

EWGAE 2018 : 33^{EME} CONFERENCE SUR LES ESSAIS PAR EMISSION ACOUSTIQUE

METHODES DE CND COMBINEES

Près d'une centaine de présentations ont été faites à l'occasion de la conférence EWGAE qui s'est tenue à Senlis du 12 au 14 septembre 2018, dans les locaux du CETIM, organisateur de l'évènement.

Les avancées sur le traitement des données constituent le point marquant du congrès. Dans ce domaine, on relève que chaque laboratoire développe ses propres outils de traitement en fonction des applications.

La présente note se fait l'écho de quelques-unes des présentations les plus marquantes relatives aux procédés combinant l'émission acoustique avec une autre méthode de contrôle non destructif. Elle complète une première note qui rend compte de conférences sur l'émission acoustique utilisée seule, présentées à l'EWGAE.



Liaison endommagée sur un laminoir

Sommaire

MONITORING DES PROCEDES	2
MONITORING DES STRUCTURES METALLIQUES.....	2
CORROSION SOUS CONTRAINTE	3
SOURCES.....	5

MONITORING DES PROCEDES

Advanced condition monitoring system using Acoustic Emission and vibration analysis technique

Kim Dong-Hyun, Kim Young-Hwi, Lee Sang-Bum, RECTUSON, Co., LTD., Korea

Cette étude porte sur la maintenance prédictive des machines tournantes, basée sur des mesures d'émission acoustique combinées avec des mesures vibratoires. Les vibrations fournissent une information globale, et l'émission acoustique permet une localisation plus précise des défauts.

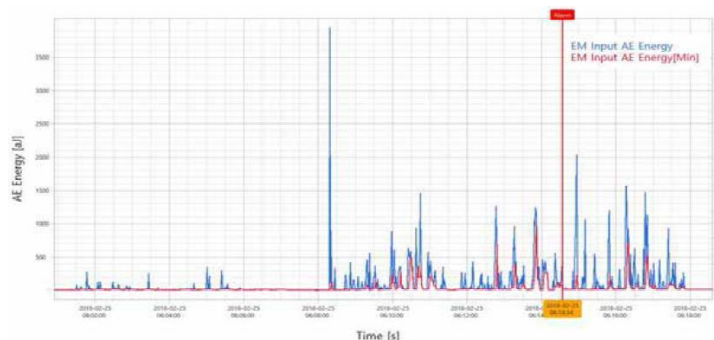
La mesure accélérométrique, couramment employée dans le cadre de la maintenance prédictive en milieu industriel, ne permet pas toujours de détecter suffisamment tôt l'apparition des défauts. L'une des limites de la méthode est liée au rapport signal sur bruit de la mesure vibratoire, qui est généralement mauvais pour les fréquences inférieures à 20 kHz.

La mesure de l'émission acoustique (EA) permet d'étendre la gamme de fréquence. Le capteur se montre plus sensible lorsqu'il est éloigné du bruit propre au fonctionnement de la machine. La combinaison des deux mesures permet de couvrir un spectre de 2 à 200 kHz.

L'ensemble a été testé avec succès sur les paliers d'un moteur en laboratoire, puis en conditions réelles sur les paliers de laminoirs.



Implantation des capteurs EA sur le laminoir



Variation du signal d'émission acoustique suite à l'apparition d'un défaut

MONITORING DES STRUCTURES METALLIQUES

Novel AE monitoring of hydrogen induced damaged vessel and real time alarms. A case study

Dimitrios Papasalouros, Konstantinos Bollas, Ioannis Ladis, Eleftherios Aerakis, Dr. Athanasios Anastasopoulos, Dimitrios Kourousis, Mistras Group Hellas ABEE, Athens, Greece

Le mécanisme d'endommagement par les HIC (Hydrogen Induced Cracking ou fissures induites par l'hydrogène) est bien connu de manière générale, et en particulier sur les réservoirs sous pression en conditions humides sévères. Le phénomène peut apparaître pour des températures relativement basses, car les atomes d'hydrogènes se concentrent sur les impuretés de l'acier.

Les dommages qui surviennent sont pour la plupart cumulatifs et se manifestent de diverses manières : piqûres, microfissuration, ou fissuration orientée sous contrainte. À ce titre, l'évaluation qualitative et quantitative de l'intégrité structurale de tout réservoir est de première importance du point de vue de la sécurité, de l'environnement et des finances.

Le fournisseur de matériel de mesure Mistras a appliqué la mesure d'émission acoustique à la surveillance d'un absorbeur d'amine à paroi épaisse en conditions humides sévères. La mesure est réalisée dans une zone endommagée par des HIC, préalablement détectée lors d'une inspection de routine par ultrasons. Les essais par ultrasons et émission acoustique ont été corrélés pour optimiser l'efficacité et la précision de la mesure. Une base de données couplant les résultats a été établie, à partir de laquelle des critères de surveillance ont été développés. La localisation du défaut ainsi que sa caractérisation sont fortement améliorées et les fausses détections dues à un environnement bruyant sont minimisées. Au final, on obtient une augmentation globale de la santé et de la sécurité

des structures, ainsi qu'un temps d'arrêt minimal pour la raffinerie jusqu'à ce qu'un remplacement complet du réservoir soit possible.

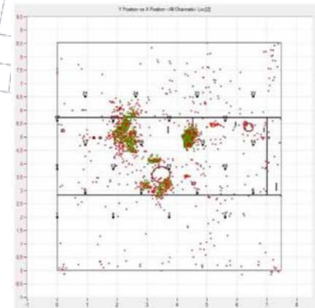
L'optimisation de la localisation à l'aide de sondes AE multi-éléments à haute densité apporte une contribution très prometteuse à la détection précoce des zones endommagées, même si elles n'ont pas été identifiées auparavant.



Montage des capteurs en paroi



Surface interne du réservoir



Mesure EA : Regroupement temps réel automatisé, montrant des zones de défaut non identifiées par US

CORROSION SOUS CONTRAINTE

AE monitoring and three-dimensional observation of stress corrosion cracking from corrosion pits

Kaige Wu, Manabu Enoki, Department of Materials Engineering, University of Tokyo, Japan

Kaita Ito, National Institute for Materials Science, Tsukuba, Japan

Ipppei Shinozaki, Research Laboratory, IHI Corporation, Yokohama, Japan

La fissuration par corrosion sous contrainte (SCC : stress corrosion cracking) est un processus tridimensionnel (3D) complexe impliquant à la fois des phénomènes électrochimiques et mécaniques. Le mécanisme source de l'émission acoustique (AE) pendant l'élaboration de la SCC n'est pas encore bien compris.

Dans le cadre de ce travail, la surveillance de l'émission acoustique, combinée avec une caractérisation 3D par tomodensitométrie aux rayons X (X-ray CT), a été proposée pour étudier un échantillon initialement lisse d'acier inoxydable SUS420J2 (d'acier inoxydable martensitique 13Cr) exposé à la fois à une contrainte constante à 0,6 % et à une gouttelette neutre de chlorure de sodium à température ambiante.

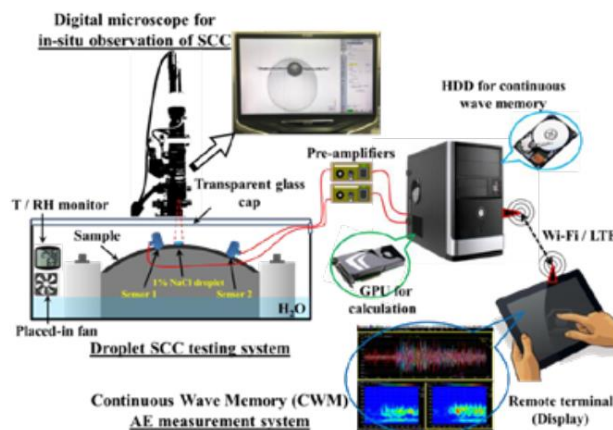
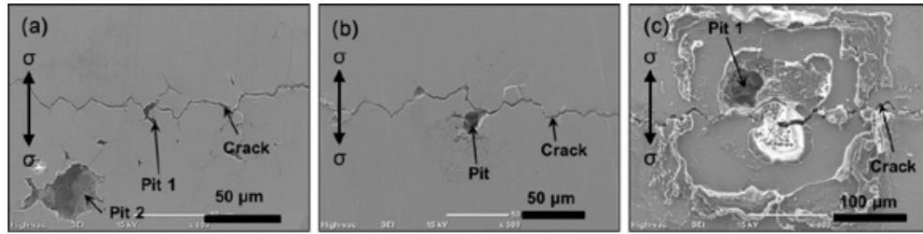


Schéma du montage d'essai

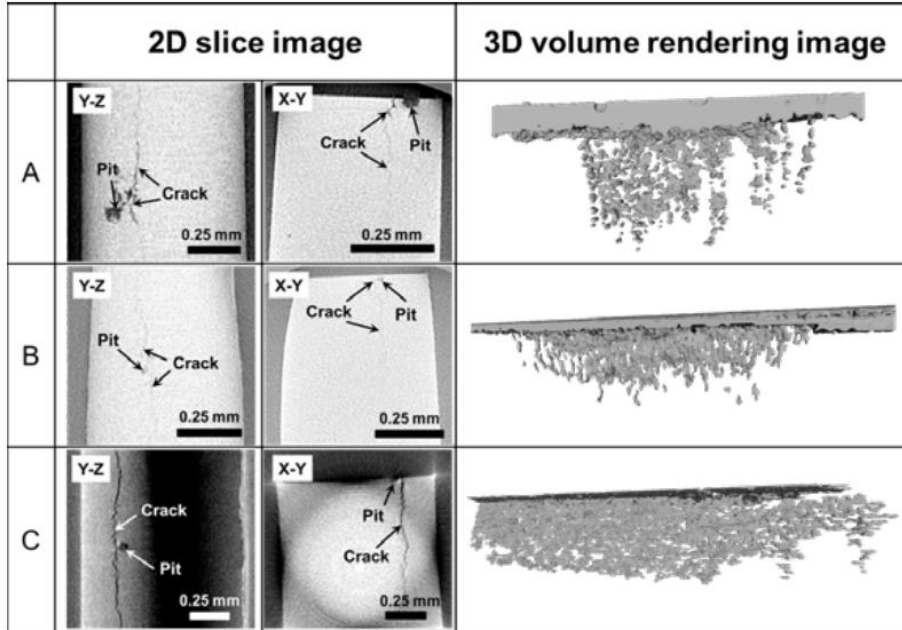
La fragilisation par l'hydrogène est censée expliquer le mécanisme d'amorçage des fissures. Des fissures provenant de piqûres de corrosion ont été observées. D'autres observations en 3D de la géométrie intérieure des fissures ont indiqué que les fissures attaquaient préférentiellement la bouche, plutôt que le fond, de la piqûre. Sur le chemin de propagation des fissures, plusieurs piqûres de corrosion intérieures ont été identifiées, qui peuvent jouer un rôle critique dans la propagation des fissures. Des signaux d'émission acoustique ont été détectés pendant l'évolution de la fissuration par corrosion sous contrainte et les caractéristiques des événements d'émission acoustique ont été associées à l'amorçage et à la propagation des fissures.

L'analyse des signaux est réalisée au moyen d'une méthode statistique de traitement de données (K-mean). Cette analyse et l'observation in-situ de la surface ont permis de détecter trois stades d'évolution : l'évolution des bulles d'hydrogène, la déformation plastique du fond de fissure et la propagation de la fissure.

Une interprétation pertinente des signaux d'émission acoustique nécessite des visualisations 3D in situ de l'évolution de la fissure et des évaluations quantitatives du comportement de la fissure avec les données de l'émission acoustique.



Observation au microscope électronique des morphologies des fissures de trois échantillons



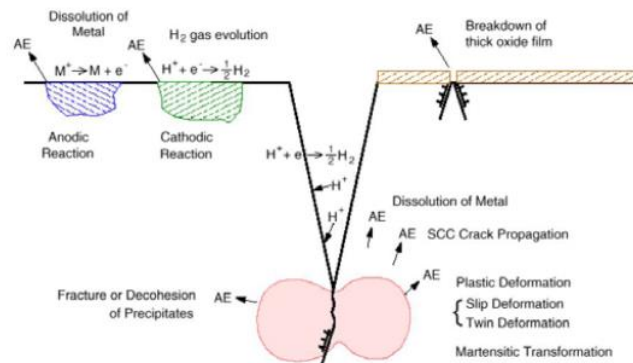
Reconstitution de coupes tomographiques 2D et d'images 3D de morphologies de fissures des trois échantillons

Application of Acoustic Emission measurements to monitor the initiation and the propagation of single or multiple Stress Corrosion Cracks (SCC)

Omar Al Haj, Alain Proust, MISTRAS GROUP S.A.S, Instrumentation, Research and Development, Sucy-en-Brie

José Bolivar, Marion Frégonèse, Université de Lyon, INSA de Lyon

L'objectif de cette étude est de suivre l'initiation et la propagation d'une seule ou d'un ensemble de fissures de corrosion sous contrainte intergranulaires par mesure d'émission acoustique. L'objectif principal est une meilleure compréhension du comportement et de la propagation de fissures multiples pour une meilleure évaluation de l'influence de ces fissures sur le processus de défaillance. Pour les applications nucléaires, l'objectif final est de proposer de nouveaux critères d'intégrité.



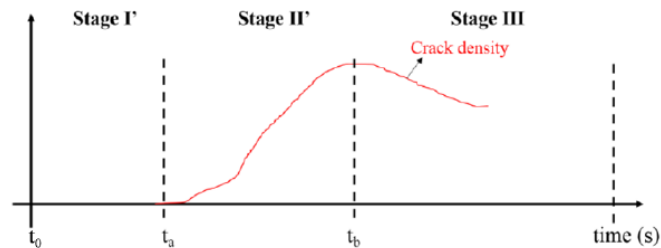
Sources d'émission acoustique dans les fissures de corrosion sous contrainte

Plusieurs essais expérimentaux ont été effectués à l'aide d'échantillons d'alliage 600 recuits et sensibilisés en usine, qui ont été immergés dans une solution de tétrathionate de potassium de 0,01 M acidifiée à pH 3,0 ou 5,3. Les essais ont été complétés par une corrélation d'images numériques in situ (DIC) et par des mesures de bruit électrochimique.

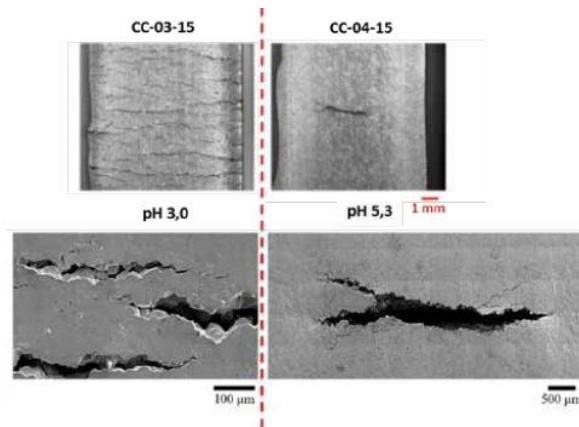
Trois stades ont été identifiés dans la propagation et la croissance des fissures :

- Stade I : aucune fissure n'a été détectée et les principaux signaux d'émission acoustique étaient liés à la corrosion intergranulaire et/ou la dissolution anodique.
- Le stade II était caractérisé par la propagation des fissures de surface (micro-fissuration), principalement induite par la dissolution anodique. Les signaux d'émission acoustiques enregistrés pendant cette phase ont été générés par le processus de corrosion intergranulaire.
- Au cours de la phase III, les interactions entre les fissures sont devenues de plus en plus intenses (coalescence des fissures) avec une implication importante de la déformation plastique (macro-fissuration, déformation plastique, ...).

Ces processus ont été identifiés comme la source de l'importante activité d'émission acoustique détectée au cours de l'étude de cette dernière étape.



Représentation des différents temps et stades d'évolution des colonies de fissures selon les mesures par corrélation d'images et électrochimiques



Observations visuelles et analyse au microscope électronique de la surface de l'échantillon après des tests de corrosion sous contrainte sous charge constante (0.8 σ_y) d'un échantillon en alliage MAS 600 dans une solution de tétrathionate 0.01 M à différents pH.

Enfin, la mise en œuvre de la technique d'émission acoustique couplée à la corrélation d'images et aux mesures électrochimiques a contribué à la compréhension des mécanismes impliqués dans les interactions des courtes fissures de corrosion sous contrainte, ce qui a été déterminant pour la modélisation du comportement du matériau. Cette méthodologie coûteuse ne peut être mise en œuvre que dans des cas particuliers.

SOURCES

[Actes EWGAE 2018](#)

Malgré le soin apporté à la réalisation de cette note, certains liens hypertextes peuvent ne pas fonctionner correctement, notamment en raison de modifications des sites internet ciblés (ex : « page not found ») ou d'options de sécurité de certains viewer de PDF.

Contact : Karine Laurent - sqr@cetim.fr - 03 44 67 36 82