

TP248.2  
.B67

Indust  
Techn

Industrie, Sciences et  
Technologie Canada

IC



Industrie, Sciences et  
Technologie Canada

Industry, Science and  
Technology Canada

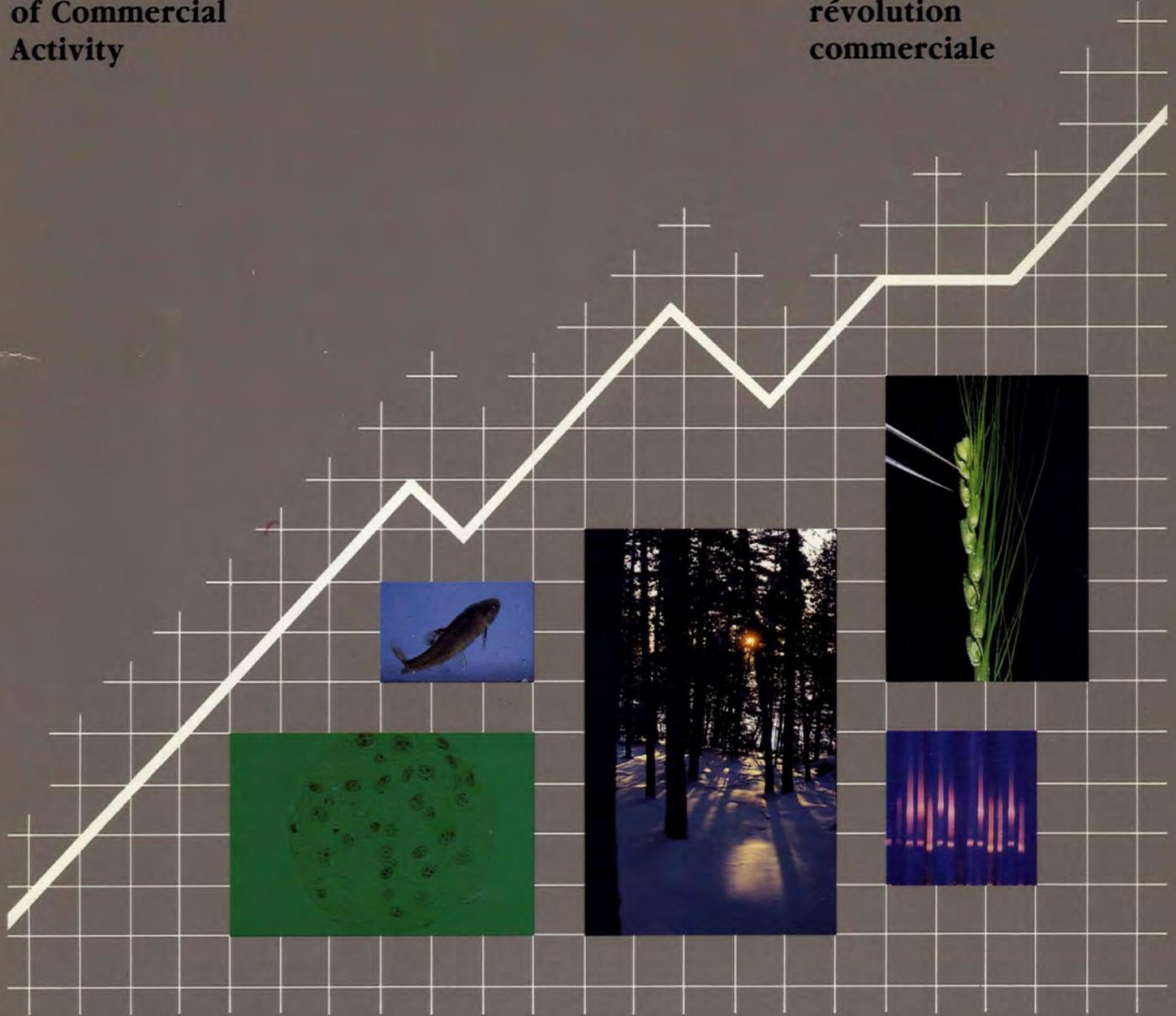
c. 2 aa

# **BIOTECHNOLOGY MEANS BUSINESS**

**An Explosion  
of Commercial  
Activity**

# **LA BIOTECHNOLOGIE, SOURCE D'AFFAIRES**

**Une  
révolution  
commerciale**



Canada



**Industry, Science and Technology**  
Canada has a mandate to promote international competitiveness and a standard of business excellence in the Canadian biotechnology sector.

This publication is aimed at chief executive officers and senior executives who could incorporate biotechnology into their company's processes and services. The document is designed to increase the awareness of Canadian firms and to alert them, not only to the vast market potential in biotechnology, but to the risks involved if this potential is overlooked.

© Minister of Supply  
and Services Canada 1990  
Cat. No.: C2-137/1990  
ISBN 0-662-57654-3

*Produced by:*  
Passmore Associates International

**Industrie, Sciences et Technologie**  
Canada a pour mandat de promouvoir la compétitivité et l'excellence dans le secteur canadien de la biotechnologie.

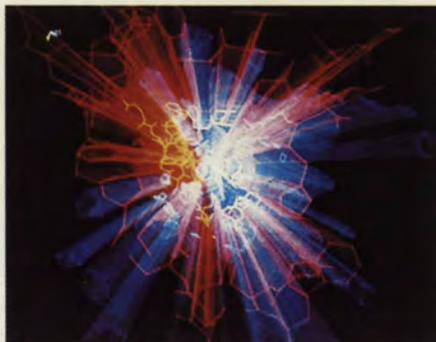
La présente publication s'adresse aux dirigeants et aux cadres supérieurs qui souhaitent intégrer la biotechnologie dans leurs processus de production et leur structure de services. Elle se veut un outil de sensibilisation pour faire connaître non seulement les énormes débouchés de la biotechnologie, mais aussi les risques auxquels l'industrie canadienne s'expose en négligeant d'exploiter le potentiel de cette science.

© Ministre des Approvisionnements  
et Services Canada 1990  
N° au cat. : C2-137/1990  
ISBN 0-662-57654-3

*Produit par :*  
Passmore Associates International

# **BIOTECHNOLOGY MEANS BUSINESS**

**An Explosion  
of Commercial  
Activity**



# **LA BIOTECHNOLOGIE, SOURCE D'AFFAIRES**

**Une  
révolution  
commerciale**

---

## **CONTENTS**

---

To the Reader	2
Forestry	4
Agriculture	6
Aquaculture	8
Food and Beverage	10
Environment	12
Chemicals	14
Mining	16
Energy	18
Therapeutics	20
Diagnostics	22
Regional Offices	24

---

## **TABLE DES MATIÈRES**

---

Domestiquer l'infiniment petit	3
Foresterie	5
Agriculture	7
Aquaculture	9
Production alimentaire	11
Environnement	13
Industrie chimique	15
Industrie minière	17
Énergie	19
Médecine thérapeutique	21
Médecine diagnostique	23
Bureaux régionaux	24

**INDUSTRY, SCIENCE AND  
TECHNOLOGY CANADA  
LIBRARY**

**SEP - 7 1990**

**BIBLIOTHÈQUE  
INDUSTRIE, SCIENCES ET  
TECHNOLOGIE CANADA**

## TO THE READER



**W**hether we realize it or not, a global technological revolution is under way. By harnessing living organisms to conduct specialized tasks, alter industrial processes, and manufacture consumer products, the biotechnology revolution will affect everything from the food we eat to the vaccines we make available to our children.

At the same time, biotechnology will increase industrial efficiency, enhance the productivity of our forests, fisheries and farms, and help safeguard the environment. Never before has there been such dramatic activity in bioprocessing technologies.

Biotechnology traces its beginnings back thousands of years to the selection and breeding of superior crops and animals, and the production of wines and cheeses. In the 1970s, new biotechnology opened the door to new opportunities, new processes and products, and new ways of undertaking traditional tasks.

Pharmaceuticals and diagnostic medicine were early users of modern day biotechnology techniques. In the 1990s, however, biotechnology is moving throughout the economy into such sectors as agriculture, food and beverage, forestry, aquaculture, mining, energy and chemicals.

Biotechnology applications abound. From laser beam-activated drugs and

the development of anaerobic digestion systems for the treatment of pulp mill effluents, to biological pest controls, bioleaching in the mining sector, and the brewing of beer, some 220 Canadian firms are currently developing or marketing an estimated 10 000 biotechnology products and services.\*

The enormity of the commercial impact of biotechnology is being recognized throughout the world. Whether in Australia, Europe, the United States or Japan, public and private sectors are working together to adopt and adapt biotechnology to secure their place in the front ranks of industrial nations.

Globally, the biotechnology industry is expecting sales to grow from \$6 billion today to in excess of \$100 billion by 2000.\* In Canada, spending of \$1.4 billion on new manufacturing facilities and anticipated annual sales revenue of \$5 billion by 1992 will be accompanied by a need for 5 000 new professionals including chemists, fermentation engineers, marketing specialists and biologists.

Not only does biotechnology promise commercial success, it offers many opportunities for protecting our natural environment. These include bioremediation of contaminated sites, the conversion of waste materials to energy, the manufacture of chemicals

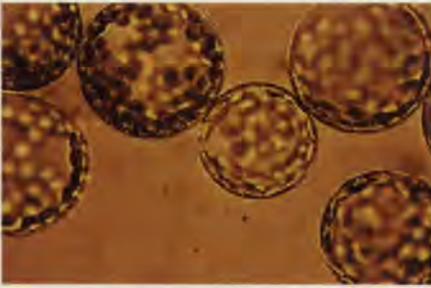
without producing hazardous waste, and the treatment of agricultural crops so as to reduce the need for fertilizers and pesticides.

By adopting an ambitious and creative approach to the incorporation of biotechnology, Canadian industries will enhance their international competitiveness. Recognizing that biotechnology holds the key to commercial success, managers and scientists alike need to develop products and marketing strategies that will allow them to become effective and significant players among the ranks of the world's leading industrial firms.

The competition will be fierce. Change will occur at an incredible pace. Biotechnology offers both an opportunity and a challenge for the future.

\* *Canadian Biotech '89: On the Threshold*, a survey of business and financial issues, Ernst & Young, Winter House Scientific, Industry, Science and Technology Canada, National Research Council Canada, 1989.

## DOMESTIQUER L'INFINIMENT PETIT



**Q**ue nous en soyons conscients ou non, une véritable révolution technologique est en cours à l'échelle de la planète. En affectant des organismes vivants à des tâches spécialisées, en les intégrant dans des procédés industriels et dans la fabrication des produits de consommation, la biotechnologie influencera toutes les facettes de notre vie quotidienne, de la nourriture que nous mangeons aux vaccins que nous administrons à nos enfants.

Parallèlement, la biotechnologie permettra d'améliorer l'efficacité de l'industrie, d'augmenter la productivité des exploitations forestières, des pêcheries et des exploitations agricoles, tout en aidant à protéger l'environnement. Jamais auparavant des progrès aussi marqués dans les technologies du biotraitement n'ont été accomplis.

En fait, les débuts de la biotechnologie remontent à quelques milliers d'années, alors que nos ancêtres commençaient à sélectionner et à croiser les meilleures espèces de plantes et d'animaux, et à produire des vins et des fromages. Dans les années 70, l'explosion de nouvelles techniques a pavé la voie à l'apparition de nouveaux débouchés, procédés et produits, qui ont permis d'envisager de nouvelles manières de s'acquitter des tâches traditionnelles.

L'industrie pharmaceutique et la profession médicale ont été parmi les

premières à utiliser la biotechnologie moderne. Dans les années 90, celle-ci pénétrera tous les secteurs de l'économie, notamment l'agriculture, l'industrie alimentaire, la foresterie, l'aquaculture, les mines, l'énergie et les produits chimiques.

Les nouvelles applications de ces techniques de pointe commencent à abonder : médicaments activés par faisceau laser, systèmes de digestion anaérobies pour le traitement des effluents des usines de pâte, lutte biologique contre les insectes et animaux nuisibles, biofiltration des effluents miniers et nouvelles techniques brassicoles, quelque 220 entreprises canadiennes mettent actuellement au point ou en marché environ 10 000 produits et services dérivés de la biotechnologie\*.

L'énorme incidence commerciale de la biotechnologie commence d'ailleurs à être reconnue à l'échelle mondiale. Tant en Australie, en Europe qu'aux États-Unis ou au Japon, les secteurs public et privé coordonnent leurs efforts pour adopter et adapter cette science afin de conserver une place prépondérante parmi les pays industrialisés.

Les ventes enregistrées par l'industrie de la biotechnologie à l'échelle mondiale, ventes qui atteignent actuellement 6 milliards de dollars, devraient dépasser les 100 milliards d'ici l'an 2000\*. Au Canada, des investissements de 1,4 milliard sont

prévus dans de nouvelles installations de fabrication et des ventes annuelles de 5 milliards d'ici 1992. A court terme, l'industrie de la biotechnologie aura besoin de plus de 5 000 nouveaux spécialistes, notamment des chimistes, des ingénieurs en fermentation, des experts en commercialisation et des biologistes.

A ces vastes perspectives commerciales, il faut ajouter les nombreuses applications de la biotechnologie dans le domaine de la protection de l'environnement : bionettoyage des sites contaminés, conversion de déchets industriels en énergie, fabrication de composés chimiques sans production de déchets dangereux, et traitement des produits agricoles pour réduire le recours aux fertilisants et aux pesticides.

En adoptant une approche ambitieuse et créative pour intégrer la biotechnologie à leur structure de production, les industries canadiennes peuvent grandement améliorer leur compétitivité. Après avoir reconnu que les biotechnologies sont prometteuses de succès commercial, gestionnaires et scientifiques doivent s'associer pour mettre au point de nouveaux produits et de nouvelles stratégies de commercialisation qui leur permettront de jouer un rôle important dans la révolution industrielle à venir.

La concurrence promet d'être féroce et les progrès se succéderont à un rythme accéléré. C'est pourquoi la biotechnologie représente à la fois une occasion de développement inégalée et un défi indéniable pour notre structure de production.

\* *La Biotechnologie au Canada en 1989 : Une industrie qui promet*, sondage sur les facettes commerciales et financières de la biotechnologie, Ernst & Young, Winter House Scientific, Industrie, Sciences et Technologie Canada, Conseil national de recherches du Canada, 1989.



# FORESTRY

## Complementing Conventional Silviculture

**T**he forestry and forest products sector is one of Canada's most important industries. More than 5 000 companies work in the sector generating over \$36 billion in sales annually.

Historically, Canadian firms have faced stiff competition from American and Scandinavian producers. As well, intense new competition in hardwood pulp is coming from developing countries such as Brazil. As part of their strategy to maintain market share and gain a competitive edge, Canadian forestry firms are looking seriously at biotechnology.

Many forest biotech applications are extremely specialized in nature (e.g., xylanase removal of hemicellulose for upgrading dissolving pulps). To better exploit biotechnology's potential, both the biotechnology industry and the forest sector are working together to explore the opportunities for mutual collaboration.

In tree production, pulp and paper, lumber, and pest management, biotechnology is broadening the potential for forest sustainability.

In the 1990s, scientists expect that genetic engineering will produce rapid-growth, high-yield conifers; biological pest management agents will be in wide use; biofertilizers will

continue to improve both growth and survival rates; biological bleaching of pulp will remove chlorine from mill processes; and forestry wastes will be transformed into fermentable sugars, chemical products and proteins.



Forest biotechnology's greatest potential is in environmental protection:

- Genetic engineering of viruses will permit the targeting of specific pests, while reducing the amount of damage to the host plant.
- Environmental concerns regarding the treatment of pulp wastes, mill residues and wood preservatives will be addressed through toxicity testing, biomass conversion and biocontrol of decay.
- Biologically derived adhesives will reduce volatile emissions from panelboard and other products.
- Biological alternatives to chlorophenates are being developed as a means of protecting cut lumber from mould, decay and sapstain.

1. FUNGI GROWING OUT OF WOOD
2. INOCULATED SPRUCE ROOT SYSTEMS
3. TESTING BIOLOGICAL TREATMENT SOLUTIONS FOR PULP MILL EFFLUENT
4. INOCULATING SEEDLINGS WITH MYCORRHIZAL FUNGI

# FORESTERIE

## Optimiser les techniques classiques de sylviculture



**L**a foresterie et l'exploitation forestière comptent parmi les industries les plus importantes au Canada : plus de 5 000 entreprises sont actives dans ce secteur et leurs ventes annuelles dépassent les 36 milliards de dollars.

De tout temps, l'industrie forestière canadienne a été confrontée à la concurrence acharnée des producteurs américains et scandinaves sans compter celle de différents pays en voie d'industrialisation, notamment

le Brésil qui devient un nouveau et redoutable concurrent dans le secteur de la pulpe de bois franc. Dans le cadre de leurs stratégies pour conserver leur part de marché et contrer la concurrence, les entreprises forestières canadiennes envisagent sérieusement de se tourner vers la biotechnologie.

De nombreuses applications sont extrêmement spécialisées dans ce secteur (par exemple, l'extraction biologique de la xylanase et l'hémicellulose pour le raffinage des pâtes). Aussi, afin de mieux exploiter ces techniques prometteuses, le secteur forestier et l'industrie des biotechnologies collaborent-ils étroitement à explorer de nouveaux débouchés.

Et de fait, tant en sylviculture, dans l'industrie des pâtes et papiers, que dans la production de bois d'oeuvre et la lutte contre les insectes nuisibles, la biotechnologie augmente grandement le potentiel de production des forêts.

Au cours de la prochaine décennie, les scientifiques prévoient de nombreux progrès en génie génétique : la découverte d'espèces de conifères à croissance rapide améliorera le rendement de nos forêts; les pesticides biologiques seront de plus en plus utilisés; les biofertilisants contribueront à améliorer le taux de croissance et de survie des arbres; le blanchissage biologique de la pâte à papier éliminera les chlorures des effluents d'usine; et la biomasse résiduelle pourra être transformée en sucres fermentables, en produits chimiques utiles et en protéines.



Le plus grand potentiel de la biotechnologie forestière se situe au chapitre de la protection de l'environnement :

- La création de nouveaux virus permettra de s'attaquer à certaines espèces d'animaux nuisibles et de réduire ainsi les dommages causés aux plantes hôtes.
- Les problèmes environnementaux liés au traitement des résidus de pâtes, des effluents d'usine et des protecteurs à bois pourront être plus facilement résolus grâce à des mesures de toxicité, à la conversion des biomasses et à un biocontrôle de la dégradation.
- La mise au point d'adhésifs d'origine biologique permettra de réduire les émanations gazeuses des panneaux d'aggloméré et d'autres produits du bois.
- Il se fait actuellement une mise au point de solutions de rechange biologiques aux chlorophénates utilisés pour protéger les billots de la moisissure, de la décomposition et de la coloration de l'aubier.

1. MOISSURES POUSSANT SUR LE BOIS
2. INOCULATION DE RACINES D'ÉPINETTES
3. TRAITEMENTS BIOLOGIQUES EXPÉRIMENTAUX DES EFFLUENTS D'USINES DE PÂTES ET PAPIERS
4. INOCULATION DE SEMIS AVEC DES MYCORHIZES

# AGRICULTURE

## Enhancing Nutrition and Growth

**A**s demand for world food production increases and we begin to understand the limitations of both arable land and fertilizers, agriculture becomes fertile ground for applications of biotechnology.

Crops and livestock that can tolerate severe climates, resist diseases, and grow to maturity more rapidly will help Canadian farmers in international markets and ensure a better supply of quality food products at home.

Plant biotechnology is modifying farming techniques, improving product quality, and increasing the profitability of the agri-food sector. Today, breeders are using technologies such as plant genetics, cloning, tissue culture and micro-propagation to improve the nutritional and growth characteristics of crops. Biotechnology is also being used in the development of environmentally friendly crop protectors and growth enhancers.

As a result, new strains of wheat have been developed that are more cold-tolerant, pest- and disease-resistant, and faster-growing. Similarly, more rugged and productive strains of alfalfa and canola are now available.

Canada's livestock production technology has long been recognized as among the most advanced in the world. To increase the rate of reproduction, livestock producers are taking advantage of new techniques, including superovulation and embryo collection, freezing and splitting. Canadian firms are developing export markets for frozen embryos, and manipulation techniques for determining the health of those embryos prior to transplant.



To improve animal health, monoclonal antibody tests have been devised for the diagnosis of brucellosis, pseudorabies, rabies, salmonellosis, and other diseases. Scientists are also using DNA probes to diagnose viral infections and produce genetically engineered vaccines for costly diseases such as shipping fever pneumonia.



There are several distinct areas in which biotechnology is improving agriculture:

- In-vitro cell and tissue culture techniques are being used to clone large quantities of useful plants.
- Novel crop varieties and breeding stocks are being developed with an eye to creating crops tolerant to many pesticides and chemicals, improving the efficiency of photosynthesis, and increasing nitrogen fixation.
- Recombinant DNA modification of soil and plant bacteria and fungi is improving soil nutrient availability and providing natural biocides to combat crop pathogens.
- Genetic probes are being used to diagnose diseases in plants and animals.
- Genetic engineering and genetic manipulation of rumen bacteria in cattle and sheep are reducing the need for costly grain and protein supplements in animal feed.
- Embryo manipulation techniques will allow rapid improvements in domestic animals and poultry.

1. CLONED CALVES

2. HYBRID BARLEY (C.) WITH COLD AND FLOODING TOLERANCE: A CROSS BETWEEN SPECIES LEFT AND RIGHT

3. RECIPIENT PROTOPLAST IS IMPALED WITH DONOR CHLOROPLASTS

# AGRICULTURE



2

## Taux de croissance et valeur nutritionnelle accrus



3

**A** mesure que s'accroît la demande de nourriture à l'échelle mondiale, les limites des terres arables et des fertilisants sont mieux compris; cette situation fait de l'agriculture un secteur de choix pour les nouvelles applications de la biotechnologie.

Des cultures et un bétail capables de tolérer des climats plus rigoureux, de résister aux maladies et d'atteindre la maturité plus rapidement aideront les agriculteurs canadiens à s'emparer d'une plus grande part des marchés internationaux et à améliorer l'approvisionnement en produits de qualité.

La biotechnologie végétale modifie profondément les techniques agricoles, améliore la qualité des produits et augmente le rendement du secteur agro-alimentaire. Déjà, les agronomes utilisent des technologies de pointe telles les manipulations génétiques, le clonage, la culture tissulaire et la micropropagation pour améliorer la valeur nutritive et la croissance des cultures. Par ailleurs, la biotechnologie est utilisée dans la mise au point de pesticides et d'agents de fertilisation respectueux de l'environnement.

Toutes ces recherches donnent déjà des résultats, soit la culture de nouvelles espèces de blé à croissance rapide plus résistantes au froid, aux insectes nuisibles et aux maladies. De même, de nouveaux types de luzerne

et de canola plus robustes et productifs sont offerts sur le marché.

Depuis longtemps, les techniques d'élevage canadiennes sont classées parmi les plus avant-gardistes au monde. Pour augmenter le taux de reproduction de leur bétail, les éleveurs utilisent des techniques de pointe comme la suroovulation et le prélèvement, la congélation et le dédoublement d'embryons. Certaines entreprises canadiennes s'ouvrent à de nouveaux marchés d'exportation pour les embryons congelés et pour des techniques de manipulation visant à garantir la santé des embryons avant la transplantation.

Pour améliorer l'état du bétail, des tests à base d'anticorps monoclonaux ont été mis au point pour le dépistage de la brucellose, de la pseudorange, de la rage et de la salmonellose, entre autres. Les scientifiques utilisent aussi des sondes ADN pour diagnostiquer certaines infections virales et produire des vaccins synthétiques contre des affections très coûteuses, comme la septicémie hémorragique.

### 1. VEAUX CLONÉS

2. ORGE HYBRIDE (C) RÉSISTANT AU FROID ET À LA SUBMERSION : UN CROISEMENT ENTRE LES ESPÈCES GAUCHE ET DROITE

3. LE PROTOPLASME RÉCEPTEUR EST PÉNÉTRÉ PAR LE CHLOROPLASTE DONNEUR

La biotechnologie améliore l'agriculture de plus d'un point de vue :

- Des techniques de culture cellulaire et tissulaire *in vitro* sont utilisées pour cloner de grandes quantités de plantes utiles.
- De nouvelles variétés de plantes et de bétail reproducteur sont mises au point. L'objectif de ces travaux est entre autres de créer des cultures plus résistantes à de nombreux pesticides et produits chimiques, et d'améliorer l'efficacité de la photosynthèse et de la fixation d'azote.
- L'utilisation de l'ADN recombinant permet de modifier les caractéristiques bactériologiques et mycologiques du sol et des plantes, et par là, d'augmenter la biodisponibilité des éléments nutritifs et de mettre au point des agents biologiques de lutte contre les micro-organismes pathogènes.
- Les sondes génétiques sont utilisées pour diagnostiquer certaines maladies des plantes et des animaux.
- La création et la manipulation génétiques des bactéries de rumeur en élevage bovin et ovin réduisent le recours à des suppléments alimentaires et protéiniques coûteux pour les éleveurs.
- Certaines techniques de manipulation des embryons permettront des progrès rapides dans l'élevage des animaux domestiques et de la volaille.

# AQUACULTURE

## Increasing the Available Stock

**A**s the population of the world increases, more people are turning to fish as a source of nutritional protein. At the same time, the harvesting of wild stocks of fish and shellfish is approaching, or in certain cases has even exceeded, maximum biological limits.

Scientists believe that the only way to meet this increasing world demand is through aquaculture. Biotechnology is expected to play a critical role in the development of this new industry and all nations of the world are expected to benefit from research now in progress. The greatest challenges and opportunities lie in the area of fish nutrition and health.

Using cloning, tissue culture and fermentation technologies, scientists are developing products such as colourants, and taste and quality enhancers.

Research is under way to genetically alter proteins and synthetic peptides to enhance fish growth. Scientists have found that recombinant somatotropin doubles the growth rate of salmon. Also, scientists are testing a monoclonal antibody that binds somatostatin, a natural growth inhibitor. Blocking somatostatin should enhance the salmon's own production of somatotropin and therefore improve growth.

Canada is a leader in the study of fish diseases and vaccination. New vaccines based on recombinant protein technology will help protect fish from disease, while new diagnostic procedures using monoclonal antibodies will provide on-site test methods for the presence of disease. For example, there is now an immersion vaccine to prevent furunculosis, the most serious bacterial infection in salmon stocks.



Genetics is expected to play an increasing role in aquaculture. Using genetic engineering, scientists are experimenting with the isolation of genes that produce the desirable characteristics of one species and transfer them to another species. Work is being undertaken, for example, on the gene responsible for the antifreeze protein found in winter flounder. Insertion of this gene into Atlantic salmon would enable the salmon to better tolerate colder waters.

Genetic engineering is also being used to control the maturing and spawning cycles to ensure a year-round supply of eggs, fry and market-quality products.

Synthetic analogs of sex hormones have been developed to regulate the time of spawning in aquacultured finfish broodstock. This permits year-round production of eggs and young.

Triploidy and gynogenesis are being used to produce sterile polyploid individuals with enhanced final size and all-female genetic populations. Since female salmon grow larger and mature at different rates than males, monosexing increases production and reduces problems in harvesting.



# AQUACULTURE

## Vers une augmentation des réserves exploitables



Des analogues synthétiques d'hormones sexuelles ont été mis au point afin de régulariser la période de ponte des poissons reproducteurs en aquaculture. Cette technique permet une production permanente d'oeufs et d'alevins.

**P**lus les besoins en nourriture se font pressants dans le monde, plus il faut se tourner vers le poisson pour combler les besoins protéiniques de la population. Cependant, l'exploitation des réserves naturelles de poissons et de crustacés approche — et même excède, dans certains cas — les limites biologiques maximales.

Selon les scientifiques, l'aquaculture est la seule solution envisageable pour répondre à l'accroissement de la demande mondiale. La biotechnologie devrait jouer un rôle critique dans l'expansion de cette nouvelle industrie, et il faut s'attendre à ce que tous les pays du monde profitent directement des recherches en cours. A l'heure actuelle, la nutrition et la santé des élevages sont les secteurs qui offrent le plus grand potentiel et qui présentent aussi les plus grands défis.

Grâce aux techniques de clonage, de culture tissulaire et de fermentation, les scientifiques ont mis au point des colorants, des agents de saveur et différents produits pour améliorer la qualité de la chair de poisson.

La possibilité d'altérer génétiquement les protéines et certains peptides synthétiques pour améliorer le taux de croissance des poissons est actuellement à l'étude. Il est déjà connu que la

somatotropine recombinante double le rythme de croissance du saumon. Par ailleurs, certains laboratoires étudient les effets d'un anticorps monoclonal qui se lie à la somatostatine, un inhibiteur de la croissance naturelle. En bloquant l'effet de cette hormone, on espère stimuler la production de somatotropine du saumon et améliorer encore son taux de croissance.

Le Canada est un chef de file incontesté dans l'étude des maladies et de la vaccination piscicoles. De nouveaux vaccins, élaborés avec des techniques mettant en jeu certaines protéines recombinantes, aideront à protéger les élevages contre la maladie, et de nouveaux procédés de diagnostic à base d'anticorps monoclonaux permettront de dépister sur place la présence de maladies courantes. Par exemple, il existe d'ores et déjà d'un vaccin administré par immersion contre la furunculose, la plus grave infection bactérienne qui affecte actuellement les élevages de saumon.

La génétique est appelée à jouer un rôle croissant en aquaculture. A l'aide du génie génétique, les scientifiques tentent d'isoler le gène responsable de certaines caractéristiques désirables et de les transférer d'une espèce à l'autre. C'est ainsi que les scientifiques essaient actuellement d'isoler le gène responsable de la protéine antigèle retrouvée dans la plie rouge afin de l'intégrer au patrimoine génétique du saumon de l'Atlantique, ce qui permettrait à cette espèce de mieux supporter les eaux froides.

Les chercheurs ont aussi recours au génie génétique pour contrôler les cycles de maturation et de ponte, et pour garantir un approvisionnement constant en oeufs, en fretin et en produits commercialisables.

La triploïdie et la gynogenèse sont utilisées pour produire des individus polyploïdes stériles qui deviennent plus gros à maturité, ou des populations exclusivement constituées de femelles. Comme la femelle du saumon devient plus grosse et croît à un rythme différent de celui du mâle, l'obtention de populations monosexuées augmente la production et diminue les problèmes d'exploitation.

# FOOD AND BEVERAGE



## Responding to Global Need

**T**he food and beverage industry is one of the largest and most active sectors in Canada. But plant upgrading, the implementation of computerized processing systems, and the maintenance of current capacity levels will not be enough to secure our market share.

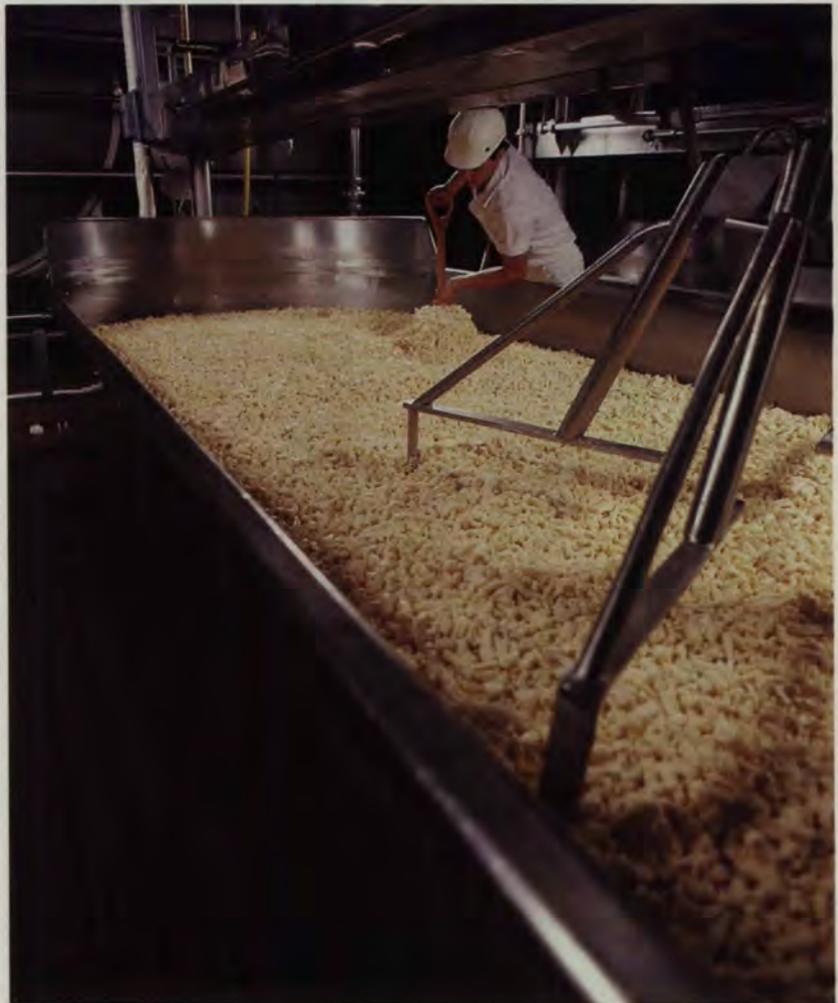
Maintaining competitiveness, particularly in American and European markets, will require a high level of activity in food and beverage technology. Biotechnology will make a major contribution to many process improvements.

For several centuries, biotechnology has been used in the manufacture of cheese, bread and alcoholic beverages. Modifications continue in an effort to improve process operations and upgrade quality and safety standards.

The pace of change is accelerating with the development of new sweeteners, more efficient fruit juice separation and clarification, and the adoption of new fermentation processes in traditional industries such as brewing and wine making.

Biotechnology is now taking food processing beyond conventional bounds. Genetic engineering can produce synthetic enzymes, screening methods are being developed for the early detection of microorganisms and toxins in food, low-calorie and diet-specific foods are being produced, and special nutrition-oriented products perfected.

There is almost no limit to the possible applications of biotechnology in the food and beverage sector. Canada's commitment to biotechnology now ensures that this country will be among a group of nations supplying safe, appealing food in adequate supply to meet the needs of growing world markets.



Food biotechnology is making advances on several fronts:

- \* Enzymes are being used to extract apple juice from the raw fruit, produce lactose-free milk, and accelerate the maturing of cheese and the baking of bread. Immobilized enzyme systems offer excellent potential for highly improved process efficiency and for lower costs.
- \* Genetic and protein engineering are being employed to add nutrition, enhance flavour, and improve colour in sweeteners, yeasts, proteins, fats and oils. As markets for low-calorie sweeteners and low-alcohol beer continue to grow, opportunities for new Canadian processes will develop.
- \* Substitutes for expensive imported products, such as cocoa butter, are being developed.

# PRODUCTION ALIMENTAIRE

## Pour répondre aux besoins de l'avenir

**L'**industrie alimentaire est l'une des plus importantes et des plus actives au Canada. Cependant, l'automatisation des usines, l'implantation de systèmes de production informatisée et le maintien des capacités actuelles de production

seront insuffisants et ne permettront pas au pays de conserver sa part de marché.

Pour rester concurrentielles, particulièrement sur les marchés américains et européens, les entreprises alimentaires canadiennes devront accorder une large place au progrès technologique. La biotechnologie deviendra sans nul doute un élément essentiel des procédés améliorés de l'avenir.

Depuis des siècles, la biotechnologie trouve sa place dans la fabrication du fromage, du pain et des boissons alcoolisées. Aujourd'hui, le recours à ce type de procédés s'intensifie à mesure que les entreprises alimentaires tentent d'améliorer leur production et de hausser leurs normes de qualité et de sécurité.

Les innovations se succèdent à un rythme accéléré : nouveaux édulcorants, extraction et clarification plus efficaces des jus de fruits et adoption de nouveaux procédés de fermentation dans les industries brassicoles et vinicoles.

La biotechnologie a apporté une véritable solution dans les techniques de transformation des aliments. Le génie génétique peut maintenant produire des enzymes synthétiques, des méthodes de dépistage précoce des micro-organismes et des toxines alimentaires, des aliments à faible teneur en calories ou adaptés à des régimes très particuliers, et de nouveaux produits alimentaires perfectionnés.

En somme, les applications de ces nouvelles techniques dans l'industrie alimentaire sont presque sans limite. L'investissement massif qui est fait dans ce secteur de recherche laisse espérer que le Canada comptera parmi les pays reconnus pour offrir une gamme de produits alimentaires sûrs, attrayants, et en quantités suffisantes pour répondre à l'expansion continue des marchés internationaux.



La biotechnologie alimentaire progresse sur plusieurs fronts :

- Des enzymes spécialisés sont utilisés pour l'extraction du jus de pomme, la production de lait sans lactose, et l'accélération de la maturation du fromage et la production de pain. Les systèmes à enzymes immobilisés offrent d'excellentes perspectives d'amélioration des procédés et de réduction des coûts.
- Le génie génétique et la création de nouvelles protéines sont mis à contribution pour améliorer la valeur nutritive, la saveur et la couleur des édulcorants, des levures, des aliments protéiniques, des gras et des huiles. Les marchés des édulcorants peu caloriques et des bières désalcoolisées continuent de croître et constitueront bientôt de nouveaux créneaux pour les entreprises alimentaires canadiennes.
- Grâce aux biotechnologies, il est possible de synthétiser des substituts pour certains produits importés, notamment le beurre de cacao.

# ENVIRONMENT

## Engineering the Chemistry of Protection

**I**n the 1990s, few issues are expected to preoccupy the public mind more than the environment.

With growing global alarm over the quality of the air we breathe, the water we drink, and the soil in which we grow our food, the development of pollution control mechanisms and waste utilization facilities has become a paramount concern of industry, government and the public. As global environmental problems are encountered, biotechnological processes will be in a position to offer solutions.

Environmental uses of biotechnology will include waste water purification, the recycling of chemicals, solid waste treatment, and bioremediation.

Bioremediation, or the harnessing of *superbugs*, involves the on-site growing of naturally occurring microorganisms that feed on chemical compounds, breaking them down into non-toxic substances.

These microbes, which have been in existence for more than three billion years, can be used to break down sludge, decompose oil and PCBs, and consume dangerous heavy metals such as mercury. While naturally occurring microbes have the ability to degrade these materials, genetic engineering may enhance that ability. The microorganisms simply become more efficient and more cost-effective.

The rate of progress in environmental biotechnology will be determined by the extent to which genetic engineering can be coupled with the principles of chemical engineering, developments in reactor design, and reductions in overall system capital cost.



1. SEEKING SOLUTIONS TO PULP AND PAPER EFFLUENT CONTAMINATION
2. IN-GROUND ANAEROBIC WASTE WATER TREATMENT REACTOR
3. GRANULAR SLUDGE

Work is currently under way in the development and design of a host of biotechnology systems that will deal with environmental problems. For example:

- Microorganisms are being harnessed to degrade pollutants and previously non-biodegradable contaminants found in industrial and municipal wastes. PCBs, pesticides and chlorophenols have all been successfully degraded using microorganisms.
- Anaerobic processes are being employed to remove toxic ammonia from municipal sewage, landfill leachates and other waste water.
- Microorganisms are being developed that biologically destroy forest insects, and then degrade themselves.
- Enzymes are being used to reduce dioxin and organic chlorine emissions from pulp and paper mill bleach plants.
- Waste materials from fish, animal and food processing plants are being converted to animal feed supplements and fertilizers.

# ENVIRONNEMENT



## La chimie du développement durable



**A**u cours des années 90, peu de questions revêtiront autant d'importance aux yeux du public que l'environnement.

Il y a actuellement de par le monde une mobilisation générale pour préserver la qualité de l'air que nous respirons, de l'eau que nous buvons et des sols sur lesquels nous faisons pousser nos cultures; le gouvernement, l'industrie et le grand public accordent priorité à la mise au point de systèmes antipollution et de techniques d'élimination des déchets. Or, les procédés biotechnologiques offrent des solutions intéressantes à ces graves problèmes : purification des effluents, recyclage des contaminants, traitement des déchets solides et biodécontamination n'en sont que quelques applications parmi bien d'autres.

La biodécontamination consiste à cultiver sur les sites contaminés des *superbactéries* qu'on y retrouve à l'état naturel, et qui se nourrissent de composés chimiques indésirables et les dégradent en substances non toxiques.

Ces microbes, qui existent depuis plus de trois milliards d'années, peuvent être utilisés pour dégrader les boues industrielles, décomposer les huiles et les BPC, et éliminer certains métaux lourds dangereux comme le mercure. Même si on retrouve dans la nature des bactéries capables de dégrader ces substances, le génie génétique pourrait permettre d'optimiser cette propriété et de créer des souches plus efficaces et moins coûteuses à produire.

Le rythme du progrès en biotechnologie environnementale dépendra de l'évolution du génie chimique, des délais de mise au point des réacteurs requis et du rythme de diminution du prix global des systèmes.

La communauté scientifique travaille activement à la conception et à la mise au point de nombreux systèmes biotechnologiques qui contribueront à régler différents problèmes environnementaux :

- Il y a actuellement des tentatives pour mettre au point des souches de micro-organismes capables de dégrader les polluants et certains contaminants non biodégradables qu'on retrouve dans les déchets industriels et domestiques. A l'échelle expérimentale, on a déjà réussi à détruire les BPC, les pesticides et les chlorophénols à l'aide de micro-organismes spécialisés.
- Des procédés anaérobies ont été employés pour extraire l'ammoniac toxique des égouts municipaux, des lixiviats de décharge et d'autres types de contaminants liquides.
- Il se fait actuellement une mise au point des micro-organismes capables de détruire biologiquement les insectes nuisibles, puis de se dégrader eux-mêmes.
- Certains enzymes sont utilisés pour réduire les taux de dioxine et de chlorure organique dans les effluents de blanchissage des usines de pâtes et papiers.
- Les résidus industriels de poisson, de viande et d'aliments peuvent être convertis en suppléments alimentaires pour le bétail et en fertilisants.

1. RECHERCHE DE SOLUTIONS POUR LE TRAITEMENT DES EFFLUENTS D'USINES DE PÂTES ET PAPIERS
2. RÉACTEUR SOUTERRAIN DE TRAITEMENT ANAÉROBIE DES EAUX USÉES
3. BOUE GRANULAIRE



# CHEMICALS

## The Search for Biological Applications

**T**he chemicals industry is linked to many other sectors of the economy. The food, agriculture, pulp and paper, and pharmaceutical sectors, for example, depend on the chemicals industry for many of the raw material inputs they require. These may include products such as fertilizers, paints, plastics, rubber, soap, petrochemicals and synthetic resins.

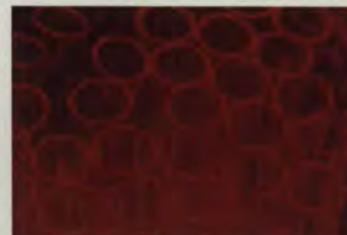
Many industrial chemicals, such as lactic acid, steroids, antibiotics, amino acids and enzymes, are already produced using the biological process of fermentation. Biotransformation, a more sophisticated process, involves the modification of organic substrates using either whole cell systems or enzymes, rather than traditional chemical synthesis.

Protein engineering will provide a major tool for the improvement of industrial enzymes. The new enzymes will show greater stability and will be used in a variety of novel applications. In addition, researchers are studying a variety of microorganisms, including yeasts, bacteria and fungi, for their potential roles in the production of fine chemicals.

Another promising research area is the biodegradation of toxic waste materials using cultured microorganisms. The production of chemical herbicides, insecticides and fungicides generates \$11 billion worth of business annually in North America, but the treatment of contaminated effluents is a continuing problem. Scientists are studying biological means of detoxifying the liquid wastes from pesticides and from processes used in the petrochemical and aluminum industries.



The application of biotechnology processes in the development of petrochemical substitutes has not been as rapid as progress made in other fields such as pharmaceuticals. But, as oil prices rise, *biotech chemicals* will become more commonplace. Though they will have the same molecular structure as petrochemicals, they will be derived from feedstocks such as sucrose, starch, methanol, paraffins and lignocellulose.



Surfactants, or surface-active agents, are used in almost every industrial process as adhesives, emulsifiers, foaming or wetting agents, and detergents. Today, synthetic surfactants dominate the market, even though their biological counterparts are just as effective and are less toxic. In their search for an economical way to produce biosurfactants, researchers are looking at peat and a bacterium known as *Bacillus subtilis*. The bacteria, which are grown in a peat medium, produce *surfactin*, which can be purified for use as a surface-active agent.

Natural flavours and fragrances are high value organic chemicals used to enhance the quality of foods and to produce cosmetics and toiletries. These chemicals are traditionally extracted from plant and animal sources in developing countries. Biotechnology may soon permit their production in the country of use.

1. LOW-TEMPERATURE BIOTECHNOLOGY RESEARCH
2. PURIFIED BIOMOLECULES FROM RECOMBINANT DNA
3. BIOREMEDIATION OF CONTAMINATED SOILS

# INDUSTRIE CHIMIQUE

## A la recherche d'applications biologiques



2



3

**L'**industrie chimique est étroitement liée à de nombreux autres secteurs de l'économie. Le secteur agroalimentaire, les pâtes et papiers et l'industrie pharmaceutique, entre autres, ont un besoin constant de produits chimiques de base pour fonctionner. Parmi ces matières premières : les fertilisants, les peintures, les plastiques, le caoutchouc, les savons, les produits pétrochimiques et les résines synthétiques.

Nombre de produits chimiques industriels comme l'acide lactique, les stéroïdes, les antibiotiques, les acides aminés et les enzymes sont déjà fabriqués à l'aide du processus biologique de fermentation. La biotransformation, un processus nettement plus perfectionné, implique la modification d'un substrat organique en utilisant des systèmes cellulaires ou enzymatiques plutôt que la synthèse chimique classique.

La création et la transformation de protéines contribueront beaucoup à améliorer les enzymes industriels utilisés actuellement. Ces nouveaux enzymes présenteront une plus grande

stabilité et pourront être utilisés dans de nombreuses applications inédites. D'ailleurs, les chercheurs s'intéressent à divers micro-organismes, notamment les levures, les bactéries et les champignons, pour leur utilité éventuelle dans les processus de fabrication de produits chimiques fins.

La biodégradation des déchets toxiques à l'aide de micro-organismes de culture constitue une autre voie de recherche prometteuse. La production d'herbicides, d'insecticides ou de fongicides chimiques entraîne des recettes annuelles de quelque 11 milliards de dollars en Amérique du Nord, mais le traitement des effluents contaminés demeure un problème préoccupant. C'est pourquoi les scientifiques étudient divers moyens biologiques qui permettraient de dégrader les substances toxiques solubles présentes dans les effluents des exploitations agricoles, des complexes pétrochimiques et des alumineries.

L'application des biotechnologies pour mettre point des substituts aux produits pétrochimiques n'a pas progressé aussi rapidement que dans d'autres domaines, par exemple l'industrie pharmaceutique. Mais avec l'augmentation inéluctable des prix du pétrole, il est hors de doute que les produits biochimiques de remplacement seront appelés à se multiplier. Ces produits, qui présenteront la même structure moléculaire que les composés pétrochimiques, seront fabriqués à partir de dérivés de la biomasse comme le sucrose, les féculents, le méthanol, les paraffines et la lignocellulose.

Les saveurs et les fragrances naturelles sont des produits chimiques organiques de grande valeur utilisés pour améliorer la qualité de la nourriture, et pour produire des cosmétiques et des produits de beauté. Ils sont extraits généralement de plantes et d'animaux qu'on retrouve dans les pays en voie d'industrialisation. Bientôt, la biotechnologie permettra de les produire directement dans les pays consommateurs.

Les surfactifs, ou agents tensio-actifs, sont utilisés dans presque tous les procédés industriels; il y en a dans les adhésifs, les émulsifiants, les agents moussants ou mouillants, et les détergents. Pour l'instant, les surfactifs synthétiques dominent le marché, même si leurs substituts biologiques sont tout aussi efficaces et moins toxiques. Pour découvrir un procédé de production efficace de biosurfactifs, les chercheurs étudient actuellement une bactérie, le *Bacillus subtilis*. Cultivé dans de la tourbe, ce micro-organisme produit la *surfactine*, un composé qui peut être raffiné et utilisé comme agent tensio-actif.

1. RECHERCHE EN BIOTECHNOLOGIE À BASSE TEMPÉRATURE
2. BIOMOLÉCULES PURIFIÉES AVEC L'ADN RECOMBINANT
3. DÉCONTAMINATION BIOLOGIQUE DES SOLS

# MINING

## Improving Treatment and Recovery

Almost by definition, the mining sector has a considerable impact on the environment. Facing problems such as acid mine drainage and the release of heavy metals, Canadian mining companies are looking for ways both to protect the environment and improve mineral recovery.

Biotechnology can play a major role in this regard. Work is currently under way in a number of areas: the bioleaching of complex sulphides; the prevention and treatment of acid mine drainage; biological effluent treatment; bio-extraction of gold and silver from refractory ores; and process engineering.

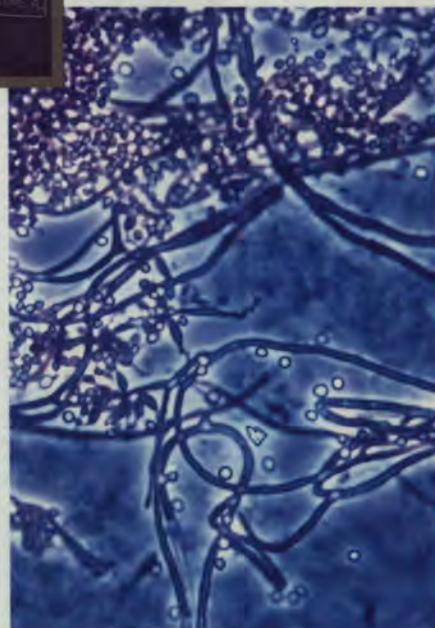
Natural leaching of metals from ore has been recognized for centuries, but the role of bacteria in the leaching process was unknown until the late 1940s. Bioleaching depends on *Thiobacillus ferrooxidans* (TF), a bacterium found naturally in many mines. This aerobic soil microorganism can be found wherever acidic conditions occur in association with ferrous iron, sulphur, or mineral sulphides. TF was first used in copper mining, but its oxidative activity can also increase the recovery of uranium, cobalt, nickel and zinc.

Bioleaching can also be used to increase the extraction of gold and silver from refractory ore. Crushed ore, containing as little as 1.24 grams of gold per tonne, is treated with an acidic TF solution that destroys arsenic pyrite. The treated residue is then washed and rendered alkaline before being leached by conventional processes to recover the precious metals.

Mineral leaching of refractory ores can also remove toxic accessory

minerals, such as arsenic, mercury and antimony. In this way, companies may improve the recovery of valuable metals.

Scientists are also working to upgrade mine drainage polishing ponds and wet, dry, acid or alkaline tailing areas by utilizing indigenous plant and microbial populations that neutralize specific pollutants. The techniques can be used as a routine treatment for active mines or in shutting down old operations.



1. PHOTOMICROGRAPH OF URANIUM ABSORBING FUNGUS
2. MINERAL SAMPLES
3. HYDROPONIC CATTAILS IN POOL OF ACID MINE DRAINAGE

# INDUSTRIE MINIÈRE

## Améliorer le traitement et l'extraction des minerais

**D**e par sa nature même, le secteur minier a une incidence considérable sur l'environnement. Confrontées à des problèmes comme le drainage minier acide et l'émission de métaux lourds, les sociétés minières canadiennes recherchent des moyens pour protéger l'environnement tout en optimisant l'extraction des minerais.



La biotechnologie peut jouer un rôle primordial dans ce domaine. Il y a déjà des tentatives pour mettre au point des techniques de biolessivage de sulfures complexes, des méthodes de prévention et de traitement des eaux d'exhaure, des procédés de traitement biologiques des effluents, des techniques de bioextraction de l'or et de l'argent des minerais réfractaires, et des méthodes de traitement plus efficaces et rentables.

Le lessivage naturel des métaux est un procédé vieux de plusieurs siècles, mais le rôle précis de la bactérie responsable n'est connu que depuis la fin des années 40. Le biolessivage s'effectue grâce au *thiobacillus ferrooxidans* (TF), une bactérie présente à l'état naturel dans plusieurs

mines. Ce micro-organisme aérobic se retrouve dans tous les sols acides contenant du fer, des sulfures ferreux ou des sulfures minéraux. Le TF a d'abord été utilisé dans les mines de cuivre, mais son action oxydante peut aussi optimiser l'extraction de l'uranium, du cobalt, du nickel et du zinc.

Le biolessivage peut aussi être mis à contribution pour optimiser l'extraction de l'or et de l'argent des minerais réfractaires. Une fois broyés, les minerais à très faible teneur en or (de l'ordre de 1,24 gramme par tonne) peuvent être traités avec une culture acide de TF qui détruit l'arsénopyrite. Le résidu traité est alors lavé et alcalinisé, avant d'être lessivé à l'aide des procédés classiques d'extraction des métaux précieux.

Le lessivage des minerais réfractaires peut aussi éliminer des composants secondaires toxiques comme l'arsenic, le mercure et l'antimoine. Cette technique permet donc aux entreprises d'optimiser l'extraction tout en protégeant l'environnement.

Les scientifiques tentent aussi d'améliorer les lagunes tertiaires de drainage minier et les zones de décharge humides, sèches, acides ou alcalines en utilisant des souches indigènes de plantes ou de bactéries pour neutraliser certains polluants. Ces techniques peuvent être intégrées à la structure de production ou appliquées après fermeture des exploitations.



1. PHOTOMICROGRAPHIE DE MOISSURE ABSORBANT L'URANIUM

2. ÉCHANTILLONS DE MINÉRAUX

3. QUENOUILLES HYDROPONIQUES DANS UN BASSIN DE DRAINAGE DES EAUX D'EXHAURE

# ENERGY

## New Solutions, New Sources

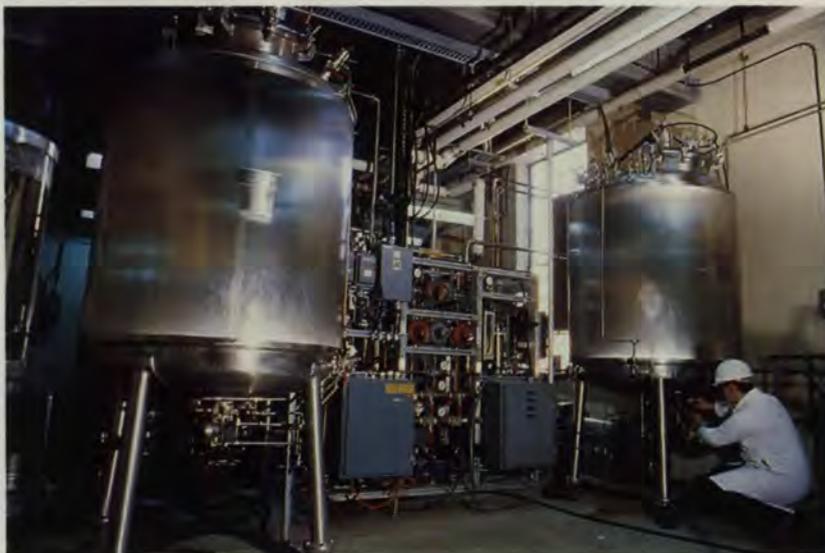
Until a few years ago, the energy industry regarded microorganisms as more of a nuisance than a useful tool. Today, researchers are working toward applications of biotechnology that may help solve many of the problems encountered by the energy sector.

Such problems include the biofouling of pipes and equipment, the generation of hydrogen sulphide, and the treatment and disposal of wastes related to the production and processing of fossil fuels. Recent advances in molecular biology are creating a new level of sophistication in the detection and treatment of such problems.

Promising areas of research include microbial desulphurization of coal, microbially enhanced oil and gas recovery, microbial degradation of refinery sludges and wastes, and assessment of bactericides and anti-corrosion agents.

Microbially enhanced oil recovery makes use of bacteria to improve production from oil reservoirs. Since each reservoir exhibits specific properties, this is not a single technology. Rather, microbial systems are adapted to the special needs and problems encountered at each site.

*Land-farming* of waste oils is another technology receiving attention. A heat-treated peat product is being studied as a means of stimulating the microbial degradation of refinery wastes. Used in conjunction with a nutrient solution, the peat product allows increased rates of oil and sludge degradation — as much as 65 percent over a three-week period in recent lab tests.



Research is also well advanced in the search for biologically derived fuels — especially ethanol and methane from biomass. This work develops new energy sources and, at the same time, addresses some environmental problems associated with the combustion of conventional fossil fuels.

There are great engineering and scientific challenges ahead. Reducing costs is one. Coping with the toxicity of fossil energy resources that inhibit biocatalysts is another. Despite these hurdles, industry analysts expect to see the commercialization of biotechnology processes in the energy sector during the coming decade.



Biotechnology can be used to make ethanol, a clean burning fuel, from wood. This process involves the hydrolysis of ligno-cellulose by alkaline extraction or steam expansion, and the use of naturally occurring microorganisms that break down cellulose into sugar. The portion of wood that cannot be converted to ethanol — lignin — is separated and used to generate electricity to fuel the process. The sugar portion is fermented and distilled to make pure ethanol.

Methanogenesis, the biological conversion of organic matter to methane (natural gas), has for many years been used in developing countries to produce energy for cooking and heating. Similarly, in the United States, garbage dumps have been mined for methane. Methanogenesis can also be used in the treatment of municipal and industrial wastes.

1. FERMENTERS USED IN THE ETHANOL PRODUCTION PROCESS

2. NATURAL FUNGUS USED TO PRODUCE INDUSTRIAL ENZYMES

3. OIL DROPLET SURROUNDED BY OIL DEGRADING ORGANISMS

# ÉNERGIE



## De nouvelles solutions, de nouvelles sources



Jusqu'à tout récemment, l'industrie de l'énergie considérait les micro-organismes comme un embarras plus que comme un outil valable. Aujourd'hui, les chercheurs travaillent activement à la mise au point d'applications biotechnologiques qui pourraient aider à résoudre un grand nombre de problèmes que rencontre l'industrie énergétique notamment la biocontamination des conduites et de l'équipement, la génération de sulfure d'hydrogène, et le traitement et l'élimination des résidus de transformation des combustibles fossiles.

Des découvertes récentes en biologie moléculaire permettent d'atteindre des niveaux de sophistication inégalés dans la détection et le traitement de tels problèmes. Citons, parmi les secteurs de recherche prometteurs, la désulfuration microbienne du charbon, la bio-extraction du pétrole et du gaz, la dégradation bactérienne des boues et des résidus de raffineries et l'évaluation des agents bactéricides et anticorrosion.

Les techniques améliorées de biorécupération du pétrole sont fondées sur l'utilisation de bactéries qui améliorent la production des gisements. Chaque réservoir ayant ses propriétés spécifiques, les systèmes microbiens doivent être adaptés aux caractéristiques et aux problèmes de chaque site.

Autre application intéressante de la biotechnologie : l'épandage des résidus de raffinage. On évalue actuellement l'efficacité d'une tourbe traitée à la chaleur pour stimuler la dégradation microbienne des résidus de raffineries. Selon des expériences récentes en laboratoire, cette tourbe, utilisée en conjonction avec une solution nutritive, permet d'augmenter le rythme de dégradation du pétrole et des boues résiduelles dans une proportion pouvant aller jusqu'à 65 p. 100 sur une période de 3 semaines.

La recherche a aussi beaucoup progressé dans la production biologique de carburant d'éthanol et de méthane plus particulièrement à partir de biomasse. Ces travaux permettent à la fois de développer de nouvelles sources d'énergie et de trouver des solutions aux problèmes environnementaux liés à la combustion des combustibles fossiles classiques.

La science et le génie ont des défis de taille à relever : réduire les coûts, par exemple, et éliminer les émanations toxiques produites par les carburants fossiles inhibiteurs de la biocatalyse. En dépit de ces obstacles, les analystes de l'industrie prévoient la commercialisation des procédés biotechnologiques dans le secteur énergétique avant la fin de la décennie.

La méthanogenèse, ou conversion biologique de matières organiques en méthane (gaz naturel), est utilisée depuis de nombreuses années comme source d'énergie calorifique dans les pays en voie d'industrialisation. De même, aux États-Unis, certains sites d'enfouissement sanitaire ont été transformés en gisements de méthane. La méthanogenèse peut aussi être utilisée pour le traitement des résidus municipaux et industriels.

La biotechnologie permet de produire de l'éthanol, un carburant propre, à partir de bois. Ce procédé suppose l'hydrolyse de la lignocellulose par extraction alcaline ou expansion thermique à la vapeur, et l'utilisation de micro-organismes naturels pour réduire la cellulose en sucre. La lignine, cette fraction du bois impossible à convertir en éthanol, est extraite du mélange et utilisée pour produire l'électricité nécessaire au procédé. Les sucres sont fermentés et transformés en éthanol pur par distillation.

1. FERMENTEUR D'ALCOOL ÉTHYLIQUE
2. MOISSISSURE NATURELLE UTILISÉE POUR LA PRODUCTION D'ENZYMES INDUSTRIELLES
3. GOUTTELETTE D'HUILE ENTOURÉE D'ORGANISMES OLÉOPHAGES

# THERAPEUTICS

## Meeting the Challenges of Disease

**R**esearchers are revolutionizing human and veterinary health care by applying the biological processes of microbial, animal and plant cells to the development of new pharmaceutical products and medical treatments.

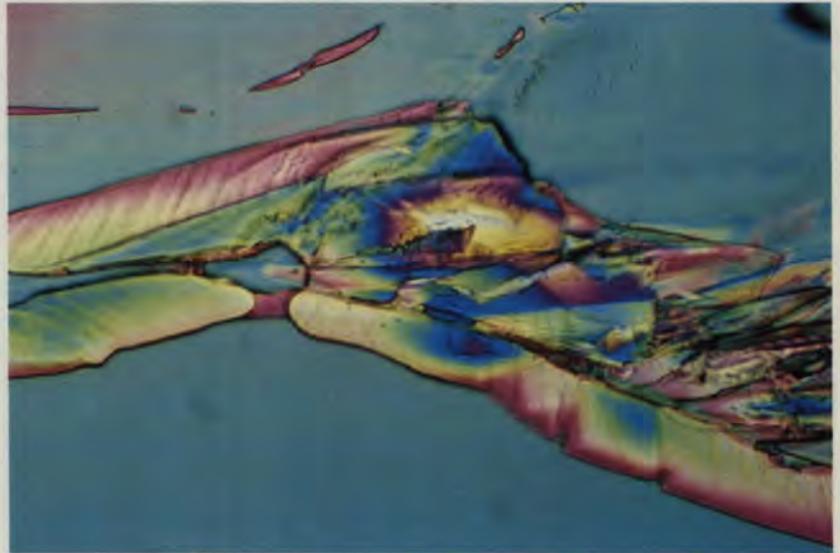
As the techniques of genetic engineering and gene splicing advance, *designer* drugs, tailor-made by the manipulation of genetic material, could replace medicine's former trial-and-error approach to drug development.

Gene transfer allows the human gene for insulin to be produced in large quantities in bacterial cells. Other biopharmaceuticals that can be produced using biotechnology include Factor VIII, cell growth factors, monoclonal antibodies for cancer therapy and prevention of kidney transplant rejection, vaccines, antibiotics, vitamins, anti-hypertensive medication and anti-allergens.

Experimentation with transgenic plants for the production of human serum albumin and human melanin is being conducted on potato and tobacco plants.

Gene therapy is another area of promising research. Genetic material is introduced directly into a patient's cells to attempt to alter the disease process.

Peptide synthesis also opens new horizons in biotechnology. Computer modelling techniques facilitate the design of analogs which may become new pharmaceuticals with enhanced



therapeutic potential and fewer side effects.

Scientists are also developing artificial cells for applications in medicine and biotechnology: the production of insulin, the replacement of human blood in transfusions, or as building blocks for artificial organs such as livers and kidneys.

Today, biotechnology-based procedures are steadily replacing traditional methods in the production of therapeutic agents. While a number of challenges remain, researchers are striving to better understand disease processes and thereby harness biotechnology's extraordinary potential for improved health care.



One innovative area of biomedical research is the enhancement of the specificity of drugs using monoclonal antibodies to target disease tissues or agents. Viral contaminants in blood or cancerous tissues can be destroyed if a photoactive agent is conjugated to specific antibodies. Normal tissues would not be affected.

1. COMPUTER SIMULATION AT THE MOLECULAR LEVEL

2. GENERIC CRYSTAL

3. DETERMINATION OF MOLECULAR STRUCTURE USING FLUORESCENCE SPECTROSCOPY

# MÉDECINE THÉRAPEUTIQUE

## Une lutte permanente contre la maladie

**L**es chercheurs ont révolutionné la médecine humaine et vétérinaire en appliquant différents processus biologiques du monde microbien, animal et végétal, à la mise au point de nouveaux produits pharmaceutiques et traitements médicaux.

A mesure que progressent les techniques de génie et de dédoublement génétique, les médicaments *design*, conçus sur mesure par manipulation génétique, remplacent l'approche classique par essais et erreurs dans l'industrie pharmaceutique.

Le transfert génétique permet de créer des cellules bactériennes capables de sécréter de grandes quantités d'insuline humaine. Parmi les autres produits biopharmaceutiques actuels, il y a le Facteur VIII, les facteurs de croissance cellulaire, les anticorps monoclonaux appliqués au traitement du cancer et à la prévention du rejet des greffes rénales, différents vaccins, antibiotiques, vitamines et anti-hypertenseurs, et une batterie complète d'antiallergènes.

Des expériences avec des plantes transgéniques sont actuellement

menées dans le but de produire de l'albumine sérique et la possibilité de produire de la mélanine humaine avec des plants de pommes de terre et de tabac est à l'étude.

La génothérapie est un autre secteur de recherche très prometteur. Il s'agit ici d'implanter certains gènes directement dans les cellules d'un patient en vue de contrecarrer un processus pathologique.

La synthèse peptidique ouvre aussi de nouveaux horizons à la biotechnologie. La modélisation sur ordinateur facilite la mise au point d'analogues utilisables en pharmacothérapie pour optimiser l'action bénéfique des médicaments et réduire leurs effets secondaires.

Les scientifiques tentent par ailleurs de mettre au point des cellules artificielles utilisables en médecine et à d'autres fins biotechnologiques : production d'insuline, remplacement du sang humain dans les transfusions ou éléments constitutifs d'organes artificiels, par exemple le foie et les reins.

Déjà, certains procédés biotechnologiques viennent remplacer les techniques traditionnelles dans la production d'agents thérapeutiques. Même si beaucoup de questions restent à élucider, les chercheurs poursuivent leurs travaux pour mieux comprendre l'évolution des maladies et les processus immunitaires, afin d'exploiter au maximum le potentiel extraordinaire de la biotechnologie dans le secteur de la santé.



3

La recherche biomédicale permet d'améliorer la spécificité des médicaments grâce au recours à des anticorps monoclonaux qui ciblent précisément les organismes ou agents pathogènes. Ainsi, certains contaminants viraux ou tissus cancéreux peuvent être détruits par une combinaison d'agents photo-actifs et d'anticorps spécifiques. Cette technique permet d'éliminer les cellules aberrantes tout en protégeant les tissus sains.

1. SIMULATION INFORMATISÉE À L'ÉCHELLE MOLÉCULAIRE
2. CRISTAL GÉNÉRIQUE
3. DÉTERMINATION D'UNE STRUCTURE MOLÉCULAIRE À L'AIDE DE LA SPECTROSCOPIE À FLUORESCENCE



# DIAGNOSTICS

## Augmenting Early Detection

Using monoclonal antibody and genetic engineering technologies, scientists are developing sensitive and rapid tests to detect the early presence of, and predisposition toward, disease.

Monoclonal antibodies form the basis of a whole range of highly specific and sensitive immuno-diagnostic tests that take minutes instead of days to perform. By recognizing the presence of a characteristic protein or substance, these tests can identify certain medical conditions in their earliest stages. Pregnancy tests, for example, use an antibody that recognizes human chorionic gonadotropin, produced in pregnant women.

Immuno-diagnostics has blossomed rapidly in recent years, with more than 300 products now on the market and new ones continually being introduced. AIDS and cancer are major areas of focus and a screening test for AIDS antibodies has been approved. Tip-of-the-tongue blood alcohol measurement and blood and tissue typing are other uses of this diagnostic tool.

The discovery of genetic engineering technologies allowed scientists to develop DNA probes, or gene probes, a prime diagnostic tool for identifying genetic diseases and *fingerprinting* human traits. Through the use of DNA probes, scientists have discovered the genetic defects, or markers, associated with diseases such as cystic fibrosis and hemophilia. Using genetic markers, it may soon be possible to diagnose these and other inherited diseases in the womb.

Continuing research on the human genome and DNA probe technology will allow physicians to determine whether individuals are susceptible to, or are carriers of, other genetic diseases.



Using monoclonal antibody technology, diagnostic kits for the early detection of breast cancer, herpes, venereal diseases, AIDS and infectious diseases have been developed and marketed. In the veterinary field, kits for detecting brucellosis, ovarian encephalitis, canine heartworm, and bovine tuberculosis have been released. Kits for the diagnosis and treatment of allergies are being developed.

1. DNA FINGERPRINT
2. RAPID DIAGNOSTICS BY INDIRECT IMMUNOFLUORESCENCE USING MONOCLONAL ANTIBODIES
3. MULTIPLE TESTING DIAGNOSTIC KIT

# MÉDECINE DIAGNOSTIQUE

## Augmenter le dépistage précoce

**E**n utilisant les anticorps monoclonaux et certaines techniques de génie génétique, les scientifiques mettent au point des tests précis et rapides qui servent au dépistage précoce de différentes affections et prédispositions à tel ou tel type de maladie.

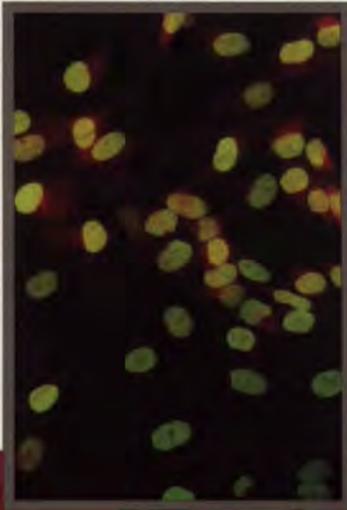
Les anticorps monoclonaux sont à la base d'une vaste gamme de tests immuno-diagnostiques spécifiques

et très sensibles, qui peuvent être effectués en quelques minutes et non plus en plusieurs jours, comme c'était le cas auparavant. En détectant la présence d'une protéine ou d'une substance caractéristique, ces tests révèlent la présence de certaines affections dès leurs premiers stades de développement. De même, les tests de grossesse font appel à un anticorps qui reconnaît la gonadotropine chorionique produite par l'organisme de la femme enceinte.

Le secteur de l'immuno-diagnostic a enregistré des progrès très rapides ces dernières années : plus de 300 produits sont actuellement en marché et la liste ne cesse de s'allonger. Entre autres, le dépistage du SIDA et du cancer sont des domaines prioritaires de recherche; on sait qu'un test de dépistage des anticorps du SIDA a été approuvé. Il est également possible, désormais, de mesurer le taux d'alcoolémie et d'effectuer un typage sanguin ou tissulaire par simple prélèvement à la pointe de la langue.

Les techniques les plus récentes de génie génétique permettent aux scientifiques de mettre au point des sondes ADN ou sondes génétiques, un outil diagnostique exceptionnel qui permet de dépister d'éventuelles maladies génétiques et de caractériser précisément le bagage génétique humain. Les sondes ADN ont permis de découvrir certains défauts génétiques, ou marqueurs, associés à diverses maladies comme la fibrose kystique et l'hémophilie. Les marqueurs génétiques pourraient bientôt permettre de diagnostiquer ces affections et d'autres maladies congénitales chez le fœtus.

Grâce aux progrès constants de la recherche sur le génome humain et aux sondes ADN, les médecins pourront bientôt déterminer si un individu est exposé à une maladie génétique ou s'il en est porteur.



2



3

Des trousse de diagnostic à base d'anticorps monoclonaux ont été mises au point pour le dépistage précoce du cancer du sein, de l'herpès, des maladies transmises sexuellement, du SIDA et de diverses maladies infectieuses. Dans le secteur vétérinaire, des tests de dépistage de la brucellose, de l'encéphalite ovine, du dirofilaria canin et de la tuberculose bovine ont été mis en marché. Des trousse pour le diagnostic et le traitement des allergies sont en cours de mise au point.

1. EMPREINTE D'ADN

2. DIAGNOSTIC RAPIDE PAR IMMUNOFLUORESCENCE INDIRECTE, À L'AIDE D'UN ANTICORPS MONOCLONAL

3. TROUSSE DE DIAGNOSTIC À ÉPREUVES MULTIPLES

**To obtain copies of this publication write:**

Biotechnology and  
Health Care Products Directorate  
Resource Processing Industries Branch  
Industry, Science and Technology Canada  
235 Queen Street, 9th Floor East  
Ottawa, Ontario K1A 0H5

**Or contact any of the ISTC regional offices listed below:**

**Newfoundland**

Parson's Bldg.  
90 O'Leary Ave., P.O. Box 8950  
ST. JOHN'S, Nfld. A1B 3R9  
Tel. 709-772-4281  
Fax 709-772-5093

**Prince Edward Island**

Confederation Court  
134 Kent St., Ste. 400, P.O. Box 1115  
CHARLOTTETOWN, P.E.I. C1A 7M8  
Tel. 902-566-7442  
Fax 902-566-7450

**Nova Scotia**

1801 Hollis St., 4th Flr., P.O. Box 940, Stn. M  
HALIFAX, N.S. B3J 2V9  
Tel. 902-426-7543  
Fax 902-426-2624

**New Brunswick**

Assumption Place  
770 Main St., P.O. Box 1210  
MONCTON, N.B. E1C 8P9  
Tel. 506-851-6460  
Fax 506-851-6429

**Quebec**

Stock Exchange Tower, Suite 3800  
800 Victoria Sq., P.O. Box 247  
MONTREAL, Que. H4Z 1E8  
Tel. 514-283-8813  
Fax 514-283-3302

**Ontario**

One Front St. W., 4th Flr.  
TORONTO, Ont. M5J 1A4  
Tel. 416-973-5033 / 5056  
Fax 416-973-8714

**Manitoba**

330 Portage Ave., 9th Flr., P.O. Box 981  
WINNIPEG, Man. R3C 2V2  
Tel. 204-983-6033  
Fax 204-983-2187

**Saskatchewan**

105 — 21st St. E., 6th Flr.  
SASKATOON, Sask. S7K 0B3  
Tel. 306-975-5316  
Fax 306-975-5334

**Alberta**

Suite 1100, 510 — 5th St. S.W.  
CALGARY, Alta. T2P 3S2  
Tel. 403-292-4577  
Fax 403-292-4578

**British Columbia**

900 — 650 W. Georgia St., P.O. Box 11610  
VANCOUVER, B.C. V6B 5H8  
Tel. 604-666-1409  
Fax 604-666-8330

**Pour obtenir un exemplaire de cette publication, écrire à :**

Direction de la biotechnologie  
et des produits d'hygiène  
Direction générale de la transformation  
des richesses naturelles  
Industrie, Sciences et Technologie Canada  
235, rue Queen, 9<sup>e</sup> étage est  
Ottawa (Ontario) K1A 0H5

**ou communiquer avec l'un des bureaux régionaux d'Industrie, Sciences et Technologie Canada :**

**Terre-Neuve**

Édifice Parson  
90, avenue O'Leary, C.P. 8950  
ST-JEAN (T.-N.) A1B 3R9  
Téléphone : (709) 772-4281  
Télécopieur : (709) 772-5093

**Île-du-Prince-Édouard**

Confederation Court  
134, rue Kent, Bureau 400, C.P. 1115  
CHARLOTTETOWN (Î.-P.-É.) C1A 7M8  
Téléphone : (902) 566-7442  
Télécopieur : (902) 566-7450

**Nouvelle-Écosse**

1801, rue Hollis, 4<sup>e</sup> étage, C.P. 940, Succ. M  
HALIFAX (N.-É.) B3J 2V9  
Téléphone : (902) 426-7543  
Télécopieur : (902) 426-2624

**Nouveau-Brunswick**

Assumption Place  
770, rue Main, C.P. 1210  
MONCTON (N.-B.) E1C 8P9  
Téléphone : (506) 851-6460  
Télécopieur : (506) 851-6429

**Québec**

Tour de la Bourse, Bureau 3800  
800, Place Victoria, C.P. 247  
MONTREAL (Qué.) H4Z 1E8  
Téléphone : (514) 283-8813  
Télécopieur : (514) 283-3302

**Ontario**

1, rue Front ouest, 4<sup>e</sup> étage  
TORONTO (Ont.) M5J 1A4  
Téléphone : (416) 973-5033/5056  
Télécopieur : (416) 973-8714

**Manitoba**

330, avenue Portage, 9<sup>e</sup> étage, C.P. 981  
WINNIPEG (Man.) R3C 2V2  
Téléphone : (204) 983-6033  
Télécopieur : (204) 983-2187

**Saskatchewan**

105, 21<sup>e</sup> rue East, 6<sup>e</sup> étage  
SASKATOON (Sask.) S7K 0B3  
Téléphone : (306) 975-5316  
Télécopieur : (306) 975-5334

**Alberta**

510, 5<sup>e</sup> rue Sud-ouest, Bureau 1100  
CALGARY (Alb.) T2P 3S2  
Téléphone : (403) 292-4577  
Télécopieur : (403) 292-4578

**Colombie-Britannique**

900-650, rue Georgia ouest, C.P. 11610  
VANCOUVER (C.-B.) V6B 5H8  
Téléphone : (604) 666-1409  
Télécopieur : (604) 666-8330



Biotechnology and  
Health Care Products Directorate  
Resource Processing Industries Branch  
Industry, Science and Technology Canada  
235 Queen St.  
9th Floor East  
Ottawa, Ontario  
K1A 0H5

Direction de la biotechnologie  
et des produits d'hygiène  
Direction générale de la transformation  
des richesses naturelles  
Industrie, Sciences et Technologie Canada  
235, rue Queen, 9<sup>e</sup> étage est  
Ottawa (Ontario)  
K1A 0H5