

BONNES
IDÉES,
BONNES
AFFAIRES

Innovation
Technologique





Innovation Technologique

BONNES
IDÉES,
BONNES
AFFAIRES

**FONDATION D'APPUI À LA RECHERCHE
DE L'ÉTAT DE SÃO PAULO**

Carlos Vogt
Président

Marcos Macari
Vice-président

Conseil Supérieur

Adilson Avansi de Abreu

Carlos Vogt

Celso Lafer

Hermann Wever

Horácio Lafer Piva

Hugo Aguirre Armelin

José Arana Varela

Marcos Macari

Nilson Dias Vieira Júnior

Vahan Agopyan

Yoshiaki Nakano

Conseil Technique et Administratif

Ricardo Renzo Brentani

Directeur-président

Carlos Henrique de Brito Cruz

Directeur scientifique

Joaquim José de Camargo Engler

Directeur administratif



Innovation Technologique

Génération et application des connaissances

Cette publication de la FAPESP rassemble des informations sur vingt-sept projets qui ont très bien réussi dans le cadre des programmes Inovação Tecnológica em Pequenas Empresas (PIPE) (Innovation Technologique dans les Petites Entreprises) et Parceria para Inovação Tecnológica (PITE) (Partenariat pour l'Innovation Technologique) – deux programmes d'innovation technologique parmi tous ceux que soutient la Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, FAPESP (Fondation d'Appui à la Recherche de l'Etat de São Paulo). L'action de la FAPESP bénéficiant cette catégorie de projets a déjà abouti au dépôt de 114 demandes de brevets et licences, notamment dans les domaines de la santé, de l'ingénierie, de la pharmacologie, de l'agronomie, de la génétique et de l'écologie, entre autres, au Brésil et à l'étranger.

Systèmes optiques, fraises pour le traitement dentaire, combustible tiré de la bagasse de canne à sucre, équipement robotisé pour les analyses chimiques, cellules à combustible, ... sont autant de projets qui démontrent la capacité disponible pour la génération et l'application des connaissances. Cette capacité est le fruit des investissements significatifs réalisés par l'Etat de São Paulo depuis décennies, avec le concours des ressources du gouvernement fédéral. Il a ainsi été possible de consolider un système durable d'études post-universitaires et de recherches scientifiques et technologiques dans les universités publiques et dans les institutions d'enseignement et de recherche de l'Etat de São Paulo.

En fait, le Brésil dans son ensemble a su, au cours des cinquante dernières années, mettre sur place une structure universitaire compétitive et capable de mener à bien les activités consacrées aux avancées des sciences et à la formation des ressources humaines. La production scientifique a été multipliée par six par rapport à celle de 1980, soit, une croissance bien supérieure à la moyenne mondiale. Par ailleurs, l'effort réussi de soutien de l'Etat aux étudiants du troisième cycle permet aujourd'hui d'assurer chaque année la formation de neuf mille docteurs par an.

Tout cela indique l'existence d'une structure universitaire comparable à celle de nombreux pays de l'Organisation de Coopération et de Développement Économiques (OCDE), et qui résulte d'un effort conjugué, mené aussi bien par des organismes nationaux de soutien à la recherche scientifique, tels le Conseil National de Développement Scientifique et Technologique (CNPq), la Coordination pour le Perfectionnement de Personnel de Niveau Supérieur (Capes), la Financière d'Études et des Projets (Finep), et, au niveau des États fédérés, par des fondations de soutien à la recherche, dont notamment la Fondation d'Appui à la Recherche de l'Etat de São Paulo (FAPESP). Cette base permet au pays de relever, avec de fortes chances de réussite, l'immense défi d'intégrer les activités de recherche au sein des entreprises, en augmentant ainsi leur compétitivité technologique et leur capacité d'innovation.



Produits et procédés innovants font l'objet de douze programmes spéciaux

La recherche traduite en terme d'affaires

La Fondation d'Appui à la Recherche de l'Etat de São Paulo, la FAPESP, l'une des principales agences pour la promotion de la recherche scientifique et technologique au Brésil, joue un rôle fondamental dans le processus de formation des ressources humaines en sciences et en technologie et pour la production de connaissances à São Paulo et au Brésil. Elle joue également un rôle très important en articulant la base universitaire à la Recherche et au Développement dans le monde entrepreneurial.

Créé en 1962 et dirigée par des chercheurs, cette fondation offre des bourses et des aides financières pour des projets de recherche, dans le cadre des programmes réguliers, des programmes spéciaux ou des programmes tournés vers l'innovation technologique. Le financement destiné à cette dernière catégorie bénéficie douze programmes dans différents domaines, tels que la génomique, la biodiversité, les politiques publiques, l'Internet, la biologie moléculaire, ainsi que des recherches sur la diversité génétique de certains virus importants pour la santé publique. Tous ces programmes ont pour objectif commun l'innovation.

Les deux programmes déjà mentionnés – le PIPE et le PITE – ainsi que les Consórcios Setoriais para Inovação Tecnológica (ConSITec) (Consortiums Sectoriels pour l'Innovation Technologique) sont plus spécifiquement tournés vers le développement des produits et des procédés technologiques innovants. La

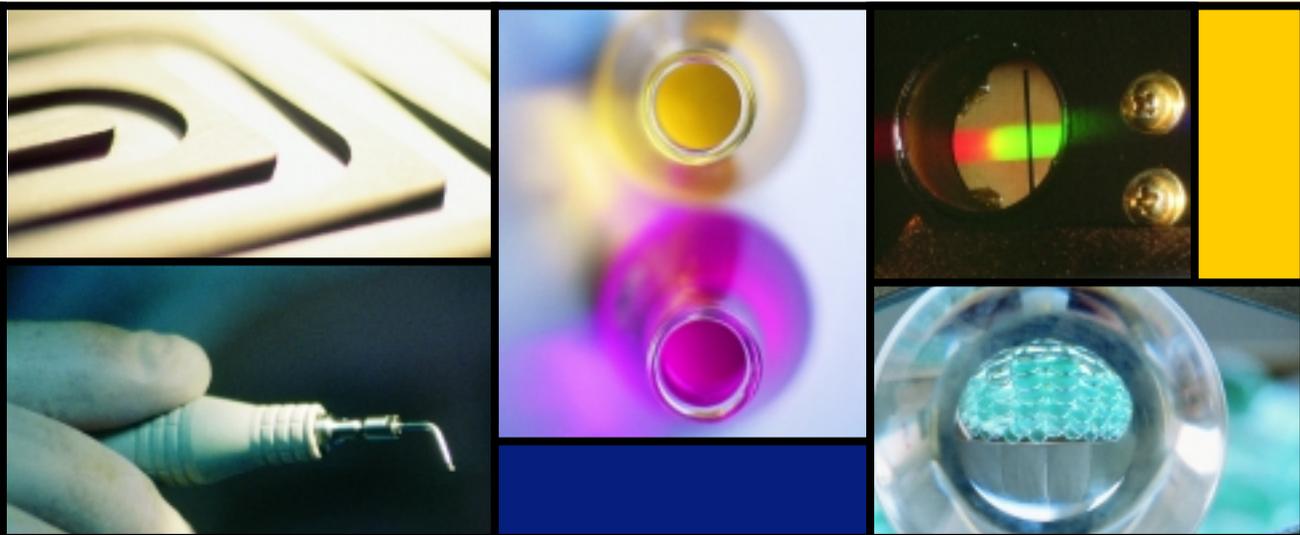
Fondation soutient aussi un programme d'appui à la propriété intellectuelle, afin de garantir les droits des chercheurs, des institutions et des entreprises sur les résultats des projets.

Dès le début de ses activités, les principaux critères adoptés par la FAPESP pour l'analyse des demandes de financement ont privilégié l'intérêt du projet et les curriculi du demandeur lui-même et du directeur du projet de recherche. Le système, dit du *peer review*, adopté pour l'évaluation des demandes est l'une des raisons pour lesquelles le travail de la FAPESP jouit d'une grande réputation auprès de la communauté scientifique du Brésil et auprès des autres agences – brésiliennes et étrangères – de soutien à la recherche scientifique.

Les principales ressources financières de la FAPESP proviennent du 1% des recettes fiscales collecté et transféré chaque mois par le gouvernement de l'Etat de São Paulo, tel que cela est prévu dans la Constitution de l'Etat de São Paulo, à quoi viennent s'ajouter des recettes propres issues du patrimoine de l'institution.

Investissement en innovation

Depuis un peu plus de dix ans, les programmes tournés vers l'innovation technologique ont produit une évolution en termes de financement de la recherche au Brésil, ainsi que des résultats de grand impact dans des domaines très compétitifs. Des scientifiques brésiliens, travaillant



soit en partenariat avec des entreprises nationales ou transnationales soit au sein de petites entreprises de technologie, ont développé des projets originaux et innovants, dotés d'un fort potentiel de compétition vis-à-vis des technologies produites dans les grands centres mondiaux.

La première initiative de la FAPESP en matière de financement de l'innovation a eu lieu fin 1994, quand cet organisme a décidé de mettre au point un programme de recherche tourné non seulement vers la production de la connaissance mais aussi vers la diffusion et l'application des résultats de ses recherches. L'objectif était de créer un lien entre les organismes de recherches universitaires et les demandes provenant du secteur privé.

Le PITE et le PIPE

En 1995, le premier programme de la FAPESP tourné vers l'innovation technologique a vu le jour : il s'agit du programme de Partenariat pour l'Innovation Technologique (PITE). Ce programme finance des projets développés par une institution de recherche installée dans l'Etat de São Paulo, sur commande d'une entreprise pouvant, quant à elle, être installée ou non au Brésil. Pour démontrer une réelle intention de mener à bien le projet, l'entreprise doit apporter une contrepartie financière sur ses fonds propres destinée à couvrir, ne serait-ce qu'en partie, les coûts de la recherche à entreprendre. Le pourcentage financé par la FAPESP peut varier entre 20% et 70% du coût total du projet, selon le niveau de risque encouru par celui-ci et son potentiel d'impact économique ou social.

Dix ans après la création du PITE, la Fondation comptabilise déjà 90 projets

approuvés dans le cadre du programme, ce qui représente un investissement de plus de 31 millions d'euros – dont 46% correspond à l'apport des entreprises partenaires.

En 1997, a été créé le programme Innovation Technologique dans les Petites Entreprises (PIPE). Le programme finance des recherches conduites par des entreprises ayant au maximum cent salariés et installées dans l'Etat de São Paulo. Le financement est directement attribué aux chercheurs de l'entreprise concernée.

Les projets approuvés se développent en trois phases successives. Au cours de la première phase, d'une durée de six mois au plus, une étude de faisabilité technique est réalisée. La phase 2, d'une durée maximale de deux ans, doit être consacrée au développement du projet. La troisième et dernière phase concerne le développement des produits. Dans cette phase, la Fondation peut financer la petite entreprise à travers des partenariats à l'image de celui qui s'est établi avec le « Programme de Soutien à la Recherche en Entreprises » (Pappe) de la Finep, agence du Ministère de la Science et de la Technologie. Le partenariat avec le Service Brésilien de Soutien aux Petites et Micro-entreprises de São Paulo (Sebrae) est une autre forme de soutien pour l'élaboration de plans d'affaires. La FAPESP laisse la propriété intellectuelle des résultats découlant des projets aux petites entreprises et à leurs chercheurs.

Aujourd'hui, près de 24,5 millions d'euros ont déjà été investis dans les 435 projets approuvés. Sur ces 435 projets, 64% en sont à la seconde phase du travail ou à la recherche de capitaux pour la commercialisation de leurs résultats au Brésil ou même à l'étranger.

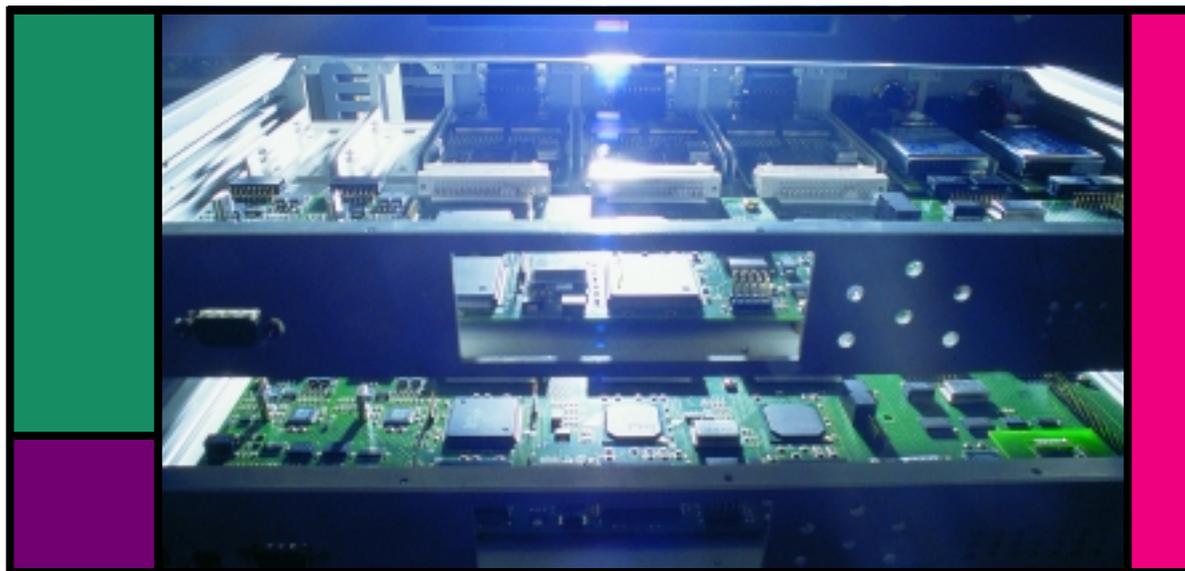


PHOTO : MIGUEL BOYAVAN

Les multiplexeurs transmettent des signaux combinés sur une seule fibre optique

Des systèmes optiques d'avant-garde

L'entreprise AsGa, un fabricant brésilien d'équipements pour des systèmes de télécommunications à transmission par fibres optiques, est à l'origine de l'une des histoires commerciales les mieux réussies du secteur de la haute technologie au Brésil. Fondée en 1989 par un groupe d'anciens professeurs de l'Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), (Université d'Etat de Campinas) avec l'objectif d'implanter au Brésil la production de composants optoélectroniques, AsGa a atteint en 2004 un chiffre d'affaires de plus de R\$ 41 millions, soit environ 14 millions d'euros, alors que, cinq ans plus tôt, ses recettes n'atteignaient pas R\$ 17 millions (6 millions d'euros). Cette société est devenue le principal fournisseur de modems optiques pour les opérateurs de téléphonie au Brésil. Ses produits sont vendus dans tout le pays et exportés vers l'étranger. L'entreprise possède des filiales en Argentine et au Mexique et plusieurs représentants à l'étranger, dont au Portugal, au Chili et en Malaisie. Sa réussite est due à l'investissement réalisé dans le domaine de la recherche et du développement. AsGa investit près de 15% de ses recettes dans des projets de recherche technologique mis en oeuvre dans ses installations localisées à Valinhos, une ville située à 118 kilomètres de São Paulo.

Le produit phare de cette entreprise est constitué par sa gamme de multiplex et de modems optiques, à l'avant-garde des transmissions téléphoniques. Ces appareils sont utilisés dans les réseaux d'accès

de la téléphonie, pour établir la liaison des grandes entreprises avec les centrales téléphoniques ainsi que la liaison des stations de téléphonie mobile avec leurs centrales respectives. Les multiplex assurent la transmission de plusieurs signaux (pour les communications téléphoniques ou pour les traitements de données) par une seule voie, en les unissant et en les associant. Ils permettent également à une fibre optique de transporter jusqu'à 1.890 fois plus de lignes ou de canaux de communication qu'un fil de cuivre.

AsGa a été la première entreprise brésilienne à produire des multiplex et aujourd'hui elle détient près de 70% du marché national. En 1998, elle a fait un important saut technologique en créant une nouvelle gamme de multiplex, plus rapides et plus sophistiqués, aptes à fonctionner sur une bande de 155 megabits par seconde (Mb/s), contre les 34 Mb/s de la famille précédente de produits, celle du modem MMO 16E1. "AsGa a été la première entreprise hormis les grands fabricants d'équipements de téléphonie qui ait osé s'attaquer à cette catégorie d'appareils", raconte José Ellis Ripper Filho, Président de l'entreprise et titulaire d'un doctorat du Massachusetts Institute of Technology (MIT). Pour la mise au point aussi bien de cet équipement que du modem 16E1, l'entreprise a bénéficié des ressources accordées par la FAPESP, dans le cadre de son Programa Inovação Tecnológica em Pequenas Empresas (PIPE) (Programme d'innovation technologique dans les petites entreprises).



Optimisation en temps réel : un système intégré de contrôle permet d'augmenter la rentabilité du raffinage du pétrole

Comment faire des économies dans la production des dérivés du pétrole

L'Université de São Paulo (USP) et Petrobras ont établi un partenariat à la fin de la dernière décennie afin de mettre au point un logiciel qui accroisse considérablement la rentabilité des opérations de raffinage du pétrole réalisées par cette entreprise. Les différents systèmes mis en place optimisent la production des onze raffineries de pétrole de l'entreprise et de l'usine de traitement du schiste, une roche d'où l'on extrait le pétrole. "Le logiciel permet une optimisation intégrale, depuis le contrôle de la manufacture jusqu'aux décisions à caractère managerial, à plus long terme", affirme l'ingénieur Lincoln Moro, consultant senior de la Gerencia de Otimização do Refino (Direction de l'optimisation du raffinage) de Petrobras. Selon Moro, le programme a contribué à actualiser le Sistema de Controle Avançado (Sicon) (Système de contrôle avancé) de Petrobras, tout en consolidant dans le même temps la technologie d'optimisation en temps réel, déjà en usage ou en voie d'implantation sur tous les sites de l'entreprise. Ces technologies garantissent un gain additionnel de US\$ 0,25 par baril de charge (pétrole ou autres produits) traité. Petrobras traite par jour près d'1,8 million de barils, ce qui représente une économie totale de US\$ 450 mille.

Du côté de l'USP, la coordination du projet est assurée par le professeur Cláudio Augusto Oller do Nascimento, du Département d'Ingénierie Chimique de l'École Polytechnique.

Son équipe et lui ont été les responsables de la création des matrices du logiciel, ce que l'on appelle des algorithmes (les calculs et les formules), qui très souvent ont été le sujet des thèses de diplôme de troisième cycle universitaire et de doctorat soutenues par les collaborateurs eux-mêmes de Petrobras. L'application pratique et la conception du logiciel sont réalisées dans les unités de raffinage de la Société. Avant ce programme, il n'existait pas de système qui assurait le contrôle conjoint de l'optimisation de l'ensemble des raffineries.

Il existe certes des systèmes semblables au Sicon, en activité dans d'autres entreprises pétrolières, mais des systèmes de contrôle et d'optimisation comme celui mis au point par l'USP et par Petrobras constituent une nouveauté pour le monde entier, compte tenu du niveau technologique atteint. L'implantation industrielle de chacun de ces programmes revient à près de US\$ 600 mille. Si l'on multiplie ce chiffre par 30, c'est-à-dire, par le nombre d'unités où le Sicon est installé, - chaque raffinerie peut en avoir plus d'un - nous arrivons à un total de US\$ 18 millions. Cette somme est bien inférieure aux dépenses effectuées pour la création du logiciel d'optimisation. Petrobras a investi près de US\$ 191 mille et la FAPESP, qui a financé la recherche dans le cadre du Projeto Parceria para Inovação Tecnológica (PITE) (Projet de partenariat pour l'innovation technologique), y a contribué avec un apport financier de US\$ 175 mille.

Un savoir-faire reconnu dans le monde de la photonique

8

Créée en août 1998 par un groupe de chercheurs dotés d'une large expérience dans le domaine du développement, de la fabrication et de l'implantation de la technologie optique et des produits associés, la société OptoLink est l'une des entreprises brésiliennes qui a connu le plus de succès dans ce secteur. A ses débuts, cette société, dont le siège est situé à Campinas, dans l'Etat de São Paulo, s'est consacrée principalement à la création d'amplificateurs optiques à fibre dopée d'erbium, de composants passifs, tels que les connecteurs optiques, ainsi qu'à la création d'instruments de mesure et de tests pour les fibres optiques. Les amplificateurs ont pour fonction d'intensifier la lumière d'un signal émis par des systèmes des centraux téléphoniques ou de télévision câblée, recourant aux fibres optiques. L'amplification est nécessaire car les signaux perdent de leur intensité sur le chemin qui les conduit d'un point à un autre. Pour leur part, les connecteurs optiques sont utilisés sur les amplificateurs et servent à unir ou à séparer les signaux transmis via la fibre optique.

Depuis trois ans, OptoLink a décidé d'élargir son éventail d'activités et s'est mise à concevoir et à produire, avec le soutien de la FAPESP, un nouvel équipement pour la production de composants passifs, tels les atténuateurs et le WDM (sigle en anglais pour un système de multiplexage de division de la longueur des ondes de la lumière), entre autres, ainsi que des systèmes d'instrumentation pour la fibre optique. Ce nouveau créneau a démarré avec le développement des points de lumière et des mesureurs de puissance optique. Par la suite, OptoLink a développé des convertisseurs de supports médias pour la transmission de données par fibre optique et, liés à ces activités, des systèmes intégrés pour la supervision des réseaux de fibres.

Grâce au soutien de la FAPESP, à travers son Programa Inovação Tecnológica em Pequenas Empresas (PIPE), (Programme d'innovation technologique dans les petites entreprises), OptoLink a pu se

développer et détenir un savoir-faire confirmé dans le domaine de la communication optique. Elle demeure l'une des rares entreprises brésiliennes nées de l'effort consacré par le pays à la technologie optique dans les décennies de 1970 à 1990 et qui continuent à produire des composants optiques à fibre », affirme Ildefonso Félix de Faria Júnior, fondateur et directeur technique de l'entreprise. Selon lui, les ventes réalisées par OptoLink ont connu une croissance significative jusqu'en 2003, mais elles ont diminué l'an dernier, du fait de la concurrence des produits chinois. Les bases du succès d'OptoLink résident, entre autres, dans sa forte vocation pour la recherche et l'innovation en ce qui concerne les produits tournés vers le monde de la photonique. Preuve en est : près de 10% de son chiffre d'affaires sont réinvestis dans le développement de nouveaux équipements. A l'heure actuelle, neuf salariés travaillent dans sa chaîne de production et ses activités de développement. Par ailleurs, elle fait appel à des consultants, engagés pour un temps déterminé afin d'apporter les solutions aux problèmes spécifiques inhérents à ses projets.

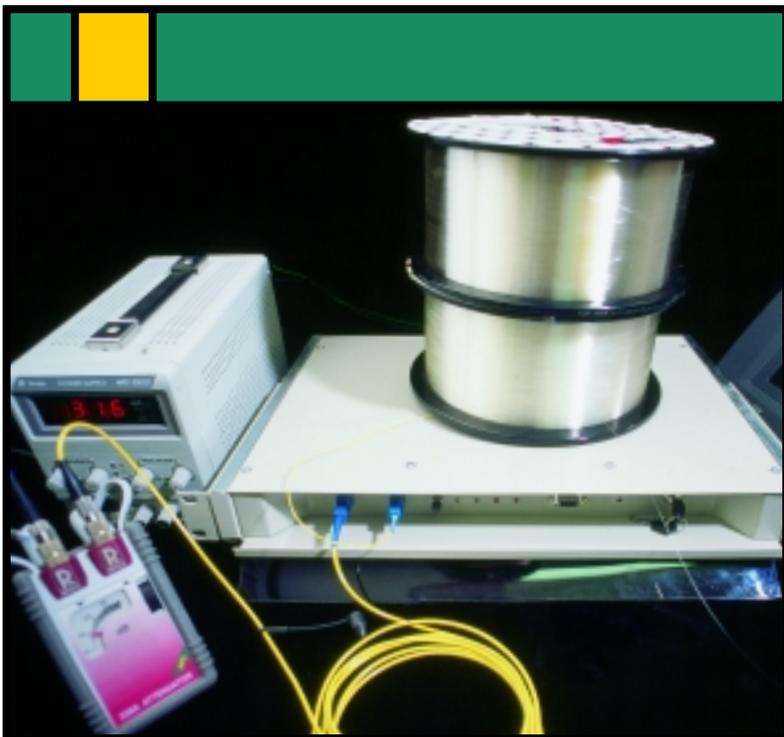


PHOTO - MIGUEL BOYAVAN

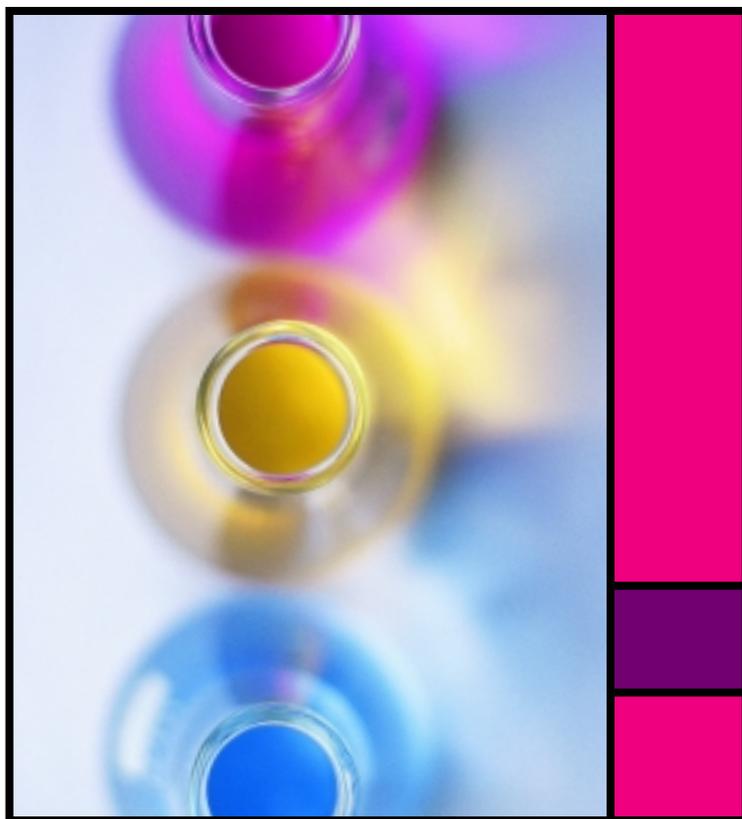
Une lumière plus intense pour les télécommunications grâce aux amplificateurs optiques

Un laboratoire pour l'industrie chimique

Installée dans l'Incubadora Tecnológica da Universidade do Vale do Paraíba (Univap) (Centre d'incubation technologique de l'Université de la Vallée du Paraíba), à São José dos Campos, dans l'Etat de São Paulo, l'entreprise Quimlab produit des matériaux de référence certifiés, utilisés dans l'industrie chimique pour le calibrage et le contrôle des équipements. Grâce au financement obtenu par la FAPESP, cette entreprise a pu monter un laboratoire de métrologie chimique adapté aux normes internationales. On ne saurait trop souligner en effet que, sur une scène mondialisée, la métrologie est un secteur stratégique d'importance, compte tenu de la nécessité, pour les exportations brésiliennes, d'adopter pour leurs produits une spécification technique des produits conforme au modèle qui existe aux Etats-Unis et au Japon.

D'après Nilton Pereira Alves, patron de Quimlab, le laboratoire est prêt et n'attend plus que l'agrément de l'Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Inmetro) (Institut National de Métrologie, Normalisation et Qualité industrielle). Le feu vert ne lui a pas encore été donné car, selon Pereira Alves, l'institut ne dispose pas encore de normes spécifiques permettant de certifier Quimlab en tant que producteur de matériaux de référence. On est en droit d'attendre, cependant, qu'à partir de ce centre pionnier, les recherches conduites puissent bénéficier également à d'autres organismes, en plus de Inmetro, ce qui contribuera à l'implantation des bases de la métrologie dans le pays.

La société Quimlab, créée en 1997, élabore et produit des solutions standards dont la traçabilité est assurée. Ce sont des substances utilisées par l'industrie pour mesurer ce que l'on appelle les grandeurs chimiques, comme, par exemple, le pourcentage de plomb ou de fer contenu dans un alliage métallique ou bien la valeur en pH d'un aliment, qui permet de déterminer s'il s'agit d'un aliment



Des matériaux de référence pour le calibrage des équipements fabricant à l'exportation

acide, neutre ou basique. Les appareils habituellement utilisés pour réaliser ce genre d'analyses sont ajustés et calibrés par comparaison avec les solutions standards fournies par Quimlab. Celle-ci répond à la demande des secteurs pharmaceutique, métallurgique et pétrolier, entre autres. La fabrication au Brésil de standards de pH certifiés – jusqu'alors ce type de produit était importé – bénéficie aux entreprises qui les utilisent, puisqu'elles paient ainsi des prix inférieurs à ceux des produits importés, tout en pouvant compter sur une livraison immédiate.

Quimlab poursuit également d'autres recherches, en partenariat avec des centres universitaires. Par ailleurs, Quimlab est également prestataire de services et réalise des analyses chimiques ou propose ses conseils pour le développement de matériaux de référence spécifiques utilisés par telle entreprise ou tel secteur industriel, comme, par exemple, celui de la production de fibres synthétiques.

L'innovation comme moteur de la croissance

10

Créée en 1994, Biofarm Química e Farmacêutica (industrie chimique et pharmaceutique), installée à Jaboticabal, dans l'Etat de São Paulo, s'est tracée une stratégie claire pour être distinguée et pour croître sur le marché brésilien des produits vétérinaires, un marché très compétitif. C'est ainsi qu'elle a décidé de miser sur l'innovation technologique et d'investir dans la formation d'une équipe technique qualifiée pour développer une unité de production capable de fabriquer des inputs pharmaceutiques dotés des spécifications requises par le secteur. Le plan a réussi et l'entreprise a conquis sa place sur le marché, avec pour principaux clients les distributeurs de produits pharmaceutiques à usage vétérinaire et les éleveurs. Preuve en est donnée par son chiffre d'affaires qui ne cesse de croître. Il a en effet connu un bond de 33% en 2003 et, si l'on ne tient compte que des ventes de médicaments, la progression a été encore plus importante, proche des 70%.

Le scénario prévu est très prometteur pour cette entreprise, grâce au développement d'un nouveau produit fort demandé sur le marché, comme l'explique le chercheur Ricardo da Silva Sercheli, collaborateur de Biofarm : « Avec l'appui de la FAPESP, nous avons réussi à produire des chélates de sels minéraux contenant des aminoacides, à partir de l'hydrolyat protéinique de *Saccharomyces cerevisiae*, pour être utilisés comme suppléments alimentaires ». Les chélates d'acides aminés sont des complexes organiques employés comme ingrédients dans les préparations du secteur de l'alimentation (lait, farine, biscuits et yogourts, entre autres) et de la pharmacie (suppléments de sels minéraux, médicaments contre l'arthrite, l'ostéoporose, ...). Les chélates sont considérés les plus modernes des modes d'administration de sels minéraux, lesquels, lorsqu'on les compare à leurs analogues inorganiques, présentent l'avantage de posséder un haut degré de biodisponibilité et de réduction des effets collatéraux indésirables.

C'est essentiellement pour des motifs économiques que l'hydrolysat protéinique de *Saccharomyces cerevisiae* a été choisi par les techniciens de Biofarm pour servir de matière première à la préparation des chélates d'acides aminés. « Cette matière première est obtenue grâce à la transformation de la levure *Saccharomyces cerevisiae*, dont le prix est marginal au Brésil, car il s'agit d'un sous-produit des usines de canne à sucre. Dans les autres pays, la production de cette levure est réalisée dans des unités construites uniquement à cette fin, ce qui en rend le prix beaucoup plus élevé », rapporte M. Sercheli.

La méthode de production de ce complexe organique est désormais maîtrisée et Biofarm

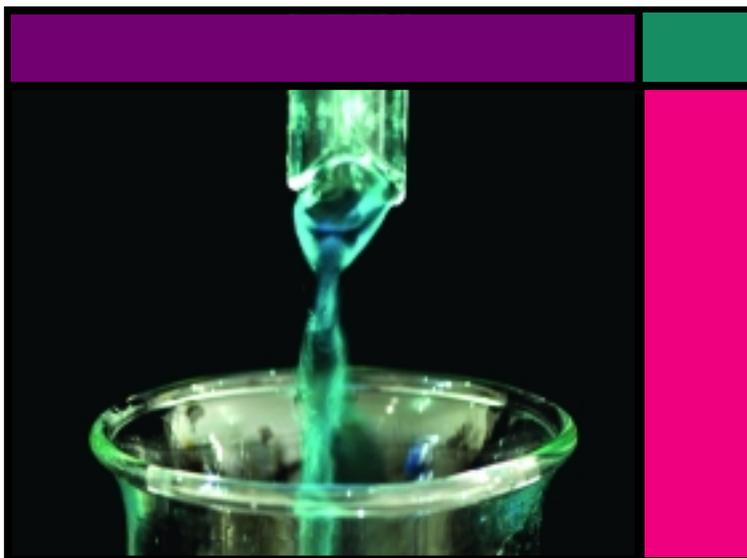
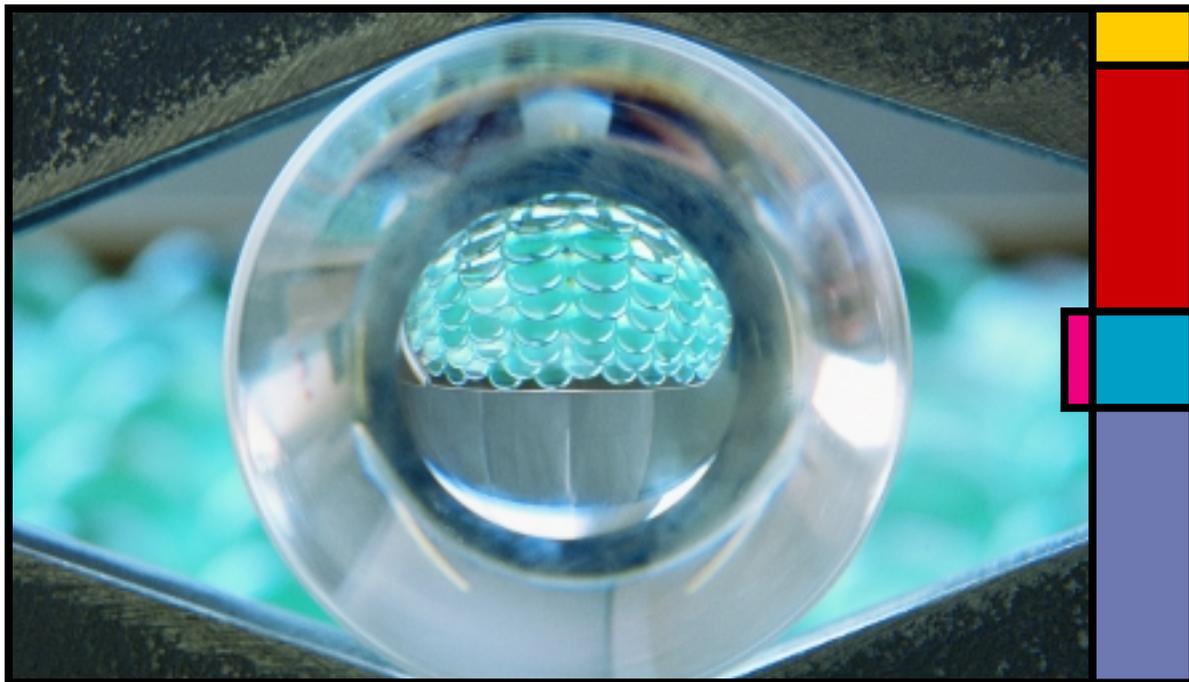


PHOTO : EDUARDO CESAR

Des composants fabriqués au Brésil permettent de diminuer le coût des suppléments alimentaires

procède actuellement à l'acquisition des équipements destinés à sa production à l'échelle industrielle. L'unité de fabrication est prévue pour fonctionner d'ici la fin de l'année et le processus de production démarrera dans les premiers mois de 2006. « Dès que la production sera lancée, nous diversifierons notre gamme de produits pour répondre à la demande de composés existant sur le marché national. A l'heure actuelle, ce marché n'est approvisionné que par des matières premières importées. Nous étudions concomitamment la possibilité de vendre le produit à des clients étrangers »,



Focus sur les applications en chirurgie et les équipements optiques de précision

Une technologie nouvelle pour des lentilles spéciales

Des lentilles spéciales qui garantissent des images de haute qualité, sans ces petites distorsions des lentilles conventionnelles, viennent d'être produites par Optovac, une entreprise implantée à Osasco, dans la région métropolitaine de São Paulo. Dites non sphériques ou asphériques, elles réussissent à maintenir le foyer visuel de manière plus efficace et se prêtent à d'innombrables applications, dont les loupes médicales utilisées dans différentes chirurgies, les microscopes optiques des laboratoires ou les appareils photo.

Le marché de lentilles asphériques, dont le marché est hautement prometteur, a représenté un véritable défi technologique pour Optovac. Initié en 2002, le développement de ce projet a abouti à la production de lentilles en plastique injectable – polycarbonate, polystyrène ou acrylique – ce qui permet de diminuer de moitié les coûts de production. D'après Sérgio Antônio de Almeida Nobre, directeur de l'entreprise et coordinateur du projet, il s'agit d'une technologie inédite au Brésil et unique dans l'hémisphère sud.

Les secteurs de l'électronique et des télécommunications connaissent eux aussi une demande croissante pour les lentilles asphériques, qu'ils utilisent, par exemple, pour équiper les

caméras vidéo, dans les senseurs de lumière ou dans les connecteurs optiques (destinés à la jonction des fibres optiques). Il se trouve qu'à ses débuts Optovac ne visait pas particulièrement ces secteurs hautement compétitifs. Son idée était surtout de se faire une place dans les secteurs liés à l'éducation, à la technique ou à la consommation en général, avec des kits optiques pour les cours de physique, des stéréomicroscopes (appareils binoculaires pour l'enseignement, la recherche et à usage industriel dans les micromontages du domaine électrique), des lentilles pour les phares automobiles, avec un éclairage à haute performance et des composants destinés à des entreprises fabriquant d'instruments médicaux, des articles domestiques et des appareils électriques qui, dans certains cas, peuvent se présenter sur le marché avec un prix moitié moindre que celui des appareils importés. Sérgio Nobre a aussi l'intention de préparer son entreprise pour l'exportation, notamment l'exportation de produits destinés aux secteurs liés à l'éducation. Optovac est homologuée par l'armée de l'air du Brésil pour ce qui concerne le développement et l'entretien d'équipements optiques jusqu'alors importés, tels les lunettes utilisées pour la vision nocturne.

De nouvelles fraises pour le traitement dentaire

12

Une équipe de chercheurs de Clorovale Diamantes, une entreprise de haute technologie dont le siège est à São José dos Campos, à 100 kilomètres de São Paulo, a mis au point une nouvelle ligne de fraises pour le traitement dentaire, revêtues d'une pointe de diamant synthétique, pour le plus grand confort des dentistes et de leurs patients. L'entreprise a conçu un processus de production sophistiqué et innovant, qui en fait la première, en Amérique latine, à produire des diamants synthétiques purs, sans addition de métaux.

Une enquête conduite auprès d'un groupe de 500 dentistes a révélé que, pour plus de 70% des traitements réalisés à l'aide de cet équipement, le patient n'avait pas besoin d'être anesthésié, car l'intervention est sans douleur. Cette fraise est, en effet, accouplée à des appareils à ultrasons, ce qui permet d'atteindre la cavité dentaire par vibration, sans écraser la dentine, cette région où précisément se situent des canaux extrêmement petits, qui confèrent sa sensibilité à la dent. Les traitements exécutés à l'aide de ces fraises sont très précis et très peu agressifs, évitant ainsi des traumatismes inutiles à la dent. De plus, contrairement aux fraises traditionnelles, branchées sur des appareils à haute rotation, les fraises à ultrasons ne font pas entendre ce petit bruit bien connu qui fait peur à tant de personnes.

Autre innovation de Clorovale : les fraises à rotation conventionnelles, revêtues de diamant-CVD, un matériau obtenu par le procédé de la « déposition chimique au cours de la phase vapeur » (*Chemical Vapor Deposition*). Le diamant ainsi obtenu est le même que celui qui est utilisé pour recouvrir les fraises à ultrasons. La Clorovale a été pionnière en Amérique latine pour la production de ces diamants CVD, qui ont les mêmes caractéristiques que le diamant naturel et peuvent être produits en toutes tailles et selon toutes les formes, avec un degré de pureté bien supérieur à celui des diamants artificiels connus sous le sigle HPHT (*High Pressure, High Temperature*). La technologie HPHT emploie de la poudre de diamant et de la soudure de nickel sur une tige en acier, tandis que le diamant-CVD se développe sur la tige elle-même et la recouvre de l'épaisseur souhaitée.

Ces fraises ont été lancées sur le marché au début de l'année 2003 et selon le responsable de Clorovale elles sont très bien accueillies par les dentistes. Le physicien Vladimir Trava Airoidi, l'un des fondateurs de l'entreprise, estime que le chiffre d'affaires brut des deux premières années

pourrait atteindre R\$ 28 millions, soit l'équivalent de presque 10 millions d'euros. Chaque fraise « diamantée » à ultrasons coûte environ R\$ 200, soit 67 euros, ce qui représente vingt fois le prix des fraises conventionnelles. Néanmoins, ce prix plus élevé ne devrait pas poser de problème quant au succès commercial du produit, car, selon Airoidi, ces fraises durent vingt à trente fois plus que les autres. Les fraises sont proposées à la vente sous douze modèles différents destinés aux divers domaines de l'odontologie. Les deux types de fraises produites par Clorovale ont été brevetés au Brésil, aux Etats-Unis, au Canada, au Japon et en Europe. L'entreprise a l'intention de les vendre à des clients situés sur les cinq continents. L'objectif est de conquérir en cinq ans 15% des trois cent mille professionnels odontologiques d'Amérique latine et 3% des 2,5 millions de dentistes dans le reste du monde. Afin de conquérir le marché nord-américain, les chercheurs sont en train de déposer une demande d'approbation des produits auprès de la Food and Drug Administration (FDA), l'agence chargée de la réglementation du secteur de l'alimentation et des médicaments.

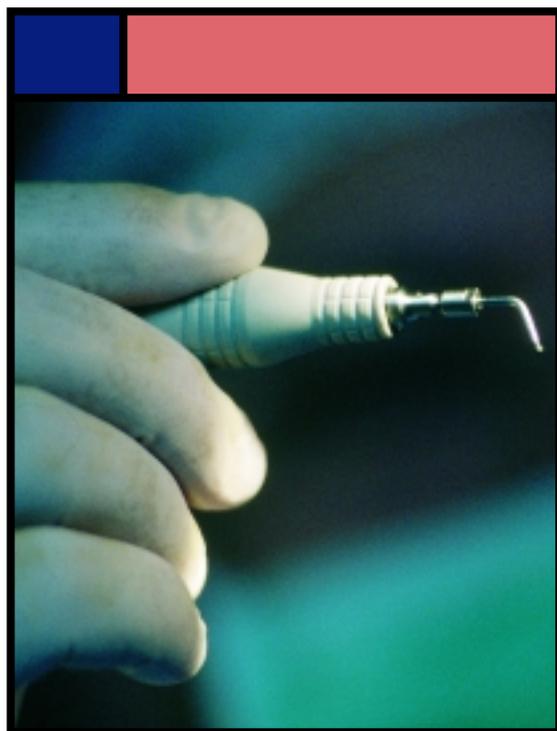


PHOTO : MIGUEL BOYAYAN

Sans douleur ni anesthésie, sans traumatisme ni bruit

Analyse chimique automatique et robotisée

Les techniciens des laboratoires spécialisés dans les analyses d'aliments et autres substances ont gagné un allié solide à la fin des années 90, grâce à une innovation technologique développée par Femto Indústria e Comércio de Instrumentos, une entreprise dont le siège est à São Paulo. Elle a créé une Estação de Trabalho Espectrofotométrica (Station de travail spectrophotométrique), à savoir, un équipement pour les analyses chimiques complètement automatisé et robotisé. Très utilisé par les entreprises industrielles, les instituts de recherche, les organismes de protection de l'environnement et les entreprises de différents secteurs, cet appareil est capable, par exemple, de quantifier la présence de chlorure, de fer nitré et de silice dans l'eau, ou bien, de détecter du cyanure, du sulfate, du phosphate et de l'ammoniaque dans les effluents domestiques ou industriels. Il permet également de mesurer la teneur en calcium et en phosphore dans les rations alimentaires pour animaux ou la teneur en magnésium et en phosphore des plantes. Tout cela étant réalisé plus rapidement qu'avec les méthodes traditionnelles.

Le projet a bénéficié du soutien de la FAPESP, dans le cadre du Programa Inovação Tecnológica em Pequenas Empresas (PIPE) (Programme d'innovation technologique dans les petites entreprises). Selon le physicien Lídio Takayama, l'un des associés de Femto, l'utilisation des stations de travail automatisées et robotisées apporte aux laboratoires une série de bénéfices, comme la réduction des coûts opérationnels et des coûts de gestion ainsi qu'une plus grande vitesse de traitement des analyses. De plus, l'utilisation de cet équipement permet non seulement un plus grand contrôle de la qualité, réalisé presque en temps réel, mais aussi de réduire les erreurs, d'accroître la sécurité, de diminuer les pertes de produits chimiques, ainsi que d'améliorer la communication et les services. L'analyse en laboratoire avec des spectrophotomètres manuels est encore largement utilisée au Brésil, mais les équipements automatiques gagnent chaque fois plus de terrain, compte tenu de l'assistance technique apportée aux laboratoires qui sont confrontés à de grandes quantités d'analyses.

Créée en 1989, la Société Femto est fière de son histoire à succès. Elle a débuté ses activités en concevant et en fabriquant des spectrophotomètres à lumière visible et ultraviolette. Actuellement elle est la seule

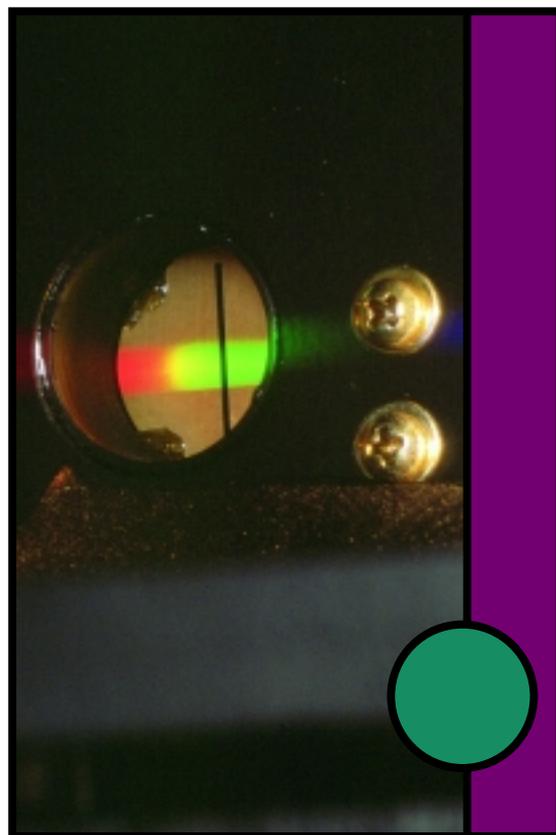


PHOTO : EDUARDO CESAR

La station de travail permet d'obtenir plus de qualité en temps réel

entreprise d'Amérique latine à fabriquer avec sa propre technologie des spectrophotomètres à infrarouge proche. A l'heure actuelle, elle met au point un équipement encore plus avancé : un spectrophotomètre à fluorescence, doté d'un monochromateur double à balayage continu, un outil conçu pour l'analyse des eaux superficielles et des eaux employées en hémodialyse. Un autre projet, qui bénéficie lui aussi du soutien de la FAPESP, concerne le développement d'un spectrophotomètre à absorption atomique, doté d'un atomiseur électrothermique, utilisé dans les analyses des sols, des plantes et des aliments. Cet appareil est prévu pour être prêt en 2006. Avec sa gamme diversifiée de produits, Femto, dont le chiffre d'affaires en 2004 était proche de R\$ 1,7 million, soit 580 mille euros, envisage de conquérir dans les années à venir 30% du marché brésilien et 1% du marché mondial. "Nous sommes en train de constituer notre gamme de produits destinés à l'exportation, qui devra être achevée au deuxième semestre 2006", annonce Lídio Takayama.

Une énergie de pointe

14

São Paulo se prépare à rejoindre le cercle restreint de quelques villes au monde qui utilisent la cellule à combustible, une innovation technologique hautement sophistiquée. Cette cellule, considérée comme le “cœur” de l'équipement qui produit de l'énergie électrique à partir de l'hydrogène, a été produite par Electrocell, une entreprise implantée dans la ville de São Paulo et qui a investi quelques cinq années pour la mettre au point. Installée dans le Centro Incubador de Empresas de Tecnologia (Cietec) (Centre d'incubation pour entreprises de technologie) lequel fonctionne dans le même immeuble que l'Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN) (Institut de Recherches énergétiques et nucléaires), dans la Cité Universitaire de São Paulo, Electrocell a bénéficié d'un large soutien scientifique et technologique de cet institut pour ce qui concerne la fabrication des électrodes et des catalyseurs de la cellule.

Un équipement de ce type a déjà été livré à l'AES Eletropaulo, une entreprise de distribution d'énergie électrique qui approvisionne 24 communes (y compris la capitale) de la Région Métropolitaine de São Paulo. Cette cellule à combustible comprend un ensemble de modules d'électrodes et de membranes conductrices, capable de produire les 50 kilowatts (kW) d'énergie électrique suffisant pour répondre aux besoins énergétiques de deux à trois étages d'un immeuble ou de 40 maisons d'habitation populaire. La cellule fonctionne avec de l'hydrogène conditionné en cylindres, mais peut également extraire ce combustible du gaz naturel ou de l'éthanol (l'alcool utilisé dans les véhicules).

Grâce aux avancées technologiques des 15 dernières années, ces cellules – l'un des fruits du programme spatial nord-américain – sont devenues moins chères et ont été adaptées à un usage plus courant. Elles sont déjà produites sur commande depuis cinq ans par des entreprises canadiennes, nord-américaines et allemandes.

Les cellules à combustible fonctionnent comme une batterie ou une pile. Elles transforment l'énergie chimique en énergie électrique, en cassant les molécules d'hydrogène qui réagissent avec l'oxygène de l'air. Dans leur forme stationnaire, elles deviennent semblables et peuvent alors jouer le rôle d'un générateur de taille réduite, fonctionnant de manière silencieuse et sans émission de polluants.



PHOTO : MIGUEL BOYAVAN

De l'énergie électrique non polluante pour approvisionner la plus grande ville d'Amérique latine

L'Eletropaulo a l'intention d'installer l'équipement dans un immeuble où l'on simulera le remplacement d'un générateur, premier pas avant de le tester ensuite pour d'autres usages. Eletropaulo a investi R\$ 1,7 million, soit 600 mille euros, dans la fabrication de la cellule, fonds financés par le Fundo Setorial de Energia (Fonds sectoriel de l'énergie), contrôlé par le Ministère brésilien de la Science et de la Technologie.

Selon l'ingénieur en électronique Gilberto Janólio, l'un des associés de Electrocell, les premiers prototypes ont été développés grâce au financement de la FAPESP, à l'occasion d'un travail “qui a permis à l'entreprise de décoller”. Pour la réalisation des projets actuels 90% du matériel utilisé est produit au Brésil. Le seul produit importé est la Membrane d'Echange de Protons (PEM, en anglais), qui caractérise ce type de cellule.

Des examens oculaires plus précis

Le cératomètre est un équipement essentiel pour les cabinets ophtalmologiques. C'est à l'aide de cet appareil que les spécialistes mesurent les rayons de courbure de la cornée, un examen indispensable pour tous ceux qui portent des lentilles de contact. Il est également utilisé pour contrôler la cicatrisation et les distorsions après les interventions chirurgicales de la cataracte et de la transplantation de la cornée. Jusqu'à ce jour, les oculistes brésiliens n'avaient pas d'autre choix que d'importer cet équipement, qui n'était pas produit au Brésil. Le partenariat entre les chercheurs de la Calmed, une entreprise siégeant à São Carlos, dans l'Etat de São Paulo, et ceux de l'Ecole d'Ingénieurs de São Carlos et de la Faculté de Médecine de Ribeirão Preto, toutes deux rattachées à l'Université de São Paulo (USP), est en train de changer cet état des choses. Après avoir beaucoup travaillé, ces chercheurs ont réussi à mettre au point un cératomètre automatique, dont la procédure de protection par un brevet a déjà été engagée au Brésil, aux États-Unis, en Europe et au Japon. La mise en vente de cet appareil est prévue pour le deuxième semestre de l'année 2005.

Selon la physicienne Liliane Ventura, fondatrice de la Calmed et chargée de la coordination au Laboratoire d'Instrumentation Ophtalmique de l'Ecole d'Ingénieurs de São Carlos, l'équipement brésilien présente une série d'avantages sur ses concurrents étrangers. L'un de ces avantages est notamment la projection d'un anneau lumineux de 72 points de lumière sur la cornée du patient, dans une région de trois millimètres autour de la pupille. Les cératomètres manuels – tels ceux que le Brésil importe à l'heure actuelle – mesurent un anneau continu de lumière dans l'œil, avec une grande précision, mais en général la mesure est limitée à 26 dioptries, soit 26 degrés d'astigmatisme, tandis que l'appareil brésilien mesure jusqu'à 60 degrés d'astigmatisme. L'astigmatisme est provoqué par

une cornée devenue ovale, qui empêche la lecture et produit des images sans netteté chez celui qui en est atteint. De plus, les mesures réalisées à l'aide de l'équipement manuel sont plus lentes à obtenir, en raison de l'absence d'automatisation. « Quant aux cératomètres automatiques importés les plus populaires, ceux qui sont accouplés à des auto-réfracteurs (équipements réalisant d'autres types de mesures), ils ne possèdent que six points de projection sur la cornée, ce qui rend la mesure cératométrique moins précise », affirme Mme. Ventura.

Selon Wilson Marcos Mazari, directeur de l'Apramed Aparelhos Médicos (Appareils médicaux), une entreprise de São Carlos responsable de la commercialisation du cératomètre brésilien, l'appareil est en phase de finalisation du design et devrait être lancé sur le marché dès 2005. Bien que le prix de vente de l'équipement ne soit pas encore définitivement établi, on estime qu'il sera commercialisé aux environs de US\$ 3.000, une valeur proche des cératomètres importés manuels et bien inférieure à celle des appareils automatiques, qui coûtent autour de US\$ 10.000.



Examens oculaires de haute précision : le cératomètre brésilien offre un meilleur rapport qualité/prix

PHOTO - EDUARDO CESAR

Une entreprise crée une cellule à combustible

16

Partout dans le monde, des milliards de dollars sont dépensés chaque année par des institutions universitaires et des laboratoires de recherche privés pour essayer de perfectionner les cellules à combustible, un système qui produit de l'énergie électrique de manière silencieuse et sans agresser l'environnement. Au Brésil, le premier équipement de ce genre a été développé en 2001 par le chimiste Antonio César Ferreira, propriétaire de l'entreprise Unitech.

Cette découverte est venue couronner le dévouement et les efforts du scientifique, qui a vécu neuf ans aux États-Unis, où il a poursuivi avec succès des études post-doctorales et travaillé en tant que chercheur à la section Agriculture et Mécanique de l'Université du Texas, ainsi que dans l'entreprise MER, dont le siège est en Arizona. A son retour au Brésil, au milieu des années 1990, il a créé son propre laboratoire, afin d'y développer les catalyseurs, considérés comme le cœur de la cellule à combustible. L'appareil développé par Ferreira, de la taille d'un frigobar, est alimenté à l'hydrogène et peut produire 1,5 kilowatt d'électricité.

Cette cellule se présente sous forme d'une sorte de sandwich composé d'électrodes, de catalyseurs et d'un électrolyte. Elle peut recevoir de l'hydrogène pur ou obtenu à partir soit du gaz naturel, soit de l'essence, du méthanol (alcool de bois ou de céréales) ou de l'éthanol (alcool de la canne à sucre utilisé par les voitures brésiliennes). Pour l'instant, obtenir de l'hydrogène à partir de l'eau reste encore une option chère, car le processus de l'électrolyse qui sépare les atomes d'hydrogène et d'oxygène nécessite l'utilisation de l'énergie électrique.

Le principe du fonctionnement des cellules à combustible repose sur les réactions électrochimiques nées de l'oxydation du combustible. Pour monter les premiers prototypes, Ferreira a eu besoin de développer des plaques de séparation bipolaires (les

catalyseurs), pièces essentielles au montage des cellules à combustible. C'est dans les catalyseurs qu'a lieu la séparation des molécules d'hydrogène (H₂). Les protons originaires de cette réaction atteignent à travers la membrane le côté négatif (anode) de la cellule pour former de l'eau. Tandis que les électrons originaires de la réaction de séparation du H₂ circulent par la plaque de séparation, en générant ainsi de l'électricité.

La cellule à combustible de l'Unitech fait partie d'un programme de trois ans, qui

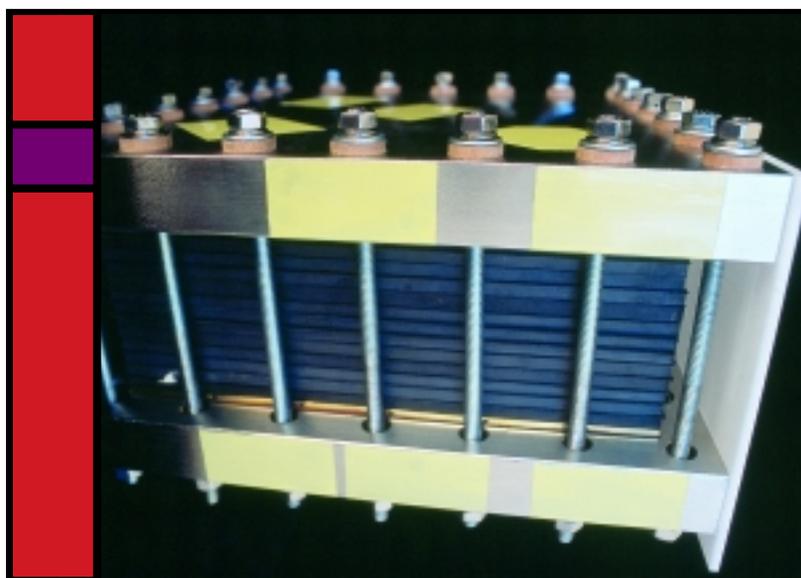


PHOTO : MIGUEL BOYAVAN

La première cellule à combustible brésilienne. Le principe de base de cette cellule a été développé au XIX^e. siècle

bénéficie d'un apport de R\$ 5 millions, soit 1,7 million d'euros, que la Companhia Energética de Minas Gerais (Cemig) a destiné à plusieurs projets de développement de cette technologie. Bien que les principes de fonctionnement de la cellule à combustible remontent au XIX^e. siècle, puisqu'ils ont été développés en 1835 par le gallois William Robert Grove, considéré comme le père de cette technologie, le système nécessite encore des perfectionnements. Dès la fin des années 1990, les premières cellules à combustible ont été mises en vente aux États-Unis, au Canada et au Japon. A l'heure actuelle, il existe plusieurs prototypes capables de fournir entre 10 watts et 11 mégawatts d'électricité, adaptés au fonctionnement des équipements mobiles des petites villes.



L'équipement permet de diagnostiquer les lésions de la peau sans passer par des biopsies

Cancer de la peau : un diagnostic encore plus sûr

Le diagnostic du cancer de la peau – dont l'incidence ne cesse d'augmenter au Brésil – peut désormais être fait avec plus de précision et de précocité grâce à une technologie mise au point par Atonus Engenharia de Sistemas, une entreprise de São José dos Campos (Etat de São Paulo). Fondée en 1995, cette société s'est donné pour objectif de développer ses activités notamment dans le domaine de la vision informatique, en créant des systèmes disposant de composants pour la capture et l'analyse de l'image. Cette entreprise a conçu un système informatique composé d'une caméra spéciale – le vidéodermatoscope – qui utilise un éclairage alimenté par câble en fibre optique, un logiciel et une banque de données à distance sur Internet.

Selon l'ingénieur électronicien Antonio Francisco Júnior, associé et directeur d'Atonus, moins de 40% des examens cliniques évaluent avec certitude la nature maligne d'une lésion. Le Sistema de Videodermatoscopia Digital (SVD) (système de vidéodermatoscopie numérique) aide le spécialiste à émettre un avis et permet en outre la diminution du nombre de biopsies, notamment dans les cas où le patient nécessite un suivi périodique.

Le vidéodermatoscope du système de diagnostic filme la lésion et transmet l'image colorisée à un ordinateur où une plaque de capture digitalise l'image.

Le logiciel analyse ensuite morphologiquement la lésion cutanée (sur la base de la règle ABCD de la dermatoscopie), afin d'évaluer son asymétrie, l'irrégularité du bord et le diamètre. Les données sont stockées, en utilisant une méthode de diagnostic comprenant la vérification en sept points (*seven point checklist*), parmi lesquels l'existence de démangeaison et d'un contour irrégulier. Les données observées par le médecin, comme par exemple la détection de couleurs et de structures différenciées, sont insérées manuellement dans le programme.

L'évaluation de tous ces paramètres produit une ponctuation dermatologique préétablie, qui permet au programme de déterminer si la lésion est bénigne, maligne ou douteuse. Si le médecin souhaite une seconde opinion, il pourra envoyer les images digitalisées à un autre spécialiste, via Internet.

Le système SVD est commercialisé par l'entreprise soit dans son intégralité soit séparément. Le système complet coûte environ US\$ 9 mille, soit pratiquement la moitié du prix proposé par les concurrents internationaux. Atonus a également mis en place un forum médical de débats sur Internet (www.visualmed.com.br), qui devrait permettre la formation d'une banque de données sur le cancer de la peau au Brésil.

Du clonage pour être compétitif sur le marché mondial

Le marché mondial de la floriculture brasse chaque année près de 64 milliards de dollars mais le Brésil n'y participe que pour une toute petite part, estimée à 0,3%. Afin d'élargir la présence brésilienne sur ce marché, il conviendrait d'optimiser toutes les étapes de la chaîne de production, y compris celle de la production des plants. C'est l'objectif que s'est fixé ProClone, un laboratoire biotechnologique de micropropagation, situé à Holambra, dans l'Etat de São Paulo, et spécialisé dans la production de plantes ornementales et de bulbes. Cette entreprise a réussi à mettre au point des procédés de multiplication des clones très efficaces, visant à optimiser le processus de production. Cette technique consiste à utiliser des parties de la plante ou même des morceaux très petits, tel un ensemble de cellules (appelé méristème), pour engendrer des « plantes-filles » identiques.

Selon la biologiste Monique Inês Seregen, chercheuse associée à la ProClone, la production de plants clonés présente d'innombrables avantages par rapport à la propagation végétative traditionnelle, dont le plus important est l'uniformité du produit, puisque à partir d'une partie de la matrice (ou « plante-mère ») il est possible de produire de très nombreux individus identiques. La rapidité de la multiplication – en un an, il est possible d'obtenir jusqu'à un million de plantes-filles identiques à la plante originelle – et le contrôle effectif des maladies constituent également deux importants avantages comparatifs. Enfin, la manipulation et le transport des pots en plastique, au lieu des pots en verre traditionnels, qui contiennent les plants produits au laboratoire sont extrêmement pratiques. « Nous sommes les premiers en Amérique latine à avoir remplacé les pots en verre par des pots en plastique. Outre la facilité de manipulation et de transport, ce changement a également apporté des gains financiers significatifs, car nous avons réussi à réduire les dépenses d'énergie du laboratoire et nous avons ainsi obtenu une économie de 30% dans le processus de micro propagation », explique Monique.

Une autre innovation mise au point par ProClone réside dans la création d'un équipement destiné à optimiser le processus de production des plants. « En une heure et demie, cet équipement prépare le milieu de culture (un gel où le clone sera planté) et remplit près de 600

pots en plastique. S'il fallait le faire manuellement, cela mettrait environ huit heures », affirme la chercheuse. Créée il y a 15 ans, ProClone commercialise à l'heure actuelle 40 mille plants par mois, mais elle pourrait en produire cinq fois plus. Ces dernières années la croissance de l'entreprise fut vertigineuse. « En 2000, nous ne vendions que deux mille plants. Depuis, notre chiffre d'affaire a décuplé. Nous avons devancé nos concurrents parce que nous avons su résoudre le problème des coûts élevés liés au processus

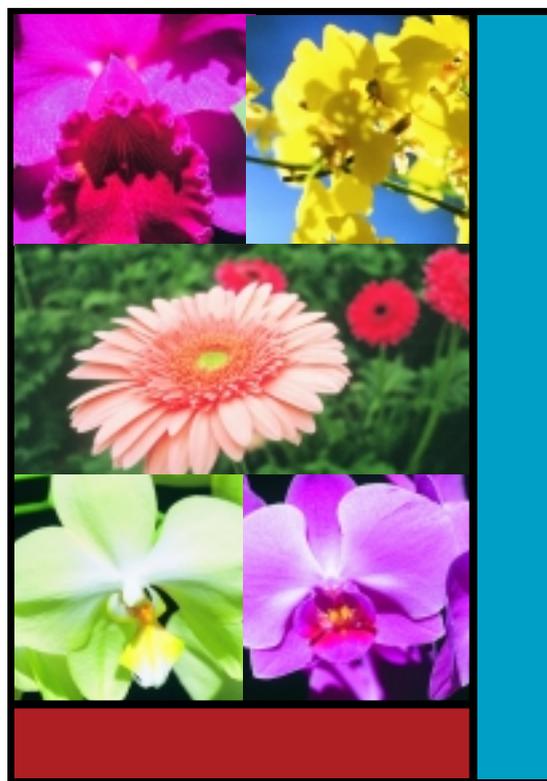


PHOTO : MIGUEL BOYAYAN

Des plants clonés améliorent la qualité des fleurs brésiennes

de fabrication des milieux de culture pour la micro propagation. Nous avons garanti la qualité phytosanitaire de nos produits, puisque les plants passent par le test Elisa (*Enzyme-Linked Immunosorbent Assay*) spécifique pour chaque virus », déclare Monique. ProClone approvisionne le marché brésilien mais elle a aussi des clients aux Pays Bas, vers lesquels elle exporte chaque année cent mille plants, en passant par une société d'import-export.



Le logiciel simplifie la formulation des médicaments et des cosmétiques

L'accélération des processus chimiques

Un logiciel conçu conjointement par Rhodia do Brasil, filiale brésilienne du groupe français Rhodia, et par la Faculdade de Engenharia Química (FEQ) (Faculté d'Ingénierie Chimique) de l'Université d'Etat de Campinas (Unicamp), localisée à Campinas, à 100 kilomètres de São Paulo, a contribué à améliorer sérieusement les nouveaux processus de production utilisés dans l'industrie chimique. Ce logiciel rend ces processus plus rapides, ce qui permet de réaliser une grande économie de temps, en accélérant le choix du solvant le plus approprié pour la formulation d'un nouveau médicament, d'une peinture à séchage rapide ou encore d'un shampooing qui facilite le démêlage des cheveux. Le solvant (acétone, benzène, alcool...) est une substance essentielle dans la fabrication de ces produits. Le choix de celui qui s'avérera le plus adéquat se fait d'habitude au moyen des tests de laboratoire, lesquels peuvent durer plusieurs jours voire plusieurs semaines. En temps normal, Rhodia travaille avec une liste standard de 90 solvants, aussi bien pour fabriquer ses propres produits que pour satisfaire la demande de ses clients.

« Il fallait conduire des expériences avec chacun de ces solvants. C'était un processus lent, cher et pas très approprié », affirme le professeur Martin Aznar, coordinateur de ce projet qui a bénéficié du soutien financier de la FAPESP, dans le cadre du programme « Parceria para Inovação Tecnológica » (PITE) (Partenariat pour l'innovation technologique). « Nous avons mis

au point un outil qui permet de limiter cette liste à seulement six ou sept solvants, mais qui reste néanmoins représentative », dit Aznar. Pour créer ce logiciel, les chercheurs se sont basés sur un modèle théorique, appelé « méthodologie de Hansen » et utilisé dans l'industrie chimique depuis les années 1970 pour élaborer des produits contenant des polymères, tels le caoutchouc, le plastique ou la silicone, et des solvants organiques, notamment les peintures. Mais cette méthode n'avait jamais été employée pour les solides cristallins. Cette catégorie chimique suit toujours une norme régulière de distribution : on y trouve, par exemple, le principe actif des médicaments.

Les recherches qui ont abouti à la conception du logiciel ont été menées en partenariat avec le Centro de Pesquisas de Paulínia, l'un des cinq centres de recherches dont dispose Rhodia de par le monde. Ces centres sont responsables du développement des applications de nouveaux produits et des procédés. Ce logiciel est considéré comme une pièce importante par le groupe français car il apporte sa contribution aux projets mis au point en laboratoire lors des étapes initiales du processus industriel. Le groupe Rhodia est présent au Brésil depuis 1919 où il emploie près de 3.200 personnes. Ses investissements en recherche et développement de produits atteignent environ 180 millions d'euros de par le monde, dont pour ce qui concerne le Brésil près de R\$ 30 millions, soit l'équivalent de plus de 10 millions d'euros.

Le sexe des autruches dans le collimateur

20

Bien que l'élevage des autruches soit une activité récente au Brésil, puisqu'elle n'y a débuté qu'au milieu des années 1990, ce pays possède déjà le cinquième cheptel le plus important au monde, avec près de 260 éleveurs et 200 mille têtes de bétail. Il n'est devancé que par l'Afrique du Sud, pays pionnier dans l'élevage commercial de ce genre d'animal, les Etats-Unis, l'Union Européenne et la Chine. Afin de conquérir le marché international, les entreprises du secteur se sont mobilisées pour perfectionner les méthodes d'élevage. A cet égard, il est intéressant de mettre en relief les activités de la société DNA Consult Genética e Biotecnologia, implantée à São Carlos, dans l'Etat de São Paulo. En recourant aux ressources de la biologie moléculaire, cette entreprise a mis au point une technique d'identification, à grande échelle, du sexe des autruchons dès les premiers jours de leur naissance, par l'analyse du ADN. Cette technique permet également de rechercher la paternité des nouveau-nés et d'identifier leurs caractéristiques, en élaborant une carte génétique pour chaque animal.

« Procéder à la différenciation sexuelle des autruches est fondamental pour la rentabilité d'un élevage, qui aujourd'hui consiste essentiellement à acheter et à vendre des bêtes en vue de la formation d'un cheptel », comme l'explique Euclides Matheucci Júnior, chercheur au Département de Génétique et d'Evolution de l'Université Fédérale de São Carlos (UFSCar) et associé-directeur de la DNA Consult. « A l'oeil nu, il n'est possible de savoir si l'autruchon est un mâle ou une femelle que lorsqu'il a atteint environ quinze mois. Avec la méthode que nous avons mise au point, cette identification a lieu dès les premiers jours qui suivent la naissance, ce qui permet de vendre l'animal tout de suite après l'éclosion », affirme le chercheur. Le test, réalisé au moyen de la technique connue sous l'appellation PCR (de l'anglais *Polymerase Chain Reaction*, réaction de polymérisation en chaîne.), est fait à partir de l'extraction du ADN contenu dans les cellules du bulbe des plumes des nouveau-nés ou dans celles de la

membrane chorio-allantoïde. Le résultat de l'expertise est obtenu en trois jours.

Les deux autres examens – de paternité et d'identification – apportent également des gains significatifs, car ils permettent au producteur de savoir quelle est l'origine de l'animal et d'exercer un contrôle strict sur son cheptel. De plus, le test de paternité offre à l'éleveur la possibilité de sélectionner les femelles et les mâles destinés à la reproduction, afin d'augmenter la diversité génétique et, dans le même temps, d'éviter la consanguinité. Selon Matheucci, ces trois tests sont déjà commercialisés par l'entreprise, laquelle s'est associée, au début de cette année, à Vitrogen, l'un des leaders mondiaux pour le transfert des embryons chez les bovins. « Nous voulons occuper une place importante dans le domaine de la technologie animale », affirme le chercheur. Curieusement, lorsqu'elle fut créée, il y a neuf ans, la DNA Consult ne se consacrait qu'à la réalisation d'examens de l'ADN humain. Son entrée dans le secteur de la biologie moléculaire animal s'est réalisée en 2001 et à l'heure actuelle ce secteur représente près de 50% du chiffre d'affaires de l'entreprise.

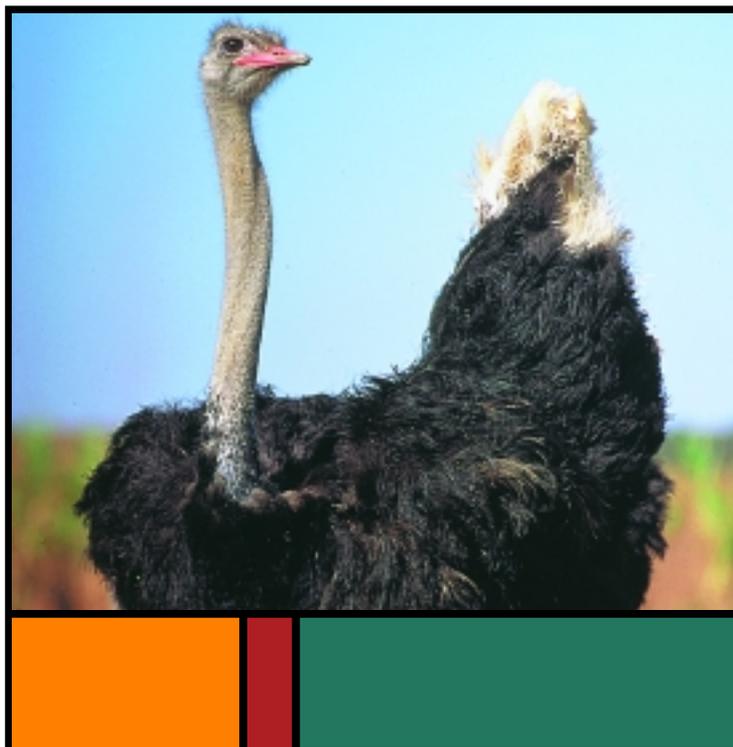


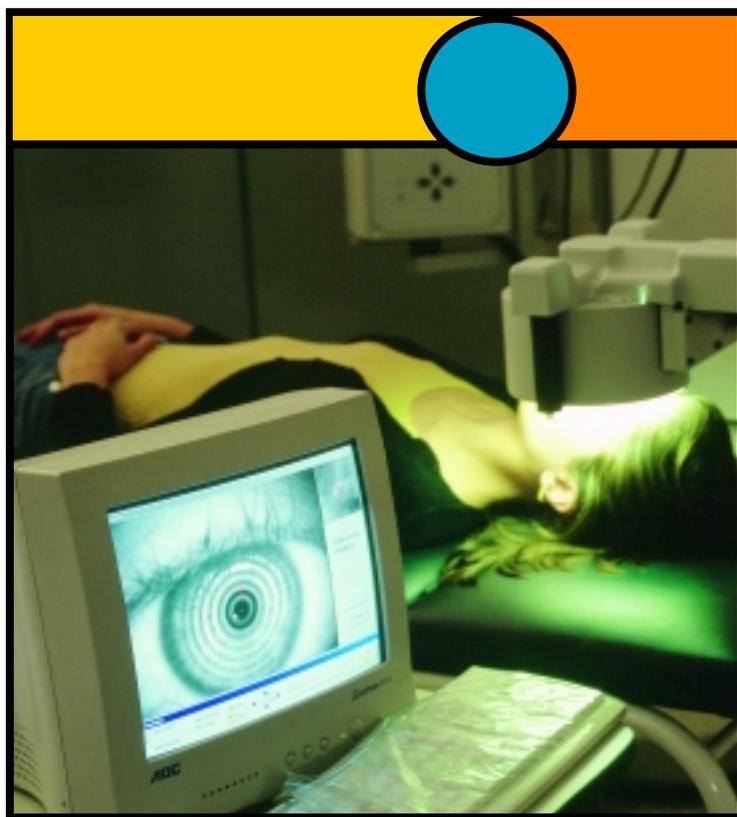
PHOTO : MIGUEL BOYAVAN

La carte génétique aide à rentabiliser l'élevage d'autruches

Plus de précision pour les chirurgies ophtalmologiques

Une bonne nouvelle pour les patients qui ont besoin de recourir à une chirurgie de la cataracte ou à une transplantation de la cornée. Depuis avril 2003, ces deux procédés sont devenus plus sûrs grâce au topographe intrachirurgical développé par Eyetec, une petite entreprise implantée à São Carlos, dans l'Etat de São Paulo, et spécialisée dans la recherche et la fabrication d'appareils ophtalmologiques. L'équipement mis au point par Eyetec garantit une plus grande précision et élimine une grande partie des risques présentés par ces deux interventions. Dans les sept mois qui ont suivi le lancement du produit, 20 appareils ont été vendus, au prix de R\$ 15 mille, soit 5 mille euros chacun. Par ailleurs, Eyetec a lancé une autre innovation en créant un topographe conventionnel qui ne nécessite pas de plaques internes dans l'ordinateur pour la saisie des images. Il est utilisable avant et après les chirurgies au laser dans la correction de la myopie et de l'astigmatisme. Cet appareil, qui coûte en moyenne R\$ 35 mille (un peu plus de 12 mille euros) est déjà devenu leader au Brésil, avec 450 unités vendues.

Le topographe intrachirurgical mesure la courbure de la cornée durant les opérations et détecte des variations très petites sur la surface de la membrane, en éliminant une partie des risques présentés par ces actes chirurgicaux. Cet équipement permet d'éviter la survenue de l'astigmatisme (distorsions de l'image par l'œil), un problème dû aux modifications millimétriques de la surface de la cornée au moment de la suture de la coupe chirurgicale. L'équipement a nécessité trois années pour être mis au point. Dans la première phase du projet, des pièces mécaniques et optiques ont été produites et un logiciel de saisie et de traitement de l'image a été conçu. Au cours de l'étape suivante, il s'est agi de créer un prototype capable de présenter les caractéristiques d'un produit commercialement opérationnel. L'appareil a ainsi reçu une sorte de bras mécanique utilisé lors des chirurgies. Les ophtalmologistes peuvent choisir entre deux versions de l'équipement : l'une qui fonctionne accouplée à un ordinateur de bureau et l'autre qui est connectée à un ordinateur portable.



Accouplé à l'équipement, ce topographe prévient l'apparition de l'astigmatisme

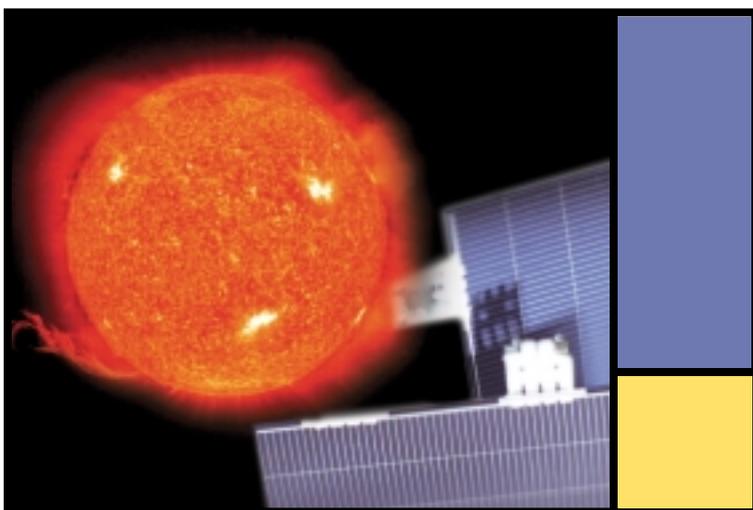
Pour réaliser cet équipement, Eyetec a bénéficié de l'aide financière de la FAPESP et a noué un partenariat avec différentes institutions de recherche, dont notamment le Laboratório de Óptica Oftálmica do Instituto de Física da Universidade de São Paulo (USP) (Laboratoire d'Optique ophtalmologique de l'Institut de Physique de l'Université de São Paulo) et les départements d'ophtalmologie de la Faculté de Médecine de l'USP, unité de Ribeirão Preto (SP) et de l'Université Fédérale de São Paulo (Unifesp). Les responsables de Eyetec estiment que le produit a un bon potentiel de vente sur le marché puisque parmi les neuf mille ophtalmologistes en activité au Brésil, trois mille six cent sont des chirurgiens, lesquels constituent la clientèle ciblée pour la vente de cet équipement. Par ailleurs, le topographe, dont le brevet est déposé au Brésil, a également de bonnes chances de connaître un réel succès commercial sur le marché international. C'est ainsi que la société Eyetec a déjà des clients au Mexique et en Chine et poursuit des négociations pour la distribution du produit en Europe.

Une histoire à succès dans le domaine de l'aérospatial

Le Brésil s'apprête à intégrer le groupe très sélectif des pays qui maîtrisent la technologie pour la fabrication des propulseurs pour satellites. Ces équipements sont des pièces fondamentales pour suivre le positionnement et assurer les corrections d'orbites nécessaires au lancement d'un satellite dans l'espace. Peu de pays au monde, à l'image des Etats-Unis et de la France, détiennent ce savoir-faire. La Fibraforte, une petite entreprise de São José dos Campos, dans l'Etat de São Paulo, a construit avec succès le prototype d'un propulseur qui sera intégré à la Plateforme Multimission (PMM) de l'Institut Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) (Institut national des recherches spatiales). Cette plateforme, prévue pour être achevée en décembre 2007, représente un concept moderne en termes d'architecture des satellites et regroupe tous les éléments indispensables à l'opération et à la survie de ces engins spatiaux. La première série de propulseurs de Fibraforte, avec cinq newtons de poussée, a déjà subi avec succès une série de tests de performance et de durabilité, close au premier semestre de 2004.

La conception et la fabrication de cet équipement couronne une histoire entrepreneuriale réussie. Créée au début des années 1990, la société Fibraforte est l'une des entreprises technologiques les plus respectées du secteur aérospatial brésilien. Elle a participé au projet du Satellite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres (CBERS 1 et 2) (Satellite sino-brésilien de ressources terrestres) de l'INPE, en contribuant à la confection de la structure du satellite et de la partie mécanique des antennes, ce qui inclut la conception, le développement du projet, la fabrication et les tests de certification. L'entreprise a commencé ses activités dans le secteur de l'aéronautique en 1999, époque à laquelle elle a joué un rôle important dans le développement de la nouvelle famille des jets 170 et 190 de l'Embraer. Puis, elle a été engagée par la Kawasaki Heavy Industries, l'une des principales entreprises industrielles de l'aéronautique du Japon, pour participer au développement de la structure des ailes d'avions. Grâce à l'emploi d'outils informatiques, la Fibraforte a pu

participer à un projet d'aile plus légère, un élément fondamental dans le secteur de l'aviation. "Le développement de nos activités dans le secteur de l'aéronautique a amené notre entreprise à investir considérablement dans l'infrastructure, principalement en ce qui concerne l'acquisition d'outils sophistiqués pour le développement des produits, outils requis par les industries de ce secteur. Avec le savoir-faire acquis, nous utilisons ces outils pour des projets



De la haute technologie pour le lancement des satellites

dans le secteur spatial", affirme l'ingénieur aéronautique Jadir Nogueira Gonçalves, à la fois associé et directeur de la société Fibraforte. La plus récente conquête de Fibraforte est l'obtention d'un marché pour la fourniture de l'un des sous-systèmes des satellites CBERS 3 et 4, en partenariat avec l'entreprise Cenic.

Selon l'ingénieur Gonçalves, dès que Fibraforte a commencé à exercer ses activités dans le secteur aéronautique, son chiffre d'affaires s'est fortement accru, pour se stabiliser ensuite à un niveau élevé. "Nos recettes ont progressé cinq à six fois plus qu'au cours de la période précédant le contrat passé avec Kawasaki", déclare Jadir Gonçalves. "Pour pouvoir suivre l'évolution technologique et pour répondre aux demandes du marché, une bonne partie des recettes de l'entreprise est réinvestie dans la recherche et le développement." Fibraforte s'appuie aujourd'hui sur une équipe de 25 salariés, pour la plupart ingénieurs, dont quelques uns sont issus de l'INPE.

La bagasse de canne à sucre transformée en alcool combustible

Ce qui, il y a quelques décennies, semblait un rêve – fabriquer de l'alcool éthylique carburant, c'est-à-dire de l'éthanol, à partir de la bagasse de canne à sucre – est désormais devenu réalité, grâce aux efforts des scientifiques du Groupe Dedini, une entreprise siégeant à Piracicaba, ville située à l'intérieur de l'État de São Paulo. Cette société est l'un des plus grands fabricants brésiliens de machines et d'équipements pour le secteur de la production du sucre et de l'alcool. Elle a inauguré, fin 2003, une usine semi-industrielle, baptisée Unidade de Demonstração do Processo (UDP) (Unité de démonstration du processus), capable de tirer un bénéfice total du traitement de la biomasse de canne à sucre et de transformer la bagasse en alcool combustible. Selon l'un des dirigeants de l'entreprise, grâce à cette innovation il est possible d'augmenter la production d'éthanol au Brésil de 30%, sans qu'il soit nécessaire de planter un seul pied de canne à sucre supplémentaire, ce qui équivaut à une offre additionnelle de 5,4 milliards de litres d'alcool chaque année.

Cette nouvelle technologie est le fruit de deux décennies de recherches, menées en partenariat avec le Centro de Tecnologia da Cooperativa de Produtores de Cana, Açúcar e Alcool do Estado de São Paulo (Copersucar) (Centre de technologie de la Coopérative des producteurs de canne, de sucre et d'alcool de l'État de São Paulo) et qui ont bénéficié du financement de la FAPESP. Pour que le projet devienne réalité, les chercheurs de Dedini et du Centre de Technologie de la Copersucar ont du mettre au point un procédé à base d'hydrolyse (une réaction chimique obtenue en employant de l'eau) permettant de convertir en éthanol la cellulose présente dans la bagasse. Baptisée Dedini Hidrólise Rápida (DHR), cette technologie a été brevetée au Brésil, aux États-Unis, en Union Européenne, en Russie et dans plusieurs pays d'Amérique latine. Le grand avantage de ce processus est sa vitesse. Alors qu'avec les techniques classiques – qui ont recours à des acides concentrés ou dilués – la transformation nécessite cinq heures pour aboutir, par la technique DHR elle ne prend que dix minutes.

Le processus est relativement simple. La bagasse de canne à sucre est placée dans un réacteur à flux continu, approvisionné avec un hydrosolvant organique – de préférence, l'éthanol – et de l'acide sulfurique. L'unité fonctionne sous une pression de 25 à 27

PHOTO : EDUARDO CESAR



Une nouvelle technologie permet d'obtenir 30% d'alcool de plus de la canne à sucre

kilogrammes par centimètre carré (kg/cm^2), à une température proche des 190 degrés centigrades. En quelques minutes, la cellulose et l'hemicellulose contenues dans la bagasse sont transformées en hexoses et en pentoses, avec une prédominance de glucose parmi les hexoses formés. La liqueur hydrolytique qui contient les sucres réducteurs est purifiée pour en retirer les substances indésirables, dont notamment l'acide sulfurique, puis elle reçoit des nutriments, pour se transformer en moût fermentable. Celui-ci est mélangé au bouillon et à la mélasse utilisée normalement pour la fabrication de l'alcool. Dans les étapes finales du processus, le mélange est fermenté et distillé à l'alcool éthylique. Dedini prévoit d'achever les premières installations industrielles fin 2005. Elles auront une capacité journalière de production d'alcool de 60 mille litres. Au terme de ce processus, la technologie sera mise à la disposition des entreprises intéressées.



PHOTO : MIGUEL BOYAVAN

Le processus de blanchiment de la cellulose à l'aide du Logosperse présente moins de risques pour l'environnement

Un produit pour améliorer le blanchiment de la cellulose

Le Brésil est l'un des grands producteurs mondiaux de papier et de cellulose. Or, grâce aux efforts d'une entreprise d'industrie chimique de Barueri, dans la région métropolitaine de São Paulo, le processus de fabrication de la cellulose est devenu plus efficace et moins agressif pour l'environnement. En 1999, la Logos Química a mis au point une famille de chélateurs multifonctionnels – baptisés Logosperse – propres à éliminer les composants chimiques indésirables dans le processus de blanchiment de la pulpe de cellulose de l'eucalyptus. Ce produit présente le gros avantage de ne pas aggraver l'environnement. Découvert après deux années de recherche, le Logosperse permet de remplacer l'acide diéthylénique trilaminopentacétique (DTPA), seule substance jusqu'ici utilisée à cette fin. Le nouveau chélateur a été rapidement accepté par les entreprises du secteur et aujourd'hui il est leader dans son segment de marché.

La ligne Logosperse associe trois molécules à base de phosphonates, synthétisées par Logos Química dans ses propres laboratoires. Ainsi, selon les chercheurs de Logos, la nouvelle famille de chélateurs réduit l'utilisation du peroxyde d'hydrogène, plus connue sous le nom d'eau oxygénée, ainsi que celle d'autres éléments, entraînant une chute des coûts de production de l'ordre de 50%. Cette substance a pour rôle de "séquestrer" les ions métalliques, comme le fer, le cuivre et le manganèse, existant dans la pâte marron de la cellulose et qui, sans

cela, réagiraient avec le peroxyde d'hydrogène, en le dégradant et en nuisant à la blancheur du produit. Un autre avantage du Logosperse par rapport au DTPA c'est qu'il peut être employé dans un milieu aussi bien alcalin que basique, tandis que le DTPA n'est efficace qu'en milieu basique. Cette versatilité réduit les coûts de production et diminue la corrosion des équipements et des composants en acier inoxydable, employés par l'industrie du papier et de la cellulose.

Créée en 1990, Logos Química compte parmi ses clients de grandes entreprises brésiliennes du secteur du papier et de la cellulose, telles Aracruz, Votorantin et Susano Bahia Sul, tandis qu'elle a pour concurrents les géants de l'industrie chimique internationale (Dow, Basf et Monsanto). Le secret du succès commercial de cette entreprise, qui emploie 150 collaborateurs et dont le chiffre d'affaires annuel se situe autour de US\$ 10 millions, réside dans l'importance qu'elle accorde au secteur de la recherche et du développement. Logos investit de 3% à 5% de ses recettes dans son département de Recherche et Développement et une bonne partie de son chiffre d'affaires provient de la vente des produits lancés au cours de ces dernières années. Pour ce qui est du développement de la ligne de chélateurs Logosperse, l'entreprise a bénéficié de l'aide financière de la FAPESP dans le cadre du Programa Inovação Tecnológica em Pequenas Empresas (PIPE) (Programme d'innovation technologique dans les petites entreprises).



Pastilles durcissantes : le procédé breveté a fait progresser les recettes et les exportations

Du nouveau dans la production de l'aluminium

Un tournant dans la chaîne de production et de l'audace pour produire un matériel plus adapté aux nécessités du marché : tels sont les piliers de la stratégie adoptée par Mextra Engenharia Extrativa de Metais, une entreprise spécialisée dans le traitement des métaux, ayant son siège à Diadema, dans la région métropolitaine de São Paulo, pour assumer le leadership dans la production de pastilles porteuses d'éléments d'alliage, appelées également pastilles durcissantes. Composées de poudres pressées ou compactées, ces pastilles, qui ressemblent aux comprimés effervescents de vitamine C mais d'une taille géante – elles mesurent 85 millimètres de diamètre et 40 millimètres d'épaisseur et pèsent environ 1 kilo – sont essentielles pour la fabrication de la plupart des produits en aluminium, tels les ustensiles domestiques, les fenêtres ou même les ailes d'avions. Elles sont ajoutées à l'aluminium à l'état liquide, s'y dissolvent et lui confèrent de nouvelles propriétés, comme par exemple une plus grande résistance mécanique.

La nouveauté introduite par Mextra a consisté à innover dans le processus de production de ces pastilles composées de deux éléments métalliques. Au lieu de faire une pastille à partir d'un mélange de deux poudres de métaux distincts – comme le fer et l'aluminium, les plus demandés par le marché – cette entreprise a conçu un nouveau procédé pour l'obtention d'une poudre pré-mélangée contenant ces deux éléments dans sa structure finale. Elle a utilisé comme matière-première des chutes d'acier et

d'aluminium. « A partir de la fusion de ces chutes et d'un procédé dit d'atomisation, nous avons produit les pastilles dans la composition souhaitée et nous n'avons plus eu besoin d'utiliser les poudres achetées sur le marché », explique l'ingénieur en métallurgie Ivan Barchese, l'un des associés de Mextra.

Outre le fait qu'il s'agit d'un produit qui contribue à la protection de l'environnement, puisqu'il est produit à partir de matériaux recyclés, les pastilles de Mextra ont un coût de production inférieur à celui des pastilles vendues sur le marché. « C'est également un produit de qualité supérieure, car les propriétés de la poudre – comme la taille et la composition chimique du grain – peuvent être mieux contrôlées, étant donné que c'est nous qui la fabriquons », dit Barchese.

En vertu du caractère inédit du produit au niveau mondial, les pastilles de Mextra, composées de 90% de fer et 10% d'aluminium, ainsi que leur processus de production ont fait l'objet de dépôts de brevets auprès de l'Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI) (Institut national de la propriété industrielle) et dans deux autres pays (Etats-Unis et Venezuela), où se trouvent les principaux clients de cette entreprise. L'audace technologique a déjà apporté ses fruits à l'entreprise Mextra, laquelle a doublé son chiffre d'affaires l'an dernier, par rapport à 2003. Une partie des recettes est due aux ventes à l'exportation, puisque près de 30% de la production des 400 tonnes produites par mois sont vendus à vingt clients étrangers.

Un expert dans le secteur météorologique

26

Omnisys est l'une des rares – sinon l'unique – entreprise brésilienne à maîtriser les technologies du développement de projet et de la fabrication des radars météorologiques. Elle a bénéficié récemment d'un financement de la FAPESP, dans le cadre du Programa Inovação Tecnológica em Pequenas Empresas (PIPE) (Programme d'innovation technologique dans les petites entreprises), pour perfectionner un équipement appelé « ensemble antenne bande S », conçu pour intégrer un radar météorologique Doppler. « Cet appareil, constitué d'une antenne et de son socle de support, a pour fonction aussi bien d'envoyer des impulsions électromagnétiques à haute puissance dans la direction indiquée que de recevoir les échos créés par la réflexion de l'énergie émise par un phénomène météorologique », explique l'ingénieur en électronique Jorge Ohashi, directeur de l'entreprise. Outre celui-ci, deux autres projets liés à la phase initiale de développement de ce même radar ont déjà été financés par la FAPESP, dont l'un est relatif à un transmetteur bande S et l'autre à un récepteur bande S.

Outre sa présence dans le secteur météorologique, Omnisys poursuit également des activités en tant que fournisseur de solutions d'ingénierie pour les marchés de la défense, des télécommunications, de l'aérospatial et de l'automatisation industrielle. Dans le domaine du contrôle du trafic aérien, par exemple, l'entreprise détient un réel savoir-faire dans l'exécution des services de manutention corrective et d'évolution technique des systèmes de radar tout comme dans le développement de nouvelles solutions dans le domaine de l'électronique. Il y a peu, Omnisys a signé un contrat avec l'entreprise française Thales pour participer à la modernisation des radars de contrôle du trafic aérien existant au Brésil, ainsi que pour l'installation de dix nouveaux radars acquis par le ministère de l'Aéronautique. Sur le marché de la défense, Omnisys est un fournisseur traditionnel de main-d'œuvre et d'équipements pour la Marine du Brésil. En effet, elle est responsable, entre autres, de l'installation, de l'intégration et de la mise en opération d'équipements sur les bateaux, ainsi que de l'entretien et de la formation des personnels.

Dans le secteur aérospatial, Omnisys vient de signer un contrat avec l'Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) (Institut national



PHOTO : EDUARDO CESAR

Radars: des solutions de pointe en ingénierie

des recherches spatiales), du Ministère brésilien des sciences et de la technologie, pour la fourniture d'un sous-système de collecte de données qui intégrera les satellites sino-brésiliens CBERS 3 et 4. Il convient de mentionner enfin la participation d'Omnisys au Programa Sivam (Système de vigilance de l'Amazonie). « Nous avons été engagés par l'Atech pour assurer le service de coordination de l'ingénierie aussibien que du projet, de la formation et des activités de support et de fabrication, relatifs au système de radar Doppler installés dans la région amazonienne. »

Fondée en 1997, Omnisys a son siège dans la ville de São Caetano do Sul, dans la région métropolitaine de São Paulo. Sur ce site sont concentrés les secteurs de l'ingénierie de développement du hardware, de la garantie du produit, de la fabrication électrique et mécanique, ainsi que les laboratoires dotés d'équipements de mesure modernes dans les domaines de l'électronique numérique et analogique, de la puissance, des microondes et de la métrologie. C'est dans ces installations qu'est mené à bien l'essentiel des activités d'Omnisys : qu'il s'agisse de l'exécution des projets ou de la fabrication, de l'intégration et des tests de tous les équipements fabriqués par Omnisys. L'entreprise possède aussi une unité d'affaires et de développement de logiciels à Rio de Janeiro.

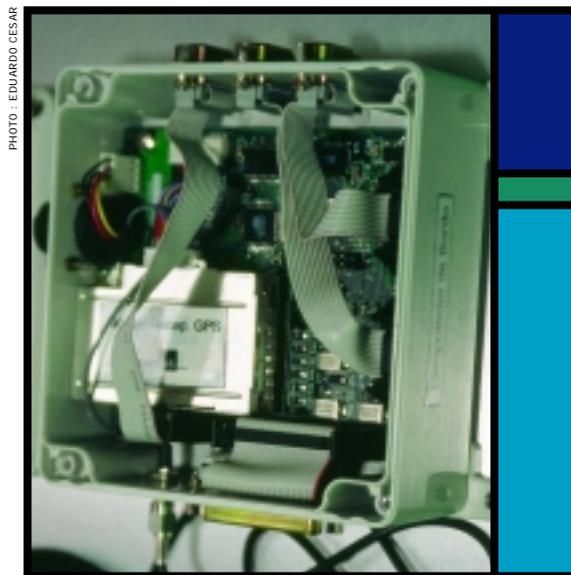
Des véhicules tenus à l'œil

Un petit appareil de la taille d'un paquet de cigarettes est en train d'optimiser la circulation des voitures des concessionnaires de services publics et d'assurer la sécurité des transporteurs de marchandises au Brésil. Il s'agit de l'Unité Mobile d'Enregistrement des Trajets, mise au point par Compsis Computadores e Sistemas (ordinateurs et systèmes), une entreprise créée il y a quinze ans et implantée à São José dos Campos, dans l'Etat de São Paulo. Cet équipement dont la technologie est basée sur les systèmes traditionnels de localisation à distance de véhicules, ajoute à la traçabilité conventionnelle une série de possibilités rendues opérationnelles grâce à l'informatique, tels que le relevé cartographique des parcours réalisés et les rapports détaillés sur les horaires effectués. Il utilise les données du système GPS (*Global Positioning System*), qui utilise à son tour les informations d'une constellation de satellites pour informer sur la localisation du véhicule. L'envoi de ces données à l'entreprise est effectué au moyen de connexions avec des stations radio UHF ou avec le système de téléphonie mobile.

Lancé sur le marché au courant de l'année 2002, l'appareil coûte entre R\$ 2.500 et R\$ 4.700 (soit entre 830 et 1.600 euros), en fonction des caractéristiques de chaque modèle. Etant donné sa capacité à assurer le monitoring de tout ce qui survient au véhicule, l'appareil s'apparente à la boîte noire des avions. Il peut être programmé pour enregistrer différentes activités, telles que la consommation de combustible, la vitesse en tout point du parcours, l'ouverture des portes, les temps d'arrêts ou la température des marchandises quand le véhicule dispose d'un compartiment réfrigéré. Par ailleurs, il peut être également configuré pour assurer l'enregistrement électronique dans les portails d'entrée des entreprises, le paiement automatique du péage et dans les postes à essence.

L'un des principaux avantages de cet équipement, à enchâsser dans un endroit caché du véhicule afin d'éviter toute possibilité de violation, est de permettre un monitoring en ligne, arme particulièrement efficace contre le vol des marchandises et/ou du véhicule. Si celui-ci est dévié du parcours préétabli, l'appareil pourra débrancher certains systèmes pour contrôler alors le système d'allumage du moteur, l'ouverture de la portière du compartiment des marchandises, les phares, les loquets de portes et la radio, tout en émettant un signal d'alerte vers la centrale de contrôle ou l'entreprise de sécurité.

Outre les entreprises de transport, Compsis a également pour clients des concessionnaires de



Le système portable offre plus de sécurité au transport de marchandises

services publics, comme ceux des transports en commun. Dans la gestion de la circulation des autobus, par exemple, l'appareil fourni par Compsis peut enregistrer le temps passé à chaque arrêt, le kilométrage parcouru, la vitesse à laquelle roulent les véhicules et les parcours suivis. Un contrat a déjà été signé avec la société São Paulo Transporte, une entreprise responsable de la gestion du transport public dans la capitale pauliste. L'Unité Mobile de Registre des Trajets peut également être employée pour contrôler le trajet des véhicules qui transportent les ordures, en enregistrant le tonnage transporté par ceux-ci et le local de décharge. Indépendamment de son usage, l'équipement proposé par Compsis peut être configuré avec différentes capacités de mémoire et offrir la possibilité de cryptographier les données collectées. Enfin, pour faciliter la lecture des informations, l'Unité Mobile d'Enregistrement de Trajets fournit des rapports, formalise des graphiques et croise les informations à partir de fichiers ouverts dans un format compatible avec les programmes bien connus MS-Office de Microsoft.

Compsis a été créée en 1989 et a démarré ses activités comme fournisseur du secteur aérospatial de São José dos Campos. Ces dernières années, l'entreprise s'est diversifiée et va de l'installation de péages électroniques au développement de logiciels, en passant par la fourniture d'équipements électroniques pour les chaînes de montage de l'industrie automobile.

Des fibres végétales dans la construction civile

28

Du nouveau dans le panorama brésilien de la construction civile, à savoir : des tuiles et des réservoirs d'eau fabriqués à partir d'un mélange de fibres végétales et de fibres plastiques, sans la présence d'amiante, ce matériau étant considéré cancérogène. Ce nouveau type de fibrociment, à hautes durabilité et résistance, a été développé à la Faculté de Zootechnie et d'Ingénierie d'Aliments (FZEA), dans la ville de Pirassununga et à l'Ecole Polytechnique de São Paulo, ces deux institutions appartenant à l'Université de São Paulo (USP).

Comme l'explique le professeur Holmer Savastano Júnior, coordinateur du projet, la technologie mise au point incorpore au nouveau matériau des fibres végétales obtenues à partir du bois de certaines essences, telles le pin ou l'eucalyptus et de végétaux autres que le bois dur, comme le sisal, le bananier ou le cocotier. Les fibres plastiques, quant à elles, entrent dans la composition en tant que renfort du ciment, "et entraînent une amélioration significative de la performance mécanique et de la durabilité de ces matériaux", constate le professeur.

Deux entreprises brésiliennes ont établi un partenariat avec la FZEA et avec l'Ecole Polytechnique pour la production de ce matériau. Il s'agit de l'Imbralit (implantée à Criciúma, Etat de Santa Catarina) et l'Infibril/Permatex (Leme, Etat de São Paulo). Selon le directeur industriel de cette dernière, l'ingénieur Luiz Fernando Marchi Júnior, sur un total de six mille réservoirs d'eau produits chaque mois, près de trois mille n'ont pas d'amiante. Il s'agit d'un marché en évolution croissante, qui répond aux besoins des consommateurs, tant au Brésil qu'à l'étranger et qui exige des produits différenciés, observe Marchi Júnior.

Les tuiles ondulées sans amiante, fabriquées également par cette entreprise, ont été lancées sur le marché au premier semestre de 2005. Même si les nouveaux produits sont en moyenne 20% plus chers que les produits similaires existants, on estime que

l'optimisation du matériau pour les usages actuels, ainsi qu'une meilleure adaptation au marché et au climat, aboutisse à un meilleur rapport coût/bénéfice au profit du consommateur final.

Les études pour trouver des solutions alternatives aux matériaux de construction ne s'arrêtent pas là. L'intention, selon Savastano Júnior, est d'utiliser les formules sans amiante pour d'autres types de composants de la construction civile, telles que les cloisons, les panneaux, les plafonds et les planchers. En outre, d'autres matières premières font l'objet de recherches – comme par exemple les scories des hauts fourneaux et les cendres de la bagasse de la canne à sucre – pour trouver des remplaçants au ciment Portland, utilisé traditionnellement dans la fabrication du fibrociment.



PHOTO - MIGUEL BOYAVAN

Le nouveau matériau remplace l'amiante dans la fabrication des tuiles

Des insectes pour combattre d'autres insectes

Une petite entreprise localisée à Piracicaba, dans l'Etat de São Paulo, connaît un beau succès à l'étranger grâce à la production d'insectes utilisés dans le combat contre les parasites agricoles. Créée il y a à peine trois ans, CP2 vend déjà ses produits à huit clients dans cinq pays : Suisse, Grande Bretagne, Italie, Belgique et Mexique. Par ailleurs, 34 clients au Brésil – parmi lesquels des coopératives agricoles, des associations de producteurs ruraux, des usines de cannes à sucre et des agriculteurs – utilisent les insectes élevés par l'entreprise. Les oeufs de la mite *Anagasta kuehniella* constituent son principal produit d'exportation.

En effet, la guêpe *Trichogramma*, ennemi naturel de plusieurs parasites agricoles, les utilise pour se reproduire. « Pratiquement la moitié de notre production mensuelle de 34 kilos d'oeufs de mite est envoyée à l'étranger. Ce volume est suffisant pour former environ 2 milliards de prédateurs aux dépens des insectes nuisibles pour l'agriculture », déclare l'ingénieur agronome Diogo Rodrigues Carvalho, l'un des directeurs de CP2.

Le contrôle biologique des parasites est un concept né dans les années 60 aux Etats-Unis et en Europe en réaction à l'emploi des insecticides chimiques, en vigueur à l'époque. Les premiers insectes vendus aux Etats-Unis pour le contrôle biologique des parasites des jardins et des pépinières ont été les coccinelles. Au Brésil, les premières expériences, tournées vers le combat de la "tarière" de la canne à sucre (*Diatraea saccharalis*), datent des années 50. Le contrôle biologique présente d'innombrables avantages écologiques, économiques et sociaux, par rapport à l'emploi des insecticides chimiques. Dans le cas de la tarière de la canne à sucre, un fléau qui attaque les plantations de canne à sucre, le produit proposé pour le contrôle biologique – comprenant les insectes antiparasites, le fret et l'application – coûte environ R\$ 15,00 (quinze réaux, l'équivalent à 5 euros) à l'hectare,

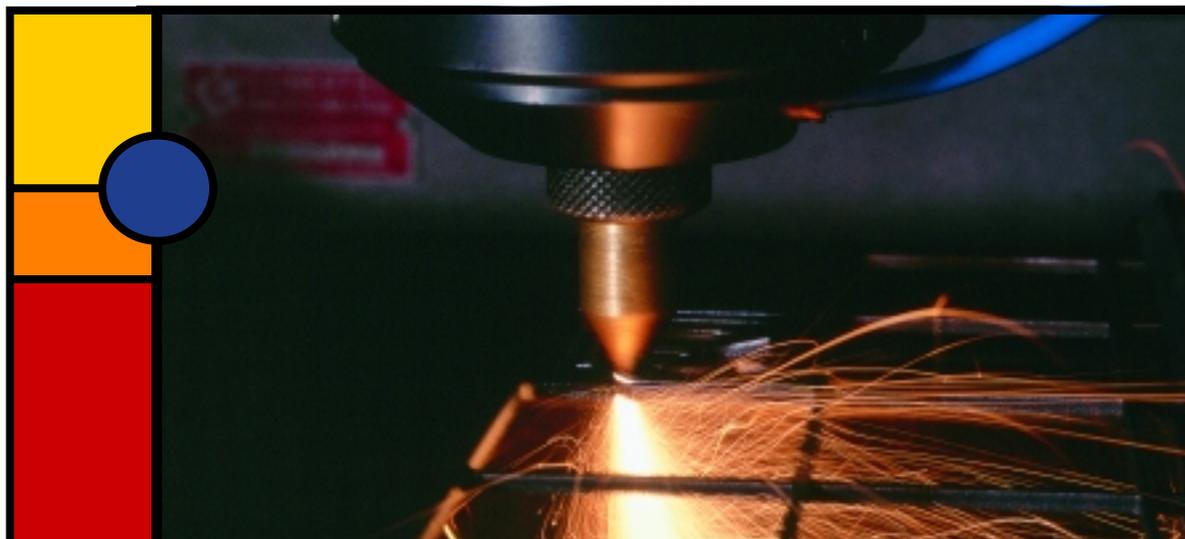
PHOTO : MIGUEL BOYAVAN



Élevage d'insectes prédateurs: ils se nourrissent d'insectes nuisibles à l'agriculture

contre R\$ 45,00 (15 euros), en moyenne, pour le contrôle à base de produits chimiques.

Bug compte 40 collaborateurs qui s'occupent de l'alimentation des insectes et qui sélectionnent les plus vigoureux d'entre eux pour le combat contre les parasites. L'entreprise produit quatre insectes parasiticoïdes ou « parasitoïdes » (*Cotesia flavipes*, *Trichogramma pretiosum*, *T. galloi* et *T. atopovirilia*) et les oeufs de deux types d'insectes (*Anagasta kuehniella* et *Sitotoga cerealella*). Les parasitoïdes utilisent le parasite à détruire comme hôte et finissent par le tuer, tandis que les oeufs servent aussi bien pour l'alimentation des prédateurs naturels des parasites visés que pour la multiplication du parasitoïde. Le contrôle biologique peut s'appliquer à différents produits agricoles, tels la canne à sucre, le maïs, la tomate, les arbres fruitiers, comme l'avocatier et certains citrus, les produits maraîchers ou les fleurs, entre autres. Bug prévoit d'utiliser ses insectes pour le contrôle biologique de 100 mille hectares, dont 80% en plantations de maïs. Etant donné la grande surface de terre cultivable au Brésil, le potentiel de croissance de CP2 est très grand. "Nous connaissons une progression, en termes de production et de surface plantée traitée, proche de 200% par an", se félicite Diogo Carvalho.



Ce laser sert au marquage des pièces utilisées dans les injecteurs de plastique

Des mille et un usages du laser

Laser Tools est une entreprise technologique spécialisée dans le traitement des matériaux par laser. Elle a été créée fin 1998 par sept associés ayant reçu une formation à la fois universitaire et professionnelle au sein de la Divisão de Óptica Aplicada do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN) (Département d'optique appliquée de l'Institut de recherches énergétiques et nucléaires). Durant ses premières années de fonctionnement, Laser Tools a développé ses activités au sein du Centro Incubador de Empresas Tecnológicas (Cietec), (Centre d'incubation pour entreprises technologiques) de São Paulo et, depuis 2002, elle a emmenagé dans son propre siège. A l'heure actuelle, l'entreprise compte 35 collaborateurs et possède environ 600 clients, notamment au Brésil et certains aux Etats-Unis. La progression du chiffre d'affaires de cette société, qui a crû de 100% entre 2000 et 2001 et de 15% l'année suivante, permet d'en mesurer le succès. En 2004, son chiffre d'affaires s'élevait à R\$ 1,2 million, soit environ 400 mille euros.

L'entreprise ne propose pas, à proprement parler, un produit, mais plutôt un service qui utilise la technologie du laser pour ajouter de la valeur à divers types de matériaux et d'équipements. L'une des spécialités de cette société est le marquage superficiel des pièces et des produits à l'aide du laser. Elle exécute également de découpes de haute précision, de l'ordre de 30 micromètres (le micromètre est la millionième partie du mètre), des trous d'une taille de 20 à 100 micromètres, des soudures sans

propagation de chaleur, des traitements thermiques et des gravures superficielles ou profondes. Pour exécuter toutes ces tâches, l'entreprise utilise un genre de laser appelé "état solide du néodyme (Nd)": YAG. Le néodyme est un élément chimique qui fait partie des terres rares et l'YAG est la désignation d'un cristal synthétique, appelé aussi grenade, constitué par des oxydes d'yttrium et d'aluminium.

Laser Tools mène ses activités dans trois secteurs industriels: celui de la métallurgie mécanique (en particulier, pour la gravure de moules pour l'industrie plastique), le secteur médico-odontologique (instruments chirurgicaux et implants dentaires) et le secteur publicitaire. Selon le physicien Spero Penha Morato, l'un des associés de l'entreprise, l'emploi du laser pour le traitement des matériaux présente d'innombrables avantages par rapport aux procédés conventionnels. Le laser réalise avec plus de précision et de qualité la quasi totalité des tâches exécutées par les outils traditionnels et il est en outre plus économique, puisqu'il offre une bonne reproductibilité avec un haut degré d'efficacité. Par ailleurs, le laser a une portée beaucoup plus large et une plus grande flexibilité d'usage. En effet, il est utilisé pour faire de la découpe, des trous, du marquage, de la soudure et du traitement des surfaces. Enfin, il peut traiter différents matériaux, tels que les métaux, les alliages, la céramique, la fibre de verre, le plastique, le bois ou le kevlar.

Des réservoirs bien contrôlés

Le Brésil possède un outil efficace pour le contrôle et le suivi de ses retenues d'eau, qui ont une capacité d'emmagasinage proche du million de mètres cubes d'eau. Ce système, créé par l'Instituto Internacional de Ecologia (IIE) (Institut International d'Ecologie) dont le siège est à São Carlos, une ville universitaire située à environ 240 km de São Paulo, permet d'assurer la gestion intégrée des retenues d'eau et des barrages, en conciliant les multiples usages de ces réservoirs, à savoir, la production d'énergie électrique, l'irrigation, la navigation, la pêche, l'élevage de poissons, le tourisme et le loisir. Le système est déjà utilisé dans certains réservoirs brésiliens et a suscité l'intérêt des organisations internationales. La preuve en est la signature en décembre 2002 d'un contrat de coopération entre l'IIE et l' Army Corps of Engineers, la plus importante institution mondiale pour la gestion des retenues d'eau, dont le siège est aux Etats-Unis. « Cet accord prévoit le développement conjoint de projets de gestion qui seront mis en oeuvre dans le monde entier, à partir de notre module », déclare le chercheur José Galizia Tundisi, directeur de l'IIE et ex-président du CNPq - (Conseil National du Développement Scientifique et Technologique).

Les études pour la création de ce système ont débuté en juin 2000, avec la participation des chercheurs de quatre pays. Outre le Brésil, des spécialistes du Danemark, de l'Espagne et de la République Chèque ont aussi participé au projet. L'élément clé du système est un logiciel intégrant des modèles de mesure hydrodynamique – qui contient tous les éléments de circulation d'une retenue d'eau –, de transport des sédiments et de qualité de l'eau. Un de ses sous-produits, le Smart – (Système de contrôle de l'eau en temps réel), consiste notamment en une station installée sur une plateforme ancrée dans la retenue d'eau. Celle-ci transmet des données en continu, via la radio, à l'ordinateur du barrage, ce qui permet aux opérateurs de connaître la qualité de l'eau du réservoir. Ces données sont ensuite transmises via Internet à l'IIE. Ce système de gestion intégrée et préventive peut être mis en oeuvre dans les

réservoirs des usines hydroélectriques et pour la distribution publique de l'eau. Son emploi permettra d'augmenter la capacité d'optimisation des usages multiples, en assurant une évaluation conjointe des impacts, des processus de traitement des bassins hydrographiques et de leurs répercussions sur la qualité de l'eau ainsi que sur le fonctionnement des réservoirs eux-mêmes. Ce système peut s'appliquer à des réservoirs de toute dimension et de tout volume, entraînant des répercussions économiques avantageuses sur la gestion des retenues d'eau et des bassins hydrographiques.

Outre ce système de gestion hydrique, dont la réalisation a reçu le soutien de la FAPESP, dans le cadre du PIPE (Programme d'innovation technologique dans les petites entreprises), l'IIE conduit des recherches, publie des ouvrages, fait de la formation et organise des manifestations dans les domaines de la limnologie (étude des eaux douces et de leurs organismes), des ressources hydriques, de la gestion et de la modélisation écologique. Selon Tundisi, l'Institut a été prévu au départ pour être une agence conseil et pour faire de la recherche classique, mais dès sa naissance il s'est révélé être un organisme doté d'une vocation à transformer les connaissances acquises en innovations et produits. Ce que, et en si peu de temps, l'IEE ne cesse d'accomplir à un niveau d'excellence.



La sonde automatisée descend à 28 mètres de profondeur

Un recyclage plus efficace de l'aluminium

Le Brésil est l'un des pays champions du monde en matière de recyclage des canettes en aluminium, avec près de 120 mille tonnes de canettes recyclées chaque année, devançant ainsi les Etats-Unis, le Japon et plusieurs pays européens. Ce chiffre représente la moitié de tout l'aluminium recyclé au Brésil. Bonne nouvelle en ce domaine! Les scientifiques de l'Institut des Recherches Technologiques de l'Etat de São Paulo (IPT) ont mis au point un nouvel équipement de recyclage plus efficace. Il dépense moins d'énergie et ne laisse pas de résidus lors de la réutilisation de ce produit dans l'alliage d'aluminium utilisé pour la production de nouvelles canettes. Il s'agit d'un four chauffé par plasma, ce gaz ionisé produit à de très hautes températures et plus connu comme étant le quatrième stade de la matière. Le plasma est différent car l'ionisation (la perte ou le gain d'électrons) de ses particules, molécules et atomes est importante, ce qui lui assure des propriétés physiques distinctes de celles des autres stades de la matière (solide, liquide ou gazeux).

Pour la récupération de l'aluminium il faut que les matériaux recyclables soient chauffés, ce qui est réalisé industriellement dans des fours spéciaux, provoquant la fusion de l'aluminium et la séparation entre l'aluminium métallique, les oxydes et les détritres en général. Le four mis au point par l'IPT est capable de recycler tout type de ferraille, en plus des chutes et des dépôts industriels. Son principal avantage tient à sa faible consommation d'énergie, puisque l'utilisation du plasma permet de réaliser une économie de 97% d'électricité par rapport à la production de l'aluminium primaire, fabriqué à partir de l'extraction minérale de la bauxite. Si on compare ce nouveau procédé aux méthodes traditionnelles du recyclage, l'économie réalisée est également importante. Le prototype du fourneau de l'IPT requiert de 400 à 500 kilowattheures d'énergie pour traiter une tonne de matériel recyclable contre près de 750 kilowattheures pour les fours conventionnels chauffés par combustion de combustibles fossiles.

L'efficacité de cet équipement permet également d'assurer une meilleure protection de l'environnement puisqu'il ne produit pas de déchets industriels, contrairement aux procédés traditionnels qui requièrent l'emploi de sels, tels le chlorate de sodium et le chlorate de potassium. Ceci pose problème car, à la fin du processus de production, ces substances ne peuvent pas être réutilisées et ont besoin d'être

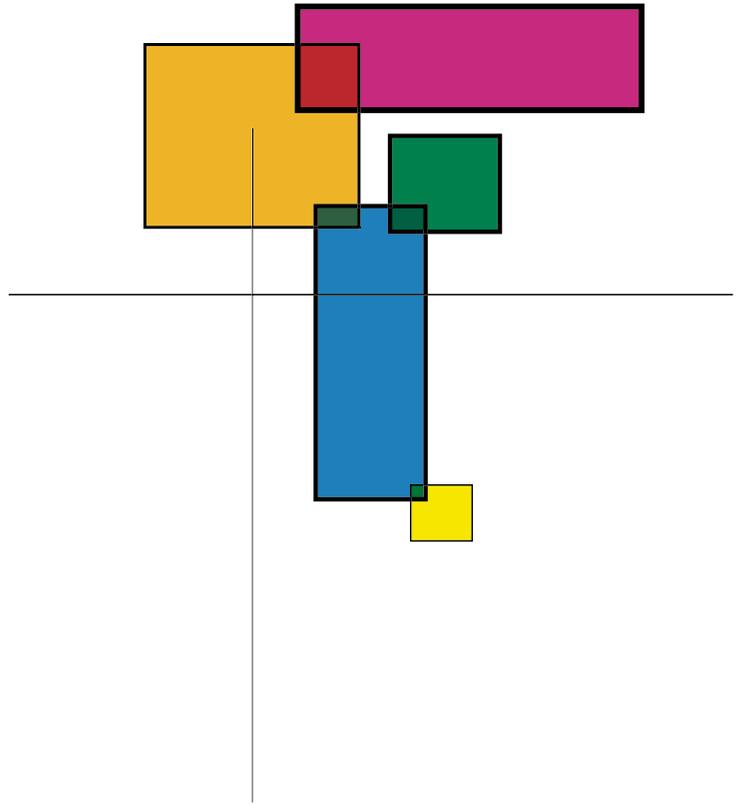


PHOTO : MIGUEL BOVAYAN

Plasma : un four qui préserve les propriétés du métal

stockées dans des locaux spécifiques, en raison du risque de contamination des fleuves et des nappes phréatiques. Le four à plasma, quant à lui, ne requiert pas l'emploi de sels.

Selon le chercheur Antonio Carlos da Cruz, coordinateur de ce projet qui compte également un partenariat avec l'Association Brésilienne de l'Aluminium (Abal), des demandes pour les brevets d'invention ont déjà été déposées concernant la nouvelle technologie et les négociations avec les entreprises du secteur sont déjà bien avancées pour la construction de prototypes à l'échelle industrielle. Dès que ces unités de production deviendront effectives, le Brésil intégrera le cercle très restreint des pays qui utilisent le plasma pour recycler l'aluminium, tels le Canada, la France ou l'Afrique du Sud; mais avec un avantage supplémentaire : tandis qu'à l'étranger les entreprises utilisent le plasma pour le seul recyclage du dépôt d'aluminium, le four conçu par l'IPT est capable de traiter un éventail beaucoup plus large de matériaux, comme, par exemple, les pièces en aluminium fondu, les plaques laminées, les profilés, les plaques en général, les chutes et les boîtes.



FAPESP
PROGRAMMES
D'INNOVATION
TECHNOLOGIQUE

Génome FAPESP

Xylella fastidiosa

- Fonctionnel

Canne à Sucre - SucEST

- Transcriptome

Cancer Humain

- Clinique
- Transcriptome

Xanthomonas

AEG (Agronomical & Environmental Genomes): *Xylella fastidiosa* PD, *Leifsonia xyli*, Café, Eucalyptus – ForESTs, *Xylella* du laurier et *Xylella* de l'amandier, *Schistosoma*,
Génome Fonctionnel du Boeuf

Biota/FAPESP – Institut Virtuel de Biodiversité

Politiques Publiques

Centres de Recherche, Innovation et Diffusion – Cepid

Partenariat pour l'Innovation Technologique – PITE

Innovation Technologique dans les Petites Entreprises – PIPE

Consortiums Sectoriels pour l'Innovation
Technologique – ConSITec

Programme d'Appui à la Propriété Intellectuelle –
PAPI/Nuplitec

Technologique de l'Information dans le Développement
de l'Internet Avancée – Tidia

Réseau de Biologie Moléculaire Structurale – SMolBnet

Réseau de Diversité Génétique du Virus – VGDN

Système Intégré d'Hydrométéorologie de l'Etat
de São Paulo – Sihesp



Rua Pio XI, 1500 - Alto da Lapa
CEP : 05468-901 - São Paulo - SP - Brasil
Tel : 55.11.3838-4000
Fax : 55.11.3838-4117
<http://www.fapesp.br>

SECRETARIAT OF SCIENCE,
TECHNOLOGY, ECONOMIC
DEVELOPMENT AND TOURISM



GOVERNMENT OF THE STATE
OF SÃO PAULO



PUBLICATION

Production éditoriale

Gestion de Communication de la FAPESP

Coordination

Maria da Graça Mascarenhas

Assistant

Luiz Fernando Cunha

Textes

Lucília Atas Medeiros e

Yuri Vasconcelos

Révision

Margô Negro

Traduction

Alliance Française: Maria Lúcia Boudet

Projet graphique et couverture

Hélio de Almeida

Édition graphique

Tatiane Britto Costa

Collaboration

Lilian Queiroz

Tânia Maria dos Santos

Cet ouvrage a été produit par
la Fapesp en police Minion et
Myriad, et imprimé par
l'imprimerie Prol Editora
Gráfica Ltda. en août 2005.