

cetiminfos

Osez le futur

Sommaire

ZOOM

2 Forum Innovation 2023 : rendez-vous sur Global Industrie !

RENCONTRE

3 François Liotard - Directeur général de Lisi Automotive et président d'Artema

DÉCRYPTAGE

4 Mobilité électrique - Recycler les batteries : une priorité industrielle
6 Découpage/emboutissage, fabrication additive, management du risque - Trois études et veilles pour préparer l'avenir

APPLICATION

8 Bouygues Travaux Publics - Maîtriser des assemblages vissés hors normes pour l'éolien

CAU CETIM

10 Analyse de défaillance - Gérer et maîtriser les risques
11 Projet stratégique sectoriel - Adapter les équipements fluidiques aux contraintes de l'hydrogène
12 Formations



Événement

Forum Innovation 2023 : rendez-vous sur Global Industrie !

La troisième édition du Forum Innovation se déroule cette année en partenariat avec le salon Global Industrie. Cet événement destiné à connecter les industriels mécaniciens et les jeunes pousses se tient du 7 au 10 mars sur le « Village Startups » du salon.

Pour les PME/ETI, identifier des startups porteuses de solutions innovantes leur permettant de poursuivre leur entrée dans l'Industrie du Futur devient une nécessité. Pour les startups, rencontrer des acteurs dynamiques de l'industrie mécanique française permet également de valoriser leurs savoir-faire et de présenter leurs innovations et, pourquoi pas, de faire naître des projets communs. C'est la vocation du Forum Innovation organisé par la Fédération des industries mécaniques et le Cetim sur le « village Startups » du salon Global Industrie, du 7 au 10 mars 2023 à Lyon Eurexpo.

Un lieu d'échanges et de découverte

« Avec le Forum Innovation, nous créons un modèle de transfert de connaissances plus intriqué vers les écosystèmes associant entreprises et startups. C'est notre rôle d'accompagner l'innovation et d'assurer l'intermédiation entre ces jeunes pousses et les PME/ETI mécaniciennes », indique Philippe



Lubineau, directeur de la Recherche et des programmes au Cetim. Une initiative montée avec la FIM et son club Startup, avec le soutien de Bpifrance et du réseau Carnot. En 2018, le forum a rassemblé une soixantaine de startups et plus de 150 industriels. La deuxième édition était 100 % digital. Cette année, C'est sur le salon Global Industrie que se tient le forum innovation. Les industriels peuvent ainsi aller à la rencontre des jeunes pousses spontanément, ou en réservant un créneau de rendez-vous avec elles via l'application MyGI. A noter, le Village Startups, organisé avec CSI France et le réseau des SATT, prévoit des séances de pitches des jeunes

pousses pendant la durée du salon, afin de leur permettre de mettre en avant leurs technologies et leurs savoir-faire, et tables rondes focalisées sur des sujets clés liés au développement des startups : financement, amorçage, montée en puissance, industrialisation. . .

Récompenser l'innovation

Ce Forum est également l'occasion de récompenser l'innovation avec une nouvelle édition des Challenges Innovation, portés cette année par AGCO. Le spécialiste de la conception, de la fabrication et de la distribution de matériel agricole propose deux challenges différents pour lesquels deux lauréats recevront

une dotation de 5 000 euros pour contribuer à la poursuite du développement du projet. Le premier challenge porte sur le bilan CO₂. AGCO souhaite pouvoir monitorer la production de dioxyde de carbone du véhicule et des applications agricoles, recueillir une synthèse de la production en fonction des usages, quantifier le bilan carbone des activités et les intégrer dans un système plus global de la ferme et proposer des conseils d'optimisation et de réduction. Le second challenge porte lui aussi sur la transition écologique. Les véhicules sont en grande partie fabriqués en matière classique (acier, fonte, plastiques), avec des procédés tirant énergie sur base carbone pétro-sourcée. Le challenge concerne ainsi l'éco-responsabilité et le bilan de recyclabilité du site de production ou du tracteur. ■

Contact : Jacques Loigerot
09 70 82 16 80 - sqr@cetim.fr



Cliquez pour plus d'infos sur les challenges Innovation 2023

cetiminfos

CETIM - 52 avenue Félix-Louat - CS 80067 - 60304 Senlis Cedex
Tél. : 09 70 82 16 80 - sqr@cetim.fr - cetim.fr

Directeur de la publication : **Daniel Richet** - Rédacteur en chef : **Jean-Sébastien Scandella** (06 08 77 45 01) - Rédacteur en chef délégué : **Akim Djouadi** - Maquette/Infographie : **Magali Aït Mbark** (03 44 67 30 55), **Guilbert Gabillot** (03 44 67 47 08)
A participé à ce numéro : Youssef Belgnaoui

Pour joindre vos correspondants par mel : prenom.nom@cetim.fr - Diffusion : 09 70 82 16 80 ; Prix du n° : 16,53 € TTC (15,67 € HT)





François Liotard, directeur général de Lisi Automotive et président d'Artema

« Les priorités : doper l'innovation tout en pilotant le point mort en production »

Celui qui préside le syndicat des industriels de la mécatronique et le groupement de marché automobile de la Fédération des industries mécaniques, dont il est vice-président, nous livre sa vision de l'avenir et des pistes pour transformer les contraintes en opportunités.

Cetim Infos : Quelle est votre vision de l'évolution de l'industrie et de l'industrie automobile en particulier ?

François Liotard : La migration vers le véhicule 100 % électrique à batterie (BEV) s'accélère. Cependant, cette migration du moteur thermique vers le moteur électrique ne se fait pas encore à coût équivalent. Il y a donc un vrai risque qu'une partie des consommateurs ne puissent se payer un véhicule électrique. Cela pose deux questions importantes : Y aura-t-il une offre de véhicules électriques d'entrée de gamme produits en France ou viendront-ils de Chine ou d'Inde ? Et quelle sera la production de véhicules sur le territoire européen en 2030 ? 15 millions de véhicules, 12 ou moins de 10 ?

CI : Comment les industriels du secteur doivent-ils réagir face à ces évolutions ?

FL : Face à cette évolution rapide, les fournisseurs de composants mécaniques pour l'automobile doivent migrer leur offre produits vers des composants liés à la chaîne de traction électrique à batterie (et à moyen terme à pile à combustible) et adapter leur appareil industriel pour une production qui restera durablement en dessous des niveaux historiques de 2018 et 2019. Autrement dit, doper l'innovation d'une part et piloter le point mort, d'autre part. Une étude Alix Partner conduite sous l'égide de la PFA avait montré une forte réduction du nombre de composants mécaniques dans un véhicule BEV. Les premières consultations des constructeurs montrent qu'il y a néanmoins beaucoup d'opportunités autour de la chaîne de traction électrique, notamment pour les fixations mécaniques.

CI : Comment les industriels de votre secteurs peuvent-ils répondre à l'enjeu de l'économie circulaire ?

FL : C'est une question centrale ! Nous sommes tous engagés vers une réduction de notre empreinte carbone. Pour la plupart d'entre nous, le scope le plus consommateur de CO₂ est l'approvisionnement

en matière première. L'économie circulaire et le recyclage des matériaux représentent donc des enjeux très importants, avec l'utilisation de matières recyclées, la réduction du coût d'achat et, spécifiquement pour les fournisseurs de fixations mécaniques, la proposition de solutions d'assemblage multi-matériaux démontables.

CI : Quelle incidence a la montée de l'e-mobilité sur vos activités ?

FL : La bascule vers l'e-mobilité fait fortement évoluer notre offre produits. Nous sommes en train de passer d'une offre de fixations au standard moteur thermique à des solutions de fixations pour véhicule électrique avec des fonctionnalités nouvelles : propreté particulière pour l'environnement moteur, absorption de vibration acoustique pour l'environnement habitacle, assemblages multi-matériaux pour la caisse en blanc. Cela demande un effort de développement de nouveaux produits inédit dans un passé récent.

CI : La supplychain automobile est-elle prête pour une montée en puissance de l'hydrogène ?

FL : L'hydrogène présente le double avantage d'offrir une solution zéro émission et rapidement rechargeable. Cependant, même si toutes les technologies existent aujourd'hui, leur montée en puissance sera freinée par le coût de la solution et la mise à disposition d'un réseau d'infrastructures de recharge. Sur le premier point, Forvia avance que la solution H₂ sera au même coût qu'une batterie à l'horizon 2030. Cela reste à démontrer. Sur le deuxième point, la priorité des gouvernements européens est de développer le réseau de recharge de batteries avant de se lancer massivement dans des infrastructures de recharge H₂. En outre, cette solution n'a de sens que si on fabrique l'hydrogène à partir d'électricité verte... ■

« La bascule vers l'e-mobilité fait fortement évoluer notre offre produits »

Propos recueillis par Jean-Sébastien Sacandella

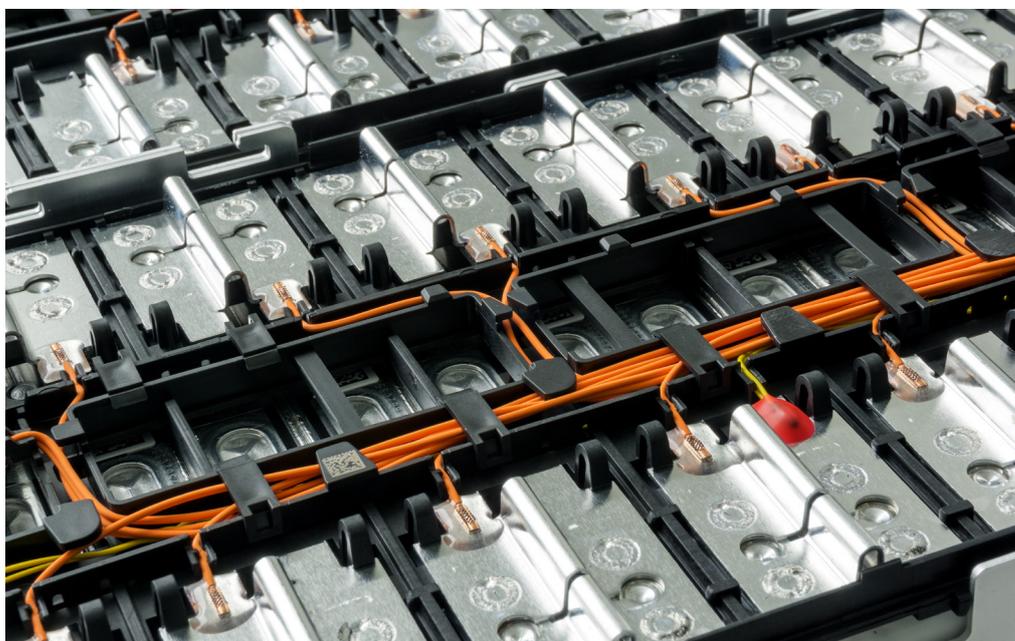
Mobilité électrique

Recycler les batteries : une priorité industrielle

Le recyclage des batteries était l'une des thématiques des Rencontres de l'innovation pour l'économie circulaire organisées à Lille par TEAM2. Pour répondre aux enjeux de l'électrification, l'heure est à l'optimisation des méthodes de recyclage et au développement de solutions de fin de vie et de seconde vie pour les batteries usagées.

Les constructeurs automobiles accélèrent leur transition vers l'ère de l'électrification depuis que l'Union européenne a acté la fin des moteurs thermiques pour 2035. Leur objectif : optimiser les processus de production d'une voiture électrique pour en réduire le coût (la batterie de traction peut représenter plus d'un tiers du prix total du véhicule) tout en améliorant ses performances et sa fiabilité. Mais surtout, alors que le développement durable est devenu une préoccupation majeure, les batteries de nouvelles générations doivent être conçues en envisageant leur recyclabilité.

Bien qu'il existe différents types de batteries, les batteries lithium-ion, en raison de leur longévité, de leurs performances et de leur niveau de sécurité, sont les plus largement utilisées. En plus de 30 ans, leurs densités d'énergie massique et volumique ont quasiment triplé, avec une réduction drastique de leurs coûts, et ce en grande partie par les progrès dans les procédés de fabrication. Des améliorations sont toujours à l'étude pour réduire le coût et l'empreinte environnementale tout en améliorant les performances et la sécurité. Les technologies à électrolyte solide, lithium-soufre, voire des technologies alternatives



En raison de leur longévité et de leurs performances, les batteries lithium-ion sont actuellement les plus utilisées dans les véhicules électriques.

au lithium telles que le sodium-ion sont prometteuses. Une plateforme du CEA-Liten planche notamment avec des industriels sur les batteries lithium-ion de futures générations, qui passent par des procédés d'élaboration d'électrodes sans solvant, intégrant des électrolytes hybrides et solides, associés à des électrodes négatives de lithium métallique. Les batteries du futur pourraient donc utiliser moins de matériaux critiques tout en présentant des performances accrues.

Recycler pour réduire la dépendance

La production des batteries actuelles nécessite l'utilisation de métaux rares tels que le lithium, le cobalt, le manganèse ou le nickel. Les industriels doivent donc réduire les coûts de production des batteries mais, également, développer des processus et un écosystème permettant d'assurer le recyclage et la revalorisation en fin de vie des batteries, ainsi que la réutilisation de ces métaux rares. Recycler les batteries fait donc partie des priorités, afin d'amortir les fluctua-

tions des coûts des matériaux, qui représentent entre 20 et 50 % du coût d'une batterie, et de ne pas dépendre complètement de matériaux dont l'extraction se concentre dans une poignée de pays. De fait, 70 % de la production de cobalt provient notamment du Congo ; le lithium vient quant à lui à 55 % d'Australie et à 14 % de Chine. Le recyclage constitue donc une source précieuse en matière première et permet de limiter la consommation de ressources non renouvelables. Il s'avère d'autant plus incontournable que l'électrification

de la mobilité va entraîner une explosion de la demande sur ces matériaux... Concernant le lithium, alors que la demande mondiale pour la fabrication de batteries était de 49 000 tonnes en 2020, les besoins seront multipliés par 42 en 2040. Le recyclage des batteries ne garantira pas aux constructeurs leur indépendance, mais leur permettra de réduire leur dépendance vis-à-vis de leurs fournisseurs extra-européens. Une future loi européenne prévoit d'ailleurs une proportion minimale de matériaux recyclés contenus dans les batteries : 4 % de lithium et nickel, et 12 % de cobalt à partir du 1^{er} janvier 2027 ; et 20 % de cobalt, 10 % de lithium, et 12 % de nickel au 1^{er} janvier 2035.



Le groupe Renault assemble déjà des véhicules électriques en France (ici à Flin). Il prévoit de produire ses propres batteries à l'horizon 2024 avec le projet Renault Envision.

Produire en Europe

De grands projets de fabrication de batteries dans plusieurs pays d'Europe, dont la France, ont été annoncés ces dernières années. Un moyen pour les constructeurs automobiles européens de garder le contrôle d'une technologie critique, mais également de réduire l'impact carbone de la filière (transport, mix énergétique bas carbone...) tout en conservant la maîtrise des processus de fabrication et de recyclage sans dépendre d'entreprises asiatiques qui dominent le marché. En effet, l'essentiel des usines de production de batteries au lithium pour véhicules électriques se situe en Chine, en Corée du sud et au Japon. Avec ces projets, l'Europe a pour ambition de combler son retard. Elle comptera d'ici à 2025 environ 25 gigafactories. En France, aux côtés des usines de Bolloré et de Saft, trois sites seront bientôt opérationnelles : Automotive Cells Company (ACC) à Douvrin en 2023, Renault-Envision à Douai en 2024 et Verkor à Dunkerque en 2025. La région Hauts-de-France va

concentrer à elle seule trois usines. Le projet Batters a donc été créé pour accompagner les acteurs du secteur des batteries de cette région, effectuer un état de l'art du marché des batteries de mobilité électrique, identifier les besoins de la filière et proposer des plans d'actions stratégiques concernant l'ensemble de la chaîne de valeur, depuis l'extraction minière jusqu'au recyclage en passant par la production des cellules et leur assemblage.

Plusieurs procédés en lice pour recycler

Une vingtaine d'entreprises réparties dans toute l'Europe, dont sept sites dans l'hexagone, sont spécialisées dans le recyclage de batteries. Elles disposaient en 2020 de capacités de recyclage de 60 000 tonnes de batteries li-ion. Ces capacités devront tripler, voire quadrupler d'ici 2025, pour répondre aux besoins du marché. 700 à 800 kt de capacités de recyclage seront en effet nécessaires en 2030 contre 215 kt annon-

cées pour 2025. En 2020, le recyclage reposait principalement sur le procédé de pyrométallurgie qui est néanmoins insuffisant à lui seul pour atteindre les objectifs européens. Mais d'autres procédés de recyclage tels que l'hydrométallurgie et le recyclage direct peuvent également être déployés industriellement. La pyrométallurgie est un procédé thermique pour séparer et récupérer des métaux. Si ce procédé a prouvé sa robustesse et sa productivité, il est néanmoins très énergivore et produit des gaz toxiques. L'hydrométallurgie est quant à elle un procédé d'extraction chimique. Elle est très efficace pour extraire les éléments d'une matrice complexe. Elle permet une extraction fine des métaux en étant peu énergivore. Elle génère néanmoins des effluents et nécessite une forte consommation de réactifs et l'utilisation de solvants nocifs. Le recyclage direct consiste à extraire les matériaux de cathode ou d'anode

des électrodes des batteries li-ion usagées pour les restaurer et les réutiliser directement dans les batteries manufacturées. Il peut être avantageux pour les cathodes de faible valeur car il évite des étapes de purification coûteuses. Son efficacité dépend cependant de l'état de santé de la batterie recyclée. Les étapes de recyclage diffèrent en outre selon le type de cathode dans la batterie.

Ces différentes voies possibles pour le recyclage des batteries, mais aussi des détails sur le projet Batters, entre autres, sont à retrouver dans les trois dossiers de veille « Les Rencontres de l'innovation pour l'économie circulaire », en ligne dans la Mécatèque. ■ YB

Contact : Gaël Guégan
09 70 82 16 80 – sqr@cetim.fr



Cliquez pour télécharger les dossiers de veille

Découpage/emboutissage, fabrication additive, management du risque

Trois études et veilles pour préparer l'avenir

Matériaux, conception et équipements. À toutes les phases du processus industriel, il est possible d'améliorer la performance et la productivité de son entreprise, tout en réduisant les coûts et les pertes. La sélection de sujets de ce numéro vous présente trois outils indispensables dans cette quête.

1 « Données matériaux en découpage - emboutissage » : nouvelle édition enrichie

Encore plus complet et toujours en phase avec les évolutions de la filière, l'ouvrage « Données matériaux en découpage - emboutissage », un des best-sellers du Cetim, revient dans une édition 2022 augmentée de 10 nouvelles fiches.

Depuis plus de vingt-cinq ans, ce document (3E52) aux éditions « Les ouvrages du Cetim », enrichi chaque année de nouveaux matériaux, s'est imposé comme une référence pour les professionnels du découpage et du formage, qui y retrouvent l'ensemble des résultats des essais de caractérisation conduits par le Cetim. Et pour cause : l'étude de certaines caractéristiques liées à des essais de traction et à des essais de découpage et de formabilité permet d'apprécier l'aptitude d'un matériau au découpage et au formage. La mise en œuvre de la nuance de tôle sous presse se fait donc d'autant plus facile-

ment que l'on a connaissance de ces données.

Ces caractéristiques, utiles aux opérations de découpage-emboutissage, sont répertoriées sous forme de fiches métiers synthétiques, associant données techniques, schémas et photographies, et organisées selon deux sections : « Efforts et jeux en découpage » et « Données matériaux en emboutissage ».

Les nouveautés de cette édition : un nouvel acier inoxydable, trois aciers à hautes caractéristiques mécaniques, et une famille regroupant deux fiches, baptisée « Inconel et alliages base nickel », pour la catégorie « découpage-poinçonnage » ; un acier, une nuance « Inconel et alliage » et une « aluminium et alliage » pour la catégorie « emboutissage ».

Contact : André Maillard
09 70 82 16 80 – sqr@cetim.fr



Cliquez pour télécharger l'ouvrage

2 Design For Assembly : quand moins, c'est mieux

Accroître sa productivité et réduire ses coûts de production, tout en améliorant les performances mécaniques et la durée de vie des systèmes ? Non seulement, c'est possible mais on peut du même coup alléger son impact écologique. Comment ? Grâce au Design For Assembly, une démarche qui vise à simplifier la structure d'un système mécanique en réduisant le nombre de ses composants et en minimisant le nombre d'opérations nécessaires à son assemblage.

Un des exemples les plus frappants en la matière est sans doute celui d'ArianeGroup. En optant pour la fabrication additive métal pour la tête d'injection d'Ariane 6, l'industriel a substitué les 248 composants du design traditionnel par... une pièce unique, totalement fonctionnelle ! Ce qui lui a permis de réduire ses coûts totaux de production et divisé par trois le temps de production d'une unité.

Plus simple, plus rapide et plus rationnel, le processus de fabrication est donc aussi plus pro-

ductif. Aux économies de matières premières et d'énergie s'ajoute la réduction de l'impact écologique de l'ensemble de la chaîne de production. En lui associant la fabrication additive, qui allie agilité et réactivité, le temps de mise sur le marché est réduit. Sans compter que les meilleures performances mécaniques ainsi obtenues allongent la durée de vie des produits, réduisant d'autant la production de pièces de maintenance et, donc, de déchets.

Tous les avantages liés à la

réduction du nombre de composants sont à découvrir dans la note de veille « Réduction du nombre de composants dans les systèmes mécaniques » qui en présente des exemples parmi les plus marquants après avoir rappelé les enjeux et exposé les différentes méthodes de conception. ■

Contact : Djamel Bentoumi
09 70 82 16 80 – sqr@cetim.fr



Cliquez pour télécharger la note de veille

3 Inspection fondée sur les risques : quoi, pourquoi, comment ?

Évaluation de la criticité et suivi de la performance des équipements, optimisation des installations industrielles, prévention des pannes et des arrêts non planifiés... En permettant d'éviter des pertes financières, le management du risque revêt une importance cruciale dans toutes les industries. Cette méthode de l'inspection fondée sur les risques (RBI – Risk-Based Inspection) contribue à centrer les ressources d'inspection sur les équipements prioritaires, tout en préservant le niveau global de risque de l'usine et en améliorant la fiabilité.

Pour autant, les sociétés sont encore nombreuses à éprouver des difficultés à choisir l'approche et la méthodologie les mieux adaptées à leur usine et à leurs installations parmi toutes

celles qui ont été développées au fil des années. C'est à leur attention que le Cetim publie le rapport « Méthodologies d'inspection fondée sur les risques (RBI) pour diverses industries ».

Ce document de référence, disponible en français et en anglais, fait un examen approfondi des différentes spécifications et méthodologies disponibles actuellement sur le marché. La première des trois parties, « Examen des normes et pratiques recommandées sélectionnées en matière de RBI », propose une synthèse des principes fondamentaux de la gestion d'actifs et du management du risque, une comparaison des méthodologies utilisées, une évaluation détaillée du processus, ainsi qu'une proposition de plan pour de futurs travaux.

Comment choisir l'approche et



© AdobeStock_Kras99

la méthodologie de management du risque les mieux adaptées à sa situation, sans se tromper ? Les réponses sont dans ce rapport de la collection Performances. ■

Contact : Edmund Ng et Goh Zhu Di
09 70 82 16 80 – sqr@cetim.fr



Cliquez pour télécharger l'ouvrage

Bouygues Travaux Publics

Maîtriser des assemblages vissés hors normes pour l'éolien

Dans le cadre du chantier de fabrication des embases gravitaires du parc éolien offshore de Fécamp, le spécialiste de la construction et des travaux publics s'est reposé sur l'expertise du Cetim pour la partie liée aux assemblages boulonnés critiques du projet.

A projet gigantesque, composants hors-normes ! Sur le projet de parc éolien en mer de Fécamp, Bouygues Travaux Publics en effet a mis en œuvre des assemblages vissés au format XXL. Pour garder la maîtrise sur ce sujet, le Français qui œuvre dans la construction d'ouvrages d'art (ponts, tunnels, mais également les ouvrages industriels civils comme les centrales nucléaires) et depuis plus récemment dans la construction d'embases d'éoliennes offshore, a fait appel aux spécialistes du Cetim.

71 éoliennes installées en mer

Le parc éolien en mer de Fécamp est un champ composé de 71 éoliennes, pour à peu près 500 MW de puissance installée, implanté entre 13 et 24 km au large de Fécamp, sur une surface globale de 60 km². Sa particularité ? Chaque éolienne est fixée au sommet d'une embase gravitaire (Gravity Based Structure, GBS en anglais) en béton, « posée » au fond de l'eau. « *Le client EDF a confié au groupement d'entreprises dont Bouygues TP et mandataire, la conception, la fabrication et l'installation des embases gravitaires des éoliennes* », déclare Antoine Affetouche, responsable génie civil sur le chantier



Sur le chantier du Havre, 71 embases gravitaires ont été produites puis transférées en mer, au large de Fécamp.

de construction des embases du parc éolien offshore de Fécamp.

Construites à terre sur près de deux ans au Havre, 71 GBS ont été produites, déplacées sur le chantier pour être embarquées sur des barges spécifiques, puis acheminées jusqu'à leur destination finale. Des colosses de béton armé précontraint de 5 000 tonnes et de 50 mètres de haut (à noter, chaque GBS présente une hauteur différente, pour s'adapter à la profondeur à

son point de dépose) sur lesquels sont installés les éoliennes, tous les équipements électriques nécessaires à leur fonctionnement, et un Boat Landing, un dispositif destiné à y permettre l'accostage des bateaux, notamment pour les travaux de maintenance. Durée de vie de l'ensemble : 30 ans.

Des assemblages boulonnés hors du commun

Ces GBS embarquent plusieurs assemblages boulonnés essen-

tiels lors de leur fabrication, de leur transfert en mer et de leur exploitation, en particulier les barres de levage utilisées pour soulever les ouvrages lors de leurs déplacements à terre, les fixations du Boat Landing et les barres de fixation de l'éolienne : des M56 et M 98 ! Ces assemblages boulonnés doivent répondre à plusieurs critères clés : la résistance mécanique, bien sûr, mais aussi la tenue à la corrosion, puisqu'ils sont utilisés dans une atmosphère

marine très agressive. « Il faut savoir que les boulons qui sont utilisés sur le chantier sortent des standards et des normes courantes. On ne trouve pas dans la littérature directement les réponses à nos questions », précise Antoine Affetouche.

Sur ces trois sujets, Bouygues Travaux Publics a décidé de s'appuyer sur l'expertise du Cetim. « Nous avons défini nos dimensionnements mais nous avons eu besoin à un certain stade de recourir à une expertise pour valider ces dimensionnements, pour optimiser certains composants et nous accompagner sur les nécessaires phases de test », explique Antoine Affetouche. « Pour le levage à terre, ce sont des barres M83 qui ont été utilisées pour arrimer la GBS au portique qui la soulève et la repose sur un véhicule multiroues. Sur chaque GBS il y a quatre oreilles de levage installées avec une mise en tension sur ces barres M83. La mise en tension entraîne des déformations des écrous. Nous avons fait appel au Cetim pour faire des simulations, vérifier les déformées, à la fois sur des modèles informatiques mais également lors de tests en grandeur

nature sur des écrous récupérés après les essais », détaille le responsable génie civil. Ces simulations se sont accompagnées de travaux d'optimisation des barres. L'objectif : s'assurer que les déformations subies par les assemblages autorisent leur démontage après usage. Pour Bouygues Travaux Publics, le Centre a également réalisé des simulations du comportement des barres M56, tiges de fixation des mats des éoliennes sur les embases, en fonction d'éventuels petits écarts de positionnement pouvant générer des efforts parasites et pour vérifier que ce dimensionnement était pérenne durant toute la vie de l'ouvrage. Un point essentiel qui a en outre nécessité pour Bouygues Travaux Publics de tenir des tolérances de fabrication plus serrées que sur des chantiers plus classiques.

Validation de matériaux et de couples

Pour la fixation du Boat Landing, certaines fixations sont situées au-dessus du niveau de la mer, d'autres sont en Splash

“ Sur les différents sujets que nous avons traités, il y a eu une très bonne écoute et beaucoup de réactivité de la part du Cetim. En outre, nos interlocuteurs ont été très professionnels sur les réponses apportées et les comptes rendus réalisés. ”

Antoine Affetouche, responsable génie civil sur le chantier de construction des embases du parc éolien offshore de Fécamp.



©Cetim / Bouygues Travaux Publics

Zone, la zone de marnage. Pour résister à ces conditions extrêmes, Bouygues Travaux Publics a opté pour l'alliage inox alloy 686. « Avec le Cetim, nous avons réalisé la caractérisation de cet alliage, via des méthodes physico-chimiques et des essais. Des essais de durabilité en brouillard salin nous ont également permis de vérifier que les boulons conservaient le niveau de contrainte acceptable au bout de 500 heures et 1000 heures de sollicitation », poursuit le responsable génie civil.

Enfin, « sur ce type d'ouvrage, la plupart des connexions doivent être serrées au couple. Pour cela, nous avons besoin d'une information importante : le coefficient de frottement », note Antoine Affetouche. Des données qui n'existent souvent pas pour des références hors normes comme celles employées sur le projet du parc éolien de Fécamp. Pour les déterminer, Bouygues Travaux Publics a donc également demandé au Cetim de réaliser des essais sur des équipements spécifiques installés dans son laboratoire dédié aux assemblages.

Capitaliser pour les futurs projets

Toutes les GBS sont désormais en place. Les travaux continuent pour terminer les installations avec, en ligne de mire, une mise en exploitation avant la fin 2023. « Durant ces 2 ans de projets, le Cetim nous aura accompagné à la fois pour nous conforter dans nos choix techniques mais également pour nous accompagner auprès de notre client EDF sur le dimensionnement. Et enfin l'entreprise va capitaliser pour les projets futurs », assure Antoine Affetouche. ■

Contact : Romain Barrellon
09 70 82 16 80 – sqr@cetim.fr



Pour le levage des embases gravitaires sur le chantier, quatre oreilles de levage sont fixées avec des assemblages vissés M83.

Analyse de défaillance

Gérer et maîtriser les risques

Au-delà de la casse, les méthodologies de l'analyse de défaillance peuvent être utilisées dans une démarche de maîtrise des risques. Un domaine d'expertise du Cetim en France et à l'international.

On l'associe souvent à l'échec et pourtant, « l'analyse de défaillance est aussi un vecteur de progrès. C'est le résultat d'un essai industriel en conditions réelles dont on peut tirer profit pour engranger des informations utiles et améliorer la qualité des produits et des process », déclare Bruno Vandenbergue, responsable de l'activité Analyse de défaillance du Cetim. En outre, la notion de défaillance va bien au-delà de la casse d'une pièce ou un système. Un dysfonctionnement, une non-performance, une usure anormale, une modification de l'apparence ou des caractéristiques, une anomalie de fonctionnement, ou même une non-conformité mise au jour par le service qualité sont autant de cas qui justifient de mettre en œuvre ces méthodes d'investigation. « Cela peut aussi concerner une pièce en développement qui ne répond pas au besoin de l'industriel. Dans ce cas, si un essai n'est pas concluant, on parle de défaillance de l'essai. Et on peut réagir en appliquant des méthodologies similaires », ajoute le responsable.

Répondre à des enjeux industriels forts

Dans l'industrie, plus qu'un simple outil de diagnostic, « l'analyse de défaillance est un outil permettant de répondre à un enjeu fort : maîtriser les risques, assurer la sécurité des hommes et des matériels et garantir la disponibilité de leurs process et de leurs systèmes, en prenant en compte les coûts ». Elle vient pour cela en complément d'autres méthodes qui prennent



©AdobeStock

de l'importance dans le monde industriel, comme l'évaluation de la durée de vie résiduelle ou encore la gestion de l'intégrité des actifs (Asset Integrity Management – AIM) et le Maintien en conditions opérationnelles (MCO). « On comprend ainsi l'importance de la formation continue des industriels, à la fois sur les technologies et sur les méthodologies, tant le sujet est large ». Tous les secteurs industriels sont concernés, et en particulier dans les transports, l'énergie, la santé ou encore la défense.

Des atouts clés

Sur l'ensemble de ces domaines, le Cetim dispose d'atouts importants. A commencer par sa multidisciplinarité et la largeur de sa gamme de services. « Au-delà de l'analyse des matériaux, des produits et des process, nous travaillons avec les industriels sur des préconisations de solutions pérennes jusqu'à la maîtrise des

risques », assure Bruno Vandenbergue. Appelé à travailler régulièrement avec les autorités administratives (tribunaux, experts judiciaires, gendarmerie...) mais aussi avec les cabinets d'experts et les assurances sur des sujets d'analyse de défaillance, le Centre est reconnu pour son expertise dans ce domaine. Une expertise qui dépasse largement les frontières de l'hexagone, notamment au travers de ses filiales Cetim Matcor, en Asie – dont la moitié de l'activité concerne l'analyse de défaillance – et Cetim Maroc Développement, et de ses partenaires comme Technique Inspection et Contrôle (TIC) en Tunisie. Côté formation, plus de 35 modules du catalogue Cetim Academy concernent des sujets en lien avec l'analyse de défaillance élargie. Et « nos formations sont assurées par des professionnels de terrain qui connaissent bien les

problématiques des industriels », déclare le responsable de l'activité Analyse de défaillance du Cetim.

Enfin, le Cetim dédie une partie de ses moyens de recherche et développement au service de ce domaine grâce à ses nombreux laboratoires mais aussi grâce au développement de partenariats. Les experts développent ainsi des applications innovantes telles que l'utilisation de drones au service de l'analyse de défaillance et de l'intelligence artificielle sur de l'analyse d'images. ■ JSS

Contact : Bruno Vandenbergue
09 70 82 16 80 – sqr@cetim.fr



Cliquez pour plus d'infos sur nos offres

Projet stratégique sectoriel

Adapter les équipements fluidiques aux contraintes de l'hydrogène

Le projet stratégique sectoriel « Hydrogène & équipements fluidiques » a démarré. Au programme, quatre axes de travail au service des industriels.

A l'horizon 2030, le déploiement d'une filière française d'hydrogène décarboné doit générer entre 5 et 12 milliards d'euros de besoin en nouveaux équipements fluidiques (hors stacks d'électrolyse et de pile à combustible). Compte tenu de ses spécificités (fragilisation, perméabilité et explosivité), l'hydrogène conduit les acteurs de l'industrie mécanique à faire évoluer leurs équipements et à relever les défis portés notamment par le développement de nouveaux usages et fonctionnalités.

Afin d'accompagner les industriels sur ce chemin souvent totalement inédit pour eux, le Cetim a lancé le Projet stratégique sectoriel (PSS) « Hydrogène & équipements fluidiques ». Ce projet stratégique sectoriel, mené avec les industriels de la profession, s'inscrit dans le grand projet Hydrogène du Cetim HyMEET. La première réunion plénière du PSS, le 21 janvier 2023, a réuni près de 80 participants à distance. Une preuve de l'intérêt des industriels pour ce sujet !

Quatre axes d'étude

« Dans ce domaine, la littérature est importante, mais concerne surtout des activités de niche et de laboratoire. Le but de ce projet stratégique sectoriel est d'apporter des éléments utiles aux acteurs de la mécanique, qu'ils soient fournisseurs de solutions ou utilisateurs », déclare Pierre-Henri Dubois, pilote du PSS,



qui s'est fixé quatre axes d'exploration. Le premier est relatif aux normes : assurer, avec l'UNM, une veille active et continue sur ce sujet et une analyse de la normalisation et des codes de construction dans les domaines techniques, mais aussi vis-à-vis des contraintes HSE. Un premier livrable sur ce sujet, mis à jour régulièrement, est disponible sur RD-LinkIM, la plateforme d'échanges dédiée aux PSS et PTT. Deuxième axe fort : la compatibilité des matériaux avec le gaz hydrogène, avec l'ambition de proposer aux industriels un guide afin d'identifier des solutions matérielles pertinentes, et de développer des protocoles de tests adaptés aux industriels dans ce domaine. Ce PSS doit également travailler sur le comportement en service des composants, afin de proposer des solutions permettant de caractériser des équipements (stoc-

kage, transport et distribution) en aval de l'étape de production d'hydrogène. Les principaux enjeux sont d'identifier les équipements utilisés dans la chaîne de valeur hydrogène et leurs conditions de service par marché, d'évaluer leur comportement en service et de proposer des protocoles ainsi que des moyens d'essai adaptés permettant la réalisation d'essais dans des conditions représentatives de l'utilisation de ces composants et, enfin, d'évaluer les moyens de mesures. Dans cet axe, des travaux seront également conduits sur la compréhension des défaillances des assemblages induites par l'hydrogène (soudage, vissage, brasage, collage) afin d'en tirer parti en conception.

Enfin, le dernier axe d'étude vise à accompagner les industriels mécaniciens dans la connaissance des moyens de production d'hydrogène décarboné actuellement disponibles

ainsi que les verrous technologiques et technico-économiques associés en proposant un guide des éléments mécaniciens entrant dans la conception d'un électrolyseur et constituant un enjeu technique.

Plusieurs façons de participer

« A l'issue de la plénière, plusieurs industriels mécaniciens m'ont contacté pour me demander comment participer », note Pierre-Henri Dubois. Réponse du pilote : « ils peuvent nous contacter pour rejoindre notre groupe de travail. Ils auront ainsi accès aux informations liées au PSS et pourront faire remonter leurs problématiques, leurs interrogations ainsi que leurs remarques une fois connectés à RD-LinkIM ».

Contact : Pierre-Henri Dubois
09 70 82 16 80 – sqr@cetim.fr



Cliquez pour rejoindre ce PSS

Intégrer plastiques et composites au sein de son entreprise



Les matériaux plastiques et composites offrent de nombreuses possibilités : allègement, durabilité, nouveau design, recyclabilité. Leur utilisation est devenue incontournable dans de nombreux secteurs d'activité. Afin de permettre aux industriels de visualiser rapidement toutes les formations et les compétences qu'il est nécessaire d'acquérir pour une intégration réussie des plastiques et composites dans leurs applications, Cetim Academy leur propose une approche par «chaîne de valeur». Cette vision globale leur permettra une gestion maîtrisée de leurs plans de formation, pour apporter les connaissances nécessaires à leurs collaborateurs dans le cadre de leurs projets actuels et développement futurs.

Ce parcours de formation est construit autour de cinq thématiques : matériaux ; conception ; fabrication contrôle ; finition et décoration des pièces ; analyse de défaillances. Ces formations sont dispensées par des femmes et des hommes de terrain, qui connaissent parfaitement les contraintes des entreprises et les réglementations qui s'appliquent. Ils travaillent également sur des projets de R&D pour mettre au point des procédés plus performants et plus éco-responsables. Par exemple, ces experts du Cetim travaillent sur des grands projets d'actualité liés à l'utilisation de l'hydrogène. Leur objectif : transmettre aux entreprises les clés pour qu'elles puissent intégrer ces nouvelles technologies le plus efficacement possible. ■



Cliquez pour découvrir les formations de cette chaîne de valeur

Contact : Patrick Gacek - 09 70 82 16 80 - sqr@cetim.fr

Maîtriser la maintenance prévisionnelle

Avec l'avènement des technologies du numérique, la fonction maintenance est en pleine mutation. Quelles sont les compétences à intégrer au sein de l'entreprise pour optimiser sa production, depuis la gestion de la fonction maintenance jusqu'à l'analyse de l'impact sur les pièces fabriquées ? C'est l'objectif de l'approche de la formation par «chaîne de valeur» que proposent les experts formateurs du Cetim. Grâce aux formations Cetim Academy, la montée en compétences de vos collaborateurs peut être anticipée pour satisfaire leurs besoins actuels et futurs et garantir une gestion maîtrisée de leurs plans de formation.

Avec cette approche, les équipes disposent d'un socle commun de connaissances pour mettre en place une maintenance prévisionnelle dans l'entreprise. La chaîne de valeur maintenance prévisionnelle permet ainsi d'appréhender les compétences et moyens nécessaires pour avoir une connaissance fine de l'état des machines par leur instrumentation et leur mise en réseau. Elle se découpe en 5 caté-



gories : organisation, management et stratégie ; réseaux, capteurs et méthodes de contrôle ; collecte et analyse des données ; surveillance ; production.

Les formateurs proposent des parcours évolutifs intégrant les dernières réglementations et innovations technologiques comme l'utilisation de capteurs interconnectés. Les données de ces capteurs seront analysées et les informations restituées aux opérateurs, qui pourront mettre en œuvre des stratégies de surveillance pour prévenir les pannes et réduire les coûts de production. ■



Cliquez pour découvrir cette chaîne de valeur

Dompter robotique et cobotique

En constante évolution, la robotique et la cobotique sont des sujets qui peuvent être déroutants pour les industriels, tant les compétences à mettre en jeu sont variées et difficiles à prendre en main. Maîtriser les dernières innovations technologiques dans ce domaine est possible, en faisant monter en compétences ses équipes. Le Cetim propose pour cela une nouvelle approche de la formation par «chaîne de valeur» pour maîtriser ces compétences. Ses formateurs experts connaissent la réalité du terrain pour prendre en considération les besoins des industriels mais, aussi, leurs contraintes. Avec ce parcours, ils délivrent toutes les clés nécessaires pour mener à bien les projets de robotisation d'aujourd'hui et de demain. La «chaîne de valeur» est découpée



en 4 modules : diagnostic technique pour définir l'architecture robotique ; cahier des charges ; réception fonctionnelle et réglementaire ; surveillance et maintenance. Toutes ces formations sont disponibles sur site ou à distance. ■



Cliquez pour découvrir cette chaîne de valeur