

Actualités

Actualités logiciels

Le CTICM passe en mode open resources

Vient de paraître

Rencontre

Stéphane Chartier, président du réseau national de constructeurs métalliques indépendants, ESA

Sur le terrain

Piscine Pontoise (75) - Innovation et patrimoine

DOSSIER
Réemploi et réutilisation
Un atout gagnant pour le métal

DOSSIER

Réemploi et réutilisation
Un atout gagnant pour le métal

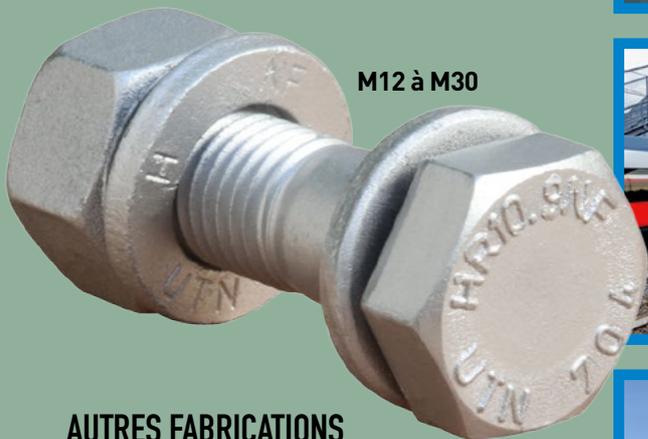
LE SPÉCIALISTE DES BOULONS POUR CONSTRUCTIONS MÉTALLIQUES

LE FABRICANT QUI ALLIE LE SAVOIR FAIRE ET LA QUALITÉ FRANÇAISE

BOULONS HR (HAUTE RÉSIDANCE) CE NF ET BOULONS HR INJECTÉS CE NF

Les boulons Haute Résistance à serrage contrôlé pour assemblage précontraint sont forgés à chaud ou à froid selon les diamètres et longueurs.

Tous nos boulons HR sont traités thermiquement pour obtenir les caractéristiques mécaniques requises selon les normes EN ISO 14399-1 à 6.



M12 à M30

AUTRES FABRICATIONS

Rivets pleins, boulons galvanisés à chaud (Têtes hexagonales, fraisées, marteaux, queue de carpe, goujons, tiges filetées, pièces spéciales sur plan).



BOULONS SB (STRUCTURAL BOLTING) CE NF

Les boulons SB (Structural Bolt) sont destinés à la construction de charpentes métalliques pour un assemblage non précontraint. Fabrication selon les normes EN 15048-1 et EN 15048-2.



M12 à M30



Usine Thévenin de Naux
Siège social : Grand'Rue Naux - 08800 THILAY - FRANCE
Tél. : +33 (0)3 24 32 84 81 - Fax : +33 (0)3 24 32 81 29
E-mail : utn@utn.fr - Web : utn.fr

Nous expédions partout dans le monde. Départs quotidiens en messagerie ou en livraison express.

L'édito par Philippe Hostaléry

Directeur général du CTICM



La transition environnementale est en permanence à la une de nos préoccupations. Et les prochains jalons de la RE2020 sont dans toutes les pensées.

Ici et là, j'entends les défaitistes et les mauvais augures : une poutre en acier ne peut pas concurrencer une poutre en béton, encore moins une poutre en bois. Ce découragement n'a pas lieu d'être : notre matériau est porteur d'avenir et offre des solutions.

En tout premier lieu, ne regardons pas la poutre mais, comme l'impose le règlement, l'ouvrage. Et d'un coup, les différences s'estompent : le rendement de l'acier, sa souplesse d'emploi, son exceptionnelle résistance conduisent à des performances d'ouvrages qui sont porteuses des plus grandes perspectives.

Et les innovations, les transformations de nos industries, la sidérurgie en tête, sont largement porteuses d'espoir.

Aujourd'hui les aciers bas carbone sont déjà une réalité et divisent par deux l'impact de la matière première pour un coût largement abordable.

Au Centre, nous accompagnons les charpentiers métalliques pour évaluer et diminuer l'impact carbone des entreprises : dix missions ont été amorcées en 2023 sur ce sujet, dix autres au moins suivront en 2024.

Et bien sûr, et c'est le dossier de ce CMI, cette année sera celle du développement du seul matériau structural réglementairement zéro carbone, dont l'assurabilité est certaine ; avec la publication, dès juin prochain, des premières règles professionnelles reconnues par la C2P : l'acier de récupération.

La mise en ligne des plateformes numériques au sein de la Maison de la construction métallique doit permettre à la filière d'être la championne du reconditionnement et du réemploi.

Bonne lecture,

**WE
BREATHE
FASTENERS®**



EN 14399-4
Boulons HV



EN 14399-3
Boulons HR



SMART S-TB7
Goujons d'ancrage



EN 15048
Boulons SB

**Les boulons de pgb-France
qualité testée
et approuvée!**

Boulons en acier pour applications structurales!

(selon la norme EN 1090-2)

Afin de permettre une identification claire des ensembles de boulonnerie, chaque élément porte un marquage permettant d'identifier le produit et de limiter le risque d'erreur. De plus, l'indication du numéro de lot de fabrication garantit la traçabilité avant et après assemblage. Le marquage doit donc toujours rester visible. Lors du montage des rondelles et des écrous, il est impératif de s'assurer que la face portant le marquage est tournée vers l'extérieur.

Les goujons d'ancrage SMART S-TB7 avec l'option 7 de l'ETA pour béton non fissuré est votre solution flexible pour le montage dans des surfaces en béton non fissurées.

Pour plus d'information et **information technique** visitez notre site:

www.pgb-europe.com > téléchargements > brochures

pgb-France

25 Rue du Champ des Oiseaux
59230 Saint-Amand-les-Eaux, France

info@pgb-france.com | Tel. +33 (0)3 27 21 56 80

pgb-fasteners®

Quality by **pgb**^{france}



SOMMAIRE

Éditeur :

CTICM - Centre technique industriel de la construction métallique

Directeur de la publication :

Philippe Hostaléry
directeur général du CTICM

Rédactrice en chef :

Isabelle Pharisier, chef du service publications
Tél. : 01 60 13 83 00
ipharisier@cticm.com

Régie publicitaire :

RIVE MEDIA,
10 rue du Progrès
93100 Montreuil
Razvan Ursache :
Tél. : 01 41 63 10 34

Imprimé en France

Réalisation :
Guillaume Sasse,
sasse.guillaume@gmail.com

CTICM
Espace technologique
L'Orme des Merisiers
Bâtiment Apollo
91193 Saint-Aubin
Tél. : 01 60 13 83 00
Fax : 01 60 13 13 03

CMI est diffusé
gracieusement
à 8 500 exemplaires.

CMI, dans un souci de préservation de l'environnement, est imprimé sur papier recyclable. La reproduction même partielle de tout matériel publié dans CMI est strictement interdite. Les annonceurs prennent l'entière responsabilité des informations qu'ils insèrent et déclarent être autorisés à les utiliser.

Pour vous abonner
gracieusement :



Piscine Pontoise (75)
Innovation et patrimoine

© comillegharbi, Pierre-Archaud architectes Pontoise



Réemploi et réutilisation
Un atout gagnant pour le métal



Stéphane Chartier, président du
réseau national de constructeurs
métalliques indépendants, ESA

© Baudoux Construction Métallique

| | | | |
|---|----|--|----|
| Actualités techniques | 6 | Rencontre | 18 |
| Actualités logiciels | 6 | Stéphane Chartier, président du réseau national de constructeurs métalliques indépendants, ESA | |
| Le CTICM passe en mode open resources | 7 | Sur le terrain | 22 |
| Vient de paraître | 8 | Piscine Pontoise (75) Innovation et patrimoine | |
| Dossier | 10 | Vos formations au CTICM | 28 |
| Réemploi et réutilisation Un atout gagnant pour le métal | | Assistance technique | 32 |

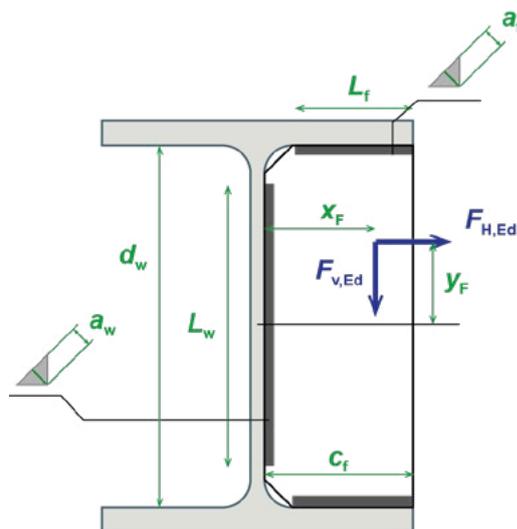
Actualités logiciels

De nouvelles versions de certains logiciels du CTICM ont été récemment mises en service. L'occasion se présente de faire le point sur ces évolutions.

par *Pierre-Olivier Martin*, chef du service développement applications et logiciels

SoudiX+

Le logiciel Soudix+ est utilisé pour calculer les assemblages soudés selon la norme NF EN 1993-1-8. La version 1.5 du logiciel a été mise en service en janvier 2024. Elle comprend l'ajout d'une nouvelle configuration d'assemblage (liaison soudée d'un gousset raidisseur partie d'un assemblage solive sur poutre) et la correction d'un bug dans le calcul des taquets.



Nouvelle configuration d'assemblage soudé dans Soudix+

TB-M

Le logiciel TB-M permet le calcul rapide des propriétés des boulons utilisés en construction métallique, selon la norme NF EN 15048 pour les boulons ordinaires et selon la norme NF EN 14399 pour les boulons à haute résistance aptes à la précontrainte. La version 1.1 du logiciel a été mise en service en novembre 2023. Elle comprend l'ajout du diamètre M39 et l'insertion des références normatives dans la note de calcul.

PlatineX

La version 2024.1, mise en service fin janvier 2024, intègre un correctif de bugs signalés par les utilisateurs.

CdRX

La version 2024.1, mise en service fin janvier 2024, intègre un correctif de bugs signalés par les utilisateurs.

LTBeamN

Une évolution importante du logiciel est apparue depuis la version V2.0, disponible depuis juillet 2023. Le logiciel intègre maintenant deux interfaces, la première dite simplifiée et la seconde dite avancée. Le passage de l'une à l'autre se fait par le menu « Options/Configuration/Mode d'utilisation ». L'interface simplifiée permet de traiter de manière rapide toutes les configurations de poutres couvertes par l'ancien logiciel LTBeam, à savoir les poutres sur deux appuis simples, à hauteur constante et soumises uniquement à de la flexion. Avec le mode avancé, il est possible de traiter les configurations plus complexes, comme les poutres à hauteur uniformément variable, les poutres sur plusieurs appuis et celles soumises à un effort normal.

Il est à noter que les poutres avec une brisure (par exemple celles avec un jarret) ne figurent plus dans le domaine d'application, une étude paramétrique ayant montré que les résultats obtenus par ces cas donnaient un écart trop important par rapport aux calculs de référence.

Depuis la mise en service de ce nouveau LTBeamN, l'ancien logiciel LTBeam, très connu des praticiens, a été retiré du service en raison de ses problèmes de compatibilité avec les versions les plus récentes de Microsoft Windows.

Support logiciels

Les logiciels du CTICM sont téléchargeables à partir du site internet www.cticm.com, rubrique « logiciels ». Les utilisateurs sont invités à transmettre leurs suggestions, commentaires ou signalements de bugs à l'adresse courriel support.logiciels@cticm.com



Le CTICM passe en mode open ressources

Depuis le début de l'année 2024, l'intégralité des publications numériques éditées par le CTICM est en téléchargement gracieux sur cticm.com.

Par Isabelle Pharisier, chef du service publication, CTICM

Dès sa création, une des missions des équipes du Centre a été de transmettre les connaissances notamment par le biais des publications. Nous souhaitons aujourd'hui donner encore plus d'envergure à cette mission en vous permettant de vous approprier le contenu technique de nos ouvrages de façon gracieuse. Notre objectif est clair : diffuser la connaissance de manière extensive pour encourager l'utilisation de ce matériau polyvalent, réemployable et recyclable à l'infini dont les possibilités vastes sont parfois méconnues. En fournissant les clés sur l'utilisation de l'acier dans la construction, nous visons à éclairer les décisions prises par les professionnels et les entreprises.

Diffuser gratuitement nos publications contribuera à ce que l'acier puisse jouer un rôle encore plus crucial dans le développement de technologies durables, de bâtiments innovants et de solutions industrielles de pointe. Bref, cela permettra au plus grand nombre d'utiliser ce matériau exceptionnel à son plein potentiel.

Comment procéder pour télécharger les publications ?

Sur le site cticm.com allez dans le centre de ressources, l'entrepôt géant d'information pour tous les acteurs de la construction métallique (ou scannez le QR code).

Pour télécharger librement les ressources, vous devez être connecté. Si vous n'avez pas de compte, n'hésitez pas à vous en créer un : l'inscription est rapide et gratuite.

Faites vos emplettes dans la rubrique « Librairie et documentations » en mettant dans votre panier tous les produits que vous souhaitez, sans vous préoccuper du prix indiqué car votre panier passera automatiquement à zéro euro.

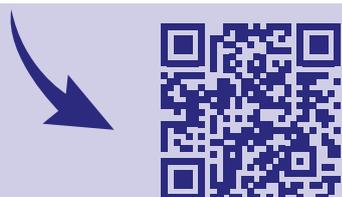
Ce n'est qu'après avoir validé votre panier que vous aurez accès aux téléchargements des articles et des ouvrages choisis.

Y aura-t-il une fin à la gratuité ?

Cette nouvelle politique de diffusion des connaissances, pour les raisons expliquées plus haut, n'aura pas de terme. Ce qui signifie que tous les ouvrages à paraître seront eux aussi gratuits. Pour preuve, les deux ouvrages parus début février et début mars dont vous trouverez la description en page 8. De nombreux autres suivront, alors n'hésitez pas à venir régulièrement sur notre site.

Outre l'intégralité des articles de *Revue construction métallique* parus depuis 1964 et les ouvrages techniques, vous trouverez également dans le centre de ressources de nombreux logiciels et utilitaires en libre service.

Pour vous créer un compte sur cticm.com



Pour vous rendre à la rubrique « Librairie et documentation » du centre de ressources de cticm.com



Pour vous rendre au centre de ressources de cticm.com



Vient de paraître

Conception des bâtiments multi-étagés à ossature métallique ou mixte

Télécharger l'ouvrage



*Pour télécharger Conception des bâtiments simples à ossature en acier



La mise en place du nouveau corpus normatif des Eurocodes a donné lieu ces dernières années à la publication de nombreux guides portant sur l'application de ces nouvelles règles pour la vérification des ossatures métalliques ou mixtes acier-béton. Ces documents se concentrent avant tout sur les aspects

calculatoires et évitent en général d'aborder directement la conception générale d'un bâtiment et la définition des détails constructifs, pourtant indispensables à tout projet de construction métallique. Une bonne conception initiale conditionne dans la plupart des cas la réussite d'un projet de construction. L'adoption des bonnes dispositions constructives permet d'éviter de nombreuses difficultés, aussi bien pour le calcul de l'ossature et de ses composants que pour la fabrication et le montage. Malgré l'importance déterminante de cette étape, les connaissances associées ne

sont accessibles que par le savoir-faire des entreprises et par quelques rares documents, souvent anciens, voire indisponibles dans le commerce, et dont les solutions proposées ne correspondent plus toujours aux pratiques actuelles de la construction métallique. Pour répondre à ce besoin, le CTICM a entrepris la rédaction et la publication d'une série de guides à destination des étudiants, des projeteurs et des ingénieurs débutants, qu'ils soient dans une entreprise de charpente métallique ou dans un bureau d'études. Un premier ouvrage pour la « Conception des bâtiments simples à ossature en acier »* a été publié en 2022, visant les bâtiments à simple rez-de-chaussée, destinés principalement à un usage agricole, industriel ou commercial.

Ce guide constitue une suite à ce premier ouvrage : son objectif principal est de rendre accessibles les règles de bonne pratique actualisées pour la conception des bâtiments multi-étagés dont l'ossature est constituée d'une charpente métallique ou mixte acier-béton. Il a pour intention de familiariser les architectes et les ingénieurs avec les techniques de construction actuelles.

Fixation et ancrage des ossatures métalliques dans le béton – Conception et dimensionnement

Télécharger l'ouvrage



Dans les bâtiments à ossature métallique, la fixation d'éléments de charpente sur des structures en béton est une pratique répandue. La conception de ces zones d'interface, que ce soit pour l'ancrage de pied de poteau ou la fixation d'une platine sur un voile béton, peut s'avérer complexe. Cet ouvrage est un guide qui

présente des solutions techniques disponibles sur le marché pour la réalisation de fixations et d'ancrages. Il se concentre particulièrement sur les fixations par goujons à tête et sur les ancrages en pied de poteau, dont le dimensionnement incombe au bureau d'études, à la différence des autres systèmes de fixation pour lesquels le fabricant garantit la résistance.

Ce guide expose le référentiel normatif qui doit être appliqué. Les règles issues des normes EN 1992-1-1, EN 1992-4 et EN 1993-1-8, ainsi que les recommandations de la CNC2M (Commission de normalisation de la construction métallique et mixte), y sont abordées, accompagnées de commentaires visant à préciser, voire à élargir leur champ d'application. Des références sont également faites à d'autres textes, notamment au bulletin n° 58 de la FIB (Fédération internationale du béton).

Des cas pratiques sont proposés afin de mettre en application les méthodes de calcul et d'en assurer une meilleure compréhension. Ce guide, élaboré avec une approche didactique, s'adresse aussi bien aux bureaux d'études qu'aux constructeurs, dans le but de faciliter leur compréhension des problématiques liées aux fixations et aux ancrages.

L'acier galvanisé, une valeur sûre en toutes circonstances

L'acier possède des propriétés de résistance exceptionnelles. La galvanisation à chaud permet de les conserver très longtemps, rendant ainsi les constructions fiables et pérennes. La surveillance et la maintenance des ouvrages sont réduites, ce qui allège le budget des exploitants.

Retrouvez les acteurs de la filière sur www.galvazinc.com



DURABLE ET RECYCLABLE

Comme l'acier, le zinc utilisé pour protéger ce métal au travers de la galvanisation est recyclable. Il provient de la nature et peut être réutilisé indéfiniment, tout en conservant ses propriétés.

Maintenance
Sécurité

Durabilité

Economie
d'énergie

Economie de
matière première

Recyclage



Passerelle sur l'Ebron et passerelle sur le Drac - Maître d'ouvrage : SIVOM du Lac de Monteynard-Avignonnet (38) - Photos : V. Thiebaut

La galvanisation de produits finis,
une solution éco-responsable.



Tél. : +33 (0)1 43 33 11 33 - Email : info@galvazinc.com

DOSSIER

DOSSIER

Réemploi et réutilisation

Un atout gagnant



lisation pour le métal

Dossier réalisé par les collaborateurs
du CTICM:

Amor Ben Larbi,
directeur projets de recherche

André Beyer,
chef du service certification

Claire Rocher,
chef du service diagnostic

Christophe Thauvoye,
chef du service recherche incendie

Soutenus par un contexte juridique et réglementaire dense, avec notamment la loi AGECE, la RE 2020 et la REP PMCB, le réemploi et la réutilisation connaissent un essor remarquable depuis ces dernières années. Une prise de conscience collective se développe autour des questions environnementales et de préservation des ressources naturelles. Le contexte politico-économique vient aussi nous rappeler que l'époque de l'abondance en énergie et en matière est révolue, et que nous sommes bien entrés dans une période de sobriété tous azimuts.

DOSSIER

Cet dossier revient sur le contexte juridique et réglementaire en lien avec le réemploi et la réutilisation. Il détaille, ensuite, les actions de la filière métallique visant à organiser le marché du réemploi et la massification du recours aux produits d'occasion. Puis il présente les principaux leviers permettant le développement du recours aux produits de réemploi,

à savoir le démontage soigné des bâtiments et le métier de démonteur, ainsi que l'éco-conception qui permet d'améliorer la valorisation en fin de vie des produits et matériaux issus de la déconstruction. Enfin, l'article présente des exemples de projets de réemploi d'éléments structuraux en acier.

► Contexte juridique et réglementaire

La loi AGEC (loi n° 2020-105, du 10 février 2020), relative à la lutte contre le gaspillage et à l'économie circulaire, a fixé le cadre juridique pour le réemploi et la réutilisation de produits et composants issus de la déconstruction. Cette loi vise à transformer le système d'économie linéaire qui prévaut depuis la révolution industrielle, c'est-à-dire extraire les matières premières, fabriquer les produits, construire, exploiter, et enfin déconstruire et jeter les déchets dans des déchèteries, en un système économique circulaire qui permet de réinjecter une partie des produits issus de la déconstruction dans un nouveau cycle de construction via le réemploi, la réutilisation ou le recyclage. D'ailleurs, la filière métallique pratique bien l'économie circulaire depuis longtemps, avec le recyclage qui dépasse 80, voire 90 % pour les produits de construction. La filière métallique pratique aussi le réemploi, même si cela reste au cas par cas pour l'instant. Des exemples concrets de réemploi dans le domaine de la construction métallique sont illustrés au dernier paragraphe de ce dossier.

Plusieurs décrets sont rattachés à la loi AGEC, notamment deux décrets de 2021, dont le premier impose à la commande publique l'acquisition de bien issus du réemploi ou de la réutilisation, et le deuxième introduit le diagnostic PEMD (diagnostic produits,

Définitions (selon l'article L. 541-1-1 du Code de l'environnement)

- Réemploi : Toute opération par laquelle des substances, matières ou produits qui ne sont pas des déchets sont utilisés de nouveau pour un usage identique à celui pour lequel ils avaient été conçus.
- Réutilisation : Toute opération par laquelle des substances, matières ou produits qui sont devenus des déchets sont utilisés de nouveau.
- Recyclage : Toute opération de valorisation par laquelle les déchets, y compris les déchets organiques, sont retraités en substances, matières ou produits aux fins de leur fonction initiale ou à d'autres fins. Les opérations de valorisation énergétique des déchets, celles relatives à la conversion des déchets en combustible et les opérations de remblayage ne peuvent pas être qualifiées d'opérations de recyclage.
- Déchet : Toute substance ou tout objet, ou plus généralement tout bien meuble, dont le détenteur se défait ou dont il a l'obligation de se défaire.

équipements, matériaux et déchets) qui permet de hiérarchiser les produits qui seront destinés au réemploi, à la réutilisation et au recyclage.

La réglementation environnementale (RE 2020), quant à elle, dispose que « les composants (produits de construction ou équipements) issus du réemploi ou d'une opération de réutilisation [...] sont considérés comme n'ayant aucun impact. Les valeurs des impacts pour tous les modules du cycle de vie sont donc nulles » – arrêté du 4 août 2021 relatif aux exigences de performance énergétique et environnementale des constructions de bâtiments en France métropolitaine et portant approbation de la méthode de calcul prévue à l'article R. 172-6 du Code de la construction et de l'habitation.

$$I_{c_{\text{construction}}} \leq I_{c_{\text{construction}}}^{\text{-max}} \text{ (en kgCO}_2\text{eq/m}^2\text{)}$$
$$I_{c_{\text{construction}}} = I_{c_{\text{composants}}} + I_{c_{\text{chantier}}}$$

Produits issus du réemploi ou de la réutilisation :

$$I_{c_{\text{construction}}} = 0$$



Système économique circulaire – Réinjecter une partie des produits issus de la déconstruction dans un nouveau cycle de construction via le réemploi, la réutilisation ou le recyclage

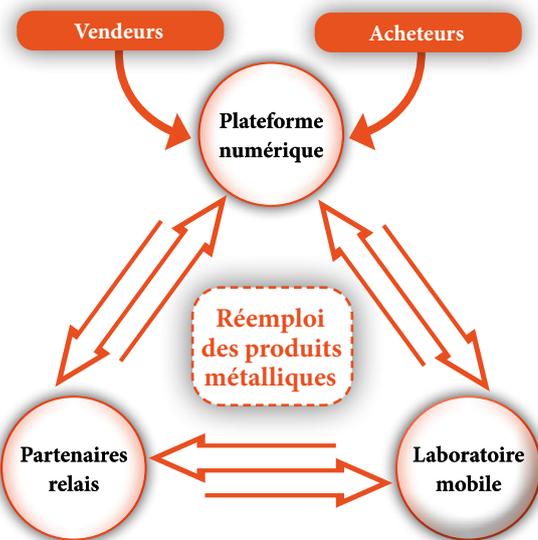
Enfin, le cahier des charges de la filière REP PMCB (responsabilité élargie des producteurs pour les produits et matériaux de construction du secteur du bâtiment) fixe comme objectif aux éco-organismes le réemploi d'au moins 5 % de la quantité totale des produits et des matériaux de construction en 2028,

avec des étapes intermédiaires en 2024 et 2027. Il est à noter qu'actuellement, seul 1 % des matériaux de construction est réemployé, sur un volume total de déchets produits par le secteur du bâtiment d'environ 46 millions de tonnes par an.

► Actions de la filière métallique

Avant-gardiste comme elle l'a toujours été, la filière métallique travaille à l'organisation du marché du réemploi et à l'élaboration de référentiels techniques nécessaires pour une massification du recours aux produits d'occasion.

Sous la houlette du Centre technique industriel de la construction métallique, en partenariat avec l'Enveloppe métallique du bâtiment, l'Union des métalliers et des entreprises de la filière, un écosystème constitué d'une plateforme numérique, d'un réseau de partenaires relais et d'un laboratoire mobile a été mis en place.



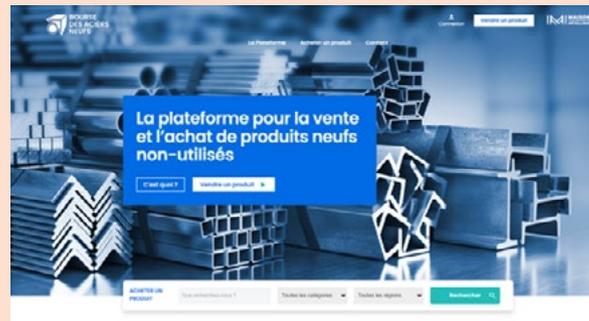
Écosystème pour le développement du réemploi des produits de la filière métallique

La plateforme numérique pour le réemploi du métal

Cette plateforme vise à faciliter le réemploi des produits de la filière métallique en mettant à disposition des professionnels des produits issus de la déconstruction. Il s'agit d'une plateforme numérique qui sert comme salle de marché virtuelle, avec des catalogues de produits. Elle

La bourse des aciers neufs

Outre Métal Réemploi, une plateforme numérique permettant la mise en relation entre vendeurs et acheteurs de produits neufs non utilisés (restes de commandes, achats volumiques...) a été développée et mise en ligne.



permet la mise en contact entre vendeurs et acheteurs. Les produits mis en vente seront en partie requalifiés avec des attestations de performances conformément aux règles de l'art en vigueur.

Des espaces personnalisés de stockage des données de bâtiments sont, aussi, mis à disposition des maîtres d'ouvrage dans l'objectif d'une valorisation en fin de vie de ces bâtiments. Ces données seront accessibles lorsque le maître d'ouvrage décidera de vendre ou de déconstruire son bâtiment. Ainsi, la requalification des produits sera simplifiée grâce aux données sur les propriétés essentielles stockées sur la plateforme.



© pexels-lukas

Métal Réemploi - Plateforme numérique pour le réemploi des produits métalliques

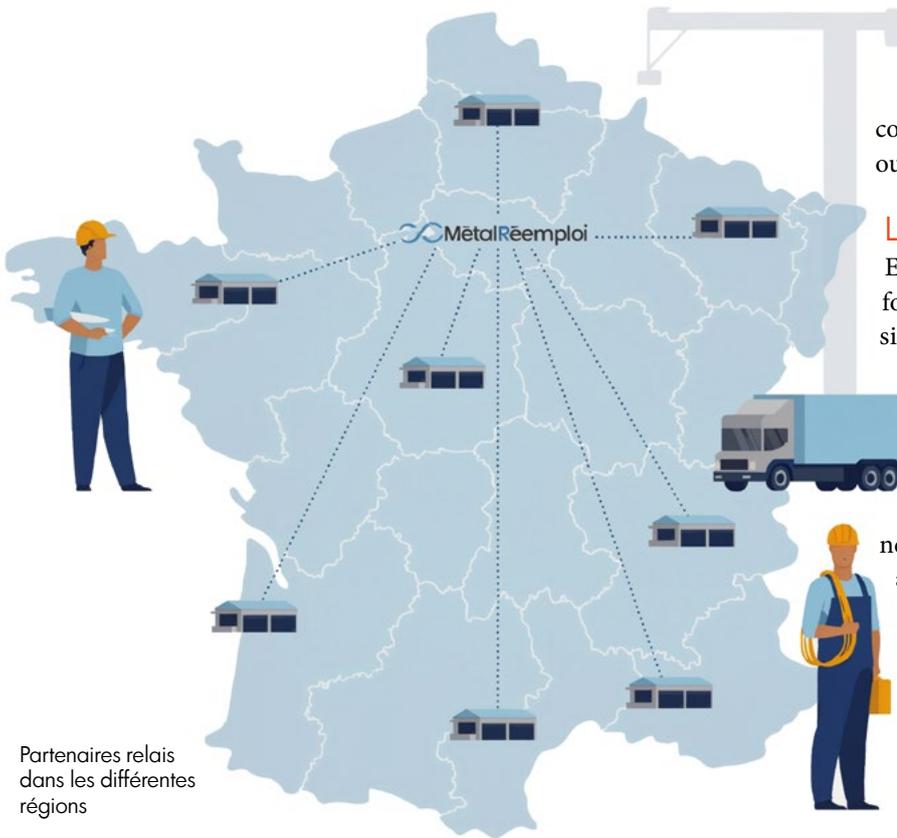


DOSSIER

Les partenaires relais

Dans chaque région de l'Hexagone, des partenaires du réemploi se sont associés à la démarche de la filière (des entreprises de construction métallique, d'enveloppe et de métallerie) :

- ils sont vos partenaires du réemploi de proximité ;
- ils mettent en vente des produits de réemploi, notamment requalifiés ;
- ils vous assistent dans la requalification de produits de réemploi ;
- ils vous remettent des attestations de performances pour les produits requalifiés.



Partenaires relais dans les différentes régions

Les coordonnées des partenaires relais sont accessibles via une carte interactive intégrée à la plateforme numérique.

Le laboratoire mobile

Équipé de moyens de diagnostic et d'équipements pour l'aide à la requalification des produits de réemploi, un laboratoire mobile est mis à disposition par le CTICM pour intervenir auprès des professionnels et notamment des entreprises.

Recommandations professionnelles - Réemploi d'éléments structuraux en acier

Accepté par la Commission prévention produits (C2P) de l'AQC au mois de janvier 2024, ce référentiel permet l'assurabilité automatique des produits structuraux en acier de réemploi. Il s'agit du premier référentiel sur le réemploi en France, toutes filières confondues.

La requalification des produits de réemploi nécessite, dans la majorité des cas, la réalisation d'essais selon un protocole défini à l'avance en fonction des informations dont on dispose sur les produits. Ces essais peuvent être non destructifs, comme l'analyse chimique ou les mesures de dureté, ou destructifs, comme les essais de traction, etc.

Les référentiels pour le réemploi

En plus de l'organisation du marché avec la plateforme numérique et les partenaires relais, la massification du recours aux produits de réemploi nécessite l'élaboration de référentiels techniques reconnus par l'ensemble des acteurs (assureurs, contrôleurs, etc.).

La filière métallique travaille, depuis environ deux ans, sur des recommandations professionnelles pour le réemploi d'éléments structuraux en acier. L'objectif principal de ce référentiel est de définir une procédure de requalification d'éléments structuraux en acier de réemploi, permettant de garantir que les propriétés essentielles du produit sont équivalentes aux caractéristiques essentielles d'un produit neuf du même type. Les méthodes de requalification définies dans ce référentiel permettent à l'utilisateur du produit de réemploi de l'intégrer dans un processus de fabrication conforme à la NF EN 1090-2 et de le dimensionner avec les méthodes définies dans le corpus des Eurocodes. Ce référentiel donne également des recommandations relatives au diagnostic initial, à la déconstruction et à la traçabilité d'un élément de réemploi.

D'autres référentiels suivront sur les produits d'enveloppe et de métallerie, en collaboration avec la CSFE (Chambre syndicale française de l'étanchéité), le CSTB, l'Enveloppe métallique du bâtiment, l'Union des métalliers et d'autres acteurs.

► La déconstruction/démontage – Un métier qui se développe

Pour accompagner le développement du recours aux produits de réemploi, des métiers doivent aussi se développer, comme celui de démonteur, pour éviter que des produits jugés réemployables au moment du diagnostic soient abîmés.

Jusqu'à récemment, et avant que la valorisation des produits et matériaux en fin de vie ne devienne un enjeu majeur et stratégique, la déconstruction des bâtiments était opérée par des démolisseurs. Aujourd'hui la donne a changé, et on commence à parler de plus en plus de démonteurs. Bien souvent, le démontage est réalisé par des sociétés qui sont spécialisées dans le montage. En effet, la connaissance du comportement d'une structure partiellement (dé-)montée est essentielle pour assurer le bon déroulement du démontage et ainsi garantir le bon état des éléments déposés. Pour les structures métalliques, le savoir-faire existe déjà. Contrairement à une démolition, les éléments diagnostiqués potentiellement réemployables doivent être repérés avant le démontage afin d'obtenir une traçabilité qui permet

de réduire le nombre d'essais de requalification ainsi que le coût qui en résulte.

Le démontage doit être réalisé selon une méthode définie au préalable basée sur les plans de la structure. Si aucun plan n'est disponible, des plans de repérage doivent être préparés après un relevé sur site. Des précautions sont à prendre au moment du démontage, notamment lorsque la stabilité de la structure partiellement démontée n'est pas évidente. Dans ce cas, une note de calcul spécifique doit être rédigée dans le but de s'assurer de la stabilité à chaque étape du démontage.

Au moment du démontage, il est nécessaire de prendre en compte les incertitudes sur la masse théorique des éléments et des effets dynamiques lors du démontage. Afin de tenir compte de ces incertitudes, il est recommandé de majorer la masse théorique de 10 %. En plus, pour tenir compte des effets dynamiques, on peut appliquer une majoration supplémentaire de la masse de 10 %.



Démontage



Démolition

Démontage versus
démolition

► L'éco-conception, un des leviers pour le développement du réemploi

Concevoir des bâtiments avec une approche visant à réduire les impacts environnementaux tout au long du cycle de vie, tel est l'objet de l'éco-conception. L'amélioration de la valorisation en fin de vie des produits et matériaux issus de la déconstruction devient une nécessité pour réduire les déchets, préserver les ressources naturelles et limiter les émissions de CO₂ liées à la fabrication des produits de construction. En plus du recyclage, le réemploi et la réutilisation doivent prendre plus de place dans les années à venir. Néanmoins, pour réussir à récupérer le plus de produits réemployables en fin de vie, il faudrait que ces produits soient facilement démontables.

La démontabilité dépend principalement du mode de fixation des éléments et de leurs assemblages avec les autres éléments du bâtiment. Ainsi, des éléments fixés les uns aux autres par assemblages boulonnés seront facilement démontables en les conservant entiers, tandis que des éléments soudés entre eux auront leurs zones d'assemblage détériorées lors du démontage. La conception des assemblages doit aussi répondre à d'autres critères, comme l'accessibilité pour faciliter la dépose. Cela explique l'importance de la conception dans la valorisation des bâtiments en fin de vie.

► Quelques exemples de projets de réemploi

Réemploi de la charpente des halles d'Alstom

Réemploi de la structure des ex-halles d'Alstom de Nantes, pour construire une nouvelle usine du groupe Briand, aux Herbiers (85)

- **Maître d'ouvrage:** Europa - Quartus
- **Architecte:** DG Architectes
- **Entreprise:** Briand Métal
- **Économie sur le CO₂ par rapport à une structure neuve (calcul fait par l'entreprise):** environ 183 tonnes

Déconstruction/
démontage de la
charpente des halles
d'Alstom



Témoignage : Emmanuel Morisot - Briand

Convaincu des potentiels de décarbonation du réemploi de charpentes métalliques et de la nécessité de proposer à ses clients des structures toujours plus sobres en consommation de ressources primaires, Briand recherche aujourd'hui des gisements de réemploi d'acier pour amplifier le déploiement de cette pratique en plein essor. Depuis deux ans, nous avons pris l'initiative de mener plusieurs opérations de réemploi pour parfaire notre maîtrise de cette nouvelle activité.

Qu'il s'agisse d'anciennes caténaires SNCF réemployées sous forme de poteaux de parkings silos, ou de 100 tonnes de poteaux des halles d'Alstom de Nantes réutilisées dans une nouvelle halle industrielle aux Herbiers, nous avons pu constater à chaque fois que nos savoir-faire d'ingénierie, d'usinage et de démontage-remontage étaient nécessaires pour rendre cette approche techniquement possible, tout en lui apportant le même niveau de garantie et d'assurance que lors d'un projet neuf.



Nouveau bâtiment Briand aux Herbiers (85)

Manège de Gennevilliers (92)

Réemploi de la charpente métallique du manège couvert de Gennevilliers (92), pour la construction d'un auvent sur le site de tri du SYTEVOM

- **Maître d'ouvrage** : Ville de Gennevilliers (démontage) et Sytevom (remontage)
- **Architecte** : ER Architecture
- **Entreprises** : Viry-Fayat Group
- **Bureaux d'études** : CTICM, Albyr, ICS BOIS
- **Économie sur le CO₂ par rapport à une structure neuve (calcul fait par l'entreprise)** : environ 10 tonnes (réduction de + 50%)



© VIRY

Témoignage : Émile Seta - Viry

Ce projet a bénéficié de l'accompagnement de MOE et MOA connaissant le réemploi et motivés pour le faire dans les règles de l'art. Cela nous a permis de mettre en œuvre une méthodologie de requalification des éléments qui a passé le test de l'acceptation par le bureau de contrôle du chantier de repose, en attendant la publication du référentiel pour le réemploi d'éléments structuraux en acier. Néanmoins, le calendrier du projet a laissé peu de temps

pour la préparation de la dépose et notamment les tests de déboulonnage, ce qui nous a contraints, dans l'urgence du chantier, à découper des connexions que nous devons aujourd'hui réparer. Un premier test qui reste concluant et très formateur. Les points à améliorer restent : la préparation avec des tests de démontage en amont, la prise en compte des coûts et temps de stockage, notamment avec les modifications de calendrier.

Sicovad Épinal (88)

Réemploi de la charpente métallique d'un auvent sur station de transfert, sur le site de tri Sicovad de Razimont à Épinal (88)

- **Maître d'ouvrage** : Sicovad Épinal
- **Architecte** : ER Architecture
- **Entreprises** : Viry-Fayat Group
- **Bureaux d'études** : CTICM, ICS BOIS
- **AMO réemploi** : Bellastock
- **Économie sur le CO₂ par rapport à une structure neuve (calcul CTICM)** : environ 45 tonnes



Témoignage : Émile Seta - Viry

Comme pour le projet de Gennevilliers, la qualité de l'accompagnement de la MOE nous permet de réaliser un projet de réemploi qui suit méticuleusement un protocole de requalification incontournable dont les coûts sont compris par le client et intégrés au marché dès l'appel d'offres. Ce projet, pensé autour de la structure existante, maximise la quantité d'éléments réemployés en conservant leurs assemblages d'origine. Il y aura donc peu de modifications à réaliser. Pour cette raison, nous pensons approcher le coût du neuf équivalent, logique, mais pas tout le temps garanti.

Interview de Stéphane Chartier, président du réseau national de constructeurs métalliques indépendants, ESA

« ESA est un accélérateur de développement pour l'entreprise »

Stéphane Chartier est président du réseau national de constructeurs métalliques indépendants, ESA, et également à la tête de l'entreprise de charpente Baudoux Constructions Métalliques qu'il dirige depuis l'âge de 25 ans. Entretien avec cet entrepreneur fidèle qui partage son parcours, les défis de la jeunesse à la tête d'une entreprise prospère et l'impact du réseau ESA.

Propos recueillis par Fanny Messica



Interview de Stéphane Chartier, président du réseau national de constructeurs métalliques indépendants, ESA

Pouvez-vous revenir sur les moments clés de votre parcours qui vous ont conduit à choisir la construction métallique ?

Je suis issu du monde agricole. Mon père avait une exploitation agricole, reprise alors par mon frère. Ma volonté était de poursuivre malgré tout dans l'agriculture. J'avais envie de voir pousser et je me suis dirigé vers la construction. C'est bien connu : les bâtiments ça pousse. J'ai donc commencé par un DUT génie civil à Amiens et poursuivi par un diplôme d'ingénieur maître en génie civil à l'IUP de Béthune. Dans le cadre de mes études, j'ai fait un stage chez un charpentier Pilliard à Montreuil et ma vocation était trouvée. J'ai alors commencé ma carrière comme technico-commercial chez Baudoux Construction Métallique, au smic, plutôt que d'opter pour un poste mieux rémunéré dans un bureau d'études béton. C'était pour moi l'occasion de renouer avec mes racines et le monde agricole. 80 % de l'activité de l'entreprise de charpente était dédiée aux bâtiments agricoles. Les valeurs et le sens des choix priment sur l'argent.

Vous avez ainsi commencé chez Baudoux Constructions Métalliques et c'est l'histoire de toute une vie...

J'ai fait une très belle rencontre avec le dirigeant André Baudoux qui, deux ans après, m'a proposé de prendre la direction. La reprise s'est faite mieux qu'un

père à son fils : nous avions des valeurs communes mais sans lien familial. J'étais alors tout jeune, 25 ans en 1998, ce qui faisait écho à son propre parcours car lui aussi avait repris les rênes de l'entreprise en 1972, à l'âge de 22 ans. J'ai aujourd'hui son âge, 50 ans, mais j'ai encore tellement d'envies pour développer cette belle entreprise !

Cette expérience m'a confronté à des défis passionnants et a été une opportunité d'apprentissage intense. La confiance d'André tout comme l'appui de l'ESA ont été les clés de cette transition réussie.

Expliquez-nous en quoi le réseau ESA a été un acteur essentiel dans le développement de Baudoux Constructions Métalliques ?

À 25 ans et sans expérience, ce n'est pas simple de reprendre une entreprise de 60 personnes. Savoir que je pouvais bénéficier du réseau ESA, auquel appartenait déjà l'entreprise, m'avait rassuré. Car ESA est un lieu d'échange, d'entraide et de transparence en toute bienveillance entre des entreprises de charpente. J'ai alors, en parallèle d'une formation à la gestion d'entreprise pendant deux ans, pu faire du benchmarking avec les autres dirigeants et échanger sur des questions phares et nouvelles pour moi comme la gestion d'entreprise et des hommes, ou encore partager les connaissances sur certaines parties techniques et financières.

ESA en résumé

ESA est le premier réseau de constructeurs métalliques indépendants. Les entreprises adhérentes sont spécialisées dans la conception, la fabrication et l'assemblage des bâtiments en charpente métallique et disposent de bureaux d'études intégrés. Et que ce soit pour de la rénovation, du neuf, des extensions et/ou surélévations... ESA a même un label: ESA-Les Charpentiers de Demain.

Côté chiffres, ESA c'est 18 charpentiers métalliques, 200 millions de chiffres d'affaires, 800 salariés en CDI et intérim et au total 70 000 m² d'ateliers couverts abritant des bancs PRS (poutres reconstituées soudées), des lignes de perçage et de cisailage, des plieuses, de la découpe plasma, de l'oxycoupage et des postes de peinture, pour une capacité d'usinage de 50 000 tonnes d'acier par an.

Sont aujourd'hui membres d'ESA :

- CMF Structures (15);
- Lamartine Construction (03);
- SAS ACMM (10), AB Métal (34);
- Baudoux (02);
- Batimontage (71);
- Constructions Saint-Éloi (31);
- Georgeault SAS (35);
- CMD Cardot (43);
- Constructions métalliques du Berry (18);
- Bouquet SAS (17);
- Launet Construction (60);
- Hemery Hervieux (44);
- Constructions métalliques du bocage (85);
- Droullon (14);
- Barconnière SA (24);
- Arla et Cie (64).



Dirigeants ESA chez Batimontage

Pouvez-vous nous en dire plus sur le réseau ESA ?

Le réseau ESA, crée en 1981 à l'initiative de Gérard Georgeault, était à l'origine un GIE de trois entreprises qui s'est vite transformé en réseau avec pour objectif de former les hommes et les collaborateurs, et d'échanger entre dirigeants. Il compte aujourd'hui 19 entreprises réparties sur une bonne partie de la France même s'il existe quelques trous dans la raquette, notamment sur le flanc est. Ce sont des PME. Pas trop petites ni trop grandes. Les entreprises qui réalisent un chiffre d'affaires de 40 millions et qui emploient 120 personnes sont généralement auto-suffisantes et n'éprouvent pas le besoin de rejoindre le réseau. Pour les petites entreprises, c'est souvent plus difficile de libérer du temps pour échanger.

Quelle est concrètement la valeur ajoutée ?

Il permet d'échanger avec des entreprises non concurrentes et situées dans des départements

différents, de trouver des solutions sur des problèmes techniques, administratifs..., de proposer des formations, de répondre à des appels d'offres groupés, de bénéficier de remises intéressantes auprès de fournisseurs d'acier via des achats groupés, de faire de la sous-traitance et de la coopération entre entreprises... C'est un réseau de confiance et de conseils. Les problèmes des uns et les solutions trouvées profitent bien souvent à tous.

Nous nous réunissons tous les six mois chez un adhérent ou un fournisseur, ce qui nous permet de découvrir d'autres outils de fabrication. Nous épluchons tous les bilans de chacun et, là aussi, nous nous inspirons d'une démarche performante. ESA tient également une veille technique et réglementaire. Tout ceci via des moments conviviaux.

Ce qui nous fait grandir fait grandir nos équipes et l'entreprise. Et en prime, nous faisons des économies via les achats groupés et mutualisés. C'est plus que rentable. ESA est un accélérateur de développement pour l'entreprise.



ESA chez Launet

RENCONTRE

RENCONTRE

L'entreprise Baudoux Constructions Métalliques

L'entreprise Baudoux Constructions Métalliques, située à Saint-Erme-Outre-et-Ramecourt, près de Reims, a 125 ans depuis l'année dernière – elle a été créée en 1898. Elle compte 80 salariés et réalise 27 millions de chiffre d'affaires et exerce dans un périmètre de 200 km autour de l'entreprise. « Nous avons grossi puisqu'à l'époque, l'entreprise embauchait 60 salariés et réalisait 60 millions de francs. Bien évidemment, nous avons automatisé les outils, ce qui a permis d'avoir moins de salariés en production et plus d'employés en suivi de chantier », précise Stéphane Chartier.

L'entreprise s'est diversifiée ces trente dernières années. Alors qu'elle était principalement dédiée aux bâtiments agricoles, ceux-ci représentent désormais 60 % de l'activité. Le reste est consacré aux bâtiments industriels et aux activités de

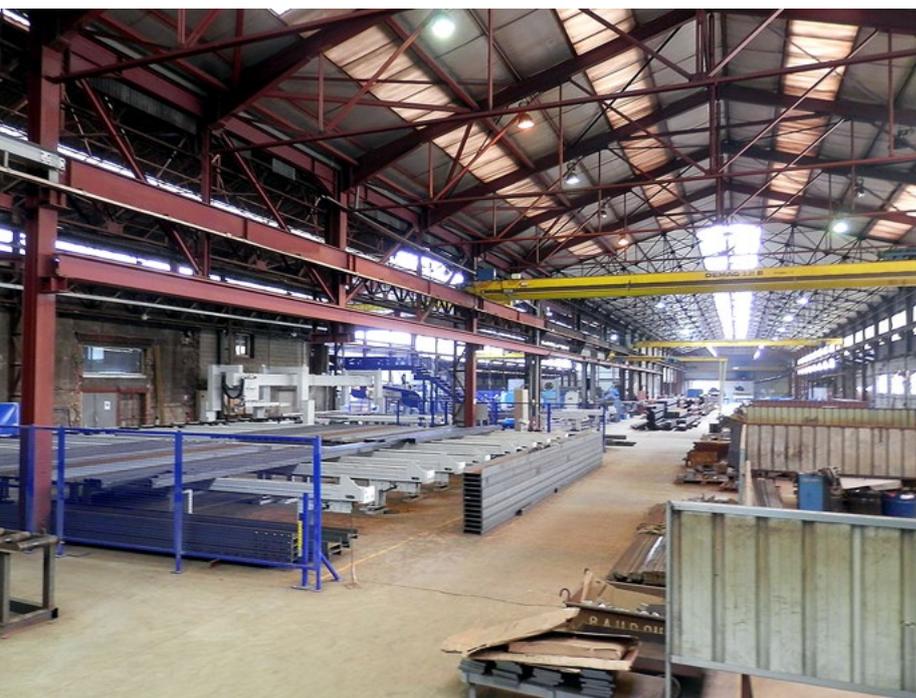
désamiantage et de pose de panneaux photovoltaïques, qui viennent en complément. « Nous sommes à la fois fabricant, monteur, couvreur et intégrateur. Moins il y a d'interlocuteurs dans un chantier, moins il y a de risques. »

Et pour afficher le savoir-faire de l'entreprise, l'atelier a été rénové en mars 2023 : désamiantage, recouverture et pose de 1 500 m² de panneaux photovoltaïques en toiture, ce qui couvre la moitié des besoins électriques de l'usine de 11 000 m². « Ce n'est cependant pas la première station photovoltaïque qui se trouve sur le site de l'usine. Les premières stations ont été posées en 2009 sur une partie de nos bureaux. Nous revendions alors l'électricité tandis qu'aujourd'hui, nous l'utilisons en autoconsommation », conclut Stéphane Chartier.

C'est une sorte de confrérie de charpentiers...

Je préfère parler de réseau et de services. J'ai repris les rênes du réseau depuis 2004 avec trois autres chefs d'entreprise qui sont aujourd'hui Nicolas Binois, dirigeant de Georgeauld dans le 35, Alexis Piot, dirigeant de l'entreprise Launet construction dans le 60, et Yves Douesneaux, dirigeant de l'entreprise Barconnière dans le 24.

Atelier de Baudoux
Construction métallique



© Baudoux Construction Métallique

Concrètement, quelles aides pour l'entreprise ?

Pour ma part et mon expérience personnelle, ESA a été un catalyseur dans mes prises de décision et m'a permis de ne pas m'enfermer dans une solitude que nombre de dirigeants connaissent. Parmi les sujets qui m'ont été très utiles : la mise au point de contrats d'assurance adaptés à notre profession. J'ai également bénéficié de nombreuses formations sur la gestion, la sous-traitance, la sécurité, le commercial, les achats...

Sur le terrain, j'ai par exemple obtenu les coordonnées d'un monteur pour un bâtiment à Nantes, ou encore obtenu un appui technique pour un petit immeuble de coworking de deux étages à Paris XIII^e, rue Croulebarbe. En échangeant, nous avons trouvé la solution pour passer 70 tonnes de charpente métallique par une porte de garage. Et pour ce même chantier, nous avons utilisé un chariot télécommandé d'un ancien membre du réseau.

Un réseau en développement ?

Il s'est en effet un peu étoffé. Il y a encore quatre ans, l'ESA était géré par les chefs d'entreprise eux-mêmes. Depuis, un directeur et deux salariés – un secrétaire et un acheteur – ont été embauchés. Nous souhaitons nous agrandir. Plus nous serons nombreux, plus le réseau sera prospère et efficace. Nous recrutons d'ailleurs des entreprises dans l'est et dans le sud de la France.

Et pour adhérer ?

Pour adhérer, les membres ne doivent pas être directement concurrents puisque nous nous interdisons d'avoir deux membres dans le même département, ce qui assure une meilleure transparence entre nous. Le nouvel adhérent participe, gratuitement, à une première assemblée générale. Cela permet de valider que le dirigeant partage bien les mêmes valeurs que l'ensemble des membres du réseau. Puis, une fois son adhésion validée, l'entreprise verse un droit d'entrée puis une cotisation annuelle. Les formations ou autres prestations sont sur facturation.

ESA a adhéré à la Maison de la construction métallique. Elle en est d'ailleurs un des membres fondateurs. Pour quelles raisons ?

Nous estimons à 450 le nombre de charpentiers métalliques en France. De petites entreprises donc. Il est primordial de parler d'une seule voix pour défendre notre noble matériau, recyclable à l'infini, qui véhicule pourtant l'image d'un matériau fortement émetteur en carbone lors de sa production. Quid de la durabilité ? L'emblème de Paris est la tour Eiffel, un ouvrage pérenne. Il est essentiel de s'unir, d'être corporate et d'avancer ensemble sur des sujets phares comme l'environnement, le marché... Je m'occupe ainsi, au sein de la Maison, de la partie formation avec Christophe Bonhomme et Andréa Ravarino, notre directeur de la partie revalorisation-réemploi.

Justement, comment abordez-vous l'environnement au sein d'ESA ?

Les sujets sont bien sûr abordés. Nous sommes aux prémices du réemploi. Une des applications faciles est lors de la pose de panneaux photovoltaïques : nous avons parfois besoin de renforcer les structures, nous déposons alors les pannes existantes pour les remplacer par d'autres. Les pannes récupérées sont alors déposées sur d'autres chantiers. Voici un exemple assez facile de mise en œuvre du réemploi en circuit court. Aussi, au sein de l'ESA, deux entreprises du réseau, Hemery Hervieux et Barconnière, se sont déclarées pour être plateformes de stockage existantes pour le réemploi dans le cadre de la plateforme de la Maison de la construction métallique. La décarbonation passe aussi par des conceptions différentes : les ouvrages doivent être plus facilement



Chantier immeuble de coworking de deux étages rue Croulebarbe, Paris

démontables et réutilisables. Nous réfléchissons pour assembler par boulonnage plutôt que par soudage.

Comment voyez-vous l'avenir ?

Je suis un optimiste de base et confiant en l'avenir et en la jeunesse. La transition écologique est une belle opportunité de développement. Aux entreprises d'être en mouvement et de se préparer. L'avenir appartient à celui qui peut le prendre.

© Baudoux Construction Métallique



TERRAIN

Piscine Pontoise (75)

Innovation et p

© Sylvain Hitou

© camillegharbi, Pierre Marchand, Architectes

atrimoine

Édifiée en 1934 au cœur de Paris, la piscine Pontoise est une œuvre emblématique de l'Art déco, un bassin de nage ceinturé de coursives sur trois niveaux desservant l'ensemble des cabines de change. Fermée au public en 2018, cette vieille dame requérait d'importants travaux de rénovation tant les années avaient dégradé la charpente métallique couvrant l'édifice. Mais la qualité d'écriture de cette construction imposait une intervention complexe, respectueuse de son architecture, un pari remporté par l'équipe de maîtrise d'œuvre et les entreprises du projet.

Par Vincent Rey

TERRAIN TERRAIN



© SAP Photographies

Une figure historique

Dans les années 1930, l'architecte Lucien Pollet est missionné par la société Les piscines de France pour construire quatre bâtiments dans Paris. Si le plus connu reste Molitor, il concevra dans le même style Art déco la piscine Jonquière, Pailleron et enfin la piscine Pontoise, du nom de la rue du cinquième arrondissement dans laquelle elle se situe.

La figure typologique déployée par Lucien Pollet pour Pontoise est tout à fait caractéristique des piscines de cette période : un bassin d'une trentaine de mètres de long, entouré de coursives desservant l'ensemble des cabines disposées tout autour de l'espace central. Et la qualité de cet édifice tient en grande partie à son éclairage zénithal, une immense verrière à deux pans venant couvrir l'intégralité du bâtiment.

Ainsi, la charpente métallique de la piscine constitue tout autant l'un des points majeurs que la principale vulnérabilité du projet de Lucien Pollet. En effet, l'environnement atmosphérique d'une piscine est extrêmement corrosif et les éléments métalliques sont en conséquence soumis à un vieillissement prématuré. En 1988 est menée une première campagne de travaux visant à sauvegarder la charpente : elle est alors intégralement sablée, restaurée puis repeinte sans intervention sur sa géométrie initiale. Mais trente années plus tard, les problèmes de ventilation

de l'équipement ont de nouveau corrodé les aciers au point que la fermeture l'établissement est actée en 2018.

Les enjeux du projet

Une première consultation de maîtrise d'œuvre est alors lancée sur l'édifice ; une équipe de maîtrise d'œuvre est sélectionnée, mais au terme des premiers diagnostics, il s'avère que la charpente métallique n'est plus réhabilitable. L'écart entre le budget prévisionnel de l'opération et les résultats des premières investigations étant trop important, le marché est interrompu. La mairie de Paris décide donc d'organiser un second appel d'offres et l'équipe menée par Philippe Marchand, architecte, est désignée lauréate. « *L'édifice étant inscrit depuis 1998 à l'Inventaire supplémentaire des monuments historiques (ISMH), ma compétence d'architecte du patrimoine était nécessaire pour répondre à la consultation, et j'ai constitué un groupement de maîtrise d'œuvre avec différents bureaux d'études présentant des références en piscines* », explique Philippe Marchand.

Les principaux enjeux du projet étaient les suivants : adapter l'équipement pour le rendre plus vertueux en termes environnementaux et ainsi réduire la consommation d'énergie d'au moins 20% par rapport aux consommations relevées en 2016, réparer et

mettre à niveau l'équipement, sécuriser et rénover entièrement la couverture vitrée, rénover les toitures-terrasses du bâtiment principal et restaurer ses corniches périphériques et, enfin, rénover le traitement de l'air de la halle bassin.

D'air et d'eau

En amont des problématiques de charpente et structure, le bâtiment souffrait d'un état de dégradation générale concernant tant le traitement d'eau que le traitement d'air. « *Un traitement d'air performant est nécessaire, mais si vous avez un traitement d'eau qui ne l'est pas, vous générerez un inconfort : le volume du bassin n'étant pas brassé correctement, l'eau est moins renouvelée dans certaines zones et cette eau non renouvelée se concentre en chlore et en bactéries... donc plus de chloramines, plus de problèmes de santé pour les personnels, cela ne fonctionne pas ; il faut que les deux soient liés pour que d'un côté on ventile bien et on chauffe bien, et de l'autre côté on produise moins de chloramines* », détaille l'architecte. L'ensemble des éléments techniques ont donc été repris, et une nouvelle centrale de traitement d'air avec une récupération des calories a été installée en adéquation le renouvellement du traitement de l'eau. La toiture du bâtiment étant composée de deux peaux, une peau extérieure en verre blindé et une peau intérieure – à l'origine en verre, puis remplacée lors de la campagne de travaux de 1988 par du polycarbonate –, la mauvaise ventilation de la piscine et de sa toiture a contribué à générer une atmosphère très humide, chaude et chlorée au contact de la charpente métallique, avec pour incidence une dégradation rapide et inéluctable de ses différents éléments.

Riveté à chaud

Afin de répondre aux demandes de la DRAC (Direction régionale des affaires culturelles) et de respecter l'identité et les caractéristiques de l'édifice original, les neuf fermes principales de la charpente ont été réalisées à l'identique des dispositions d'origine, en employant la technique du rivetage à chaud. Étienne Montagne, responsable du département réhabilitation chez Eiffage Métal, nous en explique les principes : « *La toiture est à double pente et chaque pente est constituée d'une demi-ferme rivetée à chaud en atelier, puis assemblée sur place au droit du faîtage par boulonnage ; en effet, faire du rivet à chaud sur site est très complexe avec coût généré extrêmement important, c'est pour cette raison que nous*

avons opté pour une fixation par boulons présentant un aspect de rivets. »

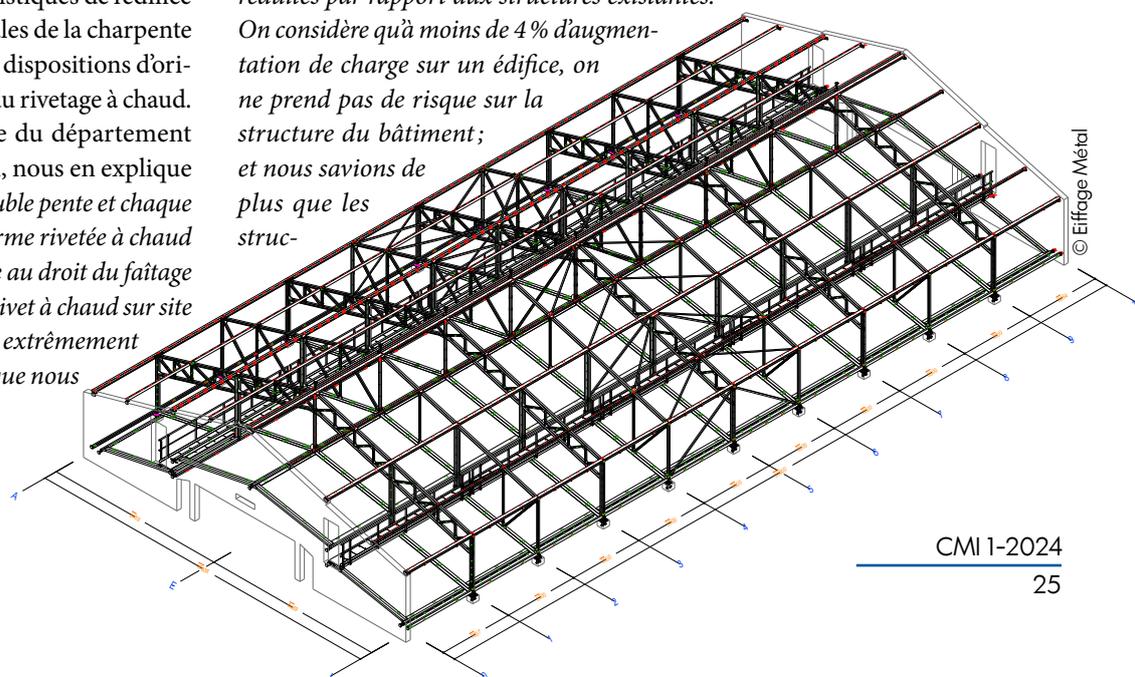
La technique traditionnelle du rivetage présente par ailleurs de réelles qualités mécaniques, ainsi que nous le détaille Étienne Montagne. « *Le rivetage à chaud est une solution très favorable en termes de résistance. Comme technique d'assemblage, vous avez la soudure, le boulonnage et le rivetage. Le soudage revient à liasonner deux matières l'une à l'autre de façon continue et complètement imbriquée. Les assemblages boulonnés, dans la majorité des cas, sont réalisés avec des trous d'un diamètre légèrement plus important que celui du boulon afin de faciliter leur mise en œuvre, ce qui induit qu'en termes de calcul, vous n'avez pas un contact parfait entre le boulon et le trou. Lorsque vous réalisez un assemblage riveté, vous venez frapper l'acier alors qu'il est encore malléable et il vient donc remplir parfaitement le trou, vous obtenez alors un assemblage qui, en termes de résistance, est quasi idéal puisqu'il n'y a pas de jeu entre le rivet et les éléments assemblés.* »

Tolérance limitée

Dans le cas d'opérations de réhabilitation lourde, l'une des problématiques récurrentes est celle de l'application des Eurocodes aux bâtiments anciens. Si l'on met ainsi au calcul des structures des années 1930 sur ossature béton comme la piscine Pontoise, les résultats conduisent souvent à considérer que le bâtiment n'est pas en état statique, alors même que l'édifice est stable depuis bientôt un siècle ! Cette approche du calcul n'est donc pas opérante sur ce type de construction, sauf à reprendre structurellement l'intégralité du bâtiment.

Philippe Marchand nous détaille l'approche de l'équipe de maîtrise d'œuvre sur ce projet : « *Nous voulions absolument conserver l'authenticité et la qualité patrimoniale des ouvrages, ce qui nous a amenés à travailler avec des tolérances de charge très réduites par rapport aux structures existantes.*

On considère qu'à moins de 4 % d'augmentation de charge sur un édifice, on ne prend pas de risque sur la structure du bâtiment ; et nous savions de plus que les struc-



TERRAIN

© comillegharbi Pierre Marchand Architectes



tures de ce type de construction sont généralement surdimensionnées par rapport aux besoins réels. Dans cette approche d'équilibre statique, nous avons recherché la légèreté absolument dans tous les ouvrages mis en œuvre, ce qui nous a conduits à réaliser une sous-verrière en coussins ETFE, qui sont beaucoup légers que des éléments verriers. Sachant que nous devions mettre en œuvre une verrière supérieure en verre feuilleté pour assurer le clos-couvert sur la piscine, il nous fallait trouver des solutions moins lourdes par-dessous et l'avantage d'une verrière plus légère, c'est que nous avons moins de charge à prendre et, en conséquence, la charpente est d'autant plus légère également.»

En parallèle, les pignons venant de part et d'autre de la verrière ont également été allégés en passant d'une structure en briques pleines à une ossature poteaux-poutres en béton avec un remplissage en béton cellulaire.

ETFE

L'utilisation de coussins ETFE (éthylène tétrafluoroéthylène) ne répond a priori pas à l'esprit d'une

restauration patrimoniale... Ce choix volontariste de la maîtrise d'œuvre a pourtant obtenu l'agrément de la DRAC et se révèle, en définitive, particulièrement adapté aux caractéristiques d'une verrière en double peau. « Au départ de nos recherches, nous étions davantage préoccupés par la problématique du poids que par celle de l'isolation. En revanche, nous savions que choisir des coussins ETFE participait du dispositif général que nous visions, à savoir une isolation thermique améliorée du bâtiment. Et cette option nous permettait de retrouver de très grands volumes transparents qui redonnaient à la piscine toute sa luminosité qui avait été perdue. En effet, à l'occasion des travaux des années 1980, le système de ventilation avait été modifié avec la mise en place des gaines de ventilation dans les parties courantes et visibles de la verrière, et l'installation de panneaux de type polycarbonate venus se substituer aux verres originaux de la sous-face de la charpente... La transparence de la verrière avait ainsi été fortement dégradée », développe l'architecte.

Les coussins ETFE sont simplement composés de deux feuilles parallèles très fines – de l'ordre du millimètre – collées sur leur pourtour et dans lesquelles on vient injecter de l'air. En toiture, un groupe de pression peut se déclencher au besoin pour regonfler ces coussins afin d'éviter que, dans quelques années, ils se détendent sous l'effet potentiel de micro-fuites.

Un chantier délicat

Les interventions de l'entreprise Eiffage Métal se sont déroulées en quatre phases : tout d'abord les études d'exécution d'avril à novembre 2021, puis la fabrication de la nouvelle charpente de novembre à mars 2022, la dépose de la structure existante qui a duré trois mois durant l'été 2021 et, enfin, la pose de la charpente de début mars à fin juin 2022. Le laps de temps entre dépose et pose des nouveaux éléments a permis à l'entreprise Lefèvre de reprendre toute la partie gros œuvre, de démonter les murs pignons et de refaire les maçonneries en pied des nouvelles fermes. Afin de pouvoir réaliser les différentes interventions, le bassin a été complètement vidé, puis un échafaudage y a été implanté afin de créer au niveau supérieur un plancher complet avec une double fonction : permettre de travailler sur la charpente quasiment à « hauteur d'homme » et assurer l'étanchéité du bâtiment durant les différentes phases du projet.

Piscine Pontoise

Maîtrise d'ouvrage : Ville de Paris

Maîtrise d'œuvre : Pierre Marchand Architectes

Bureau d'études structure - lot charpente verrière : Terrell

Bureau d'études fluides : Ethis

Économiste : CB Économie

Entreprises : Eiffage Métal (charpente couverture) / Vector Foiltec (ETFE) / Lefèvre Ré-novation (gros œuvre, second œuvre, restauration mosaïques)



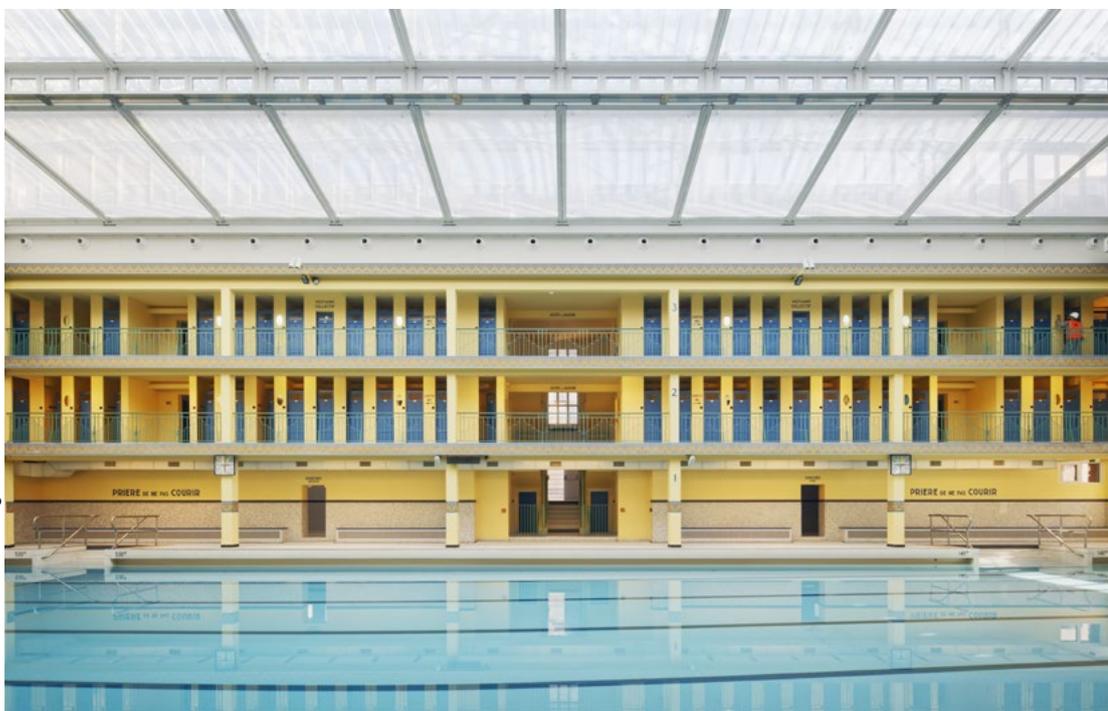
Autre contrainte majeure du chantier, la place disponible. « La piscine étant ceinturée de bâtiments sur trois côtés, la seule zone d'accès et de travail possible était la rue de Pontoise, une rue à sens unique très étroite. Nous avons dû fermer cette voie pendant quelques semaines, le temps d'installer une grue mobile de construction pouvant se déployer à la verticale. Pour l'anecdote, cette grue passait à moins d'un mètre des fenêtres de l'immeuble en face du projet ! Autre spécificité, elle disposait d'un moteur électrique permettant de réduire très fortement les nuisances sonores », nous relate Étienne Montagne d'Eiffage Métal. Enfin, la livraison des éléments de charpente par camion était également très contrainte, puisqu'elle devait se dérouler avant 6 heures du matin en raison des interdictions de circulation sur le boulevard Saint-Germain.

Une réhabilitation exemplaire

« Tous les matériaux d'origine étaient encore en place... Ils avaient été recouverts dans les différentes campagnes

de travaux par des matériaux plus contemporains, plus conformes, mais nous avons fait des purges des matériaux et ainsi retrouvé toutes les dispositions d'origine. Nous avons au final réalisé une sorte de cartographie et d'historiographie du bâtiment », explique Philippe Marchand.

Le 4 décembre 2023, la piscine Pontoise a rouvert ses portes après cinq années de fermeture et plus de deux ans de travaux. Un projet tout à fait remarquable qui associe une approche patrimoniale fine et rigoureuse sur les couleurs, matériaux et ambiances de l'édifice originel à des innovations et techniques contemporaines. La nouvelle verrière est à ce titre l'un des éléments clés du projet. La netteté de son dessin, sa finesse structurelle et ses qualités lumineuses viennent sublimer la géométrie rigoureuse de la grande salle du bassin. Enfin, il convient de souligner l'enthousiasme et la satisfaction des différents acteurs de l'opération à l'achèvement de cette réhabilitation exemplaire.



Vos formations au CTICM - Deuxième trimestre 2024

Le CTICM est certifié Qualiopi au titre de ses actions de formation.



Plus d'information :



CNX 01 – Exécution des ouvrages en acier – NF EN 1090-2

Le 3 et 4 avril 2024 à Massy (91)

Objectifs du stage :

- Choisir la classe d'exécution adaptée à un ouvrage ou une partie d'ouvrage
- Connaître les principales exigences de l'EN 1090-2 aux différents stades du projet, et leurs implications

Public :

- Ingénieurs et techniciens d'entreprises (fabrication, études, services qualité)
- Prescripteurs : Maîtres d'œuvre, maîtres d'ouvrage
- Bureaux d'études CM

Prérequis :

- Connaissances générales en charpente métallique
- Notions de fabrication

BAS 12 – ECO et ECI – Actions et combinaisons

Du 9 au 12 avril à Massy (91)

Objectifs du stage :

- Connaître les bases de calcul des structures développées dans l'EN 1990
- Comprendre le calcul des actions dues aux charges d'exploitation sur des bâtiments simples
- Comprendre le calcul des actions dues aux charges climatiques sur des bâtiments simples ainsi que les modèles de chargement dus aux actions du vent dans les configurations couvertes par les recommandations de la CNC2M

Stage limité à des bâtiments « quadrangulaires » de faible hauteur (≤ 15 m) permettant une présentation limitée à certaines parties des normes abordées

OUV 21 – Escaliers et garde-corps en acier

Le 16 et 17 avril à Massy (91)

Objectifs du stage :

- Connaître les différents textes normatifs et réglementaires applicables aux escaliers et aux garde-corps
- Connaître les principales exigences issues de ces textes
- Comprendre la démarche de justification des éléments principaux (marches, limons, mains courantes, montants)

Public :

- Projeteurs, calculateurs
- Chefs de projets (prescripteurs, bureaux d'études)
- Bureaux de contrôle

Prérequis :

- Connaissances de base en résistance des matériaux (systèmes isostatiques)
- Une première expérience des Eurocodes peut constituer un « plus »

BAS04 – Eurocode 3 – Calcul et vérification des éléments courants d'ossature

Du 23 au 26 avril à Massy (91)

Objectifs du stage :

- Connaître les méthodes de vérification d'éléments courants d'ossature de bâtiment selon l'EN 1993-1-1
- Comprendre le calcul des éléments de structure isolés sous sollicitations simples
- Comprendre les démarches de vérification des éléments de stabilité d'ensemble (portique, poutre au vent, palée de stabilité)

Stage limité aux sections de classes 1 à 3

Public :

Projeteurs, calculateurs ou autres personnels de bureaux d'études chargés du dimensionnement

d'éléments courants de structures sous la direction d'un encadrement qualifié

Prérequis :

- Bases en résistance des matériaux (sollicitations élémentaires : effort normal, effort tranchant, moment fléchissant – et détermination des contraintes associées)
- Savoir identifier les actions appliquées à une ossature (exploitation, actions climatiques)
- Savoir les associer pour définir les combinaisons de charges de calcul
- Savoir identifier les cheminements des charges verticales et horizontales et les associer à des schémas statiques

BAS21 – Eurocode 3 – Calcul et vérification des éléments courants d'ossature

Le 14 et 15 mai à Massy (91)

Objectifs du stage :

- Connaître les méthodes de vérification d'éléments courants d'ossature de bâtiment selon l'EN 1993-1-1
- Comprendre le calcul des éléments de structure isolés sous sollicitations simples

Comprendre les démarches de vérification des éléments de stabilité d'ensemble (portique, poutre au vent, palée de stabilité)

Stage limité aux sections de classes 1 à 3

Public :

Projeteurs, calculateurs ou autres personnels de bureaux d'études chargés du dimensionnement d'éléments courants de structures sous la direction d'un encadrement qualifié

Prérequis :

- Bases en résistance des matériaux (sollicitations élémentaires : effort normal, effort tranchant, moment fléchissant – et détermination des contraintes associées)
- Savoir identifier les actions appliquées à une ossature (exploitation, actions climatiques)
- Savoir les associer pour définir les combinaisons de charges de calcul
- Savoir identifier les cheminements des charges verticales et horizontales et les associer à des schémas statiques

BAS11 – Eurocode 8 – Séisme – Initiation : bâtiments courants faiblement dissipatifs

Le 22 et 23 mai à Massy (91)

Objectifs du stage :

- Connaître et exploiter les notions essentielles de la réglementation parasismique en vigueur
- Choisir la classe de ductilité
- Comprendre les méthodes de calcul réglementaires aux bâtiments courants en classe de ductilité DCL

Public :

- Ingénieurs
- Calculateurs expérimentés de bureaux d'études

Prérequis :

- Maîtrise de la résistance des matériaux (structures à barres)
- Être capable de dimensionner un bâtiment métallique suivant l'Eurocode 3
- Bien que des rappels succincts concernant la théorie de la dynamique des structures soient effectués, il est préférable de posséder des notions de dynamique (oscillateur simple, période propre)

OUV01 – EN 1993-6 – Chemins de roulement pour ponts roulants et monorails

Du 28 au 30 mai à Massy (91)

Objectifs du stage :

- Comprendre l'évaluation des actions dues aux ponts roulants selon l'EN 1991-3
- Comprendre les vérifications des poutres de roulement de ponts roulants, y compris vis-à-vis de la fatigue
- Comprendre les vérifications spécifiques des poutres de roulement de monorails

Public :

Ingénieurs, techniciens confirmés et cadres de bureaux d'études

Prérequis :

- Connaissance préalable des Eurocodes, en particulier :

FORMATION

- EN 1990 (combinaison des actions)
- EN 1993-1-1 (classification des sections, analyse globale – imperfections et second ordre, vérification des sections et des éléments)

ALU01 – Eurocode 9 – Construire avec l'aluminium

Du 11 au 13 juin à Massy (91)

Objectifs du stage :

- Connaître les particularités du matériau aluminium
- Comprendre le calcul des ossatures en aluminium selon les prescriptions de l'Eurocode 9

Public :

Techniciens supérieurs, calculateurs et ingénieurs bureaux d'études

Prérequis :

- Résistance des matériaux
- Notions générales de construction métallique
- Connaissance des chapitres de l'EC0 relatifs à la construction métallique
- La connaissance de l'Eurocode 3 serait un plus

OUV04 – Pylônes autostables treillis et monotubes

Le 11 et 12 juin à Massy (91)

Objectifs du stage :

- Connaître les différentes conceptions de pylônes autostables, leur fonctionnement et le contexte normatif applicable
- Comprendre la détermination des actions du vent et du givre sur les pylônes autostables en treillis ou monotubes
- Comprendre les vérifications de résistance des éléments et des assemblages composant ces pylônes

Public :

Ingénieurs et cadres de bureaux d'études

Prérequis :

- Connaissance préalable des Eurocodes, en particulier:
 - EN 1990 (combinaison des actions)
 - EN 1991-1-4 (pression dynamique de pointe)
 - EN 1993-1-1 (classification des sections, analyse globale – imperfections et second ordre, vérification des sections et des éléments)

BAT06 – Calculer un bâtiment simple avec l'Eurocode 3

Du 17 au 21 juin à Massy (91)

Objectifs du stage :

- Évaluer les principales actions appliquées sur un bâtiment métallique simple, selon les Eurocodes
- Vérifier les barres principales d'un bâtiment métallique simple, selon les Eurocodes
- Comprendre la vérification des principaux assemblages d'un bâtiment métallique simple, selon les Eurocodes

Public :

- Personnels intervenant dans le secteur de la construction métallique, de niveau DUT ou BTS ou ingénieurs débutants
- Personnels intervenant dans la rédaction de notes de calcul de structures courantes

Prérequis :

Avoir suivi ou disposer d'un niveau de compétences équivalent à celui dispensé par les stages suivants : BAS01, BAS04, ASS05, BAS11

Pour vous inscrire (au plus tard 10 jours avant la formation), 4 possibilités

➔ en ligne sur www.cticm-formation.com

➔ par courriel : formation@cticm.com

➔ par téléphone : 01.60.13.83.04

➔ par courrier postal :

CTICM - Espace technologique - L'Orme des Merisiers - 91193 Saint-Aubin



**CONSTRUCTION
MÉTALLIQUE**

Depuis 1886,

le SCMF défend les intérêts de la
construction métallique en France.



Au cœur de
la construction
métallique

SCMF

4 rue Michael Winburn,
92400 Courbevoie

info@scmf.eu | 01 47 74 66 15 | www.constructionmetallique.fr

Assistance téléphonique

L'assistance technique contribue à faciliter et encourager le choix des solutions métalliques, et permet aux praticiens d'obtenir des réponses concrètes à leurs interrogations au quotidien. Elle est délivrée aux constructeurs métalliques mais également à l'ensemble des acteurs du secteur de la construction métallique.

Il s'agit généralement de conseils ou renseignements ne nécessitant pas d'études approfondies, et qui sont donc donnés à titre gratuit. Dans le cas où la demande d'assistance nécessite une étude particulière de plus longue durée, un devis est alors proposé dans le cadre des prestations d'ingénierie et de conseil.

| Thèmes | Contacts | Téléphone | Courriel |
|---|-----------------------|----------------|--|
| RÉGLEMENTATION ET NORMALISATION | | | |
| Eurocodes: statut, avancement | Valérie Lemaire | 01 60 13 83 37 | vlemaire@cticm.com |
| Réglementation et normalisation française | Valérie Lemaire | 01 60 13 83 37 | vlemaire@cticm.com |
| Réglementation «sécurité incendie» pour bâtiments et ICPE | Christophe Thauvoye | 01 60 13 83 21 | cthauvoye@cticm.com |
| CONSTRUCTION MÉTALLIQUE - GÉNÉRALITÉS | | | |
| Analyse globale des structures | Alain Bureau | 01 60 13 83 56 | abureau@cticm.com |
| Assemblages boulonnés | Anthony Rodier | 01 60 13 83 66 | arodier@cticm.com |
| Assemblages soudés | Anthony Rodier | 01 60 13 83 66 | arodier@cticm.com |
| Dynamique des structures - Vibrations | Mladen Lukić | 01 60 13 83 68 | mlukic@cticm.com |
| Comportement des structures soumises au séisme PS92, EC8 PS-MI | Pierre-Olivier Martin | 01 60 13 83 69 | pomartin@cticm.com |
| Exécution des structures métalliques: fabrication, montage, tolérances | André Beyer | 01 60 13 83 73 | abeyer@cticm.com |
| Fatigue | Mladen Lukić | 01 60 13 83 68 | mlukic@cticm.com |
| Justification du comportement (à froid) des structures par l'expérimentation | Alain Bureau | 01 60 13 83 56 | bureau@cticm.com |
| Logiciels utilisés en CM | Pierre-Olivier Martin | 01 60 13 83 69 | pomartin@cticm.com |
| Rupture fragile | Mladen Lukić | 01 60 13 83 68 | mlukic@cticm.com |
| Vérification des sections et des éléments Flambement, déversement, voilement local | Alain Bureau | 01 60 13 83 56 | abureau@cticm.com |
| Voilement des plaques et EC3-1-5 | Pierre-Olivier Martin | 01 60 13 83 69 | pomartin@cticm.com |
| Calcul des coques et EC3-1-6 | Tien-Minh Nguyen | 01 60 13 83 67 | tnguyen@cticm.com |
| Diagnostic des structures et réhabilitation Aciers anciens | Claire Rocher | 01 60 13 83 45 | crocher@cticm.com |
| CONSTRUCTION MIXTE | | | |
| Bâtiments mixtes acier-béton (planchers, poteaux...) | Hoang Tung Vu | 01 60 13 83 28 | htvu@cticm.com |
| MATÉRIAUX | | | |
| Aciers inoxydables et EC3-1-4 | Alain Bureau | 01 60 13 83 56 | abureau@cticm.com |
| Boulonnerie – Fixations | Anthony Rodier | 01 60 13 83 66 | arodier@cticm.com |
| Soudage | André Beyer | 01 60 13 83 73 | abeyer@cticm.com |
| Produits d'enveloppe en acier | Amor Ben Lardi | 01 60 13 83 61 | abenlarbi@cticm.com |
| ÉLÉMENTS DE STRUCTURE ET OUVRAGES PARTICULIERS | | | |
| Cheminées et EC3-3-2 | Tien-Minh Nguyen | 01 60 13 83 67 | tnguyen@cticm.com |
| Chemins de roulement et EC1-3/EC3-6 | Romain Palacios | 01 60 13 83 44 | rpalacios@cticm.com |
| Conception des structures de bâtiment | Anthony Rodier | 01 60 13 83 59 | arodier@cticm.com |
| Éléments minces formés à froid et EC3-1.3 | Mladen Lukić | 01 60 13 83 68 | mlukic@cticm.com |


 métal é tech

#Le fer savoir du CTICM

MÉTALÉTECH...

UN PUR CONDENSÉ DE « MÉTAL ET TECHNIQUES »

VOTRE RENDEZ-VOUS HEBDOMADAIRE



Chaque semaine, un nouvel article

un expert du CTICM publie sur metaletech.com un article qui illustre et explique la construction métallique, associant le matériau et les aspects techniques de son utilisation dans les domaines de la construction

DANS VOTRE BIBLIOTHÈQUE NUMÉRIQUE AU CONTENU VARIÉ

Déjà plus de 260 articles

pouvant porter sur des sujets simples ou complexes afin de rendre la construction métallique accessible au plus grand nombre.

Organisé en rubriques, metaletech.com vous donne accès à des informations pratiques, des documents élaborés, des vidéos de chantier, des exemples d'opérations, etc.

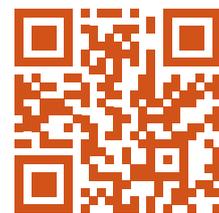


TÉLÉCHARGEZ CE QUE VOUS VOULEZ



Tous les articles sont en téléchargement gracieux

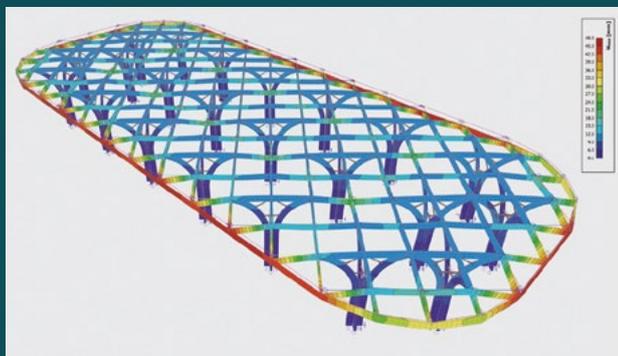
Neige, vent, parasismique, incendie, EXC1, fatigue, RDM, etc. quel que soit le domaine qui vous intéresse, quels que soient vos besoins, vous pourrez télécharger les textes que vous souhaitez sans modération!



| Thèmes | Contacts | Téléphone | Courriel |
|---|-----------------------|----------------|-----------------------------|
| ÉLÉMENTS DE STRUCTURE ET OUVRAGES PARTICULIERS (suite) | | | |
| Ponts métalliques et mixtes EC3-2 et EC4-2 | Daniel Bitar | 01 60 13 83 38 | <i>dbitar@cticm.com</i> |
| Poutres alvéolaires | Alain Bureau | 01 60 13 83 56 | <i>abureau@cticm.com</i> |
| Pylônes et pylônes haubanés et EC3-3.1 | André Beyer | 01 60 13 83 73 | <i>abeyer@cticm.com</i> |
| Silos et réservoirs et EC1-4/EC3-4 | Hannah Boehm | 01 60 13 83 46 | <i>hboehm@cticm.com</i> |
| Stabilisation d'un bâtiment par les parois - Effet diaphragme | Mladen Lukić | 01 60 13 83 68 | <i>mlukic@cticm.com</i> |
| Escaliers et garde-corps | Anthony Rodier | 01 60 13 83 66 | <i>arodier@cticm.com</i> |
| Structures en aluminium | Mladen Lukić | 01 60 13 83 68 | <i>mlukic@cticm.com</i> |
| ACTIONS | | | |
| Actions climatiques : neige et vent - Règles NV et EC1 | Laëtitia Molina | 01 60 13 83 72 | <i>lmolina@cticm.com</i> |
| Actions d'exploitation (charges) | Laëtitia Molina | 01 60 13 83 72 | <i>lmolina@cticm.com</i> |
| Combinaisons d'actions | Laëtitia Molina | 01 60 13 83 72 | <i>lmolina@cticm.com</i> |
| Actions sismiques PS92 et EC8 | Pierre-Olivier Martin | 01 60 13 83 69 | <i>pomartin@cticm.com</i> |
| Actions en cas d'incendie EC 1-1.2 | Christophe Thauvoye | 01 60 13 83 21 | <i>cthauvoye@cticm.com</i> |
| États limites de service - Flèches admissibles | Alain Bureau | 01 60 13 83 56 | <i>abureau@cticm.com</i> |
| DÉVELOPPEMENT DURABLE | | | |
| Construction métallique et développement durable | Thibault Maquenhém | 01 60 13 83 65 | <i>tmaquenhém@cticm.com</i> |
| Protection anticorrosion des structures métalliques | Olivier Mouatt | 01 60 13 83 64 | <i>omouatt@cticm.com</i> |
| DÉVELOPPEMENT INDUSTRIEL | | | |
| Organisation industrielle des ateliers et chantiers | Nicolas Pouvreau | 01 60 13 83 53 | <i>npouvreau@cticm.com</i> |
| PHYSIQUE DU BÂTIMENT | | | |
| Performances thermiques et énergétiques de bâtiments à ossature métallique | Amor Ben Larbi | 01 60 13 83 61 | <i>abenlarbi@cticm.com</i> |
| Performances acoustiques de bâtiments à ossature métallique | Amor Ben Larbi | 01 60 13 83 61 | <i>abenlarbi@cticm.com</i> |
| Étanchéité à l'air de bâtiments à ossature métallique | Amor Ben Larbi | 01 60 13 83 61 | <i>abenlarbi@cticm.com</i> |
| INCENDIE | | | |
| Calcul du comportement au feu des structures en acier et aluminium - Application des EC3-1.2 et EC9-1.2 | Christophe Renaud | 01 60 13 83 27 | <i>crenaud@cticm.com</i> |
| Calcul du comportement au feu des structures mixtes - Application de l'EC4-1.2 | Gisèle Bihina | 01 60 13 83 26 | <i>gbihina@cticm.com</i> |
| Calcul du comportement au feu des éléments de second œuvre à ossature métallique | Christophe Renaud | 01 60 13 83 27 | <i>renaud@cticm.com</i> |
| Comportement au feu des entrepôts et bâtiments industriels | Christophe Renaud | 01 60 13 83 27 | <i>crenaud@cticm.com</i> |
| Comportement au feu des parcs de stationnement | Bin Zhao | 01 60 13 83 16 | <i>bzhao@cticm.com</i> |
| Flux thermique émis par un feu d'entrepôt (Flumilog) | Christophe Thauvoye | 01 60 13 83 21 | <i>cthauvoye@cticm.com</i> |
| Produits de protection des structures contre l'incendie | Christophe Renaud | 01 60 13 83 27 | <i>crenaud@cticm.com</i> |
| Ingénierie de la sécurité incendie - Méthodologie | Christophe Thauvoye | 01 60 13 83 21 | <i>cthauvoye@cticm.com</i> |
| CERTIFICATION | | | |
| Marquage CE des produits de construction métallique | André Beyer | 01 60 13 83 73 | <i>abeyer@cticm.com</i> |



Projet : SuperHub Meerstad | Client : Pieters Bouwtechniek | © Photo : Ronald Tilleman



Découvrez SCIA Engineer 24 – la rencontre de la puissance et de la vitesse.

Dites adieu aux calculs lents grâce à notre tout nouveau solveur qui **accélère votre flux de travail**.

Dotée de nouvelles fonctionnalités puissantes, cette version est équipée d'un moteur révolutionnaire qui réduit considérablement le temps de calcul. Avec des flux de travail simplifiés pour l'analyse non linéaire avancée et les vérifications de norme, il vous restera davantage **de temps pour ce qui est important**.

Essayez-le gratuitement :
scia.net/fr/trial

Imagination Calculated

DÉCOUPE PLASMA

MAG

CENTRE D'USINAGE POUR TÔLES

MARQUAGE

PERÇAGE

FRAISAGE

LA machine la plus automatisée du marché pour la production des goussets, platines, raidisseurs etc. pour les **charpentiers métalliques** :

- Chargement sécurisé des tôles
- Marquage profond, perçage-fraisage mécanique et découpe plasma des pièces avec des **vitesses et qualités d'usinage élevées**
- Déchargement automatique des pièces grâce à la table de déchargement basculante
- Combinaison possible avec une **machine de décalaminage et d'ébavurage** par tonnelage de notre partenaire Spaleck
- **Coûts d'utilisation réduits** : imbrication optimisée des pièces, durée de vie élevée des outils, pas de support de tôles avec plats martyrs à remplacer...

**VERNET
BEHRINGER**

CONTACTEZ-NOUS :
Tel. +33 380 73 21 63
contact.us@vernet-behringer.net
www.vernet-behringer.com

MEMBRE DU GROUPE
BEHRINGER

La FRENCH FAB

