

La lettre d'information de l'A3TS

# CONTACTS

## La projection thermique

Développements et  
marchés futurs

P. 18



**Congrès et Salon  
A3TS**

Les 6 et 7 juillet 2023  
• Mulhouse

P. 5



**L'A3TS et les jeunes**  
Visite de LISI Aerospace

P. 28



# ELOTEST \ PL650



Appareils et systèmes d'inspection par Courants de Foucault

EDITO

Avant-gardistes en matière d'inspection par Courants de Foucault



**Une nouvelle ère s'ouvre** dans le domaine des essais par Courants de Foucault. Le nouvelle ELOTEST PL650, ne laisse rien au hasard. **Son électronique de contrôle Courants de Foucault innovante et entière numérique** permettant une large gamme d'application garantissant des performances et une fiabilités de détection exceptionnelle.

ELOTEST PL650 est disponible suivant différents boîtiers, en fonction de vos besoins. Les domaines d'application sont entre autres le tri précis de matériaux, la détection des fissures et/ou la détection de brûlures de rectification.

Un logiciel flexible et un système de licence permettent d'adapter ou d'étendre la performance en fonction de la tâche d'essai individuelle.

En raison des différents formats de boîtiers et concepts de fonctionnement, comme la connexion à distance via un logiciel de type TeamViewer et l'ordinateur du client, L'ELOTEST PL650 peut être parfaitement intégré dans des systèmes d'inspection automatisés et dans les lignes de production existantes.

## MUX / SONDES ARRAY

L'ELOTEST PL650 est parfaitement adapté au multiplexage des paramètres avec jusqu'à 64 jeux de paramètres ainsi que le multiplexage de capteurs avec jusqu'à 64 capteurs individuels externes ou capteurs en réseau.  
Fréquence de multiplexage jusqu'à 125 kHz.

## 19" AVEC ÉCRAN DÉPORTÉ

ELOTEST PL650 R, boîtier de 19" avec 15 emplacements libres pour des modules supplémentaires. ELOTEST PL650 RC, dans un boîtier en format demi 19" avec 6 emplacements libres pour des modules supplémentaires. Les appareils à courants de Foucault s'utilisent avec un logiciel informatique sous Windows ou Linux.

## PL650 + IPM

Le logiciel de documentation et d'évaluation SCAN\ALYZER combiné à la technologie Courants de Foucault dernière génération permet l'analyse précise du signal et de l'état de l'inspection. Il est également utilisé pour la maintenance et la surveillance de la production de composants à haute valeur ajoutée grâce à sa fonction de balayage en série. Le module de traitement d'image (IPM) est la fonctionnalité d'évaluation d'image améliorée pour le marquage, le filtrage et l'évaluation de l'image C-Scans via SCAN\ALYZER 7.X C-Scans.

## ELOTEST \ PL650R ELOTEST \ PL650RC

Une variante "déportée" de L'ELOTEST PL650, équipée d'une configuration hardware identique, mais sans interface utilisateur, est disponible pour des besoins spécifiques.



Distribution en France avec notre représentant:

# Défi climatique & mutations technologiques

## L'Industrie de nouveau attractive pour les jeunes ?



Par **Pierre Bruchet**,  
A3TS, Délégué général exécutif

La part de l'industrie dans le PIB (Produit Intérieur Brut) de la France se situait à 12,4% en 2021, alors que cette part était encore 25% au milieu des années 1995.

De multiples facteurs peuvent expliquer cette évolution : le développement tendanciel des services, un déficit de compétitivité par rapport à d'autres pays européens (impôts et charges de production ...), des visions stratégiques aventureuses (le mythe de la "fabless company" des années 2000), une image négative de l'industrie véhiculée par des discours de décroissance ou des campagnes écologiques radicales, des stratégies industrielles opportunistes conduisant à un excès de délocalisation, un enseignement professionnel souffrant d'un positionnement "par défaut" vis à vis des filières "nobles" de l'enseignement général et en mal de susciter des vocations professionnelles, ...

Les événements récents (pénuries de certains produits révélées par la crise du Covid, perturbation des

chaînes d'approvisionnements, crise de l'énergie en Europe déclenchée par l'invasion de l'Ukraine) ont accéléré la prise de conscience par les gouvernements, les opinions publiques et les industriels de la nécessité de retrouver la maîtrise, sur le sol européen, d'activités industrielles essentielles au maintien d'une croissance économique indispensable, notamment pour mettre en oeuvre la transition énergétique et maintenir une stabilité sociale. Objectifs de décarbonation à long terme et quête d'une souveraineté économique retrouvée se combinent ainsi pour renforcer l'urgence d'un véritable "New Deal" industriel pour l'Europe, dans lequel la France doit jouer un rôle moteur. Dans un contexte d'extrêmes difficultés dans lequel opèrent les industriels (hausse des prix de l'énergie et des matières premières, absence de visibilité sur leur marché, ...), l'on perçoit cependant des signaux forts de réindustrialisation, en priorité vers les technologies d'avenir : création de gigafactories de batteries, plan ambitieux appuyé par des financements européens pour la création des maillons de la chaîne de valeur d'une filière Hydrogène, projets d'exploitation minière (lithium) en France et en Allemagne pour alléger la dépendance vis à vis des métaux critiques, projet de mega-fab de puces électroniques sur le sol français, ...

L'engagement des industriels pour la réduction de leur impact environnemental et notamment leur bilan carbone, des matériaux nouveaux dont il faut développer la maîtrise au stade industriel, des technologies de rupture qu'il faut porter à un niveau de maturité industrielle, l'introduction massive

des technologies numériques dans les usines sont autant de facteurs qui doivent permettre au monde industriel de retrouver de l'attractivité vis-à-vis des jeunes.

L'A3TS a engagé des initiatives dans ce sens et entend bien les développer. Ses sections locales organisent des visites d'industries pour des jeunes en formation BTS, ses événements sont l'occasion d'y accueillir jeunes participants et étudiants conférenciers, le prochain salon de Mulhouse verra, pour la première fois, l'organisation de rencontres de type "job dating" ... Un groupe de travail « Attractivité Jeunes », créé par l'A3TS et l'UITS, réunit régulièrement les enseignants d'établissements partenaires.

Les événements 2022/2023 de l'A3TS s'inscrivent pleinement dans la dynamique de développement et de communication autour des filières d'avenir. Après le succès des journées "Hydrogène - Défis technologiques dans les matériaux métalliques", les 4èmes journées "Traitements et Parachèvement des pièces issues de Fabrication Additive" co-organisées avec l'Association française du Titane se tiendront à COLMAR les 30 novembre et 1er décembre 2022. Les 5 et 6 juillet 2023, le Congrès / Salon annuel de l'A3TS, organisé pour la première fois à MULHOUSE, au cœur de l'un des bassins automobiles historiques, offrira dans son programme une large part aux technologies requises par l'électrification des mobilités.

Dans cette attente... Bonne fin d'année à toutes et à tous !

# Sommaire

- 5 Prochains évènements**
- 12 Retour sur évènements**
- 18 Notre dossier du mois :  
La projection thermique**
  - A-t-elle encore de l'avenir en ce XXI<sup>e</sup> siècle ?
  - De nouveaux domaines d'application
- 28 L'A3TS et les jeunes**  
Visite de LISI Aerospace
- 29 Concours photo de l'A3TS**
- 30 La vie des entreprises**
- 32 Ils nous ont quitté**
- 34 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**  
©D.R. www.citra-limousin.com



Prochain évènement

## Le plus grand rendez-vous de la profession

### Un congrès de plus de 50 conférences

Au cours de ces deux journées, vous assisterez à un Congrès riche de plus de 50 conférences scientifiques et technologiques données par des experts et industriels reconnus.

Les conférences seront réparties en sessions thématiques (liste provisoire et non exhaustive) :

- Traitements thermiques et thermochimiques pour les véhicules du futur
- Revêtements pour la protection des surfaces
- Fonctionnalisation des surfaces
- Maîtrise de l'énergie dans les traitements thermiques et les traitements de surface
- Usine numérique et traitements thermiques et traitements de surface, etc.

### Un salon professionnel

Participez au plus grand rendez-vous européen de la profession et rencontrez plus de 80 exposants spécialisés dans les traitements thermiques des métaux et les traitements, revêtements et fonctionnalisation des surfaces, et les produits et services associés. Le salon est gratuit pour les visiteurs, il suffit de demander un badge sur le site internet [www.a3ts.org](http://www.a3ts.org). Venez rencontrer vos fournisseurs, clients et partenaires, saisir de nouvelles opportunités commerciales, présenter au monde votre savoir-faire et nouer des partenariats.

### Qui expose au Salon ?

Les industriels, fournisseurs, laboratoires de recherche et centres techniques dans les domaines suivants :

**Traitements thermiques** : traiteurs à façon, matériel de mesure, analyse, contrôle et régulation de procédé, machines de lavage, gaz industriels, fluide de trempe, équipement pour vide.

**Traitements de surface** : traiteurs de surface à façon (applicateurs et formulateurs), lignes et équipements pour les traitements de surface et revêtements, spécialités chimiques

**Les couches minces** : Matériaux et matériels pour l'élaboration des couches minces, alimentations plasma, sources d'ions, activation de surface, machines de dépôt de couches minces sous vide.

### Exposants des précédentes éditions (liste non exhaustive) :

AALBERTS SURFACE, TECHNOLOGIES, AET GROUP, AIR LIQUIDE, AIR PRODUCTS, ALD FRANCE, ATOTECH FRANCE, BANDAS METALICAS CODINA, BINC INDUSTRIE, BMI FOURS INDUSTRIELS, BODYCOTE, BUEHLER, CLARA VISION, CMI SLETI, CODERE, CONDAT, CRONITE MANCELLE, ECM TECHNOLOGIES, ERASTEEL, FISCHER INSTRUMENTATION, ELECTRONIQUE, FLUKE PROCESS INSTRUMENTS, FONDIS ELECTRONIC, FUCHS LUBRIFIANT France, GNR SLR, HEF, HOUGHTON SAS, INNOVATEST France, IPSEN INTERNATIONAL, IRT M2P, MICRONICS, MEAPFORNI, MECANOLAV (RIDEL SAS), MELIAD, MILEXIA, MOTUL, OERLIKON, PHOENIXTM GMBH, PMG OUEST COATING, POLE EUROPEEN DE LA CERAMIQUE, POLYTECH, PRESI, PROBENT TECHNOLOGY, PROCESS INGENIERIE, QUAKER HOUGHTON, RD TECHNOLOGIES / CAR, ROHMANN, SAT THERMIQUE, SCHLÖTTER, SCHUNK CARBON TECHNOLOGY, SCR CREVOISEVAT SA, SINAPTEC, SOLO SWISS, TAVENGINEERING SPA, TAV VACUUM FURNACES SPA, TECHSURF / CFAI BRETAGNE, THERMI-LYON DEVELOPPEMENT, THYSSSENKRUPP MATERIALS, France, UITS, UMICORE THIN FILM PRODUCTS, VERDER.

**Le 49<sup>ème</sup> Congrès et Salon des traitements thermiques et des traitements de surface**

5 et 6 juillet 2023,  
Mulhouse



### Retour sur le dernier numéro Contacts N°83

#### Métaux critiques, pour aller plus loin

Patrice Christmann nous a livré une analyse détaillée sur les enjeux du Nickel, métal dont la demande est appelée à doubler d'ici à 2040. La croissance devrait être encore plus forte pour les autres métaux critiques de la transition énergétique : cobalt, lithium, cuivre, platinoïdes, terres rares.

Pour aller plus loin dans la compréhension de la criticité de ces ressources, visitez le site du World Materials Forum : <https://worldmaterialsforum.com>. Convention annuelle qui se tient à Nancy depuis 2015, présidée par Philippe Varin, et qui réunit experts de la filière matériaux et grands industriels. Toutes les présentations du 8<sup>ème</sup> forum qui s'est tenu en juin 2022 y sont disponibles en téléchargement, ainsi que les présentations des années antérieures via le choix "Archive" du menu.

Les fiches de criticité des métaux, élaborées par le BRGM et publiées sur le site MineralInfo : <https://www.mineralinfo.fr>

Un article récemment paru en juin 2022 dans le MetalBlog du CTIF : <https://metalblog.ctif.com/2022/06/13/metaux-strategiques-au-coeur-des-enjeux-du-21e-siecle>

Enfin, soulignons un article récent co-rédigé par Patrice Christmann et Gaëtan Lefebvre, discutant de la notion de matières premières critiques et insistant sur la nécessité d'intégrer des scénarios relatifs aux évolutions technologiques. "Trends in global minerals and metals criticality: the need for technological foresight".

Mineral Economics : <https://doi.org/10.1007/s13563-022-00323-5>

Bonnes lectures...

Pierre Bruchet, A3TS



#### Temps forts

Plusieurs animations rythmeront ces journées : tables rondes d'experts, concours de l'innovation, espace job-dating, cocktail sur le forum du salon, soirée de gala.

#### Tables rondes

Organisées sur le forum du Salon, les tables rondes réunissent des experts et industriels reconnus autour de thèmes d'actualité. En 2022, les tables rondes : " Filière Hydrogène, quels enjeux Matériaux et Traitements ?" et "Quelles attentes des industriels vis-à-vis des constructeurs de fours de traitement thermiques pour répondre aux enjeux actuels (Energie, Data...)" réunirent les sociétés Aalberts ST, Airbus, Aichelin Group, CETIM, CMI Sleti, ECM Technologies, IRT Jules Verne John Cockerill, LISI Automotive et Symbio

#### Job dating

Profitez de l'espace Job dating pour rencontrer vos futurs collaborateurs et échanger avec eux.

#### Concours de l'innovation

Réservé aux exposants, le Prix de l'Innovation récompense une société dont l'effort d'innovation est de nature à contribuer à l'amélioration de la performance industrielle de la filière. Outre le trophée décerné par le jury sur le forum du Salon, le lauréat se voit récompensé d'une promotion publicitaire sur le site internet et la revue de l'A3TS, dans la revue Traitements & Matériaux et une remise sur le prix du stand de la prochaine édition du Salon.



#### La Soirée de gala

Le Congrès sera clôturé par une soirée qui aura lieu le jeudi 6 juillet 2023 à la Cité du train, plus grand musée ferroviaire d'Europe. Les convives découvriront les trains de légende, de la vapeur au TGV, en passant par le faste de la voiture impériale. Au menu : Cocktail et visite privée, puis dîner au pied de l'Orient-Express.

#### Les visites industrielles

Le vendredi 7 juillet 2023 au matin auront lieu des visites organisées sur les sites industriels emblématiques de la région de Mulhouse.

Places limitées, réservation dans l'ordre de réception des bulletins d'inscription.

Plus d'informations à venir sur [www.a3ts.org](http://www.a3ts.org).



- Conférences
- Salon professionnel
- Tables rondes
- Concours de l'innovation

# 49<sup>e</sup> Congrès et Salon A3TS

5 et 6 juillet 2023

Mulhouse,  
Parc Expo



Pour plus d'informations, contactez-nous !

Tel. : 01 45 26 22 35

Email : [a3ts@a3ts.org](mailto:a3ts@a3ts.org)

Site : [www.a3ts.org](http://www.a3ts.org)

**A3TS**





Prochain évènement

# Innovations en fabrication additive : rendez-vous à Colmar !

*Innovations in additive manufacturing: see you in Colmar!*

Nous serons heureux de vous accueillir aux Journées Traitements et parachèvements de pièces issues de fabrication additive, organisées par l'A3TS et l'Association française du Titane, en partenariat avec l'IRT M2P et MATERIALIA. Cette 4<sup>ème</sup> édition des journées rassemblera industriels, chercheurs et experts pour débattre autour des thèmes suivants : quels traitements thermiques dans la masse et quels traitements de finition de surface peuvent garantir les propriétés requises (caractéristiques métallurgiques, propriétés mécaniques, rugosité de surface, aptitude aux revêtements, aspect de surface, etc.) dans les différents domaines d'application : aéronautique, spatial, naval, automobile, ferroviaire, énergie, mécanique, médical, luxe, ...

Des représentants de groupes industriels : ARIANE-GROUP, AIRBUS HELICOPTERS, SAFRAN, VALLOUREC, d'acteurs spécialisés MMB VOLUM-e, ABC SWISSTECH, POLITECHNO, AXIVE ADDITIVE,... de centres techniques et de laboratoires de recherche CETIM - Centre technique des industries mécaniques, CRMGroup, IRT M2P, IRT AESE - Saint Exupéry, Institut Jean Lamour (IJL), CIRIMAT, UTINAM Besançon, IPC Centre Technique Industriel de la Plasturgie et des Composites, Be2Sim, CRITT TJFU, Université de Technologie de Belfort-Montbéliard, Centrale Nantes, HEIG-VD, HE-Arc y présenteront retours d'expérience et solutions innovantes.

*We are happy to welcome you to the «Treatments and finishing of parts resulting from additive manufacturing Days», organized by the A3TS and the French Titanium Association. This 4th edition will bring together manufacturers, researchers and experts to discuss the following topics: which heat treatments in the mass and which surface finishing treatments can guarantee the required properties (metallurgical characteristics, mechanical properties, surface roughness, suitability for coatings, surface appearance, etc.) in the various fields of application: aeronautics, space, naval, automotive, rail, energy, mechanics, medical, luxury, ...*

*Representatives of industrial groups: ArianeGroup, Airbus Helicopters, Safran, Vallourec, specialized players MMB VOLUM-e, ABC SWISSTECH, POLITECHNO, AXIVE ADDITIVE,... technical centers and research laboratories Cetim - Centre technique des industries mécaniques, CRMGroup, IRT M2P, IRT AESE - Saint Exupéry, Institut Jean Lamour (IJL), CIRIMAT, UTINAM Besançon, IPC Centre Technique Industriel de la Plasturgie et des Composites, Be2Sim, CRITT TJFU, Université de Technologie de Belfort-Montbéliard, Centrale Nantes, HEIG-VD, HE-Arc - Haute École Arc will present feedback and innovative solutions.*

Programme et inscriptions / Program and registration : [www.a3ts.org/evenements/fabrication-additive-colmar-2022](http://www.a3ts.org/evenements/fabrication-additive-colmar-2022)



30 nov. /  
1<sup>er</sup> déc.  
2022

ESPACE AUGUSTE  
COLMAR

Journées Traitements  
et parachèvements de  
pièces issues de  
fabrication additive



Co-organisé par

En partenariat avec



# Bodycote



## Prêt pour de nouveaux challenges ?

### TRAITEMENTS THERMIQUES ET PROCÉDÉS ASSOCIÉS

**165 sites de production dans 22 pays**  
**23% de réduction des émissions de CO<sub>2</sub> depuis 2018**  
**100% des sites français ISO 9001**

Bodycote, **leader mondial du traitement thermique**, propose à ce jour une large gamme de procédés destinés à optimiser les propriétés mécaniques et structurales de vos pièces et de vos sous-ensembles. Vos enjeux sont cruciaux : alors, nous multiplions les solutions pour répondre à vos défis technologiques, la précision et régularité des traitements et procédés. En collaboration avec vos bureaux d'études, nos experts en métallurgie et traitement des matériaux mobilisent leurs compétences pour décupler les performances de vos composants traités. Au cœur de votre supply chain, nos moyens et notre organisation internationale vous permettent de sécuriser vos productions.

Étudions ensemble vos projets : [sales.france@bodycote.com](mailto:sales.france@bodycote.com)  
[www.bodycote.com](http://www.bodycote.com)

Join   
 all Bodycote



Prochain évènement

## La peinture : une journée d'échanges et de conférences

Quoi de plus répandu que d'utiliser de la peinture pour protéger une pièce, dans un geste aussi ancien que naturel. Mais au moment de se préparer à passer à l'action, nous voilà confrontés à de multiples interrogations. En fonction du cahier des charges induit par l'environnement auquel les pièces seront exposées, se posent les questions du choix de la peinture (liquide, poudre ?), des paramètres de préparation du substrat (y compris d'autres traitements de surfaces), du mode d'application et d'éventuels post-traitements.

Cette journée de conférences et d'échanges cherchera à proposer une vision globale des possibilités de traitements par peinture pour une bonne tenue des systèmes complets, avec des conférences qui porteront sur les procédés comme sur les contrôles et caractérisations pour répondre aux exigences toujours plus sévères des donneurs d'ordre. L'après-midi, les participants auront la possibilité de visiter les installations de traitements de surfaces de l'IRT M2P à Duppigheim qui vient de s'équiper d'une cabine de peinture entièrement automatisée et régulée en taux d'humidité dédiée aux projets de R&D et aux prestations.

**La peinture dans tous ses états !**

Le 16 mars 2023, Molsheim



LA PEINTURE DANS TOUS SES ÉTATS !







# Congrès A3TS, Nantes 2022

Les 8 et 9 juin derniers, **plus de 200 congressistes** ont participé au Congrès des Traitements Thermiques et des Traitements de Surface.

Donneurs d'ordre, concepteurs, fabricants, utilisateurs, exploitants à la recherche de solutions technologiques performantes ont suivi un programme riche de **52 conférences**, réparties en **7 sessions thématiques** : Traitements thermiques et thermochimiques, Traitements pour la conductivité et l'électrification des véhicules et aéronefs, Gestion et maîtrise de la qualité dans les traitements, Protection des surfaces, Fonctionnalisation des surfaces, Aciers, Traitements et revêtements pour outillage, Application des technologies numériques dans les traitements thermiques et les traitements de surface, Gestion et maîtrise de l'énergie et des émissions de CO<sup>2</sup> pour des solutions industrielles durables.

## LES CONFÉRENCES PLÉNIÈRES



**Véronique VITRY**, Présidente de l'A3TS, a évoqué le plaisir de l'A3TS à revenir à Nantes, ville au cœur d'un écosystème industriel en plein développement, portée par les activités « historiques » des filières aéronautiques et navales, et plus récemment par de nombreuses initiatives en faveur de l'Hydrogène. Ont également été rappelés les nombreux enjeux du développement durable et du changement climatique, abordés lors de plusieurs sessions de conférences et des deux tables rondes, se traduisant par d'importantes mutations dans l'industrie automobile et, bientôt, dans l'aéronautique. Ont été par ailleurs évoqués les défis 4.0, indispensables à la compétitivité des entreprises.



**Laurent MANACH** (Directeur général - Pole EMC2) a présenté le Pole EMC2, Pole de dimension européenne, au cœur d'un écosystème de 800 membres, dédié aux technologies de fabrication et pour feuille de route stratégique : produire propre, produire mieux, produire local, produire connecté, produire ensemble pour répondre aux enjeux de l'industrie du futur. Le Pole EMC2, piloté par des industriels de filières diversifiées (aéronautique, naval, automobile, énergie,...) offre aux industriels l'identification d'opportunités, une fenêtre pour se faire connaître et créer ses réseaux, un appui pour concrétiser des projets et en assurer le suivi.



**Vincent GEIGER** (Directeur Scientifique NAVAL GROUP) a exposé dans sa conférence "Les Matériaux, enjeu majeur pour les systèmes navals actuels et futurs" les exigences très spécifiques que requiert l'activité de NAVAL GROUP, concepteur, architecte, intégrateur et présent sur le cycle de vie complet des navires. L'innovation est une composante essentielle de la stratégie du groupe, visant notamment à assurer la capacité à durer dans un environnement sévère et la supériorité dans l'engagement. Le domaine des Matériaux, à travers par exemple l'usage de nouveaux matériaux ou la fabrication additive, est un levier essentiel de cette politique d'innovation, et la simulation numérique est omniprésente pour simuler le comportement des structures et des composants mécaniques. Vincent Geiger a souligné l'importance de l'effort collectif en matière de R&D, l'apport des partenaires industriels et académiques pour offrir aux Marines les connaissances et les technologies les plus en pointe.



**Loïc BUFFET** (Project leader - ZEDC - AIRBUS ATLANTIC) a exposé dans le cadre de la stratégie zéro émission du groupe AIRBUS le rôle joué par la structure multi-site « Zéro Emission Development Centre » et en particulier les équipes d'AIRBUS ATLANTIC de NANTES. Dans le projet de développement à l'horizon 2035 d'un avion certifié avec comme carburant l'hydrogène, stocké sous forme liquide cryogénique (-253°C), Airbus Atlantic Nantes se concentre sur les technologies de formage, de soudage, d'assemblage, de traitement de surface, d'inspection de la structure. Concevoir les réservoirs et leur isolation, distribuer l'hydrogène jusqu'à l'injection dans les moteurs à la pression et la température requise, assurer la sécurité et la fiabilité au niveau attendu par l'aviation civile sont autant de challenges pour lesquels des solutions matériaux sont à imaginer, développer, tester, industrialiser.



**Bruno POLLET** (Université du QUEBEC - Trois-Rivières) a rappelé les caractéristiques de l'Hydrogène qui en font, grâce notamment à sa densité massique d'énergie, un carburant et un vecteur d'énergie aux propriétés exceptionnelles. La production d'hydrogène « vert » ou « renouvelable » exigera de mettre en œuvre des capacités de production par électrolyse de l'eau considérables. Bruno POLLET a décrit les 5 technologies, matures ou en développement, des électrolyseurs, leurs spécificités en terme de matériaux, les objectifs de performance visés, les verrous à dépasser. Bruno Pollet a dressé un panorama très complet des solutions technologiques en œuvre et des enjeux en terme de R&D pour permettre l'émergence d'une filière énergétique hydrogène.



## LES SESSIONS THÉMATIQUES

**Traitements thermiques et thermochimiques :**  
Avec des conférences de : CETIM, IRT M2P, INSTITUT JEAN LAMOUR, INRS, ABS CENTRE METALLURGIQUE.

**Traitements pour la conductivité et l'électrification des véhicules et aéronefs :**  
Avec des conférences de : UMICORE, THERMOCOMPACT, UTINAM, SIMAP, LISI AUTOMOTIVE, SURTEC, MELIAD, OUEST COATING, HEF.

**Protection des surfaces :**  
Avec des conférences de : IRT M2P, VALLOUREC, LASIE, UNIVERSITE DE LORRAINE, OERLIKON, HEF.

**Fonctionnalisation des surfaces :**  
Avec des conférences de : GGB BEARINGS, BINC INDUSTRIES, BODYCOTE, MELIAD, SAFRAN TECH, TCPP, MATERIA NOVA, ICAR-CM2T, INEOSURF, GIT, UNIVERSITE DE LORRAINE, AALBERTS S.T., UTINAM.

**Aciers, traitements et revêtements pour outillage :**  
Avec des conférences de : FORVIA, PD2I, ENSAM, DORREBERG.

**Application des technologies numériques dans les traitements thermiques et les traitements de surface :**  
Avec des conférences de : SAFRAN TECH, BE2SIM, ECM TECHNOLOGIES.

**Gestion et maîtrise de l'énergie et des émissions de CO<sup>2</sup> pour des solutions industrielles durables :**  
Avec des conférences de : IRT M2P, HEF-IREIS, DOERKEN, AIR LIQUIDE.

Retrouvez sur "l'Espace Membre" du site [a3ts.org](http://a3ts.org), les captations vidéos de la plupart des conférences du congrès.



## Retours sur évènements

**Prix de l'innovation A3TS 2022**

A été décerné par Aurélie ACHILLE (Présidente du jury et de la section Ouest de l'A3TS) à **BODYCOTE** pour le **Tinitron**, procédé d'amélioration des propriétés tribologiques du Titane.



Sylvain Batbedat, Bodycote

**Qu'est-ce que le procédé Tinitron ?**

Le procédé breveté Tinitron permet une optimisation des performances tribologiques et de résistance à l'usure du Titane et de ses alliages. Ce traitement de diffusion assure une excellente liaison métallurgique avec son support, permettant de tolérer des pressions de contact hertziennes relativement importantes par rapport aux autres traitements de surface existants.

Le Tinitron est particulièrement adapté pour traiter superficiellement des pièces de géométries complexes, en grand nombre et à un coût modéré pour différents secteurs d'activités de haute valeur ajoutée. En outre, sa technique de mise en œuvre sous vide est totalement respectueuse de l'environnement.

Le Jury félicite les deux autres sociétés qui avaient déposé des dossiers d'innovation :

- **Fluke Process Instruments** avec la solution d'imagerie acoustique fixe **SV600 Fixed Acoustic Imager**
- **Meliad** avec le dispositif d'apprentissage portable **Repplix**

**La soirée aux machines de l'île**

En conclusion du Congrès, congressistes et exposants se sont retrouvés pour la traditionnelle soirée de clôture qui, cette année, a eu lieu à « La Galerie des Machines de l'île », site emblématique de la ville de NANTES.

**SALON SVTM 2022**

Les 8 et 9 juin 2022, plus de 80 sociétés exposantes, spécialisées dans les traitements thermiques des métaux et les traitements, revêtements et fonctionnalisation des surfaces, se sont retrouvées à Nantes lors du Salon du Vide et des Traitements des Matériaux (SVTM).

Ce rendez-vous incontournable de la profession, coorganisé avec la Société Française du Vide (SFV), a réuni donneurs d'ordre, prescripteurs industriels de l'automobile, de l'aéronautique et des transports, fabricants de systèmes et de composants mécaniques, prestataires de services industriels, industriels de la métallurgie, enseignants et chercheurs dans le domaine des matériaux. Plusieurs animations sur le forum ont rythmé ces deux journées !

de l'accompagnement des industriels, notamment vis à vis des compatibilités matériaux avec l'Hydrogène, l'IRT Jules Verne a mis l'accent sur sa stratégie d'innovation trans-filière, illustrée par les projets de développement de stockage d'hydrogène, liquide mais aussi gazeux comprimé avec le souci d'intégration dans des espaces aux formes très spécifiques. Dans tous ces programmes, les intervenants ont souligné l'importance d'une collaboration entre concepteurs/donneurs d'ordre, fabricants et sous-traitants appelés à interagir ensemble et être forces de propositions.

**Jeudi 9 juin : Les attentes des industriels vis à vis des constructeurs d'installations de traitement thermique pour répondre aux enjeux actuels (Energie, Data...)**

Une table ronde sur le thème des besoins des industriels en matière d'installations de traitements: fours de traitement thermique, lignes de traitement de surface,... pour répondre aux enjeux en matière d'énergie, de gestion de process, exploitation de données a eu lieu sur le forum du Salon, rassemblant :

Yvan TROUILLOT (ECM TECHNOLOGIES), Thierry BATAILLE (CMI-SLETI), Roger GAUTHIER (AALBERTS S.T.), David MERCS (LISI Automotive) et Thomas DOPLER (ACHELIN Group).

**Le cocktail des exposants**

Il a réuni exposants et congressistes mercredi en fin d'après-midi.

**LES VISITES INDUSTRIELLES**

Trois groupes de congressistes ont eu l'opportunité de visiter, le vendredi 10 juin au matin, des sites majeurs de l'écosystème industriel local.



**AIRBUS** (Nantes - Bouguenais), le Technocentre.



**ARCELOR MITTAL** (Nantes - Basse-Indre), l'usine de fabrication d'aciers plats pour l'emballage alimentaire.



**TECHNOCAMPUS OCEAN** (Nantes - Bouguenais), plateformes de Naval Group, du CEA-TECH et de l'IRT Jules Verne.

**Les tables rondes****Mercredi 8 juin : Filière HYDROGENE : Quels enjeux Matériaux et Traitements ?**

Animée par Pierre BRUCHET (A3TS), elle a rassemblé des représentants de laboratoires et industriels : Roland HEQUET (JOHN COCKERILL), Manuel BIANCO (SYMBIO), Loïc BUFFET (AIRBUS), Gouenou GIRARDIN (CETIM) et Thomas PANNELIER (IRT Jules Verne).

Ont été abordés les programmes industriels relatifs à la production à grande échelle d'électrolyseurs (John Cockerill) pour répondre à la demande croissante d'hydrogène « vert » ou « bas-Carbone » selon l'origine de l'électricité, la production de piles à combustibles (Symbio) destinées à être embarquées sur les véhicules, la conception de réservoirs d'hydrogène liquide (Airbus) pour le développement de l'avion zéro-émission à hydrogène. Les options technologiques susceptibles de répondre aux objectifs de compétitivité, de sécurité, de fiabilité industrielle et de durabilité ont été discutés. Le CETIM a rappelé sa straté-

**Témoignages de nos participants 2022**

"L'ensemble du congrès était d'une qualité très appréciable. Le salon ainsi que les conférences étaient riches en échange. La soirée de gala était remarquable ! Merci à vous et à bientôt."

"Parfait. Excellente organisation et très pratique."

"Des contacts de qualité et de très bonnes animations sur le forum !"

Commentaires extraits de l'enquête de satisfaction du 13 juin 2022



# JOURNÉES SANS CHROME VI

125 Participants • 21 Conférences • 1 Table ronde



**Thème : Comment concilier performances, innovations et réglementation dans les traitements de surface ?**

Les échéances des autorisations Reach pour les usages des sels de chrome hexavalent arrivent à terme en septembre 2024. Pour leur 7ème édition, les États Généraux de l'A3TS ont fait le point sur l'avancement des technologies alternatives au Chrome VI, avec pour cibles majeures les traitements des alliages légers et des aciers revêtus. Nous avons, à cette occasion, accueilli 125 participants pour 21 conférences. Un grand nombre d'industriels ont pu s'exprimer sur leurs expériences de substitution des technologies contenant du chrome hexavalent.

La soirée a eu lieu au restaurant "Les Pieds dans l'eau" offrant aux convives un moment hors du temps au bord de la Seine.



## 7<sup>E</sup> ÉTATS GÉNÉRAUX DES TECHNOLOGIES SANS CHROME VI

30 - 31 mars 2022, maison de la mécanique, courbevoie (92)



# JOURNÉE TREMPE : UNE RÉUSSITE

Une vingtaine de participants ont suivi avec intérêt cette journée du 19 mai, organisée dans les locaux du bâtiment recherche ESPRIT de Villeneuve d'Ascq. Ils provenaient de diverses entreprises, telles que Framatome, EDF, Critt Tjfu, NLMK, centre métallurgique ABS. Après une présentation de l'A3TS par Francine Roudet, Présidente de la section régionale, Anne Mouftiez, enseignante-chercheuse à l'Icam de Lille, a rappelé les différentes transformations métallurgiques mises en jeu lors de la trempe des aciers. Ce fut ensuite à Éric Fradé, gérant de la société Thermo Process, de présenter l'essai de drasticit , en tant qu'indicateur de qualité et outil de développement en trempe. Puis Alexandre Fleurentin, société M tallo Corner, a décrit l'un des principaux problèmes liés à la trempe, les déformations et les contraintes engendrées par la trempe qui débouchent parfois sur un défaut majeur : la tapture de trempe.

Marc Buvron, ingénieur d'études au Cetim a poursuivi en développant le contrôle des déformations à l'aide de l'éprouvette Navy-C Ring. Mickaël Dulac, manager développement de la société Quaker Houghton a décrit les différents milieux de trempe, les principaux avantages et inconvénients des diverses catégories d'huiles de trempe et de polymères, sans oublier les aspects environnementaux. Alexandre Fleurentin, pilote de la commission « Fluides et systèmes de trempe d'aujourd'hui et de demain » de l'A3TS, a décrit les divers travaux de cette commission. Anne-Pascale Moiroux de la société Aubert et Duval a présenté le dernier exposé qui portait sur les qualifications aéronautiques liées à la trempe aux polymères. Une réussite pour cette journée au programme de qualité, riche en échanges et en informations sur ce sujet au cœur de la profession du traitement thermique.

## TREMPE ET MILIEUX DE TREMPE : PRINCIPES ET APPLICATIONS

19 mai 2022  
Villeneuve d'Ascq



# JOURNÉES HYDROGÈNE

120 participants, 24 conférences

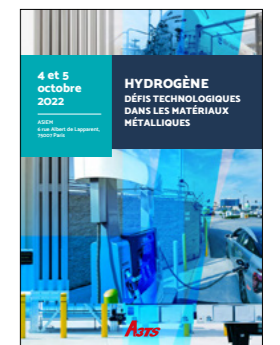
Enseignants-chercheurs, industriels du monde de l'énergie, de l'aéronautique, de l'automobile, du traitement de surface, experts judiciaires, ont suivis un programme riche de 24 conférences, réparties en 4 thèmes : « Les endommagements des matériaux métalliques causés par l'hydrogène », « les problèmes et les solutions des traitements de surface », « travailler avec de l'hydrogène pressurisé » et « produire, transporter et utiliser l'hydrogène ». L'objectif était de partager les approches de chacun face aux nombreux problèmes que peut poser l'hydrogène dans les aciers de construction et inoxydables, les superalliages base nickel et les alliages d'aluminium (A. Oudriss, F. Vucko, C. Blanc). Ont été abordés le travail sous H2S (A. Le Guellaut), la corrosion sous contrainte d'ouvrages d'art (L. Gaillet), la fabrication

de pièces massives forgées et traitées pour le nucléaire (J.G. Sezgin, A. Bochet), le transport, le stockage et la fabrication de l'hydrogène (L. Bustamante Valencia, J. Furtado, G. Benoit, D. Guedes, C. Mendibide), les couches « barrières » (F. Delloro, A. Alhussein), la fragilisation par l'hydrogène en boulonnerie (S. Hahn, A. Fleurentin, S. Brahim, L. Baissac) et les moyens de caractérisations disponibles en France lorsque l'on s'attaque aux défis de l'hydrogène (F. Martin, G. Henaff, P.F. Cardey). Comme nous avons pu le constater, il reste encore beaucoup d'études à lancer et de réflexions à mener sur l'ambitieux sujet de la cohabitation de l'hydrogène et des matériaux métalliques. C'est en mutualisant nos compétences, nos réflexions, nos bancs d'essais que nous préparerons le monde hydrogéné de demain !

## JOURNÉES HYDROGÈNE

Défis technologiques dans les matériaux métalliques

4 et 5 octobre 2022,  
Paris 7 





Notre dossier

# La projection thermique

A-t-elle encore de l'avenir en ce XXI<sup>e</sup> siècle ?

Par Alain Denoirjean, Directeur de recherche CNRS, HDR,  
Centre Européen de la Céramique, LIMOGES

Ce début du XXI<sup>e</sup> siècle est placé sous l'égide de plusieurs révolutions industrielle, énergétique et sociétale, en particulier pour le climat et la préservation des ressources, qui sont devenus des enjeux géopolitiques de première importance. Cela entraîne la nécessité de l'allègement des véhicules en particulier dans le secteur aéronautique, de l'augmentation de la durabilité des matériaux et de la conception de nouveaux matériaux et assemblages.



## L'évolution de la capacité de traitement informatique (...) rend possible la transposition de ce qui était quasi un exploit de laboratoire en quasi routine industrielle !

Les procédés de traitement de surface représentent un atout majeur pour répondre à ces problématiques. Deux grandes catégories définissent le mode d'application :

- **En voie humide**, il s'agit de transférer les éléments nécessaires au revêtement d'un bain liquide vers la surface à recouvrir avec ou sans l'assistance d'un courant électrique.
- **En voie sèche**, les procédés s'affranchissent de cette contrainte forte pour l'impact environnemental, en utilisant, comme source d'apport du matériau de revêtement, des gaz, des matériaux solides sous forme pulvérulente, fil, baguette, cordon. L'utilisation de suspension ou de solution liquide dans les procédés émergents en applications industrielles requiert une faible quantité de liquide en comparaison des procédés voie humide. En outre, leur impact est plus faible dans la mesure où les fluides utilisés sont l'eau ou l'éthanol.

Les procédés voie sèche se répartissent en deux grandes catégories principales :

- **Les procédés de projection thermique** utilisant un matériau d'apport sous forme solide initialement
- Les procédés utilisant une source matériau sous forme de gaz ou d'atome opérés généralement sous vide et regroupés sous le terme générique **PVD, PACVD, CVD**.

## Le traitement par projection thermique est utilisé dans l'industrie depuis plusieurs décennies si ce n'est un siècle !

La projection thermique regroupe un ensemble de procédés classés dans les procédés spéciaux car de nombreux paramètres, in fine, contrôlent la qualité du revêtement et sont, pour beaucoup, interdépendants. Dans les grands principes, ils sont basés sur l'introduction d'un matériau solide dans une source de chaleur à forte enthalpie et/ou un écoulement gazeux à forte vitesse. En sortie de cet écoulement, un flux de matière directif dépose des particules élémentaires qui s'étalent, à l'impact, sur le substrat et forment ainsi le revêtement par empilement successif. C'est donc un procédé apte à couvrir partiellement une pièce sur une zone relativement précise, avec ou sans masquage selon le procédé. Ce qui en fait l'un des intérêts : la matière est ajoutée seulement là où c'est nécessaire, en minimisant les pertes. Nous avons donc trois grandes catégories de source d'énergie :

- **Electrique** : projection plasma (arc électrique émis par une cathode chaude dans un écoulement de gaz), arc fil (arc électrique entre deux fils à avance continue), rechargement par arc transféré entre la cathode et la pièce dans un écoulement de gaz (prise en compte de la dilution matériau apport/substrat, Zone Affectée Thermiquement pour le substrat importante dans ce cas)
- **Chimique** : flamme (oxygène/acétylène), HVOF (flamme sous pression oxygène/carburant majoritairement kérosène), HVOF (flamme sous pression Air/carburant), détonation (explosion d'un mélange détonnant acétylène/oxygène)
- **Cinétique** : projection dynamique à froid, sans fusion du matériau d'apport. Ce procédé est plus connu sous l'acronyme anglais cold spray, et comprend deux catégories :

- **Haute-pression** correspondant à l'injection de la poudre dans le convergent de la tuyère de Laval utilisant comme gaz process du di-azote ou de l'hélium avec une pression d'alimentation allant jusqu'à 60 bar et une température de chauffage du gaz pouvant atteindre 1100 °C ;

- **Basse-pression** où la poudre est injectée après dans le divergent fonctionnant à l'air comprimé ou le di-azote avec une pression maximum de 10 bar et une température inférieure à 700 °C.

Le traitement par projection thermique est utilisé dans l'industrie depuis plusieurs décennies si ce n'est un siècle ! Elle représente une très grande variété d'applications et de domaines. L'on peut considérer que toute application nécessitant une surface aux propriétés différentes du cœur est concernée :

- Résistance à l'usure/abrasion/cavitation
- Faible coefficient de frottement
- Résistance à la corrosion
- Isolation thermique
- Isolation électrique
- Biocompatibilité
- Résistance à l'impact liquide et/ou solide
- Réduction formation et/ou de l'adhérence de la glace
- Conduction électrique, ...

Les différents procédés de projection thermique sont en capacité de couvrir ces spécifications avec une approche matériaux couplée au type de procédé permettant de répondre à une ou plusieurs propriétés combinées avec un revêtement, mono/multi couche, mono/multi matériaux, à gradient de composition et/ou de porosité. Bien que souvent, la formation du revêtement se fasse avec des matériaux dont les points de fusion commencent autour de 500 °C pour des métaux à bas point de fusion à 3 000 °C pour des céramiques hautement réfractaires, il est possible de maîtriser la température de la pièce à revêtir par des systèmes de refroidissement à air comprimé, CO<sub>2</sub>, di-azote, mélange gaz/liquide, voire argon liquide pour les applications les plus sensibles.

Cela donne donc un choix très large pour la nature des matériaux constitutifs des pièces :

- Composite base époxy/carbone
- Tissu
- Alliage léger
- Plastique
- Bois
- Alliage de Titane
- Métaux à métallurgie sensible

La plupart de ces procédés sont applicables sur pièces neuves ou en réparation. La fabrication additive étant également concernée, en particulier pour le cold spray, le rechargement par arc transféré et dans certain cas la projection plasma. Pour illustrer de manière générique la combinaison matériau/procédé, l'on peut citer :

- Le système Barrière thermique associant une ou plusieurs couches : sous-couche métallique avec une couche supérieure de zircone yttrée réalisée par projection plasma pour la chambre de combustion, voire

une couche finale pour éviter l'imprégnation/corrosion liées au contact de composition d'oxyde de type silico alumineux liquide.

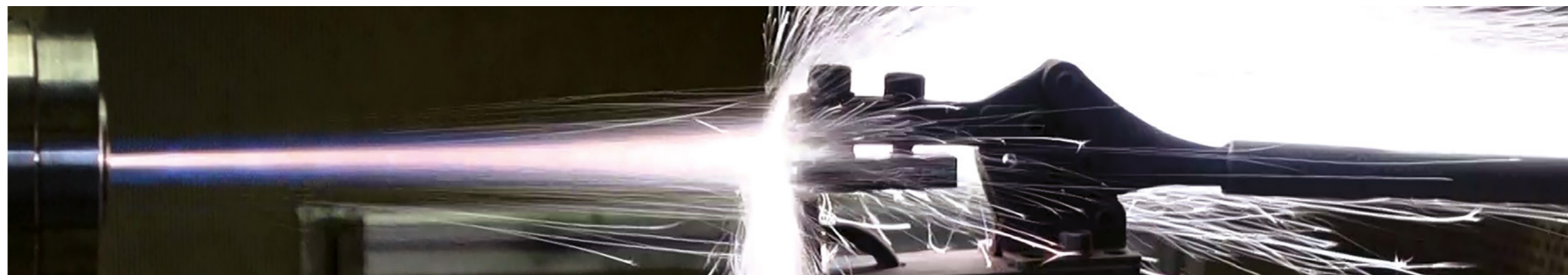
- Les dépôts cermet (WC/CO ; WC/ NiCr, ...), la plupart du temps réalisés par HVOF.
- La projection flamme de métaux à bas point de fusion, de thermoplastique, voire des céramiques sous forme de cordon extrudé ou de baguette.
- Le dépôt métallique à forte productivité ou application anti-corrosion : Arc Fil, Zinc, Aluminium, Mélange Zinc/Aluminium.
- Le renforcement structural par incorporation de phase nanométrique et/ou dure :
  - Arc fil verre métallique avec traitement thermique
  - Projection combinée suspension/poudre : alumine sub-micrométrique/NiCrAlY poudre.

### Quelles orientations sont générées pour ces procédés quasi-ancestraux, au vu de l'évolution du XXI<sup>e</sup> siècle ?

Elles s'appuient sur le triptyque suivant :

- Amélioration du rendement des procédés en consommation d'énergie et de matériau nécessaire pour la production du dépôt
- Développement de nouveaux matériaux/assemblage
- Amélioration de la maîtrise des procédés par :
  - les moyens de captation de données physiques,
  - l'utilisation de ces données dans des systèmes intelligents,
  - la simulation de toute la chaîne procédé.

Tous ces axes de développement sont désormais engagés au niveau industriel, sur la base des travaux des chercheurs commencés au siècle dernier !







L'évolution de la capacité de traitement informatique en terme de rapidité et de volume de stockage, des capteurs (en performance, robustesse et compacité), et de prix abordable rend possible la transposition de ce qui était quasi un exploit de laboratoire en quasi routine industrielle !

**Pour ce qui concerne les procédés**, l'effort le plus important est porté sur les procédés de projection plasma en améliorant tout ou partie du rendement énergétique de la torche, de la productivité du procédé et de la durée de vie des électrodes.

Cela se traduit principalement par le développement, sur la base de la première génération de torche à cathode chaude mono cathode/mono anode, par une déclinaison tri-cathode/anode segmentée, mono cathode/anode segmentée, tri-cathode/tri-anode. L'intérêt de la segmentation de l'anode, et plus généralement du changement de conception, est une augmentation très significative de la durée de vie des électrodes (jusqu'à un facteur 2), un rendement énergétique de la torche plus élevé, une enthalpie transférée au plasma supérieur. Ces deux derniers points se traduisant par une augmentation de la capacité de traitement d'un facteur 3, par exemple avec la tri-cathode/anode segmentée, ce qui accroît significativement la productivité.

Par ailleurs, en termes de procédés, citons également le changement de la forme du matériau d'apport initialement sous forme de poudre transportée par gaz porteur, pour une alimentation d'un liquide contenant le matériau à déposer, sous forme de poudre submicrométrique voire de sels métalliques dissous. L'avantage principal est la possibilité de maîtriser plus facilement la microstructure du revêtement, de dense, à colonnaire, voire à très poreux. Avec les torches à haut rendement, il est aisé de

coupler injection de suspension et de poudre en simultané.

**Le développement de matériaux/assemblage** est également un point important. Il se traduit sous différents aspects :

- Développement de nouvelles compositions pour réduire l'impact du CMAS (oxydes de Calcium, d'Aluminium, de Magnésium, de Silicium), posant un fort problème de durabilité des barrières thermiques en aéronautique en suspension stable dans le temps en termes de dispersion. Cela permet de développer une couche superficielle à la fonction isolation thermique, en y ajoutant une fonction anticorrosion et infiltration des barrières EBPVD (procédé Electron Beam Physical Vapor Deposition) sur les turbines du dernier étage du réacteur.
- Pour le développement du cold spray, comme pour la fabrication additive métallique, un effort important doit être effectué pour que la maîtrise et la compréhension des propriétés des poudres permettent d'obtenir la « bonne » poudre pour obtenir le « bon dépôt ». Pour l'heure, d'un fournisseur à l'autre, de très grandes variabilités de microstructure, voire de rendement de dépôt, sont obtenues sans en comprendre les raisons précises. Par ailleurs, la disponibilité de compositions variées reste limitée et la demande en réparation de pièces aéronautiques, par exemple en alliages spéciaux, nécessite de trouver des compositions si ce n'est identiques, au moins proches de celle de la pièce pour assurer une réparation avec continuité de matière et donc de propriétés.
- Développement de matériaux à l'échelle submicrométrique et de suspensions liquides associées pour le procédé de projection plasma de suspension (SPS).

• Le développement de la famille **des matériaux à forte entropie** à fort potentiel d'application. Ce sont des alliages à composition complexe connus sous l'acronyme anglais high-entropy alloys (HEA), constitués d'au moins cinq métaux en proportion proche d'équimolaire (en général entre 5 et 35 %). Ils forment ainsi des solutions solides au lieu de composés intermétalliques. Issus de la recherche académique, ces alliages sont à l'aube du passage de la science des matériaux vers l'ingénierie, par exemple pour l'utilisation en aéronautique, du fait qu'ils présentent des propriétés mécaniques prometteuses à basse et à haute température (surtout dureté et ténacité), avec possibilité de durcissement par précipitation, ainsi que la résistance à l'oxydation. En outre, ils ouvrent la possibilité de combinaisons atomiques très vastes en mono-phase ou multi-phase.

• Retrouver une production industrielle de phase MAX (formule générique  $Mn+1AX_n$ , où  $n = 1$  à 4, M est un métal de transition essentiellement des groupes 4, 5 et 6, A est un élément essentiellement des groupes 13, 14 et 15, et X est le carbone ou l'azote). Car elles ont des propriétés très intéressantes couplant celle des métaux et des céramiques pour la résistance à la corrosion par exemple.

• Enfin, la réglementation REACH s'impose également de façon de plus en plus prégnante, ce qui a pour avantage de placer la projection thermique en potentiel procédé de remplacement par rapport aux procédés voie humide, mais a pour inconvénient la nécessité de remplacement d'éléments métalliques critiques (tels que le Cr, Co, Cd, ...) dans les compositions utilisées à ce jour. Ce dernier point nécessite le développement de nouvelles compositions ou alliages à performance au moins identique. Par exemple en résistance à l'abrasion, le choix existe entre Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, WC/Co, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/TiO<sub>2</sub>, mais bien sûr les performances ne sont pas strictement comparables ! Les matériaux à haute entropie seraient probablement de bons candidats !?

• Au-delà de la réparation des pièces, il y a aussi leur démantèlement et leur recyclage pour obtenir un cycle de vie vertueux. Le développement matériaux/procédé est, à nouveau, l'une des voies de solutions permettant de remplacer des systèmes existants posant problème de ce point de vue. En revanche, dans ce cas, il convient également d'associer la démarche de conception en bureau d'étude car cela nécessite, bien souvent, une refonte des principes établis.

**La captation/traitement d'information** sur le comportement du procédé s'est fortement développée avec le contrôle des paramètres avant exécution du revêtement suivi pendant le revêtement, l'alerte de dépassement de tolérance et la vérification après revêtement.

L'ensemble de ces paramètres est une première base de diagnostic, mais pour une maîtrise plus importante de la complexité de l'opération de traitement de surface par plasma en particulier, il est nécessaire de prendre d'autres paramètres, certains que généralement un opérateur expé-

rimement est en capacité d'acquiescer et de gérer :

- Information sonore (en injection de suspension le son n'est pas le même avec et sans)
- Information visuelle (longueur axialité du jet de plasma)
- Mesure de flux thermique transféré (forme de la gaussienne)
- Evaporation des matériaux (traitement du matériaux)
- Mesure de vitesse et température de l'écoulement (transfert de chaleur de quantité de mouvement au matériaux et substrat)

**L'acquisition de ces données est un premier point à condition de bien avoir défini la fréquence d'acquisition, la périodicité, le format, ...** Mais il convient, ensuite, de les mettre en forme et de les exploiter ! Pour ce faire, faisons appel aux outils statistiques, les réseaux de neurones, la logique floue. En somme, introduisons, dans le système, une intelligence artificielle. Cette approche est émergente, aussi bien dans les laboratoires que dans l'industrie et représente la clé de l'avenir pour une meilleure maîtrise procédée et de la qualité, de la durabilité, du coût des pièces produites, aussi bien en réparation qu'en production de pièce neuve.

L'autre pan assurant une meilleure maîtrise est **la simulation des procédés**. Par le passé, l'approche physique de chaque partie contrôlant le procédé a été fortement développée :

- Comportement de l'arc électrique dans la torche à plasma
- Génération de l'écoulement plasma
- Interaction thermo cinétique entre le jet de plasma en extinction et l'intrant (poudre, liquide)
- Formation revêtement par impact successif de gouttelettes fondues qui se solidifie (plasma, flamme) ou se déforme (cold spray)
- Intégration de la trajectoire robot couplée à la géométrie de la pièce

Cette approche est plus qualifiée de modélisation des processus/briques élémentaires. Désormais, il s'agit de coupler toutes ces briques dans une seule et même simulation, permettant ainsi de prédire le revêtement en fonction du type de torche, du mélange de gaz plasma utilisé, des caractéristiques du matériau, de la cinématique robot pour une géométrie de pièce généralement complexe. Le diagnostic et la simulation sont les deux armes complémentaires pour accéder à cette maîtrise la plus parfaite possible !

En conclusion, des procédés qui pourraient paraître ancestraux, où le développement et l'innovation seraient arrivés à échéance, n'est en réalité qu'une mauvaise image d'Epinal parfois encore distribuée. C'est tout le contraire !





## SAFIR : une plate-forme de développement unique en Europe

SAFIR (Surface Advanced Functionalization for Industry and Research) est née par la volonté de SAFRAN de développer l'excellence en procédés de traitements de surface par projection thermique et PVD sur une chaîne de valeur allant d'un TRL (acronyme anglais Technology Readiness Level, ce qui peut se traduire par niveau de maturité technologique) du niveau 1 (idée) à 6 (démonstration sur pièce réelle), en mixant équipes de recherche et de développement dans une même action et un même lieu. Une association a été créée entre SAFRAN, OERLIKON et IRCER, sous la forme d'un laboratoire commun PROTHEÏS officialisé en octobre 2020 par la signature des industriels et des institutions CNRS et Université de Limoges.

La création de la plateforme technologique SAFIR est apparue nécessaire dès les premières discussions. Elle regroupe les matériels de dernière génération en termes de procédés : cabine de projection plasma équipée Simplex, Triplex, F4, Axial 3+, poudre et suspension, d'un équipement PVD arc électrique et magnétron à une échelle industrielle sur lesquelles de la recherche fondamentale et appliquée va être développée. A venir, une cabine projection suspension HVOF et HVAF ainsi qu'un équipement PVD HiPiMS. Associé à ces équipements procédé de production de revêtement, il y a une sableuse en dépression, et des moyens de caractérisation microscope 3D numérique Keyence, Grindosonic jusqu'à 1200 °C, Tribomètre Bruker, à venir Scratch test.

Au-delà de ses équipements propres, SAFIR est intégrée à l'écosystème universitaire, ce qui permet d'accéder à des équipements de caractérisation basique en science des matériaux jusqu'aux plus perfectionnés actuels (MEB FIB Dual beam par exemple), via la plateforme de service

universitaire Carmalim. En outre, elle est connectée à l'ensemble de la chaîne de valeur de l'innovation : incubateur de l'agence de valorisation de l'université de Limoges, les Start up issues de la recherche et du transfert, la formation universitaire jusqu'au doctorat en passant par technicien et ingénieur, les Centres de transferts (CITRA et CTTC en particulier), les Pôles de compétitivité (céramique en prise directe). Elle dispose de ressources humaines propres et dédiées à la plateforme, avec le support technique et scientifique des chercheurs CNRS et des enseignants chercheurs de l'Université de Limoges.

SAFIR représente un modèle quasi-unique d'association privé - public en termes de fonds et de définition de feuille de route, en particulier via le laboratoire PROTHEÏS. En France et en Europe, peu de structures lui sont comparables. Enfin, en plus de la recherche collaborative, SAFIR est en capacité d'apporter un service de maturation/prestation industrielle et de formation initiale ou continue. L'ensemble est géré par un comité de direction et de stratégie regroupant les fondateurs, sous l'égide de l'université de Limoges.

Initiée en premier lieu pour le laboratoire PROTHEÏS, la forte contribution de la région Nouvelle-Aquitaine par le co-financement du bâtiment de Limoges Métropole et de l'investissement sur SAFIR (50 %) a naturellement finalisé l'idée d'ouverture en germination dès l'origine dans le consortium SAFRAN/IRCER/OERLIKON. Plateforme ouverte à tout autre secteur, industriel, académique, dans le respect de la confidentialité et de la concurrence.

**Contact SAFIR** (Parc ESTER Technopole)  
12 Rue de Soyouz, 87068 Limoges  
SAFIR@unilim.fr

## PROJECTION THERMIQUE

# De nouveaux domaines d'application

Par Laurent MELAYE, Directeur Général de OUEST COATING

Après une sortie progressive des mesures anti-covid en Europe, le début d'année 2022 a été marqué par la guerre en Ukraine et les conséquences économiques associées (inflation et pénuries de certaines matières).

Pour ce qui est du domaine de la projection thermique, nous avons connu une hausse moyenne de l'ordre de 40% sur les poudres utilisées en projection et de plus de 30% sur les gaz et carburant. Au-delà des augmentations de prix, nous constatons une augmentation très forte et aléatoire des délais d'approvisionnement des matières, pièces détachées et autres consommables.

En tant que sous-traitant de traitement de surface dans un domaine concurrentiel et en l'absence le plus souvent de prévisionnel de commande, les professionnels du secteur sont amenés particulièrement ces dernières années à appliquer une sécurisation importante des stocks matière et consommables pour continuer à servir nos clients dans les meilleurs délais.

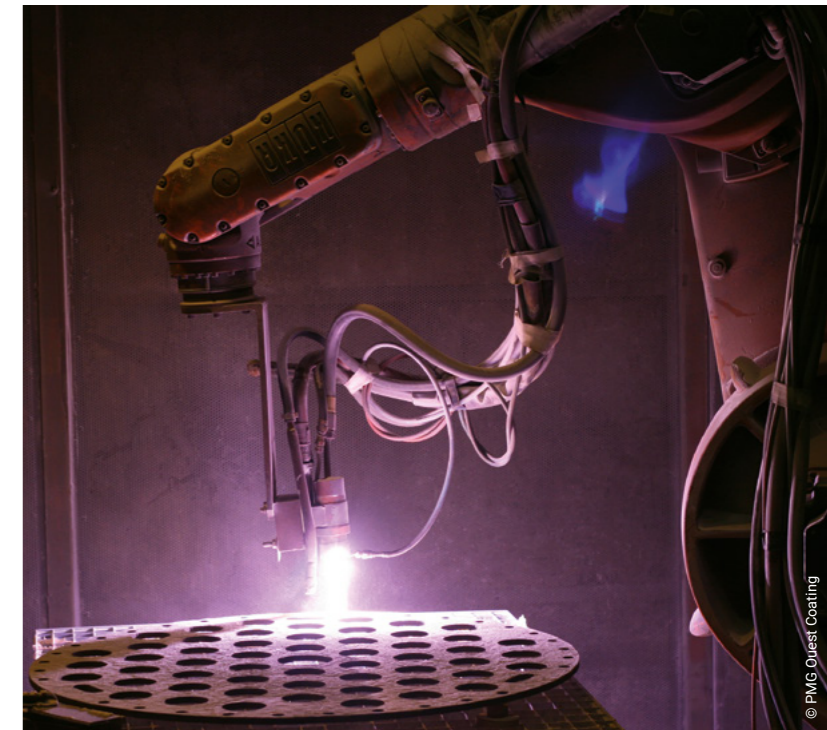
Dans ce contexte inflationniste et incertain, notre groupe PMG SI et en particulier OUEST COATING a connu une bonne dynamique sur l'année 2022. Elle s'explique en particulier par une bonne reprise du secteur aéronautique et des secteurs industriels liés aux transformations de matière et à l'énergie.

Le Groupe continue de déployer une politique ambitieuse d'investissement et de R&D, pour ce qui est notamment du traitement de surface nous citerons 3 axes majeurs :

### La substitution du chrome VI

Même s'il est possible que les dérogations soient obtenues pour utiliser du chrome hexavalent après 2024, ces dérogations sont conditionnées par la mise en place de plans de substitution crédibles, chiffrés, planifiés et suivis sur les prochaines années.

Aussi le groupe PMG SI accompagne ses clients sur 2 solutions de substitution :



#### • Le chromage trivalent appelé « green chrome ».

Encore au stade de développement, la société RCD dispose d'une ligne pilote et travaille étroitement avec les principaux donneurs d'ordre aéronautique.

#### • La qualification de dépôt projetés.

Ceux-ci présentent de nombreux avantages. Une récente étude tribologique menée par le CETIM en collaboration avec plusieurs professionnels de la projection dont OUEST COATING a d'ailleurs démontré leurs meilleures propriétés en termes de dureté, frottement, usure et anti-grippage. Pour les pièces de grandes dimensions à finition polimiroir, le groupe PMG a mis au point une solution Hard Coat qui remplace avantageusement le chrome en termes de dureté et surtout de qualité de finition (Ra<0.01µm)



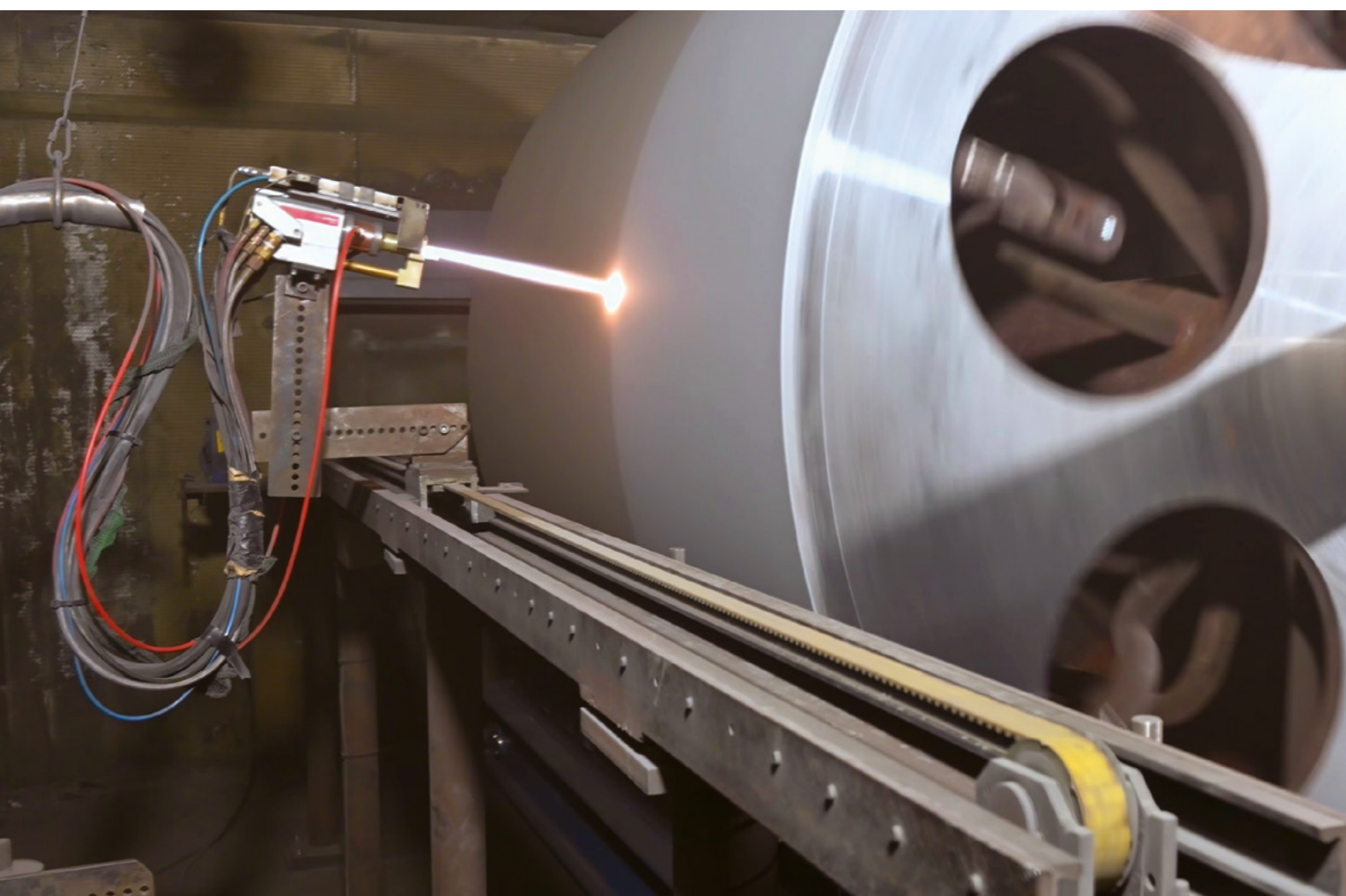
## La fabrication additive : le Cold Spray

De par son principe, la projection thermique peut être considérée comme une technologie de fabrication additive. En effet, la constitution des dépôts se fait par addition de plusieurs couches de quelques centièmes de millimètres, elles-mêmes constituées d'un empilement de particules de quelques dizaines de micromètres qui s'étalent sur la surface à revêtir. Le Cold Spray apporte une dimension nouvelle : de par son rendement très élevé et sa taille de spot réduite, cette technique permet maintenant de construire de véritables murs jusqu'ici réservés aux SLM et autres WAAM. Le fait que la matière projetée ne passe pas à l'état de fusion permet de réaliser des constructions avec des matériaux non soudables ou sensibles aux changements de phase. Ceci ouvre de nombreuses perspectives notamment pour la réparation des pièces aéronautiques en alliage léger. OUEST COATING est en contact avec les plus grands groupes du secteur pour monter les TRL !

## Métallisation des polymères et composites

Le gain de poids, autrefois cantonné à l'aéronautique, a gagné l'ensemble des secteurs industriels. Le remplacement des métaux par les polymères et composites s'accélère mais les problèmes de surface restent. Il est plus difficile de projeter un dépôt sur ces substrats hautement thermosensibles que sur leurs prédécesseurs métalliques tout en garantissant des propriétés tribologiques identiques. OUEST COATING a développé plusieurs solutions de métallisation comme la projection de Cuivre par Cold Spray pour l'électronique de puissance. La métallisation et céramisation des composites est un nouveau challenge pour la profession.

Pleins de beaux projets R&D et de futurs développements en perspective pour les années à venir pour le groupe PMG SI et ses partenaires et clients !



© PMG Ouest Coating

# A3TS

## Découvrez nos formations 2023

Avec un catalogue de 58 formations réparties sur 4 domaines de compétences, vous êtes entre de bonnes mains !

Rendez-vous sur [www.a3ts.org](http://www.a3ts.org)



# Visite de LISI AEROSPACE



Rédaction :  
Sandrine BONAFE

Professeur de Sciences  
Physiques et Chimiques  
Appliquées

• Lycée Théophile ROUSSEL

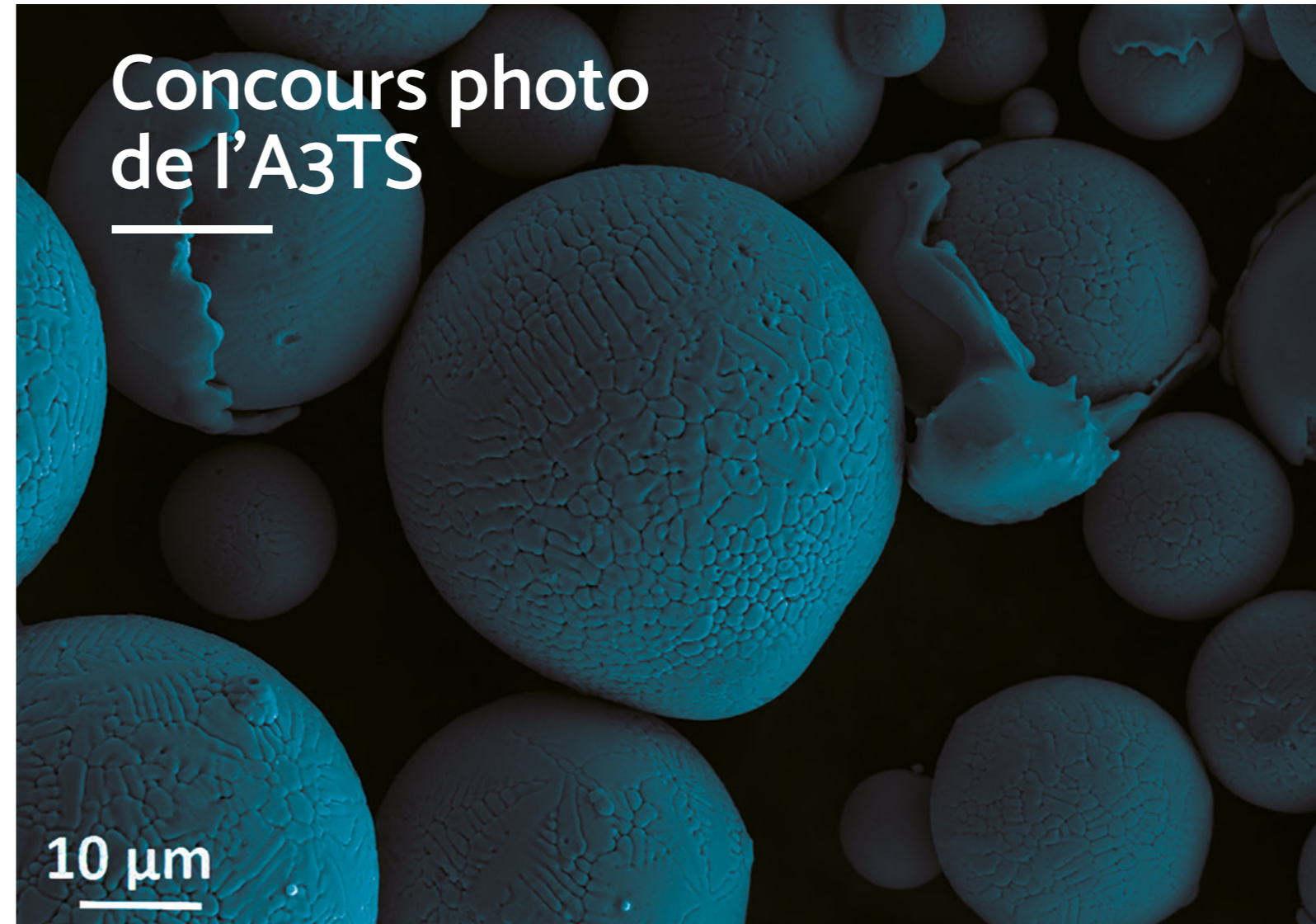
Mercredi 12 octobre 2022, **les élèves du BTS Traitement des Matériaux option Traitements de Surface** du lycée Théophile Roussel ont eu le plaisir de visiter LISI AEROSPACE à Villefranche-de-Rouergue.

Spécialisée dans la fabrication de fixations aéronautiques, cette entreprise leur a permis d'apprécier la conception de vis ou d'écrous destinés aux moteurs d'avions mais aussi de pièces de fixation hautement qualifiées pour les hélicoptères. LISI AEROSPACE est une véritable vitrine du traitement des matériaux car elle dispose de nombreux ateliers tels que les traitements thermiques, de surface, le sablage, les peintures, les dépôts sous vide. Les étudiants ont pu découvrir des outils de production des plus modernes puisque l'entreprise a fini de déménager du centre-ville vers ce nouveau site en 2019. Au fur et à mesure de la visite des Unités Autonomes de Production, les élèves ont pu se rendre compte de l'importance accordée à l'Hygiène Sécurité Environnement.

Les nombreux laboratoires et postes de contrôle ont quant à eux montré la recherche permanente de la qualité dans les produits finis. Au final, 40 à 57 millions de pièces sont produites à Villefranche-de-Rouergue et **LISI AEROSPACE se positionne 3ème leader mondial** dans la fabrication de fixations aéronautiques.

Un grand merci à Sébastien Fernandez, coordonnateur qualité aussi qu'à Olivier Martin, responsable des traitements de surface qui ont assuré la visite et enfin à l'A3TS, qui a financé une partie de la sortie scolaire. Nul doute que cette visite restera dans les esprits des étudiants et les aidera à mieux cerner les traitements des matériaux en lien avec les contraintes industrielles.

# Concours photo de l'A3TS



Poudre atomisée d'alliage à haute entropie © Institut de Chimie et des Matériaux

L'A3TS organise un concours de photos, ouvert à tous les élèves et étudiants des filières de formation traitement thermique et traitement de surfaces sous la supervision pour 2023 de Frédéric Meunier (A3TS - industriel Oerlikon) et Fabrice Turpin (A3TS - Enseignant Traitement des matériaux).

Pour l'année 2023, le thème retenu est : « **Le traitement des matériaux vu sous l'œil du microscope** ». Le concours est ouvert jusqu'au 7 avril 2023.

Une récompense sera attribuée aux auteurs du cliché sélectionné dans les catégories suivantes :

- Lauréat du concours « 1er Prix »
- Prix de l'esthétique
- Prix de la technicité
- Prix de l'originalité et innovation
- Prix de la communication

L'établissement d'origine du lauréat recevra un chèque ou une dotation matérielle de la part de l'A3TS. Dans le cas d'un premier prix remporté à titre individuel, la récompense sera une invitation au Congrès A3TS « tous frais payés » et le lauréat recevra un accueil privilégié au sein de l'équipe A3TS.

## Concours photo

Plus d'informations sur  
<https://www.a3ts.org/actualites/concours-photo-a3ts-2022-2023>



# La vie des entreprises

**SAFRAN** l'équipementier aéronautique (Paris, 75 ; 76.800 collab. ; 15,3Mds€ de CA 2021) entre en négociations exclusives avec Thales (Courbevoie, 92 ; 81.000 collab. ; 16,2Mds€ de CA 2021), groupe d'électronique spécialisé dans l'aérospatiale, en vue d'acquiescer son activité de systèmes électriques aéronautiques. Cette branche emploie près de 600 collaborateurs et a réalisé en 2021 un chiffre d'affaires de 124M€. Ce projet d'acquisition comprend, en France, les sociétés **Thales Avionics Electrical Systems** et **Thales Avionics Electrical Motors**, implantées sur les sites de Chatou (78), Meru (60), et Conflans-Sainte-Honorine (78), ainsi que les activités de support et de production pour les équipements électriques aéronautiques implantées à Orlando (États-Unis) et à Singapour.

**Mithieux Metal Protect** (Chambéry, 73) Spécialisée dans l'application et la conception de solutions pour la protection anti-corrosion, développe son positionnement dans l'industrie du traitement de surface sur des marchés à forte technicité pour l'industrie automobile. Son projet «E Volution 2», consiste à développer et à industrialiser une nouvelle génération de revêtement innovant, économique et écologique à base d'un alliage d'étain et de zinc, combinant des propriétés de haute tenue à la corrosion et de conductibilité électrique pour des pièces mécaniques métalliques en grande série, pour la filière des véhicules électriques et hybrides.

**AET Group** Composée des sociétés AET Technologies, Pyrox Thermique Matériaux et Aloxtex, (54 personnes ; CA 11,5M€ ; Grenoble, 38) conçoit, fabrique et commercialise des fours pour les industriels et les laboratoires. Il vient de rassembler toutes ses équipes à Grenoble.

**EWELLIX** Inventeur et leader mondial sur le marché des vis à rouleaux, prévoit 7 M€ d'investissements à Chambéry (73), pour moderniser son site industriel et le rendre encore plus compétitif. Il s'agira d'installer un nouveau centre de traitement thermique automatisé, de continuer la robotisation des lignes de production et de réaliser la rénovation thermique des bâtiments. Ewellix est en passe d'entrer dans le giron du groupe allemand Schaeffler, un équipementier automobile et industriel.

**Aalberts Surface Technologies** (Plaisir, 78), spécialiste des traitements de surface, a obtenu un permis de construire le 2 août 2022 en vue de créer 896m<sup>2</sup> de bureaux et 1.050m<sup>2</sup> d'entrepôts 4 rue du Marchois à Villers-Cotterêts (02).

**FORVIA** L'équipementier automobile (ex-Faurecia) de Bains-sur-Oust (35 - 300 collaborateurs), spécialisé dans le plastique, ne produira plus les panneaux de portières à l'horizon 2024-2025 pour le successeur du C5 Aircross. Stellantis aurait choisi en lieu et place l'entreprise **GMD** de Châteauroux (36 - Eurocast Châteauroux), spécialisée dans la fonderie d'aluminium sous pression, l'usinage et l'assemblage ainsi que dans la production de composants moteurs et de boîtes de vitesses brutes ou usinées.

**ALSTOM** Le site de Reichshoffen (67 700 salariés), spécialisé dans la conception et la construction de trains régionaux est, depuis le 1er août 2022 la propriété du constructeur ferroviaire espagnol CAF. Petit bonus, mais ce n'est qu'une rumeur, Reichshoffen pourrait se voir à nouveau confier la construction de tramways, CAF ayant remporté l'appel d'offres de la Métropole de Montpellier (34) pour la construction de 77 rames.



**APERAM** investit (40 M€) à Gueugnon (Saône et Loire) un nouveau laminoir à froid et une nouvelle ligne de recuit brillant d'inco. L'usine APERAM de Gueugnon est spécialisée dans les tôles d'inco de faible épaisseur pour les marchés de l'électroménager et de l'automobile. L'usine APERAM de Pont-de-Roide (Doubs), spécialisée dans des tôles plus fines, a vu son plan d'investissement passer à 10 M€ pour viser des marchés à haute valeur ajoutée (Hydrogène, Connecticut des réseaux).

**MECALOIRE** (Saint-Etienne, 42) est le cluster de la filière mécanique et métallurgique du territoire ligérien. A l'occasion de son assemblée générale du 23 juin 2022, l'organisme a nommé Baptiste Autin, de l'entreprise Orem Astre (Vaulx-en-Velin, 69), en tant que président. Il succède à Christophe Rosenstiel.

**CLECIM** l'équipementier sidérurgique, basé à Savigneux (Loire), fabricant de laminoir et de ligne de parachèvement de tôles et bobines rebondit après sa reprise par le fonds d'investissement allemand MUTARES. Portée par une stratégie d'innovation, cette société née en 1982 de la fusion de CLESID et SECIM (ex-Creusot-Loire) puis passée ensuite sous le contrôle de VAI, Siemens, Mitsubishi, renoue avec la croissance en proposant aussi ses machines en dehors de son marché historique sidérurgique (Automobile, défense, construction). CLECIM a notamment mis sur le marché une solution de contrôle des défauts des aciers plats, le **SIAS Deeplearning**, combinant caméras et intelligence artificielle.

La deeptech **Sintermat**, installée à Montbard (Cote d'Or) a bouclé un financement de 6 millions € pour industrialiser la technologie de frittage SPS (Spark Plasma Sintering ou frittage flash). Ce procédé se distingue du frittage classique par le passage d'un courant dans l'outillage et se caractérise par une consommation d'énergie trois à cinq fois moindre. Sintermat compte une cinquantaine de clients dans l'aéronautique, la défense, l'outillage, le luxe, le packaging.

La consolidation de la filière aéronautique se poursuit.

**MECACHROME** a bouclé le rachat du sous-traitant aéronautique **We Are Group** (né du rachat des sociétés Chatal et Espace en Loire Atlantique par FARELLA en 2016), est devenu le premier fabricant français de pièces aéronautiques et intègre le TOP 5 européen. L'entreprise a recruté 300 personnes en 2022 grâce à l'apprentissage et à des dispositifs d'insertion des chômeurs. L'aéronautique représente 70% de l'activité du groupe MECACHROME, les autres marchés servis étant le spatial, la défense, l'automobile de sport. Le chiffre d'affaires annuel du nouveau MECACHROME atteint 450 millions. Plus récemment, MECACHROME a acquis la majorité du capital de **ROSSI AERO**, à Castelnau d'Estrétefonds (Haute Garonne), fabricant de pièces de dernière minute et en petites séries.

Le groupe **SAFRAN** a inauguré un nouveau site dédié à la fabrication additive au Haillan, près de Bordeaux : sur ce site **SAFRAN ADDITIVE MANUFACTURING CAMPUS**, le groupe a réuni ses compétences en matière de fabrication additive et vise à livrer 8000 pièces par an.

**PUNCH POWERGLIDE** L'équipementier automobile, filiale du groupe belge PUNCH MOTIVE INTERNATIONAL, a investi 50 millions € dans son usine de Strasbourg pour produire une nouvelle boîte de vitesses et a annoncé un nouveau projet de 40 millions € pour la fabrication à échéance 2024 de pignons et d'arbres électriques dans le cadre d'un contrat avec une co-entreprise de STELLANTIS et NIDEC. A long terme, le groupe vise les mobilités électriques et hydrogène.

Le spécialiste du traitement de surface et de peinture de pièces d'avion **MECAPROTEC** basé à Muret (Haute Garonne) acquiert les actifs de **Metal Chrome** (basé

à Rochefort). Le groupe MECAPROTEC emploie 1040 personnes dont 630 en France. Avec cette acquisition (4 sites) le groupe exploitera treize sites de production. Le groupe dispose d'un centre RetD de 25 personnes et étudie avec les avionneurs les solutions sans chrome qui deviendront obligatoires à partir de 2024 pour les traitements de surface et les peintures.

**TENNECO** à Orléans, l'usine de soupapes de moteurs thermiques et de poussoirs, produisant pour STELLANTIS, RENAULT, BMW ferme ses portes, en raison selon son propriétaire de la baisse du marché des voitures neuves et de la concurrence chinoise et indienne. La fabrication sera délocalisée en République tchèque, en Thaïlande et en Alsace.

**SAFRAN** a pris pour la première fois le titre de champion de France des brevets, dépassant d'une courte tête **STELLANTIS**. Les autres déposants de brevets (dans l'ordre) : VALEO, CEA, RENAULT, CNRS, AIRBUS.

A Toulouse, **Universal Hydrogen**, cofondé en 2020 en Californie par l'ancien directeur technique d'AIRBUS Paul Eremenko, a inauguré un atelier pour convertir des avions ATR à l'hydrogène. Les turbopropulseurs des avions seront remplacés par des moteurs électriques alimentés par des piles à combustible. La solution développée pour le stockage d'hydrogène consiste en des réservoirs amovibles d'hydrogène liquide ou gazeux.

**L'Association Française du Titane** annonce son arrivée en région Auvergne Rhône Alpes. L'Association regroupe aujourd'hui 40 structures adhérentes (entreprises et institutions académiques) et a pour vocation de promouvoir l'utilisation et la mise en œuvre du Titane. La région Auvergne Rhône Alpes, sensible aux enjeux de souveraineté nationale et au soutien du tissu industriel local, a décidé de soutenir l'association et son action en région. L'Association a tenu ses journées technologiques annuelles une dernière fois à Nantes les 4 et 5 octobre sur le thème : Le Titane au service de la transition énergétique. Communication et modalités d'adhésion disponibles sur le site de l'Association : <https://www.titane.asso.fr/>





# Ils nous ont quitté



**Nadia Vialas**, membre du Conseil d'administration de l'A3TS et Responsable Matériaux et Procédés Spéciaux – Liebherr Aerospace Toulouse

Nadia nous a quitté fin juillet, rapidement, brutalement. Elle était extraordinaire, toujours souriante, de bonne humeur, prête à vous aider, sans jamais se plaindre, la collègue, l'amie que l'on rêve d'avoir. La maladie l'a rattrapée et n'a pas voulu la lâcher. Elle a mené un combat du premier au dernier jour, sans perdre espoir, elle voulait « VIVRE », pour sa famille, pour ne pas lâcher sa fille chérie, mais le « crabe » a eu le dernier mot. Elle me manque et nous manque à tous. On ne t'oubliera pas NADIA.

Claude ROSSIGNOL

Nadia Vialas nous a malheureusement quitté le 27 juillet 2022 à Toulouse, à l'âge de 45 ans. Elle était née à St Gaudens (31) le 30 mai 1977. Elle avait obtenu en 2004 un Doctorat en Science et Génie des Matériaux au sein du CIRIMAT - ENSIA-CET - INP de Toulouse. Le thème de sa thèse était : "Etude de la détérioration par oxydation haute température et inter-diffusion de systèmes revêtements / superalliages pour aubes de turbine à gaz – prévision de la durée de vie". Elle était devenue une vraie spécialiste de la protection des aubes de turbine à gaz par revêtement, notamment des dépôts réalisés par projection thermique.

En 2005, elle sera lauréate du prix Bodycote / SF2M, pour ces travaux originaux réalisés lors de sa thèse.

Début avril 2006, elle entre dans mon équipe de Recherche et Développement de Bodycote (DDT : Direction du Développement Technologique) comme cadre avec fonction d'ingénieur développement procédé et application. Elle sera affectée à des projets de R&D portant sur la projection thermique HVOF ou plasma, de divers revêtements adaptés au secteur aéronautique, sur notre site d'Ambazac (87), proche de Limoges. Elle aura aussi des actions sur d'autres revêtements innovants : dépôts colorés par pigmentation pour le secteur du luxe, dépôts particuliers adaptés à des électrodes utilisées pour l'élaboration d'aluminium liquide, dépôts multifonctionnels à base de lubrifiants solides, mise en place d'un nouveau dispositif de diagnostic en ligne par système laser pour piloter certains paramètres de projection thermique hypersonique HVOF.

Outre ces compétences techniques indiscutables, Nadia avait de très nombreuses qualités : agréable, sérieuse, fiable, consciencieuse, réfléchie, dynamique, qui a le souci de la qualité et du travail bien fait, elle était aussi très organisée et persévérante.

Elle restera chez Bodycote jusqu'en août 2008, puis retournera vers sa région Toulousaine afin de se rapprocher de sa famille et de poursuivre sa carrière.

Nous n'oublierons jamais Nadia. Qu'elle repose en paix.

Patrick JACQUOT  
Directeur Technique, BODYCOTE

**Jacques Curé**, l'un des premiers membres du Conseil d'administration de l'A3TS.

Originaire de la Lorraine, pays sidérurgique des maîtres de forges, Jacques Curé a terminé ses études à la Faculté des sciences de Paris où il a obtenu une licence de chimie. Après ses études, il fut nommé professeur de chimie au Lycée Technique Diderot à Paris. Intéressé par la métallurgie, il enseignera cette matière aux classes de BTS des spécialités de la mécanique et des micromécaniques.

Dès la fin des années 60, il est associé au projet de création d'une association regroupant des ingénieurs et des praticiens du traitement thermique. Il est l'un des membres du premier conseil d'administration de cette association qui prend le nom d'Association Technique de Traitement Thermique.

Avec Jean Bourel, il en assure les premières actions de formation continue, qui permettaient à l'association de financer son existence et son développement.

A la même époque, il participe au lancement d'une revue Traitement Thermique, issue de cette association, en y publiant ses fiches de travaux pratiques de métallurgie appliquée. Il restera membre du comité de rédaction jusqu'en 1985.

Avec les encouragements et l'aide de ses collègues de l'ATTT, il propose à son administration du Lycée Diderot la création d'un BTS Traitement Thermique, qui voit le jour en 1971.

Dès 1980, il est nommé à la Cour d'Appel de Paris en qualité d'expert judiciaire dans la spécialité Métallurgie, Grosse Mécanique. Il traitera plus de 3000 dossiers, dont celui de l'Alexander L. Kielland, plate-forme pétrolière en mer du Nord qui se retourna en 1980, l'Erika, AZF Toulouse, CLIMADEF, les câbles de la Tour Eiffel, ceux du Pic du Midi, le tunnel sous la Manche... Aucun de ses dossiers ne furent l'objet de contestation, signe de sa grande connaissance et de sa capacité à gérer les dossiers techniques.

Ses obsèques ont été célébrées à Cannes, le 29 mars 2022.

Philippe CAZENAVE



**Claude (Pierre Louis) BOURDIL**, nous a quitté le 20 janvier 2022 à Sartrouville (78) à l'âge de 83 ans.

Il était né à Bordeaux, le 5 décembre 1938. Était membre de longue date de l'A3TS (au moins depuis 1984).

Dès 1984, il était Ingénieur commercial à EDF à Paris, au service commercial national, direction de la production et du transport. En 1998, il était cadre commercial chez EDF au service commercial du service industrie. En 2006, il créait la société Equilibre à Sartrouville. Il soutint une thèse de doctorat en sciences appliquées, à Orléans en 1996 sur le thème : "Renforcement électrique de la combustion, équilibres et températures théoriques : application pratique aux électro-brûleurs". Il étudia notamment les processus thermodynamiques de la physico-chimie de la combustion appliqués aux électro-brûleurs et mit au point une méthode automatisée de calcul des équilibres et des températures adiabatiques de combustion. Les applications envisagées furent diverses, comme la vitrification des déchets hospitaliers (brevet Fr 9204163 – 1992), la combustion des

gaz pauvres, la combustion sans oxydation, la combustion des biogaz, etc. Claude Bourdil est plus connu dans le secteur du traitement thermique, pour avoir travaillé sur les atmosphères de traitement thermique, notamment les atmosphères endothermiques contrôlées, générées à partir des gaz naturels de réseaux ou à l'aide des gaz de pétrole liquéfiés et produites à l'aide de générateurs à chauffage électrique. Il collabora avec la société Serthel sur ce sujet.

Quelques Publications :

- "Les atmosphères endothermiques produites à l'aide de générateurs à chauffage électrique".
- "Les atmosphères de traitement thermique", Association Technique de l'Industrie du Gaz en France, Collection des techniques gazières, Société du Journal des usines à gaz, Paris, 1981, 105 pages

Patrick JACQUOT  
Directeur Technique, BODYCOTE



# Agenda

Retrouvez toutes les actualités sur [www.a3ts.org](http://www.a3ts.org)



30 nov. et 1<sup>er</sup> déc. 2022 - Colmar, Espace Auguste

## Les 4<sup>èmes</sup> journées - Traitements et parachèvements de pièces issues de fabrication additive

Cette 4<sup>ème</sup> édition des journées rassemblera industriels, chercheurs et experts pour débattre autour des thèmes suivants : quels traitements thermiques dans la masse et quels traitements de finition de surface peuvent garantir les propriétés requises (caractéristiques métallurgiques, propriétés mécaniques, rugosité de surface, aptitude aux revêtements, aspect de surface, etc.) dans les différents domaines d'application : aéronautique, spatial, naval, automobile, ferroviaire, énergie, mécanique, médical, luxe, ...

Inscriptions sur [www.a3ts.org](http://www.a3ts.org)

16 mars 2023 - Molsheim

## La peinture dans tous ses états

Cette journée de conférences et d'échanges cherchera à proposer une vision globale des possibilités de traitements par peinture pour une bonne tenue des systèmes complets, avec des conférences qui porteront sur les procédés comme sur les contrôles et caractérisations pour répondre aux exigences toujours plus sévères des donneurs d'ordre.

Informations sur [www.a3ts.org](http://www.a3ts.org)

5 et 6 juillet 2023, Mulhouse

## 49<sup>ème</sup> Congrès et Salon A3TS

Industriels des filières de l'Aéronautique, de l'Automobile, des Transports, de l'Énergie, des Industries Mécaniques, de la Défense, etc. Venez rencontrer les fournisseurs spécialisés dans les produits et les services pour les traitements thermiques et les traitements de surface. Assistez à plus de 50 conférences scientifiques et technologiques données par des experts et industriels reconnus !

Informations sur [www.a3ts.org](http://www.a3ts.org)



13 avril 2023 - Mons, Belgique

## Journée technique organisée par la section A3TS France-Nord Belgique

Informations à venir sur [www.a3ts.org](http://www.a3ts.org)

11 mai 2023 - Anvers, Belgique

## Journées organisée par la section A3TS France-Nord Belgique et la VWT

Informations à venir sur [www.a3ts.org](http://www.a3ts.org)

29 mai au 31 mai 2023 - Gênes, Italie

## ECHT 2023

ECHT 2023 will cover all relevant topics for the Heat Treatment & Surface Engineering community. The Conference will have a special focus on SUSTAINABILITY! Sustainability, with its three pillars - environmental, economic and social dimensions - is playing a keyrole to address the ongoing and future challenges. The metallurgical and mechanical industry are leading the way in creating a healthy development model for the environment and for the future generations. Presentations and papers from Industry, University and Research Centres on the topic will encourage the discussion and increase awareness on the matter.

Call for papers and information : [www.a3ts.org](http://www.a3ts.org)

6 et 7 décembre 2023 - Pau, Palais Baumont

## Journées Projection thermique

Informations à venir sur [www.a3ts.org](http://www.a3ts.org)

# 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 et Salon annuel, 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 (captations vidéos des évènements, actualités scientifiques, ...)
- ✓ Notre communauté scientifique et technique

Plus d'information, suivez-nous !

[www.A3TS.org](http://www.A3TS.org)







## **FLUIDES POUR LE TRAITEMENT THERMIQUE**

ENGAGÉS POUR UNE PERFORMANCE RESPONSABLE

### **CONDAT vous propose des polymères et des huiles de trempe très performantes :**

- Moins de toxicité : teneurs en soufre et HAP diminuées
- Réduction du risque d'incendie : point éclair augmenté
- Surfaces propres des pièces trempées
- Respect de l'environnement et des opérateurs

