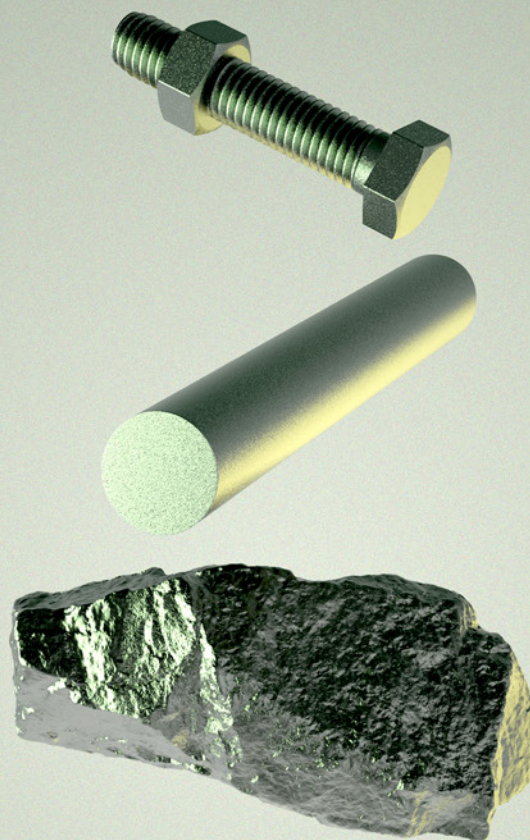


BOLTED

UN MAGAZINE SUR LA TECHNOLOGIE DU BOULONNAGE

NUMÉRO 1 - 2020



LA ROUTE VERS L'ACIER VERT

De la matière première à la fin de vie du produit, nous cherchons maintenant à rendre l'acier durable tout au long de son cycle de vie.

ÉOLIENNE OFFSHORE FLOTTANTE

Découvrez les dernières tendances en matière d'énergie éolienne

SOUS LES FEUX DE LA RAMPE

Rencontre avec Elena Moral, ingénieur ferroviaire, lauréate du prix WICE

UN PONT POUR L'AVENIR

Une solution innovante pour un nouveau pont à Stockholm

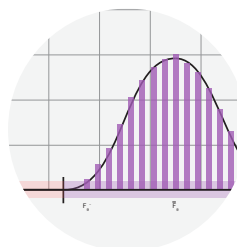
04 PLD SPACE

Les défis du développement d'un moteur de fusée pour la haute atmosphère.



20 LES EXPERTS

Nos experts répondent à vos questions d'ingénierie les plus épineuses.



06 PERSPECTIVES DE L'INDUSTRIE

Quel est le potentiel des éoliennes offshore flottantes ?



22 RAMBOLL – SLUSSEN

Une solution innovante pour un pont très complexe à Stockholm



10 SOUS LES PROJECTEURS – ELENA MORAL

Leçons apprises de la mise au point d'un train à grande vitesse dans le désert.



25 LE MONOWALKER

La randonnée facile avec ce chariot mono roue tout-terrain.



13 LA ROUTE VERS L'ACIER VERT

Repenser la fabrication et l'utilisation de l'acier pour un développement plus durable.



26 L'HISTOIRE DU TSR+

Rencontre avec Samad Ludi, l'ingénieur qui a conçu le tensionneur à rappel automatique le plus rapide du monde.



17 JAPAN STEEL WORKS

Un problème majeur de maintenance résolu par les solutions de tensionnement Superbolt.



DIRECTEUR DE LA RÉDACTION

Alexander Wennberg
alexander.wennberg@nord-lock.com

COORDINATION LANGUES

Groupe Nord-Lock

CONTENU PRODUCTION

Groupe Nord-Lock

DIRECTEUR ARTISTIQUE ET CONCEPTION

Gabriel Jacobi

IMPRESSION

Exakta

Le magazine Bolted est publié par le groupe Nord-Lock, avec pour objectif d'améliorer les connaissances sur les assemblages boulonnés et sur les solutions d'ingénierie. Bolted est publié deux fois par an en dix langues : chinois, anglais, finnois, français, allemand, italien, japonais, coréen, espagnol et suédois.

Veillez noter que les manuscrits non sollicités ne sont pas acceptés. Les informations contenues dans cette publication ne peuvent être reproduites sans notre autorisation. Les demandes d'autorisation doivent être soumises au directeur de la rédaction. Le contenu rédactionnel et les opinions exprimées dans Bolted ne reflètent pas nécessairement les visions du groupe Nord-Lock ou de l'éditeur. Bolted est publié à des fins informatives. Les informations fournies sont de nature générale et ne doivent pas être considérées comme des conseils ni être prises en compte pour une prise de décision ou pour une utilisation d'un type particulier. Toute utilisation de ces informations est au seul risque de l'utilisateur et le groupe Nord-Lock décline toute responsabilité pour tout dommage direct, indirect, fortuit

ou consécutif résultant de l'utilisation des informations fournies par Bolted.

Vous avez reçu le magazine Bolted parce que vous êtes client, partenaire ou distributeur et vous avez fourni votre adresse lors de la commande de nos produits, lors d'un salon ou parce vous vous êtes abonné à ce magazine.

Si nous n'avons pas collecté ces informations auprès de vous, nous avons reçu vos coordonnées d'un tiers. Nous traitons vos coordonnées pour vous fournir le magazine Bolted sur la base légale de votre intérêt légitime à recevoir des informations à jour sur nos produits et nos services. Si vous souhaitez vous désabonner et ne plus recevoir nos prochains numéros, veuillez nous contacter à l'adresse suivante : unsubscribe@nord-lock.com

N'hésitez pas à nous contacter pour tout commentaire sur info@nord-lock.com



Fredrik Mueller
PDG du groupe Nord-Lock

L'acier est le matériau utilisé pour pratiquement tout ce que nous et nos clients produisons. Des éoliennes offshore aux trains à grande vitesse, jusqu'aux ponts et aux moteurs de fusée...

Chez Nord-Lock, nous cherchons à faire la différence en sauvant des vies et en sécurisant les applications de nos clients avec des solutions boulonnées critiques. La durabilité étant sur toutes les lèvres en 2020, et les objectifs de développement de l'Agenda 2030 étant dans seulement dix ans – il est temps de revoir, de réfléchir et d'agir.

En tant que groupe, nous décidons des domaines sur lesquels se concentrer et nous nous fixons des objectifs sur la manière de faire la différence. Nous avons donc pensé qu'une des meilleures façons de contribuer et d'inspirer nos clients est de nous pencher sur la matière première que nous utilisons tous. L'industrie de l'acier a une histoire plutôt sombre d'un point de vue environnemental, mais a fait des progrès considérables tant en termes d'émissions que de réutilisation. Avec plusieurs innovations dans les tuyaux, ce secteur industriel peut tous nous inspirer.

Cette année, nous mettons à niveau trois de nos six sites de fabrication. Nous le faisons en partie pour satisfaire aux demandes futures, mais aussi pour améliorer encore les

conditions de travail de nos employés et permettre une fabrication plus durable et efficace – de la consommation d'énergie à la réduction des déchets.

À propos d'énergie, nous nous sommes entretenus avec des experts de l'industrie sur le sujet des éoliennes offshore flottantes. Il est passionnant de suivre les développements et l'énorme potentiel que l'énergie éolienne peut nous offrir. Nous nous sommes également rendus en Espagne pour rencontrer Elena Moral, ingénier récompensée pour son rôle de direction dans la construction de l'ambitieux projet de voie ferrée entre Médine et La Mecque. Alors que nous étions en Espagne, nous avons aussi rendu visite à PLD Space qui utilise des rondelles Nord-Lock dans ses moteurs de fusée.

Et ce n'est pas tout, vous découvrirez aussi « Slussen », un projet de construction majeur dans notre belle capitale Stockholm ; et comment nous avons résolu un problème pour Japan Steel Works.

Bonne lecture !

La haute atmosphère peut mettre les équipements à rude épreuve. Mettre au point un moteur de fusée destiné à cet environnement est un formidable défi. En cas de complications dans le processus, le moteur et ses pièces associées peuvent être endommagés.

REPOUSSER LES LIMITES

La société aérospatiale espagnole PLD Space développe des lanceurs et propose des services de lancement commercial orbital et sous-orbital dédiés aux petites charges utiles et aux petits satellites. Depuis sa fondation en 2011, la société est passée du statut de petite start-up à celui d'une société florissante de 42 employés.



Le choix de matériaux et de composants de haute qualité a été essentiel pour la conception et la construction de ses lanceurs MIURA 1 et MIURA 5.

« Les matériaux que nous utilisons sont très spécifiques. Par exemple, les boulons qui assemblent les composants doivent être extrêmement robustes et fiables. Ainsi, rien ne bouge durant le vol haute intensité », affirme Raúl Torres, PDG et co-fondateur de PLD. Ismael Gutiérrez, Responsable de la propulsion, confirme :

« La qualité est la clé car nous poussons chaque pièce à la limite de ses capacités. »

Il ajoute : « Nous devons tester différents scénarios possibles pour nous assurer que nous nous conformons à des réglementations strictes et pouvons garantir la sécurité. Si nous ne disposons pas des propriétés maximales que nous pouvons spécifier, telles que résistance optimale, taux d'usure et autres paramètres de ce type, nous ne pouvons pas satisfaire à notre test. »

C'est particulièrement vrai pour le domaine de la propulsion, où un matériau de base compromis pourrait entraîner une défaillance prématurée du fait des exigences élevées de l'application.

Dans un environnement à fortes vibrations comme l'espace extra-atmosphérique, maintenir la précharge dans un boulon est une toute première priorité. Étant donné que le fil-frein traditionnel ne pouvait offrir une solution viable, l'équipe de PLD Space a cherché un autre mécanisme de retenue et a découvert les solutions de Nord-Lock.

« Nous avons évalué précisément les différents types de technologies et nous nous sommes décidés pour les solutions de Nord-Lock car leurs rondelles à effet de cames sont d'une incroyable robustesse. », déclare M. Torres.



Les rondelles à effet de cames Nord-Lock sont maintenant utilisées sur la plupart des assemblages boulonnés des moteurs de fusées de PLD Space, ainsi que sur les plateformes de lancement.

« Nous avons utilisé leurs rondelles sur presque tous les assemblages boulonnés du moteur et cela a été un véritable succès, » continue M. Gutiérrez. « La précharge s'est bien maintenue lors de nos tests de mise à feu et nous n'avons constaté aucun desserrage de boulon. »

Ayant trouvé des matériaux de qualité sur lesquels la société peut se fier, PLD Space se prépare maintenant au premier lancement commercial de MIURA 1.

Texte Maria Reilly Photos Jörgen Lindström et PLD Space

CLIENT
PLD SPACE

LIEU
ELCHE, ESPAGNE

ACTIVITÉ
AÉROSPATIAL

APPLICATION
LANCEURS

DÉFI
MAINTENIR LA PRÉCHARGE DES BOULONS
DANS LES CONDITIONS EXTRÊMES DE
L'ESPACE EXTRA-ATMOSPHÉRIQUE

SOLUTION
LES RONDELLES À EFFET DE CAMES NORD-LOCK
EMPÊCHENT LES BOULONS DE SE DESSERRER



Raúl Torres
PDG ET CO-FONDATEUR



Ismael Gutiérrez
RESPONSABLE DE LA PROPULSION



LES ÉOLIENNES OFFSHORE FLOTTANTES PASSENT À PLEIN RÉGIME

Imaginez produire 11 fois le besoin total en électricité mondial en n'utilisant que des éoliennes offshore. Cela pourrait être possible, selon la respectable Agence internationale de l'énergie, IEA.

Texte Hugh O'Brian

Illustration Getty Images

L'énorme potentiel que représente l'énergie éolienne a fait les gros titres des journaux dans le monde entier. Fin 2019, le géant norvégien de l'énergie Equinor a confirmé que son investissement massif dans le parc éolien offshore flottant (EOF) Hywind Tampen de 88 MW se poursuivait. Quelques jours plus tard, l'Agence internationale de l'énergie, IEA, publiait un rapport important révélant des faits étonnants. Il concluait que l'énergie éolienne offshore, pas seulement les parcs flottants mais aussi les structures ancrées pourraient générer 11 fois plus d'électricité que les besoins mondiaux et attirer 1 trillion de dollars d'investissements en capitaux d'ici à 2040. Il est clair que l'énergie éolienne a le vent en poupe.

Trois sous-secteurs éoliens, basés sur le lieu

Fondamentalement, le secteur actuel de l'énergie éolienne peut être globalement réparti en trois catégories, en fonction du lieu d'implantation de l'éolienne et de la conception de sa fixation au sol. Ces trois catégories sont les suivantes :



Les éoliennes terrestres (avec une fixation à terre), les éoliennes fixes offshore (avec une fixation au fond marin) et les éoliennes flottantes (montées sur une plateforme flottante) – voir Figure 1 page suivante.

La technologie de l'éolien offshore flottant (EOF) se base sur une éolienne montée sur une structure flottante présentant l'avantage considérable de produire de l'électricité à des profondeurs supérieures à 60 mètres – là où les structures montées sur des supports fixés sur les fonds marins ne sont plus faisables.

Alors que la capacité de production d'énergie des éoliennes terrestres et offshore fixes s'est énormément accrue ces dernières décennies, de nombreux experts du secteur pensent que la technologie de l'EOF pourrait représenter le plus grand potentiel de croissance future. Cela est dû à sa capacité à être implantée dans des eaux plus profondes, plus loin des côtes, où des vitesses de vent élevées et plus constantes réduisent les

fluctuations de production d'électricité. Un autre « moteur » qui pourrait accélérer la technologie de l'EOF est la résistance toujours plus grande du public face à l'implantation d'éoliennes terrestres, bruyantes et visibles.

Les fruits des branches les plus basses sont déjà cueillis

L'EOF attire plus d'attention du simple fait que « les fruits des branches les plus basses » qu'offrent de nombreux parcs éoliens terrestres et proches des côtes ont déjà été cueillis, autrement dit les mesures les plus simples ont déjà été prises. Bien sûr, il existe potentiellement des milliers d'autres sites pouvant accueillir des éoliennes terrestres et proches des côtes mais la résistance croissante des habitants à la pollution sonore et visuelle a également un impact sur ce potentiel. Il s'agit ici du syndrome du « NIMBY » ou « Pas dans mon jardin » qui se réfère aux installations d'infrastructures dont la société a généralement besoin, telles que des centrales électriques ou des décharges

d'ordures, mais dont personne ne veut là où il habite.

PDG d'Equinor : 80 % se trouvent dans les eaux profondes

Cet ensemble de facteurs a pour conséquence d'attirer toujours plus l'attention sur la technologie de l'EOF, qui peut être mise en œuvre dans des eaux plus profondes. En annonçant la décision finale d'Equinor de démarrer le projet Hywind Tampen de 88-MW, impliquant un investissement de près de 550 millions de dollars, le PDG M. Eldar Sætre a été très clair sur la décision de sa société :

« Environ 80 pour cent du potentiel des ressources mondiales de l'éolien offshore est dans les eaux profondes », affirme-t-il.

« Et l'éolien offshore flottant peut jouer un rôle important dans la transition énergétique vers un approvisionnement mondial en énergie plus durable, » poursuit-il. ➤

Le facteur déterminant dans la décision d'Equinor de mettre en œuvre ce projet est que l'électricité générée sera utilisée dans les plateformes pétrolières voisines de Gullfaks et de Snorre, réduisant ainsi directement l'utilisation du gaz et faisant baisser en conséquence les émissions de CO₂ de 200 000 tonnes par an.

Un tremplin vers 1 000 MW

Arne Eik, Responsable du développement commercial d'Equinor pour l'éolien offshore, explique que le projet Tampen n'est qu'un premier pas de la société vers des projets à échelle industrielle avec un haut niveau de rentabilité.

« Le projet existant Hywind Scotland de 30 MW a prouvé que l'éolien offshore flottant fonctionne bien et le projet Hywind Tampen de 88 MW sera presque trois fois plus important, » affirme M. Eik. « En quelques années, nous espérons réaliser un projet de 200 à 400 MW et nous serons alors assez avancé pour réaliser des projets à grande échelle de plus de 1 000 MW.

J'ajouterai que nous réalisons des réductions de coûts de près de 40 % en passant du projet Hywind Scotland à celui de Hywind Tampen. Si nous voyons plus loin, nous sommes confiants que nous continuerons à réaliser des réductions de coûts importantes à mesure que nous passerons au stade supérieur avec le projet qui suivra Hywind Tampen. Hywind Tampen est clairement un projet de développement technologique et industriel, un tremplin vers la construc-

tion d'une industrie de grande importance qui crée de la valeur en produisant de l'énergie propre, tout en réduisant les émissions de CO₂. »

Un passage rapide des débuts aux investissements massifs

Erik Rijkers, Directeur du développement des marchés et de la stratégie chez Quest Floating Wind Energy, un groupe de veille commerciale des marchés de l'éolien offshore flottant, affirme que bien que l'éolien offshore flottant n'en était qu'à ses premiers pas il y a cinq ans seulement et faisait face à plus de détracteurs que d'adeptes, il a d'ores et déjà parcouru un long chemin en termes de nouveaux modèles de flotteurs, de projets de démonstration, de projets pré-commerciaux et de nouveaux acteurs.

« L'entrée en scène de sociétés telles que Equinor, Repsol, SBM, Aker Solutions et plus récemment, Shell, a abouti à un changement radical d'approche pour la viabilité de ce jeune secteur et sa capacité à produire 50 ou 100 unités éoliennes flottantes (FTU) à un niveau de fabrication en série, » explique M. Rijkers.

« L'éolien flottant est un marché qui évolue rapidement, » continue-t-il, « et l'Europe en a été le "banc d'essai" mondial ». Le succès des projets récents que sont Hywind Scotland et Windfloat Atlantic permettront d'exporter cette technologie vers les États-Unis et l'Asie bien avant 2025. Cette transition vers

des projets à grande échelle, aidée par d'importants soutiens financiers, aidera à améliorer l'efficacité et conduira à des réductions de coûts significatives. De notre côté, nous considérons que cette tendance rendra les projets européens plus faisables, et qu'ils seront soutenus par des aides supplémentaires des gouvernements pour le développement à long terme de l'éolien offshore flottant. »

De nombreux pays ne disposent que de sites marins à grande profondeur

Charlotte Obhrai, Professeur associé spécialisée dans la recherche de l'éolien offshore à l'Université de Stavanger en Norvège, est certaine que l'éolien offshore flottant a un avenir radieux.

« L'éolien est essentiel pour atteindre les objectifs énergétiques de demain » affirme-t-elle.

« Et dans de nombreux pays, les sites proches des côtes et plus faciles à atteindre sont déjà exploités. Certains pays comme le Japon n'ont aucun ou très peu de sites peu profonds. Ainsi, les sites en eaux profondes représentent l'avenir, et il appartient aux éoliennes flottantes. »

Par ailleurs, continue-t-elle, les vitesses des vents sont en général plus élevées au grand large et la quantité d'énergie que vous pouvez produire monte à la puissance trois lorsque la vitesse du vent augmente.

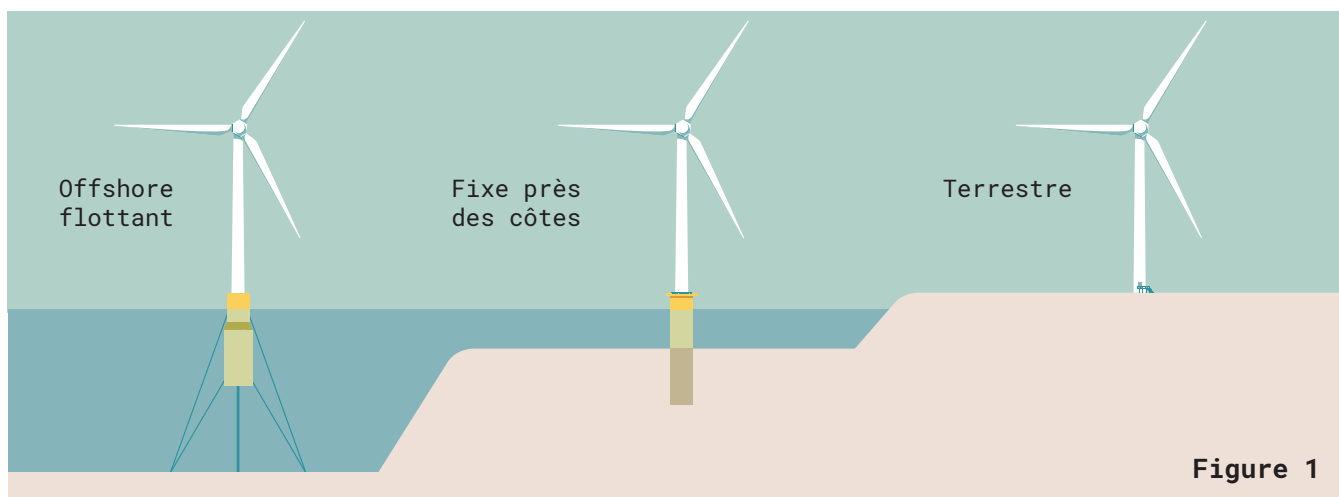


Figure 1

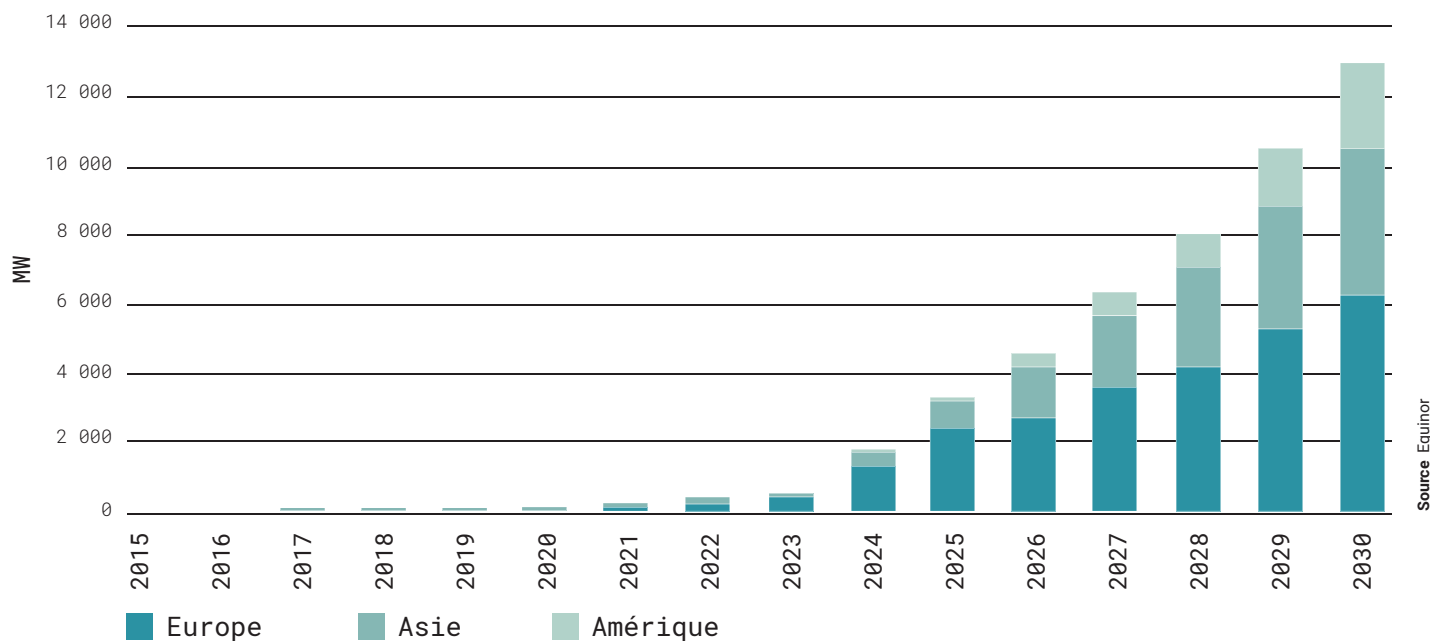


Arne Eik
RESPONSABLE DU DÉVELOPPEMENT
COMMERCIAL DE L'ÉOLIEN
OFFSHORE CHEZ EQUINOR



Erik Rijkers
DIRECTEUR DU DÉVELOPPEMENT
DES MARCHÉS ET DE LA STRATÉGIE
QUEST FLOATING WIND ENERGY

Les perspectives de marché de l'éolien offshore flottant



Ainsi, même une petite augmentation de la vitesse moyenne du vent se traduit par une grande différence dans la quantité d'énergie produite, et la technologie se développe clairement pour exploiter ce potentiel.

Bien sûr, il y a de nombreux défis à relever, en particulier pour ce qui est des coûts de construction et d'installation des fondations flottantes. « De très nombreux concepts sont employés et testés, » poursuit Mme Obhrai. « Il y aura probablement de nombreux concepts différents puisqu'ils dépendent, pour un lieu précis, de nombreux facteurs tels que la profondeur du port le plus proche, les compétences et capacités de production locale, etc. »

Des perspectives positives, mais des tendances difficiles à extrapoler à l'heure actuelle

Matthew Hannon, Maître de conférence senior à l'Université de Strathclyde à Glasgow en Écosse, affirme que la tendance est claire et positive, même s'il faut être prudent quant à la rapidité avec laquelle la technologie de l'EOF se développera.

« Bien que les perspectives à long terme soient optimistes, aujourd'hui la technologie de l'EOF a actuellement une très petite base installée, de sorte qu'il est difficile d'extrapoler avec confiance. Et tout

échec de matérialisation d'un projet peut avoir des effets négatifs sur la confiance en cette technologie, » concède-t-il.

« Néanmoins, si l'on prend tous les facteurs en compte, nous pouvons projeter une croissance constante dans la capacité mondiale de l'éolien offshore flottant d'ici à 2030. Ce qui est important dans cette croissance, c'est qu'elle reflète fidèlement les taux de croissance enregistrés par le secteur de l'énergie des éoliennes fixes proches des côtes. Aussi, nous pensons que durant les années 2030, sauf problèmes inattendus, l'EOF, doté d'une base solide, passera vraiment au régime supérieur. L'éolien flottant sera considéré, comme l'est actuellement l'énergie des éoliennes fixes proches des côtes, comme un investissement énergétique légitime à bas risque avec des taux de croissance dynamique similaires. »

Une période passionnante en perspective

À quel rythme l'éolien offshore va-t-il croître ? Cette question pourrait faire l'objet de nombreuses interprétations. Mais la tendance est sans équivoque et il sera certainement intéressant de voir comment le marché et la technologie évolueront dans les prochaines années.

Les assemblages boulonnés sont-ils des maillons faibles ?

« La durée de vie des boulons est un sujet critique pour le secteur industriel éolien, car c'est le point le plus faible dans le calcul de la durée de vie des turbines. Il semble y avoir un angle mort dans ce domaine, car les boulons ne sont pas considérés comme faisant partie des calculs de durée de vie standard, qui sont tous basés sur des codes aéroélastiques. »

David McMillan de l'Université de Strathclyde à Glasgow

« Prédire la performance et la fiabilité des assemblages boulonnés durant la vie des installations flottantes est un défi, tant en raison de leur taille physique que des rudes conditions environnementales des lieux où ils sont déployés. »

Tomas Svendsen – Nord-Lock Group Norvège



Charlotte Obhrai
PROFESSEUR ASSOCIÉE
SPÉCIALISÉE DANS LA RECHERCHE
SUR L'ÉOLIEN OFFSHORE
UNIVERSITÉ DE STAVANGER



Matthew Hannon
MAÎTRE DE CONFÉRENCE SENIOR
UNIVERSITÉ DE STRATHCLYDE



Elena Moral a passé presque deux décennies à travailler comme ingénieur dans l'industrie ferroviaire chez Talgo, un fabricant espagnol de trains à grande vitesse. Durant cette période, elle a remporté le prix « Les femmes dans les métiers de la construction et de l'ingénierie » (Women in Construction and Engineering – WICE) des Ingénieurs ferroviaires européens pour son rôle majeur dans la construction de l'ambitieux projet de chemin de fer entre Médine et La Mecque.

Texte Gonzalo Atienza Photos Brian Hallett

Comment votre rôle a-t-il évolué depuis que vous avez rejoint Talgo ?

J'ai passé la totalité de ma carrière professionnelle – presque deux décennies – chez Talgo, et j'ai donc travaillé dans de nombreux services de la société. Je coordonne tous les domaines fonctionnels tels que l'ingénierie, la vente et la fabrication. Il est important de distribuer les ressources nécessaires à travers nos nombreux projets et c'est ce qui nous permet d'atteindre les objectifs de toutes nos initiatives dans le monde entier.

Mon expérience technique approfondie me donne une position avantageuse pour avoir une collaboration étroite avec chaque équipe pour résoudre tout problème. Il y a de long projets qui se déroulent sur de nombreuses années et, étant donné la taille de Talgo, cela signifie que diriger ces projets exige un sens très pratique. Chacun se sent personnellement impliqué et lorsque je parle à mes collègues, je me réfère souvent à mes projets comme « mes trains ». Nous avons le privilège de travailler dans un secteur qui contribue à l'amélioration du bien-être des gens, ce qui rend notre travail très gratifiant.

À votre avis, pourquoi avez-vous été récompensée par le prix WICE des Ingénieurs ferroviaires européens ?



Dans une large mesure, ce prix m'a été attribué pour le projet Médine/La Mecque. C'est le projet ferroviaire le plus compliqué jamais entrepris : il s'agissait de construire la première ligne ferroviaire à grande vitesse exploitée dans des conditions quasi-désertiques. Plus de 1 000 personnes ont travaillé sur ce projet incroyablement ambitieux, et il est important de souligner que tout prix est le produit d'une collaboration. Je ne me considère pas comme la seule gagnante du prix. L'équipe que je dirigeais a développé des solutions en interne, mais aussi en collaboration avec d'autres secteurs industriels afin que nous puissions travailler à des températures supérieures à 50 degrés Celsius, avec de fines poussières qui pénètrent les plus fines fissures, et le sable qui devient un abrasif très efficace – exactement comme le papier de verre – lorsqu'on traverse ces régions à des vitesses supérieures à 300 km/h. La ligne compte maintenant 1,3 million de kilomètres cumulés depuis l'année dernière et les résultats positifs nous rendent très fiers de notre travail.

SOUS LES FEUX DE LA RAMPE



ELENA MORAL





Quels enseignements avez-vous tirés de ce projet si ambitieux ?

Mettre au point un train qui puisse rouler à haute vitesse dans un désert est un puzzle fascinant pour un ingénieur, et peut vous apprendre des leçons que nous pouvons appliquer à de nombreux autres contextes. Sceller hermétiquement le train pour empêcher les particules de poussière d'entrer peut trouver d'autres applications, par exemple, une utilisation dans des régions où les températures sont inférieures à zéro et pour empêcher la neige ou d'autres éléments de pénétrer dans le train. Développer une peinture qui ne s'écaille pas durant les trajets à travers le sable peut nous offrir des alternatives durables à ce que nous utilisons déjà. Chez Talgo, nous sommes fiers de la richesse de notre expérience de collaboration avec nos clients, qui nous a permis de trouver des solutions novatrices faites sur-mesure pour leur besoins spécifiques dans le secteur du chemin de fer à grande vitesse.

Selon vous, pourquoi des prix comme WICE sont-ils nécessaires ?

WICE cherche à donner de la visibilité à la contribution des femmes dans différents secteurs de l'ingénierie, pour rendre ces rôles plus attractifs et aider à traiter le problème du déséquilibre des genres dans notre secteur industriel. Dans de nombreux pays, moins de 20 pour cent des ingénieurs professionnels sont des femmes. Le fait d'avoir des modèles que les jeunes filles peuvent voir et vouloir imiter peut les rendre plus susceptibles de choisir des carrières similaires dans l'industrie. Finalement, les chiffres parlent d'eux-mêmes. Les femmes représentent la moitié de notre société et constituent donc la moitié du bassin de talents potentiels pour l'industrie. Les entreprises tournées vers l'avenir ne peuvent se permettre d'ignorer cela lorsqu'elles envisagent le futur. Dans un monde idéal, qui se concrétisera, espérons-le, dans un avenir proche, ces prix disparaîtront et cette distinction des genres ne sera plus nécessaire.

Nom

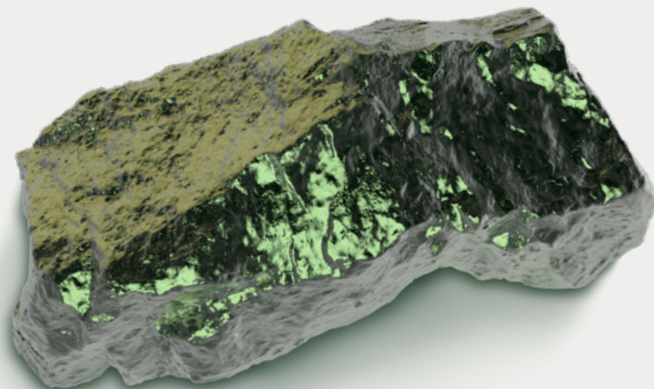
Elena Moral

Titre

Directrice exécutive de production chez Talgo

Parcours professionnel

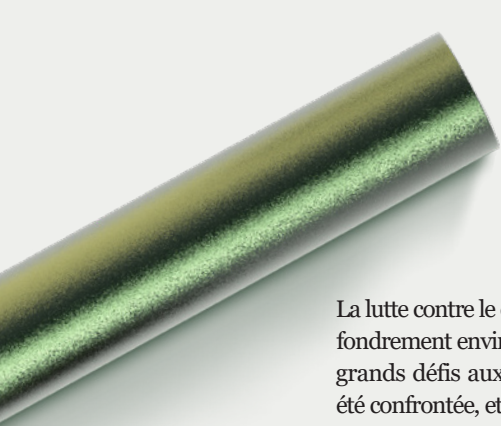
Direction de projet pour les projets de chemins de fer à grande vitesse chez Talgo : ingénierie, design, fabrication et test. Talgo est un des plus grands constructeurs de trains pour passager dans le monde, spécialisé dans la conception, la fabrication et la maintenance des trains régionaux, intercity et à grande vitesse.



LA ROUTE VERS L'ACIER VERT

La production d'acier est une des activités les plus polluantes au monde. Alors que nous nous préoccupons de plus en plus de la crise du climat et de la durabilité, les choses doivent changer. Et les choses changent, à travers l'innovation et la pensée circulaire. Mais c'est un long chemin qui exigera une nouvelle manière de penser tout au long du cycle de vie du produit, de la conception aux solutions de fin de vie. ➤

Texte Brian Cloughley



La lutte contre le changement climatique et l'effondrement environnemental est l'un des plus grands défis auxquels l'humanité ait jamais été confrontée, et l'industrie sidérurgique a un rôle essentiel à y jouer. Le Groupe international d'experts sur le changement climatique (GIEC) a estimé en 2014 que la production d'acier était responsable de 5 pour cent de toutes les émissions de gaz à effet de serre. Pour avoir un élément de comparaison, le secteur aéronautique représente 2 pour cent des émissions mondiales.

De toute évidence, les producteurs d'acier et les innombrables industries qui utilisent l'acier ont la responsabilité d'aborder la durabilité en général et le changement climatique en particulier. Heureusement, il existe des opportunités pour le faire.

Innovation dans la production d'acier

Il y a quelques raisons d'être optimistes dans le domaine de la sidérurgie. En premier lieu, l'acier est produit beaucoup plus efficacement aujourd'hui que jamais. L'énergie nécessaire pour produire de l'acier a considérablement baissé ces 50 dernières années et il existe un certain potentiel d'amélioration. La quantité d'acier produite à partir de déchets a aussi augmenté – un peu plus d'un tiers de l'acier produit dans le monde provient maintenant de matériaux recyclés.

Pour Max Åhman, maître de conférence senior à la Section Études sur les systèmes environnementaux et énergétiques (Environmental and Energy Systems Studies) de l'université de Lund en Suède, ces développements sont positifs mais pas suffisants pour faire face aux défis environnementaux auxquels nous sommes confrontés. Il affirme que des technologies révolutionnaires sont nécessaires pour que l'acier devienne une ressource véritablement durable.

« Nous pouvons et nous ferons ce qu'il faut pour augmenter la quantité d'acier recyclé, » déclare-t-il. « S'il est fondu dans un four à arc électrique avec de l'électricité renouvelable, alors les émissions sont proches de zéro. C'est un point positif, mais nous ne pouvons pas dépendre totalement de l'acier recyclé. D'abord parce que la demande en acier croît dans le monde entier et nous continuerons à avoir besoin de plus d'acier vierge. Ensuite, parce qu'il y a des problèmes de qualité. Il n'est pas toujours possible de fabriquer des aciers spéciaux et autres nuances d'acier en utilisant uniquement de l'acier recyclé.

« C'est très bien de parler d'efficacité énergétique et d'empreintes carbone, » concède M. Åhman.

« Mais, nous avons aussi besoin de prendre les défis à long terme très au sérieux, je veux dire par là que nous devons nous concentrer sur les objectifs plus difficiles à atteindre. »

« Est-il vraiment nécessaire de remplacer tous les hauts fourneaux et si oui, par quoi ? » demande-t-il.

Des émissions proches de zéro

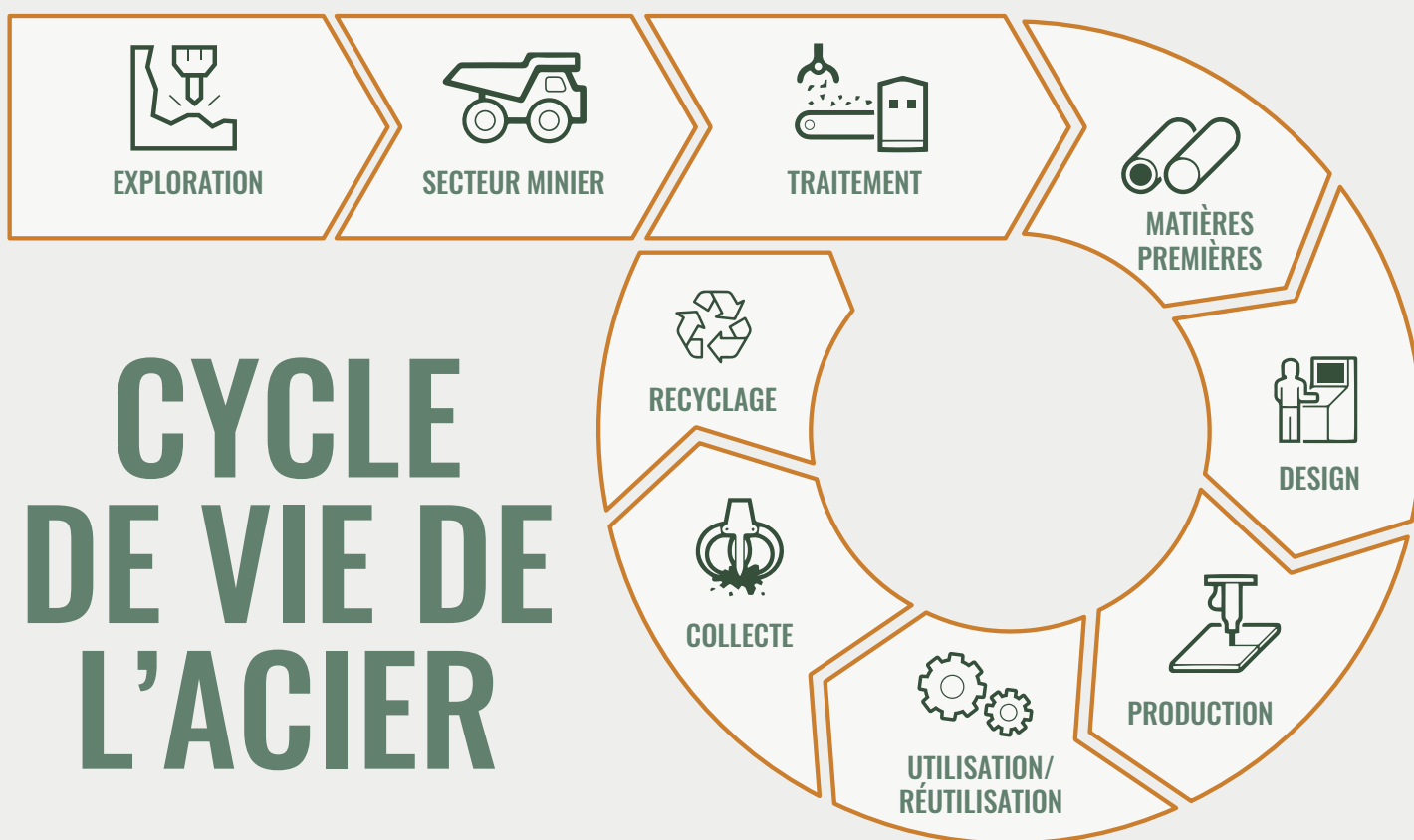
Les innovations technologiques de l'industrie sidérurgique qui ont le plus de chances d'aboutir, suggère M. Åhman, sont fondées sur le remplacement des hauts fourneaux à charbon par des méthodes basées sur des combustibles renouvelables.

Cette approche est pilotée en collaboration public/privé en Suède (HYBRIT) ainsi qu'en Allemagne (SALCOS). Ces deux projets ont mis au point des méthodes permettant de produire de l'électricité à partir d'énergie renouvelable pour produire de l'hydrogène, utilisée ensuite pour remplacer le charbon à coke dans l'étape de réduction de la fabrication de l'acier. Cette méthode produit de l'eau comme sous-produit et non du CO₂, de sorte qu'il est possible de produire de l'acier avec des émissions proches de zéro ou nulles.

« Il n'y a pas d'inconnues techniques ici, » précise M. Åhman. « Nous avons fait une réduction directe de l'hydrogène et l'électrolyse est là. Ce que nous devons vérifier est si cela peut être fait à grande échelle de manière rentable et intégrée. »

La menace imminente qui plane sur ce sujet, c'est qu'il faudra bientôt prendre des décisions à long terme. Compte tenu des longs cycles d'investissement dans cette industrie, les investisseurs devront bientôt décider où ils veulent être en 2050.

« Si l'on veut remplacer la technique actuelle des hauts fourneaux par une méthode avec réduction directe de l'hydrogène, il faudrait en principe prendre des décisions d'ici à 2025. C'est le calendrier que nous traitons aujourd'hui, » conclut M. Åhman.



Source EIT – Matières premières



Max Åhman

MAÎTRE DE CONFÉRENCE SENIOR
SECTION ÉTUDES SUR LES
SYSTÈMES ENVIRONNEMENTAUX
ET ÉNERGÉTIQUES
UNIVERSITÉ DE LUND



Karin Östman

CONSEILLÈRE EN
POLITIQUE SENIOR
JERNKONTORET

Évaluation du cycle de vie

L'acier est partout dans nos sociétés modernes, de sorte que si nous mettons l'accent sur sa production, nous ne nous rendons pas totalement compte de son rôle dans un avenir durable. Karin Östman, Conseillère en politiques senior à Jernkontoret (Association des producteurs d'acier suédois), prône l'évaluation du cycle de vie (LCA) comme une meilleure méthode pour comprendre l'acier et la durabilité.

L'évaluation du cycle de vie LCA permet de mesurer avec plus de réalité l'impact d'un produit du début à la fin de sa vie. En évaluant la totalité du cycle de vie d'un produit, avance-t-elle, il est possible de comprendre sa performance environnementale et de prendre de meilleures décisions sur des voies durables. De plus, les progrès de la production signifient que l'acier peut jouer un rôle positif dans la durabilité.

« Par exemple, le développement de nuances d'acier à haute résistance, » explique Mme Östman. « Lorsque de l'acier à haute résistance est utilisé dans la fabrication de voitures, leur poids diminue et elles sont moins énergivores. Ainsi, l'acier peut aider

à réduire la consommation d'énergie dans la totalité du système. »

On peut facilement oublier que la durabilité couvre un domaine plus large qu'une simple réduction des émissions.

La durabilité consiste à maintenir une planète habitable, ou comme l'explique l'ONU dans une description des Objectifs de développement durable, « pour protéger la planète et améliorer les vies et les perspectives de chacun, en tout point du globe. » Selon Östman, cette perspective est partagée par de nombreux producteurs du secteur sidérurgique.

« La vision que nous nous sommes fixée à Jernkontoret est que d'ici 2050, l'industrie sidérurgique suédoise ne produira rien qui ne crée pas de valeur pour la société », dit-elle. « Autrement dit, zéro émission et pas de déchets, mais également, une contribution à une société meilleure. Offrir de belles carrières et des lieux de travail plus sûrs et plus équitables sont des éléments clés de cette vision. » ➤

Une utilisation durable de l'acier

Il faudra attendre plusieurs années avant que « l'acier vert » décrit par Max Åhman ne soit commercialisable, mais il existe néanmoins des options durables pour les fabricants et les ingénieurs en mécanique. L'approche de la durabilité par le biais du cycle de vie de Jernkontoret peut aider à identifier des sources d'amélioration.

L'élément clé est de mettre l'analyse du cycle de vie au centre du processus de conception. De nombreux pays et de nombreuses organisations intergouvernementales et non-gouvernementales dressent des inventaires de cycles de vie pour quantifier l'impact des produits et de leurs intrants. Leur objectif est que les données de ces inventaires soient globales et couvrent l'impact environnemental des matières premières, de la fabrication, du transport, de l'utilisation finale et bien plus encore jusqu'à la fin de vie des produits.

Ces données permettent l'évaluation complète du cycle de vie d'une grande variété de biens, mais ces considérations fondamentales sont pertinentes pour presque toutes les applications nécessitant de l'acier.

Réduire, réutiliser, recycler

La première considération concerne l'efficacité des matériaux et les conceptions surdimensionnées. L'évaluation du cycle de vie commence par l'extraction des ressources et le surdimensionnement de la conception – concevoir un produit plus solide, plus grand ou plus complexe que ne l'exige son utilisation finale – est par définition une utilisation inefficace des matériaux.

Utiliser de l'acier recyclé peut être une manière de réduire l'utilisation de matières premières, mais en fonction de l'application, obtenir une nuance d'acier plus élevée peut être une meilleure manière d'optimiser la conception et de réduire l'impact d'un produit tout au long de sa vie.

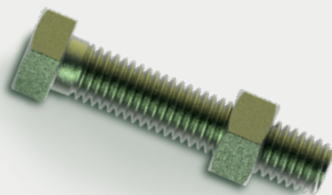
Il est toujours conseillé de réfléchir sur la fin de vie d'un produit au stade de la conception pour disposer d'un modèle circulaire.

L'acier est recyclable à l'infini, mais la contamination avec d'autres métaux, notamment le cuivre, limite souvent l'opportunité d'utiliser de l'acier recyclé. L'aptitude au recyclage varie énormément selon le type de produit, mais assurer un démontage facile et minimiser le soudage de l'acier avec d'autres métaux sont des réflexions à mener au moment de la conception qui sont applicables à tous les secteurs industriels.

Augmenter l'impact positif sur la chaîne de valeur



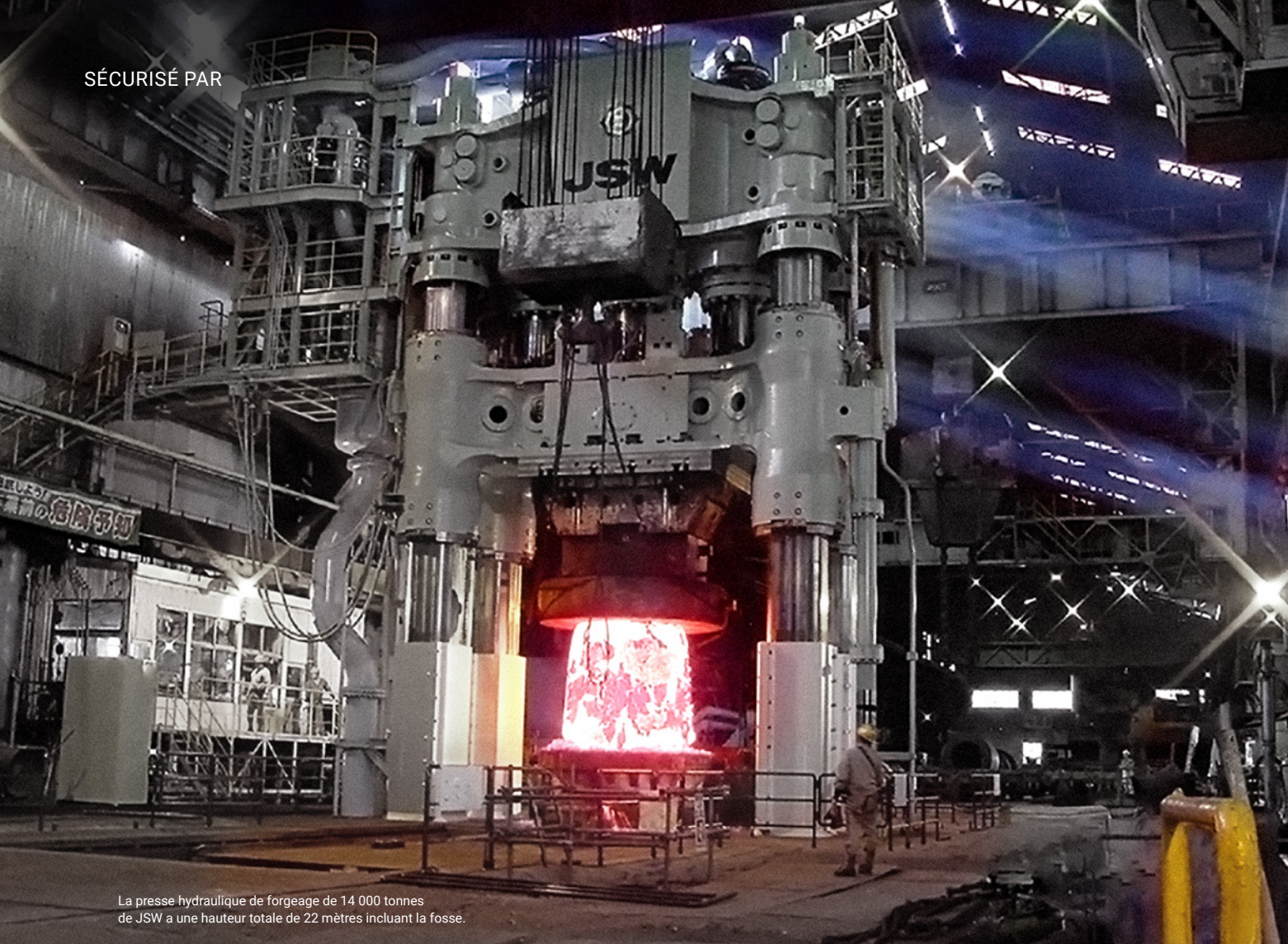
Une approche holistique – c'est-à-dire prendre en compte la totalité de la chaîne de valeurs – est la clé pour parvenir à un développement durable.





IMAGINER UNE SOLUTION RÉUSSIE

*Tout comme un athlète victorieux,
un responsable de maintenance peut-
il avoir en tête la solution parfaite
avant de la mettre en œuvre ?
Japan Steel Works pourrait
avoir trouvé la réponse. ➤*



La presse hydraulique de forgeage de 14 000 tonnes de JSW a une hauteur totale de 22 mètres incluant la fosse.

Texte Hugh O'Brian **Photos** Keisuke Okada et Japan Steel Works

La société Japan Steel Works, Ltd. (JSW), établie à Muroran sur l'île d'Hokkaido possède une des plus grandes presses à forger du monde, capable de manipuler d'énormes lingots d'acier pesant jusqu'à 670 tonnes. Fondée en 1907, la société fabrique des produits en acier moulés et forgés de grande taille, des tôles d'acier et des pièces pour machines industrielles. Avec 3 usines au Japon et 18 bureaux dans le monde entier, JSW fait appel à des technologies avancées pour fabriquer des presses, des arbres de turbines et même des épées japonaises. Dans le cadre de son service après-vente, elle offre depuis peu des services de maintenance pour réservoirs sous pression, presses et autres pièces d'équipement lourd.

Un des principaux défis auxquels JSW fait face depuis de nombreuses années dans ses activités est le serrage et le desserrage

des boulons géants de ses presses hydrauliques de forgeage et des massives pompes à eau qui les entraînent. Cela inclut les boulons de taille M180 qui fixent solidement les « bielles d'équilibrage » de la presse hydraulique de 14 000 tonnes et les boulons M64 de la pompe à eau qui ferment son capot et sa structure principale pour résister à l'énorme pression nécessaire au fonctionnement de la presse hydraulique de forgeage.

Le problème réside dans le fait qu'il est difficile d'obtenir un serrage précis et uniforme de ces gros boulons. JSW utilisait traditionnellement le martèlement ou une clé dynamométrique hydraulique, seules méthodes à sa disposition. Mais ces procédés conduisent à des serrages imprécis et parfois même à des ruptures de boulons dues aux variations de précharge.

Un problème très frustrant et coûteux

M. Takumi Kawauchiya, responsable de la maintenance des équipements de la division fabrication chez JSW depuis plus de 30 ans, affirme que ce problème était très frustrant, tant pour lui que pour la société.

« Nous utilisons des méthodes de serrage par force, martèlement et clé dynamométrique hydraulique, qui étaient imprécises et physiquement éprouvantes pour nos employés, » explique M. Kawauchiya. « C'était un lourd fardeau pour les employés et qui plus est, cela ne fonctionnait pas parfaitement. Nous avons parfois des ruptures de boulon dans ces machines bien conçues en raison d'une précharge imprécise. »

CLIENT

JAPAN STEEL WORKS, LTD.

APPLICATIONSPRESSE À FORGER HYDRAULIQUE DE 14 000 TONNES
ET POMPE À PRESSION D'EAU MASSIVE**SOLUTION**TENSIONNEURS À VIS
MULTIPLES SUPERBOLT**APPLICATION (PRESSE)**

ÉQUILIBREUR À TIRANTS (M180)

APPLICATION (POMPE)

BOULON DU CAPOT (M64, 4 PIÈCES EN JEU DE 8 UNITÉS)

TAILLE DE LA PRESSE

HAUTEUR AU SOL 16,44 M (HAUTEUR TOTALE FOSSE INCLUSE : 22 M)

**Une image mentale
de la bonne solution**

Comme un golfeur professionnel qui, avant de frapper la balle, imagine sa trajectoire pour qu'elle atteigne le bon objectif, M. Kawauchiya affirme qu'il aime se faire une image mentale du résultat final satisfaisant avant de relever le défi que représente chaque réparation. « Je visualise tout le processus de travail dans mon esprit, notamment ce qui pourrait être la meilleure méthode pour résoudre le problème, option A ou option B, puis j'imagine tout le processus étape après étape. Ce n'est que lorsque j'ai fini de me créer cette image que je commence à travailler, » poursuit-il.

Les défis liés aux boulons représentaient un problème sérieux qui gâchait ses stratégies bien construites. « Normalement, lorsque des incidents inattendus se produisaient, j'établissais un plan alternatif issu de mon expérience et je re-visualisais la totalité du processus. Cependant, lorsqu'un problème inattendu comme une rupture de boulon se produisait, cela arrêta toute l'activité de l'installation. Plus long est l'arrêt, plus importantes sont les pertes financières, qui peuvent s'élever à des dizaines de milliers d'euros en une seule journée. Bien entendu, il n'y avait rien de plus important que la rapidité avec laquelle nous pouvions récupérer et redémarrer », commente Kawauchiya.

**« Je rêvais de résoudre ce
défi de maintenance ».****Profondément ému d'avoir trouvé
la véritable solution au problème**

Heureusement, son rêve s'est réalisé il y a quelques années. Lorsque M. Kawauchiya a serré les très grands boulons avec Superbolt pour la première fois, il a été heureux de réaliser que ce problème qui l'embarrassait depuis si longtemps était enfin vraiment résolu. « Lorsque j'ai fini de les serrer, j'étais profondément ému par Superbolt. J'ai vu que c'était une véritable solution

à mon problème. » M. Kawauchiya explique que ce qui l'a impressionné est la facilité d'utilisation de Superbolt par rapport au travail pénible précédant de martèlement des gros boulons.

En raison de son concept unique, certaines personnes doutaient au départ que Superbolt pouvait vraiment serrer de gros boulons ou pensaient que cela prendrait beaucoup de temps de serrer toutes les petites vis de pression sur le corps de l'écrou. Lorsqu'on lui a demandé comment il avait répondu à ces préoccupations, M. Kawauchiya a souligné que les autres méthodes présentaient également des inconvénients. « La clé dynamométrique hydraulique nécessite des unités lourdes telles que des pompes. Et le martèlement est également un travail très pénible qui épuise l'opérateur. Comparé à ces méthodes, Superbolt est beaucoup plus facile même s'il faut serrer des vis de pression. »

**La technologie Flex-in & Flex-out
rend les assemblages plus sûrs**

L'avantage de Superbolt n'est pas seulement une charge de travail réduite. La sécurité de l'assemblage boulonné et la prévention de la rupture du boulon et des dangers associés sont aussi améliorées. Superbolt peut empêcher la rupture de boulon grâce à la structure « Flex-in & Flex-out » apportée par la conception brevetée de la vis de pression. C'est ce qui permet de répartir la tension, qui est normalement concentrée sur les premiers et seconds filetage de vis, à la totalité du filetage en ouvrant la partie inférieure vers l'extérieur et en fermant la partie supérieure vers l'intérieur durant le serrage.

M. Ryu Kobayashi, qui est chargé de la conception des équipements de production depuis de nombreuses années à la division des équipements chez JSW, considère que c'est un grand avantage.

« La fonction Flex-in & Flex-out est très avantageuse, en**particulier pour la fixation
des pièces qui sont exposées
à de grandes variations de
charges dynamiques. »**

En fait, ici réside le secret de la prévention des ruptures de boulons et l'analyse des données de tests montre que Superbolt répartit très uniformément la tension sur chaque filetage de vis. Les écrous hydrauliques peuvent aussi réduire la charge de travail du serrage, mais ils ne fonctionnent pas pour empêcher la rupture des boulons. Cette technologie est brevetée par le groupe Nord-Lock et les produits qui copient cette structure n'ont pas les mêmes caractéristiques.

M. Kobayashi souligne aussi les autres avantages de Superbolt, de son point de vue de concepteur. « La précision du serrage de boulon par martèlement varie considérablement d'un individu à un autre, de sorte que certains boulons peuvent ne pas être serrés correctement. Même si le boulon est serré, il peut ne pas avoir suffisamment de précharge. La répétabilité de Superbolt est excellente et chacun peut serrer le boulon à la même force, ce qui entraîne une meilleure sécurité des réparations effectuées lors de la maintenance. » Cette répétabilité élevée réduit le risque de travail incorrect et empêche les accidents, tout en réduisant les temps d'arrêt imprévus et coûteux.

Tout comme un concepteur chez un constructeur de machines bénéficie des avantages de Superbolt, les utilisateurs finaux des machines peuvent également réduire leur coût global. Si nous considérons l'efficacité des dépenses de maintenance comme une partie de la « qualité », ceci est une amélioration de la qualité et peut être considéré comme un service pour l'utilisateur final. Cela peut être aussi un argument de vente supplémentaire pour les équipes commerciales des fabricants de machines.

Que considérer lors de la réutilisation d'assemblages boulonnés ?

Envoyez vos questions sur les technologies du boulonnage à experts@nord-lock.com



Sonny Halberg

INGÉNIEUR APPLICATION ET VENTES AU GROUPE NORD-LOCK

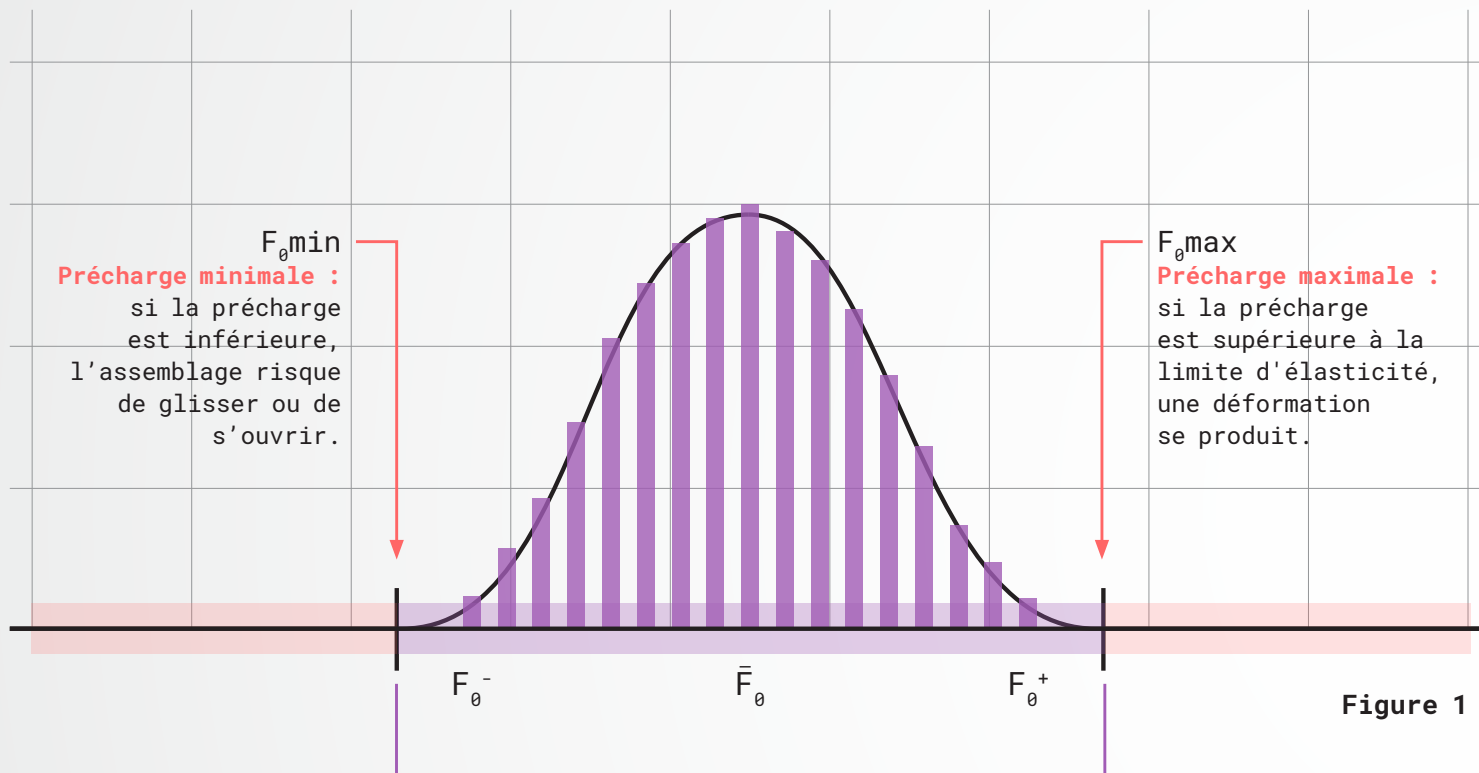


Figure 1

La **pré-charge fonctionnelle** est calculée et fixée.

Respectez la plage de conception !

Un boulon est installé en usine sans lubrification et tout fonctionne bien... jusqu'à la première fois que le boulon est retiré et réutilisé. C'est alors les problèmes commencent. Pourquoi ?

Dans le processus de conception, un ingénieur définit la plage de précharge d'un assemblage, comme le montre la Figure 1, de façon à empêcher les pièces de s'ouvrir ou de commencer à glisser et de sorte que la limite d'élasticité n'est dépassée dans aucune des pièces. Les coefficients de friction font partie du calcul pour déterminer le couple nominal nécessaire pour atteindre la précharge correcte.

La zone de contact du boulon s'aplatit durant la première opération de serrage en raison de la rugosité et des irrégularités de surface. Ce qui se produit à la réutilisation, c'est que la friction augmente en raison de la surface de contact plus grande générée au premier serrage. Cela signifie que vous avez besoin d'un couple de serrage plus élevé pour obtenir la même précharge que celle que vous aviez lors du premier serrage. Si, au lieu de cela, vous utilisez simplement le même couple de serrage initialement recommandé lors de la réutilisation, le résultat est une précharge plus faible.

Serrage sans lubrification

Le graphique de la figure 2 illustre un boulon M12 de niveau 8.8 qui a été serré pour la première fois, puis réutilisé sans lubrification. La plage de précharge de l'ingénieur de conception est marquée en bleu. Le premier serrage est clairement dans la plage et tout fonctionne correctement. Néanmoins, en raison des effets de friction, la première fois que la fixation est ré-utilisée, un couple de serrage plus élevé est nécessaire pour obtenir la précharge requise.

Cet exemple peut se trouver sur une machine qui a très bien fonctionné depuis sa livraison. Puis la première révision de maintenance est réalisée, disons, un an après. Lorsque le boulon est réutilisé, en suivant les instructions du fabricant, et serré à ce que l'on pense être le couple correct, la précharge obtenue est inférieure à la plage initialement déterminée par l'ingénieur.

Et c'est là que les problèmes surviennent. La précharge est trop faible, et les pièces commencent à glisser, entraînant un desserrement et/ou une rupture du boulon.

Conclusion

Réutiliser des assemblage boulonnés sans lubrification appropriée est un pari risqué. Il peut être tentant de ne pas lubrifier pour gagner du temps ou il se peut que la lubrification ne soit pas possible, pour des raisons d'hygiène, par exemple. Mais il est important d'être conscient que la baisse de précharge entre la première installation et la première réutilisation sans lubrification peut être très importante et également très variable. Cela signifie que la précharge obtenue ne peut pas être prévue avec précision. S'il est décidé de ne pas utiliser de lubrifiant, alors il vaut mieux changer la fixation à chaque fois plutôt que de réutiliser l'originale.

Si les fixations doivent être réutilisées, il est fortement recommandé d'utiliser une bonne lubrification uniforme. Il est très important que les boulons soient propres et à nouveau lubrifiés avec le même lubrifiant. Cela permettra de restaurer les conditions de friction à leur niveau d'origine, et de maintenir la charge de serrage dans la plage pré-définie (voir figure 3).

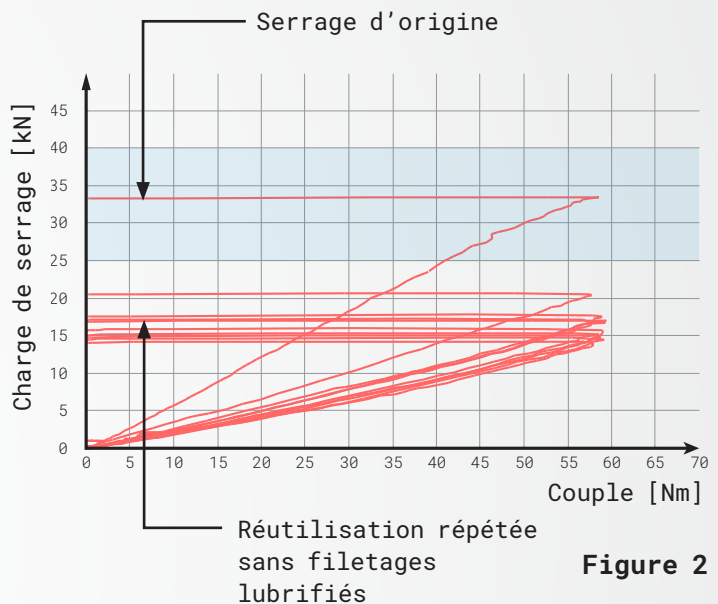


Figure 2

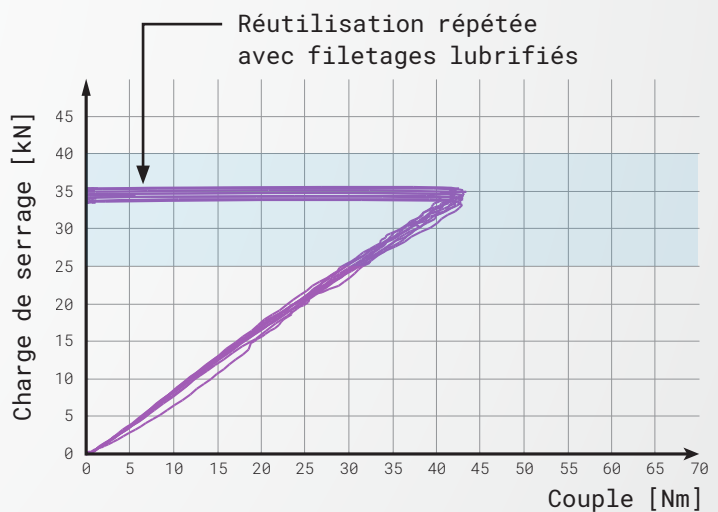


Figure 3

Si vous commencez à utiliser un lubrifiant, assurez-vous que le couple de serrage est réglé de manière à correspondre aux conditions et aux valeurs de friction. Si vous avez besoin d'assistance, veuillez contacter le groupe Nord-Lock.

UNE SOLUTION INNOVANTE POUR UN PONT SPÉCIAL

140 mètres de long, 45 mètres de large et un poids de 3 400 tonnes. Le tout couleur or. Le nouveau pont de Stockholm est vraiment un nouveau point de repère dans la capitale suédoise. C'est un projet qui a mis au défi même les ingénieurs concepteurs les plus expérimentés.

Texte Jens Kärrman Images Stockholm Stad et Foster & Partners



L'échangeur de Slussen est un lieu emblématique de Stockholm. C'est une caractéristique dominante du paysage urbain et un élément clé de l'infrastructure de la capitale.

Slussen relie la mer Baltique au lac Mälaren et a une longue histoire en tant que route commerciale. Depuis 1642 s'y trouve une écluse pour compenser la différence de niveau entre la mer et le lac. L'écluse actuelle a 85 ans et est dans un triste état. La ville de Stockholm a donc décidé de remplacer les deux ponts actuels qui connectent les centres-villes de Södermalm et Gamla stan par un nouveau pont en acier.

La nouvelle écluse augmentera la quantité d'eau s'écoulant du lac Mälaren, réduisant ainsi le risque d'inondations qui pourraient constituer une menace pour l'eau potable dans cette région densément peuplée.

Du fait de sa situation au cœur de Stockholm, le réaménagement de Slussen est un problème

délicat depuis des décennies. Toute cette attention est l'un des aspects qui rendent le projet de Slussen si spécial. Le cadre est un autre aspect clé. Construire un nouveau pont au milieu d'une grande ville sans arrêter complètement la circulation pendant plusieurs années est compliqué.

« Une foule de piétons traverse constamment ce pont. Un pont temporaire a donc été construit et est maintenant en place, pour faire place à la fondation du nouveau pont à construire », explique Tomas Bergström, consultant de Ramboll, la société qui a travaillé sur la partie pont du projet pour le compte de l'entrepreneur principal Skanska.

Les contraintes de temps, la durabilité et le poids font partie des raisons pour lesquelles le pont a été construit entièrement en acier.

« Si le pont avait été construit tout en béton, cela aurait pu prendre un an de plus, » note le concepteur en chef chez Ramboll, Tore Lundmark.



L'épaisseur du pont varie, tout comme sa hauteur. La section sud du pont mesure sept mètres de haut, tandis que l'extrémité nord du pont jouxtant Gamla Stan, le centre médiéval bien conservé de Stockholm, fait moins d'un mètre de haut.

C'est un projet compliqué et le long chemin parcouru avant l'achèvement du pont a mis à rude épreuve les nerfs et la patience des ingénieurs de Skanska et de Ramboll. « Nous avons produit 550 plans. C'est plus du double par rapport à nos plus gros projets, » rapporte Tomas Bergström.

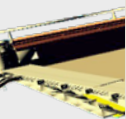
Afin de gérer les mouvements générés dans le pont, Ramboll a choisi des colonnes articulées avec des axes du système Expandar du groupe Nord-Lock comme entretoises.

Le système Expandar est le plus souvent utilisé entre des pièces mobiles sur de grandes machines, mais les concepteurs de Ramboll ont

découvert qu'il conviendrait très bien au design spécial du pont du projet Slussen

« La pression dans les paliers est à peu près de même force vers le haut et vers le bas. Les mouvements du pont étaient tellement énormes que nous avons été obligés d'utiliser des colonnes articulées, avec des paliers sphériques avec un axe traversant, et ces axes convenaient à nos besoins, » affirme Tore Lundmark.

Le pont sera livré en une seule pièce par bateau depuis la Chine, où les 72 pièces ont été assemblées par l'une des plus grandes entreprises de construction de ponts au monde. Une fois arrivé à Stockholm, il sera déplacé sur des pontons dans deux chenaux, puis posé sur ses supports. Le nouveau pont sera installé au printemps 2020 et ce nouveau point de repère au cœur de la capitale suédoise devrait ouvrir officiellement à l'été 2021. ➤

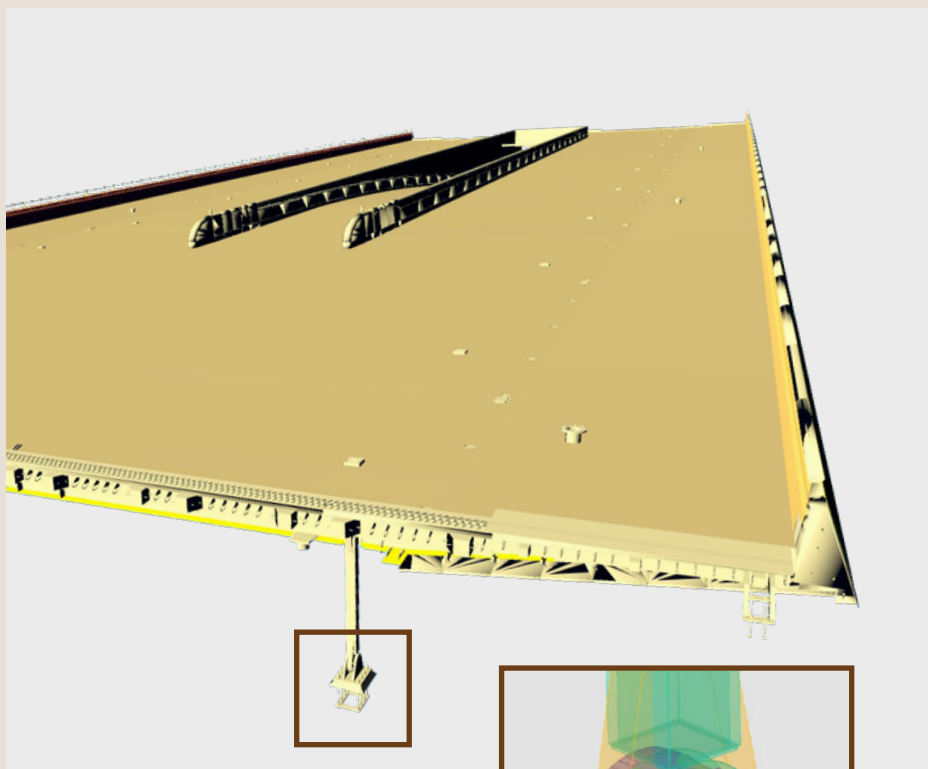


La construction du pont à contre-courant

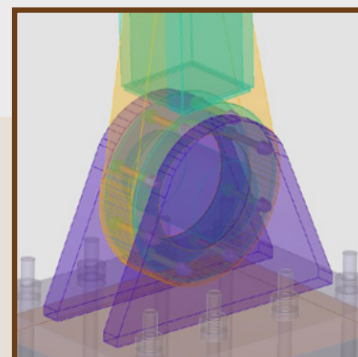
« Les projets de ponts sont beaucoup plus importants de nos jours. Nous avons rarement la chance de construire un pont unique sur une rivière puisqu'il en reste peu à construire, » déclare Tore Lundmark, docteur honoraire à l'université de technologie de Luleå. Il conçoit des ponts depuis le début des années 1980 et au cours de sa longue carrière, il a été impliqué dans de nombreux projets de grande envergure, dans une variété de rôles.

La standardisation et la conception modulaire sont maintenant la norme dans de larges secteurs du bâtiment. Mais les projets de construction de ponts vont à l'encontre de cette tendance. Ils sont simplement de plus en plus complexes.

« Il y a très peu de pièces rectilignes et la standardisation est presque impossible. La plupart des ponts sont courbes ou coudés et ont des largeurs variables. Chaque pont a son caractère et sa personnalité unique, » poursuit Tore Lundmark.



Plan 3D du pont avec le système Expander, livré complet avec axe et paliers.



Tomas Bergström
CONSULTANT SENIOR
RAMBOLL



Tore Lundmark
CONCEPTEUR EN CHEF
RAMBOLL

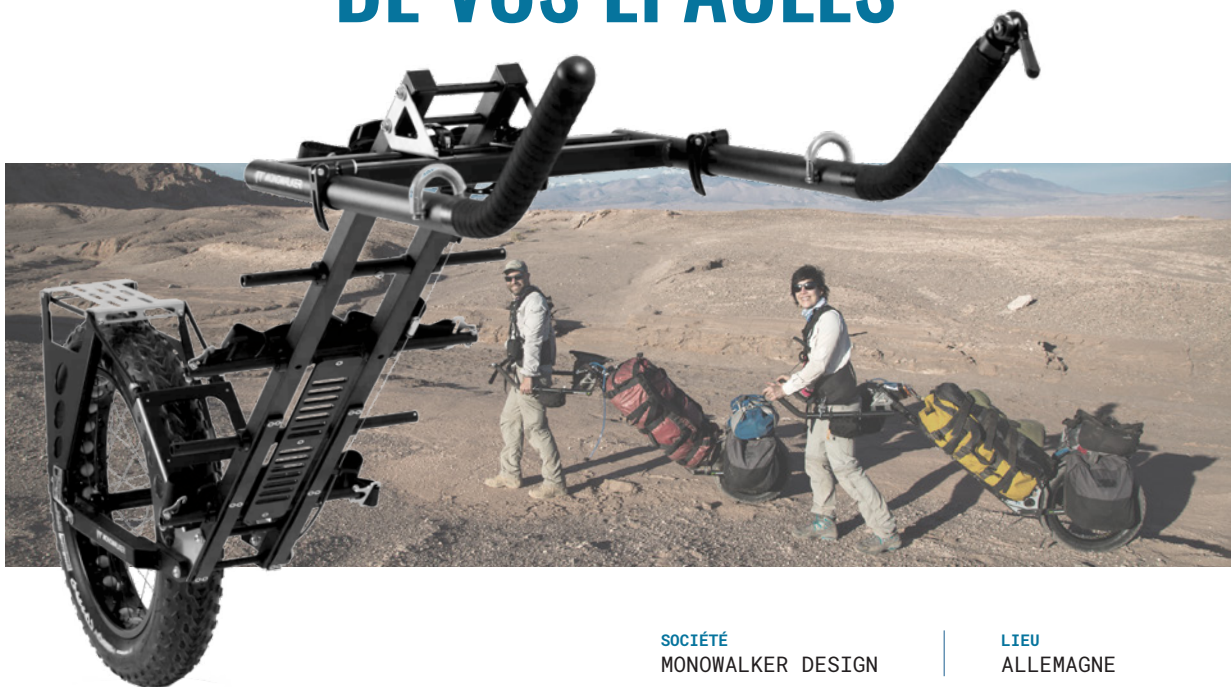
CLIENT RAMBOLL	CLIENT FINAL LA CITÉ DE STOCKHOLM, EN SUÈDE	ENTREPRENEUR PRINCIPAL SKANSKA
-------------------	--	-----------------------------------

DÉFI
GÉRER LES MOUVEMENTS DANS UN PONT AVEC UNE GRANDE VARIATION DE HAUTEUR ET DE GÉOMÉTRIE DE SECTION TRANSVERSALE

APPLICATION ENTRETOISES POUR COLONNES ARTICULÉES	SOLUTION SYSTÈME EXPANDER
---	------------------------------

AVANTAGES
IL N'Y AURA PAS DE JEU ENTRE LES ENTRETOISES ET LA STRUCTURE DU PONT

RETIRER DU POIDS DE VOS ÉPAULES



Braver les éléments et se rapprocher de la nature peut être une expérience enrichissante, surtout pour les enfants. Mais une bonne planification est essentielle.

Dans une maison qu'il a construite lui-même en Suisse, près de la frontière italienne, utilisant une technologie de pointe pour minimiser la consommation d'énergie, vivent Stefan Markert, ingénieur en énergie, son épouse Mirjam Haag et leurs quatre enfants. Ils composent une famille écoresponsable avec une histoire à raconter.

Cet été, la famille a profité d'une randonnée-aventure magique de trois mois le long du sentier de montagne nommé « La Grande Traversata delle Alpi » (GTA). Le parcours de 900 kilomètres de la Suisse à la Méditerranée passe d'une vallée à l'autre sur des pistes qui remontent souvent à l'époque romaine.

« Nous voulions échapper au matérialisme et au stress de la société, mais aussi montrer à nos enfants à quel point la Terre est fragile », explique Markert. « Il nous est parfois arrivé d'être sans contact avec la civilisation pendant trois jours. Je transportais quotidiennement une charge de 40 kilos pour notre famille, comprenant une tente, des tapis et sacs de couchage, des vêtements, de la nourriture et des fournitures médicales. »

Pour gérer cette charge, Markert a essayé le Monowalker Fatmate, un chariot de randonnée tout-terrain personnalisé à une roue. Il s'appuie sur les rondelles à effet de cames Nord-Lock pour sécuriser tous les assemblages boulonnés

SOCIÉTÉ
MONOWALKER DESIGN

LIEU
ALLEMAGNE

PRODUIT
MONOWALKER FATMATE, UN CHARIOT DE RANDONNÉE TOUT TERRAIN DE 9 KG

LA SOLUTION
TOUS LES COMPOSANTS VISSÉS SUR LE MONOWALKER FATMATE SONT ÉQUIPÉS DE RONDELLES NORD-LOCK

et pour garantir qu'aucun boulon ne se desserre lors de l'utilisation – peut-être dans un lieu isolé.

Les rondelles facilitent le démontage du Fatmate chaque fois que vous devez vous arrêter et vous reposer. Il vous suffit de dévisser les boulons et plier le chariot. Vous pouvez le remonter en quelques secondes. Mieux encore : les rondelles peuvent être réutilisées plusieurs fois sans aucun problème.

La plus grande qualité du Fatmate est sa capacité à déplacer le poids. La roue supporte 50 % de la charge, les 50 % restants étant portés par des poignées en aluminium ultra-légères. Les poignées sont soutenues par des mousquetons qui se fixent sur un harnais porté à la taille.

Markert a utilisé un porte-bagages supplémentaire, fixé au-dessus de l'essieu du chariot, avec des sacoches latérales transportant 20 kg d'équipement, réduisant ainsi le poids sur les poignées et le harnais de 20 %.

« Nous avons eu de la neige, de la glace, du vent et un soleil de plomb, avec des températures allant de zéro à 42 °C, et un terrain parfois éprouvant », dit-il, « mais le Fatmate a tout géré. Cela m'a retiré un poids de l'esprit – et des épaules aussi. »

Texte Rob Hyde **Photos** Monowalker Design

Parfois, vous savez qu'une très bonne solution peut encore être améliorée. Mais il peut être difficile de trouver comment faire d'un bon produit un excellent produit. Voici comment est né le tensionneur automatique Boltight TSR+ : plus rapide, plus sûr et plus robuste.

« Mes objectifs étaient très clairs », explique Samad Ludi, l'ingénieur derrière la création du nouveau tendeur hydraulique TSR+. « Je savais que pour réussir, je devais améliorer trois caractéristiques essentielles : la rapidité, la sécurité et la durabilité. »

Au fil des ans, Nord-Lock Group avait cherché à améliorer la conception existante du Boltight TSR, mais n'avait jusqu'à présent pas trouvé la bonne solution.

Le capteur de force est la clé

Samad a concentré ses efforts sur le composant principal du TSR+, le capteur de force hydraulique. Il prévoyait de revoir sa conception afin de permettre un travail de tensionnement plus rapide, tout en le rendant plus sûr

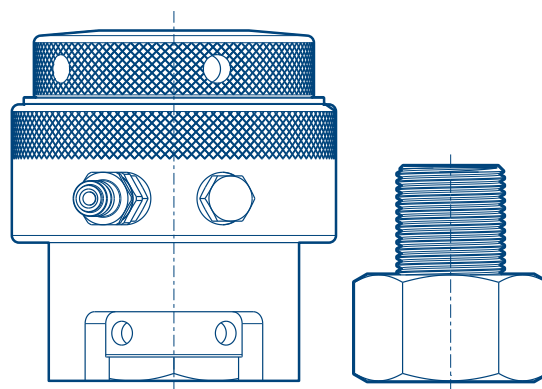
en cas de défaillance et en lui donnant également un cycle de vie supérieur.

Après avoir obtenu la mission, Samad a travaillé pendant la première semaine à dessiner les concepts possibles pour le nouveau capteur de force sur un carnet de croquis. Il a montré ses créations les unes après les autres à l'équipe de révision pour recevoir leurs contributions.

« Jusqu'à ce que », dit Samad avec un sentiment de fierté clair, « sur la base des commentaires utiles sur mes croquis précédents que j'avais reçus de l'équipe, et en utilisant toutes les connaissances en conception acquises au fil des ans, je trouve ce que je considérais

TENSIONNEUR DE BOULON HYDRAULIQUE DE BON À EXCELLENT

Texte Hugh O'Brian Photos Andy Coxsell



être un concept solutionnant tous les problèmes. Sécurité, longévité et rapidité. Je l'ai montré à mon directeur technique et j'ai donné un bref aperçu de la façon dont cela fonctionnerait – et il a tout simplement adoré ! »

Interchangeabilité avec les composants existants

L'interchangeabilité était une autre exigence que Samad devait satisfaire, ce qui signifie que les clients pouvaient toujours utiliser leurs composants Boltight TSR existants et n'avaient qu'à remplacer le capteur de force pour bénéficier de tous les avantages du TSR+. En se concentrant uniquement sur le capteur de force, sa solution signifiait que toutes les autres pièces pouvaient être utilisées exactement comme elles l'étaient dans le passé.

Le nouveau capteur de force TSR+ est doté des toutes dernières technologies en matière de joints, ressorts et adaptateurs, la sécurité étant une priorité absolue, commente Samad. « La sécurité était un facteur clé dans ce projet, et nous devons nous assurer que toute défaillance se produise en toute sécurité, sans risque pour les opérateurs. La disposition de la conception était critique, et nous avons fait des analyses et des tests avancés pour déterminer son facteur de sécurité et sa durée de vie. Le capteur de force a été conçu de telle sorte qu'en cas de défaillance majeure dans l'outil, le pire scénario, il se produirait un éclatement hydraulique interne qui serait capturé dans l'outil en évitant tout préjudice potentiel à l'opérateur. »



Combine toute l'expérience dans une seule solution

Le résultat est une conception de capteur de force de pointe qui combine les dernières technologies, y compris de nouveaux joints, ressorts et adaptateurs. « Nous avons mis à profit toutes les meilleures expériences et connaissances acquises avec les tensionneurs au fil des ans, y compris des solutions personnalisées éprouvées, et les avons intégrées à cette conception unique. Toutes ces données, expérience et technologie ont été intégrées dans un seul nouveau produit, le TSR+, pour offrir aux utilisateurs un large éventail d'avantages précieux. »

Parmi ces avantages :

- Une vitesse 4 fois plus rapide que le TSR précédent pour le retour du piston, en faisant le plus rapide du marché.
- Une bien meilleure durabilité, avec des tests de cycle de vie en laboratoire montrant qu'il surpassait facilement le TSR existant à pleine pression et à pleine course.
- Une plus grande sécurité de l'opérateur grâce à la technologie d'étanchéité moderne avec une meilleure soupape de surpression qui, en cas de défaillance, soufflera vers l'intérieur pour éviter les projections d'huile sur les opérateurs.
- Une interchangeabilité totale avec d'autres composants, car le capteur de force est facilement remplaçable.

Une nouvelle donne pour Boltight

Cette combinaison d'avantages confère certainement à Boltight et au groupe Nord-Lock une position encore plus forte sur le marché des tendeurs hydrauliques. « Lorsque j'ai présenté la conception finale, mes collègues expérimentés ont dit que cela pourrait changer la donne car c'est un type d'outil vraiment spécifique – un tensionneur à ressort de rappel automatique », explique Samad. « Nous avons maintenant le tensionneur à rappel automatique le plus rapide du marché. La réponse initiale du marché a été très positive, suscitant beaucoup d'intérêt, et nous recevons des commandes pour ces outils en ce moment-même. »

Pour en savoir plus sur le Boltight TSR+ et ce que fait le tensionneur de boulon hydraulique, visitez www.nord-lock.com/boltight/products/tsr-tensioners



... AU FAIT, PRÉFÉREZ-VOUS
RECEVOIR LE MAGAZINE BOLTED
SOUS FORME NUMÉRIQUE
PLUTÔT QUE PAPIER ?

Abonnez-vous à la version numérique ici :
www.bolted.com