

40  
79  
155  
R08

3000164E

## **DIX ANNÉES DE SUCCÈS**

**Recherche et développement  
dans le domaine de  
l'environnement et de l'énergie**

16749  
x

**Canada**



« Il existe indéniablement un rapport entre l'activité économique et la dégradation de l'environnement, mais c'est dans le secteur énergétique que ce rapport devient le plus évident et le plus inquiétant. Le Canada entend appliquer les principes du développement durable face aux besoins énergétiques de demain. »

Allocution du très honorable Brian Mulroney,  
Premier ministre du Canada, à l'occasion de la  
Conférence internationale sur l'atmosphère en  
évolution, tenue à Toronto, le 27 juin 1988.

# LES MATIÈRES

<b>CHAPITRE 1</b>	<i>INTRODUCTION</i>	_____	<b>5</b>
<b>CHAPITRE 2</b>	<i>LES SOURCES D'ÉNERGIE CLASSIQUES</i>		
	Le bassin pétrolifère de l'Ouest canadien	_____	<b>6</b>
	La conception sûre des installations gazières et pétrolières en mer	_____	<b>8</b>
	L'exploitation sûre des gisements gaziers et pétrolifères sous-marins	_____	<b>10</b>
	Le charbon	_____	<b>12</b>
<b>CHAPITRE 3</b>	<i>LE DÉVELOPPEMENT DURABLE DES SOURCES D'ÉNERGIE</i>	_____	<b>14</b>
<b>CHAPITRE 4</b>	<i>L'ÉCONOMIE D'ÉNERGIE ET LES ÉNERGIES RENOUVELABLES</i>		
	L'énergie renouvelable d'origine solaire	_____	<b>16</b>
	L'énergie renouvelable d'origine éolienne	_____	<b>18</b>
	La démonstration de techniques de conservation des ressources et de l'énergie	_____	<b>20</b>
	L'énergie tirée des ordures ménagères	_____	<b>22</b>
	L'énergie tirée des eaux usées urbaines et industrielles	_____	<b>24</b>
	L'énergie tirée des déchets de l'industrie des pâtes et papiers	_____	<b>26</b>
<b>CHAPITRE 5</b>	<i>LA GESTION PRÉVISIONNELLE</i>	_____	<b>28</b>

## **LE GROUPE DE RECHERCHE ET DE DÉVELOPPEMENT ÉNERGÉTIQUES (GRDE)**

Le GRDE s'efforcera de fournir, de concert avec le secteur privé et les provinces, des données techniques permettant :

- de maintenir l'autonomie de notre pays sur le *plan pétrolier*;
- de développer une économie énergétique diversifiée;
- de réduire la dépendance de notre pays à l'égard des énergies non renouvelables.

Le programme fédéral de R-D énergétique est un programme interministériel. Son objectif général est d'offrir un soutien technique et scientifique à la diversification des ressources énergétiques nécessaires à un développement durable de l'économie sans nuire à l'environnement. Le GRDE coordonne l'action et supervise les réalisations. Ses travaux s'appuient sur des comités interministériels qui recueillent les recommandations du secteur privé, et sur le Bureau de recherche et de développement énergétiques d'Énergie, Mines et Ressources Canada, qui en assure le secrétariat.

Les ressources du GRDE viennent s'ajouter aux budgets des ministères afin de les aider à coordonner rapidement leur action en fonction des objectifs du *Programme énergétique national*. Ces ministères consacrent environ 70 p. 100 des ressources du GRDE au financement des contrats de R-D accordés au secteur privé et aux universités. En août 1988, le Conseil des ministres a accepté de financer la R-D pendant une période de quatre années (1989-1993), et a fixé le budget annuel du GRDE à environ 89 millions de dollars.



## INTRODUCTION

Aujourd'hui, au Canada, il est reconnu que l'exploitation rationnelle de l'énergie et la protection de l'environnement doivent aller de pair si nous voulons nous assurer un développement durable. Pendant trop longtemps nous avons agi comme si le besoin de répondre à une demande toujours croissante de ressources énergétiques nous autorisait à faire fi de notre environnement. Mais, comme le Premier ministre Mulroney le souligne clairement dans la citation reproduite au début du présent rapport, le Canada est désormais fermement résolu à inverser ce mouvement.

Il suffit de considérer l'économie mondiale pour constater qu'un approvisionnement sûr d'énergie à un prix raisonnable est la clé de la prospérité et d'un niveau de vie convenable. En même temps, toutefois, il devient de plus en plus évident que la vie elle-même dépend de la salubrité actuelle et future de l'environnement.

Dès le début, le Canada a fermement appuyé les travaux de la Commission mondiale sur l'environnement et le développement. Dans son rapport aux Nations Unies, en 1987, celle-ci a été la première à formuler le principe du développement durable. Ce principe met l'accent sur le besoin de conserver les ressources et va être

déterminant pour le développement et l'exploitation de l'énergie à l'avenir.

La notion du développement durable découle logiquement de l'expérience canadienne des dix dernières années. Au cours de cette période, en effet, la qualité de l'environnement est devenue un aspect essentiel de l'évaluation de nos politiques et de nos programmes énergétiques.

Or, la recherche et le développement dans ce domaine sont indispensables pour nous permettre d'optimiser l'exploitation de nos réserves d'énergie et, en même temps, de prévoir et de prévenir les problèmes environnementaux. Au cours des dix dernières années, Environnement Canada et Énergie, Mines et Ressources Canada ont donc étudié le lien entre l'environnement et l'énergie de concert avec d'autres ministères et organismes fédéraux, avec des universités et avec le secteur privé, dans le cadre du Programme de recherche et de développement énergétiques. Ces travaux forment la substance du présent rapport.

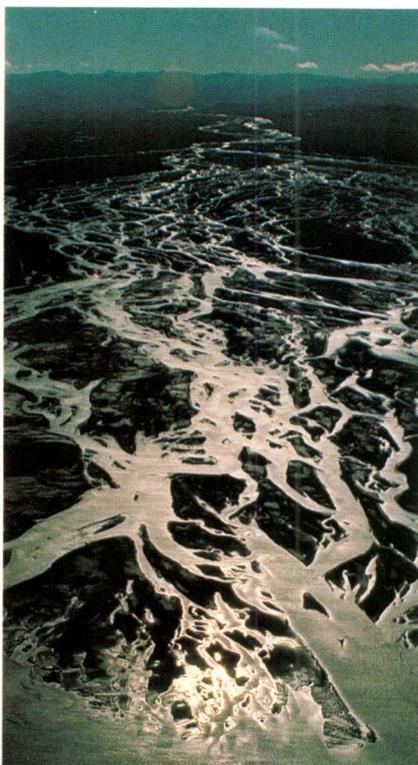
La recherche nous aide à comprendre les incidences de la production d'énergie sur le milieu et les moyens de réduire la pollution et de limiter les dégâts causés à l'environnement. Grâce au Programme de recherche et de développement énergétiques, Environnement Canada aide

d'autres ministères et des entreprises du secteur privé à mettre au point de nouveaux procédés de production d'énergie respectueux de l'environnement, de meilleures méthodes de lutte contre la pollution de l'air et de l'eau et de nouvelles techniques de gestion des déchets. Il les aide aussi à mieux comprendre les systèmes climatiques continentaux et océaniques. Une partie du budget affecté à ce programme sert par ailleurs à stimuler la recherche sur des questions précises liées à l'énergie, aux procédés de production dits écologiques et à l'amélioration des règlements applicables à ce secteur. Ces initiatives traduisent l'engagement du gouvernement canadien en faveur du développement durable dans le domaine de l'énergie, comme dans les autres sphères d'activité de notre pays.

Les pages qui suivent vous donneront, je l'espère, un aperçu clair des objectifs et résultats de travaux de recherche et de développement axés sur la satisfaction de nos besoins en énergie dans un monde où l'environnement sera pleinement sauvegardé.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Lucien Bouchard'.

Lucien Bouchard  
Ministre de l'Environnement



**Le delta du Mackenzie – un fragile écosystème.**

**Un chevalet de pompage du brut lourd.**

**Les bassins de décantation des sables bitumineux et l'usine Syncrude.**

## LE BASSIN PÉTROLIFÈRE DE L'OUEST CANADIEN

Les ressources énergétiques dont dispose le Canada sont des plus variées. D'un océan à l'autre, ses grands cours d'eau ont été aménagés pour produire de l'énergie hydroélectrique, tandis que l'Est et l'Ouest du pays exploitent d'importantes réserves de gaz naturel, de pétrole et de charbon. Ses forêts produisent du combustible ligneux, et l'ensoleillement est suffisant pour la production d'énergie solaire. Toutes ces ressources sont exploitées et fournissent une énergie peu coûteuse pour les besoins domiciliaires et industriels. Au Canada, les principales réserves exploitables de pétrole et de gaz naturel se trouvent dans le bassin de l'Ouest, qui s'étend du nord-est de la Colombie-Britannique au sud-ouest du Manitoba. Dans le cadre du GRDE, Environnement Canada a mis sur pied des programmes de recherche portant sur toutes les répercussions que l'exploration, l'exploitation et l'extraction de ces gisements pourraient avoir sur l'environnement. Les déchets du forage et des usines d'épuration du gaz, les torchères et les résidus de valorisation retiennent son attention. Ces recherches ont été entreprises pour améliorer la gestion des énergies classiques, le pétrole et le gaz, et renforcer la compétence des organismes publics en matière de réglementation et de protection de l'environnement.

Les sables bitumineux et les gisements de brut lourd de l'Alberta et de la Saskatchewan, qui constituent l'une de nos plus importantes ressources énergétiques, sont à peine exploités.

En raison des coûts et des difficultés techniques que pose la récupération du pétrole, et des conditions climatiques rigoureuses qui gênent les travaux, seuls quelques-uns de ces gisements sont exploités. L'extraction des sables bitumineux se fait par deux méthodes. Pour les sables bitumineux à la surface du sol, l'extraction se fait à ciel ouvert. Pour les sables bitumineux gisant en profondeur et pour le brut lourd, la méthode actuellement utilisée consiste à injecter de la vapeur dans le sol pour fluidifier le pétrole, à le pomper en surface et ensuite à le séparer de l'eau qu'il contient. Toutefois, ces deux méthodes ont d'importantes répercussions sur l'environnement.

L'extraction du pétrole des sables bitumineux des gisements Syncrude et Suncor s'accomplit par le procédé Clark à l'eau chaude. Cette technique nécessite des bassins de décantation qui retiennent d'énormes quantités d'eau polluée (à titre d'exemple, le bassin de décantation de Syncrude couvre 22 kilomètres carrés), et elle produit des terrils sableux dont il est difficile de reconstituer la couverture végétale dans un climat subarctique. Le projet OSLO d'extraction de pétrole des sables bitumineux, qui vient d'être récemment approuvé, utilisera le même procédé.

L'extraction des hydrocarbures des sables bitumineux produit d'énormes quantités d'eau polluée par des résidus chimiques et pétroliers. Ces eaux, si elles ne sont pas traitées, endommageront le fragile écosystème du Nord, le réseau hydrographique de l'Athabasca et les nappes phréatiques des environs. La combustion de brut à forte teneur en soufre au cours du pro-





cessus d'extraction est, dans une certaine mesure, responsable de la pollution atmosphérique aux alentours. Cette pollution empire l'hiver, lorsque l'absence de vent cause une inversion thermique des couches d'air, plaquant l'air pollué près du sol. Beaucoup de ces questions ont été abordées par le GRDE. Il a axé les recherches sur la répartition des polluants les plus nocifs (notamment les phénols) dans les gisements pétrolifères, sur la réduction des risques qu'ils peuvent présenter pour l'environnement et sur l'amélioration du traitement des eaux d'extraction.

### LE TRAITEMENT DES EAUX D'EXTRACTION DU PÉTROLE AU GISEMENT DE LINDBERGH

On a entrepris d'importants travaux de recherche pour trouver une méthode fiable et économique de recyclage ou d'élimination des eaux employées pour l'extraction du brut lourd. Les eaux ainsi utilisées contiennent de fortes teneurs en produits chimiques, qui les rendent inutilisables. Pour pouvoir s'en servir de nouveau, il faut les traiter ou les diluer. À l'heure actuelle, il n'existe aucune méthode prouvée pour débarrasser l'eau des produits chimiques; cependant, Abbas Zaidi, du Centre technique des eaux usées de Burlington, en Ontario, de concert avec l'Alberta Oil Sands Technology Research Authority (AOSTRA) et plusieurs sociétés pétrolières, a examiné certains procédés d'élimination, comme l'évaporation de vapeur sous pression et l'électrodialyse. Des essais pilotes sont actuellement en cours à la Dearborn Chemical Co. Ltd., au gisement d'Amoco Canada à Lindbergh, en Alberta, et au Centre technique des eaux usées d'Environnement Canada.

Le coût de ces travaux, comme pour la plupart des recherches financées par le GRDE, se répartit comme suit : l'AOSTRA en assume 50 p. 100, Environnement Canada, 26 p. 100, et les sociétés pétrolières participantes (Amoco Canada, Murphy Oil, Pan Canadian et Westmin Resources) se partagent la dernière tranche de 24 p. 100.

### L'ÉLIMINATION DANS LE SOL DES RÉSIDUS D'EXTRACTION DU BRUT LOURD

Dans l'Ouest canadien, l'extraction du brut lourd produit de fortes quantités de résidus huileux qui doivent être éliminés par des moyens acceptables, du point de vue tant économique qu'environnemental. Ainsi, on produit chaque année, en Alberta seulement, plus de 100 000 mètres cubes de résidus et de boues huileuses. À l'Université de Calgary, le Centre Kananskis de recherches environnementales a étudié cette question. Ces travaux sont financés conjointement par Environnement Canada et par l'Association pétrolière canadienne.

On s'intéressera spécialement à l'altération des hydrocarbures et à ses effets sur l'environnement, ainsi qu'à la remise en culture des bassins de décantation des résidus. La contamination des nappes phréatiques est aussi abordée. Les résultats des recherches permettront d'élaborer les règles d'élimination dans le sol des résidus de l'extraction du pétrole. C'est Rick Scroggins, d'Environnement Canada, qui coordonne les travaux.



Terri Bulman d'Environnement Canada étudie l'élimination des boues huileuses.



**L'équipage détache la glace qui recouvre un bateau au cours d'une tempête.**

**L'exploitation pétrolière : la mer de Beaufort.**

## **LA CONCEPTION SÛRE DES INSTALLATIONS GAZIÈRES ET PÉTROLIÈRES EN MER**

La conception sûre des installations pétrolières dans les eaux canadiennes préoccupe l'industrie, les organismes de l'État et le public. Après le naufrage de l'Ocean Ranger, au cours duquel 84 personnes ont perdu la vie durant une tempête, voilà que la plate-forme de forage Rowan Gorilla a récemment chaviré, alors qu'on la remorquait au large de la côte est du Canada. Heureusement, l'équipage est sorti indemne de cet accident, surtout grâce à la réglementation canadienne sur la conception sûre de ces ouvrages, réglementation appliquée par l'Administration du pétrole et du gaz des terres du Canada (APGTC).

La sécurité de la prospection pétrolière en mer repose sur deux facteurs d'importance capitale : la conception technique des plates-formes et des bateaux de service, de même que la connaissance de la violence des tempêtes océaniques. Environnement Canada, dans le cadre du programme du GRDE, effectue des recherches en vue d'améliorer les normes de sécurité et de mieux prévoir l'intensité, le parcours et le moment des tempêtes en haute mer.

La sécurité de la conception d'ouvrages maritimes exige une connaissance approfondie des différentes forces susceptibles d'agir sur eux. Il faut tenir compte non seulement des vagues énormes produites par les tempêtes hivernales, mais aussi du vent, des glaces, des icebergs, de la glace accumulée sur les installations et les bateaux, de la pression de l'eau à grande profondeur et des courants sous-marins agissant sur les pipelines et les ouvrages immergés. La conception des installations doit également prendre en compte les interactions complexes entre ces forces.

Les recherches en ce domaine visent à améliorer les connaissances que nous possédons sur les forces intervenant dans le milieu naturel. Elles sont dirigées par le Service de l'environnement atmosphérique (SEA) d'Environnement Canada, établi à Downsview en Ontario, et par l'Institut national de recherches sur les eaux, situé au Centre canadien des eaux intérieures, à Burlington, en Ontario. Diverses entreprises privées, notamment la Seaconsult Ltd. de Saint John's à Terre-Neuve, et la Maclaren Plansearch Ltd. de Halifax en Nouvelle-Écosse, se sont associées à ces recherches.

## LES PRÉVISIONS A POSTERIORI DES VENTS ET DE LA HOULE DANS LA MER DE BEAUFORT

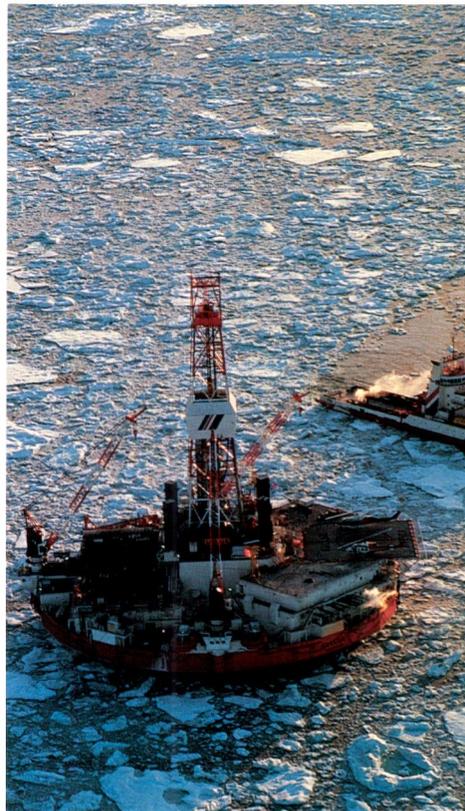
Les vagues, en l'absence de glace, demeurent la principale force agissant sur les ouvrages maritimes. Il faut également étudier les courants marins dus au vent et les marées de tempête, particulièrement dans la mer de Beaufort. C'est pourquoi il est indispensable de connaître exactement le régime des vents et celui de la houle pour la conception des ouvrages.

L'an dernier, on a fait une « prévision a posteriori » grâce aux données recueillies sur 20 tempêtes estivales et 14 tempêtes hivernales dans la mer de Beaufort qui avaient provoqué de fortes houles. Ces données sur le champ éolien sont utilisées dans le cadre d'un programme auquel Pêches et Océans participe, en vue d'élaborer des modèles de la houle, des courants, des marées anormales et du mouvement des glaces dans ce secteur.

On a pris des dispositions pour établir des prévisions a posteriori sur les vents et la grosse houle dans les grands bancs de Terre-Neuve, la plate-forme continentale de la Nouvelle-Écosse et le banc de Georges. Cette initiative s'inscrit dans un projet d'ensemble pour l'élucidation des régimes normaux et extrêmes des vents et de la houle dans les eaux des littoraux est et ouest, conformément aux recommandations de la Commission royale sur le naufrage de l'Ocean Ranger. De nombreux autres organismes participent à cette entreprise, y compris l'industrie des hydrocarbures et les ministères fédéraux suivants : Pêches et Océans, Défense nationale, Transports Canada, Énergie, Mines et Ressources Canada.

Ces travaux favorisent la mise en valeur des ressources énergétiques sous-marines de façon sûre, économique et respectueuse de l'environnement.

L'étude du processus de formation des vagues et de leur puissance exige beaucoup de ressources et d'ingéniosité. Les renseignements essentiels sur les conditions extrêmes sont très difficiles à recueillir. Sous la direction de Mark Donelan, des scientifiques de l'Institut national de recherche sur les eaux d'Environnement Canada utilisent une plate-forme maritime pour recueillir des données sur le milieu physique et les transmettre au laboratoire situé sur la côte. L'étude des interactions entre le déferlement des vagues et la turbulence en eaux profondes a débouché sur une meilleure compréhension de la production de la houle et des courants marins par les vents, une meilleure conception technique des ouvrages en mer, le calcul précis de la dispersion des polluants rejetés dans les océans et une connaissance approfondie des échanges d'énergie mécanique, de chaleur et de polluants gazeux entre l'atmosphère et l'océan.



## L'ACCUMULATION DE GLACE SUR LES OUVRAGES MARITIMES

Dans des conditions climatiques rigoureuses, l'accumulation de glace causée par les embruns peut faire chavirer un bateau et, conjuguée avec la force des vents et de la houle, déséquilibrer une plate-forme flottante. La glace peut immobiliser l'équipement de sauvetage, entraver les communications et rendre les conditions de travail très dangereuses. Il est donc important d'évaluer le risque de formation de glace sur les bateaux et les ouvrages maritimes. Les conditions très pénibles du recueil des données rendent la recherche difficile. Ross Brown, du Centre climatologique canadien de Downsview, dirige l'étude du problème en laboratoire, en mer et par modélisation. En collaboration avec le Laboratoire norvégien d'hydrotechnique, on mesure en continu l'accumulation de glace sur les plates-formes et les bateaux. Le modèle élaboré permettra de mieux concevoir les ouvrages maritimes et les navires.

Ross Brown étudie un modèle d'accumulation de glace.



**Le déferlement de la houle au Cap  
St.-George à Terre-Neuve.**

**Des nids de fous de Bassan, au bord de  
la mer.**

## **L'EXPLOITATION SÛRE DES GISEMENTS GAZIERS ET PÉTROLIFÈRES SOUS-MARINS**

Tout comme la conception des ouvrages maritimes, l'exploitation sûre des hydrocarbures sous-marins est d'un intérêt capital pour tous les Canadiens. Bien que cette sécurité incombe aux sociétés pétrolières, les travaux sont surveillés par l'APGTC et par les conseils régionaux de gestion du pétrole sous-marin, tel le Canada-Newfoundland Offshore Petroleum Board. L'APGTC a recours aux scientifiques d'Environnement Canada et de Pêches et Océans pour obtenir des données détaillées sur les dures conditions climatiques (courants, vents, glaces et houle) à affronter au cours de la prospection et de l'exploitation de ces ressources.

D'autres travaux de recherche en cours visent à évaluer les répercussions de la prospection et de l'exploitation des gisements pétrolifères sur

l'environnement. On étudie ainsi les boues de forage, les gravats laissés sur place, la détection aérienne des épanchements d'hydrocarbures et l'efficacité des agents de dispersion utilisés en cas de déversement. Ces études ont permis à l'APGTC de réglementer les épanchements d'hydrocarbures provenant des installations pétrolières et gazières et d'étudier en particulier l'incidence des déversements sur la faune et la flore marines ainsi que sur le littoral. On évalue, par exemple, la contamination éventuelle des espèces commerciales de poissons et de crustacés par le rejet de condensats. Le Service canadien de la faune analyse les effets de l'engluage des oiseaux de mer par les hydrocarbures, les dommages causés à long terme aux oiseaux par de petites quantités de pétrole et ses effets particulièrement nocifs dans le climat rigoureux de l'Arctique.





## L'ÉTUDE DES TEMPÊTES OCÉANIQUES

On a mis sur pied le Programme canadien d'étude des tempêtes dans l'Atlantique (CASP), en partie financé par le GRDE, pour mieux comprendre les tempêtes océaniques. Les recherches ont porté sur l'état de l'océan et les conditions atmosphériques au-dessus de la plate-forme continentale de la Nouvelle-Écosse et dans la région canadienne de l'Atlantique, au cours de 16 tempêtes hivernales survenues en 1985 et en 1986 sur la côte est. Ces travaux ont été effectués parallèlement à l'étude GALE, réalisée à grande échelle par des Américains, au sujet des tempêtes du littoral atlantique. Le programme CASP, réalisé en commun par Pêches et Océans et Environnement Canada, réunissait des scientifiques du Conseil national de recherches du Canada, de la Défense nationale et d'organismes des États-Unis. Le travail d'Environnement Canada était dirigé par Ron Stewart et George Isaacs du SEA. Des représentants de l'Université McGill et des employés des stations météorologiques y participaient

également. De nombreux habitants des Maritimes ont relevé des données particulières tout au cours de l'étude. Le coût total du projet CASP et GALE a atteint 22,5 millions de dollars, dont 4,5 millions ont été fournis par le gouvernement canadien. La marine américaine et d'autres organismes scientifiques des États-Unis ont acquitté le reste des coûts.

Ce programme a permis de recueillir, pendant deux mois, un nombre sans précédent de données au moyen de toute une panoplie d'instruments de mesure des courants, des vents et de la houle, d'appareils météorologiques au sol et par l'observation de la houle en avion et par les radars côtiers. Les données complètes ainsi obtenues sont uniques et nous permettent de comprendre et de prédire les tempêtes de la région, de concevoir des ouvrages pouvant résister à ce milieu océanique et d'élaborer des directives pour la protection des gens et de l'environnement.

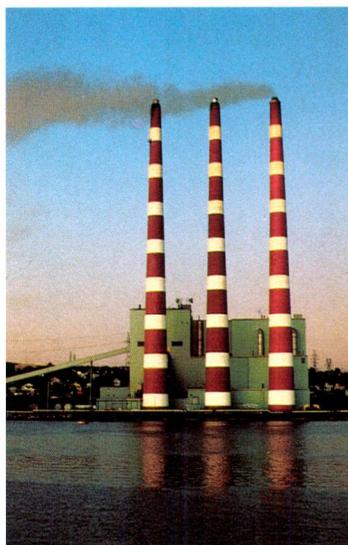
## LA TÉLÉDÉTECTION DES DÉVERSEMENTS D'HYDROCARBURES

Des déversements de pétrole surviendront inévitablement, et la gestion efficace de ce genre d'incidents nécessite un signalement immédiat et une surveillance constante. Depuis 1984, Environnement Canada, grâce au financement du GRDE et de concert avec l'industrie pétrolière, évalue les appareils de télédétection des déversements maritimes de pétrole. Cette initiative visait à mettre au point un dispositif de surveillance et d'avertissement de tout déversement accidentel ou intentionnel d'hydrocarbures en mer. On peut installer ce dispositif sur les plates-formes de forage ou d'exploitation, afin de signaler tout déversement. C'est le détecteur à infrarouge des nappes de pétrole, fabriqué par la société américaine Wright and Wright Inc., qui a été choisi. On lui apporte des modifications pour améliorer sa sensibilité par très forte houle.



Des appareils aéroportés surveillent les conditions atmosphériques.

Roger Percy et Sue Day surveillent les épanchements de pétrole.



Une centrale thermique au charbon, en N.-É.

## LE CHARBON

Notre société dépend de l'électricité : celle-ci alimente en énergie nos usines, nos foyers, nos hôpitaux et nos aéroports. Nos besoins sont couverts en grande partie par les barrages hydroélectriques et les centrales nucléaires. Mais comme le potentiel hydroélectrique sauvage diminue et le coût des centrales nucléaires s'accroît, il nous faut construire de plus en plus de centrales thermiques. Toutefois, la combustion du charbon dans les centrales et l'exploitation des gisements de charbon ont des répercussions sur l'environnement, tout comme les barrages et les centrales nucléaires.

Environnement Canada, grâce au financement du GRDE, étudie les principales incidences environnementales des centrales alimentées au charbon. Les polluants les plus dommageables rejetés par ces centrales sont des gaz acides qui, répandus dans l'atmosphère, sont dissous par les gouttelettes de pluie retournant au sol (les pluies acides). La neutralisation de ces gaz acides produit souvent d'énormes quantités de sous-produits solides qui, à leur tour, constituent des risques pour l'environnement. Les dépotoirs où

l'on accumule ces sous-produits peuvent dégager des poussières irritantes, polluer l'eau et produire des réactions chimiques ou subir des transformations physiques : ainsi les matériaux deviennent inutilisables. De plus, les déchets et les opérations d'extraction, de traitement, de séchage, de stockage et de transport du charbon peuvent avoir des effets nocifs sur l'eau, l'air et le sol.

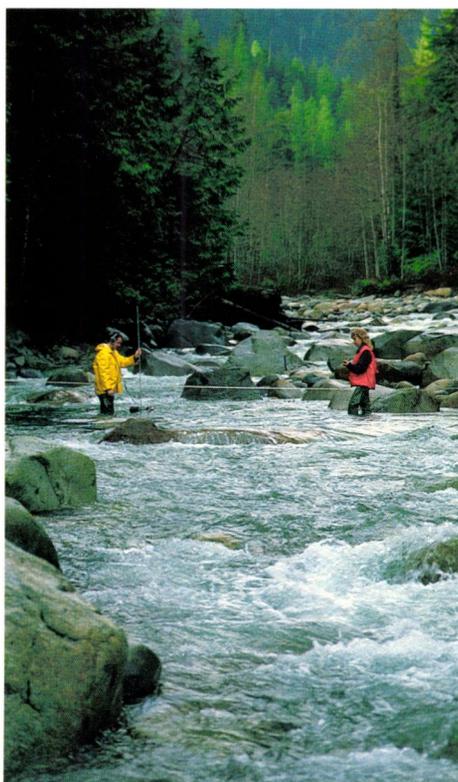
Le rôle d'Environnement Canada consiste à mener et à soutenir les travaux de recherche et de développement visant à améliorer les normes de protection de l'environnement, en vertu de la *Loi canadienne sur la protection de l'environnement* (LCPE), et à élaborer de nouvelles techniques de prévention et de réduction de la pollution. De concert avec Énergie, Mines et Ressources Canada et les compagnies d'énergie électrique, le Ministère entreprend des recherches sur les procédés permettant de réduire les déchets ou d'accroître leur stabilité, diminuant ainsi les dangers de pollution des nappes phréatiques et des eaux de ruissellement. Les recherches portent également sur la possibilité de produire des déchets recyclables.

## LA RÉDUCTION DE LA POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE

Une méthode assez nouvelle de réduction des émissions de dioxyde de soufre dans l'air repose sur la pulvérisation d'un agent de sorption, tel que la chaux ou le calcaire, dans les foyers alimentés au charbon. L'agent de sorption se combine au dioxyde de soufre et forme des sous-produits sulfureux solides qu'on peut séparer des gaz brûlés et des cendres. Quoique cette technique de fixation du dioxyde de soufre soit moins coûteuse que les autres, son efficacité laisse à désirer. Plusieurs organismes, dont l'Ontario Hydro, la Saskatchewan Power, Environnement Canada, Énergie, Mines et Ressources Canada et l'Association canadienne de l'électricité, collaborent à un programme de recherches, de mise au point et de démonstration des techniques de pulvérisation des agents de sorption. Des résultats récents montrent que la pulvérisation d'un tel agent peut éliminer jusqu'à 80 p. 100 du dioxyde de soufre produit, une nette amélioration par rapport aux résultats antérieurs. Grâce à une modification apportée à cette technique qui ouvre de nouvelles perspectives, il est possible d'éliminer jusqu'à 90 p. 100 des oxydes d'azote, permettant au Canada de remplir ses obligations internationales en matière de réduction de la pollution par ces substances.

Parmi les autres méthodes d'élimination du dioxyde de soufre des gaz brûlés, citons la désulfuration. Cette technique consiste à faire barboter les gaz brûlés dans une solution d'agent de sorption. Celui-ci réagit avec le dioxyde de

soufre et forme des précipités séparables de la solution de barbotage. Une autre technique, la combustion en lit fluidisé, consiste à brûler le charbon sur un lit de calcaire. Celui-ci, réagissant avec le dioxyde de soufre, forme des sous-produits qu'on retire avec les cendres. Les études sur l'utilisation des sous-produits de ces deux réactions sont dirigées par Geoff Ross, d'Environnement Canada, et sont réalisées par des entreprises privées, la Dearborn Chemical Co. Ltd. et Canviro Consultants, toutes deux de Mississauga en Ontario, de concert avec Énergie, Mines et Ressources Canada, l'Association canadienne de l'électricité, la Commission d'énergie électrique du Nouveau-Brunswick et la Nova Scotia Power Corporation. Une démonstration des méthodes d'enfouissement des cendres de combustion en lit fluidisé, sans incidences environnementales, est en cours à la centrale thermique à combustion du charbon en lit fluidisé de Chatham, au Nouveau-Brunswick, qui a été financée par Énergie, Mines et Ressources Canada, et dont l'exploitation est assurée par la Commission d'énergie électrique du Nouveau-Brunswick. Cette méthode permet de réduire les poussières et le volume des cendres. Celles-ci sont physiquement stables et résistent à la pénétration de l'eau.



## L'EXPLOITATION DES GISEMENTS DE CHARBON

On s'efforce actuellement de mettre au point un procédé d'élimination des polluants des eaux d'exhaure et de lavage du charbon. Ces eaux peuvent contenir différents polluants, tels que de faibles teneurs en composés azotés provenant du dynamitage, qui peuvent détériorer fortement les eaux courantes. L'élimination de ces composés par l'équipement classique de dépollution est difficile et coûteuse. On met actuellement à l'essai un procédé naturel d'extraction de l'azote des eaux résiduaires par des plantes qu'on y fait croître. Ces travaux, dirigés par Bill Blakeman et Bryan Kelso, d'Environnement Canada, sont réalisés par deux sociétés de Vancouver (Norecol Environmental Consultants et Ross Consultants) et par des sociétés houillères, dont la Quinsam Coal Ltd., de Campbell River en Colombie-Britannique.

Geoff Ross (gauche), Ray Kissel, de la firme Dearborn Chemical Ltd.

La surveillance des effets d'extraction du charbon.

## LE DÉVELOPPEMENT DURABLE DES SOURCES D'ÉNERGIE

Pendant la majeure partie du XX<sup>e</sup> siècle, le Canada a largement fondé le développement de son économie sur l'exploitation de ses ressources en combustibles fossiles épuisables. Au cours des dernières années, les répercussions de cette utilisation sur l'environnement ont progressivement débordé les prévisions initiales, nécessitant qu'on s'en occupe sérieusement. Le taux de rejet de produits chimiques par les centrales et les moteurs dépasse apparemment le pouvoir

absorbant de l'atmosphère, ce qui risque d'avoir une incidence considérable sur l'environnement et sur l'économie du monde entier.

Bien que certaines sources visibles de pollution (rejets d'effluents liquides dans les cours d'eau, fumée épaisse crachée par les cheminées) soient assez faciles à analyser et à enrayer, de nombreux polluants gazeux sont insidieux et peu apparents, donc potentiellement plus dommageables. À l'heure actuelle, la population est très préoccupée par trois questions connexes : l'accumulation dans l'atmosphère de gaz carbonique risquant de provoquer un effet de serre, les pluies acides et l'amincissement de la couche

d'ozone dans la haute atmosphère. Quand, dans un lac, les poissons meurent à cause des pluies acides, le simple citoyen ne peut que constater le résultat, sans le relier à la cause. Si les périodes de sécheresse s'aggravent dans les Prairies, en raison d'un réchauffement progressif du climat provoqué par l'accumulation de gaz carbonique dans l'atmosphère, là encore, les fermiers ne peuvent que constater le résultat. Parmi leurs principales fonctions, les scientifiques de l'État doivent s'efforcer d'étudier et de comprendre la cause des changements majeurs que subit l'environnement mondial, de mettre au point des solutions de même que de conseiller et d'informer les décideurs et le grand public.

Il est difficile de déterminer la cause de ces divers phénomènes et de mettre en œuvre les mesures nécessaires. L'étude des changements climatiques nécessite, d'une part, l'utilisation d'appareils très perfectionnés pour mesurer le cheminement du gaz carbonique dans l'atmosphère, les forêts et les océans et, d'autre part, l'élaboration de modèles informatiques pour en saisir l'incidence sur le climat. Seul un contrôle serré permettra de savoir s'il y a véritablement augmentation de ce gaz dans l'atmosphère et s'il est responsable d'un réchauffement progressif par l'effet de serre. On effectuera ensuite l'évaluation des répercussions à long terme.

Au nombre des sources invisibles de pollution de l'air figurent les oxydes de soufre et d'azote. Ces gaz sont engendrés par certains processus lors de l'extraction du cuivre, de la combustion du charbon dans les centrales thermiques et de la consommation de carburant par les véhicules de transport. Une fois rejetés dans l'atmosphère, ces gaz produisent des pluies acides qui sont très dommageables pour la faune et la flore. Bien que les effets à long terme de ces gaz n'aient pas encore été déterminés, les connaissances à leur propos progressent chaque année.

L'amincissement de la couche d'ozone dans la haute atmosphère apparaît comme un problème très complexe. Cette couche agit comme un filtre qui bloque le passage du rayonnement cancérigène issu du soleil. Beaucoup se refusent à croire que l'utilisation des combustibles fossiles, des aérosols ménagers et des tasses en mousse de plastique entraîne une destruction de la couche d'ozone. Cette découverte est issue du travail de scientifiques consciencieux, comme Wayne Evans d'Environnement Canada.





## LE COORDONNATEUR DE L'INFORMATION SUR LE CO<sub>2</sub>

Environnement Canada, grâce aux fonds du GRDE, a nommé un coordonnateur central, Henry Hengeveld, du Bureau du programme climatologique du SEA, à Downsview, en Ontario. Il devra s'attaquer au problème du gaz carbonique dans l'atmosphère et servir de personne-ressource à propos des résultats des recherches effectuées tant au Canada qu'ailleurs dans le monde sur l'effet de serre et l'évolution du climat. Ainsi, les Canadiens intéressés pourront-ils s'informer des faits et de leurs conséquences. La compilation et la diffusion de ces renseignements auprès des autres scientifiques et du public sont de la plus haute importance en raison de l'évolution rapide de la science, du volume des données à consulter et des progrès constants de la technologie.

En juin 1988, les autorités canadiennes, pour assurer une coordination globale de ces travaux, ont convoqué une conférence internationale à Toronto grâce à une subvention d'Environnement Canada et d'autres ministères. Cette conférence, intitulée « L'atmosphère en évolution : implications pour la sécurité du globe », s'est déroulée en présence du Premier ministre du Canada, Brian Mulroney, et de la première ministre de Norvège, M<sup>me</sup> Brundtland, qui a déjà été présidente de la Commission mondiale des Nations Unies sur l'environnement et le développement. Cette réunion était présidée par Stephen Lewis, qui alors était ambassadeur du Canada aux Nations Unies.

## LA MESURE DU CHEMINEMENT DES GAZ POLLUANTS

Les recherches entreprises avec l'aide du GRDE portent sur des méthodes de mesure des teneurs atmosphériques en polluants, et sur leur cheminement. On sait que le gaz carbonique, l'hémioxyde d'azote, le méthane et les chlorofluorocarbones s'accumulent dans l'atmosphère et risquent d'y provoquer un effet de serre alarmant. Ces gaz laissent passer le rayonnement solaire de courte longueur d'onde, mais peuvent absorber et réémettre un rayonnement de grande longueur d'onde. Ils peuvent donc influencer le climat de la planète. Bien qu'on sache depuis longtemps que le gaz carbonique en est responsable, l'influence conjuguée des autres gaz constitue un facteur presque aussi important de changement climatique. Il nous faudra plus de travaux de recherche pour connaître tous les effets de l'augmentation des teneurs de ces gaz dans l'atmosphère.



Henry Hengeveld, à la Conférence sur l'atmosphère en évolution.

La sécheresse – le changement climatique dans les prairies.



La collecte d'énergie par les panneaux solaires.

## L'ÉNERGIE RENOUEVABLE D'ORIGINE SOLAIRE

Nos ressources en combustibles fossiles sont épuisables, mais elles sont techniquement faciles d'accès, à des coûts relativement bas. De leur côté, les énergies renouvelables sont, par leur nature même, inépuisables, mais leur exploitation pose quelques difficultés d'ordre technique et financier. Des chercheurs du monde entier s'emploient à trouver les moyens d'en réduire les coûts pour accroître leur utilisation, surtout en matière d'énergie éolienne et d'énergie solaire.

À première vue, l'énergie solaire ne semble pas un apport important à notre panoplie énergétique. Les panneaux solaires se voient rarement ailleurs que dans les installations de démonstration, quelques maisons, des usines et certains édifices publics. L'utilisation des convertisseurs photovoltaïques (qui transforment le rayonnement solaire en énergie électrique) est encore plus rare. Cependant, ces dispositifs jouent un rôle éminent dans les régions éloignées en fournissant l'énergie nécessaire aux bouées de la Garde côtière canadienne et aux relais hertziens. Le chauffage direct des locaux par ensoleillement contribue largement à nous tenir au chaud. Grâce à l'utilisation croissante de nouvelles techniques de construction élaborées ici, comme les maisons

R-2000 et la conception de fenêtres perfectionnées, nos maisons et nos immeubles commerciaux pourront être chauffés plus efficacement par l'énergie solaire. Il faut aussi souligner la grande quantité d'énergie thermique fournie par la combustion du bois. Dans les régions rurales et dans certains secteurs industriels, c'est encore l'une des principales sources d'énergie.

Contrairement aux autres sources d'énergie utilisées au Canada, les énergies renouvelables, et particulièrement l'énergie solaire, l'énergie éolienne et les petites installations hydro-électriques n'ont qu'une très faible incidence sur l'environnement. Le SEA, bénéficiant de l'aide financière du GRDE, s'est associé à des entreprises privées et à des universités pour compiler des banques de données détaillées sur le potentiel de l'énergie solaire dans toutes les régions du Canada. La conception architecturale des locaux pour leur chauffage direct par ensoleillement peut se fonder sur ces données, tout comme la conception et l'orientation des dispositifs de captage de l'énergie solaire.

Les recherches sur l'énergie solaire sont dirigées par Bob Morris, du SEA. Un atlas complet des ressources solaires canadiennes et une banque de données facile d'accès ont ainsi été compilés.

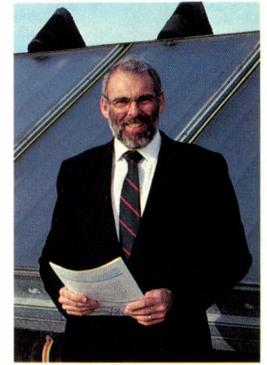
## L'ANALYSE DES DONNÉES SUR LE RAYONNEMENT SOLAIRE

On peut obtenir auprès du Centre national des archives climatologiques les relevés horaires sur le rayonnement solaire pour une cinquantaine d'endroits au Canada. La conception de dispositifs de captage de l'énergie solaire ne saurait se fonder sur ces seules données, lesquelles ont été recueillies à même des surfaces horizontales, sans distinction entre l'irradiation solaire directe et la lumière diffusée. Pour évaluer les avantages et la faisabilité des dispositifs de captage de l'énergie solaire et calculer les coûts de chauffage des édifices, il est préférable d'effectuer des relevés plus détaillés.

Dans cette optique, le SEA a élaboré un modèle informatique permettant de distinguer l'apport direct d'énergie et celui de la lumière

diffusée pour une surface donnée, celle des fenêtres et des murs par exemple. Le nombre de lieux au Canada pour lesquels ce genre de données existait était de 50 au début; il atteint 130 à l'heure actuelle.

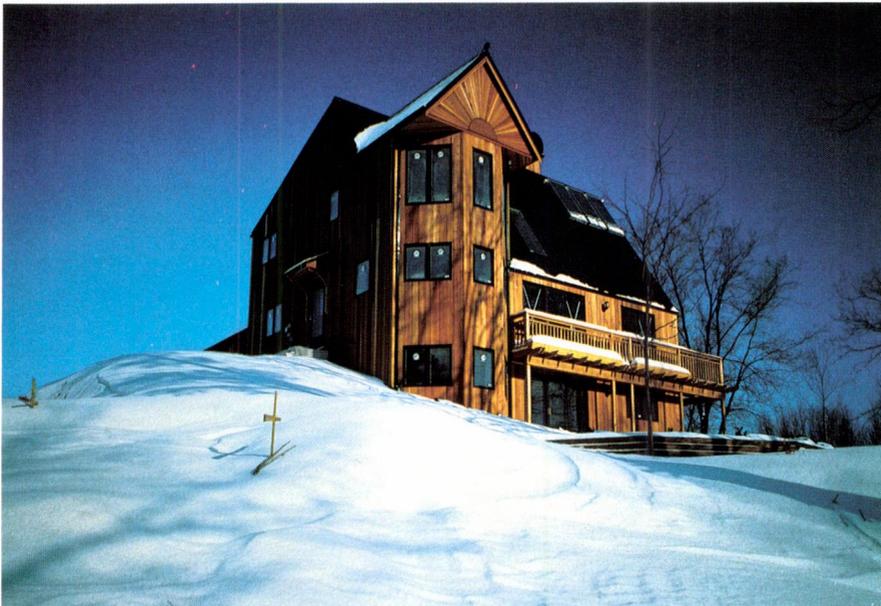
Environnement Canada publie, dans son *Analyse des données de rayonnement solaire au Canada*, des résumés statistiques et des cartes des moyennes mensuelles du rayonnement solaire, qui sont également offerts sur bande magnétique et sur disquette. Ces données ont été inscrites dans deux programmes informatiques couramment utilisés au Canada en matière d'énergie solaire et de maisons de type R-2000 : WATSUN et HOTCAN.



### LA MAISON DE TYPE R-2000

Les maisons à bon rendement énergétique (surtout la maison R-2000, très efficace sur ce plan) tirent le meilleur parti possible du chauffage par simple ensoleillement. Le financement accordé par le GRDE a permis au SEA de compiler une base de données pour appuyer de tels projets. Les maisons sont orientées de façon à tirer un parti maximal de l'ensoleillement. L'accroissement de la surface vitrée au sud, pour qu'elle atteigne de 8 à 10 p. 100 de la surface du plancher, permet de fournir 25 p. 100 du chauffage de la maison.

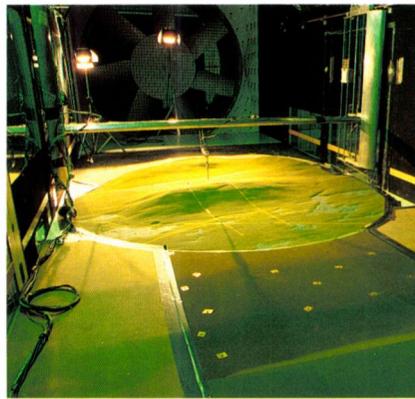
L'architecture solaire permet de diminuer la consommation d'énergie pour le chauffage et la climatisation, et de maintenir toute l'année une température agréable à l'intérieur.



Don McKay, chercheur en rayonnement solaire à Environnement Canada.

Maison à bon rendement énergétique.





## L'ÉNERGIE RENOUVELABLE D'ORIGINE ÉOLIENNE

Le vent pourrait constituer une importante source d'énergie dans les années à venir. Propre et presque inépuisable, l'énergie éolienne est coûteuse en raison de sa variabilité et de sa dispersion. Les spécialistes canadiens se sont surtout intéressés au rotor de Darrieus (aubage à axe vertical ressemblant à un batteur à œufs) imaginé par l'ingénieur français du même nom. Les travaux ont été entrepris par le Conseil national de recherches du Canada et ont porté sur la réduction du coût de l'énergie éolienne, afin que les aérogénérateurs puissent un jour rivaliser avec les autres sources d'énergie.

Il faut disposer de données détaillées sur le régime éolien local avant de choisir un site d'implantation et un type d'aérogénérateur particulier. Le SEA a dressé une carte de la vitesse moyenne annuelle des vents et une autre de la répartition de l'énergie éolienne moyenne disponible tout au long de l'année comme évaluation préliminaire du régime éolien au Canada. Les données ont été recueillies dans 140 sites éoliens au cours d'une période de dix années. Comme les données varient d'une année à l'autre, l'interprétation du régime des vents est difficile à réaliser. À certains endroits, on effectue encore des mesures sur la vitesse moyenne annuelle du vent, le niveau de turbulence, les roses des vents saisonnières et les variations quotidiennes.

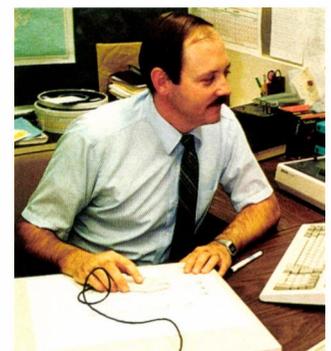
La construction d'un certain nombre d'éoliennes de démonstration de grande taille a été financée par l'État en divers endroits du pays, afin de stimuler le développement du secteur de l'énergie éolienne. Les deux principales éoliennes sont situées aux Îles-de-la-Madeleine et à Cap-Chat, au Québec.

## L'ÉTUDE INFORMATIQUE DE LA CIRCULATION EN ALTITUDE

Bien qu'il soit possible, à l'aide d'un atlas éolien du Canada, de déterminer quelles sont les régions les plus propices à l'installation d'une éolienne, l'atlas ne permet pas de choisir le site d'implantation lui-même. Le régime des vents mesuré dans une station météorologique normale (tel un aéroport) ne s'applique guère aux sites éoliens situés à quelque distance. Les traits locaux du relief modifient considérablement le potentiel éolien de chaque site. Malheureusement, il n'est pas possible d'effectuer une étude à long terme du régime éolien de tous les sites. C'est pourquoi le SEA, sous la direction de Hans Teunissen et de Peter Taylor, a lancé un programme important, financé par le GRDE, pour établir et élaborer le modèle informatique des effets du relief, telle l'altitude, sur le vent soufflant au-dessus. Ce modèle servira ensuite à calculer les effets du relief sur un site quelconque, sans qu'il soit nécessaire d'effectuer des mesures sur place. On a fait des mesures sur place, des essais en soufflerie et la modélisation de la circulation du vent au-dessus du relief, et on utilise couramment le résultat de ces travaux pour évaluer le potentiel des sites éoliens en certains lieux du globe.

## LE ROTOR DE DARRIEUS À CAP-CHAT

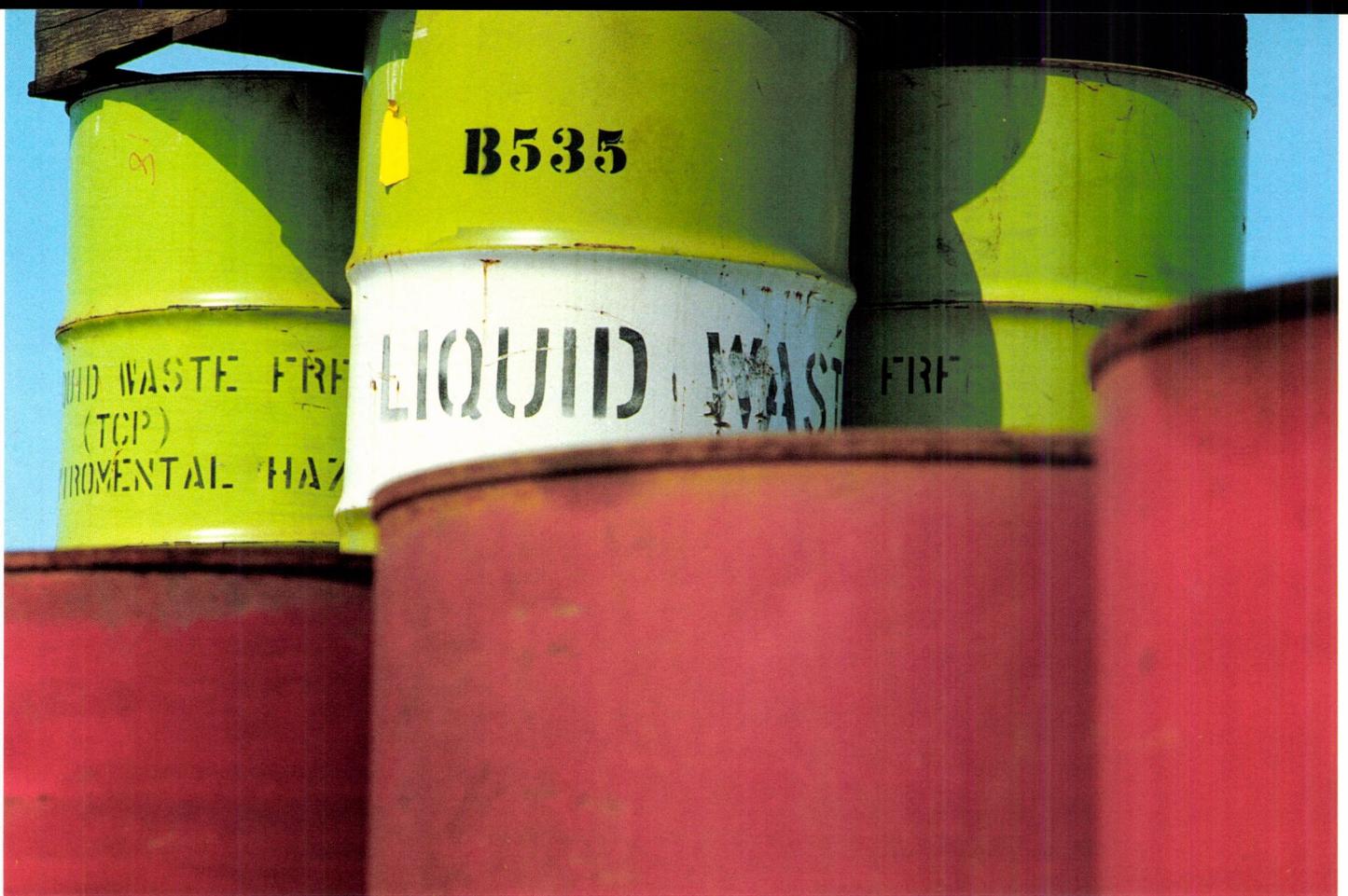
Le SEA, Hydro-Québec et le Conseil national de recherches du Canada ont effectué l'évaluation des ressources éoliennes en divers lieux avant de construire de nouvelles éoliennes de grande taille à des fins de démonstration. Des ingénieurs de Lavalin et l'expert-conseil J.R. Salmon ont pris part à ces travaux. Grâce à quatre tours d'observation éoliennes de 60 mètres, on mesure les forts vents de la vallée du Saint-Laurent et des Îles-de-la-Madeleine. En 1982, le Conseil national de recherches du Canada et l'Institut de recherche d'Hydro-Québec ont décidé de partager les frais d'installation du prototype, soit 35 millions de dollars. Le SEA et tout particulièrement Peter Taylor ont fourni des données éoliennes détaillées pour faciliter le choix du site éolien et la conception de l'aéromoteur.



L'installation d'un rotor Darrieus.

L'écoulement du vent sur relief.

Bob Morris, spécialiste éolien.



**La combustion de pneus déchiquetés comme source d'énergie à la cimenterie Lafarge Canada.**

## **LA DÉMONSTRATION DE TECHNIQUES DE CONSERVATION DES RESSOURCES ET DE L'ÉNERGIE**

Le gouvernement s'efforce d'aider la société à s'adapter aux changements. La technologie industrielle fournit de nouveaux produits et réduit le coût des articles de consommation courante. Malheureusement, il en a résulté un nombre croissant de polluants chimiques et de plus grandes quantités de déchets. Les dépotoirs de nombreuses collectivités se sont remplis, et de nouveaux sites sont difficiles à trouver. Trop peu d'entreprises s'intéressent à l'accumulation des polluants et des déchets qui résultent de leurs activités.

Le Programme de création et de démonstration de techniques de conservation des ressources et de l'énergie (DRECT) retient la conservation de l'énergie comme critère de sélection des projets, comme celui de récupération du méthane produit par le dépotoir de Kitchener. Le GRDE aide le DRECT à financer la recherche sur la récupération et le recyclage des déchets

industriels auparavant cause de pollution : chrome rejeté par l'usine Thermonic de Boucherville et azote émanant d'une usine d'engrais de Maitland, en Ontario.

L'utilisation des énormes quantités de pneus usés qui défigurent certaines municipalités est un autre exemple des avantages procurés par la recherche sur l'économie de l'énergie et le recyclage des ressources.

Combiner la conservation de l'énergie et le recyclage accroît au maximum les avantages qu'on peut tirer des recherches. L'utilisation de vieux pneus usés au lieu de pétrole comme combustible dans des usines en est un autre exemple. Les énormes quantités accumulées de vieux pneus d'automobile et de camion causent des problèmes considérables d'entreposage, d'esthétique et de sécurité aux autorités municipales. Le financement accordé par le GRDE a permis de concevoir un dispositif de combustion de ces pneus dans les fours à ciment et de réduire la consommation élevée de gaz naturel et de pétrole de ces fours. À l'usine de ciment Lafarge Canada, de Saint-Constant au Québec, on fait actuellement l'utilisation commerciale de ce procédé.

## LE RECYCLAGE, LA RÉCUPÉRATION ET LES ÉCONOMIES D'ÉNERGIE

Dans le cadre du DRECT, Environnement Canada favorise l'élaboration de nouvelles techniques pour résoudre les problèmes de pollution et de gestion des déchets. Ce programme, dirigé par George Hill et Adrian Ross, fournit un soutien financier à la mise au point de méthodes de recyclage non polluant des déchets, de séparation des polluants avant qu'ils soient dispersés dans l'environnement et de réduction de la consommation d'énergie par les procédés industriels.

Le DRECT offre, en outre, un soutien technique et une aide financière aux initiatives fructueuses que sont la Bourse canadienne des déchets, coordonnée maintenant par Ortech International, une entreprise à but non lucratif, et Épargne-papier, programme fédéral de récupération des papiers fins, régi par Approvisionnements et Services Canada et administré par Energy Pathways Incorporated.

Environnement Canada s'efforce d'utiliser l'argent des contribuables le plus efficacement possible. Plutôt que de financer les recherches au complet, le Ministère leur consacre de petits

montants pour favoriser l'intervention d'organismes provinciaux et d'entreprises privées. Ceux-ci ont ainsi affecté 22,6 millions de dollars à la réalisation de 39 projets auxquels le GRDE avait consacré 5,4 millions de dollars depuis 1978. La part des organismes provinciaux et municipaux s'élevait à 6,6 millions de dollars et celle du secteur privé atteignait 16 millions.

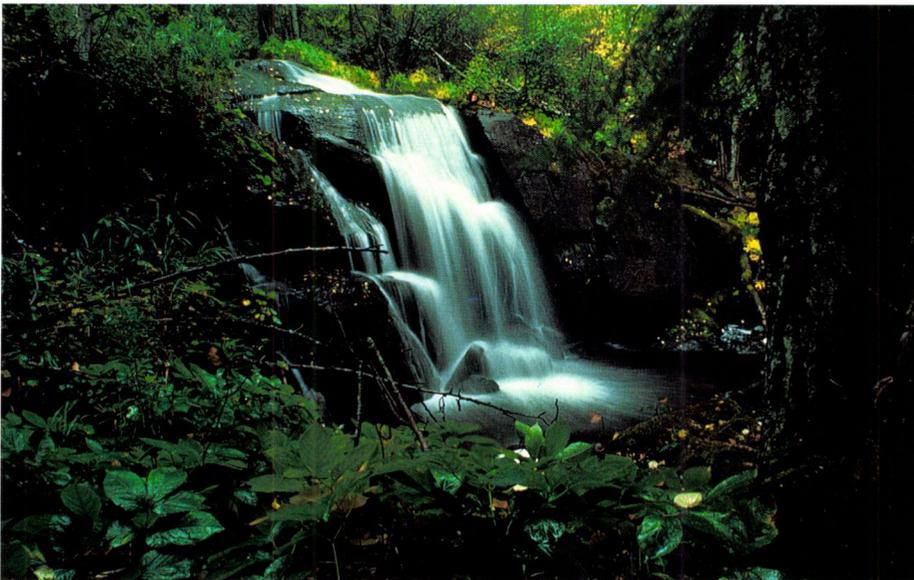
Le financement par le GRDE de travaux de R-D véritablement communs s'est révélé fort efficace. La vaste gamme des travaux de recherche a débouché sur des procédés inédits et rentables, permettant d'économiser l'énergie et d'assainir l'environnement. Les industriels s'efforcent d'élaborer des techniques commercialisables à partir des résultats des recherches. Voici une récapitulation des résultats obtenus grâce au programme, jusqu'en 1988 :

- on a économisé 60 millions de barils d'équivalent-pétrole;
- on a recyclé 50 millions de tonnes de déchets;
- on a créé plus de 2 000 emplois permanents;
- on a consacré plus de 200 millions de dollars à la réalisation de projets d'équipement;
- on a créé plus de 2 500 emplois dans l'industrie du bâtiment.



### LA FIRME ANACHEMIA MET AU POINT UNE NOUVELLE TECHNOLOGIE

La firme Anachemia Solvents Ltd., de Mississauga en Ontario, extrait des solvants à partir des résidus de fabrication de la peinture et d'autres produits de la chimie, et brûle les boues restantes pour produire de la vapeur. Les résidus, au contact de sable brûlant, dégagent des vapeurs de solvants qui sont ensuite récupérées par condensation. Les résidus et le sable sont finalement carbonisés, et le sable est ensuite réutilisé. Cette méthode nouvelle permettrait des économies annuelles de 100 000 barils d'équivalent-pétrole si elle était appliquée par tout le Canada.



Le recyclage de solvants résiduels.



La « boîte bleue » aide au recyclage et à la réduction du volume des ordures.

## L'ÉNERGIE TIRÉE DES ORDURES MÉNAGÈRES

Il suffit d'envisager le coût d'élimination des ordures ménagères au cours de ces dernières années pour se rendre compte qu'elles posent un problème important et coûteux d'utilisation des sols. Les droits d'utilisation d'une décharge, qui atteignaient naguère de 10 à 15 dollars la tonne, s'élevaient maintenant à plus de 50 dollars au Canada et même à 100 dollars dans certaines régions de l'Amérique du Nord. Récemment, la presse a relaté les pérégrinations d'une barge transportant des déchets dans l'Atlantique Ouest et la mer des Antilles, pendant des semaines, avant de retourner à son point de départ.

L'élimination des déchets solides est devenue un problème majeur dans la société urbaine actuelle. Le transport des ordures vers des municipalités éloignées disposant d'espace pour des dépotoirs est devenu inacceptable; il existe toutefois d'autres solutions. En réduisant la consommation, en diminuant l'utilisation d'articles jetables, en recyclant les déchets et en incinérant les ordures combustibles, on peut diminuer considérablement les quantités d'ordures à acheminer vers les dépotoirs.





## LE PROGRAMME NATIONAL D'INCINÉRATION DES ORDURES

Environnement Canada a eu recours au financement du GRDE pour mettre sur pied le Programme national d'essais et d'évaluation des incinérateurs (PEENI); celui-ci porte sur la combustion, le contrôle informatique, le contrôle des fumées et les techniques de réduction des rejets d'incinération. Il est dirigé par David Hay, Abe Finkelstein et Ray Klicius, d'Environnement Canada. Les résultats des recherches sont utilisés comme base de données pour un programme informatique d'avant-garde portant sur l'amélioration de la combustion en accroissant son efficacité et en réduisant les gaz rejetés. Les données sont mises à la disposition des intéressés partout au Canada, en vue d'accélérer la mise en application des résultats des recherches. Les recherches menées dans l'usine de récupération de l'énergie à partir des ordures installée à Parkdale, à l'Île-du-Prince-Édouard, ont permis d'élaborer des méthodes efficaces de contrôle de la combustion, et de mettre au point une nouvelle chambre de combustion pour l'incinérateur. La ville de Québec a fait modifier l'un de ses incinérateurs, exploité par la Monterey Inc., pour donner la démonstration d'un procédé

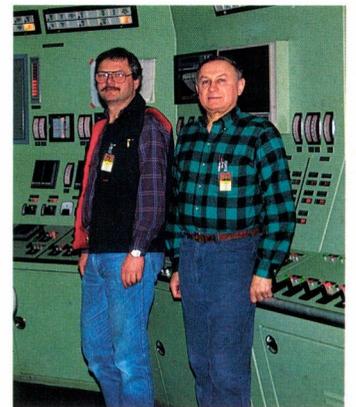
d'incinération amélioré. Avec le concours de la société Flakt Canada, elle a fait essayer deux dispositifs de réduction de la pollution dans une usine pilote située tout près des incinérateurs de la ville. Les rejets tant organiques que métalliques étaient fortement réduits. Les rejets de dioxine par l'incinérateur modifié étaient bien en deçà des limites fixées (soit de 40 à 100 fois plus faibles que celles de l'ancienne installation). Les rejets de particules étaient réduits de la même façon. Convaincue par des résultats aussi probants, la Communauté urbaine de Québec fait modifier tous ses incinérateurs pour utiliser la nouvelle technique.

Des essais sur l'utilisation du carburant dérivé de déchets, effectués au coût de plusieurs millions de dollars et acquittés par les intervenants, sont présentement en cours à Hartford, Connecticut, de concert avec l'Agence pour la protection de l'environnement des États-Unis et les services d'ingénierie des carburants. Le programme a permis de mettre au point des méthodes d'identification des cendres d'incinérateur et des procédés sûrs pour éliminer les cendres. Les travaux du PEENI sur l'énergie tirée des ordures ont placé le Canada parmi les chefs de file mondiaux en ce domaine.

## LE POTENTIEL DE L'ÉNERGIE TIRÉE DES ORDURES

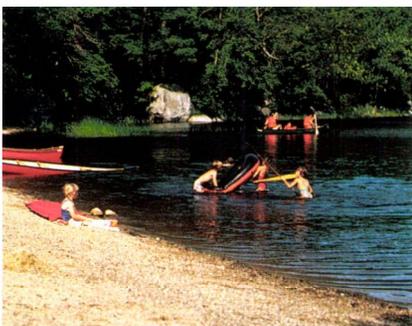
La production d'énergie grâce à la combustion des ordures est une technique très prometteuse au Canada. Un programme d'envergure, incluant le recyclage des déchets, permettrait de réduire considérablement l'incidence immédiate de l'élimination des ordures, et en même temps la pollution par des substances toxiques. Les retombées économiques seraient considérables comme les facteurs suivants le montrent :

- nous produisons 16 millions de tonnes d'ordures ménagères par année, soit 18 millions de barils d'équivalent-pétrole;
- d'ici l'an 2000, il faudra construire plus de 30 incinérateurs;
- leur construction coûtera plus de 10 milliards de dollars;
- les travaux de construction emploieront quelque 120 000 personnes;
- 5 000 emplois permanents seront créés.



Abe Finkelstein et Ted Brna (EPA) présents à l'essai d'un incinérateur.

La combustion convenable des déchets.



## L'ÉNERGIE TIRÉE DES EAUX USÉES URBAINES ET INDUSTRIELLES

L'eau est indispensable à la vie. Chacun de nous consomme en moyenne quelque 450 litres d'eau par jour. Nous en buvons et nous l'utilisons pour cuisiner, pour laver et pour nos loisirs. L'eau transporte aussi nos déchets corporels, les résidus de nos maisons, de nos commerces et de nos industries. Il était autrefois possible de rejeter les déchets dans les cours d'eau sans avoir à les traiter, parce qu'en quantités raisonnables ils étaient purifiés naturellement par biodégradation. Mais lorsque leur quantité devient trop grande ou s'ils ne sont pas facilement biodégradables, la qualité de l'eau s'appauvrit; l'usage que nous en faisons et les plaisirs qu'elle nous procure s'en trouvent réduits.

À mesure que l'industrialisation se poursuit et que les villes grandissent, les résidus croissent en quantité, en complexité et en diversité. Les eaux usées typiques d'un égout contiennent des résidus d'origine humaine et animale, des végétaux dilacérés, des détergents et des solvants, des graisses de cuisson, des nutriments, comme l'azote et le phosphore, qui favorisent la croissance des algues, ainsi qu'une multitude de

produits industriels complexes. Comme la biodégradation naturelle ne peut à elle seule assimiler tous ces rejets, il est nécessaire de traiter les eaux usées avant de les retourner aux cours d'eau. Comme l'élimination des déchets est de plus en plus difficile et coûteuse, il faut trouver des solutions innovatrices et abordables.

Au Centre technique des eaux usées d'Environnement Canada, à Burlington en Ontario, les scientifiques s'occupent de mettre au point de nouveaux procédés d'épuration des eaux usées industrielles et urbaines, et d'en faire la démonstration. Des entreprises commerciales et industrielles, les municipalités, les organismes provinciaux, les universités, les experts-conseils, Environnement Canada et d'autres ministères fédéraux participent à ces recherches. Il serait possible de réduire le coût d'épuration des eaux usées si les procédés pertinents utilisaient moins de produits chimiques, et si les résidus pouvaient être recyclés ou éliminés en utilisant moins d'énergie. On obtiendrait alors un environnement plus propre. C'est là l'un des principaux objectifs de ce programme financé par le GRDE.

## LE PÉTROLE TIRÉ DES BOUES RÉSIDUAIRES

Les boues résiduares proviennent de l'épuration des eaux usées industrielles et ménagères en vue de les rendre moins nocives pour l'environnement. Le Canada, à lui seul, produit plus de 500 000 tonnes de boues résiduares chaque année. L'élimination de ces imposantes quantités de boues est coûteuse et compliquée. Celles des grandes villes sont souvent incinérées, mais on s'en sert également comme engrais ou, à l'occasion, comme matériau de remblayage. Certaines municipalités s'en débarrassent en les déversant dans l'océan. Quelle que soit la méthode utilisée, le coût d'élimination des boues résiduares atteint souvent la moitié du coût de l'épuration des eaux usées. Au Canada, l'élimination de ces boues coûte environ 100 millions de dollars chaque année.

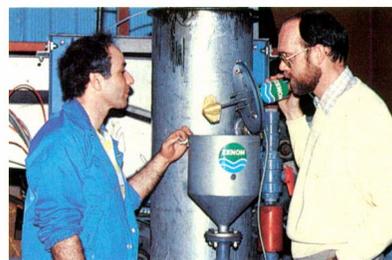
En 1982, Trevor Bridle et Herb Campbell, du Centre technique des eaux usées, ont lancé un programme d'étude de l'extraction d'énergie des boues résiduares. Ils ont étudié le procédé allemand de l'Université de Tübingen, qui consiste à chauffer les boues séchées à une température variant entre 300 et 350 °C pendant trente minutes environ, sous une atmosphère privée d'oxygène. Ce procédé donne plusieurs sous-produits : du pétrole, des matières charbonneuses, de l'eau issue de la réaction et du gaz non condensable. Le produit principal est le pétrole, mais le gaz et le charbon ont également une valeur énergétique et peuvent être utilisés comme combustibles pour le séchage et la pyrolyse des boues. Cette technique produit un combustible un peu comme la nature produit du pétrole brut, à la différence qu'elle demande trente minutes au lieu de plusieurs millions d'années.

Le procédé du Centre technique des eaux usées offre de nombreux avantages. Les boues résiduares brutes ou putréfiées peuvent être utilisées, et le pétrole produit peut être entreposé et transporté, contrairement au méthane ou à la vapeur, qui doivent être utilisés immédiatement sur place. On peut utiliser ce pétrole pour le chauffage domiciliaire; on peut même l'améliorer

et s'en servir comme carburant. Il est commercialisable et permettrait de réaliser des économies de 15 à 20 millions de dollars par année, puisque le Canada pourrait produire annuellement 700 000 barils de ce pétrole. Cette source de revenu permettrait de payer l'épuration des eaux usées. Bien que les coûts de construction des usines de pyrolyse soient comparables à ceux des incinérateurs, les coûts d'exploitation et d'entretien du procédé par pyrolyse sont moins élevés. Par exemple, jusqu'à 95 p. 100 de l'énergie thermique que contiennent les boues résiduares peut être récupérée.

Ce procédé de pyrolyse ne peut être appliqué à l'heure actuelle qu'aux boues résiduares ménagères, mais pourrait s'étendre un jour aux boues résiduares industrielles. Il est si économique et si novateur que les municipalités du monde entier, surtout en Europe, où les coûts d'élimination des boues sont particulièrement élevés, auraient intérêt à l'utiliser. De récentes enquêtes ont révélé que le Canada, les États-Unis et l'Europe consacrent annuellement deux milliards de dollars à l'élimination des boues, et que leurs quantités devraient doubler au cours de la prochaine décennie. Il serait sans aucun doute possible de faire de considérables économies grâce à ce procédé de pyrolyse des boues.

Le procédé de production du pétrole à partir des boues résiduares du Centre technique des eaux usées a été breveté par la Canadian Patents and Development Ltd. À l'heure actuelle, on prépare deux projets de démonstration à grande échelle de cette technique au Canada.



## L'AÉRATION FORCÉE DES EAUX RÉSIDUAIRES

En général, le traitement biologique des eaux résiduares industrielles et ménagères nécessite une aération forcée. Celle-ci consomme une part importante du budget énergétique d'une usine d'épuration des eaux usées. Grâce au soutien financier du GRDE, Gord Speirs, du Centre technique des eaux usées, en collaboration avec la firme Canviro Consultants et l'Université McMaster, a fait la démonstration de ce procédé à l'usine de dépollution des eaux de Tillsonburg, en Ontario. On a ainsi constaté qu'un dispositif automatisé d'aération des eaux économise l'énergie, améliore l'exploitation de l'usine et facilite son entretien. Outre la réduction des frais d'exploitation qu'il rend possible, le dispositif automatisé d'aération réduit les coûts de construction en optimisant la capacité d'épuration des installations existantes, retardant ainsi leur expansion. À Tillsonburg, le dispositif automatisé d'aération est actuellement en mesure de servir toute l'usine.

Herb Campbell et Gary Smylski  
(à gauche).

Une usine de purification des eaux  
usées à Vancouver.

## L'ÉNERGIE TIRÉE DES DÉCHETS DE L'INDUSTRIE DES PÂTES ET PAPIERS

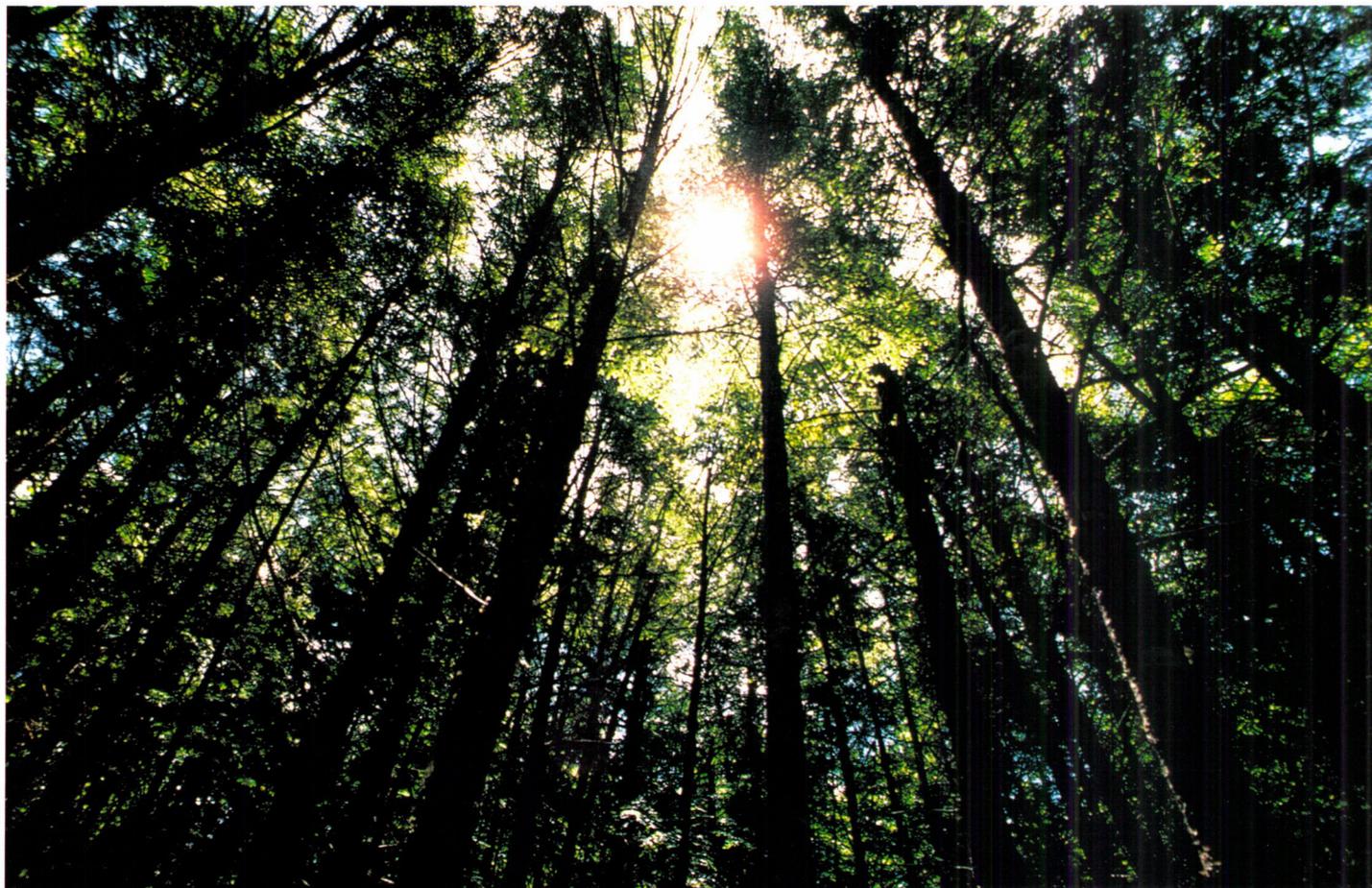
Les forêts constituent la ressource renouvelable la plus abondante et la plus étendue de notre pays. L'industrie des pâtes et papiers y occupe une position unique. Tout en figurant parmi les grands consommateurs industriels d'énergie, ce secteur a la possibilité d'en produire lui-même une quantité considérable. Environnement Canada a effectué des recherches, dans le cadre du programme du GRDE, en vue de favoriser une meilleure utilisation de l'énergie par cette industrie et une réduction de la quantité des polluants qu'elle rejette. Ces recherches ont été réalisées de concert avec l'industrie des pâtes et papiers, que représentait David Paavila, du groupe de recherche de l'Association canadienne des pâtes et papiers. John Betts, d'Environnement Canada, remplissait les fonctions d'expert scientifique du programme.

La capacité de production de nombreuses usines de papier kraft est limitée par le rendement des chaudières de récupération des lessives épuisées, qui sont chauffées par la combustion des déchets massifs de lignine issus de la fabrication de la pâte de bois, et qu'on brûle pour en récupérer l'énergie et réduire la pollution. Comme l'addition d'une chaudière coûte plus de 60 millions de dollars, il faut trouver une autre solution. C'est pourquoi on a entrepris un grand programme de recherche sur la récupération des lessives épuisées et sur la réduction des odeurs nauséabondes que dégagent souvent les chaudières de récupération des usines de papier kraft.

La mauvaise combustion des déchets est la cause principale des pertes d'énergie et des odeurs (la destruction des composés organiques n'étant pas complète). L'amélioration de la combustion permettrait d'accroître de 3 p. 100 la production d'énergie à charge constante et jusqu'à 30 p. 100 la capacité de la chaudière elle-même. Un accroissement similaire de la capacité de production à l'échelle du pays procurerait des rentrées de 100 millions de dollars.

Une importante usine de papier kraft installée à Castlegar, en Colombie-Britannique, a consacré six millions de dollars à la démonstration d'une technique nouvelle d'amélioration du mélange de l'air et des gaz combustibles dans la partie inférieure de la chambre de combustion d'une chaudière de récupération. Le gouvernement fédéral a affecté deux millions de dollars à la réalisation de ce projet, la société Sandwell Swan Wooster de Vancouver, 100 000 dollars, et le B.C. Science Council, 90 000 dollars. Le solde a été payé par l'usine de pâtes et papiers.

On se préoccupe également de l'enlèvement des suies qui réduisent le rendement de la combustion et accroissent les coûts d'exploitation. L'usine aura souvent à déboursier 60 000 dollars pour l'enlèvement des suies, auxquels s'ajoutent 300 000 dollars en arrêts de production, plus quelques pertes de rendement. Les capteurs de détection des suies, ainsi mis au point, sont rendus à l'étape de la commercialisation dans le cadre de l'amélioration des opérations de récupération.





## LE TRAITEMENT ANAÉROBIE DES EAUX USÉES

Les effluents liquides des usines de pâtes et papiers contiennent différents composés toxiques ou inhibiteurs, de même que de fortes quantités de polluants biodégradables. La méthode de traitement aérobique classique utilise une énergie considérable pour aérer les eaux usées dans de vastes bassins. La méthode anaérobique, moins consommatrice d'énergie, est utilisée pour le traitement des eaux usées plus caustiques. Grâce à cette méthode, les polluants organiques sont récupérés sous forme de biogaz combustible, et la consommation d'énergie nécessitée par l'aération des eaux se trouve réduite.

Le Centre technique des eaux usées d'Environnement Canada s'est efforcé d'inciter l'industrie des pâtes et papiers à mettre au point et à appliquer des techniques nouvelles de traitement anaérobique. Eric Hall et son équipe ont évalué le potentiel technique de cette méthode et ont examiné de façon expérimentale les effluents de 21 usines canadiennes pour traitement éventuel. À la demande d'Environnement Canada, la firme NovaTec Consultants, de Vancouver, a passé en revue les coûts du traitement anaérobique pour déterminer ses meilleures utilisations sur le plan économique. Le centre a

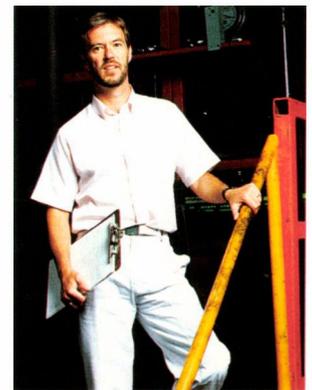
également collaboré avec la société MacMillan Bloedel pour évaluer plusieurs installations pilotes de traitement anaérobique avant de choisir un procédé pour le traitement de masse des eaux usées semi-chimiques à l'usine de pâtes et papiers de Sturgeon Falls, en Ontario. Huit autres usines de pâtes et papiers ont choisi des installations pilotes similaires en vue d'essais, ou de construction, du Nouveau-Brunswick à la Colombie-Britannique.

Le programme d'Environnement Canada, grâce au soutien financier du GRDE, permet d'étudier de nouvelles applications du traitement anaérobique dans le secteur des pâtes et papiers. Les recherches actuelles portent sur l'optimisation du traitement anaérobique en vue de récupérer les composés toxiques des eaux usées qui ont un impact sérieux sur l'environnement. Le financement du GRDE permet au Centre technique des eaux usées d'établir des interactions entre la recherche fondamentale effectuée par d'autres laboratoires de l'État et des universités (Waterloo, McMaster, Manitoba) et les utilisateurs industriels possibles des nouvelles techniques.

## L'ÉCONOMIE D'ÉNERGIE GRÂCE AUX PRESSES À BOUES

Dans le cadre du programme DIRECT cité précédemment, la CIP Inc., de Gatineau au Québec, a installé une nouvelle presse essoreuse pour assécher les boues résiduelles afin de les brûler au lieu de les enfouir. Cette nouvelle technique, mise au point par le Centre de recherches industrielles du Québec (CRIQ) situé près de Québec, permet d'obtenir par séchage des boues ayant une teneur en solides de l'ordre de 50 p. 100. L'énergie récupérée par la combustion des boues séchées représente une économie de 20 000 barils de pétrole par année pour cette seule usine.

Utilisée à l'échelle du pays, la presse du CRIQ réduirait la pollution causée par l'enfouissement des boues et permettrait d'économiser 200 000 barils de pétrole par année.



Eric Hall étudie les techniques de traitement anaérobique.

Une usine de pâtes et papiers en C.B.

Les forêts fournissent de l'énergie et la matière ligneuse du papier.



Les coordonnateurs du programme de R-D énergétique (de gauche à droite): John Reid, Wayne Richardson et Bob Boulden.

## LA GESTION PRÉVISIONNELLE

Environnement Canada voit à l'utilisation optimale des fonds affectés à la recherche et à la mise en œuvre effective de ses résultats. Le GRDE vise ces deux objectifs, et il favorise la réalisation de projets avec l'industrie, les universités et les laboratoires de l'État, étayant ainsi l'une des grandes priorités du gouvernement fédéral.

La plupart des projets d'Environnement Canada réalisés dans le cadre du GRDE sont financés conjointement par le Ministère et un ou plusieurs organismes, y compris d'autres ministères fédéraux et provinciaux, des universités et des entreprises privées. En 1987-1988, Environnement Canada a reçu 6 millions de dollars des crédits fédéraux affectés au GRDE. Le Ministère a consenti une autre contribution de 8 millions de dollars, et les autres partenaires y ont ajouté 8,5 millions de dollars. Les ressources financières d'Environnement Canada se sont accrues au fil des ans, comme l'indique le diagramme ci-joint. Les 22,5 millions de dollars alloués pour 1987 et 1988 proviennent d'une contribution accrue de l'État, d'une plus forte participation du secteur énergétique privé et de la saine gestion des fonds par le Ministère.

Le choix judicieux des projets est capital pour la mise en œuvre des résultats de la R-D. Environnement Canada encourage les recherches dont les résultats sont applicables dans le secteur privé, car c'est par lui que les progrès seront réalisés en matière de production ou d'utilisation de l'énergie. Les travaux sont financés s'ils offrent une réelle possibilité d'accroître l'efficacité de la production ou de l'utilisation, ou encore de réduire les incidences sur l'environnement.

Le GRDE a comme autre objectif le développement des connaissances permettant au gouvernement de réglementer les activités industrielles de façon plus efficace et plus équitable. Les recherches s'effectuent toujours en collaboration avec les organes réglementaires et les représentants de l'industrie.

Les résultats des recherches et les connaissances scientifiques ainsi acquises sont d'une grande utilité pour l'élaboration de la politique énergétique canadienne et l'étude des problèmes mondiaux, tel le changement climatique.

Le programme de R-D énergétique d'Environnement Canada est dirigé par Wayne Richardson (Service des politiques du Ministère). Au Ministère, la coordination a été assurée par Bob Boulden (Conservation et Protection) et John Reid (SEA). Certains scientifiques et ingénieurs du Ministère, responsables de projets financés par le GRDE, ont été cités ci-dessous. Ces personnes, et bien d'autres que nous ne pouvons nommer ici, faute d'espace, cherchent comment accroître l'efficacité de la production d'énergie et comment réduire ses effets nocifs sur l'environnement : c'est là une contribution indispensable à un développement durable et respectueux de l'environnement.

millions de dollars

### Le programme de R-D énergétique d'Environnement Canada

