

Projet européen

## ACTECO... ou la technologie « Plasma » pour l'industrie

CABINET 3T

ACTECO est un projet européen de R&D entrant dans le cadre du 6<sup>e</sup> programme-cadre de l'UE. Sa finalité concerne « l'éco-activation de surfaces pour des applications hyper fonctionnalisées » dans les domaines du textile, du médical et de l'alimentation. La réunion de restitution organisée par Centexbel s'est tenue à Gand en Belgique le 7 avril dernier où il a été bien évidemment question des plasmas devant une centaine de participants en provenance d'une quinzaine de pays de l'Union, dont les 26 partenaires du projet comprenant 14 PME complémentaires : fabricants de machines, utilisateurs, centres de recherches et universités, associations professionnelles dont Clubtex.

### Définition d'un plasma

Hubert Rauscher du JRC de Ispra en Italie s'est chargé brièvement de rappeler comment on obtient un plasma et comment on s'en sert. Un plasma, aussi appelé 4<sup>e</sup> état de la matière, est un stade particulier d'un gaz généralement non conducteur de l'électricité qui, soumis à un champ électrique ou électromagnétique relativement faible, s'ionise plus ou moins fortement et devient un fluide très conducteur que l'on appelle plasma et qui résulte, pour abréger, d'une interaction disparate entre les particules ioniques, cationiques, électroniques...

Plusieurs méthodes existent pour la production d'un plasma tout comme il existe des plasmas qui seront fonction des gaz et mélanges de gaz employés (argon, néon, air, oxygène, hydrogène, composés fluorés, carbonés...). Le jargon des scientifiques nous entraînera à évoquer des plasmas DC (à potentiel continu), des plasmas RF (à fréquence radio avec couplage capacitif ou inductif), des plasmas à micro ondes, des plasmas froids, chauds, pulsés, des plasmas à hautes et basses pressions, des atmosphériques...

On conçoit alors qu'il faudra les caractériser et pour se faire on prendra en compte divers critères comme le nombre d'éléments différents présents, leur état de charge, leur densité et ensuite on étudiera l'évolution de ces paramètres, de la température en eV, de leur vitesse. Tout un programme que les acteurs scientifiques de **Acteco** et les constructeurs maîtrisent en reconnaissant toutefois que la science est obligée de faire des simplifications.

Par exemple, un plasma froid n'a que les électrons qui ont été excités sous une faible source d'énergie et comme leur masse est 2 000 fois inférieure à celle d'un ion, leur température est très supérieure à celle des ions et l'énergie nécessaire pour les rendre réactifs est plus basse pour des réactions

European project

## ACTECO... « Plasma » Technology for industrial applications

CABINET 3T

ACTECO is a European R & D project within the 6th EU framework programme. Its aim is to deal with "eco efficient activation for hyper functional surfaces" for applications in Textile, Medical and Food sectors. The presentation day of results organized by Centexbel in GENT in Belgium was held on the 7th of April. Discussions were focused on plasma in front of a hundred attendees coming from 15 EU countries among which the 26 project partners including 14 complementary SME's : machine builders, users, Research Centers, Universities, Professional Trade Unions including CLUBTEX.

### Plasma Definition

Nobody could start this symposium without reminding the audience of plasma science basics. Hubert Rauscher of JRC in Ispra (Italy) undertook to briefly do so and to remind us on how to obtain a plasma and how to use it. A plasma, also called the 4<sup>th</sup> state of matter, is a particular stage of a non conductive gas once subjected to a low electric power or an electromagnetic field is more or less ionized and becomes a very conductive fluid called plasma and, to make a long story short, gives rise to a disparate interaction between ionic, cationic, electronic particles...

There are as many methods for producing a plasma as there are different plasmas depending on the choice of gas and blends to be used (argon, neon, air, oxygen, carbonaceous and fluoridated components...). The scientist jargon will lead us to mention DC plasmas (direct current), RF plasmas (Radio Frequency with inductive or capacitive coupling), micro wave plasmas, cold, hot, pulsed plasmas, high, low, atmospheric plasmas... We can thus understand that they have to be characterized and to do so, some criteria will be taken into account such as the number of different types of present particles, their electrical charge, density, and then we will study how these parameters together with eV temperature and speed evolve. That'll take some doing! and **Acteco** scientists and machinery manufacturers can handle it, even though they admit that science should be streamlined. For example, a cold plasma consists of a collection of electrons stripped from atoms by means of a low energy source and since their weight is 2,000 times lower than that of the ion, their temperature is much higher than that of ions and the energy required to make them react is lower when subjected to further chemical reactions. On the opposite, a hot plasma has energetic ions which will affect its behaviour but they will need more energy to make more plasma.

### Plasma Treatments: Applications and Characterization

There is a lot of applications notably in the field of reactive agent deposition or surface treatment (activation); we will try

essentiellement chimiques ultérieures. Par opposition, un plasma chaud possède des ions énergétiques qui vont influencer le comportement du plasma mais ils utiliseront plus d'énergie pour la création du plasma.

### Traitements Plasmas : applications et caractérisations

Les applications sont très nombreuses, en particulier dans le domaine des dépôts de réactifs ou des traitements de surface (activation), ce que nous allons tenter de cerner.

On distinguera :

- les dépôts chimiques en couche mince et en phase vapeur (CVD ou Chemical Vapor Deposition) ;
- les dépôts physiques en phase vapeur (PVD ou Sputtering) ;
- les vaporisations (spray), la polymérisation ;
- la stérilisation médicale y compris les instruments ;
- la protection des textiles contre les acides à l'aide de plasmas  $C_2F_6/C_2H_4$  ;
- l'adhésion, la gravure, l'implantation en microélectronique ;
- les traitements de surfaces des textiles...

### Caractérisation des surfaces

Le Dr Tran Minh Duc du Laboratoire CPI à Fuveau, France, a caractérisé ces traitements et dépôts en utilisant un certain nombre de techniques comme la mesure de l'énergie de surface par mesure des angles de contact d'une goutte de liquide déposée sur le substrat traité (une notion bien connue de mesure de la mouillabilité en textile) ou encore la mesure quantitative des éléments, la structure moléculaire par la mesure des angles atomiques, la rugosité, les épaisseurs

to define them. We can mention :

- chemical deposition in thin layers and in vapour phase (CVD or Chemical Vapour Deposition)
- physical deposition in vapour phase (Physical Vapour Deposition or Sputtering)
- Spraying, polymerization
- Medical Sterilization including tools
- Textile protection against acid agents owing to  $C_2F_6/C_2H_4$  plasmas
- Adhesion, grafting, micro electronics implantation
- Surface treatment of textiles...etc.

### Surface characterization

Dr Tran Minh Duc of CPI laboratory in Fuveau, France, has characterized these treatments and depositions using some assessment methods for surface energy by measuring the angle of a fluid drop deposited on a treated substrate (a well-known method for assessing textile wettability) or the proportion of particles, the molecular structure by measuring the atomic angles (C-C), roughness, coating thickness, inter facial adhesion...

For example, tensile tests on a coated PET support with a thin layer of SiOx reveal a siloxan fragmentation. Bi-axial PP films (BOPP) for packaging are tested with these methods.

About that, Joachim Schneider of Stuttgart University in Germany has listed the properties required for packaging materials including those for food. Multi functional surfaces are used in most of cases. High frequency (2,45 GHz) and low pressure (10 to 100 Pa) micro wave plasmas seem to be the most relevant to provide these functional properties that an only polymer cannot provide, as for example, a quasi permanent sterilization. Increasingly, we seek properties such as easy printing, recycling, barrier effects

d'enduction, l'adhésion inter faciale... Par exemple, des essais en traction sur un support PET enduit d'une fine couche de SiOx laissent entrevoir une fragmentation du siloxane. Les films bi-axiaux en PP (les BOPP) pour le packaging sont contrôlés par ces méthodes.

### Applications aux produits d'emballage

Joachim Schneider de l'Université de Stuttgart en Allemagne a passé en revue les propriétés requises pour les produits d'emballage, y compris les produits alimentaires. Dans la plupart des cas, on fait appel à une multifonctionnalité de surfaces. Les plasmas micro ondes hautes fréquences (2,45 GHz) à basse pression (10 à 100 Pa) semblent les plus appropriés pour apporter ces fonctionnalités qu'un polymère seul ne peut pas posséder, comme la stérilisation quasi permanente par exemple. On recherche de plus en plus des propriétés d'impression facilitée, de recyclage, d'effets barrière aux gaz sur des films en PE traités avec un plasma CH/CF, d'imperméabilité à l'eau ou au contraire d'absorption accrue qui seront caractérisées par les méthodes précédemment citées, et d'effets barrière aux bactéries *Bacillus* et *Aspergillus Niger*...

### « L'encrassement biologique » des surfaces

Arefi-Khonsari, professeur à l'UPMC de Paris, Laboratoire du génie des procédés plasmas et traitements de surface, et professeur à l'ENSC à Paris, a évoqué « l'encrassement biologique » par des micro-organismes et des protéines sur les surfaces, jusqu'à former un bio film qui s'avère être une complication à long terme pour les implants médicaux et chirurgicaux avec tout ce que cela comporte comme risques et inconvénients pour les patients : surcoût, traitements supplémentaires, douleur... jusqu'au léthal ! Tout commence par une adhésion irréversible des bactéries sur un substrat quelconque pour former, in fine, une matrice extra-cellulaire polymérique appelée « Bio film », auto protectrice des dites bactéries, même envers la batterie d'antibiotiques à notre disposition. Le plus grave est que ce phénomène apparaît partout : dans le bâtiment, les machines-outils, les gaines d'air conditionné, les auvents, les bâches... L'apparition du bio film est complexe et fonction de divers facteurs environnementaux qui conduisent aujourd'hui à une stratégie préventive utilisant, entre autres, les technologies plasmas, pour obtenir soit des effets anti-adhésion (anti fouling) contre les colonies bactériennes, soit pour réaliser des greffes anti microbiennes à base d'ions d'argent, de cuivre, voire de chitosan ou d'acide acrylique en présence d'ion Ag (contre l'*Escherichia Coli*). Le traitement plasma RF sous basse pression et la polymérisation en post décharge par PEHD (Pulvérisation Electro-Hydro Dynamique) tiennent donc une place importante pour éviter la formation du bio film sur la plupart des supports. Ils sont écologiques, relativement économiques et conduisent à de meilleures performances que d'autres procédés comme les enductions à haute ou basse énergie de surface.

### Fonctionnalisation des surfaces textiles

Selon Guy Buyle, co-leader du projet à Centexbel, Belgique, les textiles grâce à leurs propriétés intrinsèques comme la légèreté relative, la main, la douceur, la résistance, la souplesse... sont des matériaux faits pour recevoir des fonctionnalités supplémentaires en particulier par des traitements plasmas qui exciteront la surface des tissus et les groupes chimiques terminaux sur lesquels viendront se greffer les dites fonctionnalités (hydrophilie, oléophobie, anti bactérienne) sans changer les caractéristiques naturelles des textiles. La plupart des plasmas sont utilisables comme les basses pressions (10 à 100 Pa) en batch (très coûteux), les sub-atmosphériques (1 KPa) et les atmosphériques (100 KPa) moins

against gas of PE films treated with a CH/CF plasma, water proofing or on the opposite, a better water absorption which will be characterized by the above mentioned methods and barrier effects against bacteria as *Bacillus* and *Aspergillus Niger*.

### « Bio fouling » of the surfaces

Arefi-Khonsari, Professor at UPMC in Paris (Plasma Process and Surface Treatment Engineering Laboratory) and at ENSC in Paris, mentioned the "bio fouling", an accumulation of micro organisms and proteins on material surfaces which ultimately leads to a bio film generating severe complications in the long-term for medical implants and devices and with all the risks and drawbacks involved for the patients: increase in costs, treatments, pain...and even fatalities! Bio film formation process starts with an irreversible bacterial adhesion to all kind of substratum surfaces which finally produce a polymeric extra cellular matrix (EPM) called bio film, providing self protection to bacteria against the strongest antibiotics that can be found on the market. This phenomenon is alarming since it may occur everywhere: in buildings, machine tools, air-conditioning shafts, awnings, tarps... Bio film formation is a very complex process including various environmental factors which today lead to prevention strategies using, among others, plasma technology either to obtain anti fouling effects against bacteria colonies, or to achieve anti microbial grafts based on Ag, Cu, ions, or even chitosan extracts or acrylic acid with Ag ions against *Escherichia Coli*. Low pressure plasma treatment RF and post discharge polymerisation by means of PEHD (Electro Hydro Dynamic Pulverization) play an important part in prevention strategies for bio film formation on most supports. They are eco friendly, relatively cheap and lead to better performances than other processes such as high and low surface energy coatings.

### Fonctionnalisation of textiles surfaces

According to Guy Buyle of Centexbel in Belgium, co-leader of the project, textile products with intrinsic properties such as lightness, hand, softness, strength, flexibility... are very excellent for imparting additional functionalities. Notably plasma treatments will be used to excite atoms and molecules of fabric surfaces and chemical endings on which functional groups will be grafted (hydrophilic, oleophobic, hydrophobic, antibacterial effects...) without altering the natural characteristics of textile products. Most plasma sources can be used: low pressure plasma (10 to 100Pa) in batch (very expensive), sub-atmospheric plasma (1KPa), and atmospheric plasma (100KPa) which is less flexible. There is a lot of applications from surface cleaning and etching prior to additional, conventional wet treatments and, of course, surface activation for chemical deposition before reactions and/or resin polymerization. Plasma treatments can also be used on finished products. Nevertheless, some bottlenecks are remaining like treatment of very wide surface products, 3D structures and their corresponding equipment costs. There are two application techniques: textile fabric scrolling **under** a plasma source and fabric scrolling **through** the plasma source. For instance, the first one will need a positive Corona discharge emitting less ozone than a negative Corona discharge on substratum surfaces < 10mm while the other one will be carried out under a GLOW discharge.

### Environmental issues relating to plasma technology

Massimo Perucca from CLEAN NT, Park Lab in Turin, Italy, proposed to apply eco-cycle principle to technical textiles activated by means of plasmas, compared to conventional wet treatments which are energy and water consuming and generate large amounts of wastes (LCA). If the aim of plasma technology is to provide the same or even enhanced product functionalities with respect to conventional treatments, the fact remains that these treatments must meet environmental specification according to the "eco-process"

flexibles. Les applications sont donc nombreuses, du nettoyage au décapage de surface avant traitements subséquents au mouillé conventionnels, et bien sûr l'activation de surface pour dépositions chimiques avant réactions et/ou polymérisation d'une résine. On peut même envisager des plasmas sur articles finis. Restent, néanmoins, des goulots d'étranglement comme le traitement des très grandes surfaces les 3D et le coût des équipements correspondants. Les modes d'application sont de 2 sortes : défilement du textile **sous la source** plasma et le défilement **à travers la source**. Par exemple l'un fera appel à une décharge Corona positive, pour des substrats < 10 mm qui dégage moins d'ozone que le Corona négatif, tandis qu'un autre se fera sous une décharge « GLOW ».

### Aspects environnementaux de la technologie plasma

Massimo Perucca du Clean NT, laboratoire du Parc à Turin en Italie propose d'appliquer le principe des « éco-cycles » aux textiles techniques activés par plasma comparativement aux traitements au mouillé conventionnels grands consommateurs d'eau et d'énergie, pourvoyeurs d'importants rejets pollués (LCA). Si le but des technologies plasmas est aussi de donner les mêmes fonctionnalités (voire améliorées) aux produits au même titre que les traitements traditionnels, il n'en demeure pas moins vrai que ceci doit se faire dans le respect de l'environnement selon des « éco-process » sur des substrats qu'ils soient thermo sensibles ou thermo résistants. Par exemple les plasmas PVD (Dépôt Physique par Vapeur) et les GDBD (Plasma Glow Atmosphériques par Décharge dans un Diélectrique) confèrent d'excellents résultats en résistance à la corrosion et en caractère oléophobe, tout en utilisant moins d'eau et moins d'énergie. Dans la pratique, il est absolument nécessaire de définir clairement les notions de frontières dans les cycles de vie et les unités de mesure du LCA. On peut se référer à la norme ISO 14040 (41-42-43) - 2006 qui traite des études d'analyse de la LCA et de la LCIA, sachant que le poids de l'environnement sur les différents systèmes dépend fortement des consommations électriques et de la chimie des gaz dégagés (ozone par exemple, ou du  $CF_4$ ). Mais le programme Acteco permettra de réduire les consommations d'eau en Europe, alors qu'il faut se rappeler que l'industrie textile produit 1 % de la pollution totale aqueuse y compris domestique de l'UE ! Il faut donc promouvoir des bases de comparaison entre les solutions technologiques utilisées.

### Les technologies plasma

Selon Filip Legein de **Europlasma** en Belgique, le fabricant de machine (en l'occurrence du matériel basse pression) aide ses clients à mieux produire et moins cher dans un contexte écologique de plus en plus astreignant. La technologie plasma est beaucoup utilisée dans le décapage de surfaces (polymériques, métalliques...), dans l'activation des liaisons chimiques des polymères avant encollage, peinture, impression, flockage, dans le médical, l'automobile et enfin dans les plasmas de polymérisation ou d'imperméabilisation (ou au contraire d'hydrophilie) dans l'alimentation. Les échanges dans le cadre de Acteco avec les différents partenaires ont permis à Europlasma d'améliorer leur technologie en matière d'induction, de mélanges de gaz, de forme d'électrode, d'introduction des gaz dans la chambre à plasma, et de combinaison des techniques plasma avec d'autres procédés comme peuvent en témoigner **Centexbel** et **IFTH** qui ont investi dans des lignes prototypes.

On connaît bien notre tube néon qui est un plasma, on sait moins bien que 99 % de l'univers soit un plasma complexe ; on ignore peut-être, comme le rappelle M. Rostagno du **DIAD**

en Italie, que des études poussées sont menées par la communauté scientifique pour décontaminer nos ustensiles les plus communs en Inox, en alliage d'aluminium, nos casseroles enduites de fluor, attaqués par une oxydation, une corrosion ou des dégradations qui libèrent des éléments métalliques que l'on risque d'ingérer, et qui sont susceptibles de provoquer un cancer, la maladie d'Alzheimer ou de Parkinson. Les plasmas PVD (vapeur) comme déjà signalé présentent une qualité unique de résistance à l'usure, à la chaleur, et aux agents chimiques et sont reconnus par la Food & Drug Administration Américaine. Acteco a permis le développement d'outils enduits par plasma dans le secteur alimentaire dans des conditions industrielles.

Qui dit enduction dit aussi déposition et/ou développement de films en surface de 50 à 70 nm d'épaisseur. Franck F...ster de **SOFTAL** GmbH en Allemagne a présenté les matériels développés par la société qui produisent des plasmas avec lesquels les traitements générés par l'électricité sur des surfaces plastiques, textiles, papiers et métalliques optimisent l'adhésion des encres, des laques et des enductions dans des conditions de productivité améliorée sans apprêts préalables. Chez **SOFTAL**, l'effet couronne dans l'air est un classique qui se combine parfaitement avec d'autres traitements aqueux (Plasma Linear) pour des dépôts de l'ordre du micron. Leur know how dans la technologie plasma les a conduits à développer des électrodes multi lames incorporant une lame de métal qui permet un accroissement de l'efficacité de 20 % (Technique Intelliblade).

On sait que les apprêts sont chers et rarement écologiques. Ils sont remplacés chez **SOFTAL** par un autre procédé développé cette fois avec Air Liquide, le traitement Aldyne™, qui est un traitement de surface filamentaire sous gaz à pression atmosphérique contrôlé. Le résultat est une amélioration durable de l'adhésion et un coût/unité de surface diminué pour une puissance dispensée de 30 kW maximum, et l'obtention d'une énergie de surface élevée, stable, qui peut atteindre 58 mN/m (58 dyn/cm) pendant 100 jours. Enfin, sur la base du traitement Sortex™ pour textiles, on peut procéder à une préparation des tissus au blanchiment, au mercerisage, à la teinture, à l'impression, avec diminution de la consommation d'eau et d'énergie. La version chlorée sur laine permet un traitement anti-feutrage par disparition des écailles (NDRL: solution qui permet également d'obtenir « du cashmere » à partir d'une laine 18 µ par réduction du diamètre).

Chiara Pavon de la société italienne **GRINP** à Turin a présenté un système plasma sous pression atmosphérique pour textiles et plastiques qui peut s'intégrer soit dans une ligne existante à la continue (roll to roll), soit à la sortie de la ligne. La modularité de ce système est l'avantage majeur, car il permet une gamme de fréquences de 10 à 50 Khertz, et des mélanges de gaz divers (**O<sub>2</sub>**, **N<sub>2</sub>**, **He**, **Ar**, **CH<sub>4</sub>**...). Le procédé permettrait un liage en profondeur dépendant de l'épaisseur du substrat, sur des machines de 4 m de laize.

Toujours dans le domaine des plasmas atmosphériques, Dick Vangeneugden de l'**Institut Flamand de Recherches Technologiques** à Mol en Belgique, a présenté, dans le cadre de projets européens, des résultats obtenus selon 2 procédés de polymérisation d'un précurseur gazeux dans un plasma basse pression déposé sur un substrat activé par une DBD (Décharge à Barrière Diélectrique). La clé du procédé réside dans l'élimination des composés chimiques des apprêts, des solvants, des silicones dans le cas des rubans adhésifs. Dans le second cas, le développement d'enduction homogène à bas coefficient de friction sur des parties en caoutchouc pour l'automobile procède d'un dépôt de silicone ultrafin (siloxane coating) sans solvant. On peut parler de nano décharges sous pression atmosphérique sous forme de sprays qui seront

used to treat either thermo sensitive or thermo resistant substratum surfaces. For example, PVD plasmas (Physical Vapour Deposition) and GDBD (Glow Deposition Between Dielectric) give excellent resistance to corrosion and oleophobic effects and are less water and energy consuming. In practice, a system boundaries of a life cycle and LCA functional units must be clearly defined. According to ISO 14040(41-42-43)-2006 which deals with analysis of LCA and LCIA, it is proven that the environmental burdens of these different systems are strongly dependent on electric consumption and chemistry of gas emission (ozone, CF<sub>4</sub>, for example). But the Acteco program will lead to a decrease in water consumption in Europe because we must remember that the textile industry is responsible for 1 % of the overall water pollution including domestic water in the European Community! So comparison basis between the technological solutions investigated should be promoted.

### Plasma Technologies

Filip Legein of **Europlasma** in Belgium says, they help their customers to produce better and cheaper while meeting more and more demanding, eco friendly requirements. Plasma technology is mainly used for surface etching (polymeric, metallic, ceramic...) for activating polymer chemical bonds before painting, printing, flocking, sizing, in the medical and automotive sectors and eventually for plasma polymerisation of hydrophobic or, on the opposite, hydrophilic effects, in the food industry. Within the frame of Acteco, the exchanges of know-how between partners have allowed Europlasma to improve its technologies with regards to coating, gas blends, electrode shapes, gas feeding of the plasma chamber and combination of technical plasmas with other processes as shown by **Centexbel** and **IFTH** which have invested in prototypes.

Everybody knows that neon lighting is a plasma, but very few know that the universe is at 99 % a complex plasma; as attested by Ms Rostagno of **DIAD** in Italy, we may ignore that thorough studies are being carried out by the scientific community in order to check possible links between our current tools in stainless steel, aluminium alloys, our pans coated with fluorine... which are corroded or damaged by oxidation and release metallic elements that can be ingested, and diseases like cancer, Alzheimer and Parkinson! The above mentioned PVD plasmas show a unique combination of wearing resistance, thermal and chemical stability. They are recognized by the American Food & Drug Administration. Acteco has also allowed the development of plasma coated tools for the food sector at an industrial scale.

Who talks about coating also means deposition and/or development of a 50 to 70nm thick film onto the product surface. Franck Föster of **SOFTAL** GmbH in Germany presented specific devices designed by his company which produces plasmas to optimize adhesion of inks, lacquers, coatings, adhesives to plastic, textile, paper, metallic surfaces electrically treated under improved conditions of productivity without need for pre treatments. For **SOFTAL**, Corona effect is a well known treatment which can be perfectly combined with other aqueous treatments (Plasma Linear) to provide micro or even angstrom deposition on thick and delicate materials such as foams in a 260 cm width. Their know-how in the field of plasma treatments lead them to develop multi blades electrodes including a metal blade which increase the efficiency by 20 % (Intelliblade Technical).

As we know, primers are expensive and rarely eco friendly. **SOFTAL** has replaced them by an other process developed this time with Air Liquide (France), called Aldyne™, which is a filamentous surface treatment in controlled gas atmospheric pressure. The result is a sustainable improvement of adhesion and a minimized cost per unit area with a maximum power consumption of 30KW as well as a higher, stable surface energy which can reach 58 mN/m (58 dyn/cm) for 100 days. Finally, on the basis of Sortex™ treatment for textile fabrics textile processing like bleaching, mercerizing, printing, dyeing with a decreased water and energy

caractérisés selon des méthodes faisant appel à la tribologie. Enfin, le dépôt par plasma DBD offre des possibilités d'applications très ciblées sur la surface d'un substrat pour créer des effets ultérieurs.

La technologie **Corona** a des adeptes. Kurt Rommens de **Rycobel** en Belgique rappelle que sa société baigne dans le plasma depuis 30 ans en association avec **Ahlbrandt System**, et maintenant avec **Plasmatreteat**. Outre l'activation de surfaces plastiques, Rycobel décape et enduit des surfaces métalliques par plasma atmosphérique contre la corrosion. ♦

## Conclusion

Il ressort d'un tel symposium que seule la nature de la surface à traiter (textile, polymérique, métallique, céramique, poreuse, lisse...) est à prendre en considération car il y a de fortes chances que les techniciens trouvent toujours un traitement plasma approprié. C'est dire que dans le domaine des Textiles à Usages Techniques, il faut faire place à l'imagination. Ce qu'il faut également retenir, c'est les quantités diminuées de réactifs de déposition, parfois même à dose homéopathique comme dans les plasmas sprays, et qui remplissent néanmoins parfaitement leurs fonctions. Nous pourrions peut-être nous en rendre compte plus longuement à Techtexsil en juin.

consumption can be performed. The chlorine version on wool products leads to an anti felting treatment which removes hair scales from fiber surface (NDRL: it can be the way of obtaining "cashmere" from a 18µ wool fiber by reducing its diameter!).

Chiara Pavon of **GRINP** company in Turin, Italy, spoke about the in-line atmospheric pressure plasma system for textile and plastic treatments which can be integrated either in a roll-to-roll system or at the output of an existing processing line. The major advantage of this adjustable system is the use of a frequency range from 10 to 50 KHz and various gas mixtures (**O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, He, Ar, CH<sub>4</sub>...**). This process should generate a thorough bonding depending on fabric thickness, on 4 meter width machines. Still in the field of atmospheric plasma deposition, Dick Vangeneugden of **Flemish Institute for Technical Research** in Mol, Belgium, presented results obtained within the frame of two EU research projects on polymerisation of gaseous precursor in a low pressure plasma deposited on a substratum surface activated by a DBD ( Dielectric Barrier Discharge). Key drivers of this process are the removal of chemical primers from finishes, solvents and silicones in the case of adhesive tapes. The second application involves homogeneous coating development with a low friction coefficient on automotive rubber parts which comes from an ultra thin silicon deposition (siloxane coating) without solvent. It can be described as nano-discharges under atmospheric pressure in the form of sprays which will be characterized according to tribology methods. Finally, plasma DBD depositions give a lot of specific application possibilities on a substrate surface to create additional, special effects. **Corona** technology has gained followers. Kurt Rommens of **Rycobel** in Belgium recalled that his company has been involved in plasma technology for over 30 years in association with **Ahlbrandt System** and today with **Plasmatreteat**. Besides plastic surface activation, Rycobel etches and coats metal surfaces using atmospheric plasma treatment against corrosion. ♦

## Conclusion

What emerges from this symposium is that only the nature of the surface to be treated (textile, polymeric, metallic, ceramic, porous, smooth...) should be taken into consideration because the odds are that technicians will always find an appropriate plasma treatment which means that in the field of Technical Textiles we have to be imaginative. What we should also keep in mind are reduced amounts of deposition agents sometimes in small doses as for spray plasmas and which however fulfil a precise purpose. May be we could still learn a lot more at Techtexsil next June.