



La passerelle de Saint-Affrique

### Caractéristiques propres aux Aciers Autopatinables :

- Résistance Mécanique identique aux aciers courants
- Résistance améliorée à la corrosion atmosphérique
- Méthodes de Mise en OEuvre équivalentes aux aciers courants

→ ATTRAIT EVIDENT POUR LES DONNEURS D'ORDRE ET POUR LES ENTREPRISES QUI SAVENT QUE LA CORROSION EST LE PHENOMENE DE RUINE LE PLUS COURANT SUR DES OUVRAGES ACIERS.

Permet des Economies immédiates et dans le durable :

- Traitement de Surface à l'origine,
- Entretien de la Protection Anticorrosion avec toutes ses conséquences (gêne aux circulations, coût, pollution).

### Les études

- Respectent les mêmes normes. (Fascicule 61, Eurocodes, etc.)
- Respectent les mêmes méthodes de calcul (Programmes simplifiées, Eléments Finis, Logiciels de modélisation, etc.)

Le dimensionnement doit juste tenir compte d'une surépaisseur de principe de 2 à 3mm liée à l'oxydation des surfaces favorisant la création du film de protection anticorrosion.

*« Rien ne se perd, rien ne se crée, tout se transforme. »*  
LAVOISIER

L'évolution, c'est d'agir pour transformer les inconvénients en avantages (avec le moins possible de conséquences néfastes). C'est un cas d'école ici puisque : En effet, avec ce type de matériau, la rouille n'est plus l'ennemi public N°1 de l'acier, c'est au contraire ce qui en fait son amie et protecteur (la Patine).

### Les achats

Il s'agit là d'un type de produit encore marginal puisque la demande est encore très faible en France. Ces aciers sont indexés sur le cours du cuivre (et du phosphore).

## Les manifestations régionales

Voici les paramètres qui font que :

1. Le prix de ces aciers est plus élevé que pour des aciers classiques équivalents (de 50 à 100€ / tonne en plus)
2. La gamme de vente est correcte dans les tôles mais l'offre sur les profilés est nulle en dessous de 80T de commande par type de profilés. (La mise en PRS vient donc ajouter au surcoût de base.)
3. Les délais sont sensiblement les mêmes. (Les produits d'apport et consommables de soudage suivent la même logique, sauf le délai plus long).

Appellations commerciales :

Corten, Indaten et Diweten en fonction du fournisseur : THYSSENKRUPP, ARCELOR ou DILLING.

### La fabrication

Le phasage et l'avancement des travaux d'atelier sont parfaitement transparents avec un ouvrage classique.

- Le débit des tôles à l'oxycoupeuse (pièces élémentaires) :



- La mise en PRS



- Le soudage et l'habillage des poutres en semi-automatique au fil fourré sous gaz (MAG) :

Deux types d'assemblage :

1. Boulonné : absolument aucune différence avec un acier classique
  2. Soudé :
- les procédés de soudage sont parfaitement identiques à un écart près :



Le fil à souder et le gaz utilisés en atelier sont spécifiques au matériau soudé. Le fil est comme l'acier chargé en composants favorisant

la création de patine comme le cuivre, le phosphore, etc.

- Auprès d'un organisme agréé, des QMOS (Qualifications de Mode Opératoire de Soudage) restent malgré tout à passer dans cette configuration précise de Procédé, de Matériau et de Fil. 'Afin de Garantir la Résistance de l'Assemblage'.

Cependant, l'acier Autopatinable est tout à fait soudable avec les fils traditionnels, et il est également compatible de souder un acier autopatinable sur un acier classique. La seule différence réside dans la spécificité du matériau d'apport à former le fameux film protecteur en surface.

A ne pas sous-estimer pour le côté esthétique en phase de vie de l'ouvrage :

Un grand soin et une attention particulière et permanente pendant les travaux porte sur le respect dans l'utilisation et dans la manutention de ces aciers afin qu'ils ne gardent pas en mémoire les traces de leur mise en oeuvre :

- Pas de coups ou blessures
- Pas de meulage sur des surfaces apparentes
- Pas de soudage de pièces provisoires telles qu'oreilles de levage, clames, etc, contrairement à des aciers peints ou galvanisés avec lesquels toutes ces dispositions provisoires disparaissent dans le traitement de surface.

Dans le même esprit, en fin de travaux d'assemblage, l'avivage de l'ensemble des surfaces par grenailage ou sablage est indispensable pour :

- Supprimer la calamine présente sur les tôles qui pourrait entraîner une formation disparate de la Patine.
- Atténuer les effets dus aux légers 'bobos' rapportés par la manipulation des pièces ou par le soudage par exemple.

- Homogénéiser les surfaces et donc l'aspect général de la Patine en remettant partout à zéro les compteurs de début de formation du film protecteur (risque de nuancier sinon)

La question esthétique ne remet pas en cause la résistance de l'ouvrage, mais elle a son importance dans son vieillissement.

D'autant que le choix du matériau 'acier autopatinable' se croise souvent avec une architecture recherchée et exigeante.

#### Le montage sur site

De la même manière qu'en atelier,

- Un soin particulier est à apporter dans les manutentions et les réglages de pièces. (élingues tissus, protections caoutchouc, etc.)
- Les QMOS adéquates sont à obtenir avec les procédés habituels de chantier
- dans le cas d'un pont gruté et assemblé en position, le phasage est le même avec pose à la grue, réglage, assemblage par soudage et contrôle CND des soudures. (méthodes de contrôle-soudure intact : Magnétoscopie,

## Les manifestations régionales

Ultrasons, etc.)

Pour les Aboutages de tôles, comme il n'existe pas de fil fourré 'autopatinable' pour le procédé de soudage sur site le plus répandu (Innershield), il est possible de réaliser les remplissages avec le fil traditionnel et de garder les 8 à 10 derniers mm en surface pour l'utilisation d'un autre procédé (à l'arc par exemple).

Le but étant de toujours finir la soudure avec un matériau d'apport apte à l'autopatinage.

Dans le cas d'un pont poussé, la technique de lançage sur chaises téflon plus innovante paraît là pour le coup moins appropriée que les chaises à galet puisque le glissement entre le téflon et l'acier brute est incompatible,

A moins de prévoir une couche de peinture provisoire qu'il faudrait sabler après lançage dans le cadre d'un sablage complet en position après travaux.



#### CONCLUSION :

Les techniques de mise en oeuvre sont globalement les mêmes que pour tout autre acier.

Quelques contraintes spécifiques restent malgré tout à respecter pendant et après les travaux :

1. les surcoûts liés aux achats de matière première
2. les surcoûts liés aux surépaisseurs de 2 ou 3mm sur chaque tôle
3. un soin particulier à apporter pendant tous les travaux
4. des qualifications adaptées aux méthodes d'assemblage
5. des reconstitutions de profilés en tôles du fait de la faible gamme présente sur le marché actuel
6. le traitement de surface par projectile afin d'égaliser les surfaces après travaux d'assemblage
7. un bon écoulement des eaux sous l'ouvrage et sur appuis afin d'éviter les stagnations d'eaux chargées en rouille / patine (ouvrages inférieurs salis)
8. une attention à signaler au public contre les salissures sur les vêtements des usagers par exemple
9. le traitement des graffitis qui imprègne les pores de l'acier brut et qui seraient faits pendant les 3 ou 4 premières années de l'ouvrage



## Réglementation et dispositions constructives :

### - pour les ouvrages d'art

*Damien CHAMPENOY - CETE de l'Est*

#### Le contexte normatif

##### Conception et matériaux :

NF EN 1993 : Calcul des structures en acier

NF EN 1994 : Calcul des structures mixtes

NF EN 10025 : Produit laminé à chaud en acier de construction (Partie 5)

NF EN 1090 : Exécution des structures en acier et des structures en aluminium

Documents supplémentaires pour l'utilisation d'acier W (en France) :

Circulaire de 85

Note d'informations SETRA (30/04/1981)

#### Agressivité de l'environnement

Circulaire de 1985 :

« Ceci exclue en pratique :

• une bande côtière de 2 km (y compris autour des estuaires, rias, abers et autour de la partie du cours des rivières que la mer remonte périodiquement) pour la Mer du Nord, la Manche et l'Océan Atlantique, et de 1 km pour la Mer Méditerranée,

• les sites en atmosphère urbaine et industrielle très polluée,

• mais aussi les sites particuliers répondant localement à ces définitions, par exemple :

• passage inférieur ou supérieur d'un itinéraire soumis à un traitement hivernal par le sel,

• sites voisins de centrales thermiques, d'usine d'incinération... »

#### Les dispositions constructives

Éviter l'effet des chlorures

Éviter la condensation permanente

Éviter les eaux stagnantes

Favoriser la ventilation

Autres dispositions :

• Assemblage : par soudage exclusivement.

• Soudure : métal d'apport : dernière passe de même composition que l'acier W utilisé.

• Décapage nécessaire : la calamine empêche la formation d'oxyde protecteur.

• Épaisseur minimum : 8 mm.

• Inspection : prévoir mesure d'épaisseur résiduelle (sans patine) à 5 et 10 ans. Pour les grands OA, mise en place de témoin de corrosion.

#### Principaux désordres observés

- Mauvais assainissement
- Joint de chaussée non étanche

## Les manifestations régionales

### Réglementation et dispositions constructives :

#### - pour les bâtiments

*Pierre ENGEL - ArcelorMittal Construction*

#### Normes en vigueur et documents de référence

1. EN 10025-5 2005 Produits laminés à chaud en acier de construction - Partie 5 : Conditions techniques pour les aciers améliorée à la corrosion atmosphérique.

2. EN 10025-1 2004 Produit laminés à chaud en acier de construction - Partie 1 : Conditions générales techniques de livraison.

La dénomination S355J0WP désigne un acier autopatinable de type 1 suivant la norme 10025-5 2005, lettre P signale une moindre soudabilité due à la forte présence de phosphore 0,06% > P > 0,15%

La dénomination S355J2W désigne un acier autopatinable de type 2 avec une teneur en phosphore < 0,035%

#### Domaines d'application des aciers autopatinables

- Structures internes et externes des constructions,
- Enveloppes externes des bâtiments,
- Architecture d'intérieures, serrurerie,
- Cheminées et autres structures de mats haubanés,
- Réservoirs et conteneurs de transport,
- Ponts et aménagements urbains,
- Navires, châssis de camion et de wagons,
- Échangeurs thermiques...

#### Usinage des aciers autopatinables

Pour les applications de bâtiment et d'aménagements urbains les aciers autopatinables ne requièrent pas de précautions spécifiques pour les opérations suivantes :

- Découpes mécaniques et thermiques,
- Pliage, cintrage et emboutissage,
- Assemblages boulonnés possibles avec précautions,
- Soudage avec des électrodes et du fil compatibles,
- Mise en peinture immédiatement après sablage.

#### Opérations de soudage

Les aciers AP sont soudables par toutes les techniques avec du fil ou des électrodes adaptés. Dans des conditions favorables, le préchauffage (100 à 200 °C) est inutile. Il en est de même pour les épaisseurs > 15 mm en nuances S235J0W et S235J25W :

#### Mise en peinture

Les aciers autopatinables sont aussi utilisés peints dans des applications telles que les navires et les conteneurs ou pour des bâtiments comme l'ancien siège d'Havas à Neuilly/Seine (raisons parfois subjectives).

#### Les règles de base de la conception

##### 1 Proscrire les zones de confinement

Les zones confinées où une ambiance humides continue persiste sont à proscrire. La notion de ventilation suffisante des éléments pour laisser évaporer les eaux résiduelles est essentielle.

##### 2 Préférer les liaisons soudés

Les liaisons boulonnées des éléments en acier autopatinable sont tout à fait possibles, des boulons de classe 6.4, 6.5 et



8.8 sont disponibles. Cependant, ce type d'assemblages est néanmoins sujet à des retenues d'eau et à la corrosion interstitielle entre les plaques.

Les cordons de soudures doivent être soignés !

Les soudures des éléments structuraux et de capotage doivent être soignées. Elles doivent être exécutées avec des électrodes compatibles, de qualités métallurgiques voisines à l'acier autopatinable afin d'éviter leur détérioration.

3 Eviter les ruissellements compliqués :

Les détails d'exécution doivent être compatibles avec la règle d'évacuation des eaux de ruissellement pour éviter toute stagnation ou effet de capillarité. Par exemple, les bords de la semelle inférieure des poutres caissons doivent être positionnés à l'intérieur des âmes.

4 Eviter les pièges à débris

Certains détails constructifs favorisent la formation d'eaux stagnantes, retiennent les poussières et/ou débris organiques qui peuvent être déposés par le vent ou les oiseaux...

5 Prévenir l'humidité interstitielle

Lorsque le boulonnage de certaines pièces est inévitable, il convient de résoudre les risques d'infiltrations interstitielles entre les patines.

6 Canaliser les eaux de ruissellement

L'écoulement des eaux de ruissellement sur les ouvrages en acier autopatinable véhiculent de l'oxyde de fer qui provoque des salissures et s'incrustent dans les supports minéraux (béton et pierre). La mise en place de gouttières de récupération solutionne ces problèmes.

7 Attention aux épaisseurs trop fines

L'engouement pour la texture des aciers autopatinables en aménagement intérieur conduit à l'emploi d'épaisseurs de plus en plus fines. Cette pratique acceptable pour les éléments non structuraux est à bannir pour les éléments de résistants dont l'épaisseur ne doit pas être moins de 3 mm.

8 Eviter la végétation grimpante

Les végétations grimpantes comme la vigne vierge sont proscrites car elles constituent une source d'humidité permanente qui relance la corrosion.

9 Effectuer un sablage uniforme

La patine des aciers autopatinable se développe plus régulièrement lorsque les pièces ont été préalablement sablées.

10 Eviter les marquages intempestifs

Très commode à mettre en oeuvre et à entretenir, les aciers autopatinables requièrent néanmoins une attention particulière lors de la mise en oeuvre. Afin d'obtenir une patine uniforme et homogène... Ainsi, les traits de craie ou de marqueur, les marques de graisse, les adhésifs, les marques de pas, les effets de masque... sont autant d'entrave à l'obtention d'une patine uniforme.

Les règles courantes d'entretien

1 Vérifier les réseaux de drainages

## Les manifestations régionales

Un écoulement continu dans un réseaux de drainage d'une construction en acier autopatinable n'est ni normal ni souhaitable. Il faut identifier son origine et y mettre fin rapidement car ce genre de phénomène peut être source de pathologie.

2 Enlèvement de tags et de graffiti

Au début du processus d'oxydation, le sablage ou le ponçage sont les meilleures façons de supprimer les marquages indélébiles de feutre et de peinture (graph et tag) dans la mesure où l'épaisseur du support est confortable.

La patine définitive de l'acier est obtenue après deux années. En cas de détérioration du film protecteur d'oxydes, celui-ci se reforme. Cette cicatrisation assure la protection de l'acier ainsi que la continuité de la patine.

3 Obturation des joints

La mise en place de mastic ou de joint de calfeutrement empêchant le drainage des panneaux peut causer la corrosion des éléments.

4 Éviter les ruissellements intempestifs.

### Quelques chantiers récents

RD65 - Aménagement du carrefour d'Alco à Montpellier

La passerelle piétonne en acier autopatinable

Valérie ANDRIEU - Conseil Général de l'Hérault

#### L'opération Alco

L'opération d'aménagement du carrefour d'Alco s'inscrit dans le cadre de l'aménagement d'un boulevard urbain de grande capacité au nord de Montpellier.

L'objectif principal de cette opération est d'assurer une meilleure fluidité à l'accès nord de Montpellier et au contournement de l'agglomération.

#### La passerelle piétonne

Cette passerelle permet d'assurer une liaison sécurisée entre les établissements scolaires (collège et lycée) et une voie dédiée au transport en commun en site propre comprenant également des cheminements pour les modes doux.

Elle permet également de sécuriser les déplacements entre les quartiers avoisinants

#### Le contexte





### Les contraintes

- Ouvrage destiné aux piétons et cycles avec accessibilité pour les PMR
- Franchissement de la RD65 à 2x3 voies avec un niveau de trafic important (40 000v/j en 2008 et 60 000 v/j en 2025) et les impacts visuels et acoustiques correspondants
- Zone périurbaine peu dense et assez exposée aux vents



### Les réponses architecturales

Les concepteurs :

Architectes : MM.MENE SAFRANE & N'GUYEN KHAN (cabinet MSNK) membres du groupement MEDIAE SEDOA MSNK architectes CARRES VERTS

Les réponses :

Une solution simple et fonctionnelle dans un souci d'économie de moyen et de durabilité

### Le choix de l'acier autopatinable

- L'acier autopatinable, utilisé sans revêtement, s'oxyde sur la surface de la tôle créant ainsi une patine de couleur brun pourpre.
- La formation de cette patine se fait naturellement à l'air libre pendant 3 à 4 ans de façon variable selon les conditions atmosphériques
- A l'issue de cette période, le phénomène de corrosion se stabilise.
- Le choix du métal est approprié au parti architectural de simplicité de l'ouvrage : il évite la complication de la mise en œuvre d'un garde-corps traditionnel en supprimant les détails qui en font sa complexité
- L'acier autopatinable est retenu pour son caractère brut et naturel, sa durabilité et la facilité de son entretien compte-tenu du trafic attendu sur la RD65 (60 000 v/j en 2025)
- Le choix de l'acier autopatinable a été fait également pour répondre à la problématique des tags avec leur dégradation par le phénomène d'oxydation

### Les questionnements du Maître d'Ouvrage / acier autopatinable

- Intérêt principal: Economie limitée pour l'entretien ultérieur
- Les points sensibles:

## Les manifestations régionales

- Les risques de coulures liées au phénomène d'oxydation de l'acier durant les premières années (mise en place de caniveaux le long des poutres)
- Le nettoyage de tags (dégradation des tags avec le phénomène d'oxydation ?)

### Le retour d'expérience de 6 mois



- Une réussite sur le plan architectural
- Dès sa mise en service, les élèves, principaux utilisateurs, ont emprunté la passerelle et ils se sont rapidement appropriés les lieux
- Pas d'avis consensuel sur la couleur « rouille » de l'ouvrage de la part des usagers et riverains
- Les salissures /oxydation de l'acier: pas de coulures sur le tablier de l'ouvrage
- Les tags : véritable problème !



- Pas de technique simple de nettoyage, la peinture pénètre dans la structure compte-tenu de la porosité de la patine
- Seul un sablage peut résoudre ce problème mais c'est une technique coûteuse avec des sujétions techniques compliquées compte-tenu de la circulation routière sous l'ouvrage

### Conclusion

- Choix judicieux de l'acier autopatinable à des fins architecturales
- Choix économique pour l'entretien ultérieur
- Choix adapté à l'exploitation de l'infrastructure
- Problème d'implantation dans un contexte urbain et à proximité d'établissements scolaires avec le vandalisme (tags)