

La lettre d'information de l'A3TS

CONTACTS

Le Nickel

Un enjeu de la transition
énergétique

P. 14



**Congrès A3TS et
Salon SVTM 2022**

Les 8 et 9 juin 2022
• Nantes

P. 04



**Votre site A3TS fait
peau neuve !**

Rendez-vous sur
www.a3ts.org

P. 21



SOLUTIONS GLOBALES POUR LES TRAITEMENTS THERMIQUES

E-MOBILITÉ - AÉRONAUTIQUE - ÉNERGIES NON CARBONÉES - OUTILLAGE - ÉLECTRONIQUE

 Installations Modulaires & Multi-Procédés

Cémentation Basse Pression - Trempe Gaz et Huile - Brasage - Frittage - Nitruration

 Fours de Fusion & Induction

 Fours Sous Vide

 Services

 Robotique



info@ecmtech.fr
www.ecm-fours-industriels.fr
Tél : 04.76.49.65.60

Pour des réseaux interconnectés



Par **Eric Malès**,
Président du Pôle Européen
de la Céramique

Unique pôle de compétitivité dédié aux matériaux et procédés céramiques et labellisé par l'Etat depuis 2005, le Pôle Européen de la Céramique, basé à Limoges et à Toulouse, est reconnu en France et à l'international pour le dynamisme et l'innovation de son réseau. Il fédère plus de 160 adhérents (industriels, organismes de recherche et technologiques, centres de formation), principalement situés en France et aussi à l'étranger (Allemagne, Suisse, Portugal, Belgique, Italie...). Le pôle anime son réseau afin de favoriser la capacité de celui-ci : à innover par un soutien actif au montage de projets innovants et collaboratifs, à croître via des actions de promotion et de mises en relation et à se développer à l'échelle européenne et internationale.

Les activités des adhérents sont représentées au sein de 4 domaines d'activités stratégiques : Luxe & Création ; Santé, Environnement & Habitat ; Transport & Energie et Electronique & Photonique ; Eux-mêmes supportés par 2 domaines d'activités technolo-

giques : Usine du futur et Traitements de surface. Ce dernier domaine concerne de plus en plus de projets innovants impliquant les membres. C'est l'exemplu du projet SAFIR : plateforme de traitements de surface dont le bâtiment a été finalisé en 2021 sur le site d'ESTER Technopole à Limoges et regroupant au sein d'un même lieu des activités collaboratives de recherche et de transfert technologique entre le laboratoire IRCER (unité mixte de recherche CNRS-Université de Limoges), 2 groupes OERLIKON et SAFRAN et le CITRA. Cette plateforme collaborative et ouverte sera destinée aux filières aéronautique, spatial, transports, énergie et électronique. Les associations A3TS et Pôle Européen de la Céramique ont décidé depuis 2019 d'établir un partenariat afin de croiser les compétences et savoir-faire de leurs réseaux respectifs et de susciter des projets communs par l'organisation d'événements favorisant le réseautage.

Le premier événement organisé dans le cadre de ce partenariat est la journée de conférences sur le thème

« Ensembles céramique/métal » s'inscrivant au sein de l'évènement « Ceramics4Industry ». Cette convention d'affaires organisée par le pôle les 20 et 21 octobre 2021 à Limoges a permis de regrouper 153 personnes, au travers de 321 rendez-vous d'affaires pré-programmés, de visites d'entreprises et 8 conférences sur des technologies de brasage, de co-frittage, de fabrication additive ou encore sur des procédés émergents de dépôts multi-matériaux. Les deux réseaux se sont à nouveau rencontrés les 24 et 25 novembre 2021 à Marseille, lors du SVTM et les 8 et 9 décembre 2021 à Pau, lors de la conférence « Projection thermique, réparation et rechargement ».

Cette collaboration à vocation à s'inscrire dans la durée par l'organisation d'un évènement tous les 2 ans sur les innovations technologiques des traitements de surface afin de favoriser les synergies et projets communs.

Sommaire

- 4 Prochains évènements**
Congrès A3TS et salon SVTM
- 8 Retours sur évènements**
- 14 Notre dossier du mois**
Le nickel, quels enjeux ?
- 20 Actus de l'association**
- 22 La vie des entreprises**
- 26 Agenda**

Comité de rédaction

Solène Brizay-Bruchet, Sylvain Batbedat

Contact A3TS

71 rue La Fayette, 75009 Paris

Tél. : 01 45 26 22 35

Email : a3ts@a3ts.org

Site : www.a3ts.org

Imprimeur

PAPIER VERT

Villeurbanne

Photo de couverture

Garniériste (Nickel vert) ©Eramet





Prochain évènement

Un programme riche pour le 48^{ème} Congrès

A rich program for the 48th Congress

Comme chaque année, donneurs d'ordre, concepteurs, fabricants, utilisateurs, exploitants à la recherche de solutions technologiques performantes se rencontreront pendant deux jours pour assister à un programme de conférences, partager des retours d'expérience, rencontrer des experts et initier des collaborations.

Les conférences du Congrès seront organisées autour des 10 thématiques :

- Les traitements thermiques et thermochimiques - Aciers et Métaux non-ferreux
- La gestion et maîtrise de la qualité dans les traitements thermiques - Anticipation des défaillances
- Les revêtements pour outillage
- La protection des surfaces dont traitements anti-corrosion
- Les traitements pour la conductivité électrique et l'électrification des véhicules et aéronefs
- Les revêtements sur substrats organiques
- La fonctionnalisation des surfaces dont amélioration des propriétés tribologiques
- L'application des technologies numériques dans les traitements thermiques et traitements de surface
- La gestion et maîtrise de l'énergie et des émissions de CO2 pour des solutions industrielles durables
- Les nouveaux procédés de fabrication additive (y compris électroformage) et traitements de finition associés

As every year, OEMs, designers, manufacturers, users and operators looking for high-performance technological solutions will meet for two days to attend a program of conferences, share feedback, meet experts and initiate collaborations.

Conferences of the Congress will be organized through ten thematic sessions :

- *Thermal and thermochemical treatments of steels and non-ferrous metals*
- *Quality monitoring and control in Heat Treatments - Failures prevention*
- *Coatings for toolings*
- *Surface protection including protection against corrosion*
- *Treatments for electric conductivity and electrification of vehicles and aircrafts*
- *Coating on organic substrates*
- *Surface functionalization incl. tribological properties improvements*
- *Digital technologies in heat treatment and surface treatment*
- *Energy and CO2 emission monitoring and control for sustainable industrial solutions*
- *New additive manufacturing processes (incl. electroforming) and related finishing processes*

LA SOIRÉE DE GALA, JEUDI 9 JUIN 2022

Elle aura lieu aux Machines de l'Île sur le site exceptionnel des anciens chantiers navals. A la croisée des mondes inventés de Jules Verne, de l'univers mécanique de Léonard de Vinci et de l'histoire industrielle de Nantes.



Parc des Chantiers, Bd Léon Bureau, 44200 Nantes

48^{ème} Congrès A3TS

Les 8 et 9 juin 2022,
Cité des Congrès, Nantes

Parallèlement au Congrès auront lieu le Salon SVTM www.svtm.eu et le 2^{ème} Congrès du Vide www.vide.org

Programme à venir en avril 2022.

Pour plus d'informations :
<https://www.a3ts.org/evenements/congres-a3ts-2022>




48^{ème} Congrès des traitements thermiques et traitements de surface

8 - 9 juin
2022

Cité des Congrès
Nantes



A3TS

Avec la participation de  EMC2



Prochain évènement

Le Salon SVTM 2022

Professionnels des traitements thermiques et de surface, rendez-vous à Nantes !

Heat and surface treatments professionals, come to Nantes!

Industriels des filières de l'Aéronautique, de l'Automobile, des Transports, de l'Énergie, des Industries Mécaniques, de la Défense, nous vous donnons rendez-vous à la cité des Congrès de Nantes les 8 et 9 juin. Venez rencontrer les fournisseurs spécialisés dans les produits et les services pour les traitements thermiques et les traitements de surface.

Le Salon SVTM c'est aussi :

- Une application mobile mise à disposition de tous les acteurs du salon, exposants, visiteurs et congressistes, permettant :
 - aux visiteurs du Salon d'avoir, en temps réel, les informations sur l'évènement, de prendre des rendez-vous avec des exposants et d'accéder à des contenus fournis par les exposants du Salon
 - aux exposants, de communiquer largement à travers ce support sur les sujets que vous souhaitez mettre en avant, d'organiser vos rendez-vous en fonction des demandes reçues et de pousser votre communication avant, pendant et après le Salon
- Des tables rondes permettant des échanges d'experts sur des thèmes porteurs
- Un trophée de l'innovation récompensant, à travers une innovation soumise à l'analyse du Jury, une entreprise ou une structure dont l'effort d'innovation est de nature à contribuer à l'amélioration de la performance industrielle de la filière
- un cocktail sur le salon, favorisant les échanges informels

Industrials from the aeronautics, automotive, transport, energy, mechanical industries, defense, come to the Cité des Congrès de Nantes and meet suppliers specialized in products and services for heat treatments and surface treatments.

The SVTM Exhibition is also:

- A SVTM mobile application available to all those involved in the show, exhibitors, visitors and delegates, allowing:
 - visitors to the show to have real-time information on the event, to make appointments with exhibitors and to access content provided by the show's exhibitors
 - exhibitors to communicate widely through this medium on the subjects you wish to highlight, to organize your meetings according to the requests received and to push your communication before, during and after the exhibition
- Round tables allowing experts to exchange on key topics
- A3TS Innovation Award rewards, through an innovation submitted for analysis by the Jury, a company or structure whose innovation effort is likely to contribute to improving the industrial performance of the sector
- a cocktail party at the exhibition, encouraging informal exchanges

Salon SVTM 2022

Les 8 et 9 juin 2022,
Cité des Congrès,
Nantes



Pour réserver un stand :

Contactez nous au
01.45.26.22.35 ou par email :
a3ts@a3ts.org

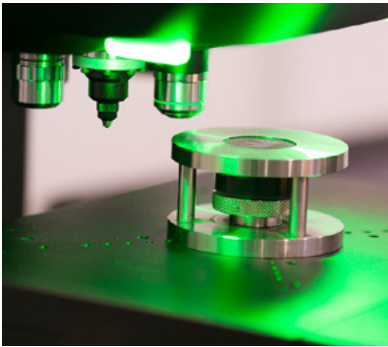
Pour visiter le salon :

inscription sur www.svtm.eu

SV TM 2022

SALON DU VIDE ET DES TRAITEMENTS DES MATÉRIAUX

www.svtm.eu



8-9 JUIN 2022
**CITÉ DES CONGRÈS
DE NANTES**



A3TS
Association de Traitement Thermique
et de Traitement de Surface

SFV
Société Française du Vide

Près de 60 participants réunis à Colmar sur la réparation de pièces et outils par apport de revêtement

La section Est-Alsace de l'A3TS a organisé sa journée technique d'automne à Colmar sur la thématique de la « REPARATION DE PIÈCES ET OUTILS PAR APPORT DE MATIÈRE OU REVÈTEMENT ».

56 participants dont 20 étudiants du BTS Traitements des matériaux du lycée Jean Mermoz de Saint-Louis (68) ont eu un grand plaisir à renouer avec une journée technique en présentiel.

La matinée a été consacrée à 6 exposés qui ont couvert l'ensemble des techniques de réparation de pièces. L'accent a systématiquement été mis sur des exemples précis en lien avec les problématiques d'usure ou d'abrasion.

Tout d'abord, Didier BOISSELIER de l'IREPA LASER a présenté le rechargement Laser et la reconstruction de pièces par fabrication additive. Ibra DIOP de WELDING ALLOYS a exposé les spécificités du rechargement dur par fusion à partir de fils fourrés.

La réparation et le rechargement de pièces ont ensuite été abordés sous l'angle de la projection : d'abord par la projection thermique avec Christophe VERDY du laboratoire ICB-PMDDM-LERMPS puis par

la technologie COLD SPRAY avec Robin STOCKY de l'ICAR-CM2T en association avec le CRITT de Bar Le Duc.

Ensuite, Nicolas HURAUULT de DALIC a présenté comment l'électrolyse localisée peut permettre, lors d'une intervention sur site, de remettre en géométrie des pièces ou restaurer des propriétés de surface.

Aurélien MOUGENOT de WELDING ALLOYS a clos la matinée de conférences en faisant un tour d'horizon des règles et des contrôles applicables pour valider des réparations y compris en l'absence de cahier des charges.

L'après-midi a été consacrée à la visite des installations de WELDING ALLOYS à Holtzwihr, un des leaders mondiaux pour les solutions de rechargement anti-usure.

Dans un 1er temps, les participants ont pu découvrir l'unité de fabrication de fils fourrés de soudage destinés au rechargement dur puis, dans un 2ème temps, l'unité de soudage qui applique les solutions techniques anti-usure les plus adaptées à chaque pièce client.

JOURNÉE TECHNIQUE Section Est-Alsace

19 octobre 2021,
Colmar



Une conférence en présentiel sur la préparation et finition de surface

Après ces longs mois à échanger « en distanciel », c'est avec bonheur que nous avons retrouvé un peu de convivialité lors de la journée du 21 octobre organisée par la section France Nord Belgique sur le thème des préparations et finitions de surface en traitement des matériaux. Celle-ci a rassemblé une trentaine de participants au sein de la Maison des chercheurs de l'université catholique de Lille. Les conférenciers de la matinée ont présenté différentes solutions technologiques de lessivage / nettoyage / décontamination, permettant d'éviter déboires en service mais aussi et surtout lors de traitements de surface ultérieurs. L'après-midi a été consacrée davantage à la problématique de la rugosité. D'une part, la nécessité d'une analyse statistique des multiples

paramètres standardisés de sa mesure a été démontrée, qui permet d'identifier le paramètre significatif et discriminant pour qualifier telle ou telle propriété constatée de la surface. Ensuite, l'usage de différents états de surface a été illustré dans le contexte de cylindres employés dans divers équipements industriels. Enfin, des solutions technologiques permettant de produire des états de surface contrôlés ont été présentées.

Nous espérons autant d'enthousiasme autour du thème de notre prochaine journée, qui aura lieu au mois de mai 2022 et sera consacrée à l'évolution des fluides de trempe.

JOURNÉE TECHNIQUE Section France Nord-Belgique

21 octobre 2021,
Lille



Retours sur événements

Les plus grands spécialistes de la Projection Thermique réunis à Pau pour une 7^{ème} édition



7^È CONFÉRENCE, PROJECTION THERMIQUE

8 et 9 décembre 2021,
Palais Beaumont, Pau
• En présentiel



Ce rendez-vous, organisé par la section Sud-Ouest de l'A3TS, a rassemblé près de 100 participants, heureux de se retrouver autour d'une trentaine de présentations scientifiques techniques dans le magnifique écrin du Palais Beaumont.

Les industriels et académiques engagés dans le domaine de la projection thermique, du Cold Spray, de la caractérisation des revêtements obtenus avec ces technologies, de la simulation et du diagnostic ont présenté de nombreux exposés permettant de faire le point sur les innovations scientifiques et techniques.

De nombreux témoignages sur les applications industrielles et notamment dans le domaine de la réparation ont suscité un vif intérêt de l'auditoire.

Nous avons eu aussi le plaisir de constater, que les technologies industrielles pouvaient être appliquées à l'ART.

La soirée du mercredi a eu lieu dans les chais du Domaine du Cinquau. Les participants ont assisté à la visite commentée du maître les lieux et ont profité d'une dégustation des vins du domaine. Rendez-vous à tous en 2023, merci pour vos contributions !



CONGRÈS MARSEILLE 2021 :

Un rendez-vous réussi dans une période encore pleine d'incertitude !



CONGRÈS A3TS

24 et 25 novembre 2021
Parc Chanot, Marseille

A3TS
2021



Deux ans après Lille, la communauté des traitements thermiques et des traitements de surface était heureuse de se retrouver à Marseille les 24 et 25 novembre pour deux jours de conférences, de salon et de débats.

Véronique VITRY, Présidente de l'A3TS, a ouvert le congrès en rappelant le rôle que joue l'association dans la mise en réseau des filières industrielles avec le monde de la Recherche, en ce moment où de profondes mutations sont amorcées qui transformeront nos sociétés vers un futur bas-carbone.

André SOULAGE, Président du Pôle de compétitivité SAFE CLUSTER, a présenté les caractéristiques de cet écosystème régional, troisième pôle français pour les industries aéronautiques et spatiales, mais qui associe aussi les secteurs de la Défense et de la Sécurité. Le Pôle intègre des applications aéronautiques non conventionnelles : les drones, les dirigeables qui posent des problématiques très spécifiques en matière d'occupation de l'espace aérien.

Gildas BUREAU (STELLANTIS) a développé les enjeux industriels posés à la filière automobile par l'accélération du passage à la traction électrique, voulue par les autorités européennes. L'impact sur la supply chain de la filière automobile sera considérable. L'objectif d'être en capacité de mettre très rapidement sur le marché, à un prix qui ne soit pas rédhibitoire, une gamme de véhicules électriques va mobiliser des investissements considérables et exiger une profonde transformation des outils industriels. Les stratégies des constructeurs passent par des "gigafactories" de batteries en Europe et par le développement d'un écosystème de "machines électriques" performant. Cette mutation induit un déclin



irréversible de la demande de composants mécaniques, elle créera en parallèle des besoins nouveaux en terme de matériaux, pour l'allègement des véhicules, les composants électriques, etc.

Olivier MOLINAS (AIRBUS HELICOPTERS)

a présenté les fondamentaux des processus de qualification des procédés mis en œuvre dans le domaine aéronautique. Ces processus de qualification se traduisent en effet par des étapes incontournables et par des délais incompressibles, parfois peu compris des fournisseurs de la supply chain.

A travers, notamment, l'exemple de la substitution de différentes technologies au chrome hexavalent, on a pu comprendre la nécessité de ces processus de qualification pour garantir la fiabilité des chaînes de production dans la filière aéronautique.

Paco CHINESTA, Professeur à l'ENSAM,

a passionné l'auditoire par une conférence très pédagogique sur le sujet pourtant complexe des « jumeaux numériques hybrides ». Combinant les modèles physiques avec l'exploitation des données numériques par des algorithmes avancées, Paco CHINESTA a montré comment cette méthodologie de rupture pouvait permettre d'atteindre des modèles de comportement dont l'application, dans un certain nombre de problèmes industriels, est très prometteuse. Le grand mérite de Paco a été, en partant du B.A.-BA mais sans occulter la complexité mathématique qui se cache derrière cette approche, de faire comprendre à l'assistance le positionnement très spécifique de cette

approche entre la modélisation numérique basée sur la physique et les modèles 100% numériques faisant appel à l'intelligence artificielle, et d'imaginer des cas d'application des « jumeaux numériques hybrides » pour un certain nombre de procédés industriels.

Le Congrès a compté plus de 50 conférences

réparties dans 9 sessions ayant trait à des innovations dans les thématiques traditionnelles du Congrès - traitements thermo-chimiques, traitements de protection des surfaces et revêtements fonctionnels - mais aussi dans des thématiques plus orientées « industrialisation » traitant de capteurs et de technologies numériques, d'énergie et d'impact carbone témoignant de préoccupations montantes dans les filières industrielles.

La soirée de gala A3TS

La soirée traditionnelle a réuni dans l'espace convivial "MX" récemment ouvert sur les docks de Marseille congressistes et exposants.



INFO MEMBRES A3TS

Vous retrouverez les captations vidéo des conférences du Congrès sur l'Espace Membre du site www.a3ts.org

Les visites industrielles

A l'issue du Congrès, le vendredi 26 novembre, trois groupes de congressistes ont pu visiter des entreprises de l'écosystème industriel local.

- L'une des visites a eu lieu à l'usine ASCOMETAL de FOS sur mer, spécialisée notamment dans la production d'acier pour applications mécaniques.
- Le centre d'expertise de la COMEX à MARSEILLE, entreprise iconique de Marseille, développant des technologies pour l'intervention humaine et robotique dans des environnements extrêmes a accueilli un autre groupe de congressistes.
- Enfin, nous avons eu la chance de faire visiter à nos congressistes la plateforme technologique INOVSYSS à Marignane.



Visite de l'usine ASCOMETAL



Visite du centre d'expertise de la COMEX

SALON SVTM MARSEILLE 2021 : Plus de 80 exposants au rendez vous !



SALON SVTM 2021

24 et 25 novembre 2021
Parc Chanot, Marseille



Le Salon SVTM, salon de référence des traitements thermiques et des traitements de surface, coorganisé avec la SFV (Société Française du Vide), a réuni plus de **80 exposants** dans les espaces du Parc Chanot, en parallèle du Congrès A3TS et de la conférence EVC 2021 - European Vacuum Congress.

Visiteurs et congressistes ont pu renouer avec les fournisseurs spécialisés dans les **produits et les services pour les traitements thermiques et les traitements de surface**, ainsi qu'avec les laboratoires et les centres techniques présents.

De nombreuses animations sur le forum

Stéphane MAGANA, Directeur général de la plateforme TEAM HENRI-FABRE, pôle d'innovation mutualisé dédié aux industries du futur, a présenté la stratégie et les lignes d'action de cette association d'industriels. TEAM Henri-Fabre est aussi un Technocentre, **la plate-forme INOVSYS**, avec une plate-forme REVETEMENTS du FUTUR, une plate-forme CARACTERISATION et COMPOSITE, une plate-forme FORMAGE, ASSEMBLAGE et FABRICATION ADDITIVE.

Les tables rondes

Au cours d'une table ronde "**Quelle(s) énergie(s) pour les transports de demain**", Gildas BUREAU (STELLANTIS), Olivier DELCOURT (SAFRAN), Jean-Michel DIAZ (TOTAL ENERGIES) et Nathanaël SUEUR (AIR LIQUIDE) ont débattu des rôles que seront très rapidement appelés à jouer l'électricité, l'hydrogène, les biocarburants pour atteindre les objectifs de décarbonation des transports. Une convergence de vue s'est dessinée en conclusion, combinant un développement accéléré des véhicules électriques, l'hydrogène décarboné pour les transports lourds et les flottes de véhicules d'usage intensif, les biocarburants pour le transport aérien et la poursuite des programmes d'amélioration de l'efficacité énergétique. >





> Une table ronde sur les **“Les challenges industriels pour les traitements thermiques et les traitements de surface”** a réuni, le deuxième jour, les dirigeants des principaux groupes de traitement thermique et de surface et la déléguée générale du syndicat professionnel UITS. Ils ont débattu des challenges qui caractérisent aujourd’hui leurs industries très imbriquées avec les grandes filières des transports. De nombreux sujets ont été abordés : la mutation des marchés, les difficultés à sourcer certains postes, l’intégration des politiques bas-C des donneurs d’ordre, l’apport des technologies digitales, la relation entre les donneurs d’ordre et les traiteurs...

Merci à Roger GAUTHIER (AALBERTS SURFACES TECHNOLOGIES EUROPE), Anne Sophie MAZE (UITS) - Florent MONIER (Groupe THERMI LYON) et Philippe PRINCE (BODYCOTE Western and Southern Europe) pour leur participation.

Le trophée jeunes UITS

Le trophée UITS est un concours organisé tous les deux ans par l’Union des Industriels du Traitement de Surface (UITS : <http://www.uits-france.org/>). Il a pour objectif de mettre en avant le savoir-faire en procédés, matériaux et traitements de surface des différentes formations françaises du domaine et s’adresse à tous les établissements scolaires dispensant une formation en technologies des surfaces. Le thème cette année était « les monuments historiques » et le concours a eu lieu les 24 et 25 novembre sur le Salon. Bravo aux 4 élèves de la spécialité Matériaux de l’Ecole ENSIL-ENSCI de Limoges ont remporté le 1er prix

pour leur trophée représentant la gare de Limoges et la pyramide du Louvre. Cette dernière a été imprimée en polymère et partiellement recouverte de peinture ou de revêtements métalliques. La pyramide est constituée de triangles en différents alliages métalliques qui ont été découpés par laser et qui ont subi soit une anodisation soit un dépôt. Différentes teintes ont été choisies, de l’argenté au doré en passant par le marron ou le bleu/violet. De nombreux procédés ont été utilisés et les préparations de surface ont été adaptées à chaque substrat et une attention particulière a été portée

sur l’utilisation de solution à faible impact environnemental comme, par exemple, l’argentage sans cyanure.

Le cocktail

Un cocktail a réuni exposants et congressistes en fin de première journée.



LE PRIX DE L'INNOVATION

Le Prix de l’innovation A3TS a été décerné à AIR PRODUCTS qui a présenté la “ SMART LANCE Azote Methanol” destinée à assister les opérateurs dans le pilotage de cémentation atmosphérique : l’atmosphère du four est ainsi optimisée en continu et les coûts maîtrisés.

Trois autres sociétés avaient déposé des dossiers d’innovation

- AIR LIQUIDE avec l’application numérique DATA BOOSTER
- ECM Technologies avec le four ECO
- OERLIKON BALZERS avec les dépôts aéronautiques MCrAlY

Le nickel, quels enjeux ?

Transition énergétique & développement durable

Par Patrice Christmann, géologue, chercheur indépendant.
Krysmine@mail.com

Le nickel fait actuellement l'objet de l'attention de nombreux acteurs : chercheurs, industriels, investisseurs, médias et gouvernements. Avec le cobalt, le graphite et le lithium, c'est l'un des intrants essentiels pour la production des batteries Li-ion destinées aux véhicules électriques. Le développement de l'électromobilité est l'un des piliers des stratégies nationales de la transition énergétique et de la lutte contre le réchauffement climatique par recours au développement de la production d'électricité à partir de sources à basse empreinte-carbone (géothermie, hydroélectricité, nucléaire, soleil et vent), en substitution aux combustibles carbonés (biomasse, charbon, gaz et pétrole).

Cet article propose une introduction à l'industrie du nickel, aux défis que posent l'évolution anticipée de la demande en nickel et à ses problèmes de développement durable. A cause de la diversité minéralogique et géologique des types de gisements, et des procédés adaptés à la production de nickel à partir de ces ressources, l'industrie du nickel est complexe et en constante évolution du fait de l'évolution des procédés, du contexte politique dans les pays producteurs, notamment en Indonésie et aux Philippines. Des références permettront au lecteur intéressé d'approfondir sa connaissance de cette industrie et d'appréhender les défis posés par la transition de l'économie mondiale vers un modèle de production et de consommation plus durable.

Le nickel est un élément métallique, dense (densité : 8,9, voisine de celle du cuivre), à point de fusion relativement élevé (1453° C, proche de celui du fer). Il possède des propriétés physiques (dureté, tout en étant un métal malléable et ductile) et chimiques (nombreux degrés d'oxydation) permettant de nombreuses applications industrielles, notamment dans le domaine de la métallurgie.

Son nom, comme celui du cobalt, auquel il est associé dans certains gisements, est celui de gnomes des légendes germaniques. En effet, au Moyen-Age, les mineurs exploitant les riches mines de cuivre et d'argent de l'Est allemand (actuellement Länder de Saxe et de Basse-Saxe) observaient une roche présentant toutes les

Tombereaux à la mine de Tiébaghi ©Eramet



apparences d'un riche minéral de cuivre : densité, éclat métallique, couleur. Mais, malgré diverses tentatives, ils ne parvenaient pas à en extraire de cuivre, concluant que ce minéral était ensorcelé par Nickel et Kobold, des noms donnés à ces gnomes

Usages et production

Si les premiers usages empiriques de minerais nickelifères pour la production d'alliages remontent à l'âge de bronze en Europe, le nickel n'a été isolé pour la première fois qu'en 1751 et le cobalt en 1780. La production industrielle d'alliages à base de nickel a commencé, sous forme de cupronickel, au milieu du 19^{ème} siècle, notamment pour la frappe de pièces de monnaie.

Le développement de la production industrielle de l'acier inoxydable, contenant du chrome et du carbone a ensuite progressé par étapes, en Europe et aux Etats-Unis. En 1908, la société Krupp (Allemagne) a construit le premier yacht Germania avec une coque d'acier inoxydable contenant également du nickel. L'utilisation du nickel

Productions manière et métallurgiques de nickel

Production minière de nickel en 2018					Production primaire de nickel en 2018			
Pays	Type de minerai	Tonnes Ni contenues dans le minerai	% de la production mondiale	% cumulé de la production mondiale	Pays	Tonnes Ni contenues	% de la production mondiale	% cumulé de la production mondiale
Indonésie	Latéritique	606 000	25.3%	25.3%	Chine	716 000	35.1%	35.1%
Philippines	Latéritique	344 915	14.4%	39.6%	Japon	187 000	9.2%	44.3%
Russie	Sulfuré	272 000	11.3%	51.0%	Russie	158 005	7.7%	52.0%
Nouvelle Calédonie	Latéritique	216 225	9.0%	60.0%	Canada	133 200	6.5%	58.5%
Canada	Sulfuré	175 761	7.3%	67.3%	Australie	113 500	5.6%	64.1%
Total mondial		2 400 000			Total mondial	2 040 000		
Part de la production mondiale provenant de minerais sulfurés		22 - 39%						
Part de la production mondiale		62 - 78%						

Source des données :
USGS Minerals Yearbook,
Edition 2018

Notes : La production primaire comprend différents produits directement utilisés par des processus industriels en aval : nickel métal sous ses diverses formes (briquettes, poudre...), ferronickel, fonte nickelifère, calcine, sels et produits chimiques dérivés du nickel.

Ce tableau comporte plusieurs éléments importants :

- La diversité des gisements de nickel, classés en deux grandes catégories : environ 1/3 de la production mondiale provient de gisements où les minéraux porteurs sont des sulfures, 2/3 de la production provenant de gisements résultant de la lente altération, en milieu tropical humide, de grandes écaillés de croûte océanique de composition ultrabasique chevauchant des domaines continentaux suite aux mouvements des grandes plaques tectoniques (phénomène d'obduction). Normalement les plaques océaniques, riches en minéraux ferromagnésiens et donc plus denses que la croûte continentale, sont entraînées sous les masses continentales par subduction. La croûte océanique étant plus riche en nickel que la croûte continentale, sa latéritisation se traduit par un enrichissement en nickel associé aux oxydes et hydroxydes de fer de la croûte latéritique ferrugineuse superficielle (minerai limonitique, teneurs en Ni souvent comprises entre 0,8 et 1,5% Ni) et par un enrichissement en nickel (garniélite) dans la zone de transition argileuse, ou saprolite (minerai saprolitique, teneur 1,8 - 3 % Ni), située entre la croûte ferrugineuse et le substratum de croûte océanique non latéritisée. La composition minéralogique et chimique très différente de ces trois types de minerais (sulfurés, limonitiques et saprolitiques) nécessite des procédés métallurgiques différents, adaptés aux particularités de chaque gisement, pour en extraire les produits nickelifères commercialisables, ce qui explique en grande partie la complexité de l'industrie du nickel.

- Le rôle dominant des gisements latéritiques, qui assurent environ 2/3 de la production mondiale de nickel, ce qui explique que l'Indonésie et les Philippines sont les premiers producteurs mondiaux miniers de nickel, et que la Nouvelle-Calédonie figure en quatrième position. En conséquence, tout événement politique ou autre dans ces pays a une importante répercussion sur le marché du nickel.

- La différence entre la géographie des pays producteurs miniers avec celle des pays où a lieu la production métallurgique : alors que la Chine n'est que le 8ème producteur minier avec environ 4% de la production minière mondiale, elle est et de loin, le premier acteur mondial

de la métallurgie du nickel et de la production d'aciers inoxydables (53% de la production mondiale de 2018), dont beaucoup de nuances contiennent du Nickel (Séries 200, 300 et 400). Le Japon, second producteur métallurgique mondial de nickel n'a, lui, aucune production minière. Le rôle dominant de la Chine dans le marché du nickel se trouverait encore accru par la comptabilisation des productions qu'elle maîtrise par ses investissements hors de ses frontières, notamment en Indonésie.

Cette production se répartit en 3 catégories, aux usages différents :

1. Le nickel charge, ou nickel de classe II, de pureté inférieure (voire très inférieure) à 99,8% Ni. Il s'agit essentiellement de ferronickel et de fontes nickelifères (« Nickel pig iron », en anglais), destinés à la production d'aciers inoxydables. Leur production ne nécessite pas de produire du nickel pur. Cet usage requiert environ 60% de la production mondiale actuelle de nickel.

2. Le nickel métal de haute pureté, appelé nickel de classe I (> 99.8 % Ni). En 2019, cette production a représenté environ 36% de la production mondiale, soit 860 kt.

Ce nickel est principalement utilisé pour la production :

- d'alliages à base nickel (par ex. les superalliages utilisés pour la construction des turbines haute pression des réacteurs d'avion ou des turbines à gaz) et de moulages (190 kt),
- d'alliages non-ferreux (par exemple le cupro-nickel, utilisé pour la production de pièces de monnaie) (187 kt),
- les traitements de surface (plaquages en nickel) (182 kt),
- la production de sulfate de nickel de haute pureté (125 à 210 kt, selon les sources), destiné à la production des batteries Li-ion équipant les voitures électriques.

3. Les produits chimiques contenant du nickel, autres que le sulfate de nickel pour les cathodes des batteries lithium-ion.

dans la formulation d'aciers inoxydables améliore leur malléabilité, et donc l'usinage des aciers inoxydables, ainsi que leur résistance à la corrosion. Il en facilite aussi la soudure. Selon l'Institut du Nickel, le nickel est présent dans environ 75% de la production mondiale actuelle d'aciers inoxydables.

Selon le Service Géologique des Etats-Unis (USGS) la production minière (nickel contenu dans les minerais extraits) a été de 2,61 Mt en 2019, contre 1,12 Mt en 1999, soit une progression de 233% en vingt ans, correspondant à un taux de croissance annuelle moyenne de 4,3%. Les réserves mondiales estimées par l'USGS sont de 94 Mt de Ni contenu dans les minerais, soit 36 ans de production au rythme actuel. Elles ont augmenté de 192% en 20 ans, soit un rythme un peu inférieur à celui de la production.

Le tableau 1 indique les 5 premiers pays producteurs miniers et les 5 premiers pays producteurs de produits métallurgiques à base nickel.

La métallurgie du nickel demeure encore aujourd'hui un sujet complexe et évolutif. Ainsi la production industrielle de sulfate de nickel, qui est longtemps demeurée économiquement possible qu'à partir des minerais sulfurés, est maintenant également réalisée à partir de minerai limonitique, grâce à des innovations technologiques associées à la métallurgie par lixiviation sulfurique à haute pression (HPAL en anglais). La lixiviation bactérienne (biohydro-métallurgie), déjà appliquée avec succès pour la production de sulfate de nickel à partir des schistes noirs pyriteux du gisement de Sotkamo (Finlande, société TerraFame), pourrait être appliquée à d'autres gisements de ce type, par exemple au Canada ou en Suède. L'utilisation de souches bactériennes différentes, pourrait en cas de succès des travaux de recherche en cours, notamment au BRGM, permettre une importante évolution de la production de sulfate de nickel à partir des minerais limonitiques, et révolutionner l'industrie du nickel en réduisant fortement les coûts de production par réduction de la consommation énergétique. Elle réduirait aussi de 60% les émissions moyennes de gaz à effet de serre liées à la production du sulfate de nickel. TerraFame prévoit de produire 170 000 t/an de sulfate de nickel, ce qui représente la quantité nécessaire à la construction des batteries pour un million de véhicules électriques/an, un atout pour le développement de l'électromobilité au sein de l'Union Européenne.

Demande de nickel et transition énergétique

La demande en nickel devrait rester soutenue au cours des prochaines décennies.

Elle continuera à dépendre des usages métallurgiques, et donc de la conjoncture dans les pays peuplés avec une forte croissance du développement de leur bâti et de leurs infrastructures, notamment la Chine et l'Inde. Cependant, le développement rapide de l'électromobilité

va modifier la structure de la demande dans les années à venir. Si en 2019, la demande en nickel pour l'électromobilité ne représentait qu'environ 5% de la demande totale, cette demande devrait fortement croître dans les années à venir.

Selon une étude détaillée du marché du nickel et de ses perspectives d'évolution jusqu'en 2040, préparée par de Roskill pour la Commission Européenne, publiée en 2021, la demande mondiale 2019 de nickel primaire a atteint 2,41 Mt (nickel contenu dans les produits issus de la production minière), pour une production de nickel raffiné de 2,37 Mt, selon l'International Nickel Study Group (INSG). Le léger déficit est compensé par un prélèvement sur les stocks, ceux-ci étant estimés à 91 kt fin 2019 (INSG). Elle estime que la demande de nickel pour l'ensemble de ses usages pourrait croître à un taux annuel moyen de 3% entre 2019 et 2040, pour atteindre 5.05 Mt Ni en 2040. Ce rythme serait inférieur à celui observé au cours de la période 1999-2019. Au sein de cette croissance, celle de la demande de nickel destiné à la production de batteries Li-ion pourrait connaître une croissance beaucoup plus rapide, de l'ordre de 15%/an pour cette période. En 2040, elle estime que 36% de la production mondiale de nickel serait destinée à la production de batteries Li-ion, nécessaires au développement de l'électromobilité.

Dans les batteries Li-ion, l'usage du nickel dans la cathode vient en substitution du cobalt, beaucoup plus cher (Prix moyens 2021 au London Metals Exchange : 18 000 \$US/t Ni contre 48 501 \$/t Co), l'usage de ces métaux étant essentiels à l'obtention d'une densité énergétique élevée. En l'état actuel des technologies industrielles, ces métaux sont indispensables pour la production des cathodes de type NMC (lithium-nickel-manganèse-cobalt), ou NCA (lithium-nickel-cobalt-aluminium) nécessaires aux voitures électriques à batterie Li-ion, car elles permettent d'atteindre des densités élevées de stockage énergétique, pouvant atteindre 270 Wh/kg de cellule Li-ion, ce qui offre le meilleur couple poids de la batterie/autonomie. Les cathodes de type NMC sont les plus prisées par l'industrie automobile, la tendance pour la décennie à venir, au moins, est une transition de l'utilisation de cathodes de type NMC 111 (33% de Ni, Mn et Co) vers l'usage de cathodes plus riches en nickel, de type NMC 811 (80% de Ni, 10% de Mn et Co), afin de réduire le coût de la batterie. Une voiture de moyenne gamme dispose d'une batterie de 45 à 70 kWh. Une batterie de 45 kWh, d'entrée de gamme, de type NMC 111 nécessite 15 kg de Ni et autant de Co, contre environ 29 kg Ni et 4 kg de Co pour une batterie de type NMC 811.

Les réserves mondiales de nickel documentées fin 2019 par l'USGS (Mineral Commodity Summaries, édition 2020), sont de 89 Mt de Ni contenu. Il s'agit là de la partie de la ressource connue dont l'exploitation économiquement viable est supposée avoir été démontrée par des études technico-économiques au moins du niveau de la préfaisabilité. Elles sont suffisantes pour répondre à la demande projetée d'ici 2040.

Cependant, tout dépendra du rythme de la transformation de ces réserves en productions. Cela suppose à la fois :

- les investissements nécessaires, qui se chiffrent à plus de 10 milliards de \$US de besoin en capital initial pour les nouveaux projets déjà en attente de développement,
- l'obtention des permis nécessaires à la mise en exploitation des nouveaux gisements,
- l'acceptation des projets par les populations impactées,
- la construction des installations et le recrutement du personnel nécessaire.

Des décennies peuvent être nécessaires pour franchir ces étapes.

A titre d'exemple le gisement de nickel australien de Wiggellina, appartenant à la société MetalsX, a été découvert en 1956. Il s'agit de l'un des plus importants gisements mondiaux en attente de développement.

Une étude de faisabilité préliminaire, publiée en 2008, estimait le capital nécessaire à sa mise en production à environ 2,2 Mds \$AU (soit env. 1,56 Mds \$ US au cours actuel), un montant qui sera actualisé dans l'étude de faisabilité finale. Ce gisement a une réserve de 1,49 Mt de Ni (+ 0,11 Mt Co) et pourrait produire 40 000 t/an de nickel et 3 000 t/an de cobalt, mais aucune date de mise en production n'est encore annoncée.

Nickel et enjeux de développement durable

La production de nickel est à la fois consommatrice d'énergie et génératrice de déchets. Elle peut aussi, dans le cas des grandes exploitations de nickel latéritique dans les zones tropicales à forte biodiversité, avoir des impacts négatifs importants sur cette biodiversité. Ce sont des sujets de grande importance dans toute définition de stratégies de développement durable.

Consommation d'énergie et émission de gaz à effet de serre

La quantité d'énergie nécessaire à la production de nickel est très variable car elle dépend du type d'exploitation, du type de produit marchand obtenu et du procédé utilisé pour son obtention. Les procédés pyrométallurgiques, très énergivores et émetteurs de CO₂ à cause de l'utilisation des combustibles carbonés fossiles, surtout du charbon, sont les plus utilisés. L'émission de gaz à effet de serre (CO₂) dépend non seulement de ces facteurs mais aussi de la nature des sources d'énergie utilisées. Cette intensité énergétique a un impact sur la performance environnementale des batteries Li-ion. Les principaux producteurs de ces batteries pour les véhicules électriques sont la Chine (77% de la capacité de production mondiale en 2020, estimée à 455 GWh par S&P Global Market Intelligence), le Japon (17%) et la Corée du Sud (18%). L'émission de CO₂ moyenne de ces trois pays a été de 66,7 kg CO₂ par GJ d'énergie consommée. Selon les données d'analyse du cycle de vie de batteries Li-ion publiées, les émissions de CO₂ liées à la production d'une batterie de 45 kWh se situeraient entre 6 et 12 t, le montant exact dépendant de la nature des composants de la batterie et des émissions tout au cours des diverses étapes de leur production. Une étude montre que la production du sulfate de nickel consomme environ 12% de l'énergie nécessaire à production d'une cathode NMC 111.

Sur la base d'une analyse comparative du cycle de vie complet, comparant un véhicule de segment B à moteur thermique, consommant 6.8 l d'équivalent pétrole, avec un véhicule électrique à batterie Li-ion de type NMC 622, l'Agence Internationale de l'Energie montre que les émissions de CO₂ liées à la production et à l'usage du véhicule électrique est environ la moitié (+/- 21.1 t CO₂) de celles liées au véhicule thermique (+/- 41.9 t CO₂). Ceci avec une phase d'utilisation de 200 000 km pour chaque type de véhicule.

Des innovations, telles que la production de sulfate de nickel à partir de la lixiviation bactérienne de minerais sulfurés à basse teneur en Ni, réalisée en Finlande par la société TerraFame sur son gisement de Sotkamo, permettent de fortes réductions de la consommation d'énergie (60% dans le cas cité) de la production de sulfate de nickel. L'utilisation d'énergies à basse empreinte de carbone pour la production des batteries Li-ion, ainsi que pour les futures charges de la batterie au cours de la phase d'utilisation du véhicule, joue un des rôles des véhicules électriques, augmentant encore leur rôle dans toute stratégie de lutte contre le réchauffement climatique.

Déchets liés à la production de nickel

Des siècles d'histoire de l'industrie minière montrent qu'une mauvaise gestion des déchets gazeux, liquides et solides générés par cette industrie peut avoir des impacts environnementaux et sociaux négatifs.

Les minerais de nickel exploités ont, en moyenne, une teneur de 0.7% Ni environ selon une étude réalisée pour l'INSG. Par extrapolation des données de cette étude la production de nickel en 2019 (2,6 Mt Ni contenu dans le





minéral) aurait généré de l'ordre d'un milliard de tonnes de déchets solides, l'équivalent de la moitié du tonnage de déchets urbains produits annuellement selon la Banque Mondiale. A défaut de réemploi de ces déchets comme intrants pour d'autres activités humaines, ils doivent être entreposés de manière illimitée dans le temps. Or, souvent, il ne s'agit pas de déchets inertes. Diverses publications signalent la présence de chrome dans les gisements de Ni latéritique, avec un risque de génération d'effluents contenant du chrome hexavalent (Cr 6+) reconnue comme carcinogène au sein de l'UE. Ce sujet paraît encore insuffisamment étudié au vu des risques pour la santé publique.

Atteintes à la biodiversité

Le phénomène de latéritisation ne se produisant que dans des pays tropicaux humides, ce type de gisement est essentiellement limité à des pays à très forte biodiversité. Les latéritiques nickelifères, gisements superficiels par essence, sont exploitées à ciel ouvert, par décapage des parties superficielles de la latérite en détruisant la biodiversité des zones exploitées. Dans le cas des plus grandes exploitations, l'exploitation peut détruire plusieurs dizaines de km² de forêts tropicales et la biodiversité associée et dépendante du couvert végétal et de l'existence d'une mince, mais riche, couche de sol forestier recouvrant la latérite. La replantation des zones exploitées abandonnées peut un peu compenser les dégâts, mais une grande partie de la biodiversité et des

fonctions écosystémiques des zones exploitées sera perdue. Des études conduites sur les sites défrichés par la civilisation Maya d'Amérique Centrale montrent que, si la végétation a reconquis ces sites, la biodiversité originelle n'y est pas revenue, plus de cinq cents ans après la disparition de cette civilisation. Et celle-ci, contrairement à l'exploitation minière, n'avait pas aussi détruit les sols.

Recyclage

Les aciers inoxydables sont très largement recyclables et effectivement recyclés. Selon l'International Stainless Steel Foundation (ISSF), en 2015, 85% du nickel des aciers inoxydables contenus dans les déchets provenant de produits de fin de vie est recyclé. Ce très bon chiffre masque cependant des réalités complexes :

- beaucoup de produits contenant des aciers inoxydables ont des durées de vie longues (30 ans pour les produits utilisés dans les infrastructures de transport, 50 ans pour ceux utilisés dans le BTP ou les infrastructures). Le stock potentiellement recyclable étant celui accumulé lors de la fabrication de ces produits, dans un contexte de croissance annuelle moyenne de 4,3%, le recyclage ne peut que couvrir une petite partie de la demande :

- en l'absence d'une séparation, avant recyclage, des différentes nuances d'acier inoxydable celles-ci se trouvent mélangées, ce qui conduit à l'obtention d'un acier inoxydable d'entrée de gamme et à la nécessité de compenser cette dégradation par l'utilisation de nickel primaire pour

la production de nouveaux aciers inoxydables de haut de gamme,

- l'ISSF indique que si 85% du nickel contenu dans les aciers inoxydables est effectivement recyclé, 56% seulement est utilisable pour la production d'aciers inoxydables, 29% se retrouvant dans les aciers au carbone – sans leur apporter de valeur ajoutée.

- Selon Fraser et al. (2021) le recyclage du nickel contenu dans les batteries Li-ion ne se développera que lorsque l'existence d'un stock de batteries en fin de vie justifiera le développement de cette nouvelle activité. Ce recyclage pourrait devenir la principale source d'approvisionnement en sulfate de nickel vers le milieu de la prochaine décennie.

Conclusions

L'industrie du nickel est complexe, et l'un de ses grands défis va être de répondre à la très forte croissance de la demande en sulfate de nickel nécessaire à la construction des batteries Li-ion avec des cathodes de type NMC ou NCA, très prisées par l'industrie automobile.

Son autre défi majeur est d'améliorer la performance environnementale de la production du nickel. De nouveaux procédés hydrométallurgiques (procédé Kell) ou biohydrométallurgiques (tel celui développé par TerraFame en Finlande) contribueront à réduire progressivement la consommation énergétique de la production de nickel, mais les progrès ne seront mesurables que dans quelques décennies, à cause du coût en capital très élevé des installations métallurgiques. Il est peu, ou pas, rentable de remplacer une usine ancienne basée sur un procédé énergivore, par un procédé plus économe en énergie.

Le développement de l'utilisation de l'énergie solaire pour les sites de production (mine et/ou métallurgie) devrait également contribuer à améliorer la performance énergétique de l'industrie du nickel. Un exemple des développements en cours concerne le site (mine + usine hydrométallurgique) de Goro, en Nouvelle-Calédonie. D'ici 2025 son énergie devrait être entièrement photovoltaïque dans le cadre d'un partenariat avec TotalEnergies. Par ailleurs le constructeur automobile Tesla a signé un contrat d'approvisionnement de long-terme à partir du site de Goro, assorti de conditionnalités environnementales, qui se traduisent notamment par des investissements très importants dans un meilleur stockage des résidus de traitement (tailings). Ces développements pourraient faire de Goro une source d'inspirations pour d'autres acteurs de l'industrie du nickel.

Les problèmes liés aux déchets et aux atteintes à la biodiversité paraissent plus difficiles à gérer.

Aujourd'hui, les entreprises chinoises et, derrière elles le gouvernement chinois qui les contrôle, sont, de loin, les principaux acteurs mondiaux de l'industrie du nickel, tant dans l'amont minier et métallurgique (à travers les investissements chinois à l'étranger, notamment en Indo-

ésie et aux Philippines) que dans l'aval industriel (aciers inoxydables, batteries Li-ion et construction de véhicules électriques). La stratégie du gouvernement chinois est d'assurer à la Chine la première place dans le marché mondial de l'électromobilité, voire de le contrôler pour affaiblir la concurrence.

Celle-ci se développe, notamment au sein de l'UE qui dispose de l'intégralité des éléments de l'industrie du nickel :

- ressources, notamment en Finlande (exploitées par TerraFame), Grèce (exploités par Larco) et en Suède. Elle dispose également de ressources significatives en cobalt (Finlande) et en lithium (Allemagne, Autriche, France, Espagne, Portugal, République Tchèque ...), indispensables pour créer un écosystème industriel européen de la batterie Li-ion et du véhicule électrique.

- des producteurs d'aciers inoxydables (par exemple le groupe ERAMET)

- des producteurs de batteries Li-ion, par exemple le groupe Total Energies.

- une industrie du recyclage des aciers

- une communauté européenne de recherche et d'innovation très dynamique, appuyée et structurée par les investissements de l'Union Européenne dans la recherche et l'innovation, notamment dans le cadre du programme « Horizon UE ».

L'Union Européenne cherche à développer l'action coordonnée de l'ensemble de ces acteurs, notamment dans le cadre du développement de l'European Battery Alliance.

Focus sur l'auteur

Patrice Christmann est un chercheur et un consultant indépendant dans le domaine des matières premières minérales. Il a servi le BRGM pendant 40 ans, jusqu'à sa retraite en 2016. Il a travaillé

8 ans à Bruxelles, dont 3 auprès de la Commission Européenne, participé divers titres pendant 20 ans à son groupe de travail permanent « Approvisionnement en Matières Premières », été membre du COMES. De 2011 à 2020 il fut membre du GIER, le Groupe International pour l'Etude des Ressources (resourcepanel.org) des Nations Unies, avec lequel il continue de collaborer. Il enseigne à l'EPF (école d'ingénieurs) et intervient ponctuellement à Mines ParisTech et à l'IHEST.



L'actualité des formations



La certification qualité a été délivrée au titre de la catégorie d'action suivante :
ACTIONS DE FORMATION



©Thermi-Lyon



Nouvelle édition du catalogue formation 2022 !

A télécharger sur notre nouveau site www.a3ts.org et pour tout renseignement, merci de nous contacter sur : formation@a3ts.org



L'A3TS est **certifiée QUALIOPI** au titre de ses actions de formation depuis le mois d'octobre 2021. Cette certification atteste de la qualité du processus de l'A3TS pour l'ensemble de ses formations. Elle permet aux bénéficiaires de pouvoir bénéficier des fonds publics ou mutualisés des financeurs de la formation.

Toutes nos formations peuvent être dispensées en inter ou en intra, en présentiel ou en visioconférence.

Les thématiques couvertes :

- Traitements thermiques dans la masse des alliages métalliques.
- Traitements superficiels des alliages métalliques.
- Revêtements de surface.
- Connaissance et sélection des alliages métalliques.
- Comportement mécanique et en corrosion des matériaux.
- Choix du couple matériau-traitement.
- Contrôles des matériaux et traitements.
- Organisation et méthodologie.
- Aspects normatifs en qualité et réglementaires en sécurité des ateliers de production.

Le catalogue s'enrichit également d'une section **Formations Partenaires**, comprenant des formations dans des domaines connexes dispensées par des organismes Partenaires.

Nos formateurs-experts

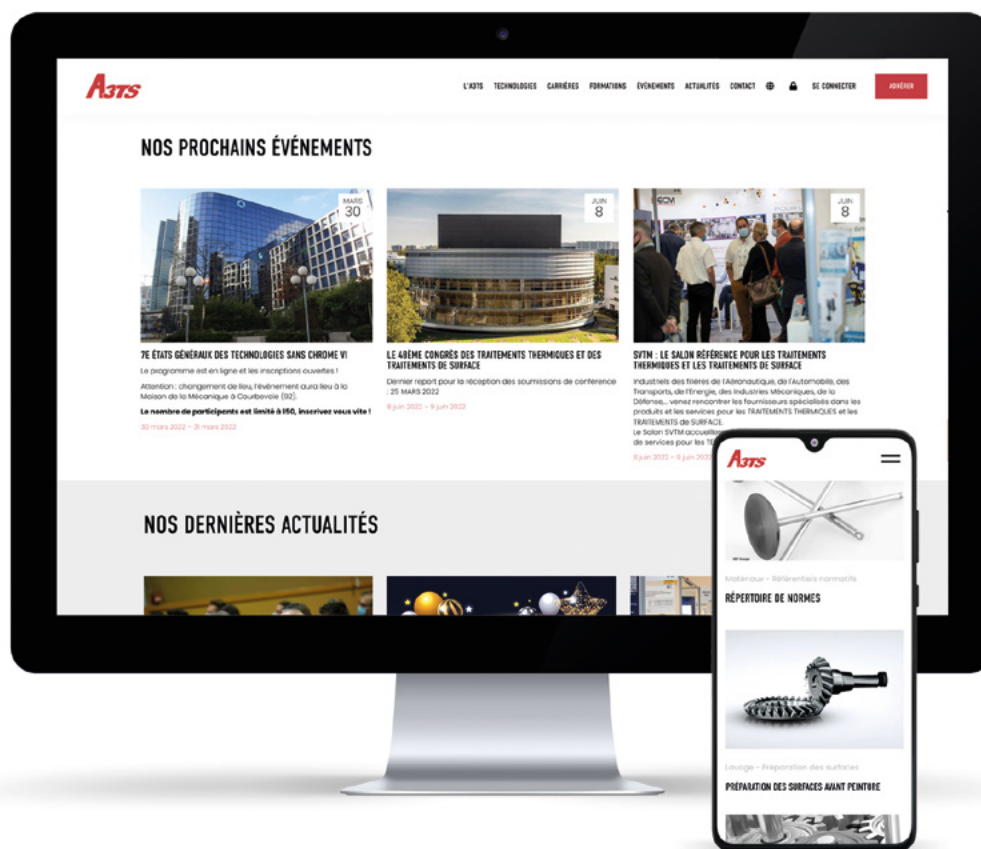
Nos formateurs sont des ingénieurs spécialistes dans leur domaine qui présentent tous une longue expérience de terrain ou des académiques proches du milieu industriel. Ils partagent tous une passion pour leur métier et pour la transmission du savoir auprès des acteurs de l'entreprise, quel que soit leur niveau.

Des formations sur mesure

Nos experts sont à votre disposition pour adapter des programmes spécifiques qui répondent au mieux à vos besoins en termes de contenu, durée et rythme d'enseignement.

L'A3TS recherche des formateurs ! N'hésitez pas à vous faire connaître au 01.45.26.22.35 ou par email : formation@a3ts.org

Lancement du nouveau site internet A3TS !



Après plusieurs mois de travail, nous sommes fiers de vous présenter le nouveau site web de l'A3TS !

En gardant à l'esprit la mission et les valeurs de votre association, nous avons conçu un site web à son image : nouveau graphisme, navigation fluidifiée, ergonomie revue, tout a été pensé pour que l'accès à l'information soit rapide et facile.

De nouvelles fonctionnalités ont été intégrées au site. Vous y retrouverez, en plus des événements venir, de la formation et des fiches procédés, toute l'actualité de l'A3TS.

Un nouvel outil !

Après avoir créé votre compte, vous pourrez effectuer le paiement de votre adhésion en ligne. Votre nouvel espace membre comprend aussi l'annuaire, les publications scientifiques et techniques, la lettre d'information A3TS Contacts et les captations vidéo des congrès passés.

Nous vous souhaitons une bonne découverte du site sur www.a3ts.org, n'hésitez pas à nous faire parvenir vos commentaires.

L'équipe A3TS est à votre disposition pour vous aider dans le nouveau processus d'adhésion en ligne.

Contactez-nous au
01.45.26.22.35 ou sur
a3ts@a3ts.org



La vie des entreprises

OERLIKON a acquis la société **COEURDOR**, l'un des principaux fournisseurs de services de composants pour l'industrie du luxe : de la conception au revêtements de composants métalliques. Les ateliers de COEURDOR se situent en France (Maïche, 25), en Italie et au Portugal. L'utilisation des technologies de surface de pointe d'Oerlikon ainsi que ses capacités numériques et d'impression 3D, constituent, selon les parties prenantes, un énorme potentiel pour trouver des solutions avancées en matière de revêtement de luxe»

CATIDOM (Annecy, 74), spécialisée dans la transformation de pièces en aluminium par procédé d'anodisation, adresse les marchés de l'automobile, du sport, du luxe et de la cosmétique. Lauréate du plan France Relance, l'entreprise porte le projet ANOLED, qui vise à construire une nouvelle chaîne de production automatisée. Elle souhaite, à travers ce projet, moderniser son outil de production et également se diversifier en visant le marché des pièces de support pour les phares de type LED.

COVENTYA, groupe français spécialiste des formulations chimiques pour le traitement de surface et la galvanoplastie, a intégré le 1er septembre le groupe Element Solutions Inc. Coventya rejoindra l'activité **MacDermid Enthone Industrial Solutions** au sein du segment Industrial & Specialty d'ESI. L'entreprise Coventya est présente dans 60 pays sur cinq continents. Elle dispose de sites de production en Europe, en Asie et sur le continent américain. Les produits de Coventya sont destinés à des clients du monde entier répartis dans des marchés finaux très diverses, notamment l'automobile, le luxe, la construction, l'électronique, les biens de consommation, l'énergie et l'aérospatiale/défense. MacDermid Enthone Industrial Solutions fabrique des composés chimiques pour toutes les applications de revêtement de surface, y compris le dégraissage, l'activation, le brillantage, le traitement de surface électrolytique et chimique, la phosphatation, l'anti-ternissement et l'antirouille.

HEF accentue sa diversification dans la photonique grâce à l'intégration de la Savoyarde **ACERDE** au sein du groupe. Cette société se développe dans la production d'anodes tournantes, pièces maîtresses constituant notamment les tubes à rayons X des appareils d'imagerie médicale. Cette opération de croissance permet ainsi à HEF de conforter sa position dans le domaine de la photonique civile et dans celui de la défense.

AGS OPTIC, établissement du groupe breton

Aegis Plating solutions (Lorient, 56 - 200 employés - CA de 20M€), spécialisé dans le traitement de surfaces des pièces pour les industries aéronautique, spatial & défense, automobile, mécanique / métallurgie, agro-alimentaire, bâtiment..., s'est implantée au Barp (33), pour développer son activité spécialisée dans la métrologie des équipements de télécommunication Fibre optique.

MECAPROTEC (Muret, 31), spécialisée dans le traitement de surface et activités connexes, dédiées au marché aéronautique, a acquis un terrain sur le territoire de Noyelles-lès-Seclin (59), pour y construire un bâtiment de 20.900m²

VERBRUGGE, entreprise familiale de chromage et nickelage (40 collab. ; 4M€ de CA) a déménagé ses ateliers de Lille (59) à Templemars (59) moyennant un investissement de 6M€. L'entreprise utilise le chrome et le nickel par voie liquide.

Le groupe **SOCOMORE** (siège à Vannes, 56) développe des solutions expertes de préparation, contrôle et traitement de surfaces avant collage et assemblage. Elle a signé un accord de cession avec la société américaine Products Techniques Inc (PTI) dans lequel PTI a cédé au groupe breton ses revêtements fonctionnalisés et ses solvants. Avec cette acquisition, le groupe breton élargit son portefeuille de clients pour servir les marchés de l'aviation générale et privée et confirme son implication dans les revêtements aéronautiques fonctionnalisés. Les revêtements représentent aujourd'hui près de 25% du CA du groupe qui prépare déjà d'autres acquisitions dans ce domaine.

TDS a inauguré le 1er octobre 2021 sa nouvelle ligne d'argentage sur cuivreux, aciers, aluminiums. destinée à répondre aux besoins générés par l'électrification croissante des véhicules.

MECACHROME, l'un des premiers fabricants de pièces de structure et de moteurs d'avion, a acquis la PME **HITIM**, une entreprise de 135 collaborateurs qui fabrique des axes de trains d'atterrissage et des arbres de moteurs d'avion à Annecy (Savoie) et Roanne (Loire). La société HITIM maîtrise notamment les techniques de trempe du titane et la projection thermique HVOF.

Le groupe **AIRBUS** a décidé de regrouper ses trois entités à Montoir-de-Bretagne (44), Saint-Nazaire (44), Nantes (44), ainsi que celles de sa filiale Stelia Aerospace (siège à Rochefort, 17) à Saint-Nazaire, Merignac (33),

Salaunes (33) et Méaulte (80), autour d'une nouvelle entité : **AIRBUS ATLANTIC**. Ces différents sites sont spécialisés dans les activités d'assemblage de sous-ensembles.

AIRBUS, AIR LIQUIDE, et VINCI Airports, trois acteurs majeurs respectivement de l'aviation, de l'hydrogène et de l'industrie aéroportuaire, collaborent pour développer l'usage de l'hydrogène dans les aéroports et constituer le réseau aéroportuaire européen nécessaire à l'accueil du futur avion à hydrogène. Ce partenariat traduit l'ambition commune des trois groupes de combiner leurs expertises respectives pour accompagner la décarbonation du transport aérien. L'aéroport pilote de Lyon-Saint Exupéry (69), centre d'excellence de Vinci Airports pour l'innovation, accueillera les premières installations dès 2023, avec le déploiement d'une station de distribution d'hydrogène gazeux. Entre 2023 et 2030 seront développées les infrastructures d'hydrogène liquide qui permettront le chargement d'hydrogène dans les réservoirs des futurs avions. Au-delà de 2030 sera réalisé le déploiement de l'infrastructure hydrogène allant de la production à la distribution massive d'hydrogène liquide dans l'aéroport. A horizon 2030, les trois partenaires étudieront la possibilité d'équiper le réseau aéroportuaire européen de Vinci Airports, avec les installations de production, stockage et fourniture d'hydrogène nécessaires aux usages au sol, ainsi qu'à bord des avions.

Les associations **AEROSPACE CLUSTER** (Lyon, 69) et **SPACE AERO** (Blagnac, 31) ont signé une convention de partenariat qui permet aux entreprises aéronautiques de la région Auvergne-Rhône-Alpes membres d'Aerospace Cluster d'accéder de manière privilégiée aux formations expertes développées par Space Aero. Ces formations doivent permettre aux entreprises régionales de bénéficier du support nécessaire pour répondre aux attentes des donneurs d'ordres en matière des processus industriels et de performance.

FERRAND, spécialisée dans la conception de matériels adaptés à la viticulture, a investi dans l'implantation d'une ligne de traitement de surfaces et de peinture réalisée par la société **GEINSA**. Le projet prévoit un tunnel de traitement de surface à six étages, une étuve, une première cabine de peinture poudre pour apprêt, une deuxième cabine de peinture poudre à changement rapide de teinte de dernière génération et deux fours de polymérisation de peinture. Une cabine pour application de peinture liquide complète l'installation.

SINTAVIA, concepteur et imprimeur 3D de composants de vol et de lancement, a annoncé le développement d'une technologie d'impression exclusive pour GRCop-42, l'alliage de cuivre utilisé par la NASA et par des entreprises de vol spatial privées pour les assemblages de chambre de poussée de moteur de fusée. La nouvelle technologie, qui combine un ensemble de paramètres et un traitement thermique post-traitement exclusif, a été développée sur une imprimante EOS. La technologie évite l'utilisation d'un pressage isostatique à chaud dans les étapes de post-traitement, réduisant ainsi le temps, la complexité et les coûts de production.

SETFORGE L'Homme Société Nouvelle (Groupe Farinia) est spécialisée dans la production de pièces forgées à chaud. Son projet, lauréat du plan France Relance, vise à moderniser sa ligne de traitement thermique, qui est l'une des phases du procédé les plus émettrices en CO2. Il se caractérisera par le remplacement des 2 fours de revenus par des fours électriques et des 3 fours d'austénitisation par des fours à haute efficacité énergétique. Cette modernisation permettra d'éviter environ 430 tonnes de CO2e par an, soit une réduction d'émissions de gaz à effet de serre de 11% à l'échelle du site.

TMCS (Scionzier, 74) propose des services de traitement mécano-chimique pour les marchés de l'automobile, de l'armement et du luxe, principalement dans le domaine des métaux. Lauréate du plan France Relance, TMCS porte le projet Finish+, qui doit lui permettre de gagner en productivité grâce à la robotisation de son outil de production, de monter en gamme sur les services proposés au secteur de l'automobile via l'acquisition de nouveaux moyens de production et de permettre l'amélioration de l'impact environnemental en optimisant la consommation électrique.

AD Plating (Marnaz, 74) opère des procédés chimiques et électrochimiques pour déposer des métaux précieux. Lauréate du plan France Relance, l'entreprise vise l'acquisition d'une ligne de production spécifique pour les pièces de connecteurs pour véhicules électriques, hybrides ou hydrogènes. L'investissement prévu prendra la forme d'une ligne multi traitements afin de satisfaire les exigences clients en termes de dureté et de substrats et donc de sous-couches de préparation.

DALIC (usine et centre de R&D à Vitry, 35 - groupe Protex International) se présente comme le spécialiste de la métallisation électrochimique sélective. Dans les prochains mois, elle exportera aux Etats-Unis, via son distributeur américain Correda, 50 stations de métallisation sélective

La vie des entreprises

électrochimique Dalistick®, destinées à Lockheed Martin, première entreprise américaine mondiale de défense, avec une option pour 120 stations supplémentaires pour les 3 prochaines années. Ces stations Dalistick® sont assemblées à Vitré.

MECACHROME forme un leader de l'aéronautique avec **WeAre Group**. Le fonds de consolidation aéronautique Tikehau Ace Capital et bpifrance financent le rachat de WeAre Group par MECACHROME. Le nouvel ensemble formera le premier fabricant français de pièces d'avions avec un effectif de 3.600 salariés. Il aura plus de moyens pour suivre la reprise de la construction aéronautique qu'il estime à 20 % en 2022. La consolidation de l'industrie aéronautique s'accélère avec le regroupement de deux gros sous-traitants qui formera le leader du secteur à l'échelle française. Mecachrome, l'un des grands fabricants de pièces d'avions, implanté dans le Val de Loire et à Toulouse, a signé un protocole d'accord pour acquérir WeAre Group à Montauban (Tarn-et-Garonne), né du rachat de CHATAL et ESPACE en Loire-Atlantique par le montalbanais FARELA en 2016.

Le groupe minier **ERAMET** est parvenu à un accord de principe avec un consortium réunissant **AIRBUS, SAFRAN et TIKEHAU ACE CAPITAL** pour leur céder sa filiale **AUBERT et DUVAL**, spécialiste d'alliages métalliques stratégiques pour l'aéronautique et le nucléaire. Les installations d'Aubert et Duval sont principalement situées aux Ancizes dans le Puy-de-Dôme et à Pamiers en Ariège. Pour les membres du consortium, «cette acquisition permettrait à Airbus et Safran, ainsi qu'aux autres clients d'Aubert et Duval, de sécuriser leur approvisionnement stratégique

et le développement de nouveaux matériaux destinés aux programmes d'avions et de moteurs civils et militaires, actuels et futurs».

Technetics Group (Saint-Etienne, 42) premier fabricant et concepteur de solutions d'étanchéité et de composants critiques et **Techniques Surfaces Andrézieux** (TSA ; Andrézieux-Bouthéon, 42) - groupe HEF (Andrézieux-Bouthéon), leader mondial de l'ingénierie des surfaces se sont associés autour du projet **Texeal**, pour créer une nouvelle unité industrielle commune de production pour la filière nucléaire. L'objectif est de fabriquer et de texturer une nouvelle gamme de joints d'étanchéité jusqu'à environ 5 mètres permettant d'augmenter les performances d'étanchéité et de réduire les efforts de serrage.

L'entreprise **Diehl Power Electronic** (Siaugues-Sainte-Marie, 43) est spécialisée dans le traitement de surface électrolytique en continu de dépôts de différentes natures (cuivre, nickel, étain, argent, or) sur des bandes métalliques, notamment pour les marchés automobile, électrique et électronique. La société vise la création et l'implantation d'une nouvelle ligne de production automatisée pour le traitement en continu de métaux permettant la distribution de fortes puissances électriques, principalement pour le marché automobile des véhicules électriques.

Ils nous ont quitté

Madame Elyane LAURÉ, épouse de Claude LAURÉ adhérent et fidèle de l'A3TS de l'association depuis 1969, est décédée le 1er Juillet 2021.

Née à Lambersart (Nord) en 1938, elle a vécu ses 10 premières années, réfugiée avec sa maman dans la Sarthe. En 1948, elle rejoignit son père, militaire de carrière, en Indochine où elle passa 2 ans, puis ce fut l'Algérie pendant 6 ans. Dans ces conditions, elle ne pouvait qu'acquérir un caractère fort, discipliné et combatif. Puis, de retour en France, elle rencontre au lycée celui qui deviendra son mari pendant 60 ans. Toujours et en toutes circonstances, mariée, mère de 2 enfants, entre ses obligations de femme au foyer et de son travail professionnel, elle a toujours soutenu et suivi son époux dans ses études et son travail. Elle aimait aider, écouter, donner du plaisir à son entourage par sa douceur, sa bonté et son cœur. Désormais, elle repose au columbarium du cimetière d'ERQUY. Elle laisse dans la peine, son mari, 4 petits-enfants et 3 arrière-petits-enfants. Qu'elle repose en paix.



Elyane et Claude Lauré

ADHÉREZ À L'A3TS

L'A3TS rassemble des ingénieurs et praticiens des traitements thermiques et traitements de surface répartis dans les secteurs aéronautique, sidérurgie, automobile, médical, industries mécaniques, université, écoles d'ingénieurs, enseignement et bien d'autres.

Notre objectif est de **favoriser les échanges et les collaborations entre les adhérents** lors de nos conférences & débats : congrès annuel, salon SVTM et journées thématiques nationales et internationales.

L'A3TS, c'est aussi un **centre de formation certifié QUALIOP1** mettant à disposition ses experts scientifiques et techniques les plus pointus.

Devenez adhérent et bénéficiez de :

- ✓ Remise de 5 à 10% sur les formations
- ✓ Prix avantageux sur nos évènements
- ✓ Accès à l'espace adhérent (retransmission vidéos des évènements, actualités scientifique, ...)
- ✓ Notre communauté scientifique et technique

Plus d'information, suivez-nous !

www.A3TS.org



Agenda



Retrouvez toutes les actualités sur www.a3ts.org



8 et 9 juin 2022 – Nantes, Cité des Congrès

48^{ème} Congrès A3TS

Le 48^{ème} Congrès sera consacré aux thèmes suivants : efficacité énergétique, hygiène-santé, environnement, compétitivité de l'industrie du futur française et européenne, ...

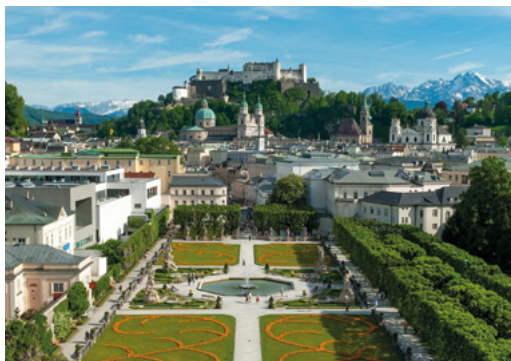
www.a3ts.org/evenements/congres-a3ts-2022

8 et 9 juin 2022 – Nantes, Cité des Congrès

SVTM 2022

Venez rencontrer les acteurs des différents secteurs de marché tels que Transport - Aéronautique, Automobile, Chantier naval, Industrie ferroviaire - Industries mécaniques, Défense, Energie, Métallurgie, Technologies de pointe, Recherche scientifique, Electronique, Médical, Agro-alimentaire, ...

www.svtm.eu



September 5-8, 2022 – Salzburg (Austria), Wyndham Grand Salzburg Conference Center

27th IFHTSE CONGRESS & EUROPEAN CONFERENCE ON HEAT TREATMENT 2022

Conference topics are :

- Thermal processing of Iron and Steels (annealing, hardening, tempering, Q&T, Q&P)
- Thermal processing of Non-Ferrous alloys (annealing, age hardening)
- Thermochemical treatment (carburizing, carbonitriding, nitro-carburizing, nitriding)
- ...

More informations : <https://www.ifhtse-echt2022.org>

4 et 5 octobre 2022 – Paris, ASIEM (75015)

Journées organisées par la section Ile de France sur le thème de l'hydrogène

Les conférences auront trait aux endommagements des matériaux métalliques causés par l'hydrogène, l'hydrogène et le traitement de surface : problèmes et solutions, comment travailler sous hydrogène pressurisé et, enfin, produire, transporter et utiliser de l'hydrogène, quelles questions se poser ?

Programme à venir sur www.a3ts.org

30 novembre-1er décembre 2022 - Colmar, Espace Auguste

Les 4^{èmes} journées - Traitements et parachèvements de pièces issues de fabrication additive

Organisées par l'A3TS et l'association Titane. L'originalité de ces rencontres est de mettre l'accent sur l'aval de la fabrication additive : la caractérisation des pièces en sortie de machine et les solutions pour leur conférer, à partir de leur état brut de fabrication, les propriétés structurales et les états de surface recherchées. Toutes les technologies additives seront abordées.

Programme à venir sur : www.a3ts.org





TRAITEMENTS & MATÉRIAUX

www.traitementsetmatériaux.fr

TOUTE L'INFO SUR LES MATÉRIAUX MÉTALLIQUES ET LEURS TRAITEMENTS

Votre abonnement à **tarif spécial « Membre A3TS »**

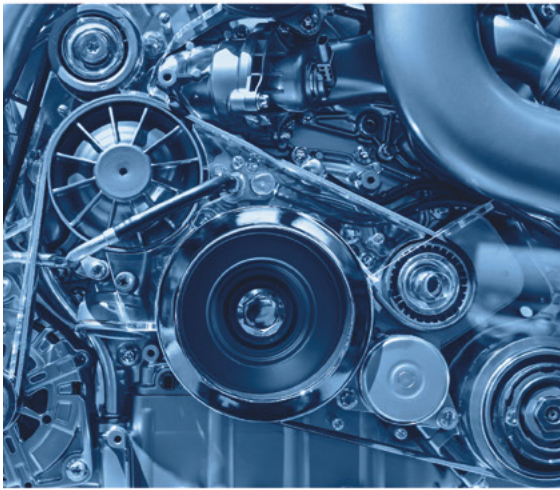
The image displays the magazine cover for 'TRAITEMENTS & MATÉRIAUX' issue 440. The cover features the title, the subtitle 'La revue des traitements thermiques, de l'ingénierie des surfaces et des matériaux', and a featured article 'Dossier Fours & équipements' with sub-articles on 'Frittage sous vide et CBP' and 'Traitement thermique des aciers à outils'. A purple circular callout indicates a special price of '99€ TTC au lieu de 165€'. Below the cover, a tablet shows the magazine's website interface, and a smaller version of the magazine cover is visible on the left.

LA REVUE DES PROS DE LA TRANSFORMATION DES MATÉRIAUX

Pour vous abonner, rapprochez-vous de votre association

Vous n'êtes pas adhérent A3TS ?

Abonnez-vous en ligne sur le site traitementsetmatériaux.fr



TRAITEMENTS
THERMIQUES

DÉPÔTS
SOUS VIDE



TECHNOLOGIES
INNOVANTES

MAITRISER LA MATIÈRE POUR ALLER PLUS LOIN

THERMI-LYON **N**
Groupe

WWW.GROUPE-THERMI-LYON.COM