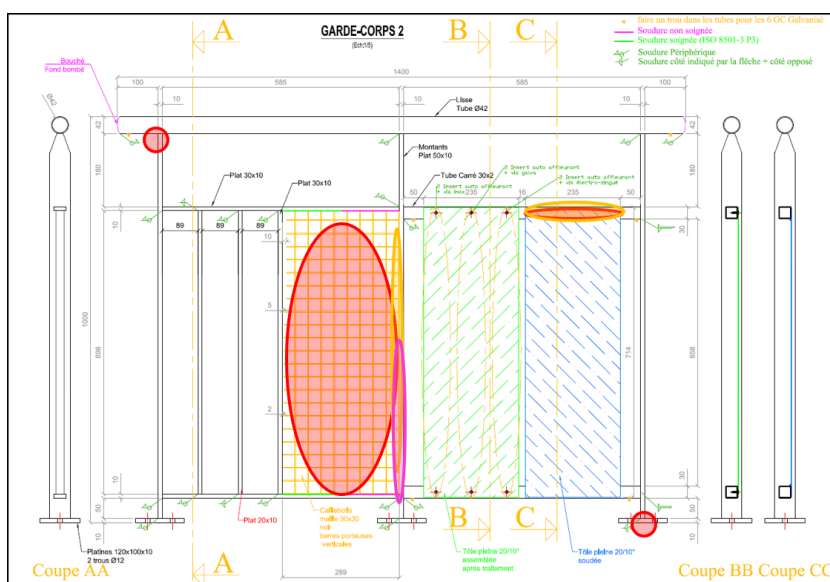
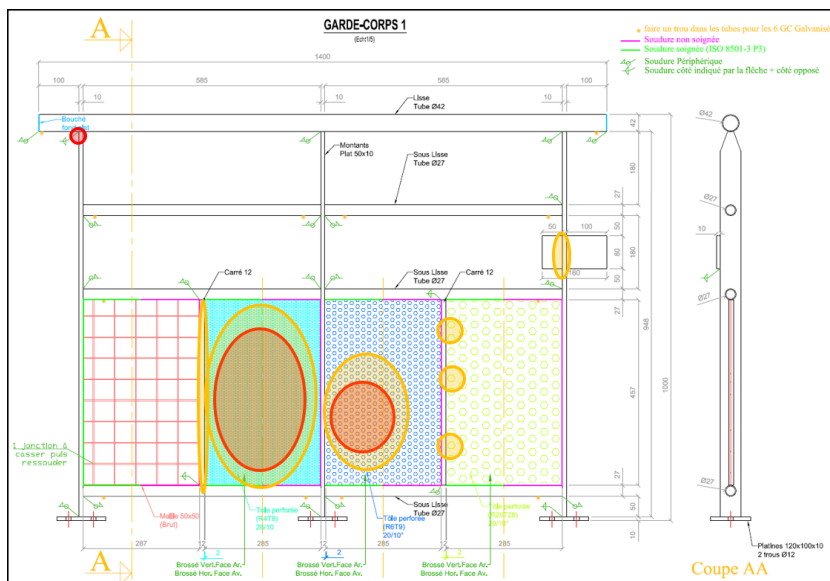


9.3.1.7 Acier métallisé + thermolaquage

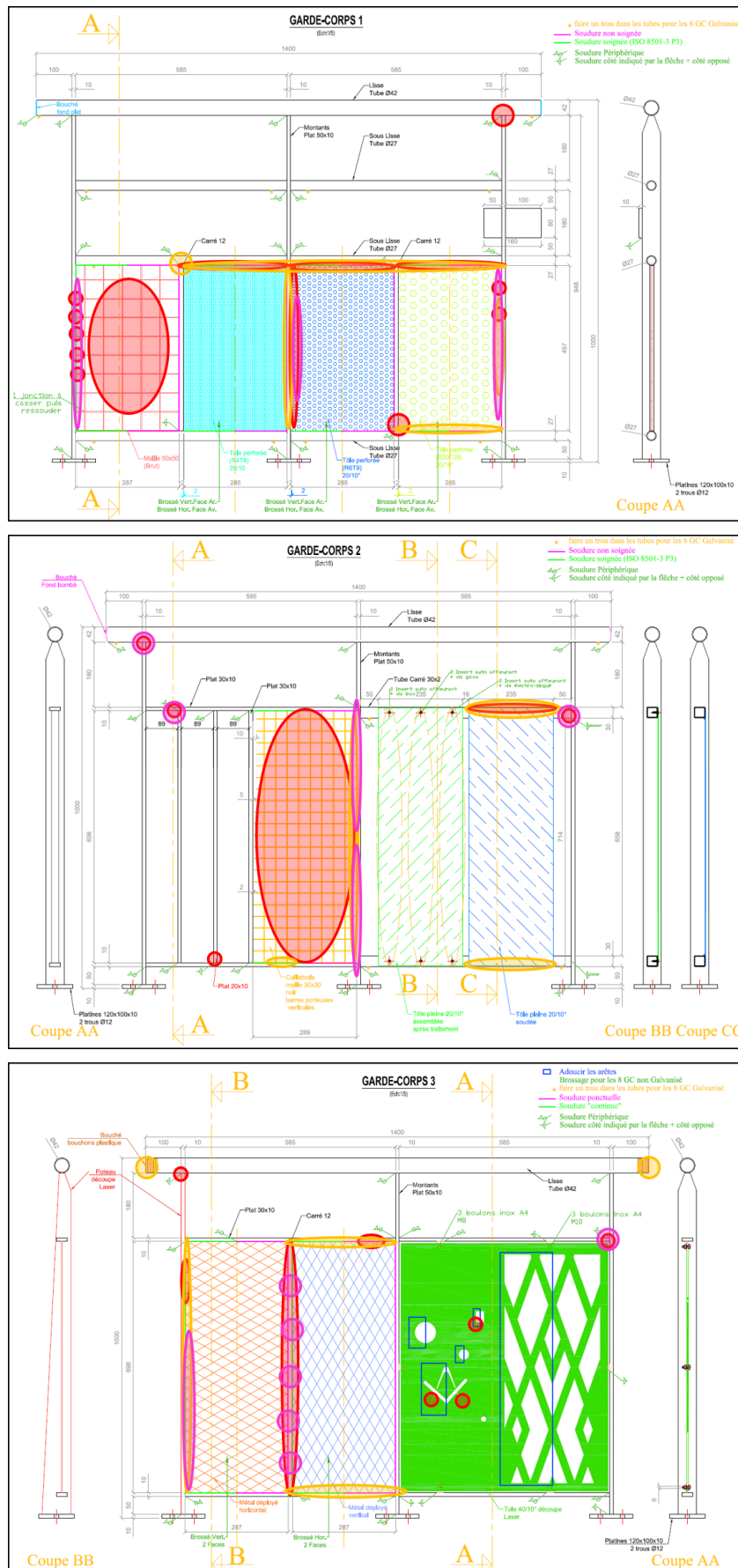


9.3.2 Site de Donges

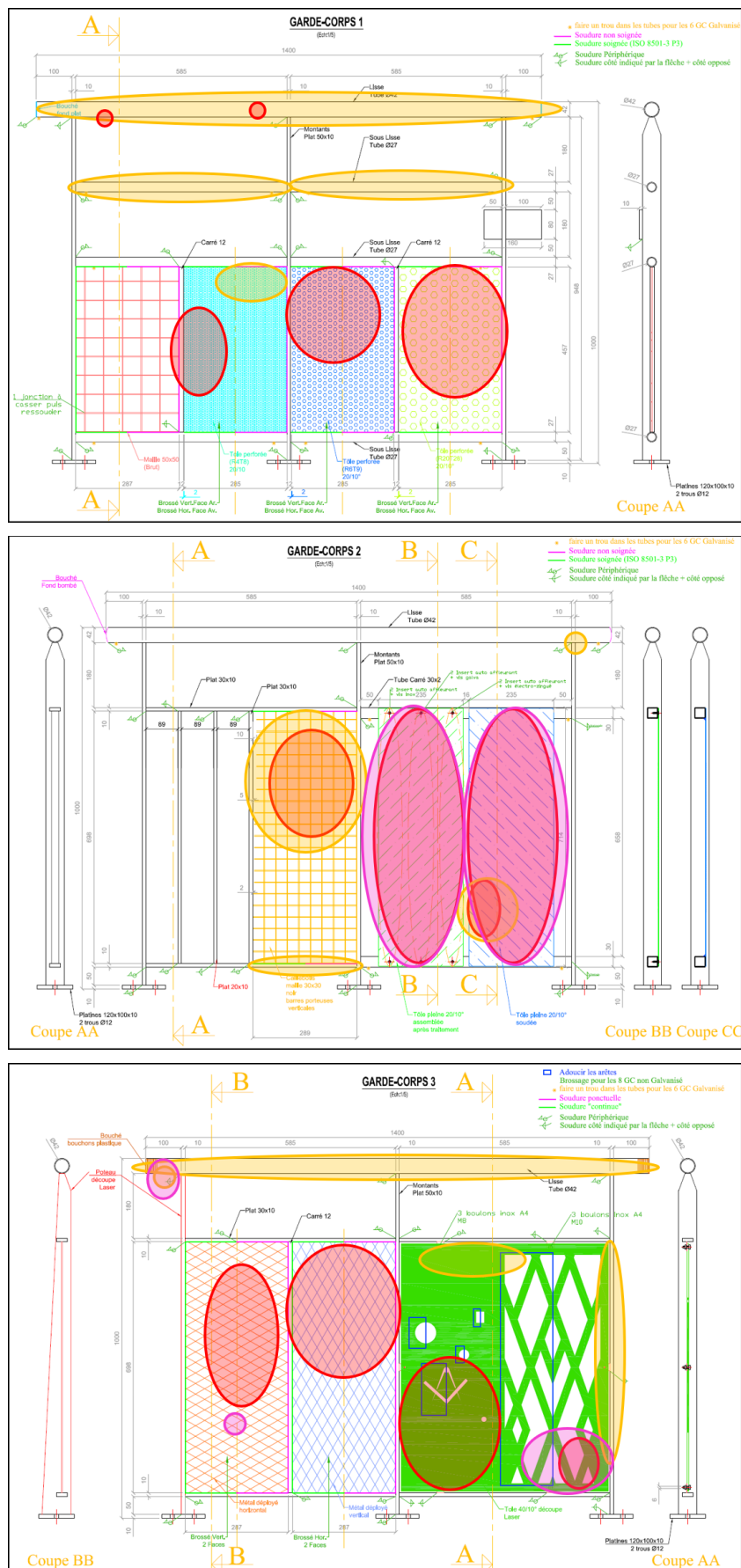
9.3.2.1 Acier nu + laquage



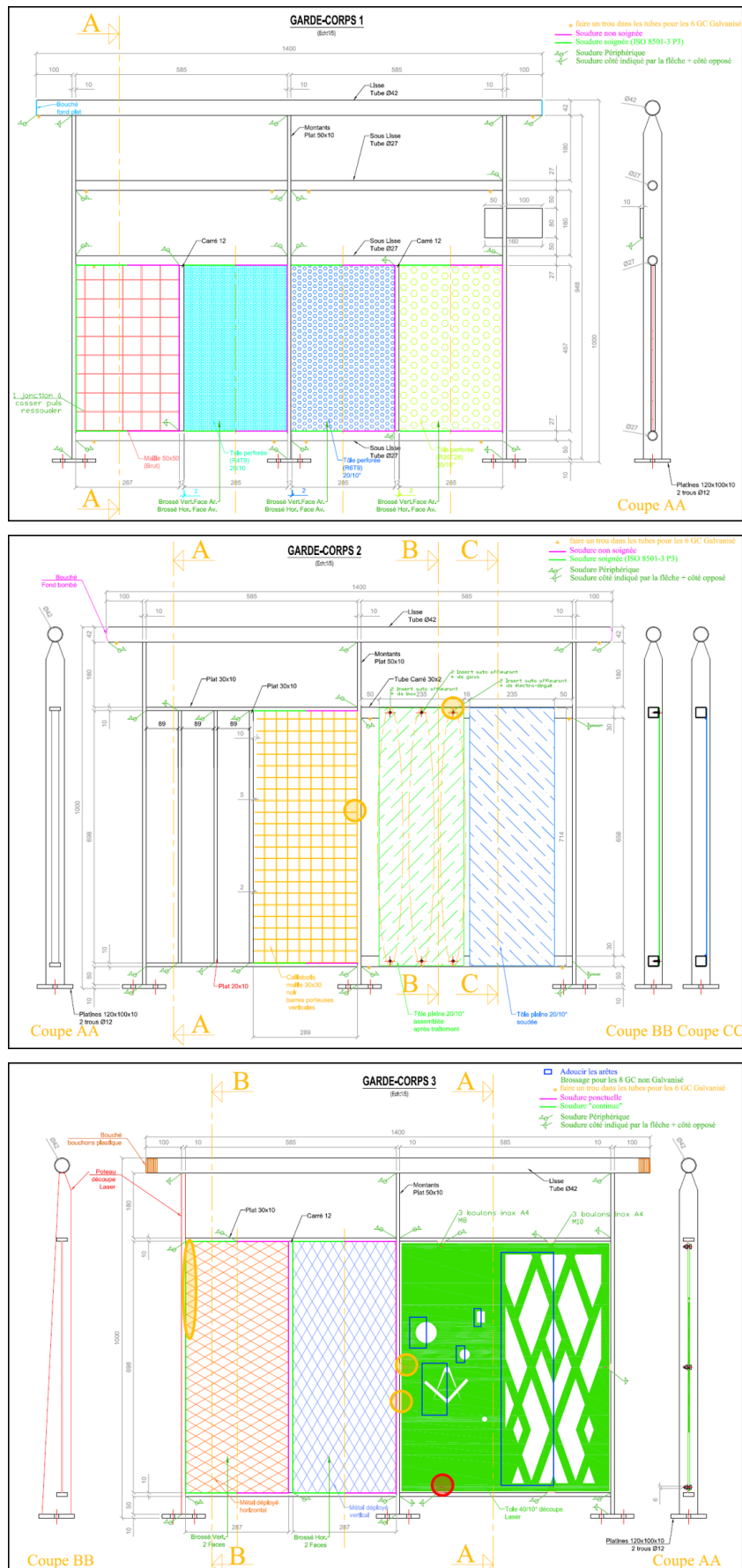
9.3.2.2 Acier nu + thermolaquage



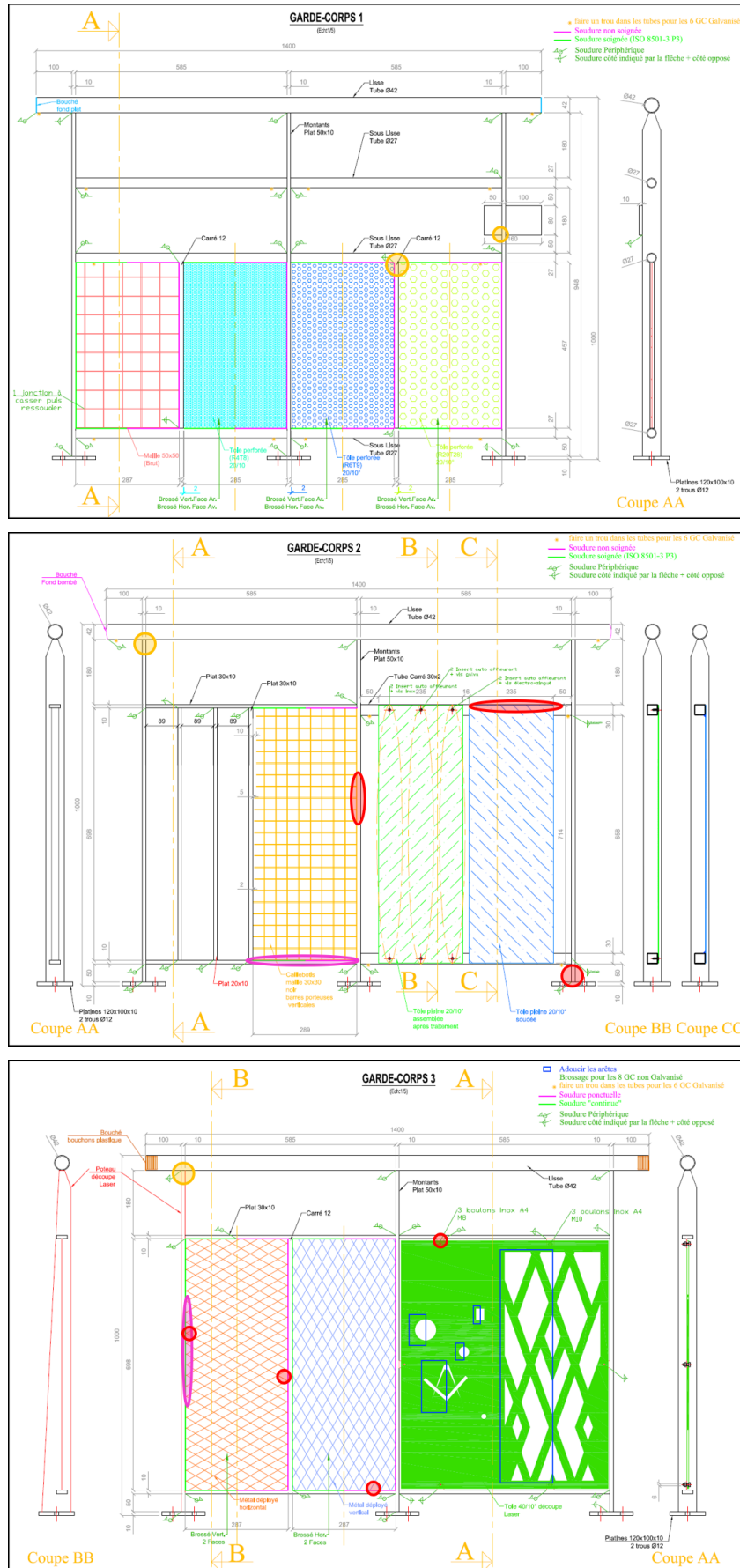
9.3.2.3 Acier galvanisé



9.3.2.4 Acier galvanisé + laquage



9.3.2.6 Acier métallisé + laquage



PERFORMANCES DES TRAITEMENTS DE SURFACE ET FINITIONS EN MÉTALLERIE



Ce guide est élaboré par l'Union des métalliers dans le cadre du Programme de Recherche et Développement Métier de la FFB.

Une étude de vieillissement au naturel de traitements de surface et finitions sur des garde-corps en acier a été réalisée pendant 5 ans. Cette étude couvre 7 systèmes de protection contre la corrosion et douze remplissages différents. Au total, ce sont 42 garde-corps qui ont été installés sur 2 sites, le premier à moins de 5 km de l'océan et le second à moins d'1 km d'une raffinerie. Des relevés sur site ont été réalisés tous les 6 mois afin de répertorier l'apparition et l'évolution des désordres liés à la corrosion. Les garde-corps de l'étude comportent des défauts de conception et de fabrication afin de mettre en avant l'impact de ces dernières sur la durabilité des traitements de surface et finitions des ouvrages de métallerie.

Ce guide présente les résultats de l'étude et donne des recommandations générales, issues des observations et synthèses de ces essais, pour la conception et la fabrication d'éléments de métallerie afin d'améliorer la durabilité des traitements de surface et finitions.



Union des métalliers
10, rue du Débarcadère - 75852 Paris cedex 17 - Tél. 01 40 55 13 00
union@metallerie.ffbatiment.fr - www.metal-pro.org