

Total

Créer des défauts artificiels pour mieux les contrôler

La fabrication de produits en acier peut engendrer des zones dures superficielles. Afin de valider un procédé de contrôle de ce phénomène métallurgique, Total s'est appuyé sur le Cetim et l'Irepa Laser pour générer des points durs artificiels sur des échantillons utilisés comme références pour le contrôle de la dureté superficielle des tôles de pipeline.

C'est pour le moins paradoxal. Des points durs dans des aciers peuvent les fragiliser. « Nous avons constaté des défaillances récurrentes sur des pipelines transportant des gaz acides. Il s'est avéré que suite à des évolutions des conditions de fabrication des aciers, des zones dures pouvaient apparaître en surface interne de la tôle du pipeline », explique Luc Lam-Thanh, spécialiste maté-

riaux chez Total. Lorsqu'un acier présente des points durs, c'est-à-dire une dureté plus élevée, sa structure diffère localement et peut notamment être fragilisée en présence de sulfure d'hydrogène contenu dans les gaz acheminés par les pipelines. Ce qui peut conduire à des fissurations au niveau de ces zones dures. Pour éliminer d'éventuelles défaillances sur ces pipelines de

transport de gaz acide, après des premiers travaux réalisés dans le cadre de l'association European Pipeline Research Group (EPRG), qui regroupe une trentaine d'acteurs du monde des pipelines, Total a cherché une solution permettant de déceler la présence de points durs sur les tôles avant qu'elles ne soient utilisées pour la fabrication des tubes. L'entreprise s'est alors

tournée vers le Cetim pour l'accompagner dans sa démarche en trois temps. Première étape : relever des différences significatives entre des tôles de pipes fournies par Total et analyser l'homogénéité des matériaux. Une cartographie de ces tôles, réalisée par la méthode du bruit Barkhausen, une technique électromagnétique de Contrôle non destructif (CND), a

Sur les pipelines transportant des gaz acides, des variations de dureté locales peuvent entraîner une fragilisation en présence de sulfure d'hydrogène, jusqu'à créer des fissurations dans les tôles.



© Total

permis de mettre en évidence des inhomogénéités liées à des modifications structurales. Deuxième étape : reproduire ces points durs selon des caractéristiques maîtrisées. Troisième étape : identifier les techniques de contrôle non destructif les plus efficaces pour détecter les points durs ainsi créés.

Le choix du laser

« Nous avons proposé de simuler des points durs sur les tôles par un procédé laser. Bien que nous n'ayons jamais encore effectué une telle opération sur ce type de nuance d'acier, nous pensions néanmoins que cela pouvait être tenté. Nous avons donc décidé d'explorer le potentiel du laser pour cette application », se souvient Johann Catty, spécialiste des CND au Cetim qui s'est alors rapproché de l'Irepa Laser, entreprise de recherche et développement industriels spécialisée dans les procédés laser et les matériaux, afin de déterminer le processus optimal permettant de créer des points durs présentant les caractéristiques attendues.

Johann Catty a ainsi collaboré étroitement avec les experts de l'Irepa Laser afin de trouver, en jouant sur divers paramètres (énergie laser, vitesse de déplacement, focalisation, etc.), la méthode optimale pour reproduire certains niveaux de dureté sur les

tôles. « Nous avons travaillé étroitement avec l'Irepa Laser afin d'identifier les paramètres appropriés pour durcir plus ou moins profondément les matériaux. J'étais présent sur place durant la phase d'essais qui s'est déroulée sur environ une semaine. Nous avons finalement validé le processus permettant d'obtenir une zone de durcissement en surface de la tôle de quelques centaines de micromètres de profondeur », explique-t-il.

Une fois, le processus de création de défauts artificiels maîtrisé, place à la phase d'évaluation des performances des méthodes CND. Les méthodes électromagnétiques non destructives semblaient les plus propices à la caractérisation de la microstructure et de l'état de contrainte des matériaux. Les zones présentant une dureté distincte ou une autre structure métallographique affichent en effet des caractéristiques électromagnétiques différentes, qui rendent possible leur détection par ce genre de technique.

Trois techniques de CND retenues

Trois solutions de contrôle ont été retenues : l'une mettant en œuvre la technique par courants de Foucault, la seconde la technique de bruit Barkhausen et la troisième combinant ces deux techniques et le contrôle par cycle d'hystérésis. Des tôles de 500

“ Le premier enseignement de cette étude est d'avoir démontré qu'il était possible de créer des points durs représentatifs par un procédé laser et de les déceler efficacement par des techniques électromagnétiques non destructives. ”

Luc Lam-Thanh, spécialiste matériaux chez Total



© DR

millimètres de côté, destinées à la fabrication de pipelines fournies par Total, ont fait l'objet d'une cartographie par ces trois systèmes de contrôle. Cette cartographie a été complétée par une analyse métallurgique approfondie menée par les spécialistes en matériaux du Cetim qui ont notamment effectué des mesures de dureté et observé la microstructure des plaques.

Ces carrés de tôle ont ensuite été découpés en une dizaine d'échantillons de 100 cm² sur lesquels des défauts artificiels ont été créés par l'Irepa Laser selon les caractéristiques requises. Le Cetim a alors procédé à leur examen par les systèmes CND sélectionnés et à leur caractérisation métallurgique. « Nous avons ainsi constaté que les trois instrumentations retenues assureraient la détection des zones dures. Nous avons établi un classement de ces solutions selon leurs performances, indique Luc Lam-Thanh. Mais le premier enseignement de cette étude est d'avoir démontré qu'il était possible de créer des points durs représentatifs par un procédé laser et de les déceler efficacement par des techniques électromagnétiques non destructives. Ce qui constitue une avancée significative puisqu'il n'existe pas de normes internationales qui gèrent spécifiquement ce type de défaut par des méthodes CND électromagnétiques ».

Des méthodes de contrôle qualifiées par Total

Total a intégré suffisamment de connaissances sur le sujet pour qualifier les méthodes de contrôle de ses sous-traitants pour réaliser une inspection de la qualité des tôles pour pipelines. Lors de la fabrication des tôles, un contrôle de la dureté superficielle est exigé selon les procédures et des spécifications adaptées à la détection d'éventuels points durs. En outre, les fabricants de tôles peuvent désormais calibrer leur système de contrôle non destructif avec des étalons créés par laser. ■ YB

Contact : Johann Catty
09 70 82 16 80 – sqr@cetim.fr



© DR

“ Nous avons proposé de simuler des points durs sur les tôles par un procédé laser. Bien que nous n'ayons jamais effectué une telle opération sur ce type de nuance d'acier, nous pensions que cela pouvait être tenté. ”

Johann Catty, spécialiste des CND au Cetim