



ATELIER TECHNIQUE

COMMENT AMÉLIORER LA DURABILITÉ
DES TRAITEMENTS DE SURFACE ET
DES FINITIONS EN MÉTALLERIE ?

**ASSISES
DE LA
METALLERIE** **16**
JEUDI 3 JUILLET 2025 - PARIS

INTERVENANTS

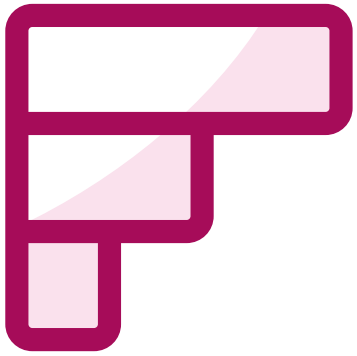
► Olivier MOUATT – CTICM

► Kevin MORIN – PRESTIA

► Jérémy BLANCHE – MÉTAL & CONSEILS



Comment vous sentez-vous ce matin ?



Veillez classer ces paramètres du plus influent au moins influent sur la durabilité des traitements de surface.



Quelle classe de corrosivité dois-je choisir si je suis proche du bord de mer et de marais salants (à moins de 5 km) et en pleine ville ?



Quelle classe de corrosivité dois-je choisir si je suis très proche du bord de mer (à moins de 2 km) et sous le vent d'une raffinerie située à 650 m ?



Dans un environnement C3, au bout de combien de temps apparaîtrait un désordre de type "rouille" sur des arêtes vives avec un système de protection anticorrosion "acier nu + thermolaquage" ?



Dans un environnement C3, au bout de combien de temps apparaîtrait un désordre de type "rouille" sur des arêtes vives avec un système de protection anticorrosion "galvanisation à chaud + laquage" ?



Lors d'un essai de vieillissement artificiel de 6 semaines réalisé sur des ouvrages thermolaqués, la corrosion est apparue sur des soudures irrégulières. Selon vous, dans l'étude en conditions réelles, au bout de combien de temps ce désordre apparaîtrait-il ?

ASSISES '16
DE LA
METALLERIE
JEUDI 3 JUILLET 2025 - PARIS

Préambule

PRÉAMBULE

- **2016 : Guide sur la protection et la finition des aciers**
- **2018 : Performances des traitements de surface en métallerie : impact de la conception (Étude de vieillissement en laboratoire)**



ASSISES '16
DE LA
METALLERIE
JEUDI 3 JUILLET 2025 - PARIS

Étude de vieillissement naturel



ÉTUDE DE VIEILLISSEMENT NATUREL

➤ **Protocole de l'étude**

Exposition de maquettes de garde-corps en milieu naturel

Durée d'exposition : 5 ans - Mai 2019 à mai 2024

Visite de contrôle sur site tous les 6 mois puis tous les ans

Relevé des désordres et de leur évolution

Photographies

ÉTUDE DE VIEILLISSEMENT NATUREL

➤ Maquettes

A des fins de comparaisons : Maquettes proches (typologies de produits / conception) des versions passées en labo



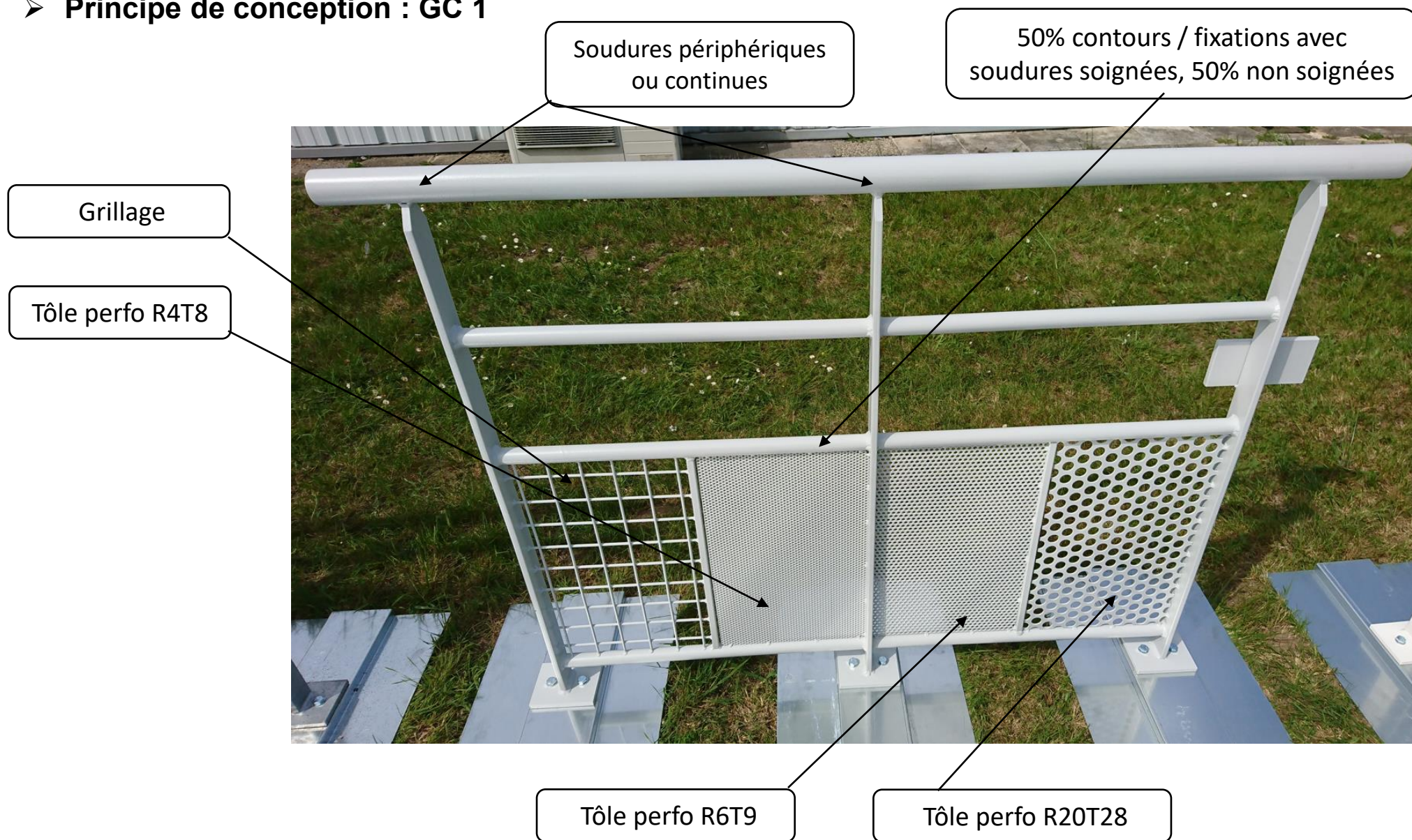
Etude vieillissement en temps réel Ech 1



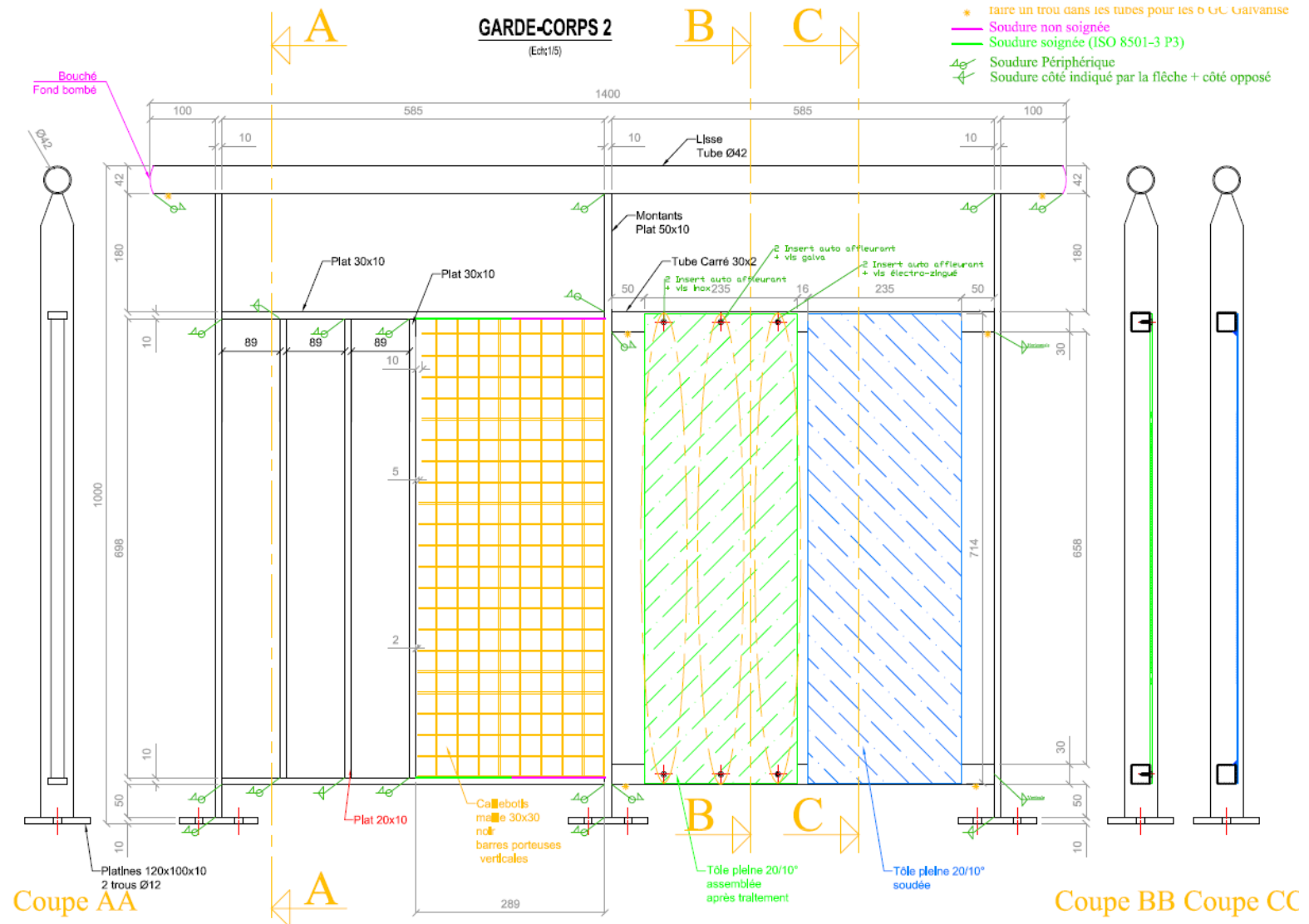
Test BS labo éch 7/10eme

[illegible]

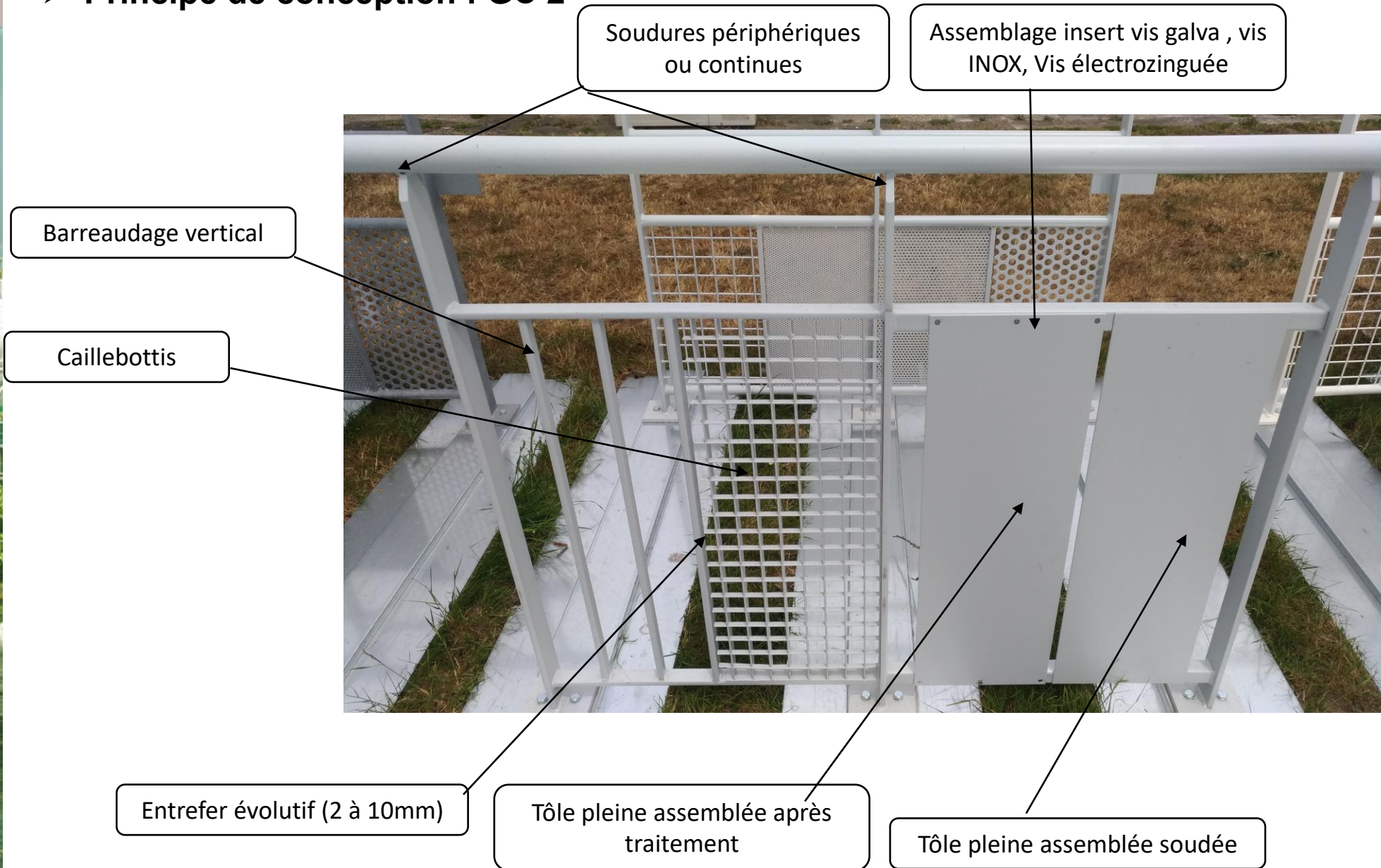
➤ Principe de conception : GC 1



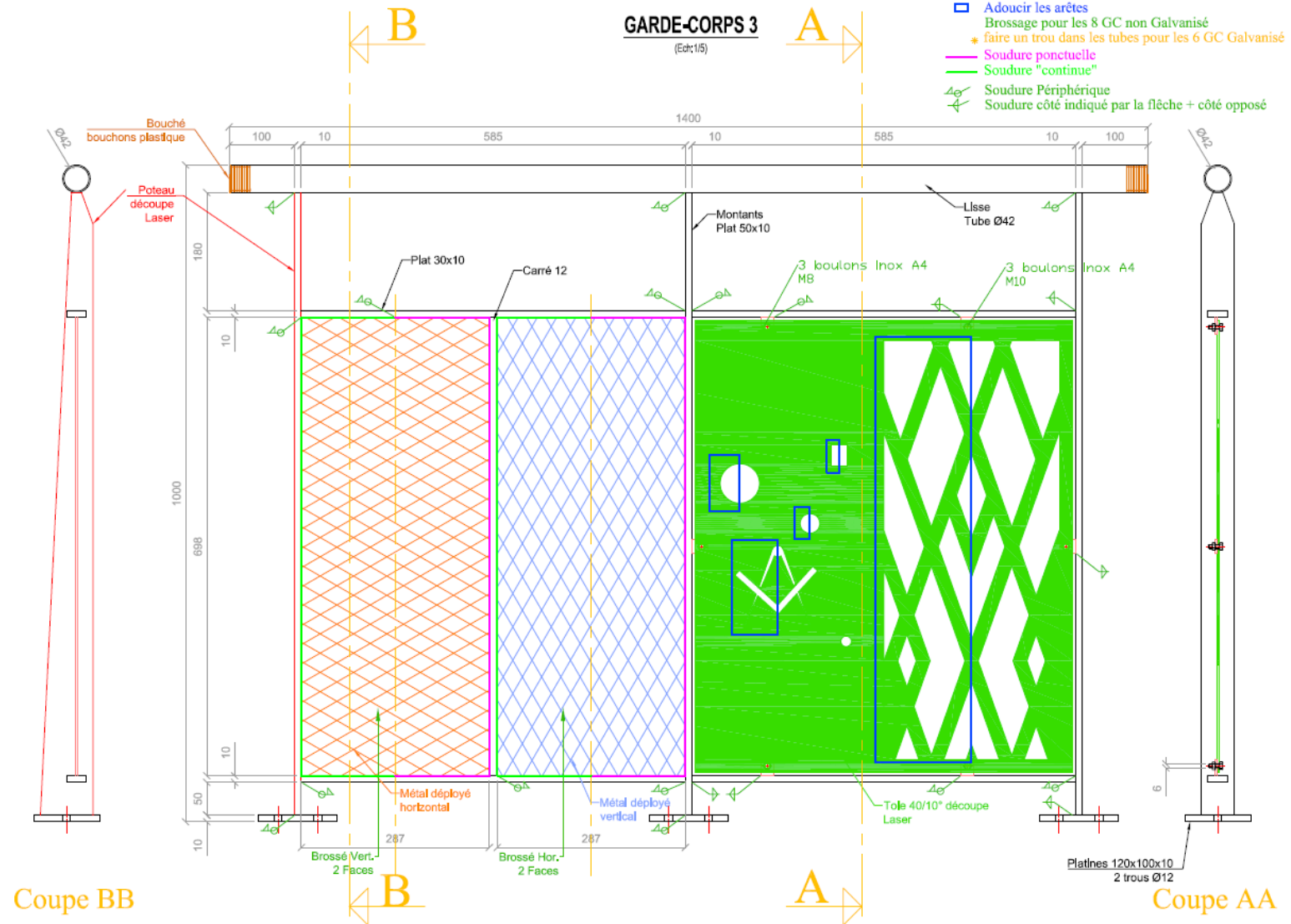
ÉTUDE DE VIEILLISSEMENT NATUREL



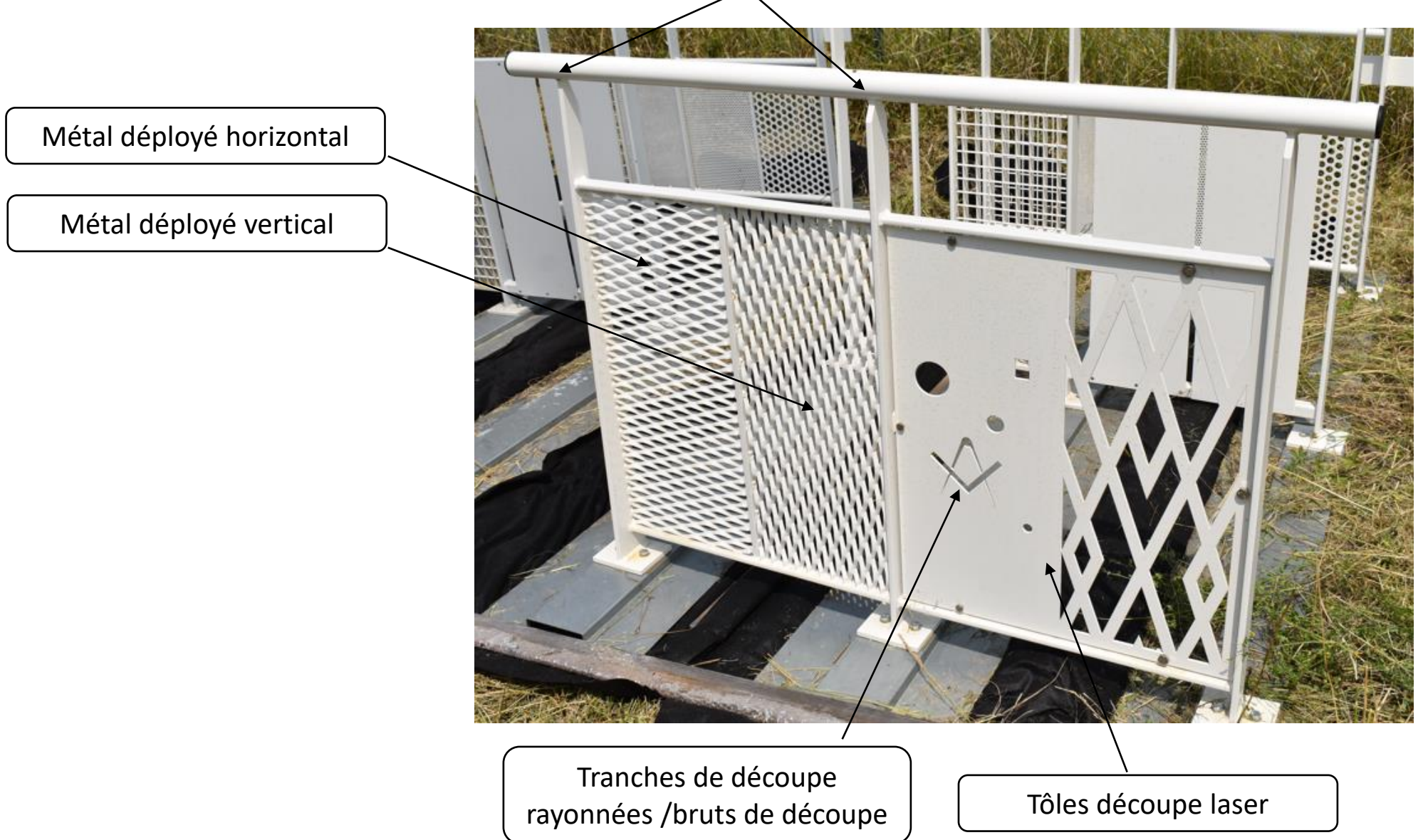
➤ Principe de conception : GC 2



ÉTUDE DE VIEILLISSEMENT NATUREL



➤ Principe de conception : GC 3



ÉTUDE DE VIEILLISSEMENT NATUREL

➤ Maquettes garde-corps

Chaque maquette a fait l'objet sur certaines zones d'une préparation de surface dans les règles de l'art et sur d'autres zones d'une préparation volontairement dégradée (males conçues) :

- Soudures non continues
- Soudures non régulières avec cavités
- Entrefers
- Arêtes vives
- Découpes étroites
- Assemblages

Etude spécifique sur les évolutions des défauts volontaires et des points sensibles de conception



ÉTUDE DE VIEILLISSEMENT NATUREL

➤ Gamme de traitement de surface

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 architectural
Acier galvanisé	/	/	/
Acier galvanisé + laquage	Parachèvement mécanique	Epoxy surface tolérante	Polyuréthane
Acier galvanisé + thermolaquage	Parachèvement mécanique	Epoxy	Polyester architectural
Acier métallisé + laquage	Grenaillage Sa 3 + Bouche pore	Epoxy	Polyuréthane
Acier métallisé + thermolaquage	Grenaillage Sa 3	Epoxy	Polyester architectural



ÉTUDE DE VIEILLISSEMENT NATUREL

➤ Site d'exposition

Recherche initiale : sites d'exposition avec un environnement agressif équivalent à la classe de corrosivité C4 Elevé selon NF EN ISO 9223

3 sites envisagés :

- Guérande (44), sur le site du charpentier Atelier David,
- Donges (44), sur le site de la société TSI,
- Camaret-sur-Mer (29), au sémaphore de Toulinguet de la Marine Nationale

Qualification de la classe de corrosivité des sites selon la norme NF EN ISO 9226

- Mise en place d'éprouvettes de référence (acier, zinc, cuivre et aluminium)
- Temps d'exposition 1 an
- Vérification de la perte de masse due à la corrosion



ÉTUDE DE VIEILLISSEMENT NATUREL



Guérande



Donges

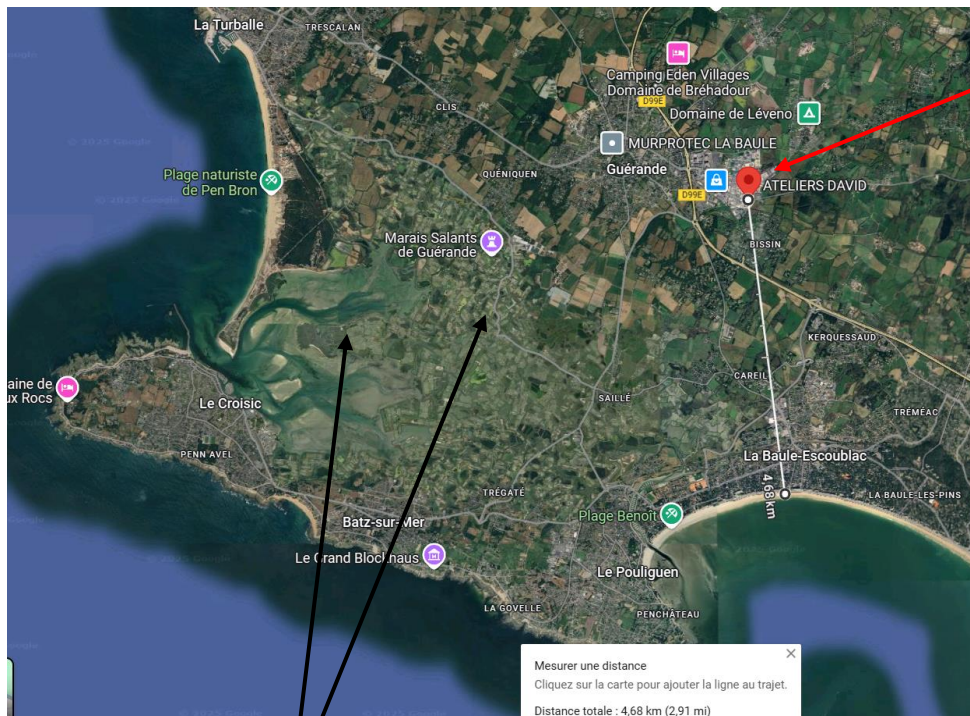


Camaret sur mer



ÉTUDE DE VIEILLISSEMENT NATUREL

➤ Site d'exposition



Marais
salants

Sites
d'étude

Raffinerie



ÉTUDE DE VIEILLISSEMENT NATUREL

➤ Site d'exposition

Calcul de la perte de masse

Comparaison avec les valeurs de la norme NF EN ISO 9223.

Détermination de la classe de corrosivité :

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

Sites retenus : Guérande et Donges

Modification de l'environnement : Pandémie mondiale avec arrêt de la raffinerie pour 16 mois entre novembre 2020 et mars 2022





- 3 groupes de traitement ressortent quant à l'évolution des défauts :

Application sur acier brut	Groupe Métallisation	Groupe galvanisation (seul ou peint)
Majorité des désordres observés Evolution rapide (6 à 18 mois)	Peu de désordres observés Evolution lente (2 à 5 ans)	Peu de désordres observés Evolution lente (2 à 5 ans)



L'objectif de l'étude n'est pas de comparer les systèmes de protection anti-corrosion entre eux !

ASSISES '16
DE LA
METALLERIE
JEUDI 3 JUILLET 2025 - PARIS

Résultats de l'étude

➤ **Evolution: Soudure non continue**



Moins de 6
mois



3 ans



Constat:

- Apparition du défaut / développement corrosion dans un temps très court (inférieur à 6 mois)

Causes:

- Infiltration d'humidité / eau
- Application peinture impossible
- Echappement de gaz lors de cuisson (thermolaquage) pouvant amplifier le phénomène (bullage ...)



➤ **Prévention : Soudure non continue**

- Favoriser lorsque cela est possible une soudure périmétrique, continue, étanche et sans cratères
- Application à la pose de l'ouvrage d'un joint type Acrylique (retouche peinture possible)
- Application par le peintre d'un joint (acrylique ou haute température) souvent appliqué entre le primaire et la finition

Fausse bonnes idées:

- Dans le cas des éléments étudiés, ce défaut n'apparaît pas sur les éléments galvanisés (peints ou non)
- Aucun traitement ne peut se substituer à une conception dans les règles de l'art. Une galvanisation ou une peinture ne peut (même si cela peut fonctionner) garantir une étanchéité aux ouvrages



➤ **Evolution : Soudure irrégulière et avec cavités**



Moins de 6 mois

Constat

- Défaut présent sur tous les assemblages, remplissages / montants (tôles perfos, grillage)
- Apparition du défaut / corrosion dans un temps très court (inférieur à 6 mois)

Causes:

- Porosités / cratères
- Application peinture impossible
- Echappement de gaz lors de cuisson (thermolaquage) pouvant amplifier le phénomène (bullage ...)
- Infiltration d'humidité / eau, zones propices à l'amorce de corrosion

➤ **Prévention : Soudure irrégulière et avec cavités**

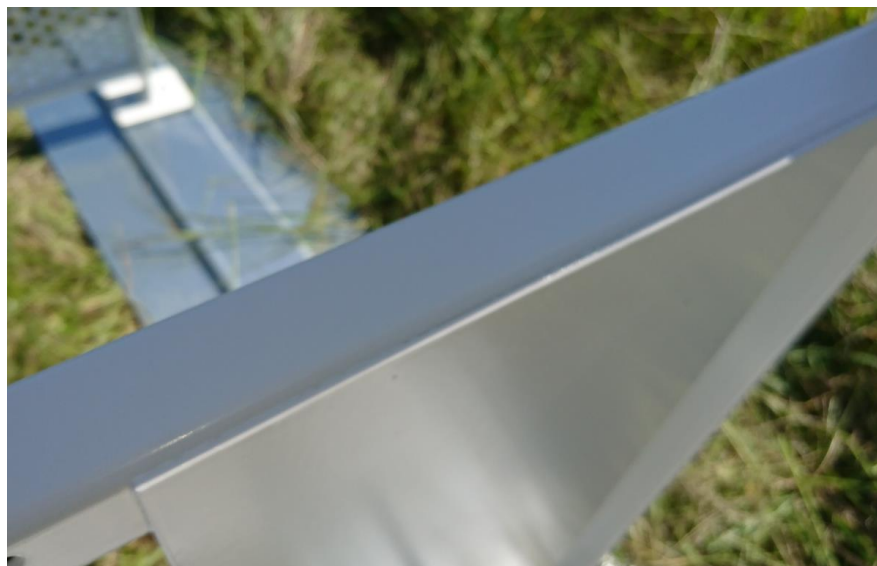
- Les soudures doivent être réalisées selon NF EN ISO 8501-3, degré de préparation P3
- Les cordons et points de soudure ne doivent présenter aucun cratère ou irrégularités (zones propices à la rétention d'eau et donc à l'amorce de corrosion)
- L'opération de meulage final permet de limiter (ou éliminer) ces irrégularités. Cette opération permet également un "nettoyage" de la surface périmétrique (les produits de nettoyage, anti grattons, feutres sont indétectables et peuvent entrainer des marques de la cuisson en peinture)

Fausse bonnes idées :

- Dans le cas des éléments étudiés, ce défaut n'apparaît pas sur les éléments galvanisés (peints ou non)
- Aucun traitement ne peut se substituer à une conception dans les règles de l'art. Une galvanisation ou une peinture ne peut (même si cela peut fonctionner) garantir une étanchéité aux ouvrages



➤ **Evolution : Entrefers**



6 mois a 1 an



➤ Causes : Entrefers

- Principe de l'entrefer: 2 surfaces qui se touchent ou qui sont proches l'une de l'autre.
- Application d'une gamme de traitement de surface compliquée:
 - Préparation de surface mécanique impossible ou non maîtrisée
 - Préparation de surface chimique compliquée
 - Application peinture (poudre ou liquide) complexe. Effet cage de faraday pour l'application poudre (refus, épaisseur moindre). Accès peinture liquide également complexe selon le type d'application.
- Echappement de gaz ou de liquides résiduels lors de cuisson (thermolaquage) pouvant amplifier le phénomène (bullage, défauts périmétriques ...)
- Infiltration d'humidité / eau, zones propices à l'amorce de corrosion
- Attention à "l'impression" d'une pièce conforme à réception, une zone d'entre fer peut paraître peinte et recouverte alors que l'accès complexe ne permet pas une dépose conforme aux normes d'application (souvent un voile seulement est présent). Le contrôle de conformité dans ces zones est également quasi impossible (épaisseur, adhérence)



➤ Prévention : Entrefers

Conception:

- Séparer les éléments d'une distance suffisante. Exemple 3mm pour la galvanisation.
Il n'y a sinon pas de valeurs minimales normées (largeur et profondeur)
➡ se rapprocher des experts métiers pour trouver ensemble la meilleure gamme de traitement de surface.
- Choix du système de préparation de surface (mécanique / chimique).
- Choix du système d'application.
➡ Le thermolaquage: Application électrostatique compliquée à mettre en œuvre du fait de la création d'un effet "cage de Faraday" (refus).
➡ La peinture liquide permet de travailler avec des pré-touches pour garantir une conformité du système dans les zones difficiles d'accès par aspersion.
- Application possible de joint post traitement ou intermédiaire (teinte de l'ouvrage conservée)

Fausse bonne idée: choix d'un traitement type galvanisation ou traitement épais (métallisation + peinture) pour combler les défauts ou contraintes de conception.

Notre étude sur 5 ans a en effet montré un résultat conforme sur la majorité de ces défauts.

La galvanisation ou l'excès de peinture peut en effet jouer un rôle de joint, ceci n'est ni normé ni garanti (attention aux litiges et expertises).



➤ **Evolution: Arrêtes vives**



➤ Arêtes vives : causes

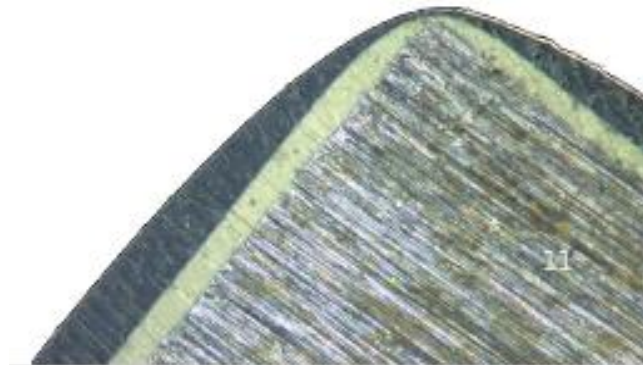
Typologie des éléments impactés:

- Tôles perforées (poinçonnage), métal déployé...
- Tôles découpe laser (tranches, motifs...)
- Toutes pièces découpées mécaniquement (débit, cisaille...)

Tous les procédés de découpe entraînent l'apparition d'une tranche vive.

L'épaisseur du film de peinture (poudre ou liquide), du traitement de métallisation ou galvanisation sont quasi nuls

- ➡ Film de protection mince (non fermé), durée de vie dégradée
- ➡ Sensibilité aux chocs et écaillage, accélération du phénomène d'oxydation



Système peinture bi couche Epaisseur proche de 0 sur l'arrête vive

➤ Arêtes vives : Prévention

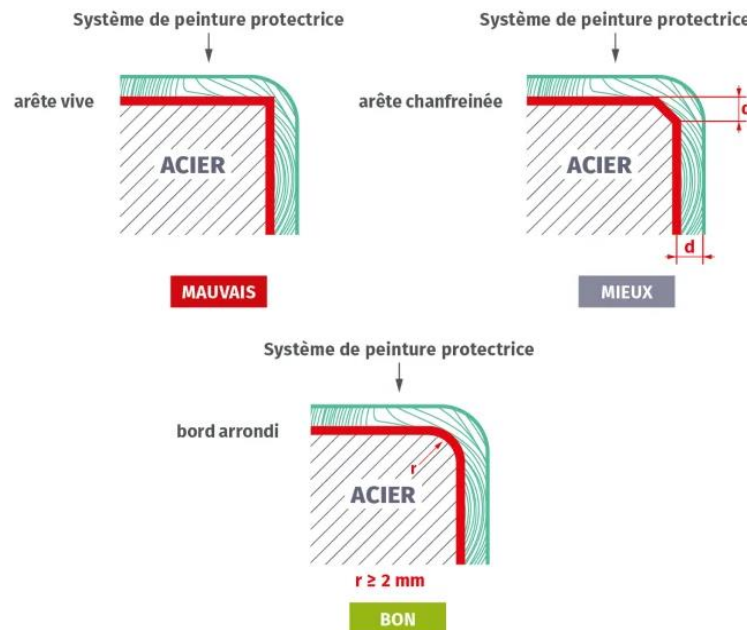
Rayonnage / cassage des arêtes de découpe.

Procédé long et fastidieux mais qui lui seul peut garantir un traitement conforme aux arêtes

Procédé manuel ou automatique : beaucoup de laséristes proposent une option ébavurage à plat.

Pour les petites pièces ou 3D, des systèmes de tribofinition existent

Choix process: Le traitement par galvanisation et la métallisation montrent les meilleurs résultats sur l'étude. Attention, pas de répétabilité sur les résultats.

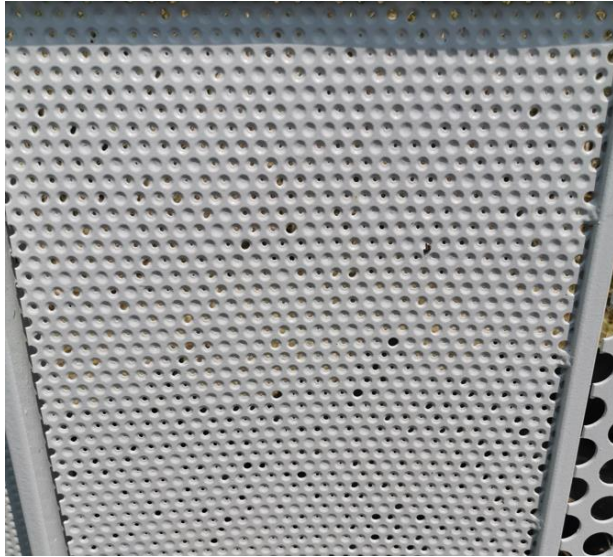


Galvanisation sans rayonnage des arêtes



SYNTHÈSE DES OBSERVATIONS

➤ Evolution: Découpes étroites



Tôle perfo bouchée par le Zinc



Immédiat



Découpe bouchée par le Zinc



Moins de 6 mois



➤ **Causes: Découpes étroites**

Motifs Découpe laser / motifs en pointe / profilés type tôle perfo:

Similaire aux entrefers, préparation de surface et application peinture complexes.

Risque de remplissage sur les traitements type galvanisation (le Zinc a une viscosité importante)

➤ **Prévention: Découpes étroites**

Découpe laser / motifs : exclure tous les motifs en pointe. Favoriser une fin de coupe sur un rayonnage

Choix du support selon traitement : Tôles perfo R10 mini pour la galvanisation. Favoriser un Inox pour des $\emptyset$ inférieurs



➤ **Vis de fixation**

- Fixation de panneaux avec vis Galva / Vis Inox / Vis EZ
- Seul un assemblage visse EZ présente une corrosion
- Présence d'un insert Inox limitant le contact, origine du non développement des défauts ?

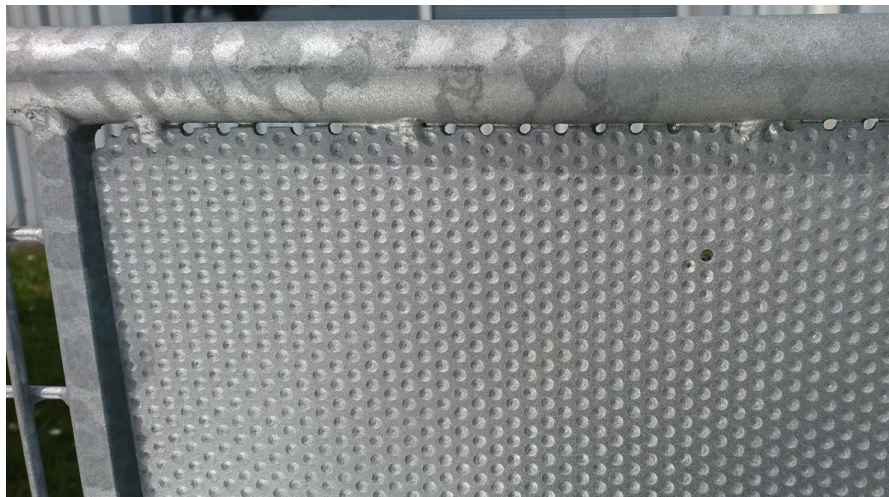


Type de défaut attendu



SYNTHÈSE DES OBSERVATIONS

➤ Galvanisation



- Aspects esthétiques **!**
- Conformité sur la quasi totalité des défauts
- Attention au choix du process type tôle perfo
- Fausse bonne idée de privilégier un traitement plutôt qu'une conception, attention à la répétabilité et aux conclusions en cas de sinistres.
- Conception selon NF A 35503 (choix des aciers) et EN ISO 8501-3 (géométrie)

**ASSISES
DE LA
METALLERIE** **'16**
JEUDI 3 JUILLET 2025 - PARIS

Recommandations générales

RECOMMANDATIONS GÉNÉRALES

➤ Conception

- **Classe de corrosivité**

Donnée essentielle pour la durabilité de la protection anticorrosion et de la structure métallique

Une catégorie de corrosivité non ou sous-évaluée entraînera une baisse de durabilité du système de protection

La classification de la corrosivité est à la charge du maître d'ouvrage.

Soit il connaît cette donnée, soit il peut sous-traiter l'étude à un bureau d'étude spécialisé.

Si la donnée est absente des documents de consultation, le métallier/charpentier doit informer le client de l'absence de ce paramètre essentiel.



RECOMMANDATIONS GÉNÉRALES

➤ Conception

• Classe de corrosivité

Méthode recommandée : Détermination en fonction de la vitesse de corrosion sur éprouvettes références (NF EN ISO 9226)

➡ Non compatible généralement avec délais chantier

Méthode alternative : Estimation basée sur informations sur le milieu environnement (NF EN ISO 9223) :

- ✓ Données météorologiques et de pollution (fonction dose-réponse)
- ✓ Environnements types

➡ Méthode généralement utilisée

Collecter le maximum d'information sur l'environnement (distance à la mer et aux zones industrielles polluantes, sels de déverglaçage, orientation par rapport au vent, exposition aux intempéries et aux lavage, barrière naturelle ou artificielle, etc....) et l'utilisation de la structure métallique

Estimation de la classe de corrosivité selon le tableau C1 de la norme NF EN ISO 9223





RECOMMANDATIONS GÉNÉRALES

- Conception
 - Classe de corrosivité

Extrait de la norme
NF EN ISO 9223

Tableau C.1 — Description d'environnements atmosphériques
types liés à l'estimation des classes de corrosivité

Classe de corrosivité ^a	Corrosivité	Environnements types — Exemples ^b	
		Intérieur	Extérieur
C1	Très faible	Espaces chauffés à faible taux d'humidité relative et à faible pollution, par exemple bureaux, écoles, musées	Zone sèche ou froide, environnement atmosphérique très peu pollué et avec une très courte durée de persistance de l'humidité, par exemple certains déserts, Arctique/Antarctique central
C2	Faible	Espaces non chauffés à température et humidité relative variables. Faible fréquence de condensation et faible pollution, par exemple entrepôts, salles de sport	Zone tempérée, environnement atmosphérique faiblement pollué (SO ₂ < 5 µg/m ³), par exemple zones rurales, petites villes Zone sèche ou froide, environnement atmosphérique avec courte durée de persistance de l'humidité, par exemple déserts, régions subarctiques
C3	Moyenne	Espaces avec fréquence modérée de condensation et pollution modérée provenant des processus de production, par exemple usines agro-alimentaires, blanchisseries, brasseries, laiteries	Zone tempérée, environnement atmosphérique moyennement pollué (SO ₂ : 5 µg/m ³ à 30 µg/m ³) ou avec un certain effet des chlorures, par exemple zones urbaines, zones côtières avec faibles dépôts de chlorures Zones subtropicales et tropicales, atmosphère faiblement polluée
C4	Élevée	Espaces avec fréquence élevée de condensation et pollution sévère provenant des processus de production, par exemple usines de traitements industriels, piscines	Zone tempérée, environnement atmosphérique très pollué (SO ₂ : 30 µg/m ³ à 90 µg/m ³) ou effet important des chlorures, par exemple zones urbaines polluées, zones industrielles, zones côtières sans projections d'eau de mer ni exposition au puissant effet des sels de dégivrage Zones subtropicales et tropicales, atmosphère moyennement polluée
C5	Très élevée	Espaces avec fréquence très élevée de condensation et/ou à très forte pollution provenant des processus de production, par exemple mines, gisements pour exploitation industrielle, hangars non ventilés dans des zones subtropicales et tropicales	Zone tempérée et subtropicale, environnement atmosphérique très pollué (SO ₂ : 90 µg/m ³ à 250 µg/m ³) et/ou effet important des chlorures, par exemple zones industrielles, zones côtières, emplacements protégés au niveau du littoral

RECOMMANDATIONS GÉNÉRALES

- Conception

- **Association de matériaux**

Importance du choix des matériaux lors des associations entre différents métaux

➡ Création d'un couple galvanique avec risque de corrosion

Solutions :

- Isoler électriquement les métaux entre eux par un matériau isolant (plastique, caoutchouc, téflon, céramique, silicone, etc....)
- Respecter recommandations suivantes pour assemblage entre différents métaux



RECOMMANDATIONS GÉNÉRALES

- Conception

- Association de matériaux

	Matériaux de petite surface					
Matériau de grande surface		Acier	Zinc	Alu	Cuivre	Inox
	Acier	+	-	-	+	+
	Zinc	+	+	+	0	+
	Alu	0/-	0	+	0/-	+
	Cuivre	-	-	-	+	+
	Inox	-	-	0/-	+	+

Légende :
+ bon
0 incertain
- mauvais
* possible auto-corrosion du métal le moins noble



ASSISES '16
DE LA
METALLERIE
JEUDI 3 JUILLET 2025 - PARIS

CONCLUSION

- Comme vous l'avez vu, Il n'existe pas de solution "idéale",
- Il est nécessaire de bien étudier la corrosivité de l'environnement dans lequel sera placé votre ouvrage et la capacité d'entretien des usagers,
- Le soin apporté à la préparation est très important mais induit un coût,
- Le guide, à sortir, se veut un outil pédagogique, mais n'est jamais qu'un recueil de constats pour des configurations données dans des environnements précis,

- Les observations donnent malgré tout une bonne idée des possibles désordres et recourent l'étude en enceinte climatique,
- La publication peut être utilisée pour expliquer aux clients, et/ou les conseiller sur les impacts du choix du parachèvement.

**ASSISES
DE LA
METALLERIE** **'16**
JEUDI 3 JUILLET 2025 - PARIS

Merci pour
votre attention