

RUPTURES D'ANCRAGES EN ROCHER, CORROSION SOUS CONTRAINTE

Mise à jour 2020 de la norme UIAA 123

La Commission de Sécurité de l'UIAA est composée des délégués des associations d'escalade et d'alpinisme, des fabricants et des laboratoires de test. Depuis plus de dix ans, nous œuvrons ensemble pour mieux comprendre ces phénomènes de corrosion et pouvoir mettre à jour cette année la norme sur les ancrages en rocher UIAA 123 V4_2020. Cette mise à jour majeure est basée sur des recherches scientifiques réalisées par les laboratoires de Brest (France) et Prague (République Tchèque), coordonnées et financées par l'UIAA, pour la sécurité de tous les grimpeurs.

Cette norme a été mise à jour selon nos connaissances actuelles sur la corrosion sous contrainte induite par l'environnement, c'est-à-dire principalement par rapport à la résistance aux chlorures. Néanmoins, en certains endroits, l'environnement peut être tel que les tests effectués ne sont pas appropriés et que d'autres tests doivent être effectués, par exemple en présence d'un taux élevé de sulfures. Les recherches se poursuivent en vue d'avoir une meilleure compréhension de ces phénomènes et de mieux définir les critères permettant de déterminer les endroits concernés.

Résumé des faits

Ces dernières années, des ruptures inattendues d'ancrages d'escalade sous faible charge et après seulement quelques mois/années d'installation se sont produits. Ces ruptures, qui se produisent principalement avec des ancrages en acier inoxydable (!), sont dues à des dégradations environnementales, principalement la corrosion et plus spécifiquement la corrosion sous contrainte (CSC), appelée aussi corrosion sous tension.

- Dans le pire des cas, les ancrages peuvent se casser avec une charge de quelques dizaines de kilogrammes seulement - moins que le poids d'un grimpeur.
- Habituellement situé en bord de mer, mais également à quelques kilomètres des côtes.
- Tous les ancrages en place dans les zones côtières chaudes doivent être considérés comme potentiellement affectés.
- Cette corrosion n'est pas toujours visible: ce peut être des fissures invisibles à l'œil nu.
- La corrosion sous contrainte, qui est la plus agressive, peut initier des fissures très rapidement après l'installation de l'ancrage: quelques mois peut-être, 2-3 ans sûrement.
- Tous les ancrages métalliques sont concernés, y compris ceux en acier inoxydable ou en aluminium, exceptés ceux certifiés selon la classe UIAA 123-SCC.
- Les facteurs les plus critiques sont:
 - Site avec une humidité relative "modérée" (probablement assez sûr si c'est très sec ou très humide, c'est entre-deux qu'est le problème)
 - Les endroits NON lavés par la pluie (ceux lavés par l'eau de mer peuvent être OK)
 - La température n'est pas un critère: la CSC peut se produire à 20°C, mais des températures plus élevées ont un impact plus important.

Quels sont les principaux changements?

La liste des matériaux acceptables a été retirée. Désormais, l'ancrage complet doit être testé afin d'assurer la meilleure représentativité possible quant aux contraintes une fois installé.

Le plus haut label de sécurité UIAA "SCC" est donné aux ancrages ayant passés avec succès les tests de corrosion générale et de corrosion sous contrainte (CSC), comme indiqué dans le tableau 1.

Pourquoi tester l'ancrage entier?

Parce que le taux de contraintes internes - et donc la résistance à la CSC - est influencé par:

- les procédés de fabrication: pliage, découpe, soudure, perçage et même le gravage par laser qui ajoutent un taux significatif de contraintes,
- l'installation: les goujons à expansion sont sujets à des contraintes additionnels quand ils sont vissés en place. Le martelage avec n'importe quel outil métallique est aussi très dommageable et doit être évité à tout prix.

C'est pour ces raisons que durant les tests de corrosion sous contrainte, les ancrages à expansion sont installés dans un bloc de granite conformément aux instructions du fabricant. Concernant les ancrages scellés, comme il est admis que le scellement n'ajoute pas de contraintes significatives, ils sont simplement complètement immergés dans la solution.

Pourquoi trois classes de résistance à la corrosion?

Les dernières recherches¹ ont révélé que le fait de définir les classes de résistance en se basant seulement sur les matériaux n'est pas pertinent puisque certains ancrages en acier inoxydable de moindre résistance à la CSC (par ex. 316L) peuvent passer le test, alors que d'autres ancrages en aciers inox de plus haute résistance échouent lors du même test. Ceci principalement en raison des contraintes liés à la fabrication, qui peuvent être très différentes d'un produit à l'autre.

Pour faciliter le choix, il a été décidé de n'avoir que trois classes, dont une seule avec une résistance à la corrosion sous contrainte.

Tableau 1: Classes de résistance aux différents types de corrosion selon l'environnement des ancrages en rocher selon UIAA 123

Classe UIAA 123 *	Signification	Résistance à la CSC	Résistance à la corrosion générale	Caractéristiques de l'environnement	Considérations importantes
SCC	Haute résistance à la CSC et corrosion générale	Haute	Haute	Evidence de CSC, par exemple (mais pas seulement): haute concentration en chlorure, température > 30°C, humidité entre 20% et 70%, sel de mer et/ou autres chlorures marins et/ou environnement acide.	Bien que la CSC soit habituellement associée aux falaises de bord de mer, elle peut aussi être présente à l'intérieur des terres et dans d'autres endroits, par exemple les piscines.
GC	Résistance à la corrosion générale	NON (non-spécifié)	Haute	Pas de présence ou suspicion de CSC, quelques agents corrosifs	
LC	Faible résistance à la corrosion	NON (non-spécifié)	Moyenne	Pas de présence ou suspicion de CSC.	Les ancrages des salles d'escalade à proximité d'un site industriel, d'une piscine ou de la mer peuvent nécessiter une résistance à la corrosion additionnelle.

* En anglais SCC: *Stress Corrosion Cracking*, GC: *General Corrosion* et LC: *Low Corrosion*

¹ Tomáš Prošek, Jiří Lieberzeit, Alan Jarvis, Lionel Kiener, Atmospheric Stress Corrosion Cracking of Stainless Steel Rock Climbing Anchors, Part 2: Laboratory Experiments, CORROSION. 2019;75(11):1371-1382.

Qu'est-ce que la corrosion sous contrainte?

La Corrosion Sous Contrainte (CSC) est une forme de corrosion extrêmement virulente qui peut initier des fissures très rapidement. Contrairement à la corrosion générale, comme la rouille par exemple, la CSC ne peut généralement pas être détectée visuellement lors d'une inspection sur site. La plupart des aciers, y compris inoxydables, les alliages d'aluminium et les autres matériaux métalliques sont affectés.

La CSC est influencée par beaucoup de facteurs différents, comme indiqué dans le Tableau 2.

Tableau 2: Facteurs contribuant à la corrosion sous contrainte pour les ancrages d'escalade

FACTEURS	LE PLUS CRITIQUE	Remarque
CARACTERISTIQUES ENVIRONNEMENTALES		
concentration de chlorure	chlorure de magnésium, chlorure de calcium, sel marin	Des dépôts de chlorure contenant des sels avec une haute solubilité peuvent se former.
température	il n'y a PAS de limite de température en deçà de laquelle c'est sûr, mais c'est pire en dessus de 30°C	La CSC peut se former à 20°C. Une température plus élevée augmente la vitesse de propagation des fissures. La température d'un ancrage en plein soleil peut être significativement plus élevée que la température de l'air.
humidité	faible humidité relative, entre 20% et 70%	Une humidité relative proche du point de déliquescence des solutions de chlorure augmente significativement le risque de CSC. Localement, le taux d'humidité de l'ancrage peut être très différent du taux ambiant, par exemple quand le site est exposé au soleil.
emplacement - marin/vent marin	bord de mer jusqu'à 30 km des côtes?	Il n'y a pas de limite claire ; des vents provenant de la mer avec une concentration de sel significative peuvent pénétrer très loin à l'intérieur des terres.
lavé par la pluie ou pas	non lavé par la pluie	L'absence de rinçage permet au chlorure de se concentrer localement sur les ancrages.
type de roche	non spécifié, toutes les roches peuvent être affectées	Certaines roches peuvent induire des conditions pires que d'autres, dépendantes de circonstances spécifiques.
CARACTERISTIQUES DE L'ANCRAGE		
contraintes	hautes contraintes de traction	<ul style="list-style-type: none"> - provenant de la fabrication: laminage, pliage, découpe, perçage et soudure - de l'installation: dues au vissage, martelage - des déformations plastiques: chutes violentes multiples, coups de marteau, etc...

Quels endroits sont concernés?

Potentiellement, tous les endroits côtiers – et jusqu'à plusieurs dizaines de kilomètres à l'intérieur des terres – peuvent être concernés par la corrosion sous contrainte induite par l'environnement. A notre connaissance, il n'est à ce jour pas possible de distinguer clairement les zones affectées des endroits sûrs. La variation des nombreux paramètres présentés dans le tableau 2 peut influencer les conditions pour la corrosion. Par exemple, le vent peut transporter du sel sur plus de 100 km à l'intérieur des terres, et au-delà des vents marins, le rocher lui-même peut contenir des ions qui favorisent la CSC.

L'UIAA a créé une [carte des lieux connus de corrosion](#). L'intention de cette carte est de référencer uniquement les endroits où des ancrages attaqués par la corrosion ont été découverts. Ce n'est qu'un guide informatif basé sur les informations reçues et validées.

Ce n'est pas une carte exhaustive et sa mise à jour ne peut pas être garantie.

Un [formulaire est à disposition](#) pour partager des informations à propos de la corrosion et des ancrages défectueux. Tous vos retours permettront de soutenir la Commission de Sécurité de l'UIAA dans ces analyses, d'ajouter d'autres lieux à cette carte et également d'améliorer l'information mise à la disposition des grimpeurs à propos des endroits dangereux ou potentiellement dangereux pour l'escalade.

Ce que vous devez savoir pour l'installation des ancrages

- **N'utiliser que des ancrages certifiés de la classe UIAA 123-SCC pour les lieux où la CSC est connue, où il y a eu de rares indications de CSC et où la CSC est suspectée, même sans avoir été confirmée. Dans le doute, choisir la meilleure classe.**
- **Ne pas combiner différents métaux pour les goujons, plaquettes, rondelles, écrous,** car la corrosion galvanique peut être initiée à cause des différences de potentiels électrochimiques.
- **Utiliser une clé dynamométrique calibrée pour visser les ancrages** afin d'éviter les déformations plastiques et pour garder les contraintes à des niveaux modérés, comme recommandés par les fabricants.
- Si possible, **inspectez régulièrement tout le matériel en place.**
- **En cas de découverte d'ancrages corrodés, merci de contacter l'UIAA et de mettre à disposition toute partie d'ancrage cassé:** <https://theuiaa.typeform.com/to/rIBZyc>

Que faut-il vérifier en grimpant?

La mise à jour de la norme UIAA 123 V4_2020 impose désormais que les ancrages soient individuellement marqués avec les lettres *UIAA* suivies de la classe *SCC*, *GC* ou *LC* selon le tableau 1.

Le risque dû à la corrosion sous contrainte est presque impossible à évaluer par les grimpeurs, car la dégradation est souvent invisible. Seuls des tests destructifs permettent de confirmer la présence ou l'absence de CSC sur les ancrages en place. Et même les ancrages qui ont été installés dans les mois précédents ou qui semblent flambant neufs peuvent être atteints par la CSC ou une autre forme de corrosion.

La corrosion sous contrainte est très difficile à prédire, car elle dépend d'une combinaison complexe de plusieurs facteurs, notamment: des températures élevées, un faible taux d'humidité et la formation de dépôts riches en chlorures de magnésium ou de calcium dans des endroits non lavés (tableau 2). De petites différences de microclimat peut induire de la CSC pour certains ancrages, alors que d'autres de la même voie ne sont pas affectés. La CSC est associée aux escalades côtières, mais elle peut également se produire à l'intérieur des terres, où des éléments corrosifs sont présents, soit naturellement dans la roche elle-même, ou déposés par les vents marins.

Recommandations pour les grimpeurs

Lors de la planification

- Pensez à la CSC lors de l'évaluation des risques à grimper dans la région.
- Renseignez-vous auprès des grimpeurs locaux et/ou des associations d'escalade sur la présence de corrosion et CSC et la résistance à la corrosion des ancrages posés.
- Soyez préparé à la présence de CSC, particulièrement aux endroits chauds, en bord de mer.

Quand vous grimpez

- Pensez à la CSC lors de l'évaluation des risques et du choix de la voie.
- Posez les moulinettes, relais et rappels sur des relais à plusieurs ancrages.
- Sécurisez les ancrages et relais avec des coinçeurs, friends, arbres, etc...
- Soyez préparé à renoncer en cas d'ancrage suspect.

Dans le cas d'une rupture d'ancrage (une fois que les grimpeurs sont en sécurité)

- Collectez les parties de l'ancrage concerné; évitez de toucher les surfaces de rupture ou d'essayer de remettre les morceaux ensemble.
- Informez la communauté des grimpeurs locaux.
- **Contactez l'UIAA et faites-nous parvenir l'ancrage concerné pour analyse:**
<https://theuiaa.typeform.com/to/rlBZyc>

Ce que les associations d'escalade doivent savoir

- La CSC, la corrosion et le vieillissement des ancrages existants posent des défis importants à toute la communauté des grimpeurs. Ces défis ne peuvent pas être résolus individuellement par les grimpeurs.
- Les principaux obstacles pour équiper avec des ancrages résistant à la CSC et la corrosion générale sont les coûts et la disponibilité. Les équipeurs ont généralement peu de moyens financiers et sont parfois réticents à dépenser plus que ce qu'ils estiment en fonction de leurs expériences passées. Si un financement des ancrages est en place, alors les équipeurs seront heureux d'utiliser des ancrages ayant une meilleure résistance à la corrosion.
- Cela signifie que la communauté des grimpeurs doit commencer à payer pour l'équipement, alors que cela a été "gratuit" jusqu'à aujourd'hui.
- Pour tenir compte des risques de la corrosion générale et de la CSC, l'équipement de nouvelles voies et le rééquipement des voies existantes va impliquer des investissements très importants en temps et en argent pour l'installation d'ancrages appropriés. Mais le coût initial sera vite compensé par l'augmentation de la durée de vie des nouveaux ancrages et la diminution de la probabilité d'accidents et de blessures.
- Des mesures d'Assurance Qualité (AQ) sont nécessaires pour une gestion responsable et à long terme de l'équipement, notamment la documentation des ruptures d'ancrages et des dates et types d'installations.
- La surveillance de l'intégrité d'ancrages (tests de traction sur des ancrages témoins installés en dehors des voies) est également importante. L'enregistrement et l'archivage des données de ces contrôles de qualité doivent être mis en place pour une durée supérieure à 50 ans.

La Commission Sécurité de l'UIAA exhorte les fédérations nationales et les communautés de grimpeurs de planifier un futur qui inclut une gestion responsable de la corrosion des ancrages et qui demande des produits certifiés UIAA 123 V4_2020.

Références

Jiří Lieberzeit, Tomáš Prošek, Alan Jarvis, Lionel Kiener, Atmospheric Stress Corrosion Cracking of Stainless Steel Rock Climbing Anchors, Part 1, CORROSION. 2019;75(10):1255-1271.

Tomáš Prošek, Jiří Lieberzeit, Alan Jarvis, Lionel Kiener, Atmospheric Stress Corrosion Cracking of Stainless Steel Rock Climbing Anchors, Part 2: Laboratory Experiments, CORROSION. 2019;75(11):1371-1382.

<https://www.theuiaa.org/safety-standards/>

Cliquez sur ce lien pour faire un don au projet [Anchor Corrosion](#)