

# Sommaire

## Actualité

- **Process**
  - De nouveaux procédés pour les membranes inorganiques ..... 3
- **Gestion industrielle**
  - Des outils simples pour des problèmes d'optimisation combinatoire ..... 6
- **Radiotransmissions**
  - L'étalement de spectre monte en puissance dans les métros ..... 6
- **Mesure**
  - Des techniques ultramodernes par traceur laser.. 8
- **Recherche & développement**
  - L'IFP prépare l'offshore par - 3 000 m ..... 11
- **Machines**
  - La microturbine, l'exemple du MIT ..... 14
- **Informatique/Télécoms**
  - TDK Systems coupe le cordon... ou la révolution du sans-fil ! ..... 15
- **Internet**
  - Demain, l'Usine Web ..... 18
- **Réseaux**
  - Le contrôle-commande par téléphone ..... 20
- **Énergie**
  - Le gaz naturel, partenaire des plasturgistes ..... 21
- **Polymères**
  - Des dispositifs photovoltaïques plastiques performants ..... 23
- **Environnement**
  - Traiter les effluents industriels avec une faible demande énergétique ..... 25
- **Méthodes**
  - Six Sigma, la nouvelle norme mondiale de performance industrielle ? ..... 25

## Info Collection TI

- Les nouveautés des Éditions Techniques de l'Ingénieur en avril, mai et juin 2001 ..... 31

## Dossier

- **L'ingénieur entre dans l'ère du Virtuel** ..... 37
  - Qu'est-ce que la réalité virtuelle ? ..... 37
  - Les challenges industriels du prototypage virtuel. 39
  - Le virtuel comme outil d'aide à la création et à la décision ..... 40
  - L'influence des environnements virtuels sur les utilisateurs ..... 42
  - Triple révolution virtuelle pour la formation professionnelle ..... 43
  - Réalité virtuelle et Architecture : des concepts convergents ..... 44
  - Virtualisez les métiers de votre entreprise ! ..... 44

## Produits/Équipements

- **36 nouveautés classées par secteur** ..... 47

## Libre-Propos

- **Commerce et environnement : l'amiante sous les feux de la rampe** ..... 55

## Mémento

- **Livres** : une sélection des meilleurs livres du trimestre ..... 59
- **Mémento** : les grands rendez-vous professionnels.. 61
- **Index** : les entreprises et organismes au fil des pages ..... 64

### Index des annonceurs

ADBS.....	30
Aste.....	50
BIRP (Micad).....	36
BIRP (Sisqual).....	28
Cacemi Cnam.....	29
CCI Bourgogne et CCI Rhin.....	16
Comexpo.....	46
CRCI de Haute-Normandie (Rith).....	40
DPE.....	26 et 63
Dunod.....	7
EPFL.....	57
Eurocoat.....	24
Frequence Media.....	2
Goodfellow.....	15
Ixexpo.....	49
Idice.....	22
IDT.....	4 <sup>e</sup> de couv.
Jec.....	54
Kompass.....	19
Ministère de l'Économie, des Finances et de l'Industrie.....	9
Novamédia.....	53
Qualité Références.....	58
Reed Expositions (Intertronic).....	3 <sup>e</sup> de couv.
Sageret.....	56
SFV.....	10
Techniques de l'Ingénieur.....	13, 33 et 35
VNU.....	2 <sup>e</sup> de couv.

<b>Bulletin d'abonnement</b> .....	45
------------------------------------	----

### Photo de couverture

Conception d'un produit 3D en relief à l'aide d'un bras à retour d'effort (Photo Sim Team).



### TECHNIQUES DE L'INGÉNIEUR

S.A. au capital de 5 850 000 F

**Directeur de la publication :**  
Christian ROBERT

**Directeur des T.I. :** Jérôme CLAIR

**Directeur de la rédaction :**  
Marc CHABREUIL

**Responsable d'édition :**  
Laurence ROSSET (20 32)

**Responsable publicité :**  
Claudie MARCHAND (20 11)

**SIÈGE SOCIAL, RÉDACTION ET PUBLICITÉ :**  
249, rue de Crimée  
75925 PARIS Cedex 19  
Tél. : 01 53 35 20 00  
Fax : 01 40 38 20 22

**Internet :** www.techniques-ingenieur.fr

### TARIFS :

Prix de vente au numéro : 45 F  
Abonnement France : 135 F  
Abonnement hors métropole : 180 F

**PRÉPRESSE :** Bialec, Nancy

### IMPRESSION :

Imprimerie Istra, Schiltigheim  
**Tirage :** 31 200 exemplaires  
Commission paritaire : n° 76 660

### COMMERCIAL :

#### France :

- Informations clients :  
Tél. : 01 53 35 20 20
- Comptabilité abonnements :  
Tél. : 01 53 35 20 40
- Comptabilité vente d'ouvrages :  
Tél. : 01 53 35 20 30
- Fax : 01 53 35 20 10

#### Export : Cécile PELISSIE

Tél. : 33 1 53 35 20 39  
Fax : 33 1 53 35 20 10

## PROCESS

# De nouveaux procédés pour les membranes inorganiques

Proposées et étudiées dans le plus grand secret au début des années 50 comme réponse à des questions stratégiques posées par l'industrie militaire (programmes de séparation d'isotopes radioactifs de l'uranium par la technique dite de "diffusion gazeuse"), les membranes inorganiques n'ont réellement commencé leur développement civil qu'à la fin des années 70 (pour la filtration de liquide). D'abord mises en concurrence avec les membranes organiques au plan procédé, elles ont vu progressivement leur vocation se préciser, en particulier sur des domaines où elles offrent des potentialités uniques du fait de leurs caractéristiques intrinsèques de grande résistance mécanique ou thermique, aux agents chimiques ou bien encore de leurs propriétés de conduction élevées. Aux quelques sociétés pionnières dans l'étude de leur synthèse – Ceraver (devenue SCT) ou SFEC (depuis passée sous contrôle TechSep) en France, Union Carbide aux USA... – sont venus se joindre ces dernières années d'autres acteurs attirés par les perspectives intéressantes offertes par ce secteur de technologie avancée : TAMI Industries, Ceramem Corporation, Schumacher GmbH... Globalement, la période actuelle se caractérise par un foisonnement d'idées autour de problématiques mêlant intimement les aspects matériaux et procédés.

## Dans la relation "matériau/élaboration"

Le plus souvent, fabricants et utilisateurs nomment "**membrane céramique**" la structure asymétrique et multicouche schématisée ci-contre, même si, au sens strict, la terminologie ne s'applique qu'à la couche active superficielle. En effet, le substrat poreux inférieur (support de fort diamètre de pore et de quelques millimètres d'épaisseur, recouvert ou non d'une couche intermédiaire suivant la taille de pore désirée...) n'a pour seule fonction que d'assurer la tenue mécanique de l'ensemble; c'est la couche active très fine (quelques microns) qui, de par ses caractéristiques géométriques (dimension de pore) et/ou électrique (charge), remplit la fonction visée.

Les différents éléments de cette structure complexe sont fabriqués à partir de matériaux divisés – poudres à l'état solide et particules en suspension – d'une grande homogénéité de distribution granulométrique. La morphologie, ainsi que la réactivité au frittage de ces poudres ou particules sont également des paramètres importants qui conditionneront au travers des diverses opérations unitaires intervenant dans la fabrication la dimension, la porosité et la taille de pore des différentes couches fabriquées.

Dans ce contexte, même si elles demeurent très utiles pour la préparation des couches les plus grossières (dont les supports), les technologies mécaniques traditionnelles – broyage et tamisage – sont insuffisantes pour l'obtention des particules destinées aux couches actives les plus fines. C'est pourquoi des techniques basées sur la réaction chimique et la décomposition thermique de précurseurs moléculaires de matériaux ont dû être développées. Elles permettent d'atteindre des diamètres de pore proches du nanomètre et des surfaces spécifiques de plusieurs centaines de mètres carrés par gramme de matériau déposé.

Pour l'industriel, une mise en œuvre bien contrôlée des diverses opérations de mise en forme et de stabilisation des structures (séchage et frittage) est gage de qualité des fabri-

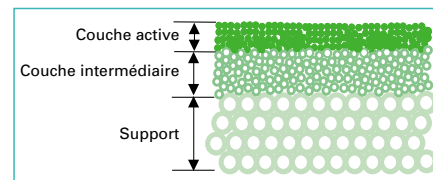


Schéma d'une "membrane céramique".

cations. Or, à l'analyse, il apparaît que **les connaissances dans ces domaines – en particulier le choix des opérations, leur enchaînement, le réglage des variables de commande, en un mot les secrets de fabrication – relèvent bien plus de l'expérience et d'une démarche essais et erreurs que d'une approche strictement scientifique des problèmes.**

Pour optimiser les propriétés des éléments filtrants déjà produits par l'industrie, prévoir *a priori* par la voie de la simulation le fonctionnement à l'échelle industrielle des nouveaux types de céramiques issues de la recherche, faciliter l'évaluation technico-économique et la mise en place des chaînes destinées à les produire, **il sera nécessaire dans les années futures de pouvoir relier sans ambiguïté les propriétés à la structure des matériaux et aux variables de commande des procédés de fabrication** : ce sont là les enjeux du **Génie d'Élaboration** pour les réalisations industrielles déjà en cours (supports, microfiltres et ultrafiltres) ou encore à l'état de projets plus ou moins avancés. C'est en particulier le cas des nanomatériaux qui permettent d'envisager le tri en phase liquide à l'échelle du nanomètre, ou bien encore la séparation d'espèces de quelques angströms sur gaz ou vapeur. Il est là fait appel à des technologies avancées d'utilisation d'empreintes dans le procédé sol-gel, de synthèse hydrothermale pour les zéolites, de dépôt en phase vapeur pour modifier les états de surface, d'élaboration en phase supercritique...

## Dans la relation "matériau/utilisation"

**Les séparations membranaires "classiques"** telles que microfiltration (MF), ultrafiltration (UF), nanofiltration (NF), séparation gaz (SG)... présentent l'**avantage majeur** par rapport

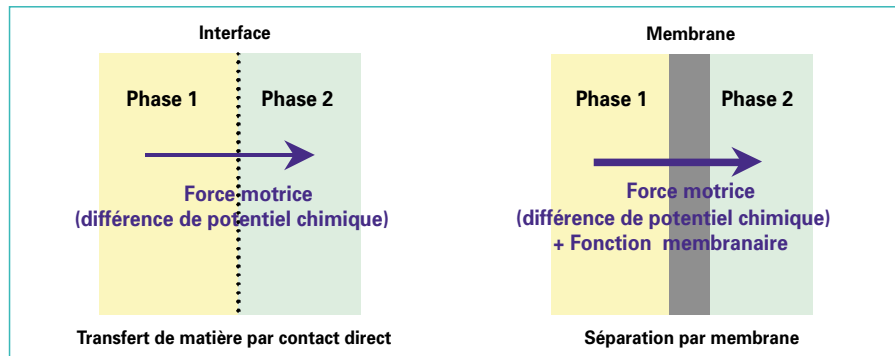
Étymologiquement, la membrane (du bas latin *membrana*) est une couche active de très faible épaisseur (quelques fractions de millimètre tout au plus), qui a pour fonction tout à la fois de séparer deux milieux pour les protéger l'un de l'autre, et de les rapprocher pour faciliter des échanges entre eux. Le modèle de base est la membrane cellulaire qui assure l'essentiel des fonctions biologiques sur lesquelles repose la vie, la membrane artificielle n'étant qu'un schéma "simplissime" s'efforçant de reproduire les plus simples d'entre elles dont la fonction de filtration.

Les membranes artificielles peuvent être élaborées à partir d'un matériau organique tel qu'un polymère : on parlera alors rapidement de "membrane organique" ; ce sont les plus anciennes. Elles peuvent être aussi fabriquées à partir de substrats inorganiques : ce sont les "membranes inorganiques". Des membranes dites "hybrides" constituées des deux types de matériaux, et qui permettent de réaliser des compromis intéressants, sont aussi à l'étude dans les laboratoires.

aux opérations traditionnelles de transfert de matière dites "par contact direct", de pouvoir être mises en œuvre en conditions isothermes sans recours à des additifs, ce qui lève nombre de verrous technologiques au plan environnemental ou qualité des produits.

Même si leur prix d'achat encore élevé (de 5 000 à 10 000 F/m<sup>2</sup> en moyenne) les empêche de se présenter aujourd'hui comme des concurrents directs des matériaux organiques (de l'ordre de 200 F/m<sup>2</sup>) sur nombre de créneaux industriels (et en particulier dans les opérations de traitement d'eau et d'effluents, encore que de grands programmes basés sur l'utilisation de céramiques soient annoncés au Japon et en Chine...), dans d'autres secteurs par contre leurs propriétés intrinsèques les rendent incontournables. Ainsi en est-il en particulier de leurs propriétés bien connues de grande résistance aux sollicitations mécaniques, chimiques et thermiques qui les prédisposent à travailler en filtration à haute température (gaz, huile... à plusieurs centaines de degrés), à la stérilisation des installations lorsque des exigences sanitaires fortes l'imposent (en industries alimentaires, pharmaceutiques...) ou au contact de milieux très agressifs (en particulier en conditions supercritiques, pH extrêmes ou en présence de constituants de très haute toxicité comme c'est le cas dans bon nombre d'industries chimiques et nucléaires). Pour les céramiques préparées à partir d'oxydes de nature amphotère, on notera aussi que les propriétés de charge électrique sont fonction de la force ionique et du pH du milieu. Cette propriété confère aux membranes de faibles diamètres de pore (quelques nanomètres : NF et UF basse) un grand intérêt pour la séparation d'espèces chargées telles que ions ou petites molécules organiques ionisées. Enfin il est bon de rappeler qu'avec ces matériaux les possibilités de mise en forme sont très larges qui conduisent aujourd'hui à la mise au point d'éléments à canaux torsadés, à section droite de formes particulières ("trèfle", "marguerite"... ) et qui débouchent in fine sur la fabrication de modules de grande compacité optimisés au plan de l'hydrodynamique. C'est en particulier sur ce type de niche que la société française TAMI Industries a bâti sa réputation.

**Le concept de "contacteur à membrane", en vogue depuis le début des**



années 90, fait référence à des **assemblages particuliers de membranes dont la fonction est d'assurer un transfert de masse "amélioré" entre deux phases non miscibles**. Trois points de différence claire entre ces nouvelles technologies membranaires et les technologies plus classiques susmentionnées méritent d'être soulignés :

- à l'intérieur de la membrane qui constitue le cœur du contacteur, au moins une interface ou interphase est créée et maintenue entre les phases en présence (gaz ou liquide) ;
- le transfert de matière se développe par diffusion rapide, sans flux convectif ;
- le matériau membranaire n'apporte aucune sélectivité particulière.

Les premiers travaux introduisent les contacteurs membranaires comme une classe particulière de procédés qui grâce à l'usage de membranes hydrophobes autorisent la mise en œuvre d'opérations diverses d'extraction liquide-liquide ou de transport de vapeur (distillation membranaire ou évaporation osmotique) en s'appuyant sur un gradient de potentiel chimique transmembranaire.

Pour la réalisation de toutes ces opérations, le contacteur membranaire constitue une alternative intéressante par rapport au procédé conventionnel par contact direct dans la mesure où il permet d'obtenir :

- des aires interfaciales spécifiques larges et bien contrôlées, indépen-



Membranes minérales de géométrie tournesol, marguerite et trèfle (Photo TAMI Industries).

dantes des vitesses propres de chaque phase ;

- des capacités de traitement élevées, avec des risques limités d'engorgement ou de formation d'émulsion ;
- une relative indépendance par rapport à la différence de densité entre alimentation et solvant ;
- une grande modularité et compacité d'installation.

Ce domaine représente bien entendu une niche d'applications privilégiées pour les matériaux poreux inorganiques à géométrie tubulaire, à rigidité éprouvée et qui satisfont aux exigences de résistance de la plupart des industries de procédés.

Un certain nombre d'acteurs travaillent aujourd'hui activement sur ce domaine. C'est le cas en milieu universitaire de l'Institut Européen des Membranes, une Unité Mixte de Recherche (UMR 5635) associée au CNRS. Côté industriel, même si elles sont prévisibles eu égard à l'importance des enjeux économiques sous-jacents (avec en particulier les opérations de concentration par voie isotherme et en conditions stériles de produits fragiles tels que vaccins, jus de fruits...), les intentions sont moins nettement déclarées pour de simples raisons de confidentialité. En l'état actuel des recherches, on peut cependant s'attendre raisonnablement à voir déboucher au plan industriel ces technologies d'ici cinq ans environ.

**Les réacteurs à membrane** appartiennent à une **classe de procédés souvent dits de "séparation réactive" qui combinent réaction et séparation en une seule opération**. La membrane peut :

- soit effectuer une tâche de séparation simple, la réaction se développant au sein du courant fluide ;
- soit constituer un support privilégié de fixation du catalyseur et mise en contact des espèces réactives, en offrant dans ce dernier cas la possibilité d'un excellent contrôle de l'écou-

lement fluide et de la mise en contact intime des espèces.

Même s'ils se trouvent encore confinés pour la plupart dans les laboratoires, de tels réacteurs offrent des perspectives de développement industriel suffisamment intéressantes pour justifier aujourd'hui de nombreuses études dans les domaines variés de la pétrochimie, du traitement d'eau, des industries alimentaires et pharmaceutiques... Ainsi, pour les applications en phase gaz, la plupart conduites à des températures élevées de plusieurs centaines de degrés, le matériau inorganique apparaît comme incontournable (céramiques dopées ou non, nouvelles membranes zéolites de quelques angströms de diamètre de pore et forte réactivité). Pour d'autres applications en basse température (réactions microbienne ou enzymatique), les matériaux inorganiques offrent encore des opportunités uniques que ce soit au regard des contraintes de nettoyage (stérilisation essentielle dans les domaines biologiques tels que pharmacie, biotechnologie ou même agroalimentaire) ou des fonctions multiples que peut assurer la membrane du fait de sa robustesse.

À titre d'exemple, nous mentionnerons le dispositif récemment imaginé et testé avec succès sur une unité pilote par une équipe anglaise de l'Université de Bath. La biomasse à forte concentration (viscosité de solution élevée) circule en continu dans la boucle membranaire et donc sans nécessité de floculation. Les pores de la membrane ne sont en contact avec le liquide à traiter qu'à intervalles de temps périodiques dans la mesure où le poreux sert aussi à injecter depuis l'extérieur sous forme de très fines bulles l'air nécessaire à la population microbienne aérobie. Cette injection intermittente a aussi pour effet d'assurer le décolmatage de la membrane et permet donc d'obtenir des flux moyens améliorés. D'après les auteurs, ce système fournit une efficacité d'aération 70 % supérieure à celle obtenue avec un bioréacteur classique, ce qui se traduit par une amélioration notable de la vitesse d'abattement en DCO/DBO.

**De nouvelles fonctions** sont susceptibles d'être conférées aux matériaux inorganiques du fait de **bonnes propriétés de conduction thermique, ionique ou électronique**. Elles font aujourd'hui l'objet de réflexions ou d'études avancées dans le domaine du transfert et de la production

d'énergie, et représentent pour certaines des enjeux considérables.

Ainsi peut-on envisager, pour autant que les propriétés de dissipation d'énergie thermique (effet Joule) et de conduction du matériau le justifient **d'utiliser une membrane poreuse pour le chauffage d'un gaz ou pour certaines réactions de cracking à haute température**, dans des configurations de générateurs/échangeurs à haut flux et de grande compacité.

Un autre exemple est fourni par l'ambitieux **programme Vision 21** qui se développe actuellement aux États-Unis. Son objectif : **développer des systèmes de production d'énergie propres**, de grande efficacité et fonctionnant à bas prix à partir des énergies fossiles. Les objectifs particuliers visés sont notamment :

- la séparation à bas prix d'oxygène (destiné à la combustion ultérieure de matériaux fossiles) à partir d'air et par utilisation de perovskites, matériaux présentant des propriétés de grande conductibilité ionique et électronique à haute température (jusqu'à 800 ou 900 °C). Air Products et Chemicals Inc. sont étroitement associés à ce travail ;
- le développement de réacteurs membranaires à transport ionique opérant à haute température et assurant la production de l'hydrogène par oxydation partielle de gaz naturels ; des membranes céramiques recouvertes d'un film de palladium très fin et uniforme autorisant des flux importants et une grande sélectivité sont mises en œuvre ; l'hydrogène ainsi produit servira à l'alimentation de piles à combustibles ; comparée au procédé de réformage à la vapeur, cette nouvelle technologie laisse envisager une réduction du coût de l'hydrogène par un facteur 3 ; Eltron Research Inc. participe à cette opération.

Enfin, il convient de mentionner l'intérêt croissant que chercheurs et industriels portent aux membranes inorganiques pour la fabrication de nouveaux capteurs, tendances réaffirmées au dernier Congrès International sur les Membranes Inorganiques (ICIM'6) qui s'est tenu à Montpellier en juin 2000.

### En guise de conclusion

À bien des égards, et au risque d'être schématique, nous dirons que pour les industries de procédé **la membrane inorganique apparaît aujourd'hui de plus en plus comme un produit de haute technologie**, jouant

par rapport au garnissage classique le rôle que peut tenir dans les industries électronique et informatique la puce par rapport à la résistance électrique. Dans les deux cas, **c'est de moins en moins du matériau que l'on vend, mais de plus en plus de fonction et de savoir-faire**.

**La maîtrise et l'optimisation des conditions d'élaboration de cette membrane apparaissent comme des enjeux majeurs du Génie des Procédés**, seuls à même de conduire réellement à un développement industriel du matériau à la hauteur des espérances suscitées par les tests conduits au laboratoire sur les faibles quantités synthétisées. Cette approche implique nécessairement une forte imbrication avec celles développées en Sciences des Matériaux.

Plus ou moins fonctionnalisés suivant le rôle que l'on désire lui voir tenir – séparateur simple, réacteur, contacteur, générateur d'énergie, capteur –, l'élément membranaire toujours en interaction forte avec son environnement ne peut être clairement appréhendé et modélisé que dans le cadre de cette relation. C'est là un domaine privilégié d'activité pour le spécialiste de "systèmes" qu'est le praticien de Génie des Procédés.

Enfin, eu égard aux évolutions de propriétés toujours très notables du matériau inorganique en cours de procédé, indissociables des interactions susmentionnées, **il est possible d'imaginer que puissent être construits à façon des matériaux de durée de vie temporaire, qui seraient élaborés à partir même des substrats du procédé**. Par exemple, il ressort de travaux récents conduits à l'IEM que construire une membrane protéique régénérable et biocompatible sur un support d'alumine à partir de solutions biologiques, pour atteindre certaines propriétés spécifiques de séparation ou de réaction, est tout à fait envisageable. Une telle pratique, outre qu'elle permettrait au constructeur de proposer des installations polyvalentes simplement bâties autour d'un support standard, assurerait une confidentialité accrue des travaux de l'utilisateur dans des secteurs où le secret est passage obligé de réussite (biotechnologies).

Ce dernier point, un peu prospectif mais non dénué d'intérêt, ramène à la question importante des relations entre les approches Séparations/Réactions et Élaboration, et du meilleur usage qu'en peut faire l'utilisateur ou le concepteur.

*Gilbert M. Rios et Christian Guizard,  
Institut Européen des membranes (IEM)*

● **Comment détecter les véhicules surchargés**



Le profilé d'aluminium Lineas (Photo Kistler).

Kistler aborde un nouveau marché en présentant le système WIM (Weight in Motion) baptisé Lineas. Lineas répond à la préoccupation des Ponts et Chaussées, à savoir : détecter les véhicules surchargés, responsables de l'usure prématurée des routes et ponts qui conduit inévitablement à une augmentation du coût de leur entretien.

Lineas se compose d'un profilé en aluminium (2 tailles : 0,75 m et 1 m) de très haute robustesse obtenu par filage. Les capteurs à quartz, d'une stabilité mécanique et électronique absolue, sont incorporés sous contrainte mécanique tout au long de l'axe médian. Le système se pose aisément : une fois l'entaille fraisée dans le revêtement routier (asphalte, béton...), il est coulé dans une masse spéciale composée de résine époxy et de sable siliceux dont les propriétés élastiques et thermiques (de - 50 à + 80° C) correspondent à celles des revêtements routiers, d'où un résultat optimal quelles que soient les conditions rencontrées (chaleur, froid, pluie, neige...). Un matériau élastique spécial isole le capteur des forces latérales évitant les erreurs dues aux effets de volume.

Lineas a d'ores et déjà séduit la république fédérale d'Allemagne et l'État américain de l'Illinois.

● **e-p@ck, une solution pour assurer l'entreprise**

Marsh, spécialiste du courtage d'assurance et de la gestion des risques, lance e-p@ck, un produit sur mesure qui permet à une entreprise de choisir ses garanties en fonction de ses besoins, de la couverture de base multirisques, à celle du matériel informatique et des données, en passant par celle de la perte d'exploitation en cas d'indisponibilité du site Web ou celle des frais de protection de brevets. Le courtier identifie précisément la nature des risques de l'entreprise et définit les conditions d'assurance, en répondant – entre autres – aux problématiques du commerce en ligne et notamment des start-up.

**GESTION INDUSTRIELLE**

**Des outils simples pour des problèmes d'optimisation combinatoire**

Rarement identifiés par les industriels, les problèmes d'optimisation combinatoire sont cependant très nombreux dans la vie quotidienne des entreprises. Un chercheur de l'Unité mixte de recherche HeuDiaSyC du CNRS-Université de technologie de Compiègne, Philippe Baptiste, s'est penché sur des problèmes d'optimisation combinatoire et d'ordonnement.

Étant donné une flotte de véhicules, un ensemble de conducteurs et des trajets à effectuer, comment répartir les véhicules et les trajets entre les conducteurs en respectant des contraintes temporelles (fenêtres de temps) et des contraintes légales (temps maximal de conduite) ? Comment ordonnancer des tâches soumises à des contraintes de "précédence" et à des contraintes de ressources (par exemple, au plus dix personnes pouvant travailler simultanément sur un même ensemble de tâches) ? Ce sont autant de questions auxquelles tentent de répondre les chercheurs opérationnels. Leur but : proposer une résolution pratique de telles problématiques.

Du fait de l'énorme complexité des problèmes combinatoires, les méthodes exactes sont souvent limitées à des instances de petite taille. Cependant, une méthode efficace de résolution exacte peut s'intégrer de manière pertinente au sein d'une méthode plus générale de résolution approchée. Celles-ci conservent donc un intérêt pratique considérable. L'originalité de l'approche menée au Laboratoire HeuDiaSyC est de combiner des techniques classiques de recherche opérationnelle avec des outils extrêmement flexibles venant du monde de l'intelligence artificielle comme la programmation par contraintes. Il est alors possible de créer des outils d'optimisation à la fois très efficaces et facilement utilisables par des industriels qui ne sont pas obligatoirement des spécialistes de l'optimisation combinatoire. En pratique, des problèmes de gestion de projet ont été résolus avec succès pour plusieurs industriels. D'autre part, d'excellents résultats ont été obtenus sur des problèmes "tests" qui préoccupent l'ensemble de la communauté scientifique. ■

**RADIOTRANSMISSIONS**

**L'étalement de spectre monte en puissance dans les métros**

Si la radio était fiable à 100 %, personne ne tirerait des fils entre la source d'un message et son destinataire. Mais voilà : les obstacles (bâtiments, personnes, arbres) rencontrés par une onde radio induisent plusieurs trajets de propagation, ce qui se traduit à l'arrivée par une somme d'informations déphasées qui peut provoquer par intermittences des interruptions de la liaison.

L'immense mérite de l'étalement de spectre par séquence directe, ou ESSD, est de supprimer ces interruptions. Les données émises sont multipliées par une séquence prédéfinie afin d'obtenir un signal large bande, de résolution temporelle accrue ; ainsi, le récepteur peut séparer les informations véhiculées par les différents trajets de propagation, puis reconstituer le signal de départ.

Le Léti, convaincu de ces atouts, a étudié l'ESSD à partir de 1989 pour des besoins en robotique d'intervention ; puis des collaborations industrielles se sont mises en place. Elles débouchent aujourd'hui sur un important contrat à New York, signé par Matra Transport International (MTI).

Les autorités responsables du métro souhaitaient rénover sur une ligne le système de contrôle des trains (ATC), et en particulier le doter d'une transmission continue sol/train à hautes performances, véhiculant les données de sécurité, la vitesse des rames, les paramètres d'optimisation des espacements entre trains, etc. "La radio figurait de manière explicite dans le cahier des charges, précise Anne-Sophie Chazel, de MTI. Encore fallait-il prouver la robustesse de notre liaison dans un environnement aussi

● **Marchandises sous haute surveillance**



L'agent secret tesa 64007 (Photo tesa).

Les vols de marchandises de valeur au sein même de la chaîne logistique sont de plus en plus fréquents. tesa, le leader de la bande adhésive, a mis au point une parade infailible : le tesa 64007, l'agent secret qui veille sur vos cartons. Qu'il s'agisse de petits larcins ou de filières organisées qui opèrent tout au long de la chaîne logistique, il est établi que de plus en plus de cartons arrivent à destination avec un contenu incomplet. Les produits électroniques, les vêtements et articles de marque, les boissons alcoolisées, produits chimiques et pharmaceutiques... sont particulièrement visés. Fort de ce constat, tesa a mis au point un nouveau ruban adhésif tesa 64007 qui signale toute tentative d'ouverture d'un carton. Le système d'alarme est opérationnel dès la fermeture du carton réalisée à l'aide d'un dérouleur manuel ou sur une ligne automatisée. La moindre tentative d'ouverture du carton sera immédiatement signalée : tesa 64007 marquera clairement sur le carton la mention "ouvert" dans différentes langues. Inutile d'essayer de faire disparaître ce message d'avertissement, toute tentative de recollage du ruban adhésif laissera distinctement apparaître ce message d'alarme.

● **Un timbre pour 100 ans de métallurgie**



Pour célébrer les 100 ans de la métallurgie, La Poste a émis un timbre qui traduit la volonté de La Poste de valoriser l'avancée technologique des entreprises françaises du secteur de la métallurgie, exerçant

aujourd'hui un rôle majeur dans les secteurs de l'électronique, des télécommunications, de l'aéronautique...

perturbé : tunnels, courbes, mouvements de foules, croisements de rames..."

Les premières démonstrations ont eu lieu dès 1995, avec des filtres à ondes acoustiques de surface conçus au Léti. Puis le développement s'est orienté vers des composants numériques. La liaison retenue définitivement en 1999 fonctionne dans la bande des 2,45 GHz et offre 64 kbits/s minimum. Les avantages sont tels que MTI compte étendre cette technique à l'ensemble de ses ATC numériques dérivés de Météor, la ligne 14 du métro parisien : "Les coûts d'installation et la maintenance sont réduits, la liaison est fiable, la gestion de la transmission est plus souple et le risque de vandalisme très limité", résume Anne-Sophie Chazel.

Les atouts de l'ESSD, et en particulier la rapidité d'installation, ont convaincu la RATP de miser sur cette technique pour ses besoins en vidéo-surveillance temporaire (suivi de la délinquance, déambulation dans des zones interdites au public, manifestations sportives, etc.). En complément des caméras fixes qui équipent couloirs et stations, des caméras provisoires sont nécessaires pour surveiller des secteurs sensibles (agressions, tags, trafic de drogue). Grâce à l'ESSD, elles se passent de fils, s'installent dans des délais record et transmettent à un central des images à 2 Mbits/s : de quoi identifier sans erreur les auteurs d'actes de malveillance. Mieux : il est possible de mettre en place plusieurs caméras dans une même zone, les données



Exemple d'image vidéo obtenue dans le métro parisien avec deux modes de transmission (Photo CEA).

fournies constituent ainsi de solides preuves.

Un premier projet européen, Cromatica, a abouti à un démonstrateur monocaméra. Le projet européen Prismatica, actuellement en cours et piloté par la RATP, devrait déboucher en 2002 sur un démonstrateur multicaméras proche du produit final. En parallèle, d'autres applications sont envisagées : la surveillance de stades, et celle des bus de la RATP en cas d'incident.

Spécial CEA Technologies, déc. 2000

**MESURE**

**Des techniques ultramodernes par traceur laser**

Pour respecter des tolérances de forme et de dimension très sévères, Schott a utilisé pour la première fois un traceur laser 3D. Ce système mobile mesure les coordonnées en 3D. Voici comment il fonctionne : la tête de l'appareil de mesure envoie un rayon laser sur une cible ou "target" que l'opérateur place sur le point à mesurer. Le rayon laser est renvoyé par le réflecteur monté dans la cible. Le traceur enregistre l'angle nécessaire et la distance entre la tête laser et le réflecteur. À partir de ces don-

nées, le système calcule immédiatement les coordonnées spatiales du réflecteur. Ce traceur est très précis (0,01 mm par mètre de distance de la tête laser) et sa plage de mesure va jusqu'à 35 m.

**Utilisé aussi en production**

La faible sensibilité climatique de ce traceur laser et sa grande mobilité permettent de l'utiliser non seulement dans des salles spéciales mais aussi directement sur les machines d'usinage, pendant la production. De cette manière, la

● **Marquage CE et labels non contradictoires**

La Confédération européenne des organismes de contrôle, d'inspection et de prévention (CEOC) s'est prononcée en faveur d'une réelle reconnaissance du rôle à part entière des labels de sécurité volontaires décernés par des organismes de contrôle indépendants européens. Ils constituent une source d'information essentielle pour l'acheteur, l'utilisateur et le consommateur. L'apposition du marquage CE est obligatoire pour les fabricants, conformément aux directives européennes applicables, mais il s'adresse essentiellement aux autorités publiques de surveillance. La CEOC considère qu'un label décerné par une entité indépendante, à la suite d'un contrôle adapté au produit, s'adresse plus clairement à l'utilisateur et au consommateur. Il atteste ainsi la conformité vérifiée du produit. En cas de non-conformité, ce label peut être retiré. Il remplit donc toujours une fonction autre que le marquage CE. Il conforte l'image du fabricant qui engage cette démarche et la certitude du consommateur. Du point de vue de l'industrie et des consommateurs, la solution la plus opportune consisterait à pouvoir s'entendre sur un label volontaire conjoint attestant de la sécurité du produit et s'ajoutant au marquage CE.

M. Hugo Eberhardt, président de la CEOC (TÜV Autriche) voit, dans l'actuelle situation de concurrence, une conséquence de la délimitation équivoque entre leurs deux objectifs. Il s'agit de lever cette incertitude pénible pour le fabricant et le consommateur et de supprimer cette prétendue concurrence en montrant clairement les teneurs informatives différentes de ces labels.



L'intérêt du traceur laser ne réside pas seulement dans la grande précision de ses mesures, mais aussi dans sa mobilité et ses sous-programmes de contrôle et d'analyse très sophistiqués (Photo Schott).

nécessaire concertation avec les responsables de l'assurance qualité est assurée pendant l'usinage. Les résultats des mesures sont communiqués rapidement et des corrections peuvent être apportées en cours de process.

Grâce à la mise au point de sous-programmes de contrôle et d'analyse sophistiqués, le traceur laser peut effectuer des mesures difficilement réalisables, voire impossibles avec des méthodes classiques.

**Des tâches exigeantes**

Dans le cadre du projet Grantecan, le traceur laser effectue des

contrôles simples de la somme des angles, en début de production, ou bien des mesures ultraprecises des rayons et de la forme des surfaces, du côté concave des miroirs. Il réalise aussi des mesures complexes de la forme de l'ensemble du segment hexagonal. Le contrôle de la précision des machines de finition fait également partie des tâches du traceur laser. En effet, les exigences de précision étant très serrées, de l'ordre du dixième de millimètre, le moindre écart de production entraînerait le rejet de tout le segment de miroir. ■

## RECHERCHE &amp; DÉVELOPPEMENT

## L'IFP prépare l'offshore par - 3 000 m

Pour augmenter le volume des ressources pétrolières, il n'y a pas trente-six solutions. Il y en a trois : "Améliorer le taux de récupération du pétrole, développer les ressources non conventionnelles comme le pétrole lourd ou les sables asphaltiques et s'attaquer à l'offshore profond et ultraprofond, jusqu'à 3 000 mètres de fond", rappelle Edouard Freund, Directeur général adjoint R&D à l'Institut Français du Pétrole. Sur ce dernier créneau qui exige la levée de nombreux verrous technologiques (schémas de production, matériaux, structures, équipements, outils de contrôle et de modélisation), l'IFP multiplie les actions de recherche et développement. Il est vrai que l'enjeu est de taille. Les ressources de l'offshore profond sont estimées, aujourd'hui, à 90 milliards de tonnes et la fiscalité est attractive. Dans le golfe du Mexique, par exemple, les 87,5 premiers millions de barils sont détaxés s'ils ont été extraits à plus de 800 mètres de profondeur ! Résultat, les records sont battus régulièrement : 1 000 mètres en 1994, 1 600 mètres en 1997, 1 800 mètres en 1999.

Alors qu'il y a vingt ou trente ans les géologues affirmaient qu'on ne trouverait pas de pétrole à ces grandes profondeurs, "on s'aperçoit aujourd'hui que plus la profondeur augmente, plus les gisements sont rares, certes, mais plus ils sont importants : en moyenne plus de 140 millions de barils à 750 mètres contre 40 millions à 200 mètres, dans le golfe du Mexique. Toutefois, ces champs ont une structure géologique particulière, ce qui imposera de penser autrement l'architecture des puits, notamment en forant des puits avec des arêtes de

poissons, véritables drains qui vont chercher le pétrole à plusieurs kilomètres du centre", précise Jacqueline Lecourtier, Directeur Forage-Production à l'IFP. Par ailleurs, il faudra que les coûts d'exploitation ne dépassent les 10 à 12 dollars/baril, comme pour l'offshore classique. Il n'empêche que les forages par 3 000 mètres de profondeur constituent un enjeu majeur pour les sociétés pétrolières et un objectif pour les années 2005-2010.

**Les axes de R&D actuels** sont de cinq ordres : navires de surface, liaisons tête de puits/support flottant, séparation au fond et ré-injection de l'eau, pompage polyphasique et contrôle des écoulements.

**La gestion des écoulements** est l'un des points les plus sensibles car il met en jeu la sécurité. Les dépôts d'hydrates et de paraffines constituent en effet un des problèmes majeurs de l'offshore profond : du fait des variations de température (le pétrole et le gaz extraits sont, lorsqu'ils remontent en surface, portés à environ 4°C), des "bouchons" se forment. Bouchons qui se transforment en véritables boulets de canon lorsque l'on tente de les dissoudre. Aujourd'hui encore, on ne dispose pas de méthodes de prévention et de contrôle suffisamment fiables.

**Dans le domaine des hydrates de gaz**, l'IFP a cependant mis au point des additifs dispersants biodégradables (commercialisés par TotalFinaElf) qui évitent le colmatage des conduites (ils ont été validés à l'échelle pilote dans la boucle polyphasique Lyre de 150 m de long qui supporte des pressions de 100 bar) ainsi que des additifs dits "cinétiques" (en collaboration avec la

● *Emballer l'inexistant*

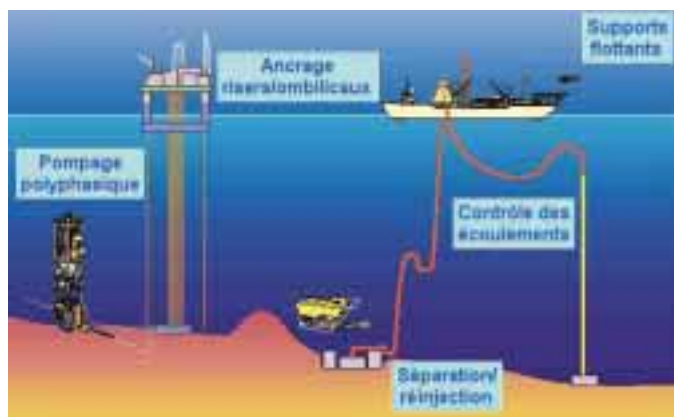
Le chœur reconstitué de la cathédrale Saint Lambert de Liège (Photo Mahaux Photography, Ferrari).

C'était la plus grande cathédrale européenne au XVIII<sup>e</sup> siècle. La reconstruction éphémère de son chœur, au cœur de Liège, fut un événement culturel majeur en Belgique. Ce "geste" architectural singulier est devenu la scène des spectacles et concerts. Cette réalisation, irréelle au départ, qui est une première architecturale, est née de la passion et de la créativité humaine, de celle du Liégeois Louis Maraire d'abord (journaliste), puis de l'architecte Daniel Boden. Ferrari, le tisseur-enducteur de toiles enduites PVC, installé près de Lyon, a vécu l'aventure.

Ferrari conduira jusqu'à terme cette création architecturale éphémère, un gigantesque échafaudage d'une superficie de 660 m<sup>2</sup> et de 36 m de hauteur, recouverte de 12 000 m<sup>2</sup> de toiles Ferrari, c'est-à-dire jusqu'à la gestion du recyclage des toiles enduites PVC. Le recyclage des toiles polyester enduites PVC se fera grâce au procédé Vinyloop, un nouveau procédé par dissolution que Ferrari a mis au point en collaboration avec Solvay.

● *Carg'Up, l'interface mobile*

La Pme familiale Sotransco est spécialisée dans le transport de marchandises. À la demande d'un client, elle a conçu et breveté Carg'Up, interface qui s'adapte sur le châssis de tout véhicule utilitaire léger (VUL) et permet d'en désolidariser rapidement la superstructure : les formules plateau, fourgon, frigo, habitacle, etc. deviennent alors aisément interchangeables. Avantages : transport optimisé, diversité des utilisations, coûts réduits et meilleur respect des délais.



Des enjeux de taille technologiques pour l'offshore profond (Doc. IFP).



● **Alliance stratégique dans la fonderie**

CTIF (Centre Technique des Industries de la Fonderie) et INASMET (Centre Technologique des Matériaux) situé en Espagne signent une alliance stratégique afin d'aborder conjointement le marché européen de la fonderie. Ce partenariat représente plus de 30 % de la capacité d'innovation mais aussi de l'offre technique disponible sur le secteur européen de la fonderie.

● **Pour raviver l'éclat des bouteilles usées**

Pour prolonger la durée d'utilisation des bouteilles consignées, Atofina a mis au point l'Opticoat 140, un agent de camouflage innovant qui permet de masquer les rayures au point de les rendre pratiquement invisibles. La surface de la bouteille reprend tout son éclat, donnant à l'emballage l'aspect du neuf, ce qui valorise le liquide qu'il contient et incite le consommateur à le choisir. Des tests récents ont montré que les bouteilles consignées traitées à l'Opticoat 140 n'entraînent aucun problème lors du processus de lavage et qu'aucune quantité détectable du revêtement ne passe dans l'eau de lavage ou ne se retrouve dans les stations d'épuration des eaux.

● **Une formation 3id labellisée UTC**



(Photo UTC)

Forte d'une convention pédagogique signée avec le Conseil régional de Picardie, le Rectorat d'Amiens, l'UTC et le lycée Mireille Grenet, l'Association pour le développement et l'appui des projets techniques (ADAPTE), membre du réseau 3id (Instituts industriels d'innovation et de développement) de la DATAR, a lancé en 1999 sa formation de technicien développeur en projets industriels. La première promotion a reçu, en octobre dernier, son diplôme validé par l'UTC. La formation des techniciens développeurs de projets industriels, sélectionnés et recrutés en fonction des projets et des compétences et de leur aptitude à intégrer les entreprises, répond au principe "j'apprends - j'applique".



La boucle polyphasique Lyre qui a validé de nouveaux additifs dispersants pour éviter la création de cristaux d'hydrates de gaz (Photos IFP).

société Floerger) qui visent à bloquer la nucléation et la croissance des cristaux d'hydrates.

**En ce qui concerne les dépôts de paraffines**, l'IFP a développé, en coopération avec les pétroliers, deux logiciels Cire et Cryspar qui permettent de prédire les conditions de cristallisation des paraffines et la formation de dépôts. Outre la caractérisation rhéologique et mécanique des gels de paraffines qui permettra de réaliser un contrôle des pressions de redémarrage, l'IFP et Atochem ont étudié un additif dispersant à hautes performances qui vise le "zéro dépôt". Autre pôle de recherche : **les techniques polyphasiques** pour lesquelles une chaîne complète d'équipement et d'expertises a été développée. Et en premier lieu la technologie de pompage hélico-axial "Poséidon" qui a fait ses preuves d'efficacité et de fiabilité dans l'industrie. Une version sous-marine réalisée par TotalFinaElf et Sulzer, baptisée "Nautilus", est en cours de test dans les installations de Solaize. Elle devrait connaître ses premières applications sous-marines en 2002, au plus tard. Parallèlement, le logiciel Tacite (licencié Simsci) permet de modéliser les écoulements polyphasiques alors que des capteurs logiciels (TotalFinaElf et RSI) autorisent des contrôles en temps réel.

**Le comportement en service des matériaux et le comportement mécanique des liaisons surface-fond** constituent un autre axe de R&D, sachant que trois objectifs sont visés : l'allègement, l'isolation thermique et la tenue en fatigue aux fortes pressions. Là, les recherches s'orientent vers les matériaux nouveaux (qualification de polyester pour des lignes d'ancrage allégées) et l'utilisation de

composites (risers et tendons pour plates-formes à ligne tendues avec Soficar, Freyssinet et Doris), la fabrication de tubes frettés dont la masse est réduite de moitié par rapport au métal avec Composites Aquitaine (trois risers ont été réalisés et l'un d'eux sera testé cette année), l'utilisation de mousses (résines époxy et billes de verre) et de lignes d'ancrage synthétiques avec l'Ifremer et Clarom. Sans compter la mise au point d'un nouvel isolant thermique – un matériau à changement de phase (l'énergie dégagée par le passage d'une phase liquide à une phase solide serait utilisée pour réchauffer le fluide) – développé en collaboration avec Bouygues Offshore. Par ailleurs, une banque de données sur les caractéristiques et les performances des isolants thermiques présents sur le marché a été constituée.

Dans ce domaine, l'informatique a évidemment son mot à dire. C'est ainsi que des logiciels ont été développés en partenariat avec Coflexip Stena Offshore puis avec Principia pour la modélisation du comportement de l'ensemble des liaisons fond-surface (logiciel Deeplines), l'hydrodynamique des supports flottants (logiciel Diodore) et des vibrations induites par les courants tourbillonnaires ou vortex (logiciel Deeplines) ainsi que la conception et le dimensionnement des risers de forage (Deepdrill, module métier de Deeplines).

Cet effort de recherche et développement se justifie largement dans la mesure où les entreprises françaises sont reconnues sur le marché mondial pour la qualité technique de leurs prestations, alimentées par un important effort annuel de R&D de 600 millions de francs. ■

## • Un robot plombier



Comment assurer la maintenance d'un réacteur où cohabitent des températures extrêmes, se crée un vide intense, se répand une atmosphère fortement irradiée, interdisant à l'homme tout accès ? C'est le défi que les ingénieurs et les techniciens du Laboratoire de mécanique (LAM/Service de téléopération et de

(Photo CEA)

robotique/Direction des technologies avancées du CEA) ont voulu relever en concevant un véritable robot "plombier" capable de découper, souder, aligner des tuyaux puis contrôler la qualité du travail réalisé. Cette petite merveille de technologie répond au nom de Bore Tools. Une fois introduit à l'extrémité d'un tube de 100 millimètres de diamètre, ce robot progresse jusqu'à 15 mètres, passe des coudes et se joue des soudures pour atteindre sa zone de travail. Là, il découpe la tuyauterie à réparer et maintient à proximité la partie séparée. Une opération anodine, mais qui l'oblige à exercer une force de 100 kilos, lui qui n'en pèse que le tiers. Ensuite, la machine aligne le tube neuf, effectue la soudure et contrôle la qualité de son travail.

## • Visualisation de polluants d'un fleuve

L'Escaut est un fleuve international de 350 km qui coule de Cambrai à Anvers. Il draine une population de 11 millions de personnes, soit environ 500 habitants au km<sup>2</sup>. Depuis 1994, la Commission Internationale pour la protection de l'Escaut (CIPE) met en œuvre des actions pour améliorer la qualité de l'eau de l'Escaut.

Pour présenter les relevés 1998 à la CIPE, fin 2000, l'agence de l'eau Artois-Picardie souhaitait disposer d'un outil de visualisation pour optimiser l'exploitation de ses données, rapportées jusque-là de manière statique sur des graphiques. En 15 jours, Siria Technologies réalise un CD-Rom en 3D de visualisation dynamique d'impacts des polluants de l'Escaut, qui permet de visualiser les stations de mesure dans leur contexte topographique avec la possibilité de faire apparaître la qualité physico-chimique ou temporelle (un polluant à un endroit donné à l'instant t) de manière dynamique et interactive.

## MACHINES

### La microturbine, l'exemple du MIT

Le concept de microturbine a été lancé il y a quelques années par le MIT et regroupe les efforts de spécialistes venant de disciplines différentes. Il porte sur la réalisation de **microturbines à gaz en céramique réfractaire, de 1 cm de diamètre**, par des techniques de microfabrication de type microélectronique.

Les applications potentielles couvrent la propulsion des microdrones, la génération de puissance électrique pour matériel portable, en remplacement des piles au lithium trop lourdes, la motorisation des satellites en orbite, la génération de puissance répartie pour l'aspiration des couches limites sur les ailes d'avion...

L'utilisation d'un ensemble de microturbines groupées et empilées par couches pourrait conduire à une multitude d'applications. Mais il semble qu'il faille au moins encore cinq ans d'efforts supplémentaires avec des moyens très importants pour la mise au point des premiers prototypes de microturbines.

Les contraintes de fabrication à de si petites tailles conduisent à des formes extrudées et 2D. Les contraintes physiques trouvent leur origine dans les effets de viscosité et les limitations liées aux géométries 2D. Les constantes de temps sont généralement plus courtes. Par ailleurs, les propriétés des matériaux sont meilleures à ces échelles. Il ne s'agit pas d'une simple transposition par rapport aux turbomachines classiques, mais de méthodes de conception différentes.

Le tableau ci-après permet de comparer les performances de la microturbine avec celles d'une pile au lithium. Il montre donc que la solution microturbine permet une bien meilleure autonomie qu'avec une pile au

lithium mais que l'autonomie, dans le cas des micro turbines, est très dépendante du rendement des composants turbine et compresseur.

Une méthode de réalisation planaire basée sur les techniques de fabrication des circuits intégrés a été choisie. La raison de ce choix, qui suppose des investissements très lourds aussi bien en études qu'en matériel de fabrication, est que la production de très grandes séries est envisagée, ce qui implique de trouver de nombreux débouchés. Le premier avantage de cette technique est d'intégrer sur le même substrat l'ensemble des composants et d'assurer une grande précision de réalisation. Le second avantage est de permettre un traitement collectif, chaque substrat comportant plusieurs micromachines et l'empilement de plusieurs couches permettant d'obtenir des puissances importantes.

La mise en parallèle de ces machines sur une multicouche de carbure de silicium de 200 mm de diamètre par 3 mm d'épaisseur pourrait produire 10 kW de puissance, d'où l'utilisation prévisible pour des sources auxiliaires de puissance.

Il est possible d'associer plusieurs moteurs indépendants ou en place sur une multicouche. Ainsi une couche de 200 mm de diamètre par 3 mm d'épaisseur peut délivrer une poussée de 10 kg. La propulsion des U.A.V. et des munitions tactiques peut être envisagée (domaine de 100 kg à 1 000 kg de poussée).

L'intérêt de ces moteurs placés en surface, c'est aussi d'aspirer la couche limite et donc d'augmenter le rendement propulsif. Ces moteurs pourraient être aussi utilisés pour le décollage vertical. L'emploi de ces moteurs pour les avions de ligne est

<b>Autonomie = 3,5 h</b>	Pile LiSO <sub>2</sub>	Rendement turbine et compresseur : $\eta_c = \eta_t = 0,65$ polytropique	Rendement turbine, $\eta_c = \eta_t = 0,65$ , échangeur aval Efficacité thermique E = 0,7
<b>Énergie utile</b>	70 W.h	idem	idem
$\eta_{th}$		0,106	0,142
<b>Puissance mécanique</b>	20 W	idem	idem
<b>Volume</b>	350 cc	22 cc	16 cc
<b>Masse totale *</b>	400 g	29 g	22 g
<b>Énergie spécifique</b>	175 W.hr/kg	2 440 W.hr/kg	3 180 W.hr/kg
<b>Densité spécifique</b>	200 kW.hr/m <sup>3</sup>	3 210 kW.hr/m <sup>3</sup>	4 370 kW.hr/m <sup>3</sup>
* avec réservoir rempli de carburant.			

très prématuré car le rendement estimé de ces micromachines est actuellement beaucoup trop faible. Les composants tels que le compresseur, la chambre de combustion, la turbine, les échangeurs peuvent servir de base pour construire des cycles thermodynamiques autres que ceux des turbines à gaz. On peut par exemple utiliser un cycle à air pour le refroidissement ou d'autres cycles permettant soit de travailler à des températures ambiantes, soit à des températures cryogéniques.

Le choix de la taille de ces machines résulte d'un compromis car l'effet d'échelle joue sur le nombre de Reynolds (donc sur le rendement thermique) et sur la précision des réalisations et par ailleurs la profondeur de gravure est limitée. L'objectif n° 1 est actuellement de montrer la faisabilité et donc de définir la machine la plus simple possible.

Yves Ribaud\*, ONERA

\* Extrait du Colloque Microhydrodynamique, Maison de la Mécanique oct. 2000

## INFORMATIQUE/TÉLÉCOMS

### TDK Systems coupe le cordon... ou la révolution du sans-fil !

Spécialiste des technologies sans fil et de la communication mobile en matière de connexion sans fil, TDK Systems annonce une gamme de produits intégrant la toute nouvelle technologie Bluetooth. Révolutionnaire, ce standard technologique ouvert, bon marché, sans fil, remplacera tous

les câbles des appareils électroniques. Bluetooth est une radio utilisant différentes échelles de fréquence d'une portée de 10 mètres minimum (50 mètres pour les produits TDK Systems) qui peut mettre en connexion n'importe quels équipements transmettant des données ou

### ● Colchic pour évaluer l'exposition au risque chimique

*Avec près de 500 000 données, la base Colchic est une référence pour évaluer l'exposition professionnelle au risque chimique en France. Colchic est un système de collecte des mesures d'exposition professionnelle aux agents chimiques recueillies par les huit Laboratoires interrégionaux de chimie des CRAM, les LIC, et le laboratoire de l'INRS. Elle est constituée de bases locales, une par laboratoire, connectées à une base nationale gérée par l'INRS, Institut national de recherche et de sécurité. Sa création en 1987 répondait à trois objectifs : archiver les résultats des analyses effectuées par les laboratoires, harmoniser les méthodes de mesures et créer, comme dans les autres pays européens, une base de données nationale sur l'exposition professionnelle. Après 14 ans de fonctionnement, elle constitue un outil unique pour les professionnels chargés d'évaluer le risque chimique. "Elle regroupe aujourd'hui plus de 435 000 mesures d'expositions et plus de 56 000 résultats d'analyses de produits industriels soit près de 500 000 données", explique Raymond Vincent, chef du laboratoire de Caractérisation du risque chimique à l'INRS en charge de la base Colchic.*

### Bluetooth, la technologie du sans-fil

Bluetooth est la prochaine nouvelle "GRANDE" technologie. C'est un standard technologique ouvert, bon marché, sans fil qui remplacera tous les câbles des appareils électroniques. Bluetooth est une radio de courte portée qui peut mettre en connexion n'importe quels équipements transmettant des données ou de la voix. À la différence du IEEE 802.11 développé avec des applications prédéfinies pour les ordinateurs, Bluetooth peut être utilisé pour tous les outils électroniques (walkman, lecteur MP3, téléphone portable, organizer, PDA, gameboy, calculatrice, télévision portable, caméscope, téléphone sans fil, caméra numérique...). Il fonctionne sur les fréquences ISM (industrielle, scientifique et médicale) reconnues internationalement. À la différence des portables, le même outil peut être utilisé partout dans le monde.

Un consortium Bluetooth a été fondé en mai 1998 par Ericsson, Intel, Nokia, IBM et Toshiba dans le but de créer un standard international. TDK Systems Europe Ltd a été l'une des premières sociétés à être invitées à se joindre au groupe. Depuis, plus de 2 000 entreprises y sont inscrites.

#### Quelles en sont les applications ?

À court terme, Bluetooth rendra l'informatique portable beaucoup plus facile et commode que jamais. À plus long terme, Bluetooth permettra aux outils informatiques et électroniques de communiquer entre eux, mais aussi de se connecter partout dans le monde. À titre d'exemple, un casque Bluetooth pourra servir non seulement de kit main libre pour le GSM, mais également d'écouteur pour le lecteur MP3. Les possibilités de convergence entre produits (de la gameboy au téléphone par exemple) sont énormes. Dans quelques années, il est envisageable que le même portable au format de poche serve d'accès à l'information mais soit également un centre de divertissement. En additionnant un casque audio, un téléphone mobile et un ordinateur portable, l'utilisateur obtiendra un bureau complet et portable.

#### Comment fonctionne Bluetooth ?

La technologie Bluetooth sans fil utilise différentes échelles de fréquences (une technique utilisée pour les radios militaires) pour se protéger des interférences. Les outils Bluetooth de "ad hoc pico cells" passent par 79 différentes ondes 1 600 fois par seconde. Deux appareils munis de Bluetooth, PDA et PC, PC et point d'accès LAN... communiqueront dès lors qu'ils entreront dans un périmètre de 10 mètres (cette distance pourrait être étendue à 100 mètres ultérieurement).

#### Quels seront les premiers produits Bluetooth ?

Bluetooth touchera en premier lieu le monde de l'informatique nomade et des téléphones mobiles. Puis viendra le tour des outils audio et enfin de manière très large de tous les équipements électriques de la maison. Prochainement, avec un téléphone muni de Bluetooth et un agenda digital, chacun pourra recevoir des e-mails et se connecter sur Internet sans même avoir à sortir son téléphone de sa serviette. Un PDA et un PC synchroniseront leurs données par simple approche ; un portable se connectera au réseau de l'entreprise dès qu'il entrera dans le périmètre de connexion. Les premiers outils prévus pour apporter la technologie Bluetooth aux équipements existants seront des cartes PC, des adaptateurs USB et des points d'accès LAN.

de la voix. À la différence du IEEE 802.11 développé pour l'informatique, Bluetooth pourra être utilisé pour tous les outils électroniques.

TDK Systems a choisi, dans un premier temps, de développer une gamme de produits destinés au monde de l'informatique nomade et des téléphones mobiles. Prochainement, avec un téléphone muni de Bluetooth et un agenda digital, chacun pourra recevoir des e-mails et se connecter sur Internet sans même avoir à sortir son téléphone de sa

serviette. Un PDA et un PC de bureau synchroniseront leurs données par simple approche. Un portable se connectera au réseau de l'entreprise dès qu'il entrera dans le périmètre de connexion. Les premiers outils conçus par TDK Systems cibleront les utilisateurs professionnels. Il s'agira d'une carte PC Bluetooth et d'un adaptateur USB. Ces deux produits seront accompagnés d'applications logicielles également développées par le constructeur et conformes aux spécifications Bluetooth. Quelques mois plus tard, TDK Systems mettra sur le marché des points d'accès pour LAN, RNIS et RTC permettant à tous les produits intégrant la technologie Bluetooth de se connecter à un environnement câblé. Les cartes PC et les adaptateurs USB séduiront plutôt les petites entreprises pour réaliser par exemple une connexion imprimante sans fil. Les points d'accès, quant à eux, seront plutôt utilisés dans les organisations plus importantes, voire dans les lieux publics comme les salles d'attente des aéroports où ils permettront aux voyageurs d'utiliser le point d'accès Bluetooth pour envoyer et recevoir leurs e-mails. ■



Carte PC et adaptateur USB Bluetooth (Photos TDK Systems).

### Des patins de chenilles en plastique



(Photo DSM Engineering Plastic Products).

Le respect de l'environnement et les bulldozers à chenilles sont généralement considérés comme incompatibles, du fait de la forte pression au sol exercée par l'engin. Toutefois, il est possible de réduire notablement cette pression en remplaçant les patins de chenilles en acier par des patins en matière plastique. Selon leur type, les patins Nylatrac fabriqués par DSM Engineering Plastic Products peuvent peser jusqu'à 80 % moins qu'un patin similaire en acier. La pression au sol s'en trouve réduite et un bulldozer équipé de patins Nylatrac peut travailler sur des sols meubles ou des revêtements délicats sans les endommager outre mesure. Autres avantages : réduit le bruit de fonctionnement, a moins tendance à adhérer au terrain, résiste extrêmement bien à l'usure et à la corrosion, insensible aux huiles et à l'eau salée...

### Des câbles d'ascenseurs en plastique



(Photo Schindler/SPMP).

Un nouveau câble, constitué entièrement de fibres synthétiques à haute résistance, révolutionne l'univers des ascenseurs. Composé de 300 000 fibres aramide, il présente la même résistance que les câbles traditionnels. Mais il est quatre fois plus léger, son rayon de courbure est deux fois plus petit et il possède un coefficient de friction deux fois plus élevé. Grâce à une meilleure adhérence, ce câble offre une traction plus performante et une durée de vie prolongée. La sécurité est également absolue grâce à l'insertion de fibres de carbone qui permettent une surveillance électronique permanente.

● *La corrosion des métaux précieux en milieu réducteur*

La corrosion des métaux ferreux est un phénomène connu de tous. Chaque année, elle engendre des dépenses exorbitantes (plusieurs centaines de millions de francs) en particulier pour l'entretien des ouvrages d'art à structure métallique. A l'inverse, les métaux nobles sont considérés comme inaltérables et leur stabilité liée à leur rareté peut justifier les prix du marché. Néanmoins, la découverte de nouvelles phases (métal, cation, électrolyte) remet en cause le caractère restrictif du terme même de corrosion. Cette dernière est-elle toujours associée à un processus d'oxydation ? C'est ce que s'efforcent de démontrer les scientifiques de l'Unité Synthèse et électrosynthèse organiques du CNRS - Université Rennes 1.

● *XV<sup>es</sup> trophées de l'innovation*

Un Extranet client et 3 500 techniciens itinérants équipés d'un smart-phone, outil combinant la fonction de téléphone et d'ordinateur leur permettant de mettre à jour et de consulter à tout moment les applications de gestion, de maintenance et d'énergie, le Strabex, un produit efficace et respectueux de l'environnement, pour détruire les micro-organismes dans la réutilisation de l'eau industrielle, un procédé de valorisation énergétique du biogaz issu d'un Centre d'enfouissement technique, dont l'enjeu est à la fois écologique et économique... ce sont là quelques-unes des initiatives les plus novatrices nées au sein de Suez Lyonnaise des Eaux. Sur 191 projets (50 de plus qu'en 1999) présentés par des équipes de 18 pays, 42 ont été primés fin 2000.

● *Un marché pour les surplus d'équipements*

Lancée mi-2000 en France, goindustry.com est une plate-forme de marché business to business spécialisée dans les équipements industriels d'occasion, les surplus et le matériel de bureau. Lieu de transaction des stocks non écoulés et des fins de série de machines de production, de transformation des plastiques et du caoutchouc, de matériels informatiques et d'engins de chantier, le site s'appuie sur des partenaires capables d'assurer la sécurité des paiements, la certification, le transport et la logistique des équipements négociés. Plus de 12 000 équipements sont aujourd'hui présentés sur la place de marché.

INTERNET

**Demain, l'Usine WEB**

Chercher un renseignement technique, télécharger un logiciel, transférer une image de supervision, télécharger un automate ou un capteur, suivre à distance un état de production, intégrer la chaîne logistique et le commerce électronique : Internet est présent à tous les niveaux de l'entreprise et en particulier dans l'usine. Au cœur de la transformation des produits, là où se situe la valeur ajoutée de l'entreprise, l'usine est chaque jour plus sollicitée pour fournir davantage d'informations sur la production. La demande des clients a déjà conduit les responsables de production à ouvrir les portes des ateliers, ne serait-ce que lors des audits qualité de plus en plus nombreux, nécessaires à la certification ou imposés par les clients dans leur processus de sélection des fournisseurs. La mise à disposition d'un dossier de lot intégrant les données de fabrication, de test et d'analyse laboratoire est devenue une pratique courante. Demain, un client devra pouvoir accéder à ces informations en déclarant son identité et en saisissant le numéro de lot considéré.

La recherche de qualité et les contraintes croissantes de traçabilité nécessitent de devancer la demande d'information par la collecte, la structuration, et surtout la mise à disposition des données sur les conditions de fabrication. Ces données peuvent aujourd'hui être partagées non seulement au sein de l'entreprise entre les services production, process et qualité, mais aussi avec les partenaires de la chaîne globale de production-distribution dans une perspective de traçabilité de bout en bout demandée par les consommateurs.

Internet apporte une **solution pragmatique** basée sur une technologie banalisée par l'essor du Web **en mettant à la portée de tous les informations sous une forme réellement accessible**, non rébarbative et moins intimidante que les applications informatiques classiques. Les opérateurs et les responsables de production peuvent ainsi plus facilement accéder aux variables process, alarmes et événements temps-réel et historisées et faire le lien avec les données d'analyse provenant du laboratoire et les données sur les équipements gérées par la maintenance. Il est alors plus

facile de détecter des anomalies complexes, d'examiner ce qui a pu se passer dans telle ou telle situation, d'investiguer les relations de causalité ayant conduit à une situation délicate (*Root Cause Analysis*), d'établir des corrélations entre les variables et les paramètres de fabrication, tout cela dans une démarche continue et participative de progrès associant tous les acteurs : production, maintenance, qualité, procédé. Si beaucoup d'échanges d'information sont techniquement possibles depuis de nombreuses années, relativement peu ont été mis en pratique avec les technologies informatiques traditionnelles.

Il est également possible d'**accéder plus facilement aux documentations techniques** encore souvent gérées sous forme papier : modes opératoires, fiches produits, fiches techniques équipements (capteur, vannes, pompes, machines), consignes de sécurité et rapports.

L'optimisation du procédé peut aussi bénéficier de ces technologies : une **surveillance à distance des contrôleurs multivariables** permet d'ajuster les paramètres dans le cadre d'un contrat de maintenance applicative.

Les connaissances sur le procédé peuvent également être **partagées plus largement** : les experts process peuvent en effet mettre sur l'Intranet à disposition de toutes les unités de production les modèles de simulation définis lors des études procédés (design, debottlenecking). La mise en œuvre est facilitée car il n'est plus nécessaire d'installer un environnement sophistiqué demandant des configurations puissantes sur chaque poste utilisateur, mais simplement d'autoriser les utilisateurs à accéder aux modèles et à lancer des simulations à distance.

Il est aussi possible d'**échanger des informations techniques** sur les procédés **entre l'entreprise et ses fournisseurs** : il est ainsi possible d'utiliser des formats "électroniques" pour une collaboration de type "e-engineering". Par exemple, un laboratoire pharmaceutique ayant défini un nouveau principe actif peut fournir à des sociétés de chimie de spécialité la recette électronique ("e-recipe") définissant les conditions de fabrication (formulation, étapes de synthèse, paramètres procédé).

● **Prix Imagineering 2000**



Le sac à dos/siège (Photo Métamorphose).

DuPont de Nemours a dévoilé, en ouverture de la Cité de la Réussite, les quatre gagnants français du Grand Prix de design industriel Imagineering. Un sac à dos transformable en siège d'appoint, un outil de secours multifonction, un obturateur d'aérosol pour crèmes de soins et un toaster à éjection horizontale avec enrouleur de câble... Un concours qui a pris de l'envergure : près de 1 000 candidats inscrits en Europe. Fort du succès rencontré en France, DuPont a décidé de porter pour la première fois le concours à l'échelle européenne : 5 éditions nationales – Allemagne, Espagne/Portugal, France, Italie et Royaume-Uni – ont permis de récompenser chacune trois lauréats. L'objectif : créer une dynamique autour du Grand Prix Imagineering dans chaque pays et susciter la créativité autour des plastiques techniques chez les étudiants comme les entreprises...

● **Un centre spécialisé dans le positionnement**

Baldor a officiellement ouvert son centre mondial de commande de positionnement à Bristol (Royaume-Uni). Ces nouvelles installations hébergent un laboratoire de pointe, une ligne de montage de contrôleurs et de variateurs asservis et un magasin de stockage destiné à répondre aux besoins techniques et logistiques des fabricants de machines et d'automatismes qui exploitent les nombreux progrès des nouvelles technologies. Ce nouveau site regroupe trois activités : R&D, montage et stockage. Parmi les nouveaux services proposés, il faut noter les logiciels à architecture ouverte qui permettent aux OEM de personnaliser les contrôleurs de mouvement standard.



(Photo Baldor).

Tout au long de la chaîne logistique, les données sur l'avancement de la production sont disponibles en temps réel non seulement pour les opérateurs au niveau de l'atelier mais aussi pour les équipes de planification et de gestion des stocks, les équipes commerciales et les clients grâce à l'ouverture e-business.

L'échange collaboratif d'informations sur les prévisions de demande et l'avancement des productions en cours (CPFR, Collaborative Planning Forecasting and Replenishment) permet de réduire les niveaux de stock tout en garantissant un meilleur taux de service client. Des applications sophistiquées comme *capable to promise* (CTP) et *vendor managed inventory* (VMI) deviennent accessibles et relient directement les lignes de production aux clients ou via l'inter-

médiaire de place de marché électronique.

**Toutes ces technologies sont aujourd'hui disponibles** pour réaliser de nouvelles solutions plus proches des utilisateurs et plus proches des clients de l'usine. **Leur mise en place et leur déploiement généralisé restent conditionnés à une démarche stratégique** volontariste et une politique de conduite du changement apte à gérer l'impact organisationnel.

Jean-Luc Delcuvellerie, AspenTech

Ce thème a été présenté lors de la Journée-débat "Intranet, quels services dans l'exploitation des systèmes automatisés ?" fin 2000 dans le cadre du Club Automation. D'autres réflexions sur ce sujet furent également présentées par de nombreux industriels. Pour plus d'infos : <http://www.clubautomation.org>

**RÉSEAUX**

**Le contrôle-commande par téléphone**

Au sein des architectures de contrôle-commande de procédés industriels complexes, on trouve de plus en plus de composants intelligents dont la maintenance est souvent hors de portée d'un technicien non spécialisé. Pour Christian Walter, ingénieur au Dapnia, cette constatation pose une vraie question : "quelle stratégie de maintenance doit adopter une entreprise qui s'équipe d'automatismes de haute technologie pour son unité chilienne ?" Le Dapnia du CEA Saclay possède une expérience qui pourrait vraisemblablement intéresser ces industriels. En effet, aujourd'hui, une dizaine d'installations dans le monde (téléscope Eros, cible cryogénique CLAS, Adas calorimètre au Cern...) sont conçues de telle façon qu'il soit possible de visualiser en temps réel, grâce à Internet, tous les paramètres du contrôle-commande depuis n'importe quel outil communicant type PC (aujourd'hui) ou Wap et téléphone portable (demain). Pour accroître la disponibilité des installations de contrôle-commande, il est indispensable de disposer de moyens rapides d'aide à la conduite et de diagnostic à distance. Dans cette optique, le Dapnia a utilisé les technologies de

l'Internet et une première approche a été de mettre en place, au niveau du poste de conduite sur site, un serveur http à accès limité, chargé de fournir l'ensemble de l'imagerie et des acquisitions locales à un client équipé d'un simple navigateur Internet. La technologie Java a été retenue ainsi que le standard Microsoft (Explorer).

Une seconde approche consistera à enfouir un serveur web directement au sein des équipements raccordés au réseau WorldFIP. Les trames TCP-IP sont alors encapsulées dans la messagerie de FIP et circulent en dehors du trafic déterministe des variables périodiques. Les postes de conduite locaux ou tout autre matériel servent également de routeur



Suivre en temps réel l'évolution de tous les paramètres sur un portable possédant une interface graphique évoluée (Photo CEA).

### Surveiller le cryostat du calorimètre Atlas du Cern

Le contrôle-commande du cryostat du calorimètre Atlas du Cern est assuré par un système à base d'automates et de composants industriels (ALSTOM, MII...) et d'un PC de supervision intégrant un serveur Web. Cette architecture est constituée notamment d'ensembles intelligents de mesure de température, d'îlots pneumatiques (électrovannes) avec une connexion réseau permettant de les piloter directement sans passer par des cartes E/S. Avec cette architecture, il est possible de voir ce qui se passe à distance grâce au serveur http fourni par le poste de supervision.

L'image de fond graphique (35 ko) est téléchargée en début de connexion avec le navigateur du client. Tout le reste n'est en fait que du transfert de données (1 500 variables) en temps réel avec incrustation des valeurs numériques (rafraîchissement toutes les 3 secondes). Le mode historique permet de dérouler en mode graphique l'ensemble des vues sur une semaine avec un pas de 10 secondes. Ainsi, s'il y a eu un incident la veille, on peut rejouer tout l'historique de la séquence et voir l'évolution des 1 500 paramètres toutes les 10 secondes.

WorldFIP/TCP-IP. "La révolution, explique Christian Walter, c'est que l'on donne à l'objet de plus en plus d'intelligence et de moyens de communication qui vont lui permettre d'établir une communication optimale et sécurisée avec l'utilisateur du bout du monde". Ainsi, l'ingénieur chargé de la maintenance chez le constructeur d'un équipement sophistiqué peut, à partir de n'importe quel PC, mais aussi d'un portable possédant une interface graphique évoluée, visualiser les données et tous les paramètres en temps réel.

"En fait, rajoute Christian Walter, WorldFIP nous a simplifié la vie. Nous

nous sommes contents de rajouter une couche logicielle pour faire passer de l'Internet sur de l'existant. Aujourd'hui, on vient chercher des données par un serveur web au niveau du poste de supervision locale. Demain, on les aura en faisant router Internet sur le réseau de terrain local". De plus, ce système permet de diminuer les coûts de surcâblage en évitant de tirer des lignes Ethernet. "Notre objectif sera d'effectuer prochainement le transfert industriel de ces développements logiciels serveurs Web chez notre partenaire industriel MII".

*Spécial CEA Technologies, déc. 2000*

## ÉNERGIE

### Le gaz naturel, partenaire des plasturgistes

Les gaziers américains, réunis au sein d'un consortium piloté par l'*Industrial Center*, estiment pouvoir augmenter de manière significative leur pénétration du secteur de la plasturgie grâce notamment à des actions de R&D. Gaz de France souhaite s'appuyer sur ces exemples pour proposer un ensemble de procédés utilisant le gaz naturel en transférant certaines de ces technologies.

Les process en développement en France sont les suivants.

#### L'infrarouge gaz en thermoformage.

Gaz de France initie des études dans ce domaine avec les constructeurs de brûleurs et de machines de thermoformage pour préparer et créer une nouvelle offre, transférer et adapter les technologies existantes à l'étranger, notamment l'infrarouge catalytique. Cette solution, éprouvée aux États-Unis depuis 10 ans (600 installations), présente l'avantage de réaliser une chauffe plus rapide et

homogène que l'électricité, par conséquent une économie sur la facture énergétique et un retour sur investissement plus rapide.

**Les dessiccateurs de polymères.** En Europe, la quasi-totalité des sècheurs de polymères fonctionne à l'électricité



Tunnel équipé de thermoréacteurs pour le séchage de peinture PU de finition (Photo Sunkiss).

### ● Première application du procédé Chemox



Le Chemox d'Air Products sur le site de MLPC, filiale d'Atofina (Photo Visavu).

MLPC International s'est affirmé comme un fournisseur mondial de l'industrie de la transformation du caoutchouc particulièrement soucieux de réduire l'impact de ses sites de production sur le milieu naturel. Son ambition étant d'atteindre le niveau d'excellence en matière d'environnement, il a fait appel en mars 1998 à Air Products afin de réduire la DCO dure et la nocivité de ses effluents. Air Products a finalement proposé, au terme d'une étude de faisabilité, une solution d'oxydation chimique par ozonation basée sur sa technologie Chemox, encore jamais appliquée en France.

À la suite de premiers essais, MLPC lance un premier volet d'investissement pour traiter 30 m<sup>3</sup>/h d'effluent dès septembre 2000. La station comprend un générateur d'ozonation de 35 kg ozon/h (au lieu de 50 kg/h sans le Chemox) ; le réacteur Chemox IZR d'un volume de 20 m<sup>3</sup>, un bassin tampon et des équipements complémentaires (pompe, filtres, station de production d'oxygène). Elle est synonyme d'économies substantielles en investissement et en frais de fonctionnement.

### ● Un moteur à double rotor

Enseignant-chercheur au département de Génie mécanique de l'UTC et membre du Laboratoire d'électromécanique de Compiègne, Didier Lemoine a mis au point un prototype de moteur à double rotor. Sur une application de traction, il faut pouvoir fonctionner à puissance constante sur une large gamme de vitesse. La machine à double rotor, développée dans le cadre d'un contrat de recherche avec la DGA (Délégation générale à l'armement), le permet grâce aux performances couplées des deux rotors. La machine, en cours d'étude, sera dix fois plus puissante que le prototype. Ce moteur à double rotor pourrait équiper un jour les roues de certains véhicules de l'armée.

quand des solutions gaz sont déjà éprouvées aux États-Unis. Cependant, une alternative gaz, d'autant plus favorable aux installations mettant en jeu des consommations importantes (séchage de PC, PET, PA) émerge en France avec certains constructeurs européens qui coopèrent avec le monde gazier. Gaz de France accompagne ainsi le constructeur allemand Motan dans sa première installation, officiellement lancée début 2001.

**La production de froid.** Les plasturgistes ont des besoins importants en eau glacée, dont les niveaux de température correspondent au fonctionnement des machines frigorifiques

utilisant le gaz naturel. Le développement de la climatisation au gaz naturel en France constitue donc un environnement favorable au développement de la production de froid process.

**La thermorégulation des moules.** Pour ce poste consommateur d'énergie, l'électricité est majoritairement utilisée sur le marché français. Pourtant, la solution des chaudières à fluide thermique existe en France et des solutions centralisées existent chez les plasturgistes aux États-Unis. Ces techniques gaz sont déjà utilisées dans l'industrie des thermodurcisables et des composites. ■

## POLYMÈRES

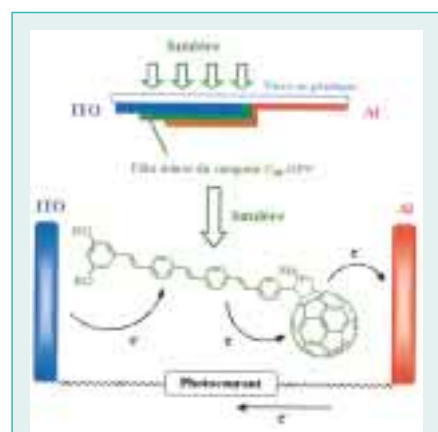
### Des dispositifs photovoltaïques plastiques performants

L'effet photovoltaïque implique la production et le transport de charges négatives (électrons) et positives (trous) sous l'effet de la lumière dans un matériau semi-conducteur. Récemment, un nouveau concept fondé sur l'utilisation d'un film mince du mélange d'un polymère conjugué et de buckminsterfullerène (molécule en forme de ballon de football constituée de 60 atomes de carbone,  $C_{60}$ ) a permis d'améliorer de façon significative les performances des disposi-

tifs photovoltaïques plastiques utilisant des composés organiques.

Toutefois, de nombreux obstacles restent à franchir avant d'éventuelles applications. Les performances du dispositif dépendent en effet de la morphologie du film mince placé entre les deux électrodes. Du fait de l'incompatibilité des deux constituants du mélange, une séparation de phase incontrôlable se produit. La séparation de charge photo-induite à l'origine du photocourant ne pouvant se faire qu'à l'interface  $C_{60}$ /polymère (zone de contact entre les deux constituants) n'est pas optimale.

Des chercheurs du Groupe des matériaux organiques de l'Institut de physique et chimie des matériaux de Strasbourg ont essayé d'éliminer tous les problèmes inhérents à cette séparation de phase. Ils ont synthétisé une molécule hybride à base de dérivés substitués du  $C_{60}$  et projettent de synthétiser de nouveaux dérivés mieux adaptés pour optimiser les performances des cellules photovoltaïques. Pour ce faire, il faut à la fois favoriser la formation de charges au sein du film mince du dispositif photovoltaïque et augmenter la quantité de lumière absorbée. L'un des grands avantages de cette nouvelle approche est la possibilité d'établir une relation entre la structure du composé hybride et son activité. Il sera ensuite facile de faire varier la structure de la molécule pour en moduler ses propriétés électroniques afin de favoriser la production du photocourant. ■



En haut, un film mince (100 à 140 nm) de la molécule  $C_{60}$ -OPV (oligophénylène-vinylène, en vert) est pris en sandwich entre une couche d'aluminium (pôle négatif, en rouge) et une lame d'ITO (électrode transparente, pôle positif, en bleu).

Le composé hybride génère des électrons et des trous sous l'effet de la lumière et fournit des chemins permettant leur transport aux deux électrodes opposées. Un photocourant est observé lorsqu'un transfert d'électron photo-induit, permettant d'obtenir l'espèce à charges séparées, se produit.

### Le plus grand bâtiment modulaire du marché

Spécialisée dans la construction modulaire, Portakabin France lance sur le marché le plus grand bâtiment autonome actuellement disponible en Europe : le Titan. Avec une surface utile de 36 à 68  $m^2$ , Titan est le fruit de deux années de recherche menées dans les usines de la maison mère en Angleterre. Sa particularité : des murs de 18 mètres de long, réalisés d'un seul tenant, sans jointure, qui lui confèrent une isolation phonique et thermique exceptionnelle. L'innovation technique : une étanchéité totale et une résistance accrue aux chocs de ces murs conçus comme un sandwich : à l'extérieur, des faces acier revêtues de plastisol gris clair, au milieu, un isolant polymère sans CFC, et à l'intérieur des panneaux de plâtres recouverts de vinyle blanc. Une entreprise qui a besoin d'une salle de formation dans un mois, d'espaces bureaux pour reloger du personnel délocalisé ou une autre à l'activité saisonnière qui doit héberger 50 personnes supplémentaires pendant 3 mois ; une implantation ou la création d'un siège social... telles sont les demandes qui arrivent régulièrement chez Portakabin.



(Photo Portakabin France).

### La catalyse sur CD-Rom

La catalyse fait appel à des disciplines aussi diverses que la chimie du solide, la chimie organique et organométallique, la chimie physique, les sciences des surfaces et la chimie théorique. L'activité de l'Institut de recherches sur la catalyse du CNRS repose de fait sur des compétences générales qui vont de l'exploration de nouvelles voies de synthèse pour les matériaux catalytiques à l'adaptation de concepts et de méthodes de caractérisation en passant par des approches théoriques de phénomènes physiques courants. Les chercheurs du Groupe "Théorie et modélisation" ont accédé à des systèmes non descriptibles par des équations algébriques. Et ils ont pu traiter des systèmes non séparables sur une machine à 16 000 processeurs. Tous ces résultats leur ont permis de constituer une bibliothèque sur CD-Rom de modèles mathématiques appliqués aux expériences catalytiques.



## ENVIRONNEMENT

## Traiter les effluents industriels avec une faible demande énergétique

L'évaporation est souvent la méthode idéale pour atteindre les objectifs de rejet zéro, de recyclage de l'eau et de développement durable. En effet, la qualité des eaux issues de l'évaporation respecte les normes de rejet les plus strictes et permet le recyclage d'une eau de très haute qualité.

Afin de rendre possible une épuration efficace et peu coûteuse, la société finlandaise Hadwaco a conçu un procédé d'évaporation appliqué au traitement des effluents industriels et des lixiviats pollués, basé sur l'utilisation de films minces polymériques en remplacement des plaques d'échange de chaleur métalliques conventionnelles. Le coût très faible de la matière plastique permet d'augmenter la surface totale d'échange de chaleur. Les avantages de l'utilisation des films polymériques sont :

- faible consommation énergétique (généralement de 8 à 13 kWh/m<sup>3</sup> de condensat) ;
- utilisation possible dans des milieux très corrosifs ;
- élimination des problèmes d'encrassement.



Installation de traitement de lixiviats à Kujala en Finlande (150 m<sup>3</sup>/jour) (Photo Hadwaco).

L'évaporation est adaptée à tous les effluents pollués contenant de la matière minérale (sels, métaux), de la matière organique (DCO) et toute autre substance toxique non volatile, l'évaporation étant la seule méthode qui élimine le polluant sur un spectre allant du domaine ionique aux particules grossières.

Aujourd'hui, toutes ces caractéristiques optimales de purification sont disponibles à des coûts de fonctionnement très faibles.

La seule source de chaleur nécessaire au fonctionnement d'un évaporateur Hadwaco, à flots tombants et compression mécanique de la vapeur, provient de l'énergie de condensation (chaleur latente) de l'eau pure évaporée. Cette technologie ne nécessite ni vapeur ni eau de refroidissement. Par conséquent, la consommation énergétique est extrêmement réduite et les coûts de fonctionnement beaucoup plus faibles que ceux des systèmes d'évaporation habituels.

La technologie d'évaporation Hadwaco, unique et brevetée, s'avère être un moyen efficace et peu coûteux pour traiter l'eau dans les industries qui utilisent traditionnellement des technologies alternatives. Avec des références dans le traitement des lixiviats de décharge publique, l'épuration des effluents d'aciérie, d'industries agroalimentaires, papetières, et beaucoup d'autres, le système offre un traitement qui permet de réduire le volume de polluant résiduel, de récupérer les solides intéressants et de produire une eau de haute qualité qui peut être recyclée. ■

## MÉTHODES

## Six Sigma, la nouvelle norme mondiale de performance industrielle ?

C'est sous l'impulsion de son charismatique Président que General Electric (340 000 personnes, 700 milliards de francs de CA) a choisi, en 1996, la stratégie Six Sigma pour accélérer sa performance industrielle, sous les doubles aspects de productivité et de crois-

sance, en plus, bien sûr de l'amélioration de la qualité des produits.

"Nous allons déplacer le paradigme qui consistait à maîtriser et améliorer des produits vers celui qui consiste à maîtriser et développer des processus, de manière à ce qu'ils ne produi-

## ● Airbag pour avalanches



Ce sac à dos en plastique peut sauver des vies dans les avalanches (Photo ABS Lawineairbag/SPMP).

Les avalanches tuent, chaque année, de nombreux skieurs, téméraires ou malchanceux. Un "gilet de sauvetage" sous forme de "sac à dos antiavalanches" vient d'apparaître sur le marché. Son principe est simple : en cas d'avalanche, le skieur tire sur un cordon qui gonfle automatiquement, grâce à une bouteille d'air comprimé, les quatre ballonnets qui composent le sac à dos. Les ballonnets, volumineux et légers, permettent alors au skieur de "flotter" sur la coulée de neige, tout en le protégeant des blocs de glaces et des débris qui pourraient le blesser. Cependant, comme le soulignent ses inventeurs, ce sac à dos en matières plastiques, qui permet de sauver des vies, n'est pas pour autant un passeport pour le hors-piste.

## ● Inauguration d'une plateforme optique et vision

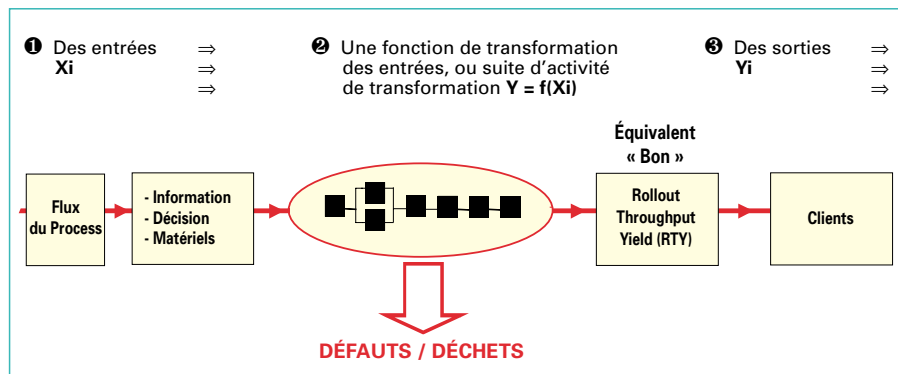
Aujourd'hui installées chez plusieurs industriels, dont Angénieux S.A. ou encore H.E.F., et également aux laboratoires TSI et IGIV à Saint-Étienne, l'ensemble des plates-formes seront regroupées dès 2002 sur un même site, avec la filière vision de l'Université Jean Monnet de Saint-Étienne, la filière "Optique et Industrie" de l'Institut d'Optique Théorique et Appliquée et de l'École Supérieure d'Optique d'Orsay, l'ISTASE, le laboratoire TSI et la structure même du Pôle Optique et Vision. Le choix définitif s'est porté sur le site Carnot, longtemps occupé par Giat Industries, au centre ville de Saint-Étienne.

Avec pour principal objectif le développement des procédés de dépôt de couches minces sol-gel, cette plate-forme s'inscrit dans le cadre des recherches engagées par le CEA pour la réalisation des traitements de surfaces spécifiques des optiques intervenant dans les lasers de haute énergie, tels le Laser Mégajoule.

● **La vapeur sèche pour stériliser**

Ionisos ajoute une corde à son arc avec la vapeur sèche et crée la société Stervap, une filiale dédiée à cette activité. Naturelle, nouvelle et particulièrement innovante, la technologie de la vapeur sèche vient compléter l'offre de stérilisation du Groupe. Ionisos dispose, en effet, déjà dans ses usines de deux techniques industrielles d'ionisation : le traitement par rayons gamma (Cobalt 60) et le traitement par faisceau d'électrons accélérés (rayons bêta). Ionisos se positionne ainsi comme le seul centre multistérilisation (vapeur sèche et rayonnements ionisants) en Europe. Ionisos a démarré un partenariat étroit avec un fabricant renommé d'équipements de stérilisation, la société Zedrys à qui il a confié 5 % du capital de Stervap. Il lui a demandé la réalisation d'un matériel garantissant la meilleure qualité tant organoleptique que microbiologique des produits traités.

Les premiers produits traités par Stervap seront les épices, les légumes secs, les fruits secs, les gommages, le thé et les herbes médicinales, les pigments naturels, la poudre de lait, le cacao, etc. Stervap prévoit également de susciter l'intérêt d'industriels de la pharmacie et de la cosmétique, déjà clients des autres processus de stérilisation.

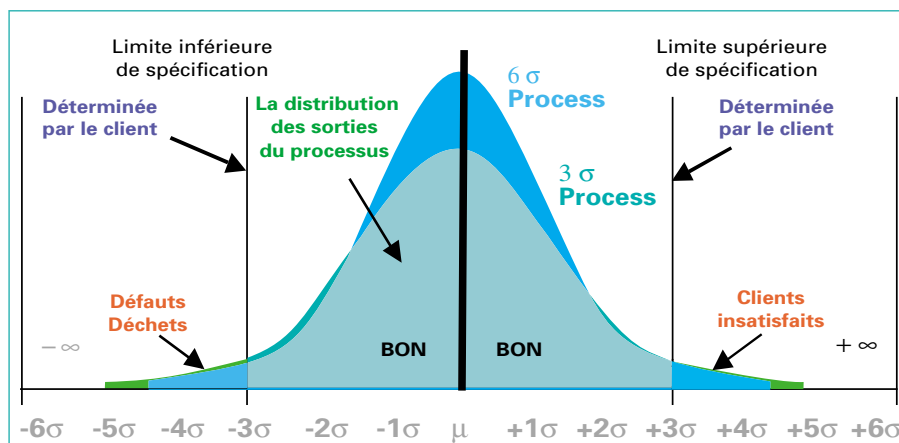


Structure d'un processus.

sent rien d'autre que de la perfection", Jack Welch, Président de G.E. Après Motorola (1987), AlliedSignal (1995), General Electric en 1996 – pour ne citer que les pionniers –, de nombreuses grandes entreprises mondiales ont adopté Six Sigma comme accélérateur de performance de leurs processus. Le phénomène croît d'ailleurs exponentiellement depuis ces dernières années, ce qui fait dire que Six Sigma devient la nouvelle norme mondiale de performance industrielle, comme ISO et QS-9000 sont les références d'assurance qualité. C'est en fait un certain Mikel Harry, ancien qualicien de chez Motorola,

qui a promu cette méthode développée en interne pour améliorer la fiabilité et le niveau de qualité des composants et des ensembles électroniques.

Quand on s'imagine des milliers de composants sur une carte, autant d'opérations d'assemblage, il est évident que des défauts exprimés en pour-cent au niveau d'une seule opération ont un effet désastreux sur l'ensemble de cette carte. Il n'y avait alors pas d'autre solution que de faire du zéro défaut non plus un slogan mais une réalité. C'est ce que fit Motorola ; c'est ce qui devint la vision Six Sigma.



Un processus 3  $\sigma$  génère des défauts, un processus 6  $\sigma$  est l'objectif à atteindre.

Un zéro défaut – ou plutôt **3,4 défauts par million d'opportunités au maximum pour chaque processus...**

#### La vision

Des processus sans génération de défauts seront ainsi à la base de produits de qualité, d'élimination des coûts de non-qualité, et de la satisfaction des clients.

Le mot clé devient **processus** et cela simplifie d'ailleurs énormément toutes les approches de qualité, de productivité et de performance. Dès que l'on a compris qu'un processus, quel qu'il soit (de production, de croissance, de conception, d'approvisionnement, de planification...) est systématiquement structuré de manière identique, on peut s'imaginer que tous les outils et méthodologies vont s'appliquer selon les mêmes principes, quel que soit le type de processus et quel que soit le type d'entreprise.

Plus spécifiquement, on mesure la performance des processus par leur "capabilité" ou aptitude à produire des résultats dont les Six Sigma de la dispersion (loi de Gauss) seront compris dans les limites de la tolérance autorisée. Ainsi tous les processus, quels qu'ils soient, pourront être évalués et comparés grâce à leur niveau de capabilité Sigma car cet indicateur est adimensionnel.

#### Une stratégie, une méthodologie, une mesure...

Le principe sera d'améliorer tous les processus, donc les produits et les services, donc la satisfaction du client, tout en réduisant les coûts de non-qualité. En ce sens, Six Sigma – agissant sur tous les processus pour améliorer la croissance et la productivité – devient une stratégie d'entreprise et non plus seulement un outil réservé uniquement aux statisticiens.

Cette stratégie est alors simple à formuler et à communiquer à l'ensemble de l'entreprise, mais aussi à l'ensemble des clients et actionnaires, voire au monde financier.

Bien plus que la stratégie, Six Sigma quant à son approche structurante est une méthodologie basée sur les principes de la fameuse roue de Deming (connue aussi sous le sigle PDCA), qui correspond à : mesurer, analyser, améliorer, contrôler...

Détaillons les cinq étapes principales constituant cette méthode :

- **Étape 1 : définir ce qui est important**, soit identifier les opportunités de progrès et de gains, définir le projet puis constituer les équipes qui vont mener ce projet.
- **Étape 2 : mesurer la situation actuelle**, par un état des lieux, puis essayer d'imaginer la situation idéale et enfin, mesurer les écarts entre les points de départ et d'arrivée.
- **Étape 3 : analyser ce qui ne va pas**, pour arriver à la vision idéale.
- **Étape 4 : améliorer en se focalisant ce qui ne va pas**, en mettant en place des améliorations/solutions.
- **Étape 5 : contrôler pour garantir les performances**, afin qu'elles persistent dans le temps.

Dernier point, la reconnaissance des individus et des équipes donnera plus de crédibilité à la démarche et d'enthousiasme à l'ensemble de l'entreprise.

#### Les bénéfices

Six Sigma devient alors autant une stratégie de changement qu'une mesure de tous les défauts et de toute la variabilité générés par les processus.

Sans approfondir les bases "mathématiques", une corrélation entre le niveau du Sigma, le RTY (Equivalent

## ● Ramses, un expert de la logique floue

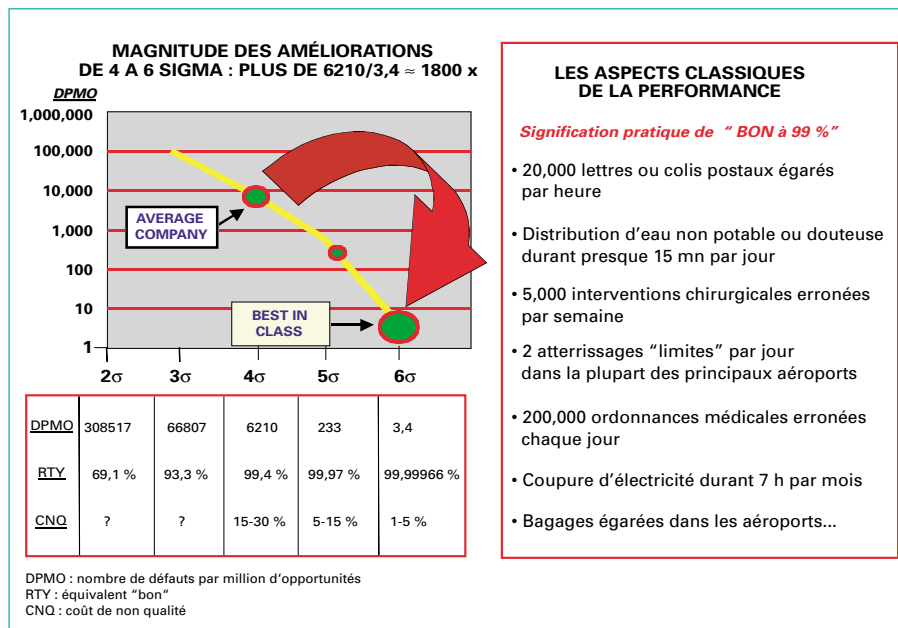
Depuis 1962, le CEA conserve des enregistrements sismiques représentant plus de 20 000 événements analysés. Une gigantesque base de données, idéale pour éduquer un réseau neuronal idoine. Ramses est la somme de trois systèmes indépendants donnant chacun leur réponse à l'analyste qui peut alors décider : un premier réseau neuronal travaille uniquement sur les signaux sismiques bruts en provenance des 40 stations du territoire français ; un deuxième réseau utilise des paramètres issus du traitement des signaux (magnitude, heure et jour de la semaine, localisation) ; enfin, un système expert à logique floue qui exploite lesdits paramètres. Chaque système propose de classer l'événement comme un tremblement de terre, un tir, un effondrement, etc. Le premier fournit 80 % de bonnes réponses, les deux autres plus de 90 %. Le système propose également une décision globale, mais l'expert humain tranchera. Passant de l'état de prototype de laboratoire à une version opérationnelle, Ramses pourra demain être configuré pour analyser d'autres types de signaux (infrasons ou signaux hydroacoustiques).



Salle d'analyse des données géophysiques au centre CEA DAM-Ile de France (Photo CEA).

## ● La gestion des 20 000 sites France Télécom via Intranet

Le progiciel de GMAO (gestion de maintenance assistée par ordinateur) Carl Master, développé par Carl International, assure la gestion du parc des équipements de l'environnement technique de France Télécom : 8 millions d'équipements dans les domaines de l'énergie, du conditionnement d'air, de la protection électro-magnétique et de l'incendie, répartis sur 20 000 sites en France. Adapté aux applications Intranet, ce progiciel permet à France Télécom de développer une démarche commune et globale à l'échelle nationale : recensement et mise à jour de l'ensemble des équipements techniques, tels que les groupes électrogènes, les centrales de traitement d'air, les batteries... Objectifs : optimiser la gestion du parc d'équipements et améliorer la qualité en développant une politique de renouvellement technique et fonctionnel. Fin 2001, plus de 500 personnes de France Télécom utiliseront régulièrement Carl Master.



BON) et le coût de non-qualité (et non pas le coût d'obtention de la qualité) montre qu'à 4 Sigma, le coût de la non-qualité est compris entre 15 et 30 % du chiffre d'affaires. Une autre idée souvent bien ancrée est qu'un processus *bon à 99 %* est un bon processus. Les quelques exemples (partie droite) peuvent nous laisser perplexes !!!

**Comment font les entreprises**

C'est bien là la grande question ; une vision et une méthodologie sont nécessaires mais bien loin d'être suffisantes.

L'inventeur de la méthode Six Sigma (qui, au demeurant ne reprend que des outils déjà bien connus...) a défini des profils de compétences spécifiques qui n'ont d'autre tâche que l'amélioration des processus (soit seuls, soit en équipe, soit en en assistance à d'autres collègues ou équipes). Il s'agit des fameux "*Black Belts*" (ou *ceintures noires*) formés pendant quatre semaines à toute la démarche. Pour être bien certains d'utiliser à fond l'outil, ils seront coiffés, *coachés* par des "*Master Black Belts*" (hyper-experts ou consultants internes). Ces *Black Belts* accéléreront également le processus en formant et en *coachant* des "*Green Belts*" (ou *ceintures vertes*) dont la formation – moins lourde – (8 jours), leur permettra d'assurer "l'amélioration continue". Masters et *Black Belts* quant à eux, en plus de former, devront mener des projets dont les gains seront dits de rupture "30 à XX %" permettant à l'entreprise de marquer sa différence de compétitivité.

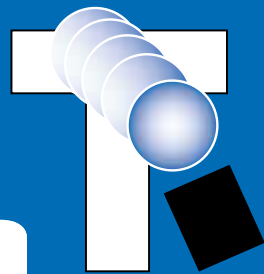
Six Sigma appliqué "correctement" apporte des gains de productivité de 3 à 10 % pour une contribution à la **croissance de 1 à 5 % par année.**

Gilbert HIRTZ,  
Six Sigma Honeywell

● **Prix Qualité Ile-de-France 2000**

Lancé en 1992 par le Mouvement français pour la Qualité et le ministère chargé de l'Industrie. Ce Prix récompense les entreprises, établissements et services publics pour leur démarche de Qualité totale. À ce premier résultat positif – la récompense et la promotion de l'effort – s'ajoute un autre effet des plus bénéfiques : l'utilisation d'un référentiel particulièrement bien adapté aux entreprises qui souhaitent aller plus loin que la certification ISO 9000, évaluer leur démarche qualité et déterminer leurs axes de progrès. Parmi les lauréats :

- dans la catégorie PME/PMI indépendantes, un prix a été attribué à In Vivo, Institut d'études quantitatives spécialisé dans l'analyse du comportement d'achat et des processus de décisions dans l'univers de la grande consommation ;
- dans la catégorie Filiales et Établissements de Grands Groupes, un prix a été remis à GMF Vie, filiale de la Garantie Mutuelle des Fonctionnaires, qui commercialise des produits d'assurances de personnes et d'OPCVM et intègre la Qualité au quotidien.



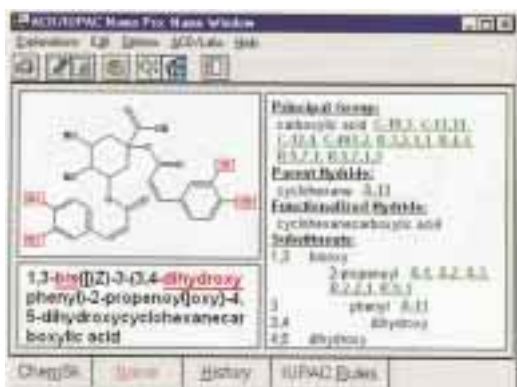
Les nouveautés des Éditions TECHNIQUES DE L'INGÉNIEUR en avril, mai et juin 2001

**S**ur ces quelques pages, nous souhaitons vous informer de tous les produits développés par le service Rédaction mais aussi des nouvelles rubriques mises en route, des parutions du trimestre à venir, des prochains salons où vous pourrez nous retrouver, des mouvements au sein des responsables de rubrique, de quelques articles qui ont plus particulièrement retenu notre attention par leur originalité... en fait, des différentes actions menées pour mieux répondre à votre attente.

Dans le cadre de certains abonnements, vous allez recevoir de nouveaux outils applicatifs sous forme de disquettes, CD-Rom et brochés.

## Prochains CD-Rom

### ACD/IUPAC Name (Constantes Physico-chimiques)



Associé aux articles sur la nomenclature en chimie organique (K100 à 130) et en chimie inorganique (K220 à 230), ce CD représente **le standard en matière de nomenclature**. Il génère les noms systématiques en suivant les recommandations de l'IUPAC : les carbohydrates, les stéroïdes, la plupart des organométalliques, les acides aminés substitués, les systèmes fusés, les biphenyls, les hétérocycles, les peptides... Tous les éléments sont supportés, sauf les gaz rares. Et réciproquement, il permet de déterminer une structure à partir de son nom. Il ne donne pas simplement un nom, mais toutes les règles qui ont été appliquées sont rappelées et chaque partie du nom est associée au groupe d'atomes correspondant.

### CD-Rom Réseaux N° 3

De nouveaux compléments vous seront fournis dans ce numéro 3 (juin 2001) mais la nouveauté, cette année, est sa commercialisation, qui se fera dorénavant indépendamment pour Télécoms et Informatique.

### INDEX

#### – Sur CD-Rom

À partir de cette année, le CD-Rom Index vous sera fourni gratuitement quatre fois par an et vous sera adressé dans cette revue en page centrale.

#### – Sur papier

Pour ceux qui préfèrent le papier, sachez qu'une **édition synthétique de l'Index** est en cours de réalisation : elle reprendra les mots clés les plus importants de l'ensemble de la Collection et sera diffusée à l'intérieur des mises à jour trimestrielles à partir du mois de mai 2001.

### Vous avez la parole

Vous souhaitez nous faire partager vos difficultés de recherche d'informations dans les ouvrages, vos besoins, ou nous faire part de vos suggestions..., nous vous invitons à nous écrire ou à laisser un message sur notre site Internet :

[www.techniques-ingenieur.fr](http://www.techniques-ingenieur.fr)

### Mouvement au sein des responsables de rubrique

**Les TI sont heureux d'accueillir de nouveaux conseillers...**

**TRAN MINH DUC**, professeur à l'université Claude Bernard Lyon I, prend la responsabilité des rubriques *Microscopies et Analyses de surface* dans le traité *Analyse et Caractérisation*.

Pour le traité *Génie électrique*, **Antoine ASLANIDES**, Chef de groupe à EDF R & D vient coordonner la rubrique *Matériaux pour l'électrotechnique* et **Claude OBERLIN**, ancien Adjoint au Chef du département Applications de l'électricité dans l'industrie à l'EDF-DER, déjà responsable de la rubrique *Électrothermie industrielle*, étend sa collaboration à la rubrique *Réseaux électriques*.

**Jean-Luc BOUTONNIER** et **Sébastien ROUSTEL**, Professeurs et Responsables du Laboratoire de Génie alimentaire à L'ENILBIO-Poligny (Jura) vont épauler Jean-Paul BAERT pour développer le traité *Agroalimentaire*.

### Venez nous retrouver sur les salons suivants...

- Du 6 au 8 mars 2001, **MICAD** à Paris-Expo Porte de Versailles.
- Du 6 au 9 mars 2001, **INTERTRONIC** à Paris-Expo Porte de Versailles.
- Du 13 au 15 mars 2001, **ASTELAB** à l'espace Champerret à Paris.
- Du 13 au 16 mars 2001, **INTERCHIMIE- MESUCORA- LABO** à Paris-Nord Villepinte.
- Du 13 au 16 mars 2001, **GO PLAST** à Angers.
- Du 27 au 29 mars 2001, **JEC** au CNIT Paris-La Défense.
- Du 29 au 31 mai 2001, **IDT** au palais des Congrès à Paris.

# Les parutions du trimestre

## Articles prévus en avril, mai et juin 2001

Inclus dans les volumes de la Collection "Techniques de l'Ingénieur", ces articles font partie des mises à jour adressées aux abonnés. De nombreuses possibilités d'achat sont envisageables, du traité complet à l'article seul. Pour plus de détails et pour recevoir une documentation gratuite, il suffit de retourner le bulletin de la page 35.

### L'entreprise industrielle

Systèmes complexes : présentation générale  
Interfacier les produits  
Méthodes de prévision. Présentation générale  
Méthodes de prévision. Méthode par extrapolation  
Chariots de manutention sans conducteur  
Emballages en bois  
Transport de matières dangereuses

### Environnement

Assurance en environnement  
Stabilisation - solidification des déchets  
Centres de stockage des déchets : impacts et perspectives  
Centres de stockage des déchets : conception  
Mesurer les odeurs  
**Newsletter N° 10**

### Sciences fondamentales

Analyse combinatoire élémentaire  
Lasers à solides  
Corps R des nombres réels  
Les fractales en Physique

### Plastiques et composites

Propriétés diélectriques des plastiques  
Charges pour plastiques.  
Pour en savoir plus  
Caractérisation des polymères par MET et MEB  
Polyamides. Pour en savoir plus  
Propriétés des thermodurcissables : tableaux comparatifs

### Génie énergétique

Traitement de l'air et climatisation : aspects thermiques et mécaniques  
Traitement de l'air et climatisation : aspects acoustiques et physico-chimiques  
Transferts de chaleur avec changement d'état solide-liquide

### Génie nucléaire

Bétons spéciaux de protection  
Instrumentation de surveillance des matières nucléaires

### Génie mécanique

**Machines hydrauliques et thermiques**  
Calcul de la résistance des éléments de tuyauterie  
**Fonctions et composants mécaniques**  
Usure des contacts mécaniques : introduction et définitions  
Usure des contacts mécaniques : éléments de tribologie et paramètres du contact

### Travail des matériaux. Assemblage

Fraisage : étude de cas  
Fluides de coupe : rôle en usinage et classification  
Fluides de coupe : mise en œuvre et traitement des rejets

### Construction

Comportement mécanique des sols non saturés  
Ingénierie concourante  
Marchés publics de travaux : exécution, contentieux et responsabilités  
Règles neige et vent

### Constantes physico-chimiques

Constantes des spectres ultraviolets  
Constantes physiques des fluides purs  
Constantes physiques des fluides purs : points critiques  
Constantes nucléaires (suite)

### Génie électrique

**Convertisseurs et machines électriques**  
Documentation et symboles graphiques  
Modélisation des lignes et câbles  
Composants semi-conducteurs de puissance bipolaires. Partie 2  
Supercondensateurs  
**Réseaux électriques et applications**  
Réseaux de distribution : introduction  
Comptage d'électricité : présentation générale  
Comptage d'électricité : fondements de la tarification  
Appareillage électrique d'interruption à haute tension. Partie 1  
Réseaux électriques industriels : généralités

### Électronique

Documentation et symboles graphiques  
Langages de conception des circuits imprimés  
Amplificateurs  
Interconnexions optiques  
Chargeurs de batteries  
Accumulateurs portables

### Télécoms

Rayonnement des ondes acoustiques  
Télécopie  
Système GPS de positionnement par satellite  
**CD-Rom Réseaux N° 3**

### Informatique

Informatique : les moteurs du changement  
Introduction au www  
Visual Basic  
EDI

Lexique Informatique  
Qualité du logiciel : référentiels normatifs  
**CD-Rom Réseaux N° 3**

### Génie des procédés

Liquéfaction de l'hydrogène  
Électrochimie : caractéristiques courant/potentiel (partie 2)  
Dépoussiérage et dévésiculage  
Bioremédiation des sols

### Agroalimentaire

Prévention des risques professionnels dès la conception des espaces de travail  
Crèmes glacées, glaces et sorbets  
Jus d'orange : extraction et conservation  
Contrôle bactériologique in situ des préparations culinaires

### Matériaux métalliques

**Études et propriétés des métaux**  
Fontes à graphite sphéroïdal : mise en œuvre  
Fontes à graphite sphéroïdal : données numériques  
Propriétés des alliages d'aluminium de fonderie  
Matériaux à propriétés magnétiques dures  
Alliages de nickel réfractaires  
**Mise en forme et fonderie**  
Effet thermique de la mise en forme.  
Théorie et phénomènes volumiques  
CND en fonderie : principes  
**Traitement des métaux**  
Traitements thermiques des aciers moulés  
**Élaboration et recyclage des métaux**  
Sidérurgie. Avant-propos  
Récupération et recyclage de l'aluminium : stratégie

### Analyse et caractérisation

Validation des méthodes d'analyse  
Séparation chirale par CPG, CPS, CPL  
Lexique Analyse  
**CD-Rom Analyse de l'air**

### Mesure et Contrôle

ISO  
CEN  
Matériels électriques pour atmosphères explosibles  
Tropicalisation des matériels  
Le GPS : utilisation en positionnement et mesures  
Pesage : réglementation, instrumentation  
Analyse modale expérimentale

### Informatique industrielle

Localisation des robots mobiles autonomes  
Application des réseaux de Pétri  
Optimisation multicritères

\* Pour des raisons éditoriales, la publication de certains articles peut être décalée de trois mois.

## Quelques sujets qui ont retenu notre attention

### ► Prévention des risques professionnels dès la conception des espaces de travail par Claude GARDIA, Michel CHARVOLIN et Michel METAY (CRAM Normandie) (Agroalimentaire)

Le monde de l'agroalimentaire est profondément marqué par les problèmes de santé publique. Pour y faire face, il a développé un outil spécifique visant à assurer l'hygiène des aliments jusqu'au consommateur final : la démarche HACCP (*Hazard Analysis Critical Control Point* ou Analyse des risques, points critiques pour leur maîtrise). Cette méthode d'analyse est d'autant plus efficace qu'elle intervient en amont, c'est-à-dire dès la conception des lieux de travail. La prévention des risques professionnels implique une démarche identique.

Après avoir rappelé les spécificités de l'agroalimentaire et les enjeux et objectifs de la démarche prévention, cet article passe en revue toutes les dispositions techniques : les réglementations, l'implantation des espaces de travail (avec les problèmes fréquemment rencontrés de distances parcourues, croisements de flux, contact avec l'extérieur, nuisances physiques...), le choix des matériaux, l'éclairage, le conditionnement d'ambiance, l'ergonomie des postes de travail, le bruit, les risques liés aux produits chimiques, les machines, les opérations de maintenance... dans le respect des normes hygiéniques.

### ► Traitement de l'air et climatisation par André BAILLY, Michel CLERC-RENAUD, Emmanuel RUTMAN et Claude TERNANT (CIAT) (Génie énergétique)

La climatisation par traitement de l'air ne se limite plus au simple maintien de la température ambiante. Beaucoup d'autres facteurs peuvent être pris en compte tels que l'hygrométrie, la qualité de l'air, le niveau sonore, la précision/stabilité des paramètres, la diffusion de l'air... Il fait appel à de nombreuses technologies et requiert les connaissances de spécialités aussi différentes que la thermique, l'hydraulique, l'aérotechnique, l'acoustique, la filtration, la chimie, l'informatique, la métrologie...

Sur plus de 80 pages, en quatre articles, les auteurs présentent un exposé des bases de sélection et de calcul, non un catalogue de solutions types, afin d'aider le lecteur à concevoir les climatisations par traitement d'air de la plus simple à la plus complexe : après une première

partie très générale sur les notions de confort, de pollution de l'air et leurs effets sur l'homme, sont traités de façon détaillée :

- les composants et leurs fonctions : centrale de traitement de l'air, système de régulation et réseau aéraulique ;
- les aspects thermiques et mécaniques : calcul du débit d'air, calcul des droites de pente du local, chauffage, humidification et déshumidification de l'air, filtration et sa mise en mouvement ;
- et enfin les aspects acoustiques et physico-chimiques : réduction des sources de bruit généré par une centrale de traitement d'air, cas particulier des locaux où l'air est traité par ionisation, rayonnement UV ou encore séchage chimique.

### ► Méthodes de prévention par Jacques BALESTE (Professeur ISLI Bordeaux) (L'entreprise industrielle)

Dans l'entreprise, il ne se passe pas une journée sans qu'un cadre n'ait à effectuer l'estimation de quelque chose : au service commercial pour avoir une idée des ventes possibles dans les trois mois à venir, au bureau des méthodes pour l'évaluation du temps de montage d'un ensemble complexe, au bureau des devis pour établir une offre, au service des achats pour bâtir un plan d'approvisionnement et de stockage... C'est donc une étape incontournable dans les plans d'approvisionnement et des plans de charge des entreprises industrielles et malgré les difficultés, toutes ces actions doivent être conduites avec un minimum de risque d'erreur. Si certains

utilisent des méthodes *pifométriques* (intuitives), d'autres cherchent à mettre en œuvre des méthodes plus rationnelles, mettant en œuvre des modèles s'appuyant sur le passé mais prenant en compte aussi le futur par le biais d'enquêtes.

Ces dernières méthodes font l'objet de trois articles : un premier article présentant les différentes méthodes de prédiction ainsi qu'un rappel des notions de statistiques nécessaires à connaître pour l'étude des méthodes présentées dans les deux articles suivants : méthodes par extrapolation dans les trois modèles : fluctuant, cyclique et aléatoire, parmi les plus fréquemment utilisées pour le court et moyen terme, et méthode par intervalle de confiance.

## Appel aux auteurs

Dans le traité **Environnement**  
Rubrique **Air**

nous sommes à la recherche d'auteurs spécialistes des

### Techniques de dépollution

aussi bien en traitement des fumées, en élimination de COV que des traitements de gaz de combustion ou issus de procédés, ou encore des technologies propres de combustion.

Contact : Laurence Rosset tél. 02 53 35 20 32  
Email : laurence.rosset@teching.com

Dans le traité **Télécoms**  
Rubrique **Multimédia**,

nous sommes à la recherche d'un auteur spécialiste de

### Télécinéma

Contact : Maud Buisine tél. 02 53 35 20 26  
Email : maud.buisine@teching.com

Dans le traité **L'entreprise industrielle**  
Rubrique **Maintenance**

nous sommes à la recherche d'un auteur spécialiste des

### Outils de maintenance conditionnelle

mais aussi d'autres outils comme la documentation technique ou les indicateurs de maintenance.

Contact : Laurence Rosset tél. 02 53 35 20 32  
Email : laurence.rosset@teching.com

# L'ingénieur entre dans l'ère du Virtuel

*Les dernières études réalisées aux cours des six derniers mois confirment l'extraordinaire développement de la réalité virtuelle, au rythme impressionnant de 35 % par an pour un volume estimé de 23 milliards d'Euros en l'an 2001. L'Europe représente 40 % du marché mondial, et réunit un quart des laboratoires dans lesquels travaillent des spécialistes de haut niveau. En quinze ans, cette technique est ainsi passée du stade émergent et confidentiel à celui d'une technologie avancée, à vocation universelle. L'engouement des entreprises à utiliser la réalité virtuelle dans leur développement et la rapidité des développeurs et des chercheurs à la faire évoluer, font qu'aujourd'hui cette technologie est devenue irremplaçable et sans limite. Depuis trois ans, le rendez-vous Laval Virtual réunit toute la communauté internationale et ses acteurs pour échanger, dialoguer et comparer leurs travaux et recherches \**

## Qu'est-ce que la réalité virtuelle ?

Le domaine technique et scientifique de la réalité virtuelle (RV) est désigné par un oxymoron surprenant : "la réalité virtuelle". Cette association de deux termes a priori opposés n'est pas innocente : le virtuel est-il l'inverse du réel ? Nous pouvons remarquer que le choix entre réel et virtuel se pose à l'ingénieur. Par exemple, dans une phase de conception d'un produit, l'évaluation des qualités de l'objet peut se faire sur sa représentation virtuelle ou sur un prototype réel. L'ingénieur est souvent confronté au dilemme suivant : soit tester virtuellement à partir d'un modèle paramétrable, mais peut-être irréaliste, soit évaluer un produit réel mais figé.

Comme toute nouvelle technique, il existait avant son essor des domaines scientifiques connexes qui ont permis son développement. Dans les secteurs des loisirs et des animations en images de synthèse, on a exploité des créations virtuelles bien avant l'avènement de la RV. Dans les domaines professionnels, la CAO et la simulation de phénomènes physiques sont étudiées virtuellement par l'intermédiaire de modélisation numérique. Mais dans tous ces secteurs d'activité, l'utilisateur de ces mondes virtuels est spectateur car il n'agit pas instantanément, ou si peu, sur ces entités virtuelles. **Les frontières entre le domaine de la RV et ses domaines connexes ne sont pas franches et immuables.** Il faut plutôt voir un continuum entre des environnements virtuels où l'utilisateur est passif et ceux où il est totalement immergé "naturellement" et avec lesquels il peut interagir.

L'évolution des ordinateurs permet progressivement de simuler des mondes virtuels de plus en plus complexes avec des possibilités d'interaction. Ceci n'est possible qu'au travers de logiciels et d'interfaces matérielles qui soient adaptés à cet objectif. L'essor d'Internet, plus important en terme économique et d'utilisation que la RV, offre une nouvelle ouverture à celle-ci : des environnements virtuels partagés à distance.

**Dans toute définition de la RV, deux termes ressortent : immersion et interaction.** Il s'agit d'une immersion efficace et partiellement naturelle de l'utilisateur dans un environnement virtuel. Cette immersion doit être analysée sous l'aspect technique et sous l'aspect psychologique, car il s'agit bien de mettre un sujet dans un monde virtuel



Le théâtre immersif ou Reality center (Photo Panoram Technologies).

et non pas seulement de "brancher" son corps à un ordinateur via des interfaces matérielles. De même, le sujet doit pouvoir interagir sur ce monde virtuel par des actions pensées et volontaires : l'interaction est donc aussi à étudier sous les aspects technique et psychologique. Nous proposons ainsi la définition suivante :

*"Les techniques de la RV sont fondées sur l'interaction en temps réel avec un monde virtuel, à l'aide d'interfaces comportementales permettant l'immersion de l'utilisateur dans cet environnement".*

Nous proposons le terme d'interface comportementale pour bien spécifier les nouveaux problèmes d'interfaçage : il s'agit d'interfaces qui permettent d'exploiter un comportement humain, comme la manipulation d'objets virtuels avec la main grâce à un gant de données. Mais cette définition technique ne dit pas quelle est la finalité de la RV. Que recherchons-nous lorsque nous faisons appel à cette technique ? Quel est le rapport entre les aspirations d'un artiste exploitant les techniques de la RV avec les objectifs d'un ingénieur en bureau d'études ? Dans tous les cas, il s'agit de mettre une personne en activité dans un monde artificiel.

**La finalité de la RV est de permettre à une ou plusieurs personnes des activités sensori-motrices et donc mentales dans un monde artificiel, qui est soit imaginaire, soit une simulation de certains aspects du monde réel.**

Les termes "activités sensori-motrices" sont employés pour bien indiquer qu'il faut immerger l'utilisateur en exploitant efficacement certains de ses sens et qu'il agit sur l'environnement virtuel par ses réponses motrices, activées par ses muscles. Par exemple :

\* Dossier coordonné par Simon Richir (ISTIA Innovation, Université d'Angers), avec les contributions de : Olivier Boulanger (Renault Design), Dominique Follut (CLARTE, Centre Lavallois de Ressources Technologiques), Philippe Fuchs (Centre de Robotique, Ecole des Mines de Paris), Daniel Mellet d'Huart (AFPA), Thierry Morineau (Laboratoire LAMIH, Université de Valenciennes), Paul Richard (ISTIA Innovation) et Nicolas Tournier (PSA Peugeot Citroën).



- un capteur de localisation à six degrés de liberté permet de manipuler plus aisément en translation et en rotation spatiales des objets dans un espace virtuel tridimensionnel ;
- un casque de RV permet de regarder efficacement autour de soi en tournant simplement la tête, donc avec un comportement similaire à celui dans un monde réel ;
- une interface à retour d'effort permet de ressentir "presque naturellement" des collisions entre objets virtuels...

La finalité de la RV induit **deux catégories d'applications différentes**.

*Dans la première situation d'un monde imaginaire*, la virtualité est utilisée pour créer soit un monde irréel, exploité principalement par des artistes et des concepteurs de jeux, soit pour visualiser des concepts ou des symboles.

*Dans la deuxième situation d'une simulation de certains aspects du monde réel*, la virtualité est exploitée par l'ingénieur pour mieux concevoir, analyser ou évaluer un produit ou un environnement réel. Notons que l'on parle de reproduire seulement certains aspects du monde réel. Il est illusoire de vouloir simuler entièrement le monde réel concerné. Il est plus judicieux de réfléchir, au moment de la conception d'un dispositif en réalité virtuelle, pour savoir quels aspects doivent être simulés par rapport à l'objectif de l'application.



Quelques exemples de reproduction en RV : le nouveau mannequin d'Elite, la voiture avec reflets de Renault, l'intérieur d'un train.

**La RV pose deux principales problématiques** : la création informatique d'un monde virtuel sur lequel le sujet peut interagir en temps réel et l'interfaçage comportemental d'une personne avec cet environnement virtuel.

Dans le domaine du monde imaginaire, nous observons principalement des applications dans le secteur culturel où les artistes peuvent créer des œuvres interactives et des musées virtuels. Dans l'exploitation d'un monde symbolique, nous pouvons citer l'utilisation symbolique d'architectures urbaines ou routières pour représenter l'organisation d'un réseau de communications. Le domaine de la simulation de certains aspects du monde réel est plus exploité en pratique. Dans le secteur des loisirs, les parcs d'attraction et les salles de jeux proposent des activités ludiques dans des environnements interactifs. Un autre secteur concerne le grand public, celui de la présentation virtuelle de nouveaux projets environnementaux, urbains ou paysagistes. Au niveau professionnel, en dehors de la conception virtuelle d'un produit industriel (le prototypage virtuel), l'architecture, la médecine, la formation du personnel, en particulier à la maintenance, la communication en entreprise et les activités commerciales sont des domaines qui exploitent efficacement la RV. Par exemple, l'analyse du comportement d'achat des consommateurs dans un magasin virtuel, que le Centre de Robotique de l'École des Mines de Paris a conçu avec Sim Team, permet de valider ou non l'impact des emballages des produits.

### Reproduire la dextérité humaine en RV par le retour d'effort

Par l'utilisation de stations graphiques à haute performance, couplées avec des périphériques d'interaction hautement expressifs (les interfaces comportementales), les techniques de la RV ont pour objectif de fournir aux utilisateurs toutes les informations sensorielles nécessaires pour les convaincre de leur présence dans un monde artificiel, en leur offrant la possibilité d'utiliser au maximum leurs capacités naturelles d'action et de perception. Un des axes de recherche important se situe au niveau de l'évaluation de protocoles d'interaction et d'interfaces comportementales (interfaces sensorielles et motrices) en vue d'améliorer la performance humaine en environnement virtuel, et, en particulier, la coordination sensori-motrice (contrôle du mouvement, dextérité, etc.) lors de tâches manuelles. Dans ce contexte, l'utilisation d'interfaces sensorielles qui permettent à l'utilisateur de toucher, saisir, et manipuler des objets virtuels (interfaces haptiques) en percevant, via le système tactilo-proprio-kinesthésique (TPK), certaines de leurs caractéristiques physiques (forme, dureté, etc.) est impérative. Cependant, dans l'état actuel de la technologie, ces interfaces ne permettent pas de restituer toutes les informations haptiques que l'on perçoit lors de la manipulation d'un objet réel. (cf. Libre-Propos IT19, sept. 2000)



Sujet équipé du gant à retour d'effort (LRP Force Feedback Glove) lors d'une tâche impliquant la saisie et le positionnement précis d'objets virtuels rigides (Photo Laboratoire de Robotique de Paris).



Magasin virtuel pour In Vivo, conçu et réalisé par l'École des Mines de Paris et Sim Team (Photo EMP).

## Les challenges industriels du prototypage virtuel

Les ordinateurs actuels ont permis d'introduire la RV dans le domaine de la conception : c'est la **CARV (Conception Assistée par la réalité virtuelle)** basée sur le prototypage virtuel. Celui-ci apporte une nouvelle approche de la conception d'un produit : il permet à un utilisateur de tester et de valider le produit, principalement à partir de critères subjectifs (esthétiques, ergonomiques, etc.).

**Deux fonctionnalités de la CARV sont très intéressantes pour le concepteur :**

- éviter, partiellement en général, la réalisation de prototypes ou de maquettes réels, long à fabriquer et onéreux ;
- faire varier des paramètres du produit sur le prototype virtuel pour l'optimiser en tenant compte de critères subjectifs.

Le challenge industriel du prototypage virtuel permet donc à toute personne (concepteur, testeur ou client) d'être immergée et d'interagir en situation sur le produit avant que ce dernier ne soit réellement fabriqué. Ceci n'offre pas seulement de nouvelles possibilités de tests, mais aussi de communication et de conception entre corps de métier différents ou entre concepteurs et clients. Il peut être efficace de permettre à des gens de métiers différents de concevoir en collaboration et simultanément à partir d'un même prototype virtuel et non de travailler séquentiellement (**travail collaboratif**). Mais si les outils sont disponibles, avec leurs limites, il faut aussi un changement de culture qu'impose le travail collaboratif. Les techniques de RV et d'Internet, associant plusieurs personnes distantes sur un prototype virtuel, permettent le travail collaboratif sur des installations éloignées. La CARV doit modifier le cycle de la conception. À différentes étapes du cycle, des étapes de tests et de validation sont envisageables.

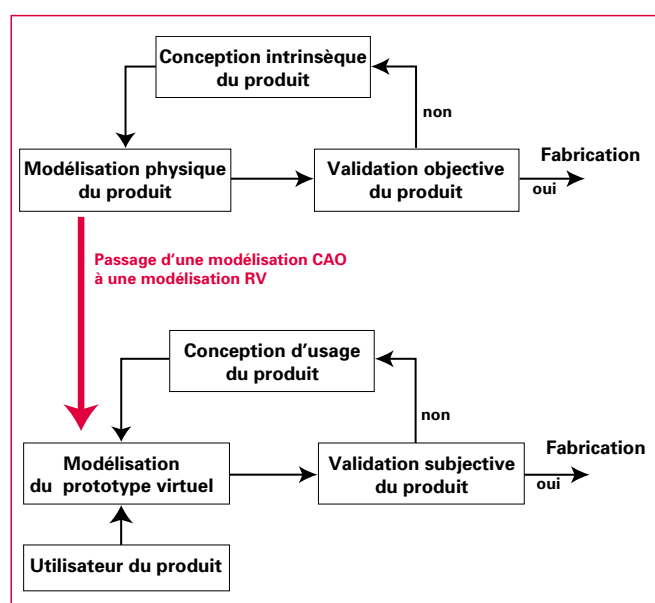
La CAO classique peut être schématisée principalement par une boucle : avant de lancer la fabrication, différentes modélisations physiques (mécanique, thermique, électrique, acoustique, électronique...) sont réalisées sur le modèle numérique du produit pour valider sa conception. Les temps de calculs dans cette phase ont peu d'importance, seules la précision et la validité des calculs sont cruciales. Par rebouclage, la conception est affinée pour améliorer les caractéristiques objectives du produit par rapport aux lois physiques étudiées.

La CARV peut être aussi schématisée par une boucle : avec l'utilisateur du produit incorporé dans le prototype virtuel, des critères humains subjectifs, non pris en compte en CAO classique, peuvent être analysés dans la boucle de conception. Le schéma suivant présente les deux processus de la CAO classique et de la CARV.

Pour réaliser la modélisation du prototype virtuel, il faut compléter le modèle géométrique du produit par la modélisation fonctionnelle de l'objet (comportement cinématique, optique, acoustique...). Le produit étant en utilisation, la modélisation de la scène, où se situe le produit, est souvent indispensable. Toutes ces modélisations devront être compatibles avec un fonctionnement en temps réel, ce qui est encore un challenge technologique. Un autre challenge du prototypage virtuel concerne les moyens pour **recupérer aisément les données utiles des modèles géométriques de la CAO**. Un modèle pour la RV doit être exploité en temps réel avec des caractéristiques différentes de celles d'un modèle CAO (visualisation "réaliste" des surfaces par exemple). Le passage d'un modèle

CAO à un modèle CARV n'est pas automatique, car des critères subjectifs sont à prendre en compte. Par exemple, à quelle finesse géométrique doivent être représentées les surfaces courbes pour que leur visualisation soit esthétiquement correcte ?

Le prototypage virtuel peut donc permettre d'analyser, de tester et de valider des critères subjectifs humains, citons quelques applications : la qualité esthétique d'un produit ne pouvant être analysée que par l'homme, l'ergonomie d'un produit, la conception de la maintenance d'un produit, l'étude de l'encombrement des pièces, de leur montage ou de leur démontage, la visualisation de phénomènes physiques... Par exemple, une simulation en temps réel, avec immersion dans le prototype virtuel, peut permettre de montrer à des marins les mouvements d'un bateau en fonction de la houle, à partir d'un code de calcul déterminant le comportement du navire.



Quelques applications de prototypage virtuel : téléphone portable, visualisation des écoulements autour d'une maquette automobile, extérieur d'une usine.

## Le virtuel comme outil d'aide à la création et à la décision

La pluridisciplinarité d'une entreprise industrielle comme Renault et l'exploitation intensive du numérique, déjà vécue depuis plusieurs années, permet d'évoquer en de nombreux secteurs de l'entreprise la RV. Le souhait est ici de vouloir se détacher de l'exploitation classique du numérique (comme *la simulation numérique intégrant les calculs de structures, la simulation de comportement dynamique de véhicule, la simulation aérodynamique...*) en insistant davantage sur les techniques permettant l'obtention d'une représentation **réaliste** plus forte, voire **l'immersion totale**.

Ainsi, **dans le domaine de la conception du produit** (classiquement le véhicule), on a pu observer chez Renault, comme chez d'autres constructeurs automobiles (Ford, GM, BMW, Mercedes-DB), de nombreuses approches du virtuel dans les logiques de montage, d'*usine virtuelle*, de simulation de conduite automobile, de *visualisation de maquette numérique*, de *présentation virtuelle* en réseau commercial, de communication produit en e-business. Toutes ces activités, et secteurs de l'entreprise, ne vivent pas la même expérience car les utilisateurs finaux (ingénieur, technicien, designer, client du réseau, commercial, etc.) sont de métiers différents. Ainsi, les contraintes de qualité de représentation visuelle, d'immersion, d'inter-

action... ne sont pas les mêmes pour tous les secteurs et la dimension technologique devient alors majeure. Prenons quelques exemples représentatifs.

L'exploitation de la RV dans les **secteurs du montage** devrait permettre de mieux appréhender, en amont des projets, les problématiques de montage d'un nouveau véhicule ou système. Ainsi, il devient intéressant de pouvoir tester comment se monterait un lève-vitre dans la porte du nouveau véhicule, sur la chaîne de montage. Quand on fait l'analyse des *critères de perception* que met en œuvre l'opérateur quand il réalise réellement son montage, on constate assez vite la richesse de l'immersion que l'on devrait offrir dans une manipulation virtuelle. Se posent alors les questions de retour visuel, de *feed-back proprioceptif* (permettant d'exciter nos sens tactiles et musculaires), d'aspects ergonomiques et physiologiques prépondérants. L'approche purement matérielle est une erreur très souvent commise dans le déploiement de systèmes virtuels et cela aboutit très souvent à des systèmes non appropriés ! Le périmètre d'exploitation montage apparaît aujourd'hui pour Renault comme une des approches les plus complexes à réaliser mais les enjeux sont de taille.

Le **secteur des simulateurs automobiles** a, quant à lui, une expérience plus grande car largement inspirée des systèmes aéronautiques/aérospatiaux, et plus avant encore, des très nombreux simulateurs militaires (conduite de char, pilotage d'avions...). Le *simulateur* apparaît alors



Des systèmes immersifs mais aussi un simulateur de conduite Renault (Photos Renault).

comme le système immersif le plus ancien et le mieux abouti. Si l'aéronautique connaît aujourd'hui (et ceci est totalement banalisé) la capacité d'entraîner tous ses pilotes sur simulateur, Renault connaît la possibilité d'étudier l'interaction conducteur-véhicule-environnement avec des essais sur simulateur. Cette activité a su tirer partie, et c'est souvent le cas dans le développement d'un bon système de RV, de l'évolution technologique très forte des systèmes informatiques mais également d'une meilleure connaissance des phénomènes d'Interface Homme-Machine (IHM).

Un autre exemple remarquable est l'exploitation de la maquette virtuelle (maquette numérique) dans les phases de **recherche design** (de style notamment). L'enjeu est ici d'apporter un outil au service de la conception design. Cela veut dire aussi : apporter quelque chose de plus par rapport aux dessins, aux maquettes physiques, aux prototypes roulants que connaissent déjà les équipes de design...

Ces nouveaux outils doivent pouvoir répondre, aussi bien au besoin du designer pour sa propre conception, qu'au souci de communiquer le produit, dans des phases où la présence du concurrent engineering est déjà très forte. Les outils de visualisation de maquette virtuelle sont multiples car ils correspondent à des cibles utilisatrices (couple utilisateur/process) diverses. Ainsi, cela va de la visualisation temps réel interactive jusqu'à la réalisation d'animations intégrant des véhicules virtuels (en cours de conception) dans des décors réels. Dans ces différentes activités, Renault est en recherche permanente d'innovation afin d'offrir les outils les plus performants mais l'immersion (intégrant la stéréovision, les systèmes nouveaux comme les responsive *workbench*, les CAVE...) n'apparaît pas encore aujourd'hui comme une plus-value intéressante. En effet, le critère majeur reste au design la qualité d'image, vecteur directement associé à la qualité du design véhicule que l'on cherche à communiquer au sein des équipes projets. Cette qualité d'image apparaît trop souvent insuffisante dans la plupart des nouveaux systèmes



L'immersion d'un véhicule virtuel (Koleos) dans un monde virtuel (Photo Renault)

immersifs. La capacité de mettre en scène le véhicule virtuel dans un décor réel, alors même qu'aucune maquette physique n'existe, reste aussi une dimension importante de cette approche RV, à la direction du Design Industriel de Renault. Rappelons que la logique de développement de ces outils répondra toujours au double objectif : intérêt pour la conception design et retombées stratégiques pour l'entreprise.



La salle de projection échelle 1 au Design Renault.

Les perspectives d'un déploiement plus important du virtuel dans l'entreprise passent par la prise en compte de chaque problématique spécifique afin d'apporter une solution technologique appropriée. Les approches d'intégration générique du virtuel s'avèrent, en effet, peu adaptées. La connaissance précise du périmètre d'exploitation (où l'humain est de manière systématique la cible utilisatrice, donc celle que l'on doit bien connaître), doit permettre d'évaluer la nature du système virtuel à mettre en place. Si certains utilisateurs peuvent se limiter à la mise en œuvre d'une simple visualisation, d'autres doivent faire preuve de plus d'énergie pour mettre en place des systèmes immersifs et de nouvelles technologies.

Cependant, quels que soient les secteurs considérés, qu'ils fassent appel à des technologies qui ont pu mûrir dans le temps comme la visualisation d'images de synthèses ou à des systèmes immersifs comme les gants, les casques qui ne demandent qu'à être améliorés, il est nécessaire pour tous les acteurs du virtuel de chercher (et trouver) de nouvelles technologies. Que ce soit l'étude classique d'un CAVE, d'un casque immersif, d'un système haptique (comme celui bien connu de la société Sensable) ou l'étude plus avancée de l'**impression rétinienne** ou de l'**holographie**, il est essentiel d'améliorer en permanence ces systèmes qui offriront un potentiel de progrès extraordinaire dans les années futures.

**En résumé, le virtuel chez Renault est une réalité**, une réalité en perpétuelle évolution. Le virtuel existe, ou peut exister, dès lors que l'on manipule un objet numérique et/ou son modèle de comportement. Le bien-fondé de cette approche repose sur l'apport pour l'utilisateur et sur les gains apportés à l'entreprise. La problématique technologique demeure néanmoins au centre des préoccupations. Les évolutions à venir en ce domaine restent, en effet, la clef d'une représentation numérique encore plus efficace. Les expériences multiples réalisées en la matière chez Renault montrent le fort potentiel d'évolution des outils numériques appliqués à la conception automobile, dans un secteur où la place du virtuel devrait s'accroître encore à l'avenir.

## L'influence des environnements virtuels sur les utilisateurs

De manière générale, un dispositif de RV dispose de deux facettes.

L'une des facettes est constituée de l'ensemble des moyens techniques (ordinateur, interfaces, logiciels) permettant la production de stimuli visuels, auditifs, kinesthésiques... Il s'agit de la facette cachée à l'utilisateur durant l'immersion. La seconde facette est composée des stimuli en eux-mêmes (visuels, auditifs, kinesthésiques) ; elle est perceptible pour l'utilisateur. La synchronisation de ces stimuli entre eux et avec les positions et les actions de l'utilisateur procure l'impression à ce dernier d'être au sein d'un environnement particulier. Ce que l'on entend habituellement sous le terme d'environnement virtuel correspond à cet ensemble de stimuli coordonnés et perçus par l'utilisateur. Il est donc tout à fait crucial d'étudier le point de vue de l'utilisateur pour envisager la qualité d'un environnement virtuel.

Pour devenir un environnement consistant, une RV doit disposer d'un ensemble minimal de propriétés. Il doit être un **environnement physique**, c'est-à-dire disposant d'un modèle cohérent en lui-même de lois physiques reconnaissables, et cela même si ces lois sont différentes de celles d'un environnement réel. En second lieu, l'environnement virtuel doit être un environnement ayant un sens **psychologique** pour l'utilisateur. Les objets seront suffisamment significatifs et accessibles aux opérations mentales ou motrices en vue de transformations. Enfin, comme l'environnement réel, il doit être nécessairement **social**. À partir de différents points de vue sur un objet s'élabore un certain degré de réalité de cet objet pour l'individu. Cet environnement virtuel se présentera alors comme un vecteur d'influences sur l'utilisateur. A priori, on peut ainsi discerner quatre dimensions principales dans l'influence : influence amplificatrice ou adaptative, influence explicite ou implicite, influence immédiate ou consécutive, et influence modulatrice ou transformatrice. Parmi ces quatre dimensions, l'axe principal est celui de l'influence amplificatrice ou adaptative. Selon F. Biocca, deux modes d'influence de la RV sur l'humain sont à



L'expérience de rééducation d'un patient.

envisager : une influence par amplification qui démultiplie les capacités de l'individu et une autre par adaptation qui modifiera les caractéristiques de cet individu.

*L'amplification des capacités humaines* réside dans des données sensorielles et des expériences plus étendues qu'auparavant. Mais l'environnement virtuel, du fait de ces caractéristiques spécifiques, peut engager aussi la nécessité d'une *adaptation de l'individu*. Actuellement, de nombreux travaux traitent des effets de l'immersion sur les mécanismes physiologiques humains.

D'autres travaux indiquent également la nécessité d'une adaptation cognitive de l'individu à l'environnement virtuel. Notamment, le déplacement dans un environnement virtuel est loin d'être trivial, puisque le sujet durant cette activité ne déplace pas son corps dans le réel. Un enrichissement des scènes virtuelles en repères spatiaux doit pouvoir contribuer à la réduction des risques de désorientation.

Étant donné l'importance du point de vue de l'utilisateur à l'égard de la définition d'un environnement virtuel, il apparaît comme évident que ces différents types d'influence sont à prendre en considération dans la conception et l'évaluation d'un environnement virtuel.

### Une visite sur le site Web Citroën

Il s'agit de permettre à un client de découvrir un véhicule sur son ordinateur personnel, en utilisant Internet. L'internaute peut visiter l'intérieur ou l'extérieur du véhicule, changer les couleurs, animer les éléments tels que boîte à gants, colonne de direction, sièges, portières, capot, coffre, etc. Dans la visite virtuelle Xsara Picasso, les mouvements de la caméra et les animations sont provoqués par la souris. La liste des objets sur lesquels une action est possible est affichée.

#### Les enjeux pour l'entreprise ?

Le commerce électronique est en fort développement. Des configurateurs automobiles sur Internet sont mis en place par les constructeurs automobiles et permettront à l'internaute de configurer le véhicule qui l'intéresse, de déterminer automatiquement son prix, puis de passer à la phase commerciale. Ces applications sont complexes à mettre en place car elles doivent respecter les options proposées pour un véhicule à un instant t et pour un pays donné. Il faut offrir au client le meilleur aperçu possible de son futur véhicule sans le faire bouger de chez lui. On lui permet donc d'explorer en 3D le véhicule, sous toutes ses coutures, en interagissant sur les fonctions clés du véhicule.

#### Ses objectifs ?

- Le client pourra s'informer et tester les options qui sont disponibles sans aller chez un concessionnaire.
- Montrer les points forts du véhicule qui ne sont pas toujours simples à illustrer physiquement (suspension, sécurité...) et faire passer de nombreux messages commerciaux.
- Promouvoir l'image de marque du véhicule et de la marque en utilisant les nouvelles technologies.

La qualité des objets 3D que l'on peut montrer en temps réel sur Internet se rapproche de celle des jeux vidéo. Seules les limites de taille de fichiers imposent des modèles très simples avec des fonctionnalités minimales.



Aperçu du site (Photo Citroën Xsara Picasso).

## Triple révolution virtuelle pour la formation professionnelle

La dématérialisation des activités professionnelles, l'impossibilité croissante de percevoir directement nombre de processus industriels, rendent difficile la formation des professionnels. Les apprentissages sont souvent fragmentaires et isolent pratique et théorie. Pour pallier ces difficultés, des supports de formation sont utilisés. Ils permettent de représenter, d'illustrer ce qui est enseigné. Mais ils ont leurs limites. Trois types d'utilisation de la RV permettent progressivement de dépasser ces limites, l'introduisant ainsi dans le quotidien de la formation.

**La simulation fut une première révolution.** Elle permet de reproduire la réalité grâce à des ordinateurs, et de s'y comporter "comme si on était dans la réalité". On y entraîne des apprenants à des tâches risquées ou ne pouvant pas être enseignées en situation réelle. Depuis longtemps, l'aérospatiale utilise des simulateurs pour former au pilotage d'avions. Coûteux à développer et à mettre en œuvre, les simulateurs ont longtemps été cantonnés au secteur militaire et aux industries de pointe. Grâce à la baisse des coûts et à la migration des systèmes de réalité virtuelle sur PC, ils sont de plus en plus largement utilisés. Ils s'enrichissent progressivement de véritables fonctionnalités pédagogiques. Ainsi, des simulateurs tels que Trust de Thales Training & Simulation, dédié à la conduite de camion, ne se contentent plus de reproduire un dispositif réel. Ils intègrent la gestion des apprentissages et des difficultés rencontrées par les apprenants. Les exercices proposés font tour à tour varier les types de véhicule, les conditions climatiques, le trafic routier, la charge transportée, les performances attendues...

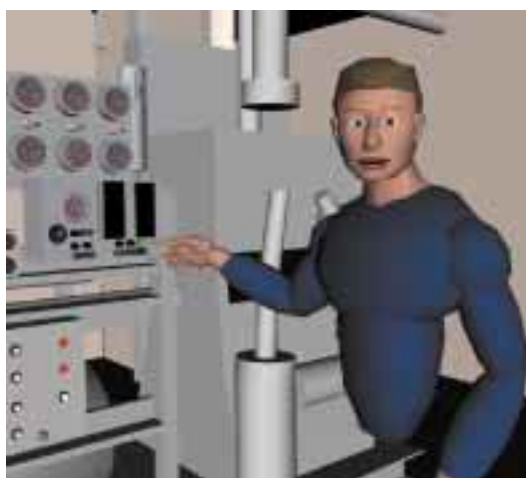
L'utilisation de la RV franchit un nouveau cap. Tout en apprenant par la pratique dans un environnement professionnel proche du réel, l'apprenant peut en plus y découvrir ce qu'il ne peut pas voir dans la réalité. La RV va au-delà de la reproduction de la réalité. Elle **enrichit la réalité** d'éléments non perceptibles et d'informations techniques. C'est la **seconde révolution**.

Chez EDF, il est possible de se former au diagnostic de panne à partir d'un robinet industriel virtuel. Celui-ci peut être visité et démonté partie par partie afin de découvrir chaque composant mécanique. Des indications schématiques figurant les flux ainsi que le nom des pièces peuvent être visualisées.

**La troisième révolution s'annonce.** Des guides entrent dans les environnements virtuels. Des **agents pédagogiques**

L'AFPA (Association nationale pour la formation professionnelle des adultes) prépare un environnement virtuel de formation au soudage. Outre des coûts de formation élevés et l'existence de risques, ce secteur se heurte au fait que le soudeur a une vision réduite de ce qu'il fait. La zone de soudage est masquée par une lumière éblouissante et des étincelles. Le processus physico-chimique n'est pas visible. L'apprenant ne connaît la qualité de sa soudure qu'après refroidissement de la pièce pour l'analyse des défauts de surface ou après sa radiographie pour les défauts de masse. L'apprenant doit relier, a posteriori et mentalement, les défauts constatés aux variations de son geste. La torche était-elle mal orientée ? trop éloignée ? le geste trop rapide ?

L'environnement virtuel de formation permettra de simuler le processus de soudage. Il en restituera une image virtuelle. Il sera possible de réduire ou d'éliminer les "bruits visuels" pour voir se former le cordon de soudage. Il sera aussi possible de voir le bain de fusion. L'apprenant pourra y observer l'impact de son geste. Ce système l'aidera à ajuster son geste au processus physico-chimique et à comprendre ce qui se passe.



L'agent pédagogique virtuel Steve (Photo Jeff Rickel, University of Southern California, Information Science Institute).

**giques virtuels** comme Steve – élaboré par l'University of Southern California à l'Information Science Institute - aideront l'apprenant à organiser ses apprentissages. Ils lui présenteront son environnement d'apprentissage et les activités qu'il devra y mener. En cas de difficultés ils répondront aux questions, montreront ce qu'il y a à faire ou présenteront les aspects cachés ou non visibles de la réalité qui aideront à la compréhension des processus. L'University of Southern California – Institute for Creative Technology s'est engagée dans un projet de formation et de préparation des soldats américains aux missions de maintien de la paix telles qu'en Bosnie. Steve y accompagne les apprenants dans leurs démarches de découverte de l'environnement et dans leurs apprentissages. C'est dans un contexte général de complexification et de dématérialisation progressive des activités professionnelles et d'abstraction croissante des savoirs que **la RV devient le "chaînon manquant" de l'apprentissage, permettant de voir l'invisible, de rendre concrets des savoirs abstraits et de lier théorie et pratique.**

### Dans les Techniques de l'Ingénieur :

Le traité Télécoms s'enrichit d'une **nouvelle rubrique Réalité virtuelle**, coordonnée par Simon Richir (directeur des études du DESS InnovEurope d'ISTIA Innovation - Université d'Angers) ; elle traitera de nombreux sujets comme les systèmes d'immersion, la modélisation, la télémedecine, les interfaces, les langages, le prototypage virtuel, les personnages virtuels, la téléformation... Les premiers articles sont prévus pour la fin de l'année 2001.



Simulation de la maintenance d'un moteur.

## Réalité virtuelle et Architecture : des concepts convergents

Les points de convergence entre l'architecture et la RV sont nombreux de par le concept d'espace qui est mobilisé de part et d'autre. En effet, l'architecte organise et met en scène l'espace, c'est pour lui un élément majeur de composition, le concepteur de mondes virtuels se retrouve fréquemment confronté à la même problématique et l'un des exemples assez abouti se trouve dans le monde du jeu de type *Quake*. On se déplace dans un espace virtuel en 3D composé d'éléments architectoniques (murs, portes...) et mettant en scène une restitution multisensorielle propre à créer une ambiance que l'on peut trouver stressante mais qui contribue pleinement au réalisme du jeu.

Trois grandes tendances se dégagent autour de cette rencontre entre l'architecture et la RV.

**La RV au service de l'architecture pour la simulation d'édifices du passé ou du futur.** Une des premières applications de la RV dans le monde de l'architecture a été de restituer des édifices qui n'existent plus afin de mieux comprendre leur forme, d'imaginer leurs ambiances. Les impacts de ces reconstitutions sur le public ont été importants et constituent l'amorce d'une jonction originale entre l'archéologie et le grand public au travers d'une nouvelle muséographie qui est aujourd'hui en cours de déploiement au travers d'opérations telles que celle mise en place au musée Carnavalet.

De même, au sein d'une agence d'architecture, l'usage de la RV permet de modifier le rapport entre le client et le projet, ce n'est plus un ensemble de documents techniques qui lui est présenté mais bien son futur bâtiment qu'il peut commencer à visiter avant même que le chantier ne soit commencé. La maquette en carton amenait un début de réponse mais son rapport d'échelle avec le visiteur n'était pas le même, ce qui rendait difficile l'abstraction de son statut d'objet. Au sein même de l'équipe de conception, l'usage de la RV permet, sur un modèle simplifié, de tester une hypothèse d'agencement ou la forme d'une ouverture sur la perception de l'espace lors d'un cheminement.

**L'architecture au service de la RV pour imaginer et architecturer de nouveaux espaces.** Cet axe que l'on nomme *Cyber-Architecture* est plus original. En effet, à l'heure de la banalisation de l'informatique, pourquoi ne pas créer des espaces propres à ce support qui serviraient d'interfaces. La recherche d'interfaces plus naturelles conduit à imaginer des espaces 3D où nous agirions comme dans notre vie quotidienne. Ces espaces n'ont alors pas d'autres destinations que de rester in silico mais constituent cependant bien un problème d'architecture dans le sens où il est question d'ambiance, d'espace à organiser et d'usage. L'un des exemples les plus éloquents qui vient à l'esprit est celui du supermarché virtuel : est-ce juste un ensemble de pages HTML réservées à un consommateur initié ? Est-ce une copie d'un rayon comme nous les connaissons ? Est-ce un nouvel espace empruntant au réel mais aussi à l'imaginaire qui est propre à ce concept de *Cyber-Marché* ?

**La RV au service de la simulation de phénomènes propres à l'architecture.** Un autre aspect de l'utilisation de la RV dans la conception architecturale réside dans l'utilisation de modèles physiques ou comportementaux pour simuler a priori l'espace architectural après sa réalisation. En effet, la simulation de phénomènes d'ambiances (vent, son, lumière...) associés à une restitution dans l'espace virtuel permet de mieux comprendre (voire

de corriger) les performances d'une construction en se situant comme usager de cet espace. De plus, des modèles multi-agents permettent de simuler le comportement d'un ensemble d'individus qui peuplerait cet espace. Ces techniques peuvent notamment permettre de simuler des évacuations de locaux, des fonctionnements d'infrastructures routières...

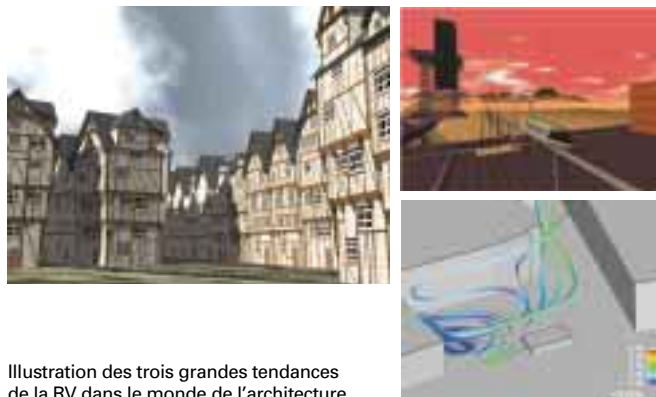


Illustration des trois grandes tendances de la RV dans le monde de l'architecture.

## Virtualisez les métiers de votre entreprise !

Interagir avec des mondes virtuels grâce à des interfaces à l'ergonomie de mieux en mieux adaptée à l'utilisateur sera bientôt aussi naturel que de conduire une automobile. Dans le contexte mondial de la grande fusion du numérique qui verra la collusion de la télévision, de la téléphonie et d'Internet, les utilisateurs, habitués aux jeux vidéo, attendent de nouveaux logiciels plus *ergonomiques* et *interactifs* qui remplaceront les grands logiciels qui ont fait le succès de l'informatique professionnelle. C'est dans ce cadre que s'inscrit la RV. Elle est le **vecteur de transition** entre deux types d'informatiques : **une informatique historique** d'abord basée sur le clavier puis sur la souris et affichant des données sur un écran plat **et une informatique virtuelle** basée sur des interfaces comportementales utilisant des données visualisées en 3D et en relief. Le challenge actuel consiste donc à préparer l'avènement de cette nouvelle informatique *virtuelle* qui, idéalement, verrait la disparition de tout matériel physique entre l'utilisateur et l'univers virtuel de travail. On verrait ainsi un ingénieur de bureau d'études automobile *pénétrer* dans sa maquette numérique très réaliste pour lui apporter des modifications à l'aide de mouvements naturels ou de paroles. L'idée de base serait qu'il n'ait besoin d'aucune formation à ce nouveau logiciel ni d'entraînement à l'utilisation des interfaces nécessaires à son fonctionnement.

### Est-ce de la science-fiction ? Rien n'est moins sûr.

Des chercheurs américains prévoient, par exemple, que la projection rétinienne (on projette l'image numérique directement sur la rétine de l'utilisateur) permettra d'ici quelques années d'immerger virtuellement une personne dans un univers couvrant totalement son champ de vision. Il n'aura plus alors aucun repère "réel" hors de l'univers virtuel. Dans le domaine des périphériques, les interfaces à retour d'effort constituent l'un des grands champs de progression de la RV. Elles donnent aux objets virtuels une dimension fondamentale pour leur perception par l'utilisateur. La sensation ressentie lorsque l'on manipule un objet virtuel dont on ressent physiquement la présence n'est pas explicable sans un essai réel (**rendez-vous à Laval Virtual 2001**). Les bras à retour d'effort sont ainsi de

plus en plus utilisés par les maquettistes qui retrouvent toutes les sensations de la sculpture sur différents matériaux... sans les inconvénients ! En effet, en cas d'erreur ou de faux mouvement, on peut remettre de la matière virtuelle là où on en a trop enlevé mais aussi réaliser des symétries parfaites ou multiplier les maquettes à l'infini. Cet exemple montre **l'intérêt fondamental de la RV** : on part d'un métier réel (sculpteur, maquettiste) dont on étudie les besoins et les possibilités d'amélioration. On conçoit alors un environnement virtuel qui reproduit l'univers de ce "métier" (blocs de matières, outils de sculpture, aérographe...) et on ajoute à cet environnement des fonctions inédites impossibles à implémenter dans l'univers réel (symétrie, duplication...).

Pour l'entreprise, il existe des logiciels créés à partir des "métiers" d'une unité de production. Aussi qualifiés d'**usines virtuelles**, ces logiciels permettent de modéliser toutes les pièces du futur produit à fabriquer, de concevoir le poste de travail qui permettra à un opérateur d'assembler les pièces de ce produit, de concevoir l'atelier de fabrication avec toutes ses machines et ses convoyeurs et de simuler les flux de production des différentes pièces. On voit ici encore la **virtualisation de plusieurs métiers** (ingénieur de production, ergonomes, méthodes) et l'ajout de fonctions novatrices coûteuses ou impossible à mettre en œuvre réellement. On entend quelquefois les éditeurs des grands logiciels de CAO considérer la RV comme un simple *plugin* (logiciel additionnel) qu'ils vont développer. Mais la RV va plus loin et nécessite souvent la refonte du logiciel autour de la manière naturelle de travail de l'utilisateur (son métier).

### La RV accessible pour les PME

Chaque PME possède des *métiers* qui font sa spécificité et son savoir-faire. Ces métiers sont souvent transposables en environnement virtuel pour permettre d'optimiser, voire d'améliorer, la productivité des acteurs maîtrisant ces métiers (il ne s'agit pas de remplacer les hommes par des machines mais de mettre à leur disposition des amplificateurs d'intelligence). De plus, développer un logiciel sur mesure ne reviendra pas forcément plus cher que l'achat d'un logiciel généraliste dont on n'utilisera qu'une partie des possibilités et pour lequel on aura recours à un programme de formation lourd. Les petits logiciels *métiers* que l'on va voir apparaître grâce à la RV seront compatibles entre eux grâce aux formats d'échange issus de l'Internet. Le VRML (*Virtual Reality Modeling Language*), format normalisé de la 3D interactive sur le Web, est actuellement implémenté dans un grand nombre de logiciels de tous les secteurs de l'industrie.

La RV, quel que soit le nom qu'on lui donne (3D interactive, IAO, simulation), va peu à peu envahir le domaine de l'informatique et faire disparaître l'ordinateur historique tel que nous le connaissons aujourd'hui.

### Laval Virtual 2001, les rencontres internationales de la réalité virtuelle du 17 au 20 mai 2001 à Laval

L'engouement des entreprises à utiliser la RV dans leur développement et la rapidité des développeurs et des chercheurs à la faire évoluer, font qu'aujourd'hui cette technologie est devenue irremplaçable et sans limite. C'est pourquoi, cette année et pour la troisième fois, Laval Virtual a décidé d'accueillir tous les acteurs et professionnels de la création numérique. Plus de 70 entreprises, constructeurs informatiques, éditeurs de logiciels, développeurs de solution d'image de synthèse et 3D, fabricants de matériels spécifiques à la RV, gestion de bases de données d'images, créateurs d'effets spéciaux, se retrouveront sur 5000 m<sup>2</sup> d'exposition bénéficiant d'une scénographie originale. Au programme : conférences, colloque scientifique international, compétitions étudiantes, animations grand public et remise des trophées. Pour plus d'infos : <http://www.laval-virtual.org>



## 36 nouveautés classées par secteur

### MESURE-CONTRÔLE

#### Spectromètres à rayons X

Philips Analytical lance une nouvelle génération de spectromètres séquentiels à rayons X, ces spectromètres X MagiX et MagiX PRO X ont été spécialement conçus pour répondre aux demandes de plus en plus exigeantes en termes de précision, vitesse et fiabilité des analyses dans de nombreuses applications en contrôle de production ou en R&D : ciment, minéralogie, chimie, pétrochimie, métallurgie, environnement. Le système MagiX est une solution modulaire pour des applications exigeantes en contrôle de qualité et de production. MagiX PRO, système plus puissant, permet d'atteindre des performances encore plus élevées et une vitesse et flexibilité supérieures. Ce modèle permet d'obtenir des limites de détection basses pour analyser des échantillons de natures et de formes variées, permet de simuler de multiples conditions ambiantes et contient six masques de collimateurs interchangeables.



#### Pyromètre infrarouge

Petit, léger, simple d'utilisation, le Pyromètre infrarouge IR500 3M permet de mesurer sans contact la température des surfaces jusqu'à 1,20 mètre de distance. Particulièrement adapté aux opérations de maintenance électrique ou mécanique, il permet de contrôler les installations sous tension, en mouvement ou inaccessibles et plus généralement de détecter et d'identifier un dysfonctionnement machine. D'utilisation rapide et simple, équipé d'un seul bouton, une pression suffit pour obtenir rapidement la mesure de température de  $-18^{\circ}\text{C}$  à  $+260^{\circ}\text{C}$ . Précis, le signal laser indique exactement le point de visée et la lecture de température se fait immédiatement pour détecter l'éventuelle variation de température d'un élément.

#### Calibrateur de pression

Ergonomique et robuste, le PPS40 a été conçu par la société DH Budenberg (Desgranges et Huot) pour vérifier et étalonner



sur site des manomètres, des transmetteurs de pression ou des pressostats dans les conditions d'utilisation les plus contraignantes. Il mesure et génère des pressions de  $-1$  à 400 bar. Sa précision est de 0,025 %. Le PPS40 est compensé en température de 0 à  $50^{\circ}\text{C}$ . Il mesure également des signaux process (0-10, 420 mA...), des températures par sonde Pt 100 et alimente la boucle de courant du transmetteur. Equipé d'un boîtier antichoc IP65, il est autonome sur batterie rechargeable. Une fonction enregistreur permet de mémoriser jusqu'à 512 mesures.

#### Mégohmmètres numériques/analogiques

Innovants et particulièrement conviviaux, ce sont les derniers nés des contrôleurs d'isolement Chauvin Arnoux. Les modèles C.A 6521-23-25 sont adaptés aux contrôles d'installations et de matériels électriques : mesures de tension AC/DC, d'isolement sous 250, 500 ou 1 000 V jusqu'à 2 G $\Omega$ , de continuité (avec bip sonore) sous  $\pm 200$  mA jusqu'à 20  $\Omega$  et mesures de résistance jusqu'à 400 k $\Omega$ .



Les modèles C.A 6531-33 sont adaptés aux contrôles d'installations et de matériels "courants faibles" (telecom, électronique...): mesure de tension AC ou AC/DC, d'isolement sous 50, 100, 250 ou 500 V jusqu'à 20 G $\Omega$ , de résistance jusqu'à 400 k $\Omega$ , de capacité jusqu'à 4 000 nF et mesure de courant AC/DC jusqu'à 400 mA.

A l'afficheur géant rétro-éclairé, offrant une vision simultanée de la valeur numérique et de la variation analogique sur bargraph, s'ajoutent d'appréciables éléments : une béquille arrière pour une utilisation sur table, une technologie à microprocesseur permettant de programmer et de mémoriser des seuils avec déclenchement d'un bip sonore, un timer autorisant des mesures de longue durée...

#### Pesées sur pont-bascule

Ecostar est un véritable atelier de gestion des pesées sur pont-bascule. Développé par Arpège Master K, il gère les informations de l'exploitation en temps réel ou en mode dégradé. Toutes les données ainsi traitées, via le système de requête SQL, permettent de produire les états désirés, à travers une base de données Oracle. Que ce soit par société et/ou par activité, il est possible d'obtenir une liste des pesées avec leur total en choisissant des critères de tri (date à date, collecteur/fournisseur/client, transporteur...).

Idéal pour peser rapidement et gérer efficacement les flux d'entrées/sorties matières en temps réel et dans un environnement métrologie légale, Ecostar constitue un véritable outil multitâche et multisociété, capable de gérer une base de données (clients-fournisseurs, produits, badges, transporteurs, sociétés...), la traçabilité des pesées, plusieurs sites à distance, un système de détection de la radioactivité des matières traitées, la totalisation des poids via différents critères (produits, clients, véhicules, transporteurs...), etc.

#### Détection de fuite

Afin de répondre aux exigences des industriels ayant des cadences élevées, ATEQ a développé un nouvel instrument de détection de fuite de pièces plastiques : le Ioniq, qui permet de contrôler l'étanchéité de pièces plastiques par mesure de courant de décharge. Le Ioniq détecte des défauts de l'ordre de la dizaine de  $\mu\text{m}$  et peut tester jusqu'à 10 pièces par seconde. C'est l'instrument idéal pour les tests à haute cadence systéma-

tique des bouchons de bouteilles pour les défauts de point d'injection, les membranes plastiques ou isolants pour tous les défauts de faiblesse d'épaisseur.



#### Testeur de fibres optiques

Pour répondre au challenge des applications de la nouvelle génération des fibres optiques, le Wyko FOT de Veeco Instruments, testeur de fibres optiques, mesure les faces d'extrémités pour connecteurs simple et multifibres. Ce système sans contact, profilomètre optique en lumière blanche, mesure très précisément la géométrie d'extrémité et la rugosité de fibre simple (PC/AC), facteur de forme (LC), et connecteurs multifibres (MT-RJ, MT-P, SC-QC/DC). Les mesures en 3D, avec une résolution subnanométrique, prennent seulement quelques secondes !



### MÉCANIQUE

#### Vannes droites

Flowserve annonce sa nouvelle série de vannes droites, simple siège, à guidage par le haut pour services généraux. Baptisée Valtek 2000, la gamme comprend plusieurs modèles compacts, utilisables dans la plupart des applications de contrôle des fluides, dont les corps sont aux normes ANSI et DIN. Munis de clapets égal pourcentages, linéaires, à ouvertures rapides ou, en option, faibles bruits, ces vannes disposent de



tous les chapeaux souhaitables : standard, spécifiques pour moteur électrique, à extension ou à extension avec soufflet d'étanchéité (fluides acceptés entre - 60/+ 530°C). Leurs presses étoupes sont simple ou doubles, standard ou à resserrage automatique. Les corps sont fournis à la demande en fonte GS, aciers ou inox.

### Coupleurs pour transfert de fluides

Représentée par Woodhead Connectivity sur notre marché, la firme américaine CPC annonce une nouvelle série de coupleurs rapides. Baptisée CQV-06, cette gamme comprend des coupleurs fabriqués en PVDF vierge avec ressort de clapet en Peek ou en fluoroplastique, ce qui exclut tout risque de contamination ionique. Elle est proposée avec joints Chemraz afin d'assurer une résistance chimique optimale. Un système de verrouillage "une main" réduit de moitié l'effort d'accouplement et la sécurité de ce dernier est garantie par un click nettement audible lors du verrouillage. Des repères colorés, au niveau du verrou et des coiffes de raccordement, permettent le détrompage des circuits ; en outre, les terminaisons "Flare" intégrées autorisent le raccordement de tubes semi-rigides tels que du PFA ou FEP. Chaque coupleur est équipé de clapets d'obturation profilés garantissant un débit optimal pour un passage nominal de 10 mm et permettant des pressions de service pouvant atteindre 5,5 bar, dans une plage de température de 0 à + 110°C.



### Logiciel de supervision

Le logiciel de supervision P-CIM, véritable outil de communication homme-machine, trait d'union indispensable pour toute la maintenance, permet de visualiser le fonctionnement complet d'une machine ou d'une installation. Ce logiciel de supervision, très puissant et économique, est capable de créer avec facilité des applications complètes de contrôle industriel, sans connaissances approfondies de l'informatique. Distribué par Esco Transmissions, le P-CIM est un outil indispensable de port, sa puissance de calcul, son rendu graphique et son mode d'adressage très simple.



### Logiciel de conduite de procédé

Eurotherm Automation propose le logiciel de conduite de procédé SpecView, destiné au pilotage des régulateurs, à la surveillance du procédé et au contrôle des installations. Compatible avec tous les régulateurs Eurotherm (séries 900 et 2000), il effectue une reconnaissance automatique des appareils. Conçu pour faire gagner le maximum de temps lors des développements fastidieux, il réalise une autoconfiguration de la base de données et la création automatique des vues instruments. Il permet aussi le développement des vues synoptiques animées, des objets d'animation tels que des barres-graphes, des boutons d'action et des actions réflexes cycliques ou événements. L'édition, le stockage et le chargement des recettes apportent une grande souplesse et un gain de temps au niveau de la configuration des régulateurs.

## MATÉRIAUX

### Décapants peintures

Atofina a développé Isea, une gamme innovante de décapants peintures pour façades à destination des professionnels du bâtiment. Formulée à partir de diméthyl sulfoxyde, de cosolvants organiques, d'activateurs et de charges minérales, ces nouveaux solvants très puissants agissent sur un large spectre de peintures et sont éti-



quetés non toxiques, à points d'éclair élevés et respectueux de l'environnement. De plus, la gamme Isea n'a aucune action sur les matériaux de construction (profilés aluminium) et les résidus de décapants ne migrent pas au travers des films neufs. D'une grande facilité de mise en œuvre, ils peuvent être appliqués sur surfaces verticales ou inclinées en une couche unique à la brosse, au pistolet ou au rouleau. Ils ont pour caractéristique d'attaquer rapidement (en 1 à 3 heures) le revêtement.

### Ruban de protection contre la corrosion

Le ruban d'isolation 3M Scotchrap 52 + est tout particulièrement destiné à protéger contre la corrosion, la moisissure ou l'abrasion, les systèmes de pipelines exposés aux intempéries. Utilisable sur plates-formes pétrolières, gazières ainsi que pour les installations sur sites chimiques, ce ruban possède de nombreuses propriétés : doté d'une couverture retardatrice de la flamme, il est stable à la température, possède une excellente résistance aux intempéries et à la moisissure, et possède un domaine d'applications couvrant une gamme étendue de températures.

Ce ruban composé d'un mastic laminé entre un support caoutchouc épais et un intercalaire blanc est une alternative plus économique et pratique aux feuilles de métal ; possédant une meilleure résistance mécanique, il permet une installation plus rapide et un accès plus aisé pour l'inspection des pipelines.

## ÉLECTRICITÉ ÉLECTRONIQUE

### Produit d'entretien pour l'électronique

Appartenant à la sous-famille des nettoyants dégraissants, ce produit est un nettoyant sec de flux de soudure ; il est utilisé par les professionnels qui se servent d'un fer à souder.

Après avoir réparé une soudure sur carte, le Soudure Net mis au point par ITW permet de retirer les résines qui ont brûlé sur la

carte et d'éliminer les colophanes. Il nettoie et retire sur les cartes les traces de plomb et d'étain. Le produit est équipé d'une brosse antistatique spécialement étudiée qui permettra de bien nettoyer et retirer toutes les impuretés restées sur la carte. Ce produit est sans danger pour les matières plastiques et ne laisse absolument aucune trace blanche.



### Système de conférence numérique

Avec le système DCN Concentus (Digital Congress Network), Philips complète sa gamme de systèmes de conférence numérique. Il associe l'esthétisme aux technologies les plus évoluées en matière d'acoustique, d'affichage et de gestion vidéo. C'est ainsi que chaque poste est doté d'un haut-parleur plat qui offre une directivité constante du son à n'importe quelle fréquence, un angle d'écoute extrêmement large et une réduction de l'effet Larsen (il est possible d'identifier l'intervenant à sa voix). De plus, certains modèles peuvent être dotés d'un écran LCD rétro-éclairé susceptible d'afficher tous les caractères standards et signes graphiques de Windows, ce qui permet de diffuser des informations dans toutes les langues, y compris le chinois. Enfin, des caméras dômes peuvent être raccordées au système DCN Concentus, permettant ainsi de visualiser de manière automatique l'interlocuteur, son nom, son pays d'origine ou autres informations sur un écran de TV, un moniteur ou un écran de projection situé dans la salle ou déporté à l'extérieur.

### Ruban vinyle multi-usages

Mis au point spécifiquement pour les artisans électriciens et tous les corps de métiers se fournissant en distribution électrique, il se révèle être l'adhésif indispensable pour tous les travaux de second œuvre en installation ou réparation. Sa faible épaisseur (0,15 mm) et sa capacité d'allongement (il double sa longueur) lui confèrent une adaptabilité infaillible tout au long des différents travaux. Il se révèle particulièrement performant pour le fretage de câbles ou de fils électriques, la réparation de tuyaux percés, le marquage d'identification des câbles, le maintien de câbles au sol, le masquage de peinture...

Grâce à la qualité de son adhésif caoutchouc, le Scotch 2000 3M adhère parfaitement sur des surfaces variées (plastique, bois, moquette, métal) et s'enlève facilement sans laisser de marque (traces, résidus ou colles). Après utilisation, le Scotch 2000 laisse les surfaces propres et nettes, supprimant l'étape souvent fastidieuse de nettoyage.

### Microcontrôleur 128 Ko

Hitachi a lancé H8S/2148AF, son nouveau microcontrôleur flash 16 bits à faible consommation. Basé sur le noyau du processeur H8S, ce circuit offre des performances 16 bits de haut niveau avec un jeu de périphériques types 8 bits pour le prix d'un circuit 8 bits. De plus, une mémoire flash 128 Ko et deux canaux I2C améliorent les fonctions de communication et la souplesse d'utilisation de ce microcontrôleur dans les environnements de développement et de production.

Le H8S/2148AF convient à un large éventail d'applications nécessitant un rapport performances/prix optimal. Les applications industrielles, en particulier la relève de compteurs et les équipements portables, tirent parti de la faible consommation de ce circuit. De plus, grâce à sa mémoire flash, il est parfaitement indiqué pour les applications automobiles, telles que les systèmes d'airbag. Enfin, doté de nombreuses interfaces de communication, ce circuit est idéal pour la plupart des applications de communication, notamment les cartes de ligne, les modems, les boîtiers TV interactifs et les écrans d'ordinateurs.



### Câble au standard Profibus

Plus de 45 % des nouvelles installations intègrent désormais un bus de terrain. C'est pourquoi la R&D de CAE Industrie complète sa gamme de câbles destinée à l'interconnexion des calculateurs, automates et composants d'automatismes industriels avec un nouveau câble répondant au standard Profibus.

Un seul câble comportant deux fils (liaison série) suffit pour transmettre toutes les informations entre la partie intelligente de l'installation et les équipe-

ments de terrain (capteurs, actionneurs...). Le résultat ? Une réduction de plus de 40 % des coûts par rapport à un câblage parallèle traditionnel.

D'un diamètre extérieur de 8 mm et d'une section de 0,32 m<sup>2</sup>, il se compose d'une gaine extérieure en PVC spécial. L'isolation est assurée grâce à la polyoléfine cellulaire de type foam skin. Un double blindage (ruban aluminium et tresse cuivre étamé) l'immunise contre les perturbations électromagnétiques. Sa faible capacitance autorise de très importants débits.

### Câbles coaxiaux



Pour répondre à l'évolution technologique du marché des télécommunications, Axon' Câble a développé la gamme des produits Quasi-Flex, câbles coaxiaux conformables destinés à se substituer aux câbles semi-rigides, tout en conservant des performances électriques similaires. Le tube en laiton traditionnellement utilisé sur ces coaxiaux est ici remplacé par une tresse de blindage sur-rétamée, optimisée dans sa construction, conférant ainsi aux câbles Quasi-Flex d'excellentes propriétés de mémoire de forme. En option, une gaine de protection peut être déposée sur le blindage.

Contrairement aux câbles semi-rigides qui nécessitent des outillages pour les opérations de mise en forme, Quasi-Flex peut être cintré manuellement lors de l'implantation dans les équipements facilitant ainsi les phases d'intégration ou de maintenance.

## INFORMATIQUE BUREAUTIQUE

### Terminal industriel de collectes de données

Le LANpoint CE est un puissant terminal industriel de collectes de données conçu pour toutes les demandes d'identification Automatique par Intelligent

Instrumentation. Avec sa face avant complètement étanche, il est idéalement fabriqué pour les environnements industriels les plus sévères. De par sa faible consommation électrique, il n'est pas nécessaire de le faire fonctionner ouvert pour assurer une bonne circulation d'air, qui pourrait être un point d'entrée pour la poussière, la saleté, la moisissure. Comme ce terminal n'a pas de pièces en mouvements telles que disque dur ou ventilateurs, il est de facto résistant aux chocs, et extrêmement solide avec une maintenance allégée.

Avec son afficheur graphique, ses larges touches, le faible encombrement et intégrant des ports de lecture code à barre (Auto ID), il offre tout ce dont vous pouvez avoir besoin dans le milieu industriel du suivi/gestion de production.



## Outils de développement web

Noheto, éditeur de logiciel spécialisé dans les outils de développement web, propose la première plate-forme professionnelle accessible en ligne qui facilite et accélère le développement et la maintenance des applications e-business complexes. L'innovation technologique repose sur "la brique élémentaire" appelée eB Noheto. À lui seul, cet élément intègre par défaut les propriétés nécessaires à la mise en œuvre de toutes les fonctions d'un site : Noheto agit à la fois sur le modèle objet du métier (base de données standard), sur la structure des pages de présentation et sur les processus métier. Cette brique permet également la construction de "l'intelligence du site", à savoir des règles de gestion des informations comme les "workflow" ou la personnalisation à partir des profils utilisateurs. Via cette technologie modulaire, on peut faire évoluer 100 % du site aussi bien en contenu qu'en structure et ce quel que soit le type d'interface à gérer (HTML, Flash, XML, SMS...).

## Clavier dans un format de poche

Laissez votre PC portable au bureau ! Distribué par Widget France, le nouveau clavier pliant Stowaway permet de prendre vos notes ou de taper vos rap-



ports sur votre agenda électronique – Palm ou Visor – en toute simplicité ! Pratique pour travailler en avion ou dans le train, ce clavier est de taille normale lorsqu'il est ouvert. Une fois fermé, il ne dépasse pas le format d'un agenda électronique. Tenant dans une poche ou dans un sac à main, il se transporte partout ! Son plus ? Il est simple d'utilisation : un simple clip suffit pour être connecté à un agenda électronique. Alimenté par votre assistant numérique, il est conçu pour utiliser un minimum d'énergie et ne nécessite aucun port.

## Combiné multifonctions

Le combiné Fusion de Philips Communication, Security & Imaging, réunit trois fonctions : la téléphonie numérique sans fil, la transmission/réception de messages de type "pager" et la sécurité des personnes. Il assure le contact entre les membres du personnel d'une entreprise tout en leur permettant une liberté de mouvement totale. Il fonctionne avec les "pagers" existants et s'interface avec tous les systèmes de contrôle et de surveillance des bâtiments et de leur infrastructure. De plus, avec la fonction de "sécurité des personnes", il offre une sécurité optimale du personnel : il permet de rassurer les travailleurs isolés, notamment la nuit, ou dans des environnements potentiellement dangereux (entrepôts, vastes zones de stockage, laboratoires, banques, prisons, hôpitaux psychiatriques...). Ce moyen de communication convient particulièrement aux sites industriels même en zones explosives où les équipements doivent être supervisés 24 heures sur 24.



## BÂTIMENT CONSTRUCTION

### Scies pour béton



Les scies Alligators DeWalt sont conçues pour répondre parfaitement aux exigences des professionnels et plus particulièrement des maçons, plaquistes, agents de maintenance... La conception particulière de la scie Alligator en fait un outil adapté pour la découpe des matériaux spécifiques tels que le béton cellulaire, les carreaux de plâtre, la brique de faible densité, le poroton...

Contrairement aux scies sabres, elle est équipée d'une double lame à mouvements inversés, qui permet d'éviter le danger des à-coups lors de la coupe. Contrairement à la scie circulaire, elle ne présente pas de limitation de coupe. La lame se remplace très facilement. La boîte de vitesse est en magnésium pour une plus grande légèreté. La scie Alligator est munie de deux poignées, pour une meilleure prise en main.

### Contrôle des réseaux



Les défauts sur câbles conducteurs sont analysés et localisés par différents outils, bien souvent complémentaires, tels que les échomètres ou les ponts pour des méthodes basse tension, mais aussi des générateurs d'impulsions à haute énergie pour les méthodes haute tension. Radiodétection propose toute une panoplie d'instruments particulièrement adaptés à la nature des défauts recherchés.

La recherche de défauts intermittents sur les réseaux de distribution d'énergie BT pose très souvent problème. En réponse à ces préoccupations, le Vixxon apporte la solution la plus efficace pour retrouver les défauts intermittents.

Une gamme d'échomètres portables, optimisés pour la localisation de défauts sur des câbles de distribution BT, offre un vaste choix adapté aux besoins d'exploitation de ces réseaux.

Le T272, appareil de localisation de défauts résistants sur les câbles, a été conçu pour satisfaire aux exigences des techniciens dans la recherche de défauts de câble de 0 à 200 Mégohms.

### Séparateurs d'hydrocarbures



La large gamme de séparateurs d'hydrocarbures en polyéthylène et en béton Sebico s'étend avec l'arrivée du séparateur d'hydrocarbures avec déversoir d'orage incorporé.

Ces séparateurs ont pour vocation la séparation et le stockage des matières polluantes (sable, boue et hydrocarbures) contenues dans les eaux de surface. La taille nominale de ces séparateurs est de 3 à 20 litres/seconde. Le déversoir d'orage permet d'absorber des débits de pointe très importants. Il est isolé de la partie qui sert à la séparation, évitant ainsi la remise en suspension des hydrocarbures et des boues déjà piégés. Ces séparateurs ont été mis au point avec le concours de l'IG2E de Lyon qui ont procédé aux différents essais sur les produits du Groupe Sebico.

### Ventilation hygro-réglable

Les systèmes de climatisation ou chauffage avec recirculation d'air génèrent un brassage d'air dans les pièces principales qui homogénéise le taux d'humidité ; les entrées d'air hygro-réglables ne permettent alors plus de réaliser les économies d'énergies attendues.

Aldes adapte donc son système de ventilation hygro-réglable B pour pouvoir l'appliquer dans les logements chauffés ou climatisés avec recirculation d'air et crée spécifiquement pour cette application "l'Hygro Clim". Cet aménagement a été autorisé par l'extension de "l'avis technique hygro-réglable type III 14/95-422" avec l'additif "avis technique hygro-réglable type III clim 14/95-422\*03". Le nouveau système se compose de bouches d'extraction hygro-réglables clim, avec des pages de

fonctionnement spécifiques, afin d'optimiser la ventilation du logement tout en minimisant les pertes d'énergies par renouvellement d'air, et d'entrées d'air fixes ou autoréglables.

### EMBALLAGE MANUTENTION

#### Lecteur fixe 2D



Datalogic annonce un nouveau lecteur industriel ultracompact qui associe, en un seul produit, des fonctionnalités de lecture poussées et une technologie d'acquisition d'image novatrice. Baptisé Matrix-2000, ce produit permet une lecture à très grande vitesse des codes à barres 2D et des codes les plus usités, de manière omnidirectionnelle. Spécialement conçu pour s'intégrer facilement dans une vaste gamme d'équipements, le Matrix-2000 excelle dans de nombreuses applications, y compris dans celles dédiées à la fabrication de composants électroniques et de PCB et à la traçabilité d'articles de petite taille. De plus, il se révèle le complément idéal des lignes d'assemblage, des machines d'analyses et des systèmes de tri de documents. Il intègre une panoplie de fonctionnalités liées à l'acquisition et au traitement de l'image, au décodage et à la communication et un système d'éclairage performant.

#### Pont-bascule

Perfect P, qui est un pont-basculé extraplat de dernière génération, représente le fruit de nombreuses années d'expérience de la société Arpège Master K. Indispensable pour gérer des produits en vrac, Perfect P, qui s'installe en fosse ou hors sol, constitue un outil de gestion performant et particulièrement innovant. Relié à un indicateur ou à une borne de pesage, il assure, via l'information poids issue des capteurs qui sont intégrés à sa charpente, le contrôle



des entrées-sorties de flux-matière d'un site industriel ou d'une exploitation agricole. Constitué d'une charpente en acier, Perfect P offre une robustesse et une résistance extraordinaires aux affronts du temps. Un important dispositif de protection des capteurs contre la foudre et toute décharge électrostatique a été mis au point afin d'en prolonger la longévité : tresse de masse ou câble de mise à la terre et plaques isolantes antifoudre...

#### Solutions d'entraînements

Décentralisation et flexibilité élevée, telles sont les exigences auxquelles doivent répondre les systèmes d'entraînement actuels, notamment dans le domaine de la manutention. Le groupe Lenze a conçu un système pour des fonctions d'entraînement décentralisées, en associant un appareil déjà éprouvé, le convertisseur 8200 motec et un nouvel interrupteur moteur, le starttec.

Le starttec offre la solution idéale lorsqu'il s'agit de démarrer et d'arrêter un convoyeur à bande fonctionnant à vitesse constante. Sur des plages de puissance allant de 0,25 à 4 kW, l'interrupteur moteur remplace les contacteurs interrupteurs coûteux. Grâce à une limitation réglable, on évite un courant de démarrage du moteur trop élevé.

Pour les installations de manutention à vitesse variable, c'est le convertisseur 8200 motec qui entre en action. Cet appareil se distingue par sa robustesse et ses talents multiples. Il couvre une plage de puissance allant de 0,25 à 2,2 kW. Il est recommandé aussi bien pour les fonctions d'entraînement simples que complexes.

### HYGIÈNE/SÉCURITÉ ENVIRONNEMENT

#### Système de sécurité

Kaba Eolegic est un nouveau système européen de sécurité mécatronique. Issu du système Suisse Elostar, Eolegic offre une sécurité optimum grâce à la technologie Legic. Il apporte une innovation majeure dans le monde des cylindres à clés protégées contre la copie grâce à une puce sans contact intégrée dans la tête de la clé. Il devient alors impossible d'en faire une copie illégale.

Chaque clé est unique, telle une empreinte. Chaque puce Legic insérée dans la tête de la clé Eolegic détient un numéro unique qui la rend infalsifiable. Plus de 4 milliards de codes sont possibles, ce qui ajouté

aux 264 milliards de combinaisons mécaniques potentielles du système Quattro S permet de créer une quantité infinie de combinaisons. D'autres applications sont réalisables pour ces clés à lecture électronique : les systèmes de contrôle d'accès et les applications monétiques. La possibilité de lire et d'écrire dans la puce Legic en fait un véritable porte-monnaie électronique.



#### éKO pour économiser l'eau

Le concept éKO, dont le procédé est breveté au niveau international, est un système totalement innovant, développé par Via Nova, qui permet de gérer l'eau en temps réel et à distance. 20 % d'économie d'eau en moyenne, hors fuite, sont possibles à obtenir.

Gestion de l'eau en temps réel : détection des fuites d'eau en trois heures, suivi des consommations, réalisation de statistiques de consommation, ou mesure instantanée de la consommation d'un appareil électroménager.

Gestion de l'eau à distance par l'intermédiaire de la ligne téléphonique : détection des fuites d'eau ou des surconsommations, relevé à distance des index de compteurs sans déplacement, suivi des consommations sur chaque site ou logement, calcul de rendement de réseau, ou surveillance de l'ensemble du réseau d'eau à partir d'un ordinateur.

#### Tissu réfléchissant

Le tissu réfléchissant 3M Scotchlite 9920 est destiné à être intégré à des vêtements de protection à haute visibilité tels que les vêtements de travail et les uniformes. Ce matériau gris-doré a été spécifiquement conçu pour résister à des lavages industriels répétés. Il est constitué de microbilles de verre enchâssées dans une résine spéciale sur un support tissu 100 % polyester d'une grande résistance.

Le tissu Scotchlite 9920 a une performance de rétro réflexion supérieure au niveau exigé pour la classe la plus élevée de la norme (classe 2). Il est insensible à l'orientation et bénéficie des performances de durabilité supérieures aux exigences stipulées par l'EN 471 pour les matériaux réfléchissants.

#### Caméra du futur

Elle est capable d'observer et d'enregistrer en continu les événements tels qu'ils se sont produits, dans la zone protégée. Elle permet à l'utilisateur de "remonter dans le temps" et de visionner l'enregistrement, comme s'il était présent sur les lieux, en observant chaque scène sous tous les angles, en effectuant des balayages panoramiques horizontaux/verticaux, se déplacer en avant ou revenir en arrière, tout en zoomant et ce dans toutes les directions. La caméra e-dome de Philips Communication Security & Imaging confère une nouvelle dimension aux applications de vidéosurveillance. Ce système comprend une caméra numérique équipée d'un objectif 2 pouces à extra-ultra grand angle "extreme fish eye", qui observe la zone protégée sous un angle de 360°, un logiciel puissant de traitement des images MegaPixel et un système de stockage numérique des images.



#### Portes souples accordéon

Les portes souples accordéon FTL/FTM à action rapide de Novoferm Industrie sont prévues pour répondre à des conditions de fonctionnement extrêmes : jusqu'à 10 m<sup>2</sup> de surface de porte à 2 vantaux, en exécution légère et jusqu'à 50 m<sup>2</sup> de surface de porte à 2 vantaux en exécution renforcée. Elles offrent une structure très robuste, un fonctionnement aisé et silencieux, une largeur de passage entièrement libre. Leur vitesse d'ouverture et de fermeture est très performante : jusqu'à 1,5 m/s pour une surface de 50 m<sup>2</sup> et 3 m/s pour une surface de 10 m<sup>2</sup>.



# Commerce et environnement : L'amiante sous les feux de la rampe

*L'Organisation mondiale du commerce (OMC), réputée favoriser la mondialisation et peu encline à défendre la cause environnementale, a dans un contexte historique, celui de l'amiante, privilégié la protection de la santé sur la liberté du commerce. Une première bienvenue pour tous ceux s'intéressant à ces questions !*

L'OMC n'a jamais été considérée comme très propice à la cause environnementale. La faveur donnée au libre commerce signifie en règle générale une condamnation des actions commerciales unilatérales en faveur de la protection de l'environnement. Malgré la déclaration de Marrakech, à l'issue de l'Uruguay Round en 1994, aux termes de laquelle les ministres s'engageaient en faveur d'une démarche pro-environnementale, les différents rapports issus du mécanisme de règlement des différends entre les parties avaient jusqu'à présent abouti à un refus de consacrer de façon nette les démarches pro-environnementales.

Dans ce contexte peu favorable à la protection de l'environnement, signalons toutefois que dans le texte de l'Accord général sur les tarifs douaniers et le commerce (GATT), figure dès l'origine l'article XX permettant l'application de mesures commerciales discriminatoires qui, bien que contraires à l'Accord général, bénéficient sous certaines conditions de dérogations :

*"Sous réserve que ces mesures ne soient pas appliquées de façon à constituer soit un moyen de discrimination arbitraire ou injustifiable entre les pays où les mêmes conditions existent, soit une restriction déguisée au commerce international, rien dans le présent Accord ne sera interprété comme empêchant l'adoption ou l'application par toute partie contractante des mesures :*

[...]

*b) nécessaires à la protection de la santé et de la vie des personnes et des animaux ou à la préservation des végétaux ;*

[...]

*g) se rapportant à la conservation des ressources naturelles épuisables, si de telles mesures sont appliquées conjointement avec des restrictions à la production ou à la consommation nationales".*

Cet article n'a jamais reçu d'application concrète ; les divers groupes spéciaux et l'Organe d'appel jugeant que les mesures adoptées étaient en règle générale des mesures qui étaient protectionnistes. C'est ainsi que le dernier rapport d'un groupe spécial en date du 18 septembre 2000 \* relatif à la santé environnementale est tout à fait intéressant puisqu'il tranche quelque peu avec les décisions précédentes.

## Le rappel des faits

Le différend opposait le Canada aux Communautés européennes représentant

en l'occurrence la France. Le litige portait sur l'adoption du décret n° 96/133 relatif à l'interdiction de l'amiante, pris en application du Code du travail et du Code de la consommation \*\*, aux termes duquel au titre de la protection tant des travailleurs que des consommateurs, sont interdites la fabrication, la transformation, l'importation, la mise sur le marché national, la détention en vue de vente de toutes variétés de fibres d'amiante et de tout produit en contenant.

Certaines exceptions à cette interdiction sont prévues à l'article 2 du même décret, à titre exceptionnel et temporaire, pour certains matériaux contenant de la fibre de chrysotile lorsque aucun produit de substitution, qui soit moins nocif et ne donne des garanties de sécurité correspondant à la finalité de l'utilisation, n'existe.

Le Canada, gros exportateur d'amiante, demanda au Groupe spécial de déclarer les dispositions du décret incompatibles avec l'Accord sur les obstacles techniques au commerce car il constitue un règlement technique non nécessaire au commerce international.

Le Canada, en effet, en tant que producteur et exportateur de fibres de chrysotile, se trouve lésé. Avant l'interdiction totale, à compter du 1<sup>er</sup> janvier 2002, la France importait du Canada annuellement entre 20 000 et 40 000 tonnes de ce produit. Bien avant cette date limite toutefois, les importations françaises avaient cessé.

Le Canada contesta donc devant les instances compétentes de l'OMC l'interdiction généralisée des fibres d'amiante. Pour lui, la fibre de chrysotile peut être utilisée sans entraîner de risque détectable. Il invoque le traumatisme causé en France par l'affaire du sang contaminé qui aurait conduit le Gouvernement français "dans l'espoir de calmer une opinion publique fortement secouée" à interdire complètement l'amiante alors que ceci n'est pas justifié sur le plan scientifique lorsque la chrysotile est enfermée dans une matière de ciment.

La procédure a été initiée par le Canada devant l'Organe de règlement des différends le 8 octobre 1998. Il aura donc fallu moins de deux ans pour que le Groupe spécial tranche le litige aux termes d'un rapport de 517 pages.

Pendant la procédure, un rapport de l'INSERM en date de novembre 1997 a été examiné. Par ailleurs, des experts scientifiques ont été entendus. Enfin, le Groupe spécial a reçu des "amicus briefs", mémoires désintéressés de la part de quatre organisations non gouvernementales. Ces documents furent transmis aux parties. Les Communautés

européennes ont incorporé à leur soumission deux d'entre elles soumises par le *Collegium Remazzini* et par l'*American Federation of Labor (AFL) and Congress of Industrial Organizations (CIO)* qui furent donc examinées par le Groupe spécial malgré l'opposition du Canada.

## L'analyse des conclusions

Dans ce contexte, il est extrêmement intéressant d'analyser les conclusions auxquelles est parvenu le Groupe spécial.

### • Violation de l'article III : 4

Tout d'abord, le Groupe spécial conclut à la violation par la France de l'article III : 4 du GATT de 1994 qui dispose :

*"les produits du territoire importés sur le territoire de toute autre partie contractante ne seront pas soumis à un traitement moins favorable que le traitement accordé aux produits similaires d'origine nationale en ce qui concerne toutes lois, tous règlements ou toutes prescriptions affectant la vente, la mise en vente, l'achat, le transport, la distribution et l'utilisation de ces produits sur le marché intérieur."*

Or, la France continue d'utiliser des fibres d'alcool polyvinylique, de cellulose et de verre qui, d'après le Groupe spécial, doivent être, pour les besoins de l'application de l'article III : 4, considérées comme des produits similaires.

Le point délicat consistait à déterminer si cette violation entraînait dans le champ d'application de l'article XX b), exception limitée et conditionnelle aux obligations contenues dans les autres articles du GATT.

L'article XX b) permet l'adoption de mesures "nécessaires à la protection de la santé et de la vie des personnes".

### • Exemption au regard de l'article XX ?

Concernant l'alinéa b) du décret :

– "Protection de la santé et de la vie des personnes"

Pour pouvoir appliquer l'article XX b) au décret, il faut tout d'abord que le décret vise la protection de la santé et de la vie des personnes.

Au vu des éléments scientifiques adressés par les Communautés européennes, le Groupe spécial conclut que celles-ci ont apporté un commencement de preuve suffisant, qu'un risque pour la santé existe notamment en ce qui concerne le cancer de poumon et le mésothéliome dans les secteurs professionnels situés en aval de la production et la transformation et pour les individus en général en relation avec les produits de chrysotile-ciment et l'interdiction de l'amiante chrysotile fait donc partie d'une politique destinée à protéger la vie des personnes.

\* WT/DS 135/R

\*\* JO du 26 décembre 1996.

– “Nécessaire”

Le Canada suggérerait que ce décret d'interdiction n'était pas nécessaire et que l'usage contrôlé de ces substances serait suffisant pour atteindre l'objectif de protection de la santé.

Le Groupe spécial réfute cet argument dans les termes suivants :

*“Au regard des difficultés de mise en œuvre de l'utilisation contrôlée, un responsable chargé d'une politique de santé publique pourrait raisonnablement considérer que l'usage contrôlé n'apporte pas une protection suffisante par rapport à ses objectifs.”*

Il n'existe en effet d'après les commentaires des experts aucune alternative raisonnablement disponible à l'interdiction du chrysotile et au recours aux produits de substitution.

En conséquence, la mesure française entre dans le champ d'application de l'alinéa b de l'article XX. Il reste à déterminer si le paragraphe introductif de cet article est bien respecté.

Concernant le paragraphe introductif de l'article XX :

– “Moyen de discrimination arbitraire ou injustifiable entre les pays où les mêmes conditions existent”

Aucune discrimination ne peut être établie puisque la France vise les produits originaires de tous les pays, y compris la France, où les mêmes conditions existent. Seul, en effet, le produit est visé.

– “Restriction déguisée au commerce international”

Aucun élément du dossier ne permet au Groupe spécial de conclure que le décret a des objectifs protectionnistes.

Le Canada l'admet implicitement en arguant que le décret a été motivé par la pression d'une opinion publique à la suite d'autres affaires en matière de santé. Si tel était le cas, le Gouvernement français n'a pu adopter ce décret dans l'urgence afin de protéger de façon préméditée l'industrie française.

Enfin, pour conclure et réfuter le dernier argument du Canada qui alléguait, sur le fondement de l'article XXIII : 1b) sur la perte d'avantages, le Groupe spécial constate qu'à la date de la conclusion de l'Uruguay Round, de nombreux pays de même développement social et écono-

mique que la France avaient déjà adopté des mesures d'interdiction. Ainsi, le Canada ne pouvait pas raisonnablement s'attendre à ce que la France n'adopte pas un tel décret.

En conséquence, le Groupe spécial refuse de donner droit aux divers arguments canadiens.

**Ainsi, pour la première fois, la protection d'un des intérêts visés par l'article XX, en l'occurrence la santé, l'emporte sur la liberté du commerce dans l'enceinte de l'OMC. Il s'agit là d'une innovation.** Cette prise de position est également intéressante car le Groupe spécial se fonde sur l'analyse scientifique des risques mais n'invoque pas le principe de précaution ; cette position se démarque de celle de la Cour de Justice des Communautés européennes qui a plus d'une fois dans ses arrêts consacré ce principe auquel l'OMC refuse à ce jour le *statut de principe de droit international*.

Caroline London  
Avocat à la Cour,

Maître de conférences associé  
à l'Université d'Artois

## Une sélection des meilleurs livres du trimestre

*Au cours des trois derniers mois, les éditeurs ne sont pas restés inactifs. De nombreux ouvrages à vocation technique ont été publiés. Les lecteurs trouveront dans cette rubrique la liste de ceux qui ont retenu notre attention. Plusieurs de ces livres de référence, qui permettent d'approfondir un sujet pointu, ont été écrits par des auteurs qui collaborent également à la Collection "Techniques de l'Ingénieur".*

### CHOIX DES MATÉRIAUX EN CONCEPTION MÉCANIQUE

Michael ASHBY

La bible d'Ashby enfin traduite. Ce livre présente la méthode originale de choix des matériaux mise au point par Michael Ashby, basée sur l'utilisation de diagrammes et de ratios faciles à exploiter. Illustré de nombreux cas pratiques, complétés par des données chiffrées, ce livre constitue un outil de travail précieux pour les ingénieurs en conception.

496 p. – 490 F

Dunod – 5, rue Laromiguière – 75005 Paris

Tél. : 01 40 46 35 00 – Fax : 01 40 46 61 11 – <http://www.dunod.com>

### DÉCHARGES : QUEL AVENIR ?

Gérard BERTOLINI

Désignant à la fois un acte, un lieu (un site) et un mode d'élimination des déchets, la décharge est un "fait social" ; l'ambition de ce livre est d'en réaliser l'anthropologie, de la saisir dans toutes ses dimensions et tous ses états. La recherche ne porte pas seulement sur les pratiques et les signifiants de la décharge. L'appréhension de son évolution à travers les âges, en privilégiant toutefois les changements les plus récents, est orientée par le souci d'une vision d'avenir ou, pour le moins, d'interrogations prospectives. À son tour, la décharge n'est-elle pas "un méga-objet périssable" ? Ce livre n'est ni un plaidoyer pour, ni un plaidoyer contre la décharge. Sa part de subjectivité reflète bien sûr, outre les limites de ses connaissances, la sensibilité de son auteur.

108 p. – 125 F

Société Alpine de Publications (SAP)

7, chemin de Gordes – 38100 Grenoble

Tél. : 04 76 43 28 64 – Fax : 04 76 56 94 09 – <http://www.pro-environnement.com>

### LES NOUVEAUX TABLEAUX DE BORD DES DÉCIDEURS

Alain FERNANDEZ

Cet ouvrage développe une approche pratique et concrète de la construction de nouveaux tableaux de bord répondant aux besoins des décideurs pour piloter dans l'urgence et l'incertitude. Au-delà du facteur coût, les tableaux de bord permettent de mesurer toutes les formes de valeurs créées (clients, actionnaires, personnel, partenaires public, etc.). Étape par étape, ce livre traite concrètement de l'ensemble de la démarche à adopter, en insistant sur la sélection des objectifs, le choix des indicateurs clés et la mise en œuvre des outils du marché. Une étude de cas complète et 150 tableaux et graphiques enrichissent cette assistance à la prise de décision, qui s'adresse aussi bien aux utilisateurs qu'aux concepteurs. Cette nouvelle édition tient compte de l'évolution des systèmes d'information (portails, CRM, SCM et ERP) et met l'accent sur les besoins précis des organisations orientées clients et les modèles de la nouvelle économie.

480 p. – 225 F

Éditions d'Organisation

61, boulevard Saint-Germain – 75240 Paris Cedex

Tél. : 01 44 41 46 05 – <http://www.editions-organisation.com>

### TECHNOLOGIES CLÉS 2005

Ministère de l'Économie,  
des Finances  
et de l'Industrie

En 1995, le ministère de l'Industrie publiait "Les 100 technologies clés pour l'industrie française à l'horizon 2000". Sur la base de cette étude, les pouvoirs publics ont redéfini leur soutien au développement technologique des entreprises, notamment au travers de l'appel à propositions "Technologies clés". Depuis lors, la réactualisation de cette étude est devenue une nécessité pour que le soutien de l'État aux entreprises demeure pertinent.

Que vous soyez chef d'entreprise, enseignant, consultant ou chercheur, cette étude se veut une contribution à votre réflexion prospective quotidienne. Elle est issue du travail d'une centaine d'experts du monde de l'entreprise et de la recherche qui se sont efforcés de répondre à trois questions : quelles sont les technologies importantes pour l'industrie française ? Quelle est la position française sur ces technologies ? Quelles doivent être les priorités technologiques nationales ?

370 p. – 40,4 € (265 F)

Ministère de l'Économie, des Finances et de l'Industrie

Bureau des publications externes – Télédéc 536

139, rue de Bercy – 75572 Paris Cedex 12

Tél. : 01 53 18 69 00 – Fax : 01 53 18 38 25 – <http://www.industrie.gouv.fr>



### BASE DES SYSTÈMES ASSERVIS NON LINÉAIRES

J.-C. GILLE

Ce livre a pour objet de présenter aux ingénieurs automaticiens la base des principales méthodes utilisées en matière de systèmes non linéaires en temps continu. Des concepts non linéaires sont indispensables pour comprendre et pour pouvoir maîtriser un grand nombre de phénomènes d'importance fondamentale en technique et malheureusement la plupart des ingénieurs ne sont vraiment familiers qu'avec les systèmes linéaires. Le livre se compose de deux parties : la première est consacrée à la méthode de l'équivalent harmonique, l'une des plus couramment employées dans les applications techniques, la seconde concerne la méthode du plan de phase, à la fois rigoureuse et intuitive, mais limitée aux systèmes du second ordre.

117 p. – 86 F

Éditions Casteilla

10, rue Léon Foucault – 78184 Saint-Quentin-en-Yvelines Cedex

### LES CRISTAUX LIQUIDES

Michel MITOV

Du simple écran de montre ou de téléphone mobile à celui de l'ordinateur portable, les cristaux liquides occupent une place de choix parmi les technologies d'affichage d'un texte ou d'une image, à l'interface entre l'homme et la machine. L'ouvrage traite à la fois des aspects historiques et fondamentaux – structures, propriétés... – et des utilisations pratiques des cristaux liquides, en s'attachant à montrer l'interdisciplinarité du sujet : physique, chimie, sciences de la vie – fonctionnement des structures biologiques... –, et au sein d'applications qui dépassent les écrans plats : cosmétologie, pharmacologie, détecteurs, télécommunications...

128 p.

Presses universitaires de France

6, avenue Reille – 75014 Paris – Tél. : 01 58 10 31 00 – <http://www.puf.com>

### SISMIQUE DE PUIITS

Jean-Luc MARI  
Françoise COPPENS

Cet ouvrage réalise la synthèse d'une somme considérable de connaissances issues de ces recherches, jusqu'ici peu abordables. C'est une source d'informations à la fois limpide et riche, enfin disponible pour tout "géoscientiste". La qualité de l'ouvrage réside dans la confrontation entre la théorie et la vaste expérience accumulée lors de nombreuses acquisitions de terrain, des traitements numériques des signaux recueillis et de leur interprétation.

Après avoir décrit la grande variété d'ondes enregistrables dans les forages, les auteurs nous accompagnent dans la mise en œuvre pratique de dispositifs d'acquisition diversifiés pour des géométries de puits variées. La description des traitements sismiques est complète, alliant les principes de base aux traitements les plus sophistiqués, dans le cas d'acquisitions complexes ou singulières (sismique de puits à puits, sismique transposée, etc.). L'intérêt de la sismique de puits est démontré dans la partie applicative, pour une meilleure compréhension de la géométrie des horizons géologiques ou pour l'appréciation du contenu en fluide des couches réservoirs.

256 p. – € 71,65 (470 F)

Éditions Technip – 27, rue Ginoux – 75737 Paris Cedex 15

Tél. : 01 45 78 33 80 – Fax : 01 45 75 37 11

<http://www.editionstechnip.com>

### DRAINAGE DES SOLS ET DES CONSTRUCTIONS

La présence permanente ou occasionnelle d'eau dans le sol peut poser de nombreux problèmes aux réalisations de toutes sortes. Cet ouvrage s'intéresse à la conception des réseaux comme à leur entretien, ainsi qu'aux cas de pathologie. Il distingue le cas où il faut traiter le sol en surface : drainage agricole, espaces verts, terrains de sports, routes, de celui où il s'agit de protéger une construction : terrasses-jardins..., sous-sols enterrés (caves, parkings), dallages sur terre-pleins, murs de soutènement... Cet ouvrage traite des différentes techniques de drainage horizontal et vertical. Un chapitre présente les textes réglementaires afférents au sujet.

120 p. – 475 F

CATED – Domaine de Saint-Paul – 78470 Saint-Rémy-lès-Chevreuse

Tél. : 01 30 85 24 64 – Fax : 01 30 85 24 79 – <http://www.cated.fr>

### CALCUL DES ÉLÉMENTS DE CIRCUITS PASSIFS EN HYPERFRÉQUENCES

Henri BAUDRAND

L'électromagnétisme dans les éléments de circuits micro-ondes est un domaine ancien qui a pris un essor considérable avec les progrès de l'informatique. Cet ouvrage donne les bases et les méthodes. Il sera suivi d'un livre d'exercices corrigés avec applications numériques. Théorie et applications sont les fruits de dix ans d'enseignement à des étudiants en école d'ingénieurs et en DEA. Après un exposé sur les modes dans des guides multidielectriques, les lignes planaires sont abordées : la méthode de résonance transverse est développée dans le formalisme simple et systématique des "schémas équivalents", utilisé également dans l'étude des obstacles.

224 p. – 230 F (+ port)

Cepaduès-Éditions – 111, rue Nicolas-Vauquelin – 31100 Toulouse

Tél. : 05 61 40 57 36 – Fax : 05 61 41 79 89 – <http://www.editions-cepadues.fr>

## Les grands rendez-vous professionnels

*Outils de veille technologique, lieux de rencontres et de dialogues, sources d'idées nouvelles..., les salons, colloques et journées d'études qui sont mentionnés dans ces colonnes ponctuent la vie des entreprises et leur présentent les grandes tendances d'une technique. Des rendez-vous professionnels à ne pas manquer.*

6 au 8 mars 2001	<b>SETI, SALON EUROPÉEN DES TECHNOLOGIES DE L'INFORMATION</b>	<p>Évènement unique en Europe pour son approche multispecialiste dédiée aux professionnels, le SETI prend ses quartiers pour la troisième année à PARIS-EXPO, Porte de Versailles. Ce sera durant trois jours le plus grand regroupement de manifestations dédiées aux nouvelles technologies :</p> <p><b>Hall 1</b> : FI HT/CORDEX, solutions informatiques, Internet et télécoms, P@I-PAO, publishing, from paper to web – PAO, prépresse et multimédia. CLES, exploitation, gestion et administration de sites informatiques. START-UP VILLAGE, premières rencontres des start-up et de leurs partenaires. <b>Hall 2</b> : ONLINE, solutions Internet et e-business. SOLUTIONS e-CRM, solution de gestion de la relation client. CODEXPO/SCANTEC, identification, acquisition de données, traçabilité et gestion automatisée. SOLUTIONS GPAO-ERP-SUPPLY CHAIN, gestion intégrée de l'entreprise industrielle. <b>Hall 3</b> : MICAD, 20<sup>e</sup> salon international de la CFAO, simulation et nouvelles technologies de la conception et fabrication. SOLUTIONS VISION, technologies et application de la vision industrielle. RTS, temps réel et systèmes embarqués.</p> <p>Et les nouveaux de 2001 : NETSEC et Linux@Business</p> <p>SETI – Groupes Solutions Infopromotions 97, rue du Cherche-Midi – 75006 Paris Tél. : 01 44 39 85 00 – Fax : 01 45 44 30 40 – <a href="http://www.groupesolutions.fr">http://www.groupesolutions.fr</a></p>
6 au 9 mars 2001	<b>LES ENTRETIENS DE L'ENVIRONNEMENT</b>	<p>Le colloque sur l'air "L'air que nous respirons, l'air qui nous protège : les défis du XXI<sup>e</sup> siècle" se tiendra au Centre des congrès à PAU. De nombreuses conférences sont prévues : mécanismes globaux de la pollution atmosphérique, amélioration de la qualité de l'air, techniques innovantes dans l'analyse des polluants...</p> <p>Congress Rive Droite Relais Beaumont – Centre des congrès de Pau – 64000 Pau Tél. : 05 59 11 21 00 – Fax : 05 59 11 21 01 – <a href="http://www.apesa.asso.fr">http://www.apesa.asso.fr</a></p>
6 au 9 mars 2001	<b>INTERTRONIC</b>	<p>Semaine de l'électronique simultanément avec le Salon européen des Technologies de l'Information à PARIS-EXPO, Porte de Versailles.</p> <p>Intertronic - Miller Freeman 70, rue Rivay – 92532 Levallois-Perret Cedex Tél. : 01 47 56 50 00 – Fax : 01 47 56 21 40 – <a href="http://www.intertronic.com">http://www.intertronic.com</a></p>
7 au 9 mars 2001	<b>REGIOTECH</b>	<p>Carrefour de l'industrie, Regiotech est le rendez-vous professionnel du Nord de l'Europe qui se tiendra à LILLE Grand Palais.</p> <p>Regiotech – Sun Expos 46C, rue Adrien Dorvers – BP 94 – 62510 Arques Tél. : 03 21 12 29 88 – Fax : 03 21 98 50 80 – E-mail : <a href="mailto:sunexpos@nordnet.fr">sunexpos@nordnet.fr</a></p>
13 au 15 mars 2001	<b>ASTELAB</b>	<p>Sixième salon international des laboratoires d'essais, il présentera à PARIS - Espace Champerret les progrès des techniques qui permettent de valider le comportement des produits en environnement durant leur cycle de vie. Il sera organisé autour de deux grands thèmes : moyens de simulation/essais, moyens et méthodes de mesures/analyses/contrôles.</p> <p>Aste 8, rue Roquépine – 75008 PARIS Tél. : 01 42 66 58 29 – Fax : 01 42 66 12 06 – <a href="http://www.aste.asso.fr">http://www.aste.asso.fr</a></p>
13 au 15 mars 2001	<b>RENCONTRES INDUSTRIELLES DE L'OUEST GO PLAST</b>	<p>Carrefour interrégional des technologies avancées, cette manifestation réunira à ANGERS Parc Expo trois salons : SEIPRA, salon de l'électronique industrielle, télécommunications, automatisation, productique, robotique, mesure ; salon de la MAINTENANCE industrielle et immobilière, sécurité, environnement et pour la première fois, GO PLAST, forum international de la plasturgie et des composites du Grand Ouest.</p> <p>ANGERS Parc Expo 49044 Angers Cedex 01 – Tél. : 02 41 93 40 40 – Fax : 02 41 93 40 50 <a href="http://www.wangers-parcexpo.com">http://www.wangers-parcexpo.com</a> Organisateur Go Plast : Idice SA 33, cours de Verdun – BP 219 – 01106 Oyonnax Cedex Tél. : 04 74 73 42 33 – Fax : 04 74 73 45 22 – <a href="http://www.idice.fr">http://www.idice.fr</a></p>
13 au 15 mars 2001	<b>CONTAMINEXPERT</b>	<p>Le thème général du septième forum sera : "Traçabilité et ultrapropreté, la traçabilité appliquée aux conditions et moyens de production en zones propres". Cette manifestation se tiendra à PARIS, Espace Champerret et sera associée au salon CONTAMINEXPO.</p> <p>ASPEC (Association pour la Prévention et l'Étude de la Contamination) 10, boulevard Diderot – 75012 Paris Tél. : 01 44 74 67 00 – Fax : 01 44 74 67 10 – <a href="http://www.aspec.asso.fr">http://www.aspec.asso.fr</a></p>

- 13 au 16 mars 2001 **INTERCHIMIE  
MESUCORA  
SALON DU LABORATOIRE** Salon du génie des procédés, de l'analyse et de la mesure, le regroupement des 3 associations renforce et élargit la capacité d'expertise pour mieux répondre aux besoins du marché. Une offre complète et structurée, couplée avec des conférences, pour la seconde fois, qui se tiendra au Parc des expositions, PARIS-NORD VILLEPINTE.  
COMEXPO Paris  
55, quai Alphonse Le Gallo – BP 317 – 92107 Boulogne Cedex  
Tél. : 01 49 09 60 00 – Fax : 01 49 09 60 03  
<http://www.comexpo-paris.com>
- 13 au 16 mars 2001 **MANUTENTION  
PACK-LOG** Les salons internationaux de la manutention et de la logistique ainsi que de l'emballage de protection, de stockage et d'expédition se dérouleront dans le cadre de la biennale européenne de la logistique à PARIS-NORD VILLEPINTE. 700 exposants y présenteront leurs dernières innovations technologiques et proposeront leur savoir-faire. Vous y découvrirez également les premiers Entretien de la logistique ainsi que Translog, premier rendez-vous d'affaires du transport et de la prestation logistique.  
Exposium  
1, rue du Parc – 92593 Levallois-Perret Cedex  
Tél. : 01 49 68 54 77 – Fax : 01 49 68 54 84  
<http://www.manutention.com> ou [www.packlog.com](http://www.packlog.com)
- 13 au 16 mars 2001 **EUROPROPRE** La propreté devient un enjeu majeur pour les entreprises et collectivités et ce salon international de l'hygiène et de la propreté s'en fait le témoin tous les deux ans. Pour sa septième édition, 20 000 visiteurs professionnels sont attendus à PARIS-EXPO, Porte de Versailles.  
Miller Freeman  
70, rue Rivay – 92532 Levallois-Perret Cedex  
Tél. : 01 47 56 50 00 – Fax : 01 47 56 21 10 – <http://www.europropre.com>
- 13 au 16 mars 2001 **SITS** Dix-huitième salon international des traitements de surface et de la finition industrielle, ce salon attend plus de 20 000 visiteurs à PARIS-NORD VILLEPINTE avec 500 exposants internationaux.  
SITS - Exposium  
1, rue du Parc – 92593 Levallois-Perret Cedex  
Tél. : 01 49 68 54 77 – Fax : 01 49 68 54 84 – <http://www.sits.com>
- 14 au 17 mars 2001 **TAU EXPO** Pour sa huitième édition, MILAN sera la capitale européenne des technologies et des services pour l'environnement au printemps prochain. Exposition la plus importante du secteur en Italie, elle veut devenir l'une des plus significatives au niveau européen avec un programme très serré de congrès, débats et tables rondes.  
PROMEXPO  
Via Caldera, 21-C – 20153 Milano, Italy  
Tél. : + 39 02409221 – <http://www.fieremostre.it/tauxpo>
- 22 au 28 mars 2001 **CEBIT** Un des rares salons pour lequel les organisateurs sont obligés de refuser des exposants ("limités" à 8 015), faute de place, malgré une surface de plus de 422 000 m<sup>2</sup>, HANOVRE sera le rendez-vous incontournable de l'informatique et des télécommunications. Quelque onze thèmes ont été retenus, parmi lesquels informatique de réseaux, saisie automatique de données, logiciels, solutions Internet, services, télécommunications, bureautique... À cela s'ajoutent des présentations thématiques collectives telles que le Centre logiciel PME, Parc Internet, Powerline-center, Satellite business...  
Deutsche Mess AG  
8/10, rue de la Bienfaisance – 75008 Paris  
Tél. : 01 43 87 69 83 – Fax : 01 42 93 43 23  
E-mail : [hanovre@club-internet.fr](mailto:hanovre@club-internet.fr)
- 27 au 29 mars 2001 **JEC COMPOSITES SHOW** Ce salon s'annonce d'ores et déjà comme un nouveau succès, avec près de 800 exposants annoncés et la présence de six nouveaux pays, dont l'Australie, Israël et le Brésil. L'innovation sera plus que jamais l'axe moteur du salon, avec notamment de nouvelles matières, techniques et applications... C'est plus que jamais LE salon des solutions globales, orienté vers les utilisateurs finaux, qui se tiendra au CNIT-PARIS LA DÉFENSE.  
JEC SA  
4, rue Rembrandt – 75008 Paris  
Tél. : 01 58 36 15 01 – Fax : 01 58 36 15 15 – <http://www.globalcomposites.com>
- 23 au 28 avril 2001 **HANNOVER MESSE** L'incontournable et gigantesque foire de Hanovre (4 600 000 m<sup>2</sup> couverts et 60 000 m<sup>2</sup> à ciel ouvert – 7 000 exposants) est, en fait, le regroupement de huit salons internationaux : "Factory Automation", "Industrial IT & Software", "MicroTechnology" (premier salon européen spécialisé sur les microsystèmes, leurs applications et les technologies laser), "Motion, Drive & Automation", "Energy" (dont les piles à combustible et la tenue du Sommet international de l'énergie), "Compressed Air Technology, Factory Equipements, Tools", "Subcon Technology" (fonte, forgeage, transformation des tôles, plasturgie, aluminium et matériaux d'ingénierie) et "Research & Technology" (dont les nano-technologies). Cette

		manifestation qui met l'accent sur les technologies transversales, mise sur les synergies entre secteurs industriels et les passerelles recherche/applications Deutsche Messe AG Hannover 8-10, rue de la Bienfaisance – 75008 Paris Tél. : 01 43 87 69 83 – Fax : 01 42 93 43 23
14 au 19 mai 2001	<b>TPG</b>	Salon international des technologies pour l'imprimé, il permettra de faire le bilan sur les innovations 2000, avec entre autres deux villages thématiques dédiés à la capture d'images, photo numérique et au stockage, transmission de données, ainsi qu'un espace intitulé : "Demain l'écrit". Il se tiendra à PARIS-NORD VILLEPINTE. TPG 2001 - Expositum 1, rue du Parc – 92593 Levallois-Perret Cedex Tél. : 01 49 68 54 33 – Fax : 01 49 68 52 31 – <a href="http://www.tpg2001.com">http://www.tpg2001.com</a>
15 au 18 mai 2001	<b>ALLIANCE</b>	Salon des nouvelles solutions pour le développement industriel, pour sa onzième édition à LYON-Eurexpo. SepelCom Avenue Louis-Blériot – BP 87 – 69683 Chassieu Cedex Tél. : 04 72 22 32 73 – Fax : 04 72 22 32 99 – <a href="http://www.alliance-net.com">http://www.alliance-net.com</a>
17 au 20 mai 2001	<b>LAVAL VIRTUAL</b>	Depuis trois ans, ce rendez-vous accueille la communauté de la réalité virtuelle internationale et ses acteurs pour échanger, dialoguer et comparer leurs travaux et recherches. Ces rencontres regrouperont à LAVAL plus de 70 exposants mais aussi des conférences professionnelles, un colloque scientifique international, des compétitions étudiantes, des animations grand public et la remise de trophées. STRAT'EXPO 18, rue de la République – 44210 Sainte-Marie-sur-Mer Tél. : 02 28 53 00 45 – Fax : 02 28 53 00 46 – <a href="http://www.strat-expo.com">http://www.strat-expo.com</a>
29 au 31 mai 2001	<b>IDT/NET</b>	Salon professionnel de l'information électronique, de l'Internet et de l'intelligence économique au Palais des congrès à PARIS. Groupe SPAT SA 34, rue de l'Eglise – 75015 Paris Tél. : 01 44 26 26 26 – Fax : 01 45 54 23 86 – <a href="http://www.idt.fr">http://www.idt.fr</a>

## Les entreprises et organismes au fil des pages

- 3M .....47, 48, 49, 52
- A**
- AFFA (Association nationale pour la formation professionnelle des adultes).....43  
 Agence de l'eau Artois-Picardie .....14  
 Air Products .....21  
 Aldes .....51  
 Angers Parc Expo .....61  
 Arpège Master K .....47, 52  
 ASPEC (Association pour la Prévention et l'Etude de la Contamination) .....61  
 AspenTech .....20  
 Association pour le développement et l'appui des projets techniques (ADAPTE) ..12  
 Aste .....61  
 ATEQ .....47  
 Atochem .....12  
 Atofina .....12, 48  
 Axon' Câble .....49
- B**
- Baldor .....20  
 Bouygues Offshore .....12
- C**
- CAE Industrie .....49  
 Carl International .....27  
 CATED .....60  
 CEA .....25, 27  
 Cepadûes-Éditions .....60  
 Chauvin Arnoux .....47  
 Clarom .....12  
 CNRS .....4  
 CNRS-Université de technologie de Compiègne .....6  
 Coflexip Stena Offshore .....12  
 Comexpo Paris .....62  
 Composites Aquitaine .....12  
 Confédération européenne des organismes de contrôle, d'inspection et de prévention (CEOC) .....10  
 Congress Rive Droite .....61  
 CPC .....48  
 CRAM .....15  
 CTIF (Centre Technique des Industries de la Fonderie) .....12
- D**
- Dapnia du CEA Saclay .....20  
 Datalogic .....52  
 Deutsche Mess AG .....62, 63  
 DeWalt .....51  
 DGA (Délégation générale à l'armement) .....21  
 DH Budenberg .....47  
 DSM Engineering Plastic Products .....17  
 Dunod .....59  
 DuPont de Nemours .....20
- E**
- École des Mines de Paris .....38  
 École Supérieure d'Optique d'Orsay .....25  
 Éditions Castella .....60  
 Éditions d'Organisation .....59  
 Éditions Technip .....60  
 Esco Transmissions .....48  
 Eurotherm Automation .....48  
 Exposium .....62, 63
- F**
- Ferrari .....11  
 Floerger .....12  
 Flowserve .....47  
 France Telecom .....27
- G**
- Gaz de France .....21  
 General Electric .....26  
 GMF .....29  
 Groupe SPAT .....63
- H**
- Hadwaco .....25  
 Hitachi .....49  
 Honeywell .....29
- I**
- Idice .....61  
 Ifremer .....12  
 INASMET (Centre technologique des Matériaux) .....12  
 In Vivo .....29, 38  
 Infopromotions .....61  
 INRS .....15  
 Institut de physique et chimie des matériaux de Strasbourg .....23  
 Institut de recherches sur la catalyse du CNRS .....23  
 Institut Européen des Membranes .....4  
 Institut Français du Pétrole (IFP) .....11  
 Intelligent Instrumentation .....49-51  
 Ionisos .....26  
 ISTASE .....25  
 ISTIA Innovation, Université d'Angers .....37  
 ITW .....48
- J**
- JEC .....62
- K**
- Kaba .....52  
 Kistler .....6
- L**
- Laboratoire d'électromécanique de Compiègne .....21  
 Laboratoire de Robotique de Paris .....38  
 Laboratoire HeuDiaSyC .....6  
 Laboratoires interrégionaux de chimie des CRAM .....15  
 LAM/Service de téléopération et de robotique/Direction des technologies avancées du CEA .....14  
 La Poste .....8  
 Lenze .....52  
 Léti .....6
- M**
- Marsh .....6  
 Matra Transport International (MTI) .....6  
 Miller Freeman .....61, 62  
 Ministère chargé de l'Industrie .....29  
 Ministère de l'Économie, des Finances et de l'Industrie .....59  
 MIT .....14  
 MLPC International .....21  
 Mouvement français pour la Qualité .....29
- N**
- Noheto .....51  
 Novoferm Industrie .....52
- O**
- Onera .....15  
 Organisation mondiale du commerce (OMC) ..55
- P**
- Philips Analytical .....47, 48  
 Philips Communication Security & Imaging .....51, 52  
 Portakabin France .....23  
 Presses universitaires de France .....60  
 Principia .....12  
 PROMEXPO .....62  
 PSA Peugeot Citroën .....42
- R**
- Radiodetection .....51  
 Renault Design .....40
- S**
- Schott .....8  
 Sebico .....51  
 SepelCom .....63  
 Sim Team .....38  
 Siria Technologies .....14  
 Société Alpine de Publications (SAP) .....59  
 Sotransco .....11  
 SPMP .....17, 25  
 Stervap .....26  
 Strat'Expo .....63  
 Sun Expos .....61  
 Suez Lyonnaise des Eaux .....18  
 Sulzer .....12
- T**
- TDK Systems .....15  
 tesa .....8  
 Thales Training & Simulation .....43  
 TotalFinaElf .....11
- U**
- Unité Synthèse et électrosynthèse organiques du CNRS .....18  
 Université de technologie de Compiègne (UTC) .....12  
 Université Jean Monnet de Saint-Etienne .....25  
 University of Southern California .....43
- V**
- Veeco Instruments .....47  
 Via Nova .....52
- W**
- Widget France .....51  
 Woodhead Connectivity .....48