

Zeitschrift: Horizons : le magazine suisse de la recherche scientifique
Herausgeber: Fonds National Suisse de la Recherche Scientifique
Band: - (1997)
Heft: 34

Artikel: Grains de corrosion
Autor: [s.n.]
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-553932>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 02.02.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Grains de corrosion

L'acier inoxydable n'est malheureusement pas inoxydable. Pour étudier l'origine de cette corrosion, des ingénieurs ont développé une nouvelle méthode d'analyse microscopique. Et ils ont découvert que les talons d'Achille de l'acier sont ses microscopiques inclusions de sulfure de manganèse. Or, on peut améliorer sa résistance à la corrosion, en réduisant la taille de ces inclusions.

La petite cuillère qui sert à brasser le café est en acier inoxydable – de l'acier inoxydable «normal». C'est-à-dire qu'en plus du fer et du carbone, son alliage contient 8% de *nickel* – pour en améliorer les propriétés mécaniques – et 18% de *chrome* pour la résistance à la corrosion. En effet, en réagissant avec l'oxygène, le chrome forme à la surface de l'objet une très fine couche d'oxyde (de 3 millièmes de millimètre d'épaisseur) qui va servir de protection contre la corrosion.

L'acier de la petite cuillère convient très bien pour usiner des ustensiles de cuisine ou des éviers. Mais on fait appel à des aciers plus résistants pour le corps de chauffe du lave-vaisselle, comme d'ailleurs pour toutes les installations qui doivent résister à la pression et à des milieux chimiques agressifs. Ces aciers spéciaux contiennent davantage de nickel (jusqu'à 25%), davantage de chrome (jusqu'à 30%), et surtout du *molybdène* (jusqu'à 7%). Plus résistants à la corrosion, ils coûtent cependant beaucoup plus cher. D'où l'intérêt pour les métallurgistes de savoir jusqu'où ils peuvent perfectionner l'acier inoxydable normal, en soignant certains détails de sa fabrication.

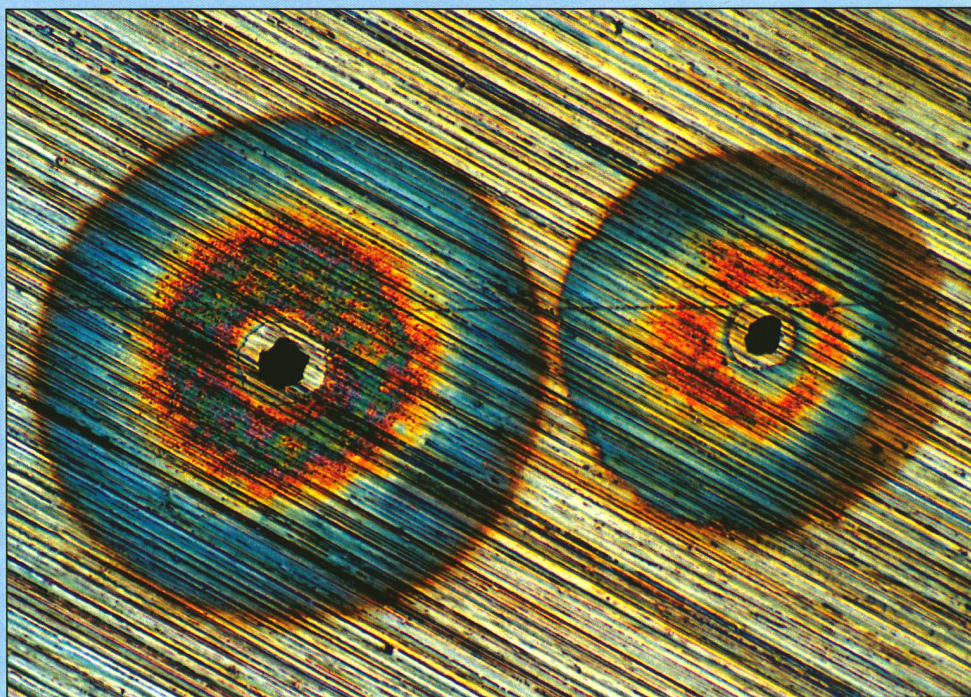
Cette question pèse lourd dans des grands projets de génie civil, comme celui des traversées alpines que la

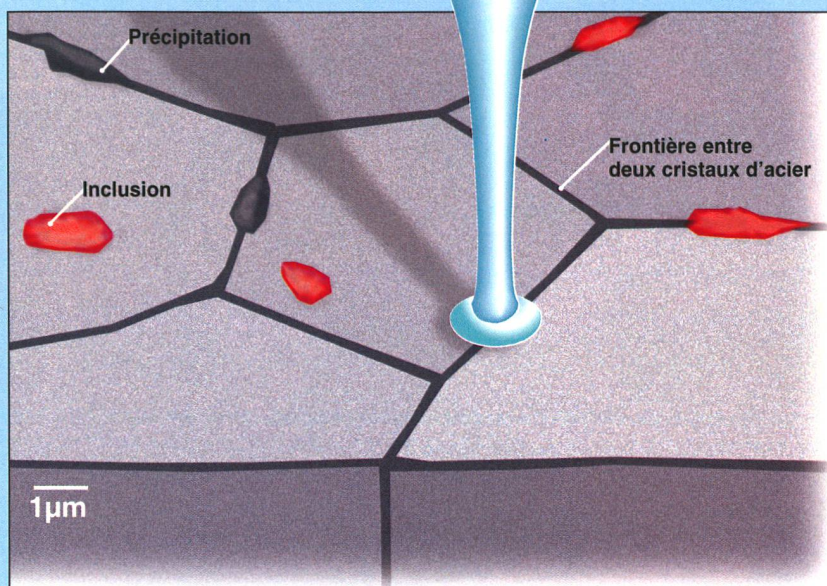
Suisse médite en ce moment. La mauvaise expérience du tunnel du Mont-Blanc, où les tiges métalliques qui retiennent le plafond ont énormément souffert de l'atmosphère corrosive des gaz d'échappement, pousse les ingénieurs à bien réfléchir à la qualité de l'acier et à sa résistance à long terme.

Les spécialistes des matériaux se demandent justement comment débute les tout premiers stades de la corrosion à la surface de l'acier. «Les talons d'Achille, ce sont les minuscules inclusions de sulfure de manganèse», explique Thomas Suter de l'Ecole polytechnique fédérale de Zurich (EPFZ). «C'est là que la corrosion débute à une échelle microscopique. Des milieux agressifs riches en chlore parviennent à dissoudre très rapidement ces inclusions. Mais le déroulement des événements chimiques qui s'ensuivent est très différent suivant leur taille.»

Points faibles

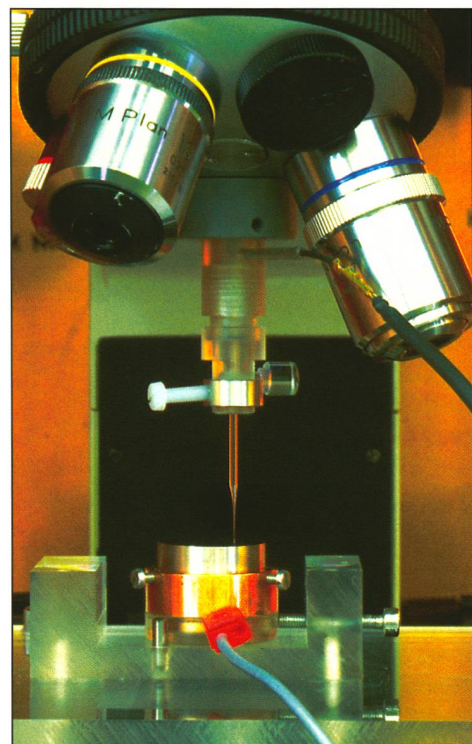
Surface d'un acier inoxydable: deux inclusions – contenant du sulfure de manganèse – ont été dissoutes par un liquide agressif riche en chlore. La corrosion se propage ensuite de manière circulaire à partir de ces points faibles, comme le révèlent les couleurs dues à la microscopie par interférence (agrandissement: 70x).





Micropipette

Une «pipette» de verre est adaptée à un microscope optique. Sa pointe extrêmement fine met en contact l'acier avec une solution corrosive et permet – par la mesure de la tension et du courant électriques – d'étudier les développements de la corrosion à l'échelle microscopique.



Les ingénieurs de l'EPFZ ont montré que, lorsque l'inclusion a une taille plus petite que le millièbre de millimètre, le petit trou provoqué dans la surface de l'acier par sa dissolution peut se «passiver» en une ou deux secondes. Autrement dit, les parois du trou s'oxydent et le défaut se comble, reformant la barrière anti-corrosion. Par contre, lorsque l'impureté est plus grande, le trou formé dans la surface de l'acier ne peut pas être comblé par la passivation. Le trou demeure et sert même de réceptacle pour les substances agressives: les dégâts continuent de se propager.

Comme il est impossible d'éviter complètement la présence des inclusions lors de la fabrication de l'acier, il faut donc adopter des processus de fabrication qui limitent leur taille. «S'il est bien constitué, un acier inoxydable ordinaire, c'est-à-dire sans molybdène, peut présenter les mêmes qualités de résistance à la corrosion qu'un acier contenant 2% de molybdène», précise Thomas Suter.

Pour étudier ce phénomène, cet ingénieur et les autres membres de l'équipe du Prof. Hans Böhni (Institut für Baustoffe, Werkstoffchemie und Korrosion) ont développé de nouvelles techniques d'analyse qu'ils perfectionnent dans le cadre du *Programme national de recherche 36 «NANOSCIENCES»*. Le procédé qui est à la base de leurs travaux est étonnant: une «pipette» de verre à la pointe extrêmement fine – un millièbre de millimètre de diamètre – est posée délicatement sur l'acier. Elle est remplie avec une solution corrosive riche en chlorures.

Et pour éviter que le liquide ne s'écoule sur l'acier, sa pointe est munie d'un collet en silicone qui assure l'étanchéité. Comme la pipette est disposée sous un microscope, il est possible de placer sa pointe exactement là où on le désire: par exemple, à la frontière entre deux grains cristallins (l'acier est formé de petits cristaux) ou directement sur une inclusion. Les ingénieurs suivent alors toutes les étapes de la corrosion et de la passivation, en mesurant des courants électriques extrêmement faibles – des millionèmes de millièbre d'Ampère! Avec les informations recueillies en continu, ils peuvent finalement décrire ce qui se passe en différents points de la surface.

La nouvelle technique a déjà séduit deux laboratoires américains qui vont commencer à l'appliquer (University of Illinois et Brookhaven National Laboratory). Quant à l'équipe du Prof. Böhni, elle développe en ce moment une micropipette de verre encore plus fine, dont le diamètre de contact est dix fois plus petit (de l'ordre du dix millièbre de millimètre). L'idée est de la coupler à un microscope à force atomique (un cousin du fameux microscope à effet tunnel), et de l'utiliser pour «dessiner» les pistes d'un circuit électronique en oxydant directement l'alliage métallique sur la puce. Avec l'avantage de pouvoir faire ce travail dans l'atmosphère du laboratoire, et non pas sous un vide poussé, comme c'est le cas avec les méthodes de lithographie optiques en usage actuellement en microélectronique.