

Skipper NDT

De l'inspection à la cartographie de canalisations enfouies

Accompagnée par le Cetim tout au long du processus de développement et de validation de sa solution, cette start-up a mis au point un système d'inspection magnétique de canalisations métalliques enterrées depuis la surface, qui peut aussi être embarquée sur un drone pour réaliser une cartographie centimétrique de réseaux enfouis.

Développer une solution d'inspection sans contact permettant de contrôler l'intégrité des canalisations métalliques enterrées de pétrole et de gaz. C'est la raison d'être de la société Skipper NDT, fondée en 2016. L'objectif était d'identifier des atteintes du métal telles que des enfoncements ou des corrosions pouvant engendrer à terme des incidents. La collaboration de la start-up avec plusieurs laboratoires de recherche a permis de qualifier l'impact de divers paramètres d'influences sur les performances de la technologie pour différentes configurations opérationnelles. Et désormais, la jeune entreprise de 9 personnes, dont 3 docteurs et plusieurs ingénieurs, va plus loin : sa solution peut être montée sur un drone pour cartographier des réseaux enfouis. La start-up s'est appuyée sur l'expertise du Cetim tout au long du processus de développement et de validation de sa solution.

Un principe physique simple

Le principe physique sur lequel se repose Skipper NDT est simple : sur une conduite métallique un stress mécanique engendre une modification du champ magnétique et donc permet d'identifier des zones d'endommagement. Une fois le



Lorsqu'elle est embarquée sur un drone, la solution d'inspection magnétique de Skipper NDT allie vitesse d'exécution, accès à des zones difficilement praticables et sécurité des opérateurs sur le terrain.

principe physique validé, le plus difficile restait à faire : concevoir le système de mesure et développer les algorithmes de traitement de signaux appropriés pour le mettre en œuvre. L'entreprise s'est appuyée sur l'expertise du Cetim dans les contrôles non destructifs, les essais et la simulation numérique pour concevoir le système d'inspection magnétique. Son équipe de R&D s'est pour sa part focalisée sur l'amélioration des algorithmes de traitement des signaux assurant la mise en évidence et la discrimination des anomalies potentielles. Elle a ensuite concentré ses efforts de développement sur l'élargissement du spectre d'applications de sa solution qui, outre sa capacité de détection de déformations de canalisations enterrées

validée par de nombreuses inspections sur les réseaux des opérateurs de pipelines, peut maintenant détecter des pertes d'épaisseurs dues à la corrosion.

Du contrôle à la géolocalisation des réseaux

La jeune société a enfin poursuivi ses travaux afin de résoudre un autre besoin exprimé par les opérateurs de pipelines : la géolocalisation centimétrique de leurs réseaux, afin d'éviter tout incident dû à des travaux tiers (dans le cadre de la réforme anti-endommagement). Pour cela, le matériel nécessaire est embarqué sur un drone afin de pouvoir allier vitesse d'exécution, accès à des zones difficilement praticables et sécurité des opérateurs sur le terrain. Équipé d'une barre en

fibre de carbone intégrant cinq magnétomètres tri-axiaux, d'un GPS topographique et d'une centrale inertielle de haute précision, le drone réalise une cartographie magnétique et géoréférence tous types de réseaux métalliques d'eau, de gaz, de pétrole... Cette solution fournit non seulement la position et la profondeur d'enfouissement des canalisations, mais également des informations de l'environnement magnétique (canalisations parallèles, objets métalliques à proximité, travaux tiers, etc.).

La simulation numérique prépondérante

La simulation numérique a occupé une place prépondérante tout au long du processus de conception de la solution d'ins-

pection et d'amélioration de ses performances. Rien n'a été laissé au hasard, grâce notamment à la mise en œuvre d'un cycle de développement conjuguant simulation numérique, mesures sur bancs d'essais et validation des performances sur le terrain. Dans le cadre de l'application de détection de défauts sur le métal, Skipper NDT a notamment voulu déterminer la capacité de sa technologie à identifier des enfoncements de sévérités différentes, cause fréquente de rupture de pipeline. Il a donc fallu déterminer le processus d'écrasement des pipes afin de reproduire les défauts d'enfoncement et de déformations du tube. Parmi les paramètres à appréhender, il a été nécessaire de spécifier l'effort mécanique à appliquer, de dimensionner le vérin chargé de l'écrasement et de caractériser les contraintes mécaniques engendrées. Des tubes ont alors été écrasés par une presse dans les conditions ainsi définies afin d'obtenir différents types de défauts qui ont ensuite été détectés par le système d'inspection magnétique déployé sur un banc d'essais de 20 mètres de longueur installé au Cetim. Ces relevés magnétiques, associés aux données de simulation (déformations, contraintes, déplacements) durant le processus d'écrasement virtuel, ont permis aux équipes de Skipper NDT de corrélérer les modifications du champ magnétique aux variations d'enfoncement et ainsi d'affiner leurs modèles numériques. Cette expérience a donné lieu à une publication scientifique dans le cadre du Pipeline Technology Conference de Berlin en 2020.

Perte d'épaisseur due à la corrosion

Après avoir validé la capacité de détection de divers défauts d'enfoncement sur des canalisations métalliques, Skipper NDT s'est intéressée à la capacité de sa solution à déceler une

“ L'expertise des équipes du Cetim et leur accompagnement technique dans le domaine des contrôles non-destructifs, de la simulation numérique, de la prise de mesures et de la réalisation d'essais, ainsi que leur maîtrise des phénomènes de corrosion métalliques, nous ont été extrêmement profitables. Nos résultats ont ainsi été démontrés scientifiquement par la combinaison de la simulation et des essais en laboratoire, dont les résultats ont été validés dans des conditions réelles d'utilisation sur le terrain. ”

Luigi Kassir, co-fondateur et directeur opérationnel de Skipper NDT

autre typologie de défaut : des pertes d'épaisseur du tube dues à la corrosion. Les experts en métallurgie du Cetim ont été mis à contribution pour imaginer une méthode permettant de créer des défauts représentatifs de la corrosion des pipes. Pas question de recourir à des procédés d'usinage pour réduire l'épaisseur des canalisations ; ces opérations auraient modifié leur signature magnétique. Des attaques chimiques ont donc été réalisées sur des échantillons métalliques afin de construire des abaques permettant de reproduire diverses pertes d'épaisseurs par corrosion. La mise au point de ce procédé a permis de créer des défauts calibrés de diverses profondeurs sur des zones d'environ 25cm² réparties en différents points du pipe. « À partir de la modélisation numérique des défauts de corrosion réalisée par le Cetim nous avons pu déterminer leur signature magnétique et vérifier la qualité de nos modèles numériques. Nous avons ensuite effectué l'inspection des tubes sur lesquels ont été réalisés ces défauts de corrosion calibrés sur notre banc d'essais et ainsi validé la cohérence des mesures », explique Hamza Bennani, docteur en mécanique chargé de ce programme de recherche sur les corrosions chez Skipper NDT.

Outre les moyens d'essais à sa disposition au sein du Cetim,

Skipper NDT a tiré parti de l'expertise du Centre en matière de contrôle non-destructif pour affiner sa compréhension de diverses problématiques techniques et pour calibrer sa technologie. Avant, puis après la réalisation de déformations sur les tubes et la création de défauts de corrosion par attaque chimique, l'épaisseur des canalisations a été mesurée par des techniques à ultrasons afin de disposer des caractéristiques

dimensionnelles précises permettant d'évaluer les performances de détection du système de contrôle magnétique.

D'autres collaborations en vue

La solution d'inspection magnétique pour la cartographie des réseaux enterrés et la détection de défauts est désormais pleinement opérationnelle. Skipper NDT ne souhaite cependant pas en rester là. L'entreprise compte poursuivre sa collaboration avec le Cetim sur deux thématiques principales : l'industrialisation de sa solution de mesure terrain, afin de l'embarquer sur un vecteur terrestre ou volant, et le développement d'une unité de traitements temps réel embarquée. Car si les données mesurées sont interprétées automatiquement, cette opération est encore réalisée en post-traitement immédiatement après la campagne d'inspection. ■ YB

Contact : Pascal Souquet
09 70 82 16 80 – sqr@cetim.fr



Des relevés magnétiques des différents types de défauts ont été effectués sur le banc d'essais de 20 m de long installé au Cetim.