

**USAGE OF STAINLESS STEEL
IN THE DRINKING WATER DISTRIBUTION SYSTEM**

**UTILISATION DES ACIERS INOXYDABLES DANS LES
INSTALLATIONS DE PRODUCTION D'EAUX DESTINÉES À LA
CONSOMMATION HUMAINE**

I. FONTENEAU*, J. LÉDION, G. NOUAIL*****

*(Groupe de travail « Aciers Inoxydables » de la Commission « Corrosion et
protection des réseaux de l'ASTEE)*

***Institut de développement de l'inox**

Immeuble Galilée - Avenue Marcelin Berthelot

F 44812 Saint Herblain Cedex

****Ecole Nationale Supérieure d'Arts et Métiers (ENSAM)**

LIM-UMR CNRS 8006 - 151, boulevard de l'Hôpital

F 75013 PARIS

*****SAINT-GOBAIN PAM**

Centre de Recherche et Développement - B.P. 109

F 54704 Pont-à-Mousson Cedex

Resumen

En el dominio de la producción y del suministro de agua destinada a consumo humano, los aceros inoxidables tienen aún un uso limitado en algunos países europeos. Esto es debido a diversas razones, o económicas, o relacionadas con una cierta suspicacia hacia el material causada por experiencias fallidas, o bien debido a otras razones.

El grupo de trabajo "Ácero inoxidable" de la comisión Corrosión de la ASTEE se ha propuesto como meta establecer una compilación de reglas para la utilización de aceros inoxidables en el dominio del abastecimiento de agua potable.

El trabajo de dicho grupo se materializa con la edición de una selección de varias partes: « Guía para la utilización de aceros inoxidables en las redes de agua ».

La parte 1, disponible desde 2003, « Las instalaciones interiores de distribución de aguas destinadas a consumo humano » trata sobre los equipos que se encuentran en una red privada.

La parte 2, cuya publicación esta prevista en 2007, es la razón de la exposición. Ésta trata sobre las instalaciones de producción de agua potable, desde los puntos de toma a las redes de distribución pública pasando por los tanques de tratamiento y torres de agua. En esta segunda parte, un manual de ayuda guía a las diferentes partes interesadas en el transcurso de cada una de las etapas de un proyecto de una unidad de producción de agua potable, es decir, la entidad promotora, el constructor, el proyectista, el fabricante, el instalador y la entidad con derechos de explotación.

Se recogen igualmente las principales reglas de la utilización de aceros inoxidables, completadas por consejos y recomendaciones sobre el cuidado y el mantenimiento de las instalaciones propias del acero inoxidable teniendo en cuenta la evolución de su entorno.

Abstract

In the field of the production and supply of drinking water distribution systems, the usage of stainless steel in France is very restricted. There are different reasons for the limited usage in France:

- *Economic*
- *Dissatisfying experiences cause suspicions towards the material*
- *Etc...*

The participants and contributors of “Stainless Steel” of the Corrosion Commission of ASTEE decided to establish an accumulation of rules working with stainless steels in the field of the supply of drinking water.

*The proposition of the participants allowed the edition of a collection in several parts:
“Guide for the usage of stainless steels in the water supply networks.”*

PART 1 available since 2003, “The Interior Installations of Drinking Water Distribution Systems” concerning the devices found in a private network.

PART 2 which is expected to be available in 2007 and will be presented at the meeting. It concerns the installations of drinking water distribution systems that are:

- *Collecting/impounding*
- *Networks of public distribution*
- *Water production plants*
- *Water storages*

In this second part, there is a reference guide to help the different contributors during every step of the implementation of the water production plants. It is to say that the main plant, the designer/originator, the contributors and participants, the manufacturer, the water fitter, and the owner.

Equally, there are workmanlike principals that concern working with stainless steel, supplemented advice, and cleaning and maintenance recommendations of the installations, specifically stainless steel and paying attention to the evolution of the environment.

Résumé

Dans le domaine de la production et de la fourniture des eaux destinées à la consommation humaine, les aciers inoxydables n’ont actuellement dans certains pays européens, qu’un usage encore limité. Ceci est dû à diverses raisons, ou économiques, ou liées à une suspicion envers le matériau entraînée par des expériences malheureuses, ou à d’autres encore.

Le groupe de travail "Acier Inoxydable" de la commission Corrosion de l'ASTEE s'est donné comme ambition d'établir une compilation des règles de mise en œuvre des aciers inoxydables dans le domaine de la fourniture de l'eau potable.

*L'activité du groupe de travail se concrétise par l'édition d'un recueil en plusieurs parties : « **Guide pour l'utilisation des aciers inoxydables dans les réseaux d'eaux** ».*

***La Partie 1** disponible depuis 2003, « Les installations intérieures de distribution d'eaux destinées à la consommation humaine » concerne les appareils trouvés sur un réseau privé.*

***La Partie 2** dont la parution est prévue en 2007 fait l'objet de l'exposé. Elle concerne les installations de production de l'eau potable, allant des captages aux réseaux de distribution publique en passant par les usines de traitement et les châteaux d'eau.*

Dans cette partie 2, un aide-mémoire guide les différents intervenants au cours de chacune des étapes de la concrétisation d'un projet d'appareillage destiné à une unité de production d'eau potable, c'est-à-dire le maître d'ouvrage, le maître d'œuvre, le concepteur, le fabricant, l'installateur et l'exploitant.

Sont également répertoriées les principales règles de l'art afférentes à la mise en œuvre des aciers inoxydables, complétées de conseils et de recommandations pour leur entretien et la maintenance sur les installations, qui sont propres à l'acier inoxydable, et tenant compte de l'évolution de leur environnement.

INTRODUCTION

Dans le domaine de la production de l'eau potable, différents matériaux sont couramment utilisés pour les installations. Dans certains pays comme la France, l'acier inoxydable fait partie de ces matériaux dont l'usage reste souvent confidentiel. Dans d'autres pays européens, Suisse, Allemagne, Portugal, ... il a pourtant été adopté pour ses propriétés et ses qualités intrinsèques. Différentes raisons sont avancées pour expliquer l'absence de l'acier inoxydable dans les installations, dont le coût du matériau, certaines difficultés à approvisionner la nuance souhaitée, un surcoût de la main d'œuvre (recours à des entreprises spécialisées en chaudronnerie, en soudure, pour l'installation, etc.)

Les dispositions réglementaires entourant la fourniture des eaux destinées à la consommation humaine, en particulier celles adoptées pour limiter la prolifération des légionnelles et pour réduire les teneurs en éléments indésirables dans l'eau potable (directive CE 98/83), devraient rendre plus attractif l'acier inoxydable, en raison de ses propriétés spécifiques, pour un emploi plus intense dans les installations de production d'eau potable. Il y offre par ailleurs un large spectre d'utilisations potentielles, en dehors des appareils en contact avec l'eau potable : équipements divers tels que passerelles, rambardes de sécurité, armoires électriques, ...

L'acier inoxydable reste pourtant peu utilisé dans ce secteur. Les utilisateurs potentiels paraissent avoir du mal à franchir le pas, faute de trouver réunis une information pratique fiable et des conseils avisés sur l'emploi des inox. Ceux-ci sont souvent dispersés et nécessitent alors, de l'utilisateur potentiel, un investissement personnel important pour les rassembler et les mettre efficacement en application. Une connaissance insuffisante, voire une totale méconnaissance des aciers inoxydables, est la plupart du temps à l'origine de nombre d'erreurs et de défaillances qui tendent à discréditer encore le matériau.

La commission « *Corrosion et Protection des réseaux* » de l'ASTEE (section française du CeoCor) a confié à un groupe de travail rassemblant différents experts, venant notamment des secteurs d'activité de l'eau potable, de l'acier inoxydable et d'autres, la mission de dresser en quelque sorte "un bilan" des expériences diverses acquises sur l'utilisation des aciers inoxydables dans le domaine de la fourniture de l'eau potable. Le groupe de travail s'est proposé de faire partager les résultats de cette expérience accumulée sur l'emploi de l'acier inoxydable, en rédigeant un recueil de bonnes pratiques intitulé « *Guide pour l'utilisation des aciers inoxydables dans les réseaux d'eaux* ».

La première partie, consacrée aux installations intérieures est parue en 2003.

La seconde partie du guide, dont les grandes lignes sont présentées dans ce document, s'adresse aux différents intervenants dans la réalisation d'un appareillage destiné à une unité de production d'eau potable, c'est-à-dire le maître d'œuvre, le concepteur, le prescripteur, le fabricant, l'installateur et l'exploitant. Un aide-mémoire est établi pour les guider dans chacune des étapes de la concrétisation du projet : il s'agit en effet de se poser les bonnes questions et d'appliquer les solutions correctes pour éviter des erreurs pouvant engendrer des désordres, des défaillances, ou des réparations par la suite.

1 - RAPPELS SUR LES ACIERS INOXYDABLES DESTINÉS A LA DISTRIBUTION D'EAU POTABLE

Généralités

Dans le domaine de la distribution des eaux destinées à la consommation humaine l'usage des aciers inoxydables (« inox ») est resté limité. Pour expliquer cela, deux raisons sont généralement avancées : les coûts et quelques expériences malheureuses.

Or, l'application des nouvelles directives européennes (CE 98/83, traduites en droit français par le décret du Ministère de la Santé 2001/1220 du 20 décembre 2001, contraint les distributeurs d'eaux à être très attentifs vis-à-vis des problèmes de relargage des matériaux et de prolifération bactérienne.

Dans ces conditions, l'emploi de l'inox peut apparaître comme une très bonne alternative à condition toutefois de respecter quelques règles simples de mise en œuvre, et de bien écarter les idées fausses qui circulent sur le sujet.

1-1 – Les idées fausses

1-1 Avec les aciers inoxydables, plus de problème de corrosion.

C'est vrai, si les nuances sont correctement choisies, mises en œuvre et utilisées. Toutefois, inoxydable ne veut pas dire inaltérable : dans de mauvaises conditions de mise en œuvre ou d'utilisation, les inox peuvent se corroder.

1-2 Les aciers inoxydables ne s'entartrent pas.

C'est vrai, si l'eau n'est pas entartrante. En présence d'une eau entartrante, l'inox peut s'entartre comme tout matériau qui ne relargue rien dans l'eau.

1-3 Les surfaces d'aciers inoxydables empêchent les développements bactériens.

L'inox est neutre biologiquement, c'est à dire ne ralentit ni n'accélère le développement bactérien. Les biofilms s'éliminent par des opérations périodiques de nettoyage et des désinfections régulières (industries pharmaceutiques et alimentaires). En distribution d'eaux destinées à la consommation humaine, le fonctionnement est permanent ce qui rend les opérations de nettoyage exceptionnelles.

1-2 - Qu'est ce qu'un acier inoxydable ?

Un inox n'est pas en soi un matériau noble (au sens électrochimique du terme), comme l'or ou le platine. Ce qui lui confère sa résistance à la corrosion, c'est l'existence d'une couche protectrice superficielle (figure 1) appelée "*couche passive*", auto-reconstituante, qui a la propriété de l'isoler du milieu ambiant (état passif). C'est pourquoi l'inox n'a pas besoin d'être revêtu.

Pour être précis un acier "*inoxydable*" devrait s'appeler scientifiquement "*acier passivable*".

Lorsqu'elle a été attaquée et détruite localement (rayure par exemple), la couche passive a la propriété de se reconstituer spontanément dans n'importe quelle eau destinée à la consommation humaine. En revanche, lorsque les conditions locales ne permettent pas à cette couche passive de se reformer, il y a corrosion. Il est donc impératif que les surfaces en inox restent propres, en

particulier elles ne doivent pas être déjà oxydées, sinon la repassivation ne se fait pas correctement.

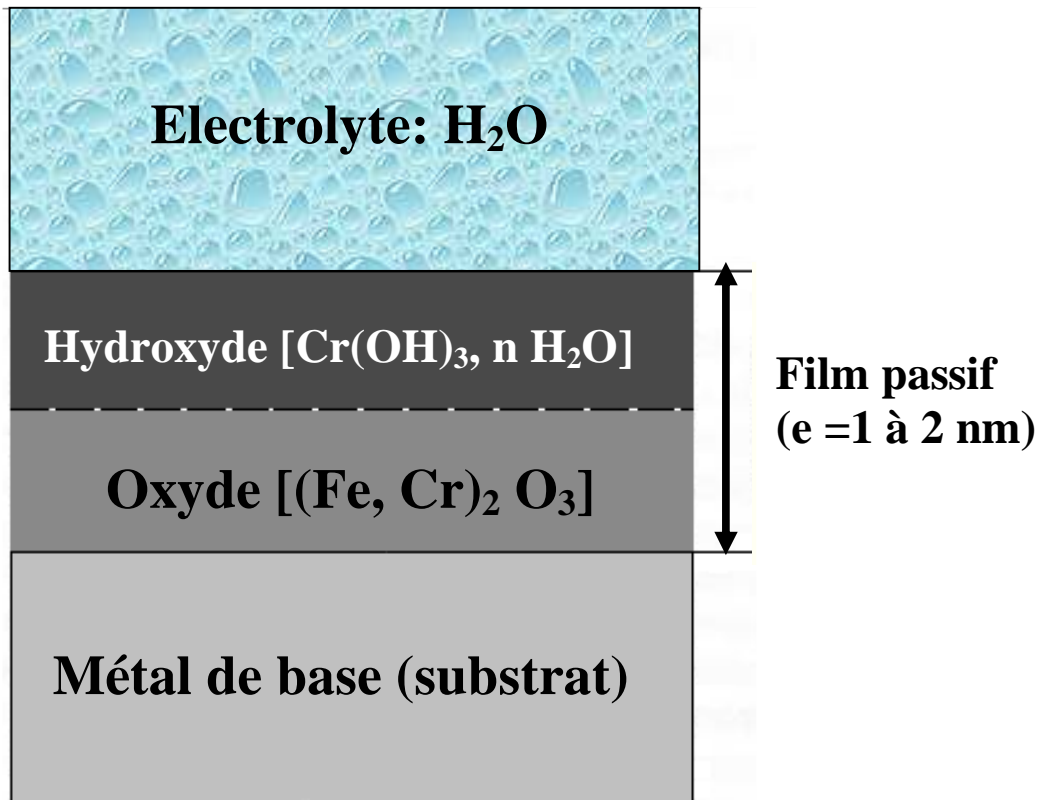


Figure 1 : *Composition de la couche passive*

Pour qu'un acier (alliage fer-carbone) soit passivable, ou considéré comme appartenant à la famille des aciers inoxydables, il doit contenir plus de 10,5% Cr. Pour une utilisation dans les eaux destinées à la consommation humaine, il doit en contenir au moins 13%. C'est le chrome qui permet la formation de la couche passive.

A cet élément essentiel peuvent s'ajouter en quantité variable d'autres éléments d'alliages comme par exemple :

- le molybdène qui améliore la qualité et les propriétés de la couche passive
- le nickel qui améliore la résistance à la corrosion et les déformations à froid

De plus, un acier inoxydable à bas carbone ($\leq 0,03\%$) est plus approprié pour les pièces soudées. En revanche, certains éléments d'addition comme le soufre (qui par ailleurs améliore l'usinabilité) sont déconseillés pour un usage au contact de l'eau.

1-3 - L'eau et les aciers inoxydables

Dans les eaux destinées à la consommation humaine, les inox résistent généralement bien à la corrosion grâce à leur couche passive. Toutefois, s'ils sont mal utilisés, ils peuvent développer des corrosions localisées, appelées "corrosion caverneuse".

Ce n'est pas le matériau en soi, mais une transformation de la composition du milieu dans les zones confinées qui est à l'origine de ces corrosions. Tandis que dans les zones confinées (cavernes) se produisent des réactions anodiques de dissolution, à l'extérieur se produisent des réactions cathodiques de réduction. Cette dissolution a pour conséquence une acidification progressive du milieu confiné. Dans cette zone, l'inox initialement exposé à de l'eau se retrouve progressivement en contact avec de l'acide chlorhydrique, de plus en plus concentré, jusqu'à la rupture de la couche passive (cf ; figure 2).

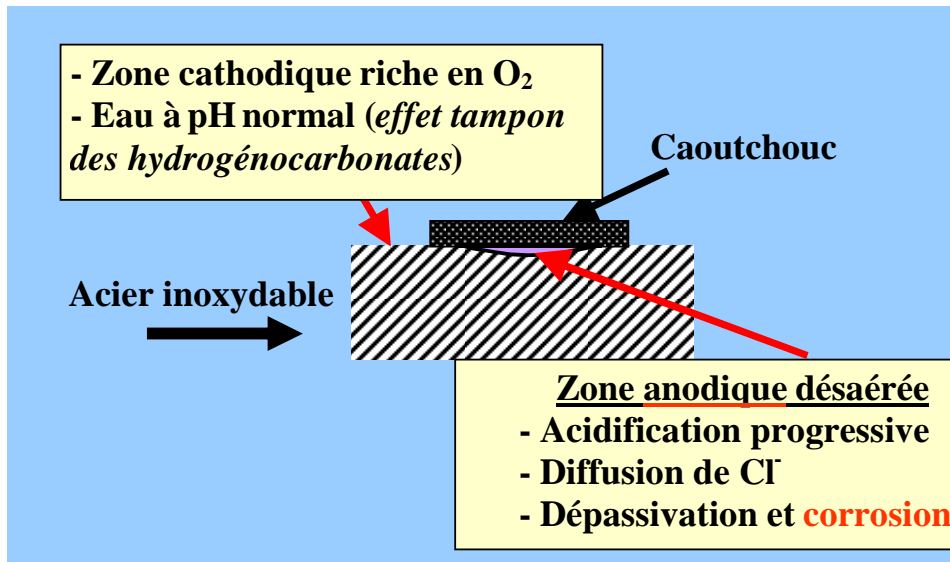


Figure 1 : Mécanisme de la corrosion cavernueuse

La corrosion s'amorce lorsque le pH de la caverne descend en dessous d'une valeur provoquant la rupture du film passif appelée pH_d . La valeur de pH_d dépend de la composition de la nuance. Les éléments d'alliages tels que le chrome et le molybdène ont pour effet d'abaisser le pH_d et d'améliorer ainsi la résistance à la corrosion.

1-4 – La conception et l'utilisation :

Dans la conception des installations et leurs conditions de fonctionnement, il faut :

- Considérer les formes et la mise en œuvre de ces formes : éviter les formes trop complexes, surtout si elles peuvent contribuer à créer des milieux confinés (ex : bras morts) favorables au développement de la corrosion cavernueuse.
- Bannir la mise en contact avec des particules ferreuses (limailles, poussières, copeaux...), avec des outillages en acier au carbone, que ce soit en fabrication, en stockage ou en service. Si le cas se présente, une décontamination appropriée permet d'éliminer ce problème.
- Veiller à la constance des conditions d'utilisation.
- Ne pas changer de produit de nettoyage en cours d'utilisation sans savoir si ce dernier est adapté à la nuance d'inox employé.

- Ne pas changer la température d'utilisation des produits de nettoyage et de désinfection (eau de Javel notamment)
- Ne confier les opérations de soudage qu'à des opérateurs qualifiés et certifiés. Le non-respect des règles de l'art en matière d'assemblage (soudure notamment) peut causer la perte des propriétés de résistance à la corrosion de l'inox utilisé. Pour les assemblages classiques pratiqués en plomberie, il existe des systèmes d'assemblage par sertissage très pratiques et faciles à mettre en œuvre.
- Surveiller la possibilité d'un couplage galvanique avec d'autres matériaux métalliques même si celui-ci est généralement peu actif dans les eaux destinées à la consommation humaine.

Tous ces aspects sont développés dans la bibliographie [3], [4], [6], [9]

1-5 - Les nuances à utiliser

Les aciéristes ont développé des quantités de nuances d'aciers inoxydables pour répondre aux besoins spécifiques des fabricants de matériel [7], [8], [14]. En présence d'eaux destinées à la distribution, seules quelques nuances classiques sont utilisées de manière courante (tableau 1).

Pour l'utilisation dans les eaux, les états de surface 2B [8] sont suffisants.

Les produits du marché répondant aux normes présentent des qualités très différentes : il est important de s'assurer d'une parfaite traçabilité qui garantit la nuance et sa conformité à la norme européenne.

Tableau 1: Principales nuances d'aciers inoxydables utilisées dans les usines d'eau potable

Normes Européennes		Cr (%)	Ni (%)	Mo (%)	Famille d'inox	Cote Corrosion (de 10 à 20)	Résistance à la corrosion
Symbolique	Numérique						
X5CrNi 18-10	1.4301	17 à 17,5	8 à 10,5	-	austénitique	13	- Résistance à la corrosion +
X2CrNi 18-9	1.4307	17,5 à 19,5	8 à 10	-	austénitique	13	
X5CrNiMo 17-12-2	1.4401	16,5 à 18,5	10 à 13	2 à 2,5	austénitique	16	
X2CrNiMo 17-12-2	1.4404	16,5 à 18,5	10 à 13	2 à 2,5	austénitique	16	
X2CrNiMoN22-5-3	1.4462	21 à 23	4,5 à 6,5	2,5 à 3,5	austéno-ferritique	19	

IMPORTANT : Pour désigner une nuance, il est encore courant de se référer à l'appellation américaine AISI. Il faut savoir que cette désignation est beaucoup moins précise que la norme européenne EN 10088 qui est en vigueur depuis 1995. En effet, dans bien des cas, à une référence AISI correspondent plusieurs nuances qui diffèrent sensiblement les unes des autres ne serait-ce que par la composition chimique ou la résistance à la corrosion. Ce n'est pas le cas pour la désignation européenne. Pour se mettre à l'abri des mauvaises surprises, il est impératif d'utiliser la norme européenne.

1-6 – L’identification des inox au molybdène

Lorsque le fabricant, l’installateur, ... reçoit un produit ou du matériel en inox, il lui est difficile d’être certain que la nuance qu’on lui livre correspond à sa demande inox au molybdène (1.4404, 1.4401) ou inox sans molybdène (1.4301, 1.4307).

Il existe dans le commerce des réactifs (liste disponible sur le site www.idinox.com) permettant de différencier les deux types de nuances à réception du métal.

Ces produits permettent par une application localisée (surface # 1 cm²) de révéler en quelques minutes selon un changement de couleur la présence ou non de molybdène dans l’inox.

1-7 - La contamination ferreuse

La contamination ferreuse est due à la présence de particules ferreuses (par exemple : poussières, limailles, ...) sur des produits en inox. En atmosphère humide, ces particules vont s’oxyder rapidement et provoquer à terme une altération de la couche passive de l’inox engendrant une corrosion localisée. Outre les mesures préventives et curatives [1], [4], [6], [10], [11], il est nécessaire, pour éviter ce type de désagrément, d’éliminer cette présence en nettoyant (décontamination) systématiquement et rapidement l’inox dès qu’il a été en contact avec des particules ferreuses. Dans la mesure du possible, il est conseillé d’utiliser des inox recouverts d’un film pelable et de maintenir ce film en place aussi longtemps que nécessaire. Le stockage des tôles revêtues d’un film pelable doit être inférieur à 6 mois (leur enlèvement pouvant s’avérer délicat au delà) et se fera dans un endroit sec et à l’abri du soleil.

Si une corrosion de l’inox survient, lorsque la contamination a été détectée tardivement, il est nécessaire de le décontaminer par un décapage (chimique et/ou mécanique) suivi d’une passivation.

1-8 - Le soudage des inox austénitiques

Dans les installations de production d’eaux potables, les nuances austénitiques sont pratiquement les seules réellement utilisées. Ces nuances présentent une excellente soudabilité opératoire. Cela ne dispense pas d’employer des soudeurs parfaitement qualifiés sur aciers inoxydables austénitiques. Les principes de soudage sont comparables à ceux des aciers au carbone, mais les paramètres de soudage sont différents.

Quel que soit le procédé de soudage utilisé, il faut réaliser, après ce dernier, un décapage (élimination de toute trace d’oxydation) des soudures tant de l’endroit que de l’envers, soit localement à l’aide de pâtes, soit par immersion dans un bain (pièces petites et moyennes), soit par pulvérisation (grands ensembles), soit par circulation (intérieur des conduites). Après cette opération, il faut procéder à la passivation (reconstitution de la couche passive) en utilisant les mêmes techniques (traitement local, immersion, pulvérisation, circulation). Après chaque opération (décapage ou passivation), il faut procéder à un rinçage à l’eau claire.

2 - GUIDE D'UTILISATION

Le groupe de travail mis en place en 2000 a produit en 2003, les premiers résultats de son activité. Une première partie du guide, intitulée « *Les installations intérieures de distribution d'eaux destinées à la consommation humaine* » concerne les appareils trouvés sur un réseau privé.

Début 2004, l'activité du groupe s'est alors portée sur l'utilisation de l'inox dans les installations de production de l'eau potable. A la suite de nombreux échanges, un canevas de présentation a été retenu pour le second volet du guide d'utilisation, spécialement dédié aux installations de production. Sa publication est prévue en 2007.

2.1. Première partie du guide

Après quelques rappels généraux sur l'utilisation de l'inox pour l'eau potable, la première partie du guide récapitule les précautions à prendre lors de la mise en service et lors des interventions sur les réseaux d'eaux privés, notamment les installations de distribution à l'intérieur des bâtiments, équipées avec de l'inox. Elle regroupe un ensemble de fiches relatives à des produits fréquemment rencontrés dans les installations privées (Figure 3).

Elle propose également des tableaux de nuances pour le choix des aciers inoxydables.

SOMMAIRE DES FICHES
Fiche n°0 : Fiche type (à compléter pour chaque nouveau produit)
Fiche n°1 : Réseau privé type
Fiche n°2 : Colonne montante eau sanitaire froide ou chaude
Fiche n°3 : Canalisations intérieures
Fiche n°4 : Evier ou plonge
Fiche n°5 : Receveur de douche
Fiche n°6 : Cuvette de WC
Fiche n°7 : Baignoire
Fiche n°8 : Lavabo ou vasque
Fiche n°9 : flexible de douche
Fiche n°10 : Pomme de douche
Fiche n°11 : Ballon d'eau chaude
Fiche n°12 : Résistance blindée
Fiche n°13 : Echangeur à plaques brasées
Fiche n°14 : Echangeur à plaques à joints
Fiche n°15 : Echangeur tubulaire
Fiche n°16 : Disconnecteur
Fiche n°17 : Clapet anti retour
Fiche n°18 : Abaisseur de température
Fiche n°19 : Mitigeurs
Fiche n°20 : Groupe de sécurité
Fiche n°21 : Surpresseur
Fiche n°22 : Détecteur de débit
Fiche n°23 : Adoucisseur
Fiche n°24 : Pompe doseuse pour traitement d'eau
Fiche n°25 : Raccords à sertir
Fiche n°26 : Assemblage par joints

Figure 3 : Sommaire des fiches « produits » de la première partie du guide

Ces fiches-produits rassemblent divers paramètres, qui concernent, pour chaque produit recensé dans le guide :

- les conditions de service habituelles de la pièce
- la pratique usuelle de nettoyage
- les opérations exceptionnelles susceptibles d'être rencontrées
- les matériaux généralement proposés pour la pièce en question
- les précautions de mise en œuvre pour une solution en inox
- des conditions inacceptables pour l'inox.

La figure 4 montre un exemple de fiche relative au cas d'un surpresseur.

Nom de la pièce :	Surpresseur
Sous-ensemble à laquelle elle appartient :	Robinetterie
Ensemble :	Installations sanitaires
Conditions de service habituelles :	
Milieu intérieur :	Conforme au décret 2001/1220 : oui Particularités : Température : 0°C à 25°C Pression : 10 bars
Milieu extérieur :	- Intérieur bâtiment : air ambiant - Extérieur bâtiment : toutes atmosphères (rurale, urbaine, industrielle, maritime, maritime et industrielle, voir NF EN 12500)
<hr/>	
Nettoyage usuel :	
Intérieur :	Aucun
Extérieur :	Aucun
<hr/>	
Opérations exceptionnelles :	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Détartrage éventuel avec des produits acides autorisés ▪ Désinfection (article 34 du décret 2001/1220 du 20.12.01) : hypochlorite, permanganate,... (mise en service, travaux, traitements curatifs) 	
<hr/>	
Matériau :	
Actuellement utilisé : Acier galvanisé, acier inoxydable, alliages légers, alliages cuivreux, plastiques	
Aciers inoxydables proposés : Aciers inoxydables de moulage, inox avec un Cr > 13% pour les tiges et axes	
<hr/>	
Précautions de mise en œuvre :	
Mise en œuvre : Mise à la terre obligatoire	
Finition : /	
<hr/>	
Conditions d'utilisation inacceptables :	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Détartrage avec des produits acides non autorisés ▪ Environnement corrosif : stockage à proximité de produits émettant des vapeurs acides ou chlorées 	

Figure 4 : Exemple de fiche « produit » - Surpresseur

2.2. Seconde partie du guide

Le second volet du guide concerne les unités de production de l'eau potable : il s'intitule « *Les installations de production d'eaux destinées à la consommation humaine* ».

Il s'adresse tout spécialement aux différents acteurs amenés à intervenir au cours de la réalisation d'un appareillage, voire d'une installation complète, destinés à une unité de production d'eau potable : maîtres d'ouvrage (prescripteurs, donneurs d'ordre, ..), bureaux d'études, fabricants (chaudronnier, usineurs, ...), installateurs, exploitants et leur service de maintenance et d'entretien.

Il a pour but de faire prendre conscience, à chaque stade de l'élaboration d'un projet, des particularités liées à la mise en œuvre de l'inox. Il a aussi pour ambition de diffuser le plus largement possible quelques signaux d'alerte, de promouvoir un changement d'habitudes dès lors que les matériaux mis en œuvre dans les unités de production d'eau potable ne sont plus les matériaux conventionnels, mais de l'inox. Différentes recommandations sont également édictées.

Ce second volet du guide comporte sept tableaux récapitulatifs.

Attentes du maître d'œuvre		Exemples non exhaustifs de rubriques à considérer (Détails dans les fiches spécifiques)
Vis à vis	Pour	
De l'exploitant	Définir les fonctions de l'installation	Indiquer les caractéristiques du procédé mis en œuvre Mentionner le type de fonctionnement (continu, discontinu...) Indiquer les conséquences d'anomalies de fonctionnement prévisibles Communiquer les résultats d'une analyse de risques effectuée sur ce type d'installation
	Préciser les conditions d'exploitation	Indiquer les caractéristiques des milieux intérieur et extérieur Fournir les températures et pressions de fonctionnement Envisager les sollicitations mécaniques extérieures à l'installation
	Indiquer la durée de vie attendue	Fixer une durée minimale avant rénovation Préciser la fréquence des opérations d'entretien et maintenance
Du bureau d'études	Maîtriser les règles de conception liées à l'inox	Prévoir une protection temporaire pendant les travaux Décaper/passiver les soudures
	Délimiter les conditions de fonctionnement de l'installation	Caractériser les milieux intérieur (eau) et extérieur et envisager les éventuelles dérives ainsi que les modifications
	Choisir la nuance	Etre capable de définir la nuance la plus appropriée en fonction de l'utilisation définie pour l'appareillage.
	Proposer des fabricant et installateur expérimentés et qualifiés pour l'inox	Citer des références de réalisations antérieures ou prouver que l'on possède des « critères de compétences »
Du fabricant	Maîtriser le travail de l'inox	Disposer d'ateliers, outils spécifiques et soudeurs certifiés
		Maîtriser les opérations de transformation et du parachèvement des organes en inox
		Faire appliquer à sa sous-traitance les méthodes spécifiques de travail des inox
De l'installateur	Maîtriser les phases d'assemblage d'une structure inox	Prévoir l'utilisation de protections temporaires contre les pollutions, la contamination... décaper / passiver les soudures
	Assurer les finitions et les nettoyages de fin de chantier	Connaître les produits à utiliser Enlever toutes les protections temporaires (films plastiques...)
Du cabinet d'audit, de contrôle	Procéder à des audits au cours des différentes étapes de la réalisation	Auditer et contrôler les différents intervenants (concepteur, fabricant...) Suivre un cahier des charges des réceptions S'assurer que les demandes et les procédures instaurées sont respectées Contrôler les appareillages
De l'exploitation Maintenance	Procéder à des surveillances régulières de l'installation	Respecter les phases d'entretien Détecter les travaux à proximité de l'installation pour conseiller sur les précautions à prendre
	Maîtriser l'entretien courant des inox	Employer du personnel averti des spécificités de l'entretien des inox
	Gérer les modifications futures	Disposer de personnel sachant souder et parachever des structures inox.

Figure 5 : Fiche relative au Maître d'œuvre

Ils s'articulent sur les attentes que le maître d'œuvre peut avoir envers les différents intervenants dans la réalisation et l'utilisation de l'ouvrage dont il a la responsabilité. Ces attentes sont précisées selon l'intervenant considéré sous la forme d'éléments que celui-ci doit prendre en compte au cours de son intervention. Des exemples non exhaustifs de recommandations agrémentent la rubrique concernant un élément à considérer. Un tableau spécifique est dédié à chacun des intervenants depuis le bureau d'études jusqu'à l'exploitant. La figure 5 présente en exemple le tableau relatif au maître d'œuvre.

La plupart des attentes du maître d'œuvre, précisées dans le tableau ci-dessus, sont les mêmes quel que soit le matériau considéré. Seule la façon de les aborder est différente, quand il s'agit d'employer l'inox.

A titre d'exemple, est présentée la fiche relative à l'installateur auquel on confie l'assemblage et la mise en service d'un appareillage ou d'une installation en inox. (Figure 6)

La liste des exemples et des rubriques à considérer que l'on trouve dans les tableaux du guide, peut paraître très longue et devoir occasionner des surcoûts financiers et en termes de travail, aux yeux du profane. En réalité, les utilisateurs confirmés de l'inox et les professionnels de sa mise en œuvre, savent qu'en les suivant ils garantissent la pérennité de leur installation.

Les pratiques spécifiques à l'inox peuvent de façon très synthétique se résumer à quelques recommandations à observer :

- à la conception, veiller à la forme des pièces et retenir la nuance adaptée aux conditions de milieu auquel l'inox sera exposé
- à la fabrication, pallier les risques de déstabilisation de la couche passive de l'inox par des dispositions et traitements adaptés
- à l'installation, disposer du personnel qualifié pour les travaux de soudure sur l'inox, assurer le nettoyage de fin de chantier
- en service, assurer les opérations d'entretien et de maintenance dans les conditions définies par le prescripteur.

C e q u e l ' o n a t t e n d d e l ' I n s t a l l a t e u r	P r i s e e n c o m p t e d e s é l é m e n t s s u i v a n t s	C o m m e n t a i r e s (e x e m p l e s n o n e x h a u s t i f s)
M a î t r i s e d e s p h a s e s d ' a s s e m b l a g e d ' u n e s t r u c t u r e i n o x	Utilisation d'outils réservés pour l'inox	Proscrire la contamination ferreuse
	Soudeur qualifié	Maîtriser les paramètres de soudage et les métaux d'apport utilisés Savoir contrôler sur site les soudures
	Protection temporaire	Éliminer les protections uniquement en fin de chantier, sauf nécessité
	Parachèvement	Interdire le meulage de pièces en acier près d'une installation inox
V é r i f i c a t i o n d u b o n f o n c t i o n n e m e n t d e l ' i n s t a l l a t i o n	Tests d'étanchéité	Vidanger l'installation une fois les tests d'étanchéité et contrôles effectués
	Contrôle de fonctionnement	
F i n i t i o n s e t n e t t o y a g e d e f i n d e c h a n t i e r	Élimination des protections temporaires	Utiliser les produits adaptés
	Décapage passivation des soudures	
	Élimination des pollutions engendrées par l'assemblage	
	Nettoyage complet au jet d'eau sous pression	

Figure 6 : Attentes vis-à-vis de l'installateur

CONCLUSION :

L'acier inoxydable, largement employé dans de nombreux secteurs de l'activité industrielle, paraît tout à fait adapté aux conditions de fonctionnement des unités de production d'eaux destinées à la consommation humaine. Pour franchir le pas, les acteurs français du secteur de l'eau potable doivent revoir leur perception actuelle de l'inox et en particulier accepter d'adapter à celui-ci leurs méthodes habituelles de travail, en vigueur avec les autres matériaux présents dans leurs installations. Les règles de l'art avec l'inox ne sont pas plus ou moins contraignantes, mais seulement différentes. Elles ont été acceptées et mises en application dans de nombreux autres secteurs d'activité, afin de bénéficier de conditions de fonctionnement plus fiables et plus pérennes. Cette adaptation à de nouvelles méthodes ne demande pas ou peu de compétences supplémentaires, mais juste la prise de conscience que l'inox n'est pas un acier classique et qu'il se travaille différemment.

BIBLIOGRAPHIE

Livres :

- [1] CUNAT P.J (avec le concours des compagnons du devoir) : « Travailler les aciers inoxydables ». *SIRPE (1998)*
- [2] MOIRON JL (avec le concours de B. BONNEFOIS et P.J CUNAT) : « Souder l'acier inoxydable ». *SIRPE (2000)*
- [3] CUNAT P.J : « Aciers inoxydables (Propriétés. Résistance à la corrosion – Critères de choix et structure- mise en œuvre) ». *Techniques de l'ingénieur*.
- [4] CETIM : « Choix et mise en œuvre des aciers inoxydables dans les industries agro-alimentaires et connexes (Volume 1 : principes généraux ; volume 2 : règles pratiques) ». *TEC & DOC Lavoisier*.
- [5] « Les aciers inoxydables ». Editions de la physique (1990).
- [6] « Les aciers inoxydables – Propriétés, mise en œuvre, emploi, normes ». *TEC & DOC Lavoisier (1990)*.

Normes et guides de bonnes pratiques :

- [7] NF EN 12502-4 : « Protection des matériaux métalliques contre la corrosion – Risques de corrosion dans les installations de distribution d'eau – Partie 4 : Considérations des facteurs influents pour les aciers inoxydables ».
- [8] NF EN 10088 (1-2-3) : « Aciers inoxydables (Partie 1 : Liste des aciers inoxydables ; Partie 2 : Conditions techniques de livraison des tôles et bandes pour usage général ; Partie 3 : Conditions techniques de livraison pour les demi-produits, barres, fils machine et profils pour usage général) ».
- [9] « Entretien des aciers inoxydables dans les applications alimentaires ou sanitaires – Référentiel de bonne pratique (RP A 36-720) ». *AFNOR, Décembre 2001*

Brochures :

- [10] « Guide pour l'utilisation des aciers inoxydables dans les réseaux d'eaux ». ASTEE, EURO-INOX, I.D. INOX, juillet-août 2003
- [11] « Le bon usage de l'inox dans le bâtiment » EURO-INOX (2002-2003) Téléchargeable gratuitement sur le site www.euro-inox.org
- [12] « Nettoyage et entretien de l'acier inoxydable dans le bâtiment » EURO-INOX (2002-2003) Téléchargeable gratuitement sur le site www.euro-inox.org
- [13] « Le décapage et la passivation de l'acier inoxydable ». EURO-INOX (2004) Téléchargeable gratuitement sur le site www.euro-inox.org
- [14] P.J. CUNAT: « The Euro-Inox Handbook of Stainless Steel » *Sirpe (2002)*