

L'industrie chimique et la corrosion *

par A. Ferat

Rhône-Poulenc Chimie fine, R. T. S., 69190 St-Fons

et H. Mazille

(INSA, Service Physio-chimie industrielle, Bât. 401, 69621 Villeurbanne



A. Ferat



H. Mazille

L'industrie chimique en Europe et plus particulièrement en France a connu depuis une trentaine d'années un remarquable développement, qui s'est effectué en diversité de produits, en quantité et en

**Conférence prononcée aux Journées d'études "Cefracor", consacrées à la corrosion dans les industries chimiques (Lyon, 3 - 5 mai 1977).*

qualité. Parmi les facteurs qui ont largement contribué à cet essor citons la présence «à l'époque» d'une énergie abondante et bon marché, l'utilisation de technologies nouvelles développées en particulier par l'industrie du pétrole et le remplacement, par d'autres matériaux, de l'acier ordinaire qui était pratiquement un des seuls matériaux métalliques utilisés auparavant.

En dépit de progrès considérables, ce facteur matériau reste encore souvent une contrainte. En effet, étant donné l'étendue de la gamme des produits obtenus, pour la plupart, dans des conditions de plus en plus sévères, nombreux sont les matériaux dont la résistance à la corrosion est insuffisante. Or l'apparition d'une forme quelconque de corrosion dans une installation industrielle a le plus souvent des répercussions financières considérables.

Dans l'industrie chimique, la corrosion apparaît actuellement comme un phénomène contre lequel il convient de lutter sérieusement, un peu comme une maladie grave mais plus ou moins mystérieuse. La meilleure manière pour la démystifier est de ne plus la considérer comme inévitable et de l'aborder d'une manière plus scientifique. C'est ainsi qu'il existe aux U.S.A. depuis quelques années, des écoles d'ingénieurs "corrosion" et nombreuses sont les sociétés qui, dans ce pays, possèdent leurs propres "corrosionistes". Il faut bien admettre que les autres pays industriels, la France en particulier, ont un certain retard en ce domaine.

Dans une première partie, nous allons nous efforcer de saisir les difficultés propres à l'industrie chimique dans le domaine de la corrosion en essayant de définir ce qu'est, ou devrait être, l'ingénieur corrosion, son implantation, son rôle, ses moyens.

Dans une seconde partie, nous exposerons les conséquences financières de la corrosion et illustrerons, avec quelques cas, les principaux problèmes rencontrés dans l'industrie chimique.

En conclusion, nous préciserons les domaines dans lesquels il serait souhaitable que toutes les parties concernées par ces problèmes, chimistes, métallurgistes, etc., unissent leurs efforts afin de lutter plus efficacement, et même permettre à des nouveaux procédés, plus économiques, de voir le jour.

I. L'ingénieur corrosion dans l'industrie chimique

I. 1. Ses difficultés

Les problèmes relatifs à la corrosion étaient, il y a quelques années, l'affaire des exploitants, c'est-à-dire des ingénieurs chimistes. Si ceux-ci possédaient une culture suffisante pour comprendre les phénomènes et les interpréter, ils manquaient par contre de données de base et ignoraient la plupart du temps l'influence de certains paramètres, tels que la teneur en chlorures ou en oxygène, la présence de traces d'eau, d'impuretés etc... Ils s'en remettaient alors aux fournisseurs par manque de temps et de moyens.

Par ailleurs, la corrosion a longtemps été considérée un peu comme une "maladie honteuse" avec laquelle "on" était obligé de vivre mais que l'"on" essayait de cacher ou de minimiser. De toute façon, "on" en parlait le moins possible. Or l'exemple de la médecine le prouve abondamment, la lutte est d'autant plus efficace que les malades sont informés et "décomplexés" et qu'à la moindre alerte, ils vont consulter leur médecin traitant.

Une grande partie des difficultés rencontrées, dans l'industrie chimique, pour l'organisation de l'anti-corrosion provient de ce facteur et également du fait que la corrosion couvre des domaines très différents tels que : chimie, électrochimie, génie chimique, mécanique, métallurgie, thermodynamique, ... Une seule personne peut difficilement posséder des connaissances approfondies dans tous ces domaines. Ce n'est d'ailleurs pas indispensable. En effet, le rôle du corrosionniste de l'industrie chimique est avant tout l'étude et le contrôle des phénomènes de corrosion se développant sur les installations industrielles. Ceci signifie qu'il doit parler couramment le langage anticorrosion, c'est-à-dire qu'il doit comprendre, interpréter, utiliser la littérature spécialisée et ensuite faire appel, dès que cela est nécessaire, aux différents spécialistes, aux différents techniciens compétents, entre autres ceux des services analytiques. Il doit donc pour cela posséder une formation générale dans les différents domaines précités. Une ou deux spécialisations peuvent certes lui être très utiles et lui faciliter son travail. Mais il ne faut pas que cet avantage se transforme, à la limite, en un inconvénient, celui d'une approche et d'une étude des problèmes toujours orientés dans le même sens.

Tout ceci souligne la nécessité du travail d'équipe et l'importance des contacts personnels et des rencontres avec d'autres personnes de la même société, d'autres sociétés ou encore avec des universitaires ou plus généralement des chercheurs. Le présent exposé est la preuve d'une collaboration efficace et enrichissante pour les deux partenaires.

I. 2. Son implantation

Une autre difficulté dans l'organisation de l'anti-corrosion réside dans l'implantation

du corrosionniste. En effet, placé dans un contexte usine, l'ingénieur-corrosion se transformerait vite en ingénieur-entretien. A l'inverse, isolé dans un centre de recherches, il se trouverait trop éloigné de la pratique industrielle et de ses problèmes. Il existe un compromis : le service "pilotes" ou demi-grand qui, comme son nom l'indique, est, au point de vue rôle et taille, l'intermédiaire entre le laboratoire et l'unité industrielle. Si cette solution présente l'avantage d'un environnement recherche, elle conserve tout l'inconvénient relatif à l'éloignement des unités de fabrication. En effet, le fait de ne pas être sur place dans l'usine entraîne non seulement le risque d'arriver lorsque l'installation a déjà été remise en service et de n'avoir à observer que le morceau de tube corrodé qui a été mis de côté, mais également celui de passer pour une sorte d'inspecteur enquêteur. C'est à ce niveau surtout que doivent intervenir les talents de diplomatie et de psychologie, qualités indispensables chez le corrosionniste.

L'avantage essentiel de l'implantation "pilotes" reste toutefois la faculté d'étudier ou de confirmer la tenue de tel ou tel matériau dans des conditions réelles de marche, d'étudier et de suivre l'influence de paramètres, tels que la température, la concentration, l'agitation..., afin de pouvoir préciser ensuite à l'exploitant les "fourchettes", les domaines de travail compatibles avec un bon fonctionnement de l'installation. Par exemple, une légère modification dans une procédure de mise en route ou d'arrêt d'une installation peut entraîner des conséquences extrêmement bénéfiques quant à sa durée de vie. L'inverse est hélas tout aussi vrai.

I. 3. Son rôle

Il consiste en 3 activités et 2 missions.

Les 3 volets de l'activité sont :

- le diagnostic qui est trop souvent basé sur un examen post mortem
- le "suivi", qui consiste en des contrôles plus ou moins périodiques.
- la prévention, qui correspond au choix des matériaux, de leur mode d'assemblage et des méthodes de protection.

Les 2 missions sont la formation et l'information.

I. 3.1. Activités

Une des activités consiste à déterminer les causes de l'apparition parfois brutale d'un phénomène de corrosion.

Lorsqu'un incident vient de se produire en usine, il est essentiel que l'intervention du corrosionniste soit rapide, aussi bien pour rassembler tous les éléments nécessaires à une bonne compréhension du phénomène que pour proposer des remèdes et minimiser les conséquences financières consécutives au mauvais fonctionnement de l'installation. Dans certains cas le diagnostic peut

être immédiat, dans d'autres, il peut demander des essais complémentaires en laboratoires.

La tâche du corrosionniste consiste également à suivre l'évolution éventuelle de la corrosion dans des appareils souvent essentiels pour le fonctionnement de l'installation. C'est en particulier le cas des réacteurs, des échangeurs de chaleur, des colonnes de distillation etc. Ce suivi s'effectue sur des appareils en service depuis un certain temps ou sur des appareils neufs. Il s'agit le plus souvent, dans le premier cas d'un phénomène déjà observé et à caractère de gravité modéré, par exemple une corrosion généralisée et dans le deuxième d'un phénomène redouté, souvent du fait d'un changement de matériau ou d'une modification de procédé.

La partie la plus délicate de l'activité du corrosionniste est sans conteste celle concernant le choix des matériaux dans le cadre de la réalisation d'une nouvelle unité ou dans celui d'un changement de matériau. Une erreur de sa part peut en effet avoir des répercussions considérables sur l'avenir d'une telle unité. Si certains aspects du procédé sont bien connus, d'autres le sont parfois beaucoup moins. C'est à ce niveau que le travail d'équipe est particulièrement important, car il est rare que le corrosionniste puisse résoudre seul l'équation "matériau - milieu - fonction". Les phénomènes de corrosion étant très souvent liés à des conditions locales, telles que la température, la concentration, la teneur en gaz dissous, etc., le corrosionniste va être amené à approfondir ses connaissances, en particulier celles relatives aux conditions de fonctionnement avec « l'ingénieur procédé », et celles relatives au mécanisme du processus chimique avec l'ingénieur chimiste. Après avoir fait appel à son expérience, le corrosionniste doit confirmer le choix des matériaux par des essais en laboratoires et/ou en pilote avant de passer au stade industriel.

I. 3.2. Missions

Le rôle du corrosionniste ne doit pas se limiter aux interventions et aux essais, mais également comprendre les missions de formation et d'information. Il doit en particulier faire profiter l'ensemble du personnel de ses observations, de manière à le sensibiliser sur tous ces problèmes et à créer ainsi un état d'esprit anticorrosion, qui ne peut qu'être bénéfique et profitable à tous. Cette sensibilisation doit bien sûr se faire au niveau des ingénieurs et techniciens concernés, mais aussi au niveau de la direction elle-même, et ce à partir de toutes les expériences heureuses ou malheureuses. Ce genre d'information a en effet un double but : celui de répondre à une question précise, et, à plus longue échéance, celui de documenter.

Une telle documentation traduit finalement l'expérience du corrosionniste, et celle de son laboratoire qui joue lui aussi un rôle essentiel.

I. 4. Ses moyens d'investigations

Sans nier l'importance de moyens analytiques sophistiqués, le laboratoire corrosion, même avec des moyens relativement modestes, doit être capable de résoudre une grande partie des problèmes qui lui sont posés.

Pour cela il doit pouvoir :

- disposer de l'appareillage classique de

métallographie et d'électrochimie ainsi que de divers appareils permettant l'étude et le contrôle de la corrosion.

- réaliser différents types d'essais plus ou moins classiques en vue d'étudier ou de reproduire le comportement des matériaux dans des conditions données.

Il convient de signaler qu'il est parfois

possible d'arriver rapidement à de bons résultats avec des moyens peu coûteux, mais avec du bon sens et de l'expérience ; c'est le cas du marteau pour la corrosion intergranulaire, de l'aimant pour les matériaux magnétiques, du nitrate d'argent pour la mise en évidence des chlorures et du nez pour la détection des composés sulfurés.

II. La corrosion dans l'industrie chimique

II. 1. Aspect économique

II. 1.1. Conséquences financières de la corrosion

Selon des estimations relativement récentes *, le coût de la corrosion aux U.S.A. et dans les autres nations dites « développées » se situe à 1,25 % du PNB. Aux U.S.A., par exemple, cela signifie pour 1972 une somme supérieure à 15 milliards de dollars, somme supérieure à celle due aux catastrophes naturelles telles que inondations, incendies, tremblements de terre, typhons, tornades... Certaines estimations arrivent même à doubler ce chiffre, ce qui donnerait une somme supérieure à 800 F par an et par américain.

Dans les industries chimiques, et en particulier l'industrie chimique française, les chiffres, en valeur relative, sont probablement aussi élevés.

Pour le groupe Rhône-Poulenc, nous disposons d'estimations à partir des frais d'entretien. Ceux-ci dépendent essentiellement du site et de la nature des productions. C'est ainsi qu'ils varient du simple au double pour deux usines de 2.500 personnes.

La part relative de la corrosion dans ces frais d'entretien est en conséquence difficilement chiffrable, mais il est généralement admis qu'elle représente plus de 20 % de ce budget.

Quoi qu'il en soit, le coût dû à la corrosion dépasse la somme de 100.10⁶ F/an pour l'ensemble du groupe.

Ce chiffre met en évidence l'importance du problème, surtout du fait qu'il ne tient compte que d'une partie des pertes financières dues à la corrosion.

En effet, celles-ci sont de différents types :

- pertes directes :

elles correspondent au coût des pièces à remplacer et à celui des réparations à effectuer. Dans le cas du remplacement d'un matériau par un matériau plus noble s'ajoute naturellement la différence de prix, mise en œuvre comprise, entre les deux matériaux. Ces pertes comprennent également le coût dû à l'entretien, celui-ci se manifestant par différents contrôles plus ou moins systématiques, le renouvellement des peintures et autres revêtements protecteurs, ... sans oublier le coût dû à la mise en

place de méthodes de protection, telles que protections cathodique ou anodique, emploi d'inhibiteurs, etc...

Remarque :

Certaines unités doivent augmenter leur capacité de production. Dans ce but, comme cinétique et température vont généralement de pair, les exploitants ont tendance à augmenter les températures de service, et la corrosion qui était jusque-là modérée, peut dans ces nouvelles conditions devenir prohibitive.

- Pertes indirectes :

Elles peuvent être très importantes. Elles correspondent essentiellement à un manque à gagner par arrêt de production. Dans le cas de grosses unités, de 500 t/j ou plus, et de produits relativement élaborés, de plusieurs F/kg, de telles pertes se chiffrent à plus de 10 kF/h, sans compter l'éventualité d'une perte de marché du fait de la concurrence.

A ce facteur s'ajoute celui relatif à la contamination du produit, car ce dernier peut être altéré par des produits de corrosion et être l'objet d'un rejet étant donné les spécifications de plus en plus sévères. Dans les pertes indirectes se situe également la notion de "coefficient de sécurité". En effet, la crainte de la corrosion conduit souvent à calculer les appareils avec des "surépaisseurs de corrosion" importantes, et à prendre des pompes plus puissantes à cause de l'obstruction partielle des tuyauteries par les produits de corrosion, notamment la rouille.

- Pertes diverses

Aux pertes directes et indirectes s'ajoute un 3^e type de pertes regroupant différents facteurs difficilement chiffrables. Les accidents corporels constituent sans conteste le risque le plus grave.

L'industrie chimique, malheureusement, a encore de temps en temps à déplorer des accidents, imputables à la corrosion, résultant par exemple d'une fuite d'un liquide chaud ou d'un fluide toxique, ou à l'extrême d'une véritable explosion.

D'autres facteurs concernent les charges salariales liées à la corrosion, le gaspillage en travail consécutif au remplacement et à l'entretien des installations corrodées, ainsi que l'épuisement des ressources naturelles en minerais.

II. 1.2. Optimum technico-économique dans le choix d'un matériau

Les répercussions financières de la corrosion montrent bien le rôle à la fois considérable et délicat du corrosionniste dans le

choix des matériaux et dans celui de leur mise en œuvre et de leur utilisation. Celui-ci est à la fois varié et limité. Varié car il englobe acier ordinaire et platine en passant par les aciers inoxydables, le nickel et ses alliages, le titane, le tantale... et les matières plastiques. Mais ce choix est limité, car intervient une notion fondamentale qui est celle du rapport "investissements/entretien".

Les principaux facteurs qui conditionnent un tel choix sont en résumé :

- les caractéristiques physiques, en particulier mécaniques
- la résistance à la corrosion
- le prix et la mise en œuvre
- le coût de l'entretien

Une installation peu coûteuse à l'achat, mais coûteuse en entretien peut être rentable si son utilisation est provisoire et limitée dans le temps (importance de la notion de durée de vie). Mais de plus en plus dans l'industrie chimique l'optimum technico-économique correspond au choix d'une installation avec entretien minimum et fiabilité maximum. D'où l'importance de l'expérience, d'une part, et de l'étude préalable des phénomènes éventuels de corrosion en laboratoire et en "Pilote".

II. 2. Aspect technique

II. 2.1. Prédominance des propriétés chimiques sur les caractéristiques mécaniques

Les matériaux destinés à la construction des appareils de l'industrie chimique doivent répondre à des impératifs d'ordre mécanique et chimique. Les premiers, qui résultent des caractéristiques mécaniques et des possibilités de mise en œuvre, sont importants certes, mais beaucoup moins que les seconds relatifs à la résistance à la corrosion. En effet, lorsque les métaux ferreux habituels, aciers et fontes, et ensuite aciers inoxydables, ne conviennent pas, l'industrie chimique n'hésite pas, s'il le faut, à faire appel à des matériaux à faibles caractéristiques mécaniques et/ou non soudables, tels que graphite, Téflon, acier verré..., de préférence à d'autres matériaux plus résistants mécaniquement. La tenue des matériaux dans les différents milieux de l'industrie chimique est essentielle.

Par les nombreux problèmes concernant cette tenue des matériaux, il se glisse parfois de faux problèmes, citons par exemple le mélange de nuances d'aciers inoxydables avec et sans molybdène. Avec

*Materials Performance, avril 74, p. 15 à 17.

un peu d'expérience et des moyens de contrôle, l'élimination de ces faux problèmes est en général assez rapide.

Restent alors tous les autres problèmes que

nous allons illustrer avec quelques cas choisis parmi les plus représentatifs. Notons au préalable que dans l'industrie chimique, comme dans les autres industries, le nombre des phénomènes fondamentaux

concernant la corrosion est finalement assez réduit et que la fréquence des différents cas observés est en assez bon accord avec celle relevée chez Du Pont *.

III. Principaux modes de corrosion rencontrés

III. 1. Corrosion uniforme

C'est la forme la plus connue et la plus fréquente. Si elle est relativement facile à contrôler et par conséquent peu dangereuse, il n'en reste pas moins que la quantité de métaux et alliages ainsi détruits, donc à remplacer plus ou moins régulièrement, est considérable.

Ce mode de corrosion se rencontre essentiellement dans le cas du couple acier ordinaire/eau et dans celui du couple acier réfractaire/composés sulfurés.

Les cas sont malheureusement nombreux.

III. 2. Corrosion fissurante

La corrosion sous contrainte se rencontre le plus fréquemment sur le couple acier inoxydable/chlorures, du fait du remplacement de l'acier ordinaire par l'acier inoxydable pour des raisons d'entretien, en particulier au niveau des échangeurs. Or toutes les eaux industrielles contiennent au moins 10 à 20 ppm de chlorures, quantité suffisante pour faire apparaître ce phénomène à partir d'une température d'environ 60 °C ou même parfois inférieure selon notamment les conditions locales de concentration et de contraintes.

Parmi les nombreux cas concernant ce même couple citons :

- fissuration d'un échangeur, type Ramen, véhiculant une eau industrielle de 20 à 45 °C.
- fissuration d'un couvercle de condenseur d'un autoclave de polymérisation du chlorure de vinyle.
- fissuration d'un élément de tuyauterie soudé, véhiculant à 60 °C un composé aromatique chloré contenant 2 ppm de chlorure libre, fissuration certainement provoquée par un phénomène de démixtion.
- fissuration d'un coude embouti véhiculant à 230 °C un mélange de diphenols et de polyphenols contenant au maximum 20 ppm de chlorures.

Parmi les cas concernant d'autres couples, citons :

- fissuration de réacteurs soudés, en acier inoxydable réfractaire, par formation d'acides polythioniques pendant un arrêt.

IV. Conclusion

Il est certain que la tendance actuelle de l'industrie chimique est à la réalisation d'installations industrielles fiables et à entretien minimum. Le point délicat consiste à déterminer le matériau correspondant à l'optimum technico-économique, car il n'y a pas et il n'y aura sans doute jamais de "matériau miracle". Ainsi le

● fissuration d'éléments de tuyauterie, en nickel bas carbone, par de la soude à 380 °C, provoquée par la présence de gradients thermiques importants.

● fissuration d'un appareil usiné, en titane T 40, plongé dans un milieu méthanolique chloruré à 80 °C.

Le phénomène de fissuration par corrosion-fatigue se rencontre plus rarement.

III. 3. Corrosion par piqûres

Ce mode de corrosion qui est également très répandu, se rencontre presque essentiellement sur le même couple acier inoxydable/chlorures. Il se produit dans les milieux aqueux mais aussi dans les milieux organiques contenant des traces d'eau.

Citons par exemple :

- fond conique d'un réacteur en acier inoxydable contenant un composé aromatique chloré et de l'HCl vers 80 °C.
- parois et accessoires d'un réacteur en acier inoxydable contenant du phénol, un peu d'eau et des chlorures.

III. 4. Corrosion intergranulaire

Ce type de corrosion s'observe essentiellement dans les zones thermiquement affectées par une soudure.

De nombreux métaux et alliages y sont sensibles ainsi qu'en témoignent les cas suivants :

- plaque tubulaire d'un échangeur en acier inoxydable corrodée par un mélange d'acides aliphatiques vers 180 °C.
- gaine thermométrique en Hastelloy C en présence de phénol et de HCl à 45 °C.
- soufflet de dilatation en zirconium dans les mêmes conditions que précédemment.
- serpentins de chauffage en titane pour l'acide acétique à 50 °C.

III. 5. Corrosion par érosion et cavitation

Le cas des turbines de pompes et des pales d'agitateurs est le cas le plus fréquent. Ce phénomène peut toutefois se manifester au niveau de coudes, d'étranglements, et d'autres endroits comme dans l'exemple suivant :

- plaque tubulaire d'un échangeur en acier

choix doit-il être effectué en tenant compte de très nombreux facteurs physiques, mécaniques et en fonction d'une certaine expérience.

Parmi les facteurs, il convient d'insister sur celui relatif aux conditions locales, car c'est souvent ce facteur qui conditionne la tenue

inoxydable en contact avec un composé aromatique fluoré à 160 °C.

III. 6. Corrosion caverneuse

Ce type de corrosion s'observe principalement sous les dépôts de toutes sortes et sous les joints, notamment au niveau des brides.

Les métaux et alliages à film passif protecteur y sont sensibles :

- serpentins de chauffage en titane : corrosion en milieu acide acétique à 50 °C provoquée par un dépôt de silice.
- corps de vanne en titane : corrosion sous le joint due à un séchage du chlore.

III. 7. Corrosion sélective

Mis à part le cas des alliages de cuivre qui sont assez peu utilisés dans l'industrie chimique, ce phénomène ne se rencontre guère que sur les fontes grises. Il est alors appelé graphitisation car la dissolution lente de la matrice ferritique conduit finalement à un enchevêtrement des lamelles de graphite.

III. 8. Corrosion galvanique

La corrosion galvanique avec deux métaux différents résulte, sauf cas particuliers de liaisons acier ordinaire - acier inoxydable en particulier au niveau des échangeurs, de solutions de dépannage.

Elle se rencontre aussi parfois pour une même nuance mais avec deux états métallurgiques différents. C'est par exemple le cas de l'échangeur à plaque tubulaire forgée munie de tubes étirés ou roulés-soudés : il y a hétérogénéité entre la plaque et les tubes, et corrosion de l'extrémité des tubes.

III. 9. Autres types de corrosion

Ils englobent un certain nombre de problèmes, tels que les attaques préférentielles au niveau des soudures, les cas de fragilisation par l'hydrogène, les corrosions sur les parois chaudes ou froides, et divers incidents provoqués par les arrêts et démarrages.

du matériau. Aussi faut-il envisager la présence ou prévoir la possibilité de concentration de certaines impuretés et vérifier, éventuellement par des essais préalables en laboratoires et/ou en pilote, son influence

*Hydrocarbon Processing, January 1975, p. 74 à 76.

ainsi que celle d'autres facteurs, tels que la température, l'agitation..., et dans le cas de produits organiques chlorés, la possibilité de démixtion d'une phase aqueuse riche en chlorures. La notion de niveau de contraintes locales est également très importante et peut être très différente du taux de travail classique.

Une méconnaissance de ces facteurs conduit parfois certains exploitants à remplacer un matériau présentant une tenue insuffisante à la corrosion par un matériau plus noble. L'exemple le plus fréquent est celui du remplacement de l'acier ordinaire par un acier inoxydable classique notamment pour les échangeurs à eau industrielle. Cette solution peut se révéler très mauvaise car la présence de plusieurs dizaines de ppm de chlorures peut transformer la corrosion généralisée, relativement lente, de l'acier ordinaire, en une corrosion sous contrainte, rapide, de l'acier inoxydable. La solution consiste alors en l'utilisation d'une nuance plus élaborée,

mais encore plus coûteuse, ou en l'utilisation d'un acier allié, de type ferritique, encore peu utilisé dans l'industrie chimique pour diverses raisons.

Un point important, concernant plus spécialement les aciers inoxydables austénitiques dont les nuances les plus couramment utilisées sont celles au molybdène, est celui de la réalisation en laboratoire d'essais ou tests, suffisamment représentatifs, et permettant une estimation quantitative de la corrosion localisée, cavernueuse et par piqûres. Il est en effet très difficile d'apprécier avec une sécurité suffisante les risques précités et de prévoir une durée de vie de l'installation. Les difficultés relèvent essentiellement du temps d'initiation souvent long de ces phénomènes et de la complexité de certains milieux, aqueux et organiques, parfois très délicats à reconstituer au laboratoire. Dans le cas des milieux organiques, la possibilité d'adsorption d'un film aqueux repose le problème des conditions locales.

Dans le domaine des températures élevées, les matériaux actuels ne sont pas toujours satisfaisants, et leur emploi pose des problèmes pour un certain nombre de procédés.

Citons par exemple :

- les réactions utilisant les composés en atmosphères oxydantes et/ou réductrices.
- les réactions mettant en oeuvre les composés halogénés volatils, en particulier ceux du fluor.
- les réactions utilisant les sels fondus, soit dans le procédé lui-même, soit comme fluide caloporteur.

Dans tous ces domaines, il est incontestable qu'un effort conjoint de toutes les parties concernées, allant des aciéristes aux exploitants, devrait faire progresser la lutte contre la corrosion et favoriser le développement de certains procédés. Un tel effort devrait même permettre à de nouveaux procédés de voir le jour.