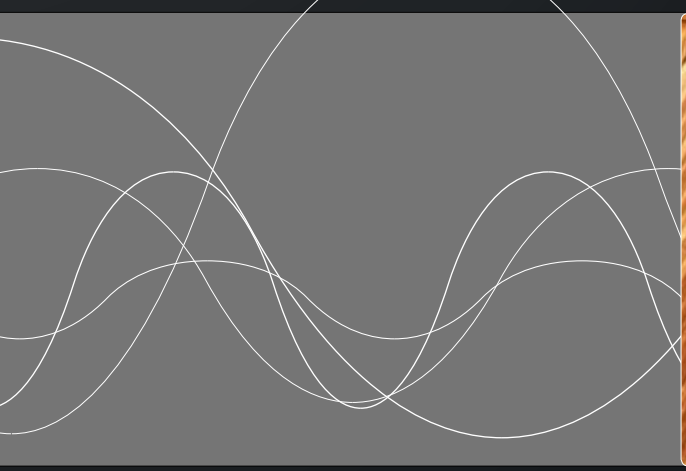
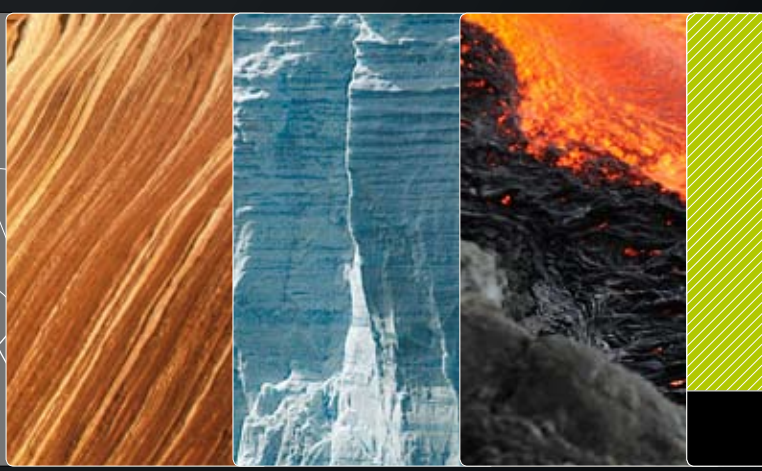
hef r&d

créativité
technologogie
industrie





Recherche et développement
en tribologie et ingénierie des surfaces

Présentation du groupe P04-05

La tribologie

Approche générale P06-07
Zoom et cas concrets P08-09

Couches minces et sources plasma

Approche générale P10-11
Zoom et cas concrets P12-15

Couches de diffusion et liquides ioniques

Approche générale P16-17
Zoom et cas concrets P18-19

L'ingénierie des surfaces

La surface d'un objet n'est pas une simple limite statique ou une frontière stable. C'est avant tout une zone dynamique où les réactions chimiques sont les plus importantes et où les contraintes mécaniques ou thermiques sont les plus fortes.

La surface assure de multiples fonctions critiques. Ainsi notre peau nous protège des agressions chimiques, régule nos échanges thermiques, réagit à l'exposition au soleil, nous sert de capteur.

HEF R&D s'est spécialisée sur l'ingénierie des surfaces. Nous travaillons en partenariat sur les derniers microns des matériaux pour garantir de façon durable leurs fonctionnalités ou pour en inventer de nouvelles.

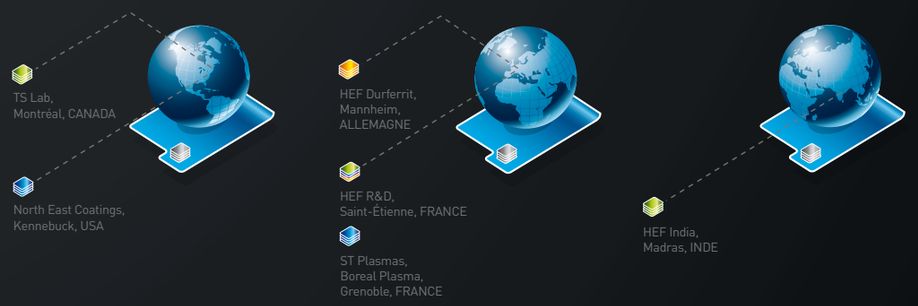
HEF R&D

Un partenaire industriel pour vous aider à innover

HEF R&D est une société de recherche sous contrat dédiée à l'ingénierie des surfaces. Nous étudions les propriétés des surfaces, nous les améliorons en leur donnant de nouvelles fonctions et nous développons des solutions industrielles. HEF R&D s'appuie pour cela sur 3 compétences clés : la tribologie, les couches minces et sources plasma, les couches de diffusion et milieux liquides ioniques.

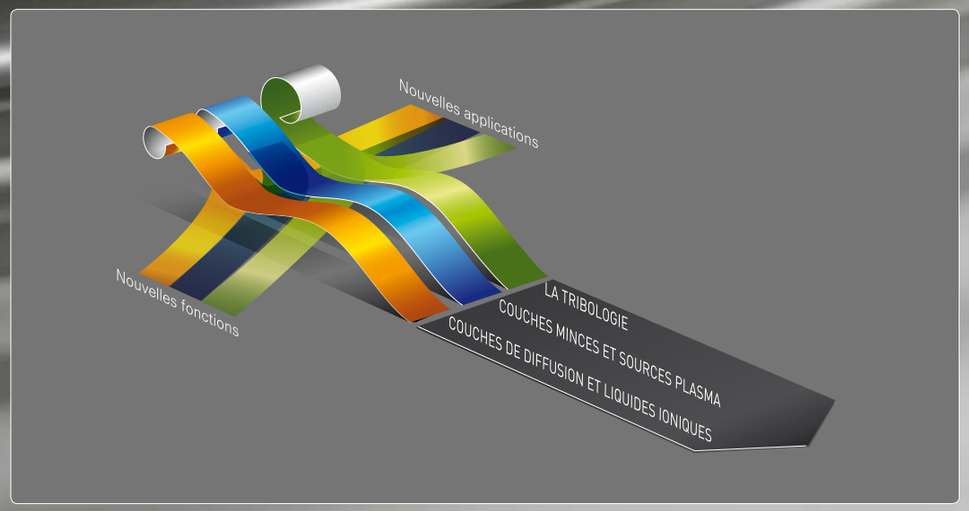
Les problématiques sur lesquelles nous travaillons se distinguent par leur diversité. De la création de propriétés antibactériennes sur les textiles à des revêtements assurant un faible frottement dans le vide spatial en passant par l'étude de la fiabilité des turbos automobiles, notre savoir-faire s'applique pratiquement partout dans l'industrie.

Notre objectif est d'être votre partenaire industriel pour innover sur les surfaces de vos produits et vos systèmes. Plusieurs niveaux de collaboration sont possibles. De laboratoire d'essais et centre d'expertise, nous pouvons également participer à des programmes de recherche nationaux ou européens ou encore intégrer vos équipes pour co-développer un nouveau produit, voire créer des sociétés communes.



HEF R&D rassemble 70 personnes dans les différents centres de recherche du groupe HEF en France, en Allemagne, en Amérique du Nord et en Inde. En 2008 le groupe réunissait 1200 personnes pour 130 M€ de chiffre d'affaires sur 40 sites industriels dans 18 pays.

3 ACTIVITÉS SPÉCIALISÉES



01

La tribologie

Des solutions aux problèmes d'usure et de frottement

La recherche en tribologie est à l'origine du groupe HEF. Nous avons une expérience de plus de 2 500 études dans des industries aussi variées que l'automobile, l'aéronautique, l'énergie ou les biens de grandes consommation. Les sujets sont très proches de la vie quotidienne comme le frottement efficace de votre éponge où au contraire très exceptionnels comme l'usure des système antisismiques.

Notre démarche est industrielle et appliquée. Nous pouvons intervenir comme expert dans des situations d'urgence où les problèmes d'usure et de frottement mettent en défaut l'ensemble du système. Nous menons également des études plus long terme pour développer vos futurs produits ou des missions de conseil et d'accompagnement des ingénieries.

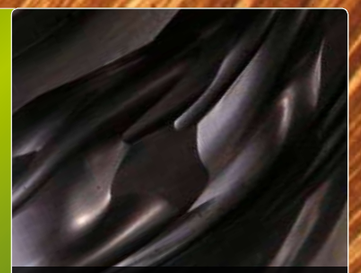
Notre approche expérimentale est de développer des bancs d'essais à l'échelle la plus adéquate afin d'être suffisamment représentatif de votre système tout en limitant les coûts. Nous disposons pour cela de plus de 25 plateformes pouvant être adaptées aux différents types de contact.

Nos domaines particuliers d'excellence

- Fretting corrosion
- Érosion
- Frottement à chaud
- Interaction lubrification / rugosité
- Fatigue de surface des couches minces
- Très bas coefficients de frottement

Qu'est-ce que la tribologie ?

Le mot tribologie, construit à partir des racines grecques tribein (frotter) et logos (discours, étude) désigne la science qui étudie les phénomènes susceptibles de se produire entre deux systèmes matériels en contact, immobiles ou animés de mouvements relatifs. Il recouvre, entre autres, tous les domaines du frottement, de l'usure et de la lubrification.



Dureté de l'inox

250 Hv

Dureté de la roche

300 Hv

Quelques exemples de partenariats et de développements...

Automobile

Le système axe / galet / came nécessite une conception particulièrement robuste pour garantir la durée de vie demandée à un moteur poids lourd. HEF R&D a aidé VOLVO TRUCKS à comprendre par calcul et expériences les différents régimes de lubrification et de frottement apparaissant sur cette partie de la culbuterie.

Aéronautique

Le fretting est un phénomène d'usure du à des vibrations à faible débattement. On le retrouve entre autres dans les moteurs d'avion.

HEF R&D a développé des bancs d'essais spécifiques pour SNECMA (groupe SAFRAN) afin d'étudier le phénomène et dégager les futures solutions en terme de matériaux et de traitement de surface.

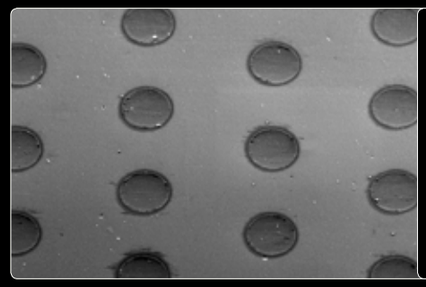
Energie

ALSTOM HYDRO souhaitait optimiser leur guide de sélection de matériaux, notamment en terme de coefficient de frottement, sur les paliers utilisés dans les turbines hydroélectriques. HEF R&D a qualifié l'ensemble des matériaux sur un banc adapté afin de fournir à l'ingénierie des données de dimensionnement fiables.

Autres industries

HEF R&D aide la société CARMAT dans le développement d'un cœur artificiel entièrement implantable et autonome. L'objectif d'HEF est d'optimiser le comportement tribologique de ce système afin de garantir sa fiabilité. Ce partenariat a donné lieu à la mise en place d'un laboratoire dédié dans les locaux d'HEF R&D.

Zoom sur...



LA MICROTEXTURATION*

HEF R&D travaille sur la réduction des frottements dans les moteurs afin de limiter leur consommation de carburant. Une technologie développée pour ces applications tribologiques par HEF est la micro-texturation des surfaces par laser.
Les milliers de trous par cm^2, précis à quelques dizaines de nanomètres, sur les poussoirs de soupape permettent de gagner 1 g de CO_2 par kilomètre parcouru.

LA FORMATION

HEF R&D propose des modules de formation sur la tribologie et les traitements de surface à destination des ingénieries. L'objectif est de sensibiliser les équipes à ces problématiques et de donner les notions et réflexes de base pour s'orienter dans les différentes solutions possibles. Ces modules peuvent être dispensés directement dans vos locaux.

* Technologie faisant l'objet de brevets

02

Couches minces et sources plasma

Des solutions pour les problèmes de frottement et plus encore...

Si historiquement HEF a développé les couches minces pour résoudre des problèmes de frottement, nous nous sommes depuis intéressés à d'autres secteurs. Les domaines d'application de ces technologies sont en effet extrêmement vastes et ne cessent de s'étendre. De l'industrie du verre plat travaillant à l'échelle du million de métres carré produits annuellement aux applications sur de grands instruments scientifiques aux besoins ponctuels et pointus, les technologies de couches minces peuvent apporter aux surfaces des fonctions très variées.

HEF R&D travaille sur 4 thématiques, à savoir les sources plasma, les équipements, les procédés et les matériaux. Nous disposons d'une quinzaine de machines équipées avec un large spectre de technologies (sources Micro-Ondes, Pulvérisation magnétron, Arc, RF....). Par ailleurs, grâce à la plateforme ISIS commune avec le CEA, nous pouvons développer et valider des procédés jusqu'à l'échelle pilote en réalisant des pré-séries ou des démonstrateurs.

Nos domaines particuliers d'excellence

- Couches minces à vocation tribologique
- Couches minces à base de carbone (DLC...)
- Sources micro-ondes et assistance ionique
- PECVD, Pulvérisation cathodique, évaporation par arc

Qu'est-ce que les dépôts de couches minces ?

Les couches minces ou dépôts sous vide sont des revêtements réalisé à basse pression (entre 10^{-4} et 1 mbar) et d'une épaisseur typique comprise entre 10 nm et 10 µm. Les plasmas constituent une source d'énergie classique à ces pressions en servant notamment à arracher les atomes d'une cible (Physical Vapor Deposition - PVD) où à craquer les précurseurs gazeux (Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition - PECVD).

Ces techniques permettent d'obtenir des matériaux très variés comme des alliages, des oxydes, de nitrures, des carbures, des verres, des matériaux à base de carbone (Diamond Like Carbon – DLC) ou à base de silicium. La microstructure ou la densité des couches peuvent être modulées en fonction des conditions du procédé. Il est également facile de réaliser des empilements de couches.

Épaisseur de la couche

10 µm

Épaisseur de la banquise

60 m

À quoi servent les sources plasma ?

Les plasmas constituent une source d'énergie classique à ces pressions en servant notamment à arracher les atomes d'une cible (Physical Vapor Deposition - PVD) où à craquer les précurseurs gazeux (Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition - PECVD).

Densité électronique élevée

10^{14} e^-/cm^3

Densité électronique faible

2.10^6 e^-/cm^3

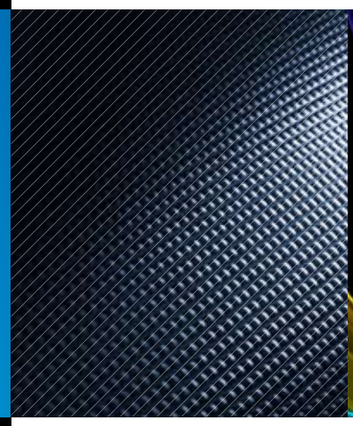
Quelques exemples de partenariats et de développements...

Des DLC pour réduire les frottements dans les moteurs

Les revêtements Diamond Like Carbon développés spécialement par HEF R&D pour les applications de culbuterie permettent d'abaisser le coefficient de frottement de ces pièces de 30% en moyenne. Ces quelques microns de carbone réduisent ainsi les émissions de CO_2 de 1 g/km sur un véhicule courant.

Des rétroviseurs tout plastique

Nous avons co-développé avec la société VISIOCORP (Groupe Samvardhana Motherson) la technologie de rétroviseurs automobile tout plastiques. L'objectif a été de remplacer le verre par une pièce plastique injectée intégrant une surface réfléchissante et une surface chauffante afin de gagner en terme de masse, de taille, de sécurité et de liberté de design.



Quelques exemples de partenariats et de développements...

Des microbatteries*

HEF R&D a une expérience de plus de 15 ans sur les couches minces pour les applications électrochimiques. En particulier HEF R&D a développé des microbatteries* d'une épaisseur totale de l'ordre de 20 µm. En faisant appel à un large panel de technologies nous avons réalisé ce système composé de 7 couches.

Des revêtements pour une sonde spatiale

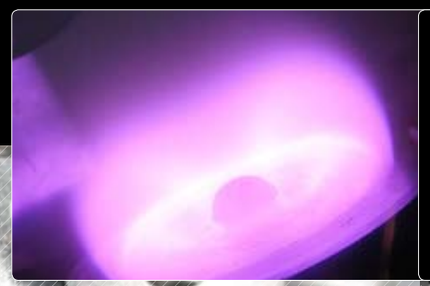
La mission ExoMars enverra sur Mars un rover capable d'explorer la surface de la planète. HEF R&D a développé le revêtement de l'antenne sismique. Elle est recouverte d'un alliage métallique dont l'épaisseur croît le long des 30 mètres de la bande.

* Technologie faisant l'objet de brevets

Zoom sur...

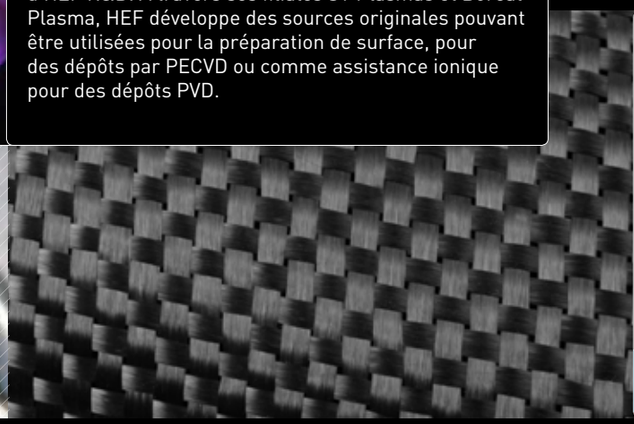
LA PLATEFORME DE DÉVELOPPEMENT ISIS

ISIS est une plateforme fondée par HEF et le CEA dont l'objectif est de mettre à la disposition des industriels un outil de recherche et de validation technique et économique des procédés de couches minces à échelle pilote. Les programmes peuvent être menés par des équipes CEA, HEF ou par des équipes clientes venant travailler sur place. La plateforme est organisée autour de machines principales de grandes tailles ou de haute productivité soutenues par des machines de développement de plus petite taille.



LES TECHNOLOGIES MICRO ONDES*

Les technologies de production de plasmas par Micro-Ondes* sont l'un des domaines d'excellence d'HEF R&D. A travers ses filiales ST Plasmas et Boréal Plasma, HEF développe des sources originales pouvant être utilisées pour la préparation de surface, pour des dépôts par PECVD ou comme assistance ionique pour des dépôts PVD.



* Technologie faisant l'objet de brevets

03

Couches de diffusion et liquides ioniques

Des solutions pour
les traitements de surface

La légitimité du groupe HEF sur les couches de diffusion et les liquides ioniques est assurée par sa place de leader mondial pour les traitements de diffusion de type oxynitrocarburation en bains de sels.

HEF R&D développe deux thématiques avec d'une part les liquides ioniques et leurs différentes applications (traitements de surface, transferts thermiques, vulcanisation) et d'autres part les couches de diffusion obtenues par différentes méthodes (sels fondus, plasma).

Pour développer ces différentes technologies HEF R&D s'appuie sur son ingénierie installée à Mannheim et à Saint-Étienne. HEF R&D dispose de 4 bains pilote en nitrocarburation et d'équipements de diffusion plasma ou gazeux.

Nos domaines particuliers d'excellence

- Thermodynamique des milieux liquide ionique
- Diffusion des métalloïdes (carbone, azote, bore...)
- Milieux liquides ioniques caloporteurs

Qu'est-ce qu'un procédé de diffusion en milieu liquide ionique ?

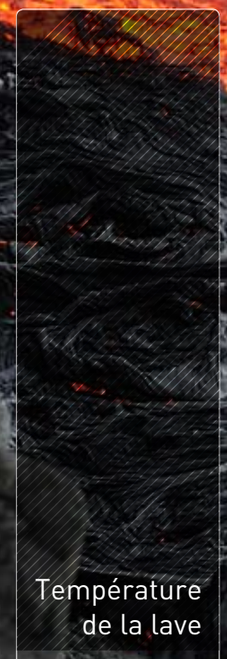
Les procédés de diffusion visent à modifier la surface d'un alliage en faisant diffuser des métalloïdes (azote, carbone, bore...) dans son réseau cristallin. On obtient alors des propriétés de résistance à l'usure et à la corrosion.

Plusieurs technologies comme les liquides ioniques ou les plasmas peuvent être utilisées pour forcer cette diffusion.

Les liquides ioniques utilisés par HEF sont des sels fondus. À partir d'une certaine température, les sels perdent leur ordre cristallin pour devenir liquides. Il existe également des liquides ioniques à température ambiante. Ces milieux ont de nombreuses applications en dehors des traitements de surface, par exemple pour le stockage thermique ou comme électrolyte dans des batteries.

Température du sel

750 °C



Température de la lave

850 °C

Quelques exemples de partenariats et de développements...

La plus grande centrale thermique solaire

Avec 200 ha de réflecteurs installés, Andasol est en 2009 une des plus grandes centrales thermiques du monde utilisant le soleil pour produire de l'électricité. Elle est capable de fonctionner la nuit grâce à un stockage de la chaleur à base de sels fondus. Le système de fusion des sels a été conçu, réalisé et mis en oeuvre par HEF Durferrit.

L'instrumentation des centrales nucléaires

ST Plasmas a conçu pour AREVA NP une machine de nitruration par plasma micro-ondes capable de traiter par tronçon des tubes de grande longueur servant à l'instrumentation des réacteurs nucléaires.

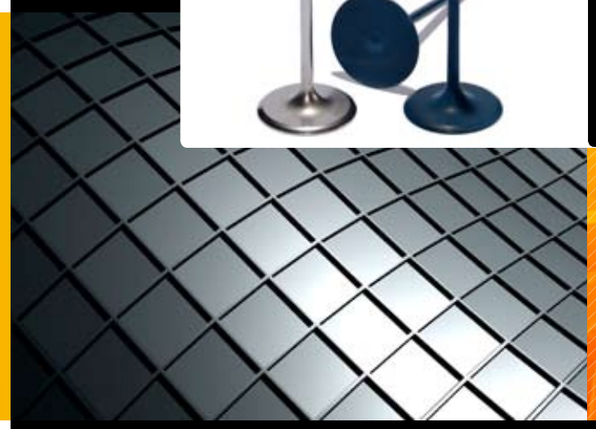
Zoom sur...

L'INDUSTRIE AUTOMOBILE

La nitruration en bains de sels fondus est une technologie clé pour l'industrie automobile. On estime que 95 % des véhicules construits dans le monde utilise au moins une pièce traitée par les techniques* HEF.

LE TRAITEMENT DU TITANE

Les alliages à base de titane sont couramment utilisés dans l'industrie en particulier aéronautique. Ces alliages souffrent d'un mauvais comportement au frottement. La technologie de diffusion contrôlée d'oxygène* permet résoudre certains de ces problèmes.



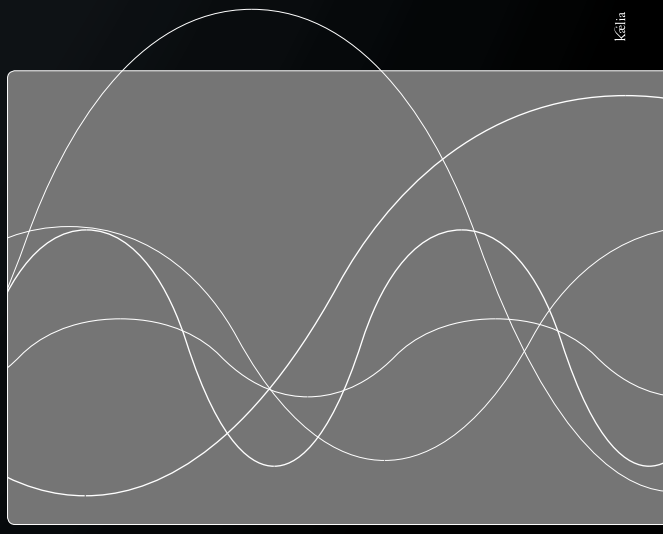
* Technologie faisant l'objet de brevets

hef r&d

ZI Sud
rue Benoît Fourneyron
42166 Andrézieux-Bouthéon Cedex
France

Tél : +33 (0)4 77 55 52 22
Fax : +33 (0)4 77 55 52 21

www.hef.fr



Kelia

Crédit Photo : ALSTOM POWER – AREVA - CARMAT – ESA/M. Pedoussaut – GETTY IMAGES - HEF (HEF / Hervé Chavanne / Matthieu Diers / Frédéric Faverjon / Michel Martin / Louis Mourier) - SNECMA Powerjet –VOLVO