

TECHNOLOGIE AUTOMATISÉE DE FORAGE DES FONDS MARINS POUR CONDITIONS EXTRÊMES

Forer les grands fonds

B&R a fourni une solution d'automatisation pour MeBo200, un appareil de forage pour fonds marins capable de forer jusqu'à 200 m à une profondeur de 2 500 m. Le résultat est un appareil de forage pour fonds marins télécommandé fiable et efficace qui répond à tous les besoins commerciaux d'automatisation, de communication, de diagnostic et de maintenance dans les grands fonds.



01



Stefan Messerklinger
ABB, Mobile Automation
Eggelsberg, Autriche

Stefan.messerklinger@br-automation.com

S'engageant dans l'obscurité, quatre pieds plats se déploient, pour que l'appareil de dix tonnes puisse se poser au fond en sécurité. Une fois installé à l'endroit inexploré souhaité, le foret robotisé intégré commence à sonder le terrain. [1].

Ce qui semble être une mission sur Mars est en fait une mission de recherche par forage des fonds marins, pour laquelle un appareil de forage a été déposé à 2 500 m de profondeur, afin qu'un appareil de forage robotisé télécommandé puisse récolter des échantillons de sol marin 200 m plus bas. Cet exploit a été rendu possible en partie grâce à la technologie d'automatisation, de commande et de communication fournie par B&R Industrial Automation (une entreprise acquise par ABB en 2017 et qui est maintenant la division d'ABB pour l'automatisation de machines), à la demande de Bauer Maschinen GmbH.

Un environnement difficile

Les grands fonds marins restent peu observés, explorés ou cartographiés, bien qu'ils détiennent l'une des clés pour comprendre le climat terrestre. De plus, ils représentent une source d'énergie, de nourriture et d'activités commerciales. Pour comprendre ces phénomènes, il faut forer dans des conditions physiquement difficiles, dans un environnement aussi difficile que l'espace.

À une profondeur de 2 500 m, un appareil de forage télécommandé récolte des échantillons de sol marin, grâce à la technologie B&R.



02

—
01 Construit pour offrir les meilleures performances à 2 500 m de profondeur : L'appareil de forage de prospection des fonds marins télécommandé MeBo200 est la deuxième génération d'appareils de forage construits par MARUM et Bauer.

—
02 Un treuil à refroidissement par eau sert à enrouler et dérouler le câble armé en acier de 35,5 mm d'épaisseur. Un module X20 de l'entreprise B&R d'ABB intègre sans problème ce treuil dans l'automatisation de l'architecture du MeBo200.

Dans ce cas, les technologies utilisées dépendent de la profondeur de l'eau, du type de sédiment, de la profondeur de fondation potentielle et des propriétés du sol [3]. Par exemple, à une profondeur de 4 000 m, les températures sont inférieures à 4 °C et la pression ambiante est de 40,0 mPa. En général, on y trouve des glaises fines avec des résistances au cisaillement dans l'eau de 5 – 30 kPa à une profondeur de 45 m [2]. Il est difficile de réaliser des mesures et d'obtenir des échantillons non pollués dans ces conditions, cependant, cela est essentiel et nécessite une technologie résistante.

Une solution collaborative

C'est là que les hommes d'affaire et les universitaires s'allient pour développer une technologie résistante permettant de travailler de façon fiable dans ces conditions difficiles. Et cette technologie, c'est le tout dernier appareil de

forage des fonds marins, le MeBo200, développé par le Center for Marine Environmental Sciences (MARUM) et par Bauer en 2014 →01. L'appareil de forage peut être déposé sur le sol marin à 2 500 m de profondeur où il peut récolter des échantillons et sonder les fonds marins jusqu'à une profondeur de 200 m →01. Un tel exploit est dû à une autre longue collaboration, celle des

—
L'appareil de forage MeBo200 repose sur le sol marin où il peut collecter des échantillons et sonder le sol marin jusqu'à une profondeur de 200 m.

experts de Bauer et B&R. Après plusieurs années fructueuses de forages de recherche, Bauer a demandé à B&R de fournir une technologie d'automatisation, de commande et de communication nécessaire pour les opérations de forage robotisé télécommandé dans des environnements extrêmes, afin que le MeBo200 puisse être utilisé pour des forages à des fins commerciales [1], p. ex., des essais de forage dans des sous-sols allant des sédiments meubles aux roches dures, des prospections géotechniques pour des fondations offshore, la prospection

B&R INDUSTRIAL AUTOMATION GMBH

En tant qu'entreprise leader de l'innovation dans la technologie de l'électrification, la numérisation et l'automatisation, ABB a racheté B&R Industrial Automation GmbH en 2017. ABB est ainsi devenue la seule entreprise proposant à ses clients acheteurs de produits d'automatisation industrielle la gamme complète de solutions matérielles et logicielles intégrées pour la commande, l'actionnement, la robotique, la détection, l'analyse et l'électrification. Notre force repose sur la capacité à combiner les produits ABB et B&R en une seule solution, soutenue par notre grande expertise des applications. ABB et B&R étaient ainsi les mieux placés pour fournir à Bauer les systèmes de commande, communication et diagnostique nécessaires pour une utilisation commerciale du MeBo200.

03

pour forage pétrolier ou gazier des réserves sous-marines de sulfure, etc.

Options de forage

Bien que des navires de forage soient généralement utilisés pour prospecter les fonds marins, leur disponibilité limitée et leur coût élevé, dû à l'impact du vent, des vagues et du courant sur le mouvement du bateau et du train de tiges de forage, ainsi qu'aux propriétés des sédiments doux et fins rencontrés, rendent ce processus difficile à appliquer en eaux très profondes [2]. Les appareils de forage des fonds marins robotisés, eux, réduisent et même éliminent certaines de ces difficultés. Le carottage sur site diminue la pollution des échantillons. La qualité de forage elle, sans impact du vent, des vagues et des courants, reste intacte. Les coûts de mobilisation pour le carottage sur site sont réduits grâce aux navires multi-usages qui déploient les appareils. Les coûts de forage sont plus faibles car les trains de tiges de forage ne sont pas reliés au lit marin à partir du navire [4]. Dans le cadre de stratégies économiques et rapides, on utilise actuellement largement les appareils de forage des fonds marins robotisés pour la prospection.

Atteindre le lit marin

L'un de ces appareils, le MeBo200, est un appareil de forage de fonds marins de deuxième

génération basé sur le premier appareil de forage MeBo actif depuis 2004 et capable de forer jusqu'à 70 m de profondeur →01. Le MeBo200 augmente cette capacité de forage jusqu'à 200 m. Testé avec succès en Mer du Nord en 2014, le MeBo200 peut non seulement fonctionner à des profondeurs de 2 500 m, mais il peut forer dans des sédiments, des roches et des hydrates de gaz en polluant généralement moins les échantillons que les appareils de forage fonctionnant à partir de navires de forage [2].

Technologie d'automatisation moderne

Les deux premières générations de MeBo fournissaient des résultats précieux pour les chercheurs, cependant, des améliorations étaient nécessaires pour permettre une utilisation commerciale large, conforme aux normes DNV. Bauer, ayant développé la technologie de forage, les parties hydrauliques et mécaniques ainsi que le système de lancement et de récupération du MeBo200, a demandé à B&R de doter l'appareil de

Bauer GmbH a demandé à B&R d'améliorer les capacités d'automatisation, de commande et de communication du MeBo pour permettre le forage commercial.

forage des éléments suivants pour permettre la commercialisation :

- Technologie de commande de pointe
- Réseau de communication étendu
- Interface pour les composants d'automatisation externes
- Système de diagnostic et de maintenance mis à jour

B&R était le partenaire de choix pour la mise à niveau de l'architecture d'automatisation. « Nous travaillons bien avec B&R depuis très longtemps et nous utilisons leur technologie sur nos appareils de forage en profondeur depuis des décennies », a déclaré Lothar Schirmel, de chez Bauer.

Performant dans des conditions difficiles

Le MeBo200 est monté dans un cadre et pèse dix tonnes à l'air libre (huit tonnes dans l'eau). Le MeBo, de la taille d'un conteneur 20 pieds, est transporté par un navire de recherche disponible jusqu'au site souhaité →01. À l'arrivée sur site, l'appareil de forage de prospection est descendu jusqu'au lit marin par un câble ombilical armé

—
03 Explication de l'achat de B&R par ABB.

—
04 Le système de contrôle X90 mobile est suffisamment robuste pour résister aux conditions de profondeur extrême.

04a Présentation de l'unité de contrôle X90 mobile.

04b Les contrôleurs X90 mobile sont enfermés dans des récipients à pression étanches qui protègent l'électronique contre l'eau de mer.

en acier de 2 700 m de long →02. Ce câble est le cordon ombilical du MeBo200 avec le navire, fournissant à la fois électricité et commandes. Il est télécommandé à partir du navire. Afin de collecter de manière fiable les données provenant du fond de la mer et de les envoyer au navire, plusieurs kilomètres plus haut, le MeBo200 nécessite une technologie extrêmement robuste →03. Schirmel note, « À 2 500 m sous le niveau de la mer, les conditions sont extrêmes et tous les composants utilisés doivent être solides et fiables. C'est la raison pour laquelle nous avons choisi le système de contrôle X90 mobile de B&R qui résiste facilement à ces conditions extrêmes. »



04a



04b

Les contrôleurs X90 s'adaptent facilement aux différentes exigences d'utilisation de modules en option, grâce à leurs composants standards →04. Le système repose sur un processeur ARM. Pour le MeBo200, des contrôleurs de bus POWERLINK intelligents avec de nombreuses connexions d'E/S intégrées ont été configurés. Le protocole POWERLINK est transmis sur le câble à fibre optique monomodale via des convertisseurs de support à multiplexage par répartition en longueur d'onde, puis reconverti lorsqu'il atteint le navire. « Exploiter un réseau en temps réel fonctionnant de façon fiable dans ces conditions extrêmes est très difficile, mais avec B&R, nous y sommes parvenus. Ils nous ont aidé à choisir les convertisseurs et ont su comment modifier les paramètres de réseau pour pouvoir contrôler les

—
Exploiter un réseau en temps réel fonctionnant de façon fiable dans des conditions extrêmes est très difficile, mais avec B&R, nous y sommes parvenus.

interruptions de communication initiales. C'est exactement le genre de services qu'on attend d'un partenaire en automatisation », déclare Schirmel.

Mises à jour logicielles sur le pont

Les interfaces Ethernet intégrées sur les contrôleurs X90 sont accessibles à partir du pont du navire via des fibres optiques. « C'est important car nous pouvons mettre à jour le logiciel sur l'appareil de forage en fonction des besoins, sans avoir à le remonter ou à ouvrir le récipient à pression pour accéder aux contrôleurs », explique Schirmel.

Les signaux électriques dans le récipient à pression sont sécurisés par des connecteurs enfichables spéciaux capables de résister sans problème à la pression de 40,0 mPA présente à 4 000 m de profondeur. De cette manière, presque 100 détendeurs, codeurs absolus, capteurs d'écart, etc., sont raccordés aux E/S des contrôleurs X90.

Commandes et vues exhaustives

L'unité de forage est facile à commander à distance, à partir d'un conteneur sur le pont d'un navire de recherches. Le poste opérateur complètement revu comporte un siège avec des manettes de commande montées sur les accoudoirs, similaires à celles que l'on trouve dans la cabine d'une grue →05. Des commandes

supplémentaires sont disponibles sur trois écrans tactiles 19 pouces sélectionnés dans la série de panneaux d'automatisation single-touch de B&R, avec trois panneaux présentant des écrans tactiles simples, résistants et analogues (formats grand écran). Ce système très souple permet d'effectuer des mises à niveau tout en continuant à utiliser l'application d'IHM →05.

—

L'unité de forage mise à jour est facile à commander à distance, à partir d'un conteneur sur le pont d'un navire de recherches.

Les trois panneaux affichent toutes les informations critiques nécessaires pour contrôler l'appareil de forage MeBo200 et tous les autres équipements auxiliaires. Au-dessus de ces panneaux, deux autres écrans affichent des images en direct provenant des huit caméras sous-marines. Les opérateurs peuvent surveiller de près le processus de forage en grande partie manuel.

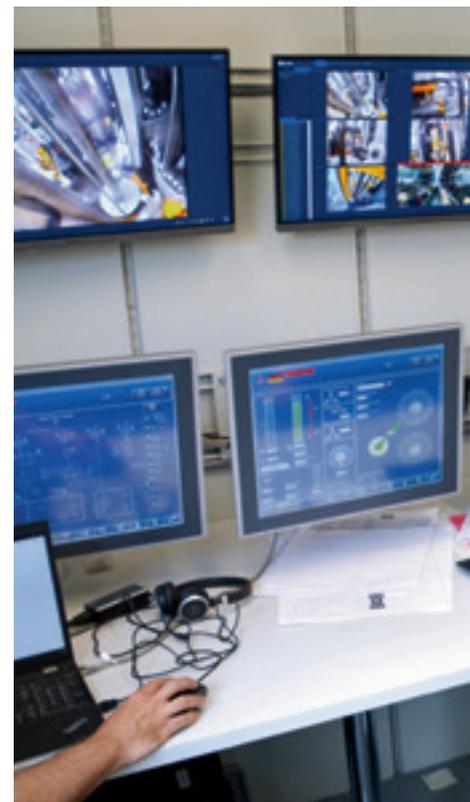
Les données sont fusionnées dans le système de contrôle de procédé B&R APROL qui fonctionne sur deux unités d'automatisation PC 910 →06. Trois PC industriels supplémentaires de la série d'automatisation PC 3100 sont les serveurs à distance pour l'Interface homme-machine (IHM).

« Nous utilisons APROL, une IHM puissante et, solution d'acquisition et de gestion des données dans nos appareils de forage en profondeur pour pétrole et gaz depuis 2005 », explique Schirmel →06. « L'un des éléments clés est le stockage haute performance des données et l'archivage à long terme qu'APROL offre. Cela inclut le Trend Viewer qui nous permet de voir les données enregistrées et d'analyser les causes des erreurs. »

Mise en service progressive

La solution de commande MeBo200 fonctionne sur un API du système X20 de B&R, une solution de commande complète et détaillée au design ergonomique sophistiqué. Le système X20 élargit les possibilités de tous les systèmes de contrôle standards. Les intégrations harmonieuses avec d'autres composants B&R permettent l'utilisation d'applications aux performances et à la souplesse inimaginables.

Du fait que les commandes et l'IHM peuvent fonctionner séparément, les opérateurs peuvent démarrer, tester et/ou exploiter l'appareil de forage et les unités auxiliaires de manière progressive, même sans serveur APROL. De plus, le



05

système B&R X20 sert à intégrer diverses unités auxiliaires, y compris une unité d'alimentation hydraulique, une télécommande radiophonique pour opérer le MeBo200 à partir du pont et le cœur électrique doté de transformateurs pour l'alimentation haute tension de l'appareil de forage.

Raccordement de composants tiers

« Certaines des unités auxiliaires ont été achetées séparément », déclare Schirmel, et nous n'avons pas le choix du bus de terrain utilisé. C'est pourquoi nous apprécions réellement que B&R propose des interfaces et des bibliothèques pour tous les bus de terrain courants. » Grâce à cette configuration, Schirmel et son équipe de chez Bauer ont pu raccorder le détecteur de télécommande, les manettes et le panneau de commande associé pour utiliser au mieux ce système d'automatisation.

Un partenaire fiable

« La souplesse et la cohérence de chaque chose chez B&R nous permet de capturer sans problème toutes les données nécessaires et de les transférer aux systèmes de gestion des données et à l'IHM, sans avoir à définir ou mettre en œuvre nous-même toutes les différentes interfaces », se réjouit Schirmel. « En plus de la disponibilité et de la taille du portefeuille de produits, ce sont les raisons de notre confiance en B&R en tant que partenaire d'automatisation,



06

— 05 Le processus de forage est contrôlé à l'aide de manettes, d'un panneau de commande et d'écrans tactiles, à partir d'un conteneur placé sur le pont du navire. Les flux vidéo en temps réel provenant de huit caméras sous-marines aident les opérateurs à surveiller le processus de forage.

— 06 Un océan de puissance de calcul : Cinq PC industriels de B&R garantissent un fonctionnement fiable permanent de l'IHM et du dispositif de stockage des données.

surtout pour les projets d'automatisation très importants ou uniques, comme nos nouvelles applications en mer. »

Développer le futur du forage

Grâce à B&R, le dernier MeBo200 automatisé bénéficie des plus grandes qualités industrielles, d'une architecture puissante et ouverte, d'une connectivité complète, d'une gestion cohérente des données et d'un dispositif de stockage des données continu. En imaginant des produits qui permettent d'atteindre les objectifs d'automatisation, de commande, de connectivité et de communication, B&R aide à développer la plage d'application du MeBo200, afin que Bauer puisse cibler les entreprises de forage commercial qui ont maintenant à leur disposition un autre moyen de forer en eaux très profondes. •

— En atteignant ses objectifs d'automatisation, de commande, de connectivité et de communication, B&R aide à développer la plage d'applications du MeBo200.

Références

[1] Franz Rossmann « Good Automation Runs Deep », en préparation, pp. 1 – 5.

[2] G. Spagnoli et al., « First Deployment of the Underwater Drill Rig MeBo200 in the North Sea and its Applications for the Geotechnical Exploration » *Society*

of Petroleum Engineers Publication SPE-175456-MS 2015, pp. 1 – 14.

[3] W. McCarron, « Deepwater Foundations and Pipeline Geomechanics ». Fort Lauderdale: J. Ross Publishing, 2011, pp. 1 – 304

[4] T. Freudenthal, T. and G. Wefer, « Drilling Cores on the Sea Floor with the Remote-Controlled Sea Floor Drilling Rig MeBo », *Geoscience Instrument Method Data System*, Vol. 2, 2013, pp. 329 – 337.