

HC120
.T4
F514
QUEEN
c.1

La technologie et l'innovation dans l'industrie canadienne

Une trousse d'information préparée à l'intention
des professeurs de sciences humaines

Canada

HC
120
T4
F514
Queen
c.1

La technologie et l'innovation dans l'industrie canadienne

Une trousse d'information préparée à l'intention
des professeurs de sciences humaines

Tim Fielding
et
Graham Orpwood

Orpwood Associates
Toronto

1988

Conférence nationale sur
la technologie et l'innovation

INDUSTRY, SCIENCE AND
TECHNOLOGY CANADA
LIBRARY

NOV 17 1994

BIBLIOTHÈQUE
INDUSTRIE, SCIENCES ET
TECHNOLOGIE CANADA

TABLE DES MATIÈRES

	Préface	
1.	LA TECHNOLOGIE ET L'INNOVATION	
	Enseigner les sciences humaines en vue du 21e siècle.....	7
	L'éducation en vue d'une société technologique	
	Le rôle de la technologie au Canada aujourd'hui	
	Suggestions pour l'exploitation pédagogique	
	Références	
2.	LA TECHNOLOGIE ET LA GESTION DE NOS RESSOURCES	
	FORESTIÈRES	13
	L'exploitation maximale des ressources forestières	
	Les enzymes et le traitement des déchets forestiers	
	Un senseur d'humidité à base de radiations infrarouges	
	Le contrôle de la qualité grâce à l'informatique	
	La création de levés et de cartes des ressources forestières	
	Suggestions pour l'exploitation pédagogique	
	Références	
3.	LES TECHNOLOGIES OCÉANIQUES ET L'INNOVATION	
	DANS LE MILIEU SOUSMARIN	21
	L'élevage des huîtres au Canada atlantique	
	La cartographie sousmarine et les recherches océaniques	
	Suggestions pour l'exploitation pédagogique	
	Références	
4.	LES TECHNOLOGIES BIOLOGIQUES ET ENVIRONNEMENTALES	31
	Le génie génétique et le canola	
	La technologie des relevés hydrologiques	
	La technologie et la gestion des déchets industriels	
	Suggestions pour l'exploitation pédagogique	
	Références	

5. LES TECHNOLOGIES APPROPRIÉES ET LE TIERS MONDE41

Le décortiqueur à disques abrasifs
Suggestions pour l'exploitation pédagogique
Références

Annexe: La pertinence relativement aux programmes d'études47

PRÉFACE

En janvier 1988, le très honorable Brian Mulroney, Premier ministre du Canada, a invité quelque deux cents "principaux décideurs du monde de l'industrie, des universités, des syndicats et des gouvernements" à venir de partout au pays le rejoindre à Toronto pour une raison spéciale. Il s'agissait de "débatte le défi lancé à l'économie canadienne et . . . élaborer ensemble les réformes qui s'imposent."

Les objectifs de cette conférence étaient:

- d'envisager les défis internationaux lancés à l'industrie canadienne sur le plan de la compétitivité;
- de mettre en évidence l'importance du rôle de la technologie et de l'innovation dans le processus du changement; et
- d'encourager l'industrie, les gouvernements, les universités et le monde syndical à s'engager à accélérer l'avènement d'une économie fondée sur les connaissances et les technologies.

Même si l'éducation dans nos écoles primaires et secondaires n'était pas l'un des thèmes centraux de la conférence, les participants ont maintes fois fait référence à son importance pour le Canada en nous aidant à relever les défis techniques auxquels nous sommes confrontés. Le Canada a besoin non seulement de gens prêts à faire carrière dans les domaines de la science et de la technologie, mais aussi d'une population capable de mieux comprendre l'impact que la science et la technologie ont déjà sur la société. Nous avons besoin également de jeunes gens qui ont les connaissances, les habiletés et les attitudes qui sont pertinentes au travail dans une société à base d'information. Il est donc ressorti que la qualité de l'éducation dispensée dans nos écoles primaires et secondaires est l'un des facteurs les plus importants dans la capacité future de l'industrie canadienne de faire face à la concurrence.

Les organisateurs de la conférence ont jugé, par conséquent, qu'il est très important de diffuser auprès de nos écoles des renseignements sur la technologie et sur l'innovation. Les gens dans les écoles sont du même avis. Les nouveaux programmes d'études pour les sciences et les sciences humaines dans la plupart des provinces canadiennes soulignent à quel point il est important pour nos jeunes d'apprendre quels sont les liens qui existent entre les sciences, la technologie et la société, et de voir cette information présentée 'dans un contexte canadien'.

Les deux troussees que voici - l'une destinée aux classes de sciences et l'autre aux cours de sciences humaines - sont conçues sous la forme d'études de cas. Plusieurs récentes innovations techniques réalisées dans diverses industries canadiennes y sont décrites pour illustrer les grands thèmes qui sont la technologie et l'innovation. Notre espoir, c'est que les professeurs pourront facilement incorporer ce matériel à leur programme de sciences ou de sciences humaines dans les classes du cycle supérieur dans les écoles secondaires.

Nous espérons aussi que l'information comprise dans les troussees incitera les élèves et leurs professeurs à explorer en plus grande profondeur les différentes façons dont les compagnies

canadiennes se servent des sciences et de la technologie pour créer de nouveaux produits "d'une plus grande valeur ajoutée" et pour renouveler les méthodes qu'elles utilisent pour fabriquer des produits traditionnels.

Ces trousseaux ont été préparées par Orpwood Associates, une compagnie d'experts-conseils qui se spécialisent dans les sciences et l'éducation, en vertu d'un contrat consenti par le ministère d'État des Sciences et de la Technologie. Les auteurs des trousseaux sont Doug Wigglesworth (Sciences) et Tim Fielding (Sciences humaines), tous les deux professeurs auprès du Conseil scolaire de North York que nous tenons à remercier d'avoir libéré ces deux enseignants pour qu'ils puissent assister à la conférence même.

Orpwood Associates reconnaît la contribution faite par un grand nombre de gens qui ont aidé à rendre possible la publication de ces trousseaux, et remercie surtout Janet Ferguson (gestionnaire de la Conférence nationale sur la technologie et l'innovation) et les membres du secrétariat; Christine Westover (Alcan International Ltée, Montréal) et James Davis (Alupower Inc., Bernardsville, N.-J.); Joseph Shlesak (Ministère des Communications, Ottawa); Catherine Enright (Seafarm Venture, Sambro Head, N.-E.); Danielle Gagnon, Diane Hardy et David Nostbakken (Centre de recherches pour le développement international, Ottawa); Bruce Jenk et son personnel (Centre technique des eaux usées, Burlington, Ontario); Jim Hendry (MacDonald Dettwiler, Richmond, C.-B.); Don Nickerson (NewTech Instruments, St-Jean, T.-N.); Bill Atkinson (Forintek, Montréal); Lynda Moore (B.C. Forest Industries, Vancouver); James MacFarlane (International Submarine Engineering, Port Moody, C.-B.); Susan Forbes (Allelix, Mississauga, Ontario); et Graham Johnson (Ostred Sea Farms, Halifax, N.-E.). Les auteurs reconnaissent également l'aide que leur ont prêtée certains collègues, surtout Dave Simpson et Nicole Hodge (Conseil scolaire de North York) qui ont fait la critique des premières ébauches du présent document.

juin 1988

Graham Orpwood
Toronto



LA TECHNOLOGIE ET L'INNOVATION

Enseigner les sciences humaines en vue du 21^e siècle

Un des thèmes (de la conférence nationale) a porté sur l'importance de favoriser et de concrétiser une culture scientifique et technologique au Canada, un climat dans lequel l'excellence dans le domaine des sciences et de la technologie ne soit pas tenue pour acquise, mais célébrée pour sa précieuse contribution à la vie de notre pays.

C'est en prononçant les paroles ci-dessus que le très honorable Brian Mulroney, Premier ministre du Canada, a clôturé la Conférence nationale sur la technologie et l'innovation, qui a eu lieu en janvier 1988. Mais quelle est cette "culture scientifique et technologique" que nous devons favoriser? Qu'est-ce que les sciences et la technologie contribuent en réalité à la vie de notre pays? Et quelles sont les implications pratiques pour les programmes de sciences humaines dans nos écoles secondaires?

A l'heure actuelle, il est impossible de répondre de façon définitive à ce genre de question. Mais nous n'avons pas le temps d'attendre la mise au point de la théorie: il faut passer dès maintenant à l'action. Dans le présent document, nous offrons à l'intention des enseignants chargés de cours de sciences humaines, des idées, de l'information et des suggestions pratiques au sujet de l'innovation scientifique et technique au Canada. Notre espoir, c'est que l'utilisation de ce matériel suscitera chez les jeunes Canadiens une appréciation de l'esprit dynamique qui inspire l'innovation technique et l'entreprise, et de par là, le désir d'y participer.

Avant d'examiner les possibilités que ce matériel offre pour une exploitation pédagogique, nous résumons quelques-unes des idées mises de l'avant lors de la conférence, plus particulièrement celles qui montrent pourquoi il est important pour les enseignants de s'intéresser à la technologie au Canada aujourd'hui et de mettre cet intérêt en pratique.

L'éducation en vue d'une société technologique

Si le Canada veut créer une force ouvrière suffisamment instruite sur le plan technique pour faire face aux exigences en matière de concurrence et de créativité qui prévaudront dans le domaine

économique du 21e siècle, il faudra que ses systèmes d'éducation suivent une stratégie intégrée qui fusionne, d'une part, des connaissances et des habiletés techniques, avec, d'autre part, des habiletés supérieures sur le plan de la communication, de l'analyse et de la synthèse.

Les cours de sciences physiques et naturelles, soit pures, soit appliquées, aussi importants qu'ils soient, ne pourront pas fournir, tous seuls, une telle formation. Les enseignants doivent comprendre que dispenser un programme qui vise à accroître les connaissances scientifiques et les capacités techniques ne suffira pas. Il faudra l'allier à un programme d'importance égale qui mette en valeur une plus grande connaissance des répercussions de la technologie sur la société.

Cela doit être le but primordial de l'enseignement des sciences humaines pendant la prochaine décennie et au-delà. Il n'est plus possible pour une société de fonctionner, voire devenir créatrice et dynamique sur le plan technologique, à moins que l'infrastructure sociale et l'opinion publique la poussent vers ces objectifs. On pourrait même dire (si l'on pense aux Japonais ou aux Coréens) qu'une telle attitude de la part du grand public est une importante indication d'un niveau élevé de culture scientifique et technologique.

Le gouvernement du Canada a reconnu le besoin d'établir une stratégie socio-psychologique interdisciplinaire pour appuyer l'éducation en sciences et technologie et pour mieux sensibiliser le public canadien. Mentionnons certains énoncés qui paraissent dans le contexte de son programme INNOVATION:

Innovation contribuera à éveiller le public canadien aux sciences et à la technologie. La mesure dans laquelle on parviendra à donner une orientation nationale aux efforts dans ce domaine dépend en grand partie de la façon dont les Canadiens comprennent et reconnaissent l'importance de l'innovation technologique.

Innovation facilitera l'adoption d'une approche plus diversifiée afin de sensibiliser les Canadiens davantage à la science et à la technologie et d'accroître leur participation à ce niveau. Elle incitera les écoles à familiariser activement les jeunes à l'histoire, aux réalisations et aux retombées sociales de la technologie. Elle appuiera les efforts déployés par les médias pour rendre publics les développements scientifiques et technologiques. De son côté, le gouvernement servira de catalyseur et créera un climat social propice à la science et à la technologie.

Les comptes rendus d'études de cas qui paraissent à la suite de cette préambule ont été conçus précisément dans le but d'offrir aux enseignants des sciences humaines l'occasion de participer aux efforts qui visent à susciter chez le public canadien une plus grande conscience de l'importance des sciences et de la technologie pour notre pays. Nous présentons des exemples concrets de certaines récentes innovations techniques, que nous décrivons dans le contexte social et économique qui leur est propre.

Il est à espérer que ce matériel servira à compléter le programme d'études et à inspirer chez nos jeunes un intérêt ou sens d'identité à l'égard de ces initiatives d'ordre technologique. Les professeurs

pourront peut-être utiliser ce matériel pour éveiller la curiosité de leurs élèves, ainsi qu'une certaine fierté et un sens de responsabilité face à l'avenir du pays en ce qui a trait à nos besoins et préoccupations techniques.

Il est prévu que ce matériel se prêtera à une mise en application partout au pays. Il a donc été choisi et présenté en fonction de certains thèmes et sujets communs à tous les programmes d'études du pays, tels qu'énoncés dans les documents des différentes provinces qui précisent les programmes d'études en géographie et d'autres cours en sciences humaines. Un bref annexe contient quelques références précises aux lignes directrices publiées par les divers ministères provinciaux.

Le rôle de la technologie au Canada aujourd'hui

Le présent document présente quatre études de cas qui démontrent que les industries canadiennes deviennent déjà beaucoup plus innovatrices en ce qui concerne leur recours à la technologie. Ces initiatives touchent quatre domaines différents du secteur des ressources naturelles, notamment:

1. la technologie et la gestion de nos ressources forestières;
2. les technologies océaniques et l'innovation dans le milieu sous-marin;
3. les technologies biologiques et environnementales;
4. les technologies appropriées et le tiers monde.

Les lecteurs seraient peut-être portés à questionner l'importance allouée dans une trousse d'information sur la technologie et l'innovation au secteur traditionnel d'exploitation des ressources naturelles. On a beaucoup parlé du besoin qui existe au Canada d'imiter le dynamisme technologique et la perspicacité commerciale des Japonais, afin de poser une base industrielle pour l'avenir. Cette base se reposerait sur les nouvelles entreprises manufacturières et sur l'esprit d'invention de nos citoyens plutôt que sur l'exploitation et la mise en valeur des richesses naturelles et de l'environnement du pays.

Il est évidemment crucial de renforcer le secteur manufacturier et, effectivement, nous y appliquons de nouvelles technologies que nous développons de plus en plus rapidement. Mais il faut noter, toutefois - et nos études de cas le prouvent - que bien des exemples d'innovation technique dans notre société sont nés du besoin de conserver, contrôler, étudier et mettre en valeur nos immenses richesses naturelles. Les membres de l'un des ateliers de la conférence nationale ont exprimé ce point de la façon suivante:

L'approche à long terme visant à hausser la valeur des produits canadiens pour qu'ils puissent être concurrentiels à l'échelle internationale, devrait chercher à tirer partie des points forts et des besoins du Canada.

N'oublions pas que de nombreuses inventions qui ont vu le jour au Canada - citons, par exemple, les avances réalisées par Bell Canada dans la transmission téléphonique - ont leurs origines dans le besoin de dompter certains aspects de notre terrain, telle sa vaste étendue, ou de faire le bilan de ses

richesses, telles les forêts, et de les exploiter. C'est pour ces raisons-là que l'accent dans la présente trousse est mis sur l'utilisation de la technologie pour mettre au point de nouveaux procédés dans le secteur des ressources naturelles, afin d'augmenter la productivité.

Suggestions pour l'exploitation pédagogique

Chaque étude de cas est conçue pour être présentée seule comme l'unique thème d'une leçon particulière où le professeur ferait un suivi qui aurait la forme d'une séance de questions-réponses. Mais certains enseignants pourraient préférer aborder toutes les études de cas dans le contexte d'une approche intégrée.

Plus particulièrement, les professeurs d'études commerciales et d'économie préféreraient peut-être une approche "fragmentaire" comme ci-dessous:

- (1) le professeur divise les élèves en groupes 'cadre' de trois ou quatre chacun;
- (2) les membres du groupe allouent une étude de cas spécifique à chaque membre du groupe;
- (3) chaque élève lit la description de son étude de cas et rédige des notes à ce sujet;
- (4) tous les élèves des différents groupes qui étudient le même cas se réunissent pour former un 'cercle d'experts' qui s'accordent sur l'interprétation du matériel;
- (5) chaque élève retrouve son groupe et 'renseigne' ses homologues sur l'innovation technologique ainsi étudiée.

Les groupes devraient se pencher sur certaines questions posées par le professeur, par exemple:

- Quelles difficultés est-ce qu'un nouvel entrepreneur dans ce domaine aurait à aborder? Comment est-ce que certains des entrepreneurs dans les cas à l'étude ont résolu de tels problèmes?
- Pourquoi est-ce que ces entrepreneurs s'intéressent aux marchés étrangers?
- Quels sont les rôles joués par différents gouvernements dans l'innovation? Pourquoi est-ce que les gouvernements canadiens ont l'habitude de s'y impliquer beaucoup plus que les gouvernements américains?
- Quelles sont les répercussions de ces innovations sur la productivité au Canada (le rendement moyen par ouvrier dans chaque industrie)?

Lorsque les groupes auront fini leurs discussions, le professeur pourrait souligner quelques principes fondamentaux, tels ceux qui suivent.

- L'innovation technique est le facteur critique dans l'expansion économique. Une activité supplémentaire pour les élèves de niveau avancé serait d'examiner un aspect du travail réalisé dans ce domaine par Robert Solow, lauréat du prix Nobel d'économie, 1988.

- Dans une économie mixte, comme la nôtre, la plupart des innovations techniques se réalisent dans le secteur privé.
- Il faut que l'économie continue à prendre de l'expansion si nous voulons jouir de plus de services sociaux et de sécurité sociale.
- Le gouvernement devrait aider les entrepreneurs individuels (Question à débattre - si oui, comment?)

L'approche suggérée permet aux professeurs de se servir de cet ensemble d'études de cas comme ressource et de souligner l'importance de ces concepts, entre autres.

Si les professeurs veulent approfondir davantage l'un des sujets introduits dans les études de cas, ils pourront se mettre en communication avec une compagnie locale pour obtenir des informations plus spécifiques au sujet de l'entreprise et de ses produits. La plupart des compagnies publient, en plus du rapport annuel habituel, des dépliants publicitaires très visuels ainsi que des documents d'ordre technique qui décrivent les produits.

Une bonne proportion de cette documentation publicitaire se prête difficilement à l'utilisation en salle de classe parce qu'elle n'est pas appropriée pour l'analyse en salle de classe des aspects des études de cas qui sont reliés au programme d'études. Mais ce matériel peut être incorporé à un tableau d'affichage ou à un étalage affiché dans le couloir de l'école. Si le professeur sélectionne bien le matériel et y ajoute des étiquettes appropriées pour attirer l'attention des élèves sur des thèmes pertinents, l'étalage peut stimuler l'imagination des jeunes et susciter chez eux un intérêt pour les nouvelles technologies qui ne seraient pas normalement considérées comme étant pertinentes aux objets, buts et objectifs du cours.

Un étalage de la sorte pourrait s'intituler "La géographie et la technologie canadiennes: quoi de neuf?" et servirait à illustrer pour les élèves de cours de géographie canadienne du cycle supérieur des thèmes tels les relevés de terres et de ressources ou le développement de celles-ci.

Une autre stratégie serait d'établir des rapports réguliers entre le groupe et une industrie qui développe quelque chose qui cadre bien avec les objectifs du cours. Pourquoi ne pas initier dans votre école un programme visant "l'adoption d'une industrie" ou "l'adoption d'un innovateur"? Le groupe pourrait suivre les progrès réalisés dans le contexte d'une initiative donnée et même formuler quelques suggestions quant à la production de matériel publicitaire (vidéos, diapositives, affiches, tableaux, etc.) qui serait profitable tant pour la compagnie que pour la classe.

Ce genre d'activité pourrait créer chez les élèves un intérêt et une sensibilité à l'égard de l'évolution d'une technologie innovatrice et ses aspects commerciaux, et permettrait de produire de la documentation instructive tout en offrant de bonnes occasions pour les relations publiques et des modalités de rétroaction sur les aspects éducatifs pour les intéressés des milieux de l'éducation et des affaires.

De nombreuses écoles ont déjà participé à un programme qui incite une entreprise à "adopter une école" et ont ainsi acquis un "parrain" industriel. Il n'existe pas de meilleure façon d'encourager ces liens que d'inviter les entreprises concernées à monter des étalages dans les écoles et à produire du matériel pédagogique pour décrire leurs efforts dans l'innovation économique et le rôle positif qu'elles jouent dans le développement économique au Canada.

Sur une échelle plus modeste, on pourrait organiser entre les écoles et les entreprises intéressées un échange de conférenciers experts dans un domaine donné de l'éducation ou de l'innovation technique. Les enseignants pourraient conseiller leur partenaire commercial au sujet de questions reliées au programme d'études ou aux possibilités de perfectionnement des professeurs. Ils pourraient également offrir leur opinion quant à la production par cette industrie de matériel ou de stratégies adaptés aux besoins du milieu éducatif.

Références

Concurrer dans la nouvelle économie globale, Rapport du Conseil du Premier ministre (de l'Ontario) (Toronto: Gouvernement de l'Ontario, 1988).

Conférence nationale sur la technologie et l'innovation *Compte rendu* (Ottawa: Ministère d'Etat chargé des Sciences et de la Technologie, 1988).

Innovation: La stratégie canadienne en matière de sciences et de technologie (Ottawa: Ministère d'Etat chargé des Sciences et de la Technologie, 1988).

Schofield, B.T. et Thomson, R. *Le progrès technologique et l'innovation au Canada: un appel à la mobilisation*, Un document de travail préparé à l'intention de la Conférence nationale sur la technologie et l'innovation (Ottawa: Ministère d'Etat chargé des Sciences et de la Technologie, 1988).



LA TECHNOLOGIE ET LA GESTION DE NOS RESSOURCES FORESTIÈRES

Partout au monde, dans les programmes d'étude scolaires en géographie économique et en sciences sociales, on parle de l'importance du Canada comme deuxième source mondiale de produits forestiers, devancé seulement par l'URSS où cette industrie est planifiée de façon centrale et alimente principalement le marché interne.

Cette place est bien méritée. En 1986, par exemple, la contribution faite par la foresterie aux exportations canadiennes était de quelque 15,8 milliards de dollars, c'est-à-dire plus que celle des secteurs minier, alimentaire, agricole et pêcheur ensemble. Jusqu'à 800,000 Canadiens oeuvraient dans cette industrie, qui fournit 51 p. 100 du bois utilisé au monde, sans parler des pâtes et papiers. D'une autre perspective, trois cents collectivités dépendent de la foresterie et de ses produits pour leur survie économique. Les ressources forestières sont effectivement la première richesse naturelle du Canada.

Le Conseil canadien des ministres des forêts a élaboré une stratégie nationale pour le secteur forestier canadien, qui traite de certaines questions clefs touchant la nécessité de profiter au maximum de l'exploitation de cette ressource, sans toutefois en abuser. Le Canada a vu naître, dans les secteurs public et privé, des initiatives technologiques qui traduisent le besoin de gérer et d'exploiter nos ressources forestières de façon à les protéger pour la communauté globale.

Étant donné l'importance économique et stratégique de ce secteur, il n'est pas surprenant de voir le Canada en tête de peloton lorsqu'il s'agit de recherches et de développement dans les domaines de la technologie et de l'utilisation du bois, dans les techniques de contrôle et de surveillance des forêts, et dans le développement de machines permettant de maximiser la valeur des produits forestiers tout en minimisant le gaspillage. La présente étude de cas présente quelques exemples choisis de ces innovations.

L'exploitation maximale des ressources forestières

Forintek Canada est une corporation privée à but non lucratif dont la raison d'être est d'aider, de stimuler et de coordonner les initiatives de recherche et de développement de ses quelque 140

La technologie et l'innovation

membres, qui comptent des entreprises privées, des associations et des services fédéraux et provinciaux de foresterie. Son mot d'ordre est "l'innovation grâce à la coopération entre partenaires."

La mission de Forintek est:

d'être la principale force motrice dans l'avancement technologique de l'industrie canadienne des produits forestiers grâce à la création et la mise en valeur de nouveaux concepts, procédés, produits et programmes éducatifs.

Le but principal de la Forintek est d'augmenter l'utilisation technique et concurrentielle des produits forestiers. Après tout, les forêts sont une ressource permanente et renouvelable et si on les gère bien, elles peuvent rester le principal soutien de l'économie canadienne jusqu'à un avenir reculé. Ce but s'accorde parfaitement avec l'avis du Conseil canadien des ministres des forêts:

Il faut protéger ce secteur si fondamental à notre économie et à l'emploi. Pour ce faire, nous serons obligés de nous adapter à une concurrence mondiale beaucoup plus intense dans le domaine des produits forestiers et nous devons développer et mettre en application de nouvelles techniques. Notre stratégie recommande l'expansion de nos marchés internationaux, ainsi que des efforts plus poussés dans la recherche et le développement de nouvelles techniques et produits, afin de promouvoir les initiatives de modernisation déjà en cours partout dans ce secteur. [TRADUCTION]

Forintek a eu recours à ses affiliés pour mettre au point plusieurs stratégies innovatrices qui visent une utilisation maximale de cette matière première. Nous en citons trois:

- (a) le perfectionnement d'un procédé à base d'enzymes qui offre la possibilité de tirer un profit des déchets forestiers;
- (b) le développement d'un capteur qui détecte l'humidité grâce aux radiations infrarouges;
- (c) la mise au point de moyens d'améliorer la fiabilité des scies à ruban et les opérations de concassage informatisées.

On explore aussi des moyens biotechnologiques de contrôler les moisissures qui attaquent le bois, afin d'assurer la propreté et la durabilité du produit.

Les enzymes et le traitement des déchets forestiers

Le but des recherches dans le domaine des enzymes était, à l'origine, de transformer le bois par des moyens biochimiques pour en faire des substances de valeur, telles l'éthanol (le gazohol). L'enzyme xylanase est un agent capable de dégrader le bois de façon naturelle et qui, une fois isolé de sa source et purifié, peut accomplir cette tâche avec une très grande efficacité.

Entre 1985 et 1986, l'équipe de chercheurs de la Forintek a fait des progrès majeurs dans le perfectionnement d'une technique qui produisait une xylanase d'une pureté de 99,9 p. 100. Au cours des recherches on a découvert aussi que la méthode utilisée pour obtenir la xylanase avait un bénéfice supplémentaire, c'est-à-dire qu'elle permettait d'augmenter le rendement et la qualité de la "pâte dissoute" (la cellulose chimique qui est utilisée pour la production d'étoffes, de détergents et de produits pharmaceutiques).

Cette pâte est normalement obtenue à partir de copeaux de bois qu'on soumet au blanchissage, mais ce procédé laisse un résidu qui encrasse les machines fileuses d'acétate et donne un fil qui ne se laisse pas teindre facilement. L'ajout d'alcalis forts corrige ce problème, mais a comme effet de dégrader davantage la cellulose, ce qui réduit la valeur et l'utilité de la pâte dissoute. La xylanase pure n'affecte aucunement la cellulose dans la pâte, mais il était difficile par le passé d'en obtenir en quantités suffisantes et d'une pureté acceptable pour les applications industrielles. Suite aux efforts en recherche et développement entrepris chez Forintek, une nouvelle technique, jalousement protégée, permet d'utiliser des déchets de copeaux de bois d'une valeur minimale, ou même les restes d'autres procédés techniques dans l'industrie du bois, pour "alimenter" les micro-organismes qui produisent la cellulase et la xylanase. Par la suite, cette technique permet d'isoler et de purifier ces deux enzymes.

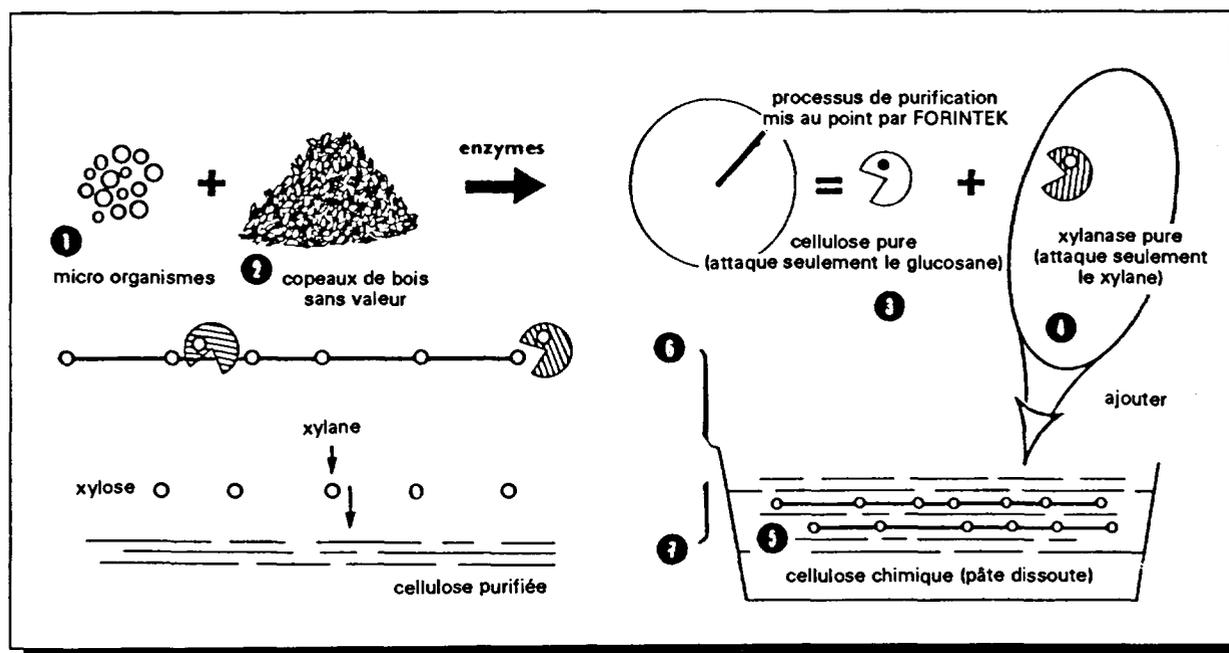


Figure 1: Traiter les déchets forestiers par le moyen des enzymes

Une étude de rentabilité et de faisabilité a été mise sur pied en 1986 et implique deux affiliés majeurs de la Forintek. Si cette étude démontre que la nouvelle technique est rentable sur le plan

industriel, il sera possible de la vendre immédiatement à un marché important, car elle s'adapte facilement aux installations physiques existantes. Les compagnies moins grandes pourraient éventuellement vendre leurs déchets forestiers à des compagnies chimiques plus grandes qui produisent la pâte dissoute ou d'autres produits biochimiques pour des utilisations variées. A l'échelle mondiale, la demande de pâte dissoute s'élève à quelque 4,5 millions de tonnes par année, dont 300 000 tonnes sont produites au Canada et 1,1 millions aux E.-U. Une fois de plus, il semble que des efforts coopératifs et innovateurs de la part de chercheurs canadiens, cette fois-ci dans le domaine du bois, nous donnent la possibilité de jouer un rôle dominant dans un secteur d'importance mondiale.

Des procédés peu efficaces pour le traitement et l'entreposage du bois font souvent l'objet de critiques lancées par des groupes de sensibilisation sur l'environnement, qui jouissent de beaucoup de publicité et d'attention publique. Ces mêmes problèmes sont également visés par les compagnies forestières membres de la Forintek. Mais ce qui complique la chose, c'est que le bois qui est livré à l'usine de traitement est d'une nature et qualité très variées, tout comme celui qui croît encore dans la forêt même.

Plusieurs appareils ont été élaborés par Forintek pour effectuer des tâches de repérage et de détection dans le but d'améliorer le plus possible l'évaluation et le traitement du bois. Un exemple est le procédé ELISA (Enzyme-Linked Immune-Specific Assay - le dosage immunologique à médiation enzymatique) auquel on a incorporé des techniques biotechnologiques développées aux années 70 pour le clonage de gènes et qui offre un moyen plus sensible de repérer les moisissures dans le bois avant que celles-ci provoquent une détérioration. Une fois le mal localisé, on injecte au bois des micro-organismes qui tuent les agents susceptibles de causer de la dégradation ou de teindre la sève. L'idée, c'est de rendre désuètes les méthodes chimiques utilisées pour protéger le bois, car elles risquent de nuire à la santé humaine.

Un senseur d'humidité à base de radiations infrarouges

"Ce qu'une scierie espère produire, c'est un bois qui est sec, mais pas trop sec, afin qu'on puisse le traiter facilement et en faire le meilleur usage possible," de dire M. W. Shiels, de la Weldwood of Canada (notamment de la division Merrill et Wagner) un affilié de Forintek. Une teneur d'humidité de 19 p. 100 est la norme industrielle pour chaque morceau de bois, mais cet objectif s'atteint difficilement, étant donné les niveaux d'humidité tellement variés dans la matière brute. La méthode de séchage au four qui est nécessaire pour produire du bois de construction qui ne jouera pas donnait souvent un bois trop sec qu'il fallait vendre comme bois tous usages ou de deuxième qualité, si on n'était pas obligé de le refuser complètement.

Depuis longtemps, les opérateurs de scieries cherchent un engin capable de mesurer avec exactitude la teneur d'humidité du bois qu'on leur livre. Jusqu'à récemment, le seul système disponible calculait la teneur d'humidité à partir d'observations des propriétés électriques du bois. Mais bien trop de facteurs risquent de modifier ou de changer ces propriétés. Ray Clarke de Forintek a conçu un nouveau système de télédétection qui fonctionne à partir de radiations infrarouges, qui fournit

des données instantanément et qui n'a aucun élément mobile. Ces données sont exactes, quel que soit le niveau d'humidité, et quoiqu'elles se basent sur l'humidité à la surface, les expériences démontrent qu'elles indiquent bien la teneur d'humidité interne, à moins que le bois n'ait déjà été séché en partie. Les premiers essais en scierie ont montré que les observations faites grâce au nouveau senseur valent celles qui sont obtenues selon des méthodes traditionnelles, qui sont plus complexes et prolongées.

Par la suite, le nouveau senseur a été incorporé à la chaîne de production informatisée chez Weldwood, qui avait été conçue pour trier le bois d'oeuvre. Il est devenu ainsi partie intégrante d'un système décisionnel intégré et informatisé pour l'évaluation et le traitement du bois. On explore maintenant la possibilité d'incorporer un deuxième senseur aux chaînes de déchets de bois destinés au chauffage pour en évaluer le potentiel et les caractéristiques comme combustible. Des senseurs de la sorte peuvent aider ceux du milieu de la foresterie à faire un usage maximum des ressources forestières et à réduire l'abus et le gaspillage d'une ressource naturelle sensible.

Le contrôle de la qualité grâce à l'informatique

Il y a lieu d'espérer que des systèmes informatisés pour la détection et pour l'évaluation de la qualité nous aideront à l'avenir à réduire le nombre total d'arbres abattus, tout en utilisant ce bois d'une façon bien plus efficace et en réduisant la quantité de déchets, et cela, au niveau national. Il faut absolument que les industries du domaine tirent la plus grande valeur possible de chaque tronc abattu, c'est-à-dire profiter au maximum de la bûche.

Le concassage, c'est-à-dire la division des troncs en sections moins longues, appelées 'billots', est la première étape dans le traitement du bois. Ce procédé est en grande partie informatisé aujourd'hui, ce qui permet déjà d'augmenter les profits moyens de plus de 10 p. 100. En outre, un tel système a la capacité, si son modèle de la scierie est exact, de calculer le volume des produits dérivés tels les copeaux, la sciure et les rabotures. Ses détecteurs peuvent évaluer tous les aspects pertinents de la bûche, pourvu que celle-ci reste immobile.

Forintek a établi une grille de vérification pour l'analyse fonctionnelle des systèmes de concassage informatisés. Grâce à cette grille on peut identifier la meilleure façon d'utiliser les senseurs et détecteurs informatisés dans l'industrie du bois pour évaluer directement et automatiquement l'utilité du tronc et pour éviter le gaspillage et les erreurs. A l'avenir, un but souhaitable dans cette industrie serait d'établir pour chaque opération un système automatique en direct qui prendrait des décisions basées sur les évaluations faites par les détecteurs. Une telle démarche calmerait en partie du moins les craintes de ceux qui estiment que la technologie courante ne fait qu'accélérer le gaspillage de notre plus belle ressource renouvelable.

La création de levés et de cartes des ressources forestières

Pour que nous puissions exploiter nos ressources forestières plus efficacement et plus sagement à l'avenir, il faut avoir recours aux techniques les plus modernes pour effectuer des levés et pour protéger la matière brute 'sur place'. La compagnie MacDonald-Dettwiler de Vancouver a eu beaucoup de succès dans les domaines de la cartographie aérienne et des images photographiques. Notons tout particulièrement le MERIDIAN - un système innovateur de cartographie numérique qui a comme l'un de ses premiers objectifs d'aider les compagnies gestionnaires de richesses naturelles, entre autres les compagnies de produits forestiers.



La télédétection permet de créer des images cartographiques

Ce système utilise toutes les sources de données disponibles pour aider les experts en foresterie à déterminer la condition d'une section donnée de la forêt. Il a la capacité de convertir les photographies aériennes en format numérique et de les combiner avec des images renvoyées par satellite afin de produire des levés de la forêt et d'analyser la rentabilité de la récolte, de la transportation et du triage. En outre, le MERIDIAN est capable d'évaluer des événements locaux tels les feux de forêt ou les invasions d'insectes ou de parasites. Les cartes qui existent déjà sur papier peuvent être converties en format numérique, ce qui permet de les comparer avec les images

prises par satellite afin de détecter de façon rapide et efficace tout changement dans l'utilisation de la terre et dans le bois à récolter.

Parce qu'on peut intégrer au système MERIDIAN toute une gamme de périphériques d'entrée, il ne serait pas difficile d'utiliser les données cartographiques qu'il produit pour mettre sur pied une série d'atlas tout à fait à jour et faciles à réviser. On pourrait par exemple créer des cartes basées sur le METDAS (Meteorological Data Analysis System - système pour l'analyse des données météorologiques), et permettraient de montrer et d'analyser des données pertinentes au climat et à la météorologie. De façon semblable, le Service canadien des forêts du gouvernement fédéral a mis sur pied dans ses installations à Petawawa en Ontario des systèmes impressionnants qui permettent d'appliquer la télédétection à la création informatisée de cartes, constamment mises à jour, qui prédisent les dangers de feux de forêt. Il est donc évident que les innovations dans la cartographie en ce qui a trait aux forêts canadiennes laissent entrevoir un nouveau rôle pour la technologie canadienne, c'est-à-dire le perfectionnement et la rédaction d'atlas "de pointe" et d'autres systèmes de données visuelles à l'intention des enseignants et des élèves du 21^e siècle.

Suggestions pour l'exploitation pédagogique

L'avenir de nos forêts, plus particulièrement la crainte que nous les abattions trop vite sans nous soucier des années à venir, sont des questions brûlantes tant dans les écoles que dans les médias. Mais quels sont les faits véritables? Le plus souvent, c'est le côté négatif qu'on nous présente. Les enseignants explorent rarement les méthodes et les stratégies de conservation adoptées par les compagnies de l'industrie forestière.

Une approche profitable serait que le professeur donne à chaque élève du groupe un travail de recherche individuel qui consisterait à entrer en communication avec l'un des membres affiliés de Forintek (la liste paraît dans le rapport annuel de l'organisme). Le but serait de découvrir ce que chacun fait pour conserver nos forêts et pour les exploiter au maximum. Cela mènerait évidemment à un débat en salle de classe, axé sur la question de 'l'avenir de nos forêts', au cours duquel on ferait ressortir les facteurs négatifs et positifs, les succès ainsi que les erreurs.

Une deuxième activité serait de monter un tableau d'affichage où seraient exposés des articles des médias traitant du thème. Ce tableau serait régulièrement mis à jour et susciterait l'intérêt des élèves. Il serait également intéressant de faire faire aux élèves des recherches sur le rôle toujours grandissant dans la vie quotidienne du bois sous toutes ses formes et de leur demander de préparer une exposition sur ce thème. Le professeur pourrait aussi animer une discussion au sujet d'une des grandes préoccupations de Forintek sur le plan commercial, c'est-à-dire la crainte que le bois sera remplacé par d'autres matières premières et deviendra une ressource 'fossilisée'. C'est un problème tout à fait négligé par les médias.

Citons comme autres questions à explorer celles qui suivent: Quelles sont les données 'à jour' que nous avons besoin de capter en ce qui a trait à nos forêts? Comment ces données sont-elles recueillies? Quels sont les délais d'exécution, pourquoi est-ce que c'est important? Le tableau

d'affichage serait à privilégier pour susciter l'intérêt des élèves, car ce dossier se prête bien à une présentation visuelle. Les professeurs sont encouragés à chercher du matériel visuel et schématique en s'adressant à des sources des secteurs privé et public qui peuvent leur fournir des cartes et des levés. Les exceptionnelles affiches publicitaires de la compagnie Macdonald-Dettwiler en sont un exemple percutant. Des demandes formulées par des professeurs pourraient inciter plusieurs organismes à produire d'autre matériel pédagogique.

Références

Conseil canadien des ministres des forêts, *Une stratégie nationale pour le secteur forestier canadien* (Ottawa: le Conseil canadien des ministres des forêts, 1987).

Conseil des sciences du Canada, *La forêt canadienne en danger*, Exposé du Conseil (Ottawa: le Conseil des sciences du Canada, 1983).



LES TECHNOLOGIES OCÉANIQUES ET L'INNOVATION DANS LE MILIEU SOUSMARIN

Pour la plupart des Canadiens, qui demeurent assez loin de l'océan, les eaux côtières offrent des possibilités de loisir plutôt que des ouvertures dans les domaines scientifiques et commerciaux. Trop souvent, on nous présente aux émissions d'actualité le "pêcheur misérable" ou les problèmes politiques ou environnementaux reliés à nos océans ou à la négligence canadienne à leur égard.

Et pourtant, la côte canadienne est la deuxième plus longue au monde et ses terres et eaux maritimes sont un réservoir plutôt négligé de richesses économiques et de futures découvertes environnementales. Partout dans le monde, des experts scientifiques ont qualifié les océans d'"ultime zone d'exploration", lorsqu'ils parlaient des recherches scientifiques relatives aux secrets cachés de la planète. Dans bien des cas, ces secrets ont fait l'objet de moins d'investigation que ceux de l'espace. Plusieurs experts en océanographie et en biologie marine estiment qu'au 21^e siècle les recherches et le développement au Canada ne seront plus axées sur les ressources terrestres, aussi vastes et importantes qu'elles soient, mais qu'ils seront inévitablement orientés vers l'innovation dans l'exploitation et le contrôle des richesses marines.

Jusqu'à très récemment les Canadiens des villes du centre du pays ou de la région des prairies cherchaient à satisfaire à leurs besoins de protéines en s'alimentant de viandes animales plutôt que poisson. Après tout, il faut faire venir de loin le poisson frais, tandis que la viande et les produits laitiers s'achètent presque chez le voisin. Pourtant, c'est le poisson qui fournit à la plupart des habitants de la planète les protéines dont ils ont besoin et, selon l'Organisation pour l'alimentation et l'agriculture (l'OAA) des Nations unies, c'est le manque de protéines qui constitue le problème le plus pressant dans la production alimentaire au niveau mondial. Cet organisme préconise donc l'élevage et la production de poissons (l'aquiculture ou la mariculture) comme le moyen le plus rentable d'améliorer et d'augmenter la production mondiale de protéines et le commerce international des aliments. Plusieurs initiatives du CRDI et de l'ACDI, précisées ailleurs dans le présent document, font foi de cette réalité, qui n'a pas été négligée non plus par certains jeunes entrepreneurs des alentours de Halifax en Nouvelle-Écosse.

L'élevage des huîtres au Canada atlantique

Au premier abord, on peut difficilement assimiler un parc à huîtres aux innovations prestigieuses réalisées ailleurs dans le domaine de la technologie de pointe. Cependant, il se peut fort bien que l'expertise et le savoir-faire canadiens au 21 siècle seront renommés grâce à des initiatives telles cette aquiculture toute nouvelle.



Seafarm Venture: vue panoramique

On serait également tenté de juger que Catherine Enright de la Seafarm Venture Inc., de Sambro Head en Nouvelle-Écosse, est loin de mener le champ lorsqu'il s'agit des dirigeants de l'industrie alimentaire au Canada. Tout d'abord, elle est originaire de Windsor, en Ontario, berceau peu probable pour un futur innovateur dans le secteur commercial de la biotechnologie marine. Cependant, à mesure que le public se sensibilise à l'importance croissante de l'aquiculture, de jeunes innovateurs venus de villes de l'intérieur du pays s'établiront toujours plus nombreux sur les côtes, car les investisseurs du capital-risque se rendront de plus en plus compte des bénéfices commerciaux qui découleront à long terme des efforts dynamiques de ces jeunes gens.

C'est à un professeur de son école secondaire chargé de l'orientation des élèves que Catherine Enright attribue l'inspiration qui l'a poussée à explorer les possibilités de carrière dans la biologie marine. Elle se destinait plutôt à une carrière dans le domaine plus traditionnel des soins infirmiers, mais sa passion pour l'eau et une attitude évoluée chez les orienteurs de son école ont éveillé chez elle une passion pour les recherches océaniques. Aujourd'hui, au lieu de surveiller de jeunes



Catherine Enright à l'oeuvre

nageurs à titre de monitrice dans les piscines de Windsor, Catherine Enright est pionnière dans un secteur de l'industrie alimentaire qui pourrait dépasser celui de l'agriculture pour la production d'aliments à l'échelle mondiale. Au lieu de soigner des malades à l'hôpital, elle soigne des organismes vivants qui pourraient finir par résoudre les problèmes alimentaires de notre planète.

Notons toutefois que Catherine Enright a appris, tout comme bien d'autres entrepreneurs et milliardaires aspirants, que l'ostréiculture exige, à l'instar de toute autre entreprise autonome, beaucoup plus que l'amour des eaux et une certaine curiosité à l'égard de tout ce qui se trouve sous les eaux et dans les eaux. Elle a vite découvert qu'il ne s'agissait pas simplement de se procurer, du jour au lendemain, quelques hectares de terre au bord de l'océan, d'y lancer quelques huîtres et de rester assise à les regarder se reproduire et s'agrandir, tout en ramassant les profits que lui valait un marché intarissable.

Pour commencer, elle a quitté Windsor pour s'installer à Halifax, où, à l'université Dalhousie, elle a fini par se faire décerner un doctorat pour ses recherches relatives à la culture de l'huître européenne *Ostrea edulis* (c'est-à-dire l'huître Belon, plutôt que l'huître Malpèque, qui est mieux connue au Canada). Elle a appris en même temps qu'il lui fallait une certaine expertise en commercialisation et en ventes, en plus des connaissances liées à la recherche, si elle voulait transformer ses expériences scientifiques en initiative commerciale rentable. Elle a donc entrepris une maîtrise en gestion des affaires, qu'elle a achevée en 1986.

Elle a rédigé de nombreux articles traitant des problèmes soulevés par la gestion humaine des écosystèmes subaquatiques côtiers, et elle s'est acquis une renommée mondiale dans son domaine grâce à ses découvertes relatives à l'utilisation de bigorneaux pour contrôler, de façon naturelle, l'encrassement des lieux consacrés à l'ostréiculture et à l'élevage d'autres crustacés, ainsi que ses découvertes sur le plan du meilleur régime en algues pour stimuler la croissance des huîtres. Ses connaissances lui ont permis de produire des huîtres Belon propres, de croissance rapide et de qualité constante, ce que ses homologues européens ne réussissaient plus à faire dans les eaux polluées des sites en détérioration au large des côtes de la France. Elle a donc la possibilité future d'accéder à l'énorme et riche marché international.

Dans plusieurs articles et exposés traitant d'économie, entre autres le rapport d'un groupe d'étude mis sur pied par le gouvernement fédéral intitulé "L'aquiculture: un plan de développement pour le Canada", on a fait ressortir le potentiel d'un marché grandissant et de renommée mondiale qui existe pour les "nouveaux" produits de l'aquiculture canadienne. Dans le document précité, on souligne à quel point il est important de ne pas laisser d'autres pays dépasser le Canada, vu les richesses naturelles et humaines que notre pays possède en abondance. Il est crucial d'appliquer de nouvelles techniques à la gestion du milieu aquatique si nous voulons éviter la surexploitation des ressources existantes en nous fiant aux méthodes traditionnellement utilisées pour récolter et ramasser les fruits de la mer et ses autres produits.

Evidemment, l'avenir semble prometteur, en principe du moins, pour les pionniers de l'aquiculture qui se sont lancés dans l'ostréiculture au large de nos côtes atlantiques. Mais quels sont les problèmes auxquels il se trouvent confrontés? Tout entrepreneur aspirant fait vite d'apprendre que les chances de réussir du jour au lendemain une nouvelle entreprise commerciale sont aussi rares que celles de gagner le gros lot d'une loterie.

Graham Johnson, de la Ostred Seafarms Ltd. de Halifax, est un autre chef de file dans le domaine de l'ostréiculture. Lui aussi se spécialise dans les huîtres Belon, ainsi que dans les huîtres plus traditionnellement vendues en Amérique du Nord. Originaire, comme Catherine Enright, de l'Ontario (serait-ce significatif?), notamment de la ville d'Oakville, Johnson a transformé une activité de ses jeunes loisirs, c'est-à-dire la plongée autonome, en affection pour le bord de l'océan et en entreprise profitable. Egalement muni de plusieurs diplômes universitaires, il note qu'il va falloir bien des progrès avant que le Canada puisse se mettre à la tête du peloton en ce qui a trait à la mise en marché des produits de l'aquiculture.

Pour commencer, dit-il, bien qu'il soit facile de prédire que les crustacés et mollusques, si riches en protéines, se vendront en quantités de plus en plus grandes d'ici le 21^e siècle, et que son chiffre d'affaires passera de trois millions de dollars à une vingtaine de millions, cela ne se fera pas tout seul. Il faudra, par exemple, établir sans tarder une entreprise qui servira d'écloserie centrale pour tous les aquiculteurs afin de permettre à l'industrie de croître comme les optimistes le prédisent. C'est une industrie qui n'a pas d'amis en haut lieu dans les marchés des capitaux du continent. Il a donc été difficile d'obtenir des fonds pour mettre de telles entreprises sur pied. M. Johnson note aussi qu'il a dû, dans un souci d'éviter les risques commerciaux liés à une spécialisation excessive,

diversifier son affaire en se lançant dans des activités plus carrément commerciales et efficaces, c'est-à-dire l'élevage de crustacés et de truites dans les lacs du Bras-d'or à l'île du Cap Breton.

Il faut ajouter aussi que selon les détaillants torontois de fruits de mer, l'huître Belon, tout en ayant meilleure apparence que son cousin de Malpèque et une valeur nutritive élevée, est néanmoins un mollusque cher et de qualité "Cadillac" avec un goût salé, qui n'a toujours pas été adopté par les amateurs des variétés mieux connues, même quand on l'a offert à des prix semblables. Il faudra peut-être attendre que le marché nord-américain, qui reste restreint malgré des profits appréciables, devienne vraiment rentable, avant de pouvoir vendre les produits des entreprises en aquiculture outre-mer et en assez grande quantité pour rendre ce commerce profitable.

Après tout, même si le marché européen est prêt à payer entre 1 et 3 dollars pour chaque huître Belon importée du Canada, puisque la pollution est en train de détruire les parcs européens, le trajet impliqué est long et coûteux et le transport aérien s'impose. En outre, une vive concurrence commence à se manifester, menée par des ostréiculteurs de la côte est des États-Unis qui ont un accès plus facile à des fonds de mise en marché sans parler d'un système de commercialisation beaucoup plus dynamique. Il y a aussi des amateurs d'huîtres à Toronto qui préfèrent celles de Pine Island dans l'état de New York aux Belon parce que, malgré une consistance plus liquide, elles ont plus de chair et un goût moins salé, et sont beaucoup moins chères.

M. Johnson estime que les universités devraient peut-être aider sa cause en stimulant chez les étudiants qui se spécialisent en biologie un plus grand intérêt à l'égard de l'aquiculture, et en créant des départements voués aux sciences de l'aquiculture. Il nous rappelle aussi que le temps est un facteur crucial dans la livraison d'un produit concurrentiel à une variété de marchés au Canada et ailleurs, à cause des problèmes créés par le manque de fonds d'exploitation. Il souligne les difficultés qui existent sur ce chapitre, c'est-à-dire la pénurie au Canada de fonds d'immobilisations et de capital-risque, un problème que rencontrent bien des entrepreneurs canadiens tandis que leurs homologues américains font de bonnes affaires.

Madame Enright raconte que les huîtres Belon produites à son propre parc et préparées sur les lieux pour la mise en marché se vendent sur place en Nouvelle-Écosse et que les gens commencent à y prendre goût. M. Johnson vise plutôt une entreprise d'aquiculture diversifiée et beaucoup plus grande, lui permettant de vendre à des marchés plus variés une plus vaste gamme de produits. Il ajoute les conseils que voici:

Ce qu'il faut pour permettre à l'industrie de l'aquiculture de s'épanouir et de devenir plus forte, c'est une concurrence de connaissances scientifiques au niveau de la biologie des espèces en question, d'expertise technique et de savoir-faire commercial. C'est un domaine complexe où, malheureusement, il faut être expert dans tous les aspects. Les principes qui sous-tendent la chose ne sont pas difficiles, mais lorsqu'il s'agit de contrôler des créatures vivantes et le milieu marin, ce qu'il faut surtout c'est la capacité de résoudre des problèmes. Ça, c'est le secret du succès. Il va sans dire que l'éducation joue un rôle clé dans l'avenir de l'aquiculture. Déjà, on a vu les Européens et les Scandinaves venir s'installer au Canada afin

d'exploiter nos ressources aquatiques, tandis que nos propres industrialistes et les gens des milieux financiers ne font que commencer à étudier l'aquiculture.

Le Dr Smith tient des propos semblables en comparant le Canada au Japon:

Nous avons au Canada, surtout le long des deux côtes, des conditions idéales pour l'aquiculture, et pourtant, nous venons à peine de commencer dans le domaine.

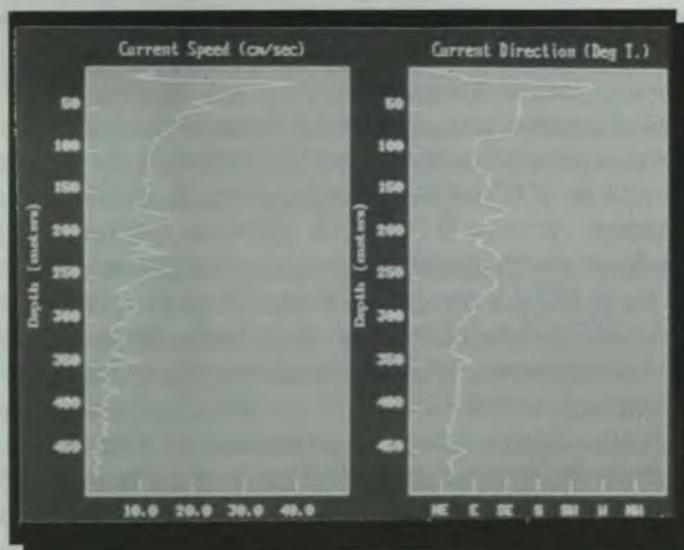
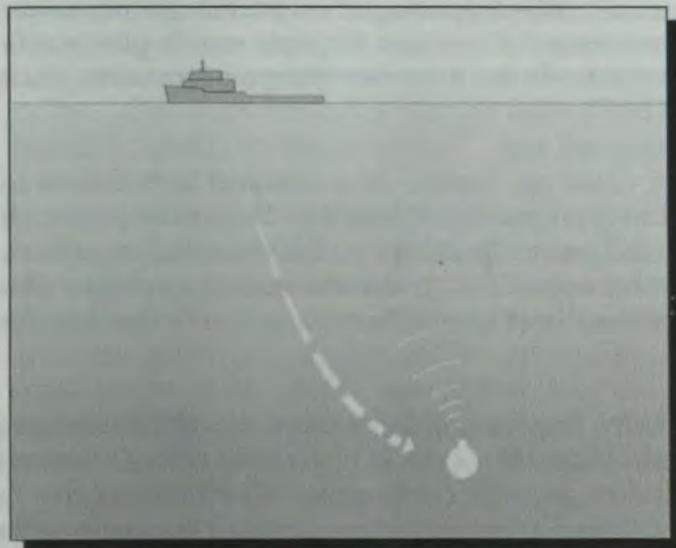
La cartographie sousmarine et les recherches océaniques

Si le Canada - sans parler du monde entier - veut mettre au point une technologie avancée pour l'exploitation et la gestion des ressources océaniques sans détruire notre environnement, il faut rester à l'avant garde du développement d'inventions et de stratégies qui vont nous permettre de mieux comprendre la nature physique et biologique de cette vaste et "dernière" frontière.

Les habitants de la planète au 21^e siècle se verront forcés d'exploiter les océans de plus en plus intensément à mesure que les ressources terrestres sont de plus en plus épuisées. Tous reconnaissent que nos connaissances dans le domaine sont imparfaites, surtout en ce qui a trait à l'environnement sousmarin, et pourtant c'est un élément clé dans notre capacité de survivre sur la terre. Le défi redoutable que les ingénieurs marins doivent relever, c'est de concevoir et de perfectionner des outils de recherche qui nous enseigneront sur les conditions changeantes des profondeurs sousmarines.

Don Nickerson, de NewTech Instruments à St-Jean en Terre-Neuve a essayé de s'attaquer au problème. La "HYDROBALL" de NewTech ressemble à une bombe dans une bande dessinée d'espionnage plutôt qu'à un dispositif sophistiqué mis au point pour mesurer les courants, mais son potentiel est vraiment extraordinaire. Le système fournit un profil de la vitesse des courants, leur direction et la température de l'eau dans des eaux d'une profondeur de jusqu'à 500 mètres, et cela, depuis la surface jusqu'au fond. Il est possible de contrôler les observations immédiatement, d'imprimer les profils et de garder les données dans la mémoire d'un ordinateur pour les rappeler et les analyser plus tard. L'hydrophone qui capte les données enregistrées par la "boule", est munie de jauges de tangage et de roulis ainsi que d'une boussole. Il est suspendu par-dessus bord. Tout en descendant à une vitesse de 1 mètre toutes les 3 secondes, la boule transmet des signaux à toutes les secondes. A bord le navire, un logiciel analytique permet d'ajuster ces données pour tenir compte des variantes dues au mouvement du navire. On établit ainsi un tracé à trois dimensions du trajet vertical de la sonde et on peut calculer les vitesses et les directions des courants à différentes profondeurs.

L'idée a été tout d'abord conçue en 1976 par Wilson Russell dans le contexte de ses recherches dans le problème bien publicisé de l'impact éventuel des icebergs sur les plates-formes de forage le long de la côte est du Canada. On a suggéré à l'époque plusieurs autres applications du concept, par exemple dans les domaines militaire et océanographique, et pour d'autres industries marines, mais la technologie électronique des ordinateurs à bord des navires n'était pas assez avancée avant 1983. C'est à ce moment-là que M. Russell a finalement pu achever de concevoir son prototype. Vers la fin de 1986, le concept a été transmis à Don Nickerson, qui venait de lancer sa compagnie NewTech



*L'HYDROBALL en action:
(en haut) la sonde transmet des données par impulsion;
(en bas) graphique de la vitesse et de la direction du courant.*

Instruments, pour qu'il transforme le prototype en produit commercialisable. Le premier appareil a fait ses épreuves en juin 1987, a été amélioré, et a subi de nouveaux tests en décembre de la même année. Finalement, on a pu, le 19 février 1988, faire des démonstrations réussies du système devant plusieurs clients le large du Cap Spear, le point du Canada le plus vers l'est.

La HYDROBALL présente d'intéressantes possibilités d'expansion moyennant des sondes additionnelles. Bien que d'autres systèmes mesurent les mêmes paramètres, celui-ci permet une réduction considérable des coûts de la recherche océanographique comparé aux autres méthodes qui se reposent sur l'analyse des variations de niveau de salinité. Ce qui est tout nouveau avec cette technologie, c'est que c'est le seul système qui mesure le courant en se basant sur le mouvement d'un objet dans l'eau et qui surveille le comportement réel de l'eau. C'est-à-dire que c'est le seul qui mesure la vitesse même du courant qui passe à côté d'un objet plutôt que de se fonder sur des observations du niveau de salinité de cette eau. La mise au point de cette technologie s'est accompagnée de beaucoup de risques et d'incertitude puisqu'il fallait concevoir le traitement mathématique des données, l'éprouver dans des situations réelles et le modifier en fonction de nouvelles conditions.

LA HYDROBALL est un exemple classique de comment l'inspiration indomptable d'un seul individu mariée à l'idéalisme inébranlable d'un autre et sa foi dans l'application technique de cette idée peuvent mener à une innovation réussie et au développement d'un produit bien reconnu au niveau mondial. Don Nickerson résume ainsi les quatre éléments de ce succès: le désir de réussir, le dynamisme qui permet de réaliser une idée, le dévouement d'une équipe dont chaque membre joue un rôle spécifique dans l'atteinte du but visé, et la définition précise de ce but, pour que tous le

comprennent bien. Et enfin, afin de mener à succès le développement d'un produit qui représente une innovation technique, il faut évidemment coordonner et motiver l'équipe sur le plan socio-psychologique, car chacun de ses membres possédera un ou deux des talents nécessaires, mais personne ne les aura tous.

L'appareil de NewTech est un engin qui - jusqu'ici - n'est pas capable de se déplacer latéralement en même temps que verticalement dans l'eau et qui ne peut pas être téléguidé. Il faut croire que les ingénieurs de la compagnie voient quelque chose de la sorte dans leurs boules de cristal et qu'ils s'y appliqueront. Pourtant, le besoin de développer un appareil de recherche océanographique plus flexible et d'une plus grande portée est reconnu par tous ceux qui s'affairent à recueillir des données sur la "dernière frontière" de la planète.

A la côte ouest du Canada, la International Submarine Engineering Ltd a relevé ce défi d'envergure mondiale en mettant au point un véhicule sousmarin téléguidé appelé ROV (remote control operated submarine vehicle). M. James McFarlane, président de cette compagnie, fait remarquer que la recherche d'un tel véhicule date de loin et que les efforts de plusieurs intéressés dans le monde entier ont connu des succès frappants ainsi que des échecs spectaculaires. Cependant, dit-il, au cours des 18 dernières années, le Canada est devenu tout doucement un centre mondial de conception et de construction de véhicules sousmarins.

A la suite d'appareils manoeuvrés par des passagers humains, on a commencé à mettre au point, il y a une dizaine d'années, des ROV attachés qui ont tout particulièrement servi à l'industrie du pétrole sousmarine. On les utilisait à des profondeurs de plus de 2000 mètres pour inspecter les oléoducs et les supports des plates-formes de forage. Évidemment, comme il fallait s'y attendre, les intérêts et besoins militaires ont joué un rôle crucial dans le développement du projet, sans parler de son financement. Mais le cordon quasi ombilical qui lie le ROV à son navire d'attache et qui permet de le contrôler, a toujours entravé son déplacement. La ISE a donc développé, avec l'aide, notons, de la marine américaine, deux véhicules sousmarins autonomes, téléguidés par radio. Ces AUV (autonomous underwater vehicles) sont appelés respectivement DOLPHIN et ARCS. On décrit le DOLPHIN comme suit: une plate-forme stable, munie d'instruments, de détecteurs et d'émetteurs, qui ressemble à un sousmarin miniature. Il a 8 mètres de longueur et se déplace à une vitesse de 15 à 20 noeuds. Il subit actuellement des épreuves menées par la marine américaine, et transporte des 'engins de défense' dans l'Atlantique du Nord, bien qu'il ait été conçue au tout début pour faciliter la collecte de données hydrographiques à partir de la plate-forme continentale canadienne. Il a la possibilité de porter toute une gamme de détecteurs et on prévoit parmi ses utilisations futures le contrôle des routes et le conditionnement des canaux.

Par contraste, l'appareil ARCS, qui a 6 mètres de longueur et 65 cm de diamètre, ressemble à une torpille. Conçu à l'origine pour le Bedford Institute of Oceanographie (l'institut Bedford d'océanographie), il devait servir d'appareil de sonde sous la glace arctique. Il est muni d'un sondeur numérique qui mesure la profondeur de l'eau par le son, ainsi qu'un système de repérage à ligne de base étendue qui permet d'établir sa position et de suivre un trajet donné. Il est également équipé d'un sonar pour éviter des obstacles. Les ARCS actuels sont alimentés par batterie et sont capables de plonger et de voyager seuls afin d'accomplir des tâches fixées à l'avance. Mais puisque la

colonne d'eau limite les largeurs de bande, ils ne peuvent pas transmettre de grandes quantités de données en temps réel. Ils fonctionnent typiquement sur un trajet carré préprogrammé, qui mesure cinq milles sur cinq milles, mais à une vitesse de jusqu'à 5 noeuds ils peuvent parcourir jusqu'à 100 milles. Ces deux véhicules sont en train d'être évalués en vue d'une utilisation militaire comme "multiplicateurs des forces armées", mais leur potentiel dans le domaine scientifique est évident.

Peut-être qu'il serait possible d'y incorporer les dispositifs de la Hydroball conçues pour détecter et transmettre les données. Cela en ferait un laboratoire autonome à multiples usages, capable de recueillir des données océanographiques, et dont les capacités futures seraient étonnantes. Le Canada a beaucoup contribué au développement des véhicules sousmarins pendant les deux dernières décennies et semble être en mesure de continuer à le faire. Les océans de la terre commencent enfin à livrer leurs secrets, face aux défis que leur lancent les entrepreneurs canadiens du domaine du génie marin.

Suggestions pour l'exploitation pédagogique

Les stratégies adoptées pour exploiter ce matériel en salle de classe varieront évidemment en fonction du cours et de la distance entre l'école et l'océan. Le professeur qui cherche à introduire de façon dramatique l'aspect alimentaire des ressources océaniques - et qui connaît les préférences assez conservatrices des adolescents en matière de gastronomie - pourrait peut-être songer à offrir à ses élèves quelques huîtres Belon à déguster ou bien organiser une excursion à un restaurant ou magasin de fruits de mer.

Pour des classes qui ont la possibilité de se rendre au bord de la mer, on pourrait fixer la visite d'une entreprise d'aquiculture, tandis que les élèves qui habitent une région intérieure pourraient explorer les possibilités de visite à une éclosierie en eau douce. Le plus simple serait que le professeur anime une séance de questions-réponses sur des sujets comme le rôle nutritif des fruits de mer, les raisons pour lesquelles il serait souhaitable de donner à l'aquiculture une place plus importante dans la production alimentaire des pays développés tout comme dans les pays en voie de développement, et le dossier de la pollution environnementale et la possibilité de toxicité chez les produits d'eau peu profonde, tels les fruits de mer.

Pour des expositions individuelles ou de groupe, ou pour des travaux de recherche, nous suggérons des thèmes comme l'exploitation future des océans en tant que ressource canadienne ou mondiale, ou encore les techniques traditionnelles et nouvelles d'exploitation des ressources océaniques. Parmi d'autres questions à étudier, mentionnons les problèmes soulevés par une plus grande utilisation des océans, ou bien la commercialisation en Amérique du Nord de poissons et de fruits de mer.

Des professeurs chargés de cours de marketing ou d'économie pourraient demander à leurs élèves de mener des recherches sur le plan local en ce qui a trait à la disponibilité de poissons et de fruits de mer, ainsi qu'à leurs origines et popularité. Une autre possibilité serait d'analyser les problèmes associés à l'expansion de l'industrie canadienne des fruits de mer, ainsi que les occasions qui en

découlent pour les entrepreneurs canadiens. Il est possible d'obtenir des renseignements sur des industries et des initiatives spécifiques en s'adressant à la direction des Renseignements et Publications scientifiques de Pêches et Océans Canada, au 200, rue Kent, Ottawa K1A 0E6. La rédaction de lettres adressées à de telles entreprises afin de demander des données pour un travail ou rapport pourrait devenir une bonne activité individuelle ou de groupe.

Le Huntsman Marine Science Centre, situé à St Andrew's au Nouveau-Brunswick, est un établissement de recherche et d'éducation qui offre des cours aux enseignants tout comme aux élèves. Ses publications rédigées à l'intention des écoles sont conçues pour susciter chez les jeunes lecteurs un intérêt à l'égard de la faune et de la flore du Canada atlantique. Son beau site sur la côte sud du Nouveau-Brunswick en fait un endroit idéal pour l'étude approfondie des thèmes susmentionnés. Des renseignements plus complets sont disponibles à ceux qui s'adressent par écrit à Mme Inka Milewski, Director of Development, Huntsman Marine Science Centre, Brandy Cove, St Andrews, N.-B., E0G 2X0.

La cueillette de données sur les levés et les autres recherches océaniques pourrait donner lieu à une discussion en salle de classe axée sur la nature des renseignements requis relatifs aux océans et sur les moyens anciens, actuels et futurs d'obtenir cette information. On pourrait souligner l'importance politique et stratégique des océans du monde et son impact sur la recherche et le développement océaniques au Canada. Il serait stimulant de ramasser des articles et des reportages qui mettent en vedette cette même importance politique et environnementale, afin de créer un tableau d'affichage ou des rapports individuels. Des classes situées dans une région côtière pourraient planifier la visite d'un établissement de recherches marines ou hydrographiques comme partie intégrante d'une unité sur les ressources océaniques du Canada.

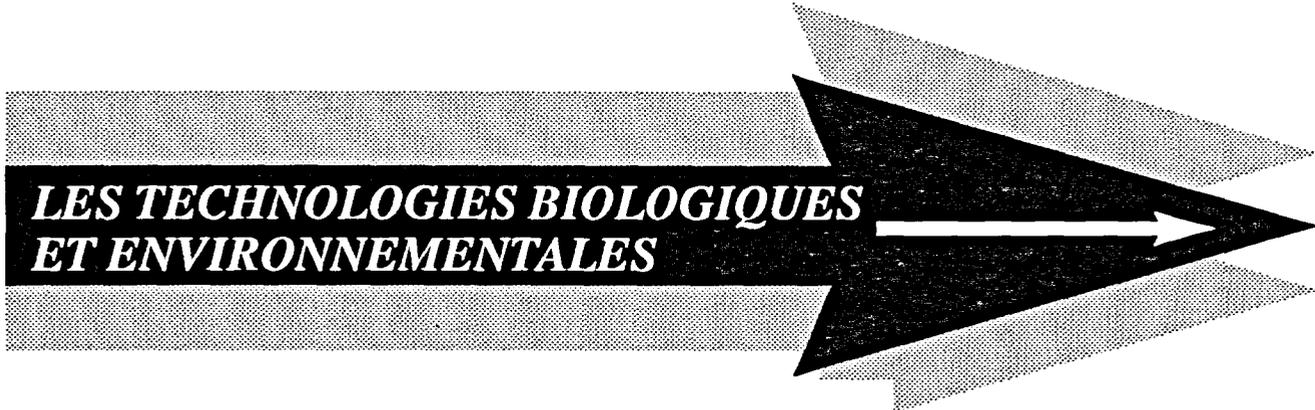
Références

Conseil des sciences du Canada, *L'aquiculture, une occasion à saisir* (Ottawa: Conseil des sciences du Canada, 1985).

L'aquiculture: un plan de développement pour le Canada, rapport d'un groupe d'étude du secteur privé (Ottawa: Pêches et Océans, 1984).

Pêches et Océans Canada, *A la découverte des secrets de l'océan* (Ottawa: Pêches et Océans Canada, 1987).

Pêches et Océans Canada, *Les chemins de l'avenir* (hydrographie) (Ottawa: Pêches et Océans Canada, 1987).



LES TECHNOLOGIES BIOLOGIQUES ET ENVIRONNEMENTALES

La compagnie Allelix, de Mississauga en Ontario, est l'une des plus grandes entreprises nord-américaines dans le domaine de la biotechnologie. Elle a été établie en 1981 dans l'espoir de mettre au profit les nombreuses possibilités commerciales découlant des progrès accomplis dans les sciences biologiques - des progrès qui consistent à mettre au service du commerce ou de l'industrie des plantes ou organismes qui existent dans la nature ou qui résultent d'initiatives de génie génétique. Allelix compte au nombre de ses effectifs 220 experts en sciences et en affaires, dont 170, y compris 65 qui sont munis de doctorats de troisième cycle, s'occupent de recherches dans les trois divisions de la compagnie, notamment l'agriculture, les produits biochimiques et diagnostiques.

La compagnie a connu des succès dans plusieurs domaines. En biochimie, ses experts ont utilisé le génie génétique pour mettre au point des moisissures qui produisent des substances chimiques d'une grande valeur ajoutée, ainsi qu'un agent anti-tumeur, tandis que les chercheurs visent la découverte de molécules clés dans l'évolution de certaines maladies et la mise au point d'agents thérapeutiques développés à partir de données sur la structure et fonction des molécules. La division des produits diagnostiques a perfectionné des trousseaux pour des tests de grossesse, d'infections streptococciques de la gorge et de certaines maladies vénériennes et cardiaques. Ces trousseaux se vendent partout dans le monde.

Allelix compte au nombre de ses capitalistes les plus importants dans les recherches, plusieurs grandes compagnies à actifs multiples, notamment la John Labatt Ltée et la Polysar Corporation, ainsi que la Ontario Development Corporation. A mesure que les inventions passent à l'étape du développement du produit, Allelix crée des entreprises à risques partagés ou des sociétés corporatives, qui se chargent de la production et de la mise en marché des produits. En 1987, par exemple, Allelix a signé un accord de recherche et développement avec l'énorme multi-nationale Procter et Gamble, plus précisément avec la division Richardson-Vicks, pour la mise au point d'autres tests diagnostiques. Evidemment, Allelix est l'exemple parfait d'une compagnie qui croit que la diversification technologique est une excellente protection au cas où une initiative donnée venait à échouer.

Le génie génétique et le canola

L'un des premiers grands succès de la division de l'agriculture chez Allelix, a été le perfectionnement d'une graine à huile de printemps, c'est-à-dire le canola, hybride à haut rendement. Tous ceux qui ont étudié la géographie du Canada ont appris quelles sont les vicissitudes de la cultivation du blé sur la grande prairie, et quels sont les dangers commerciaux et environnementaux auxquels se trouvent confrontés ceux qui cultivent cette terre qui, par endroits, est loin d'être propice aux récoltes. On sait que la diversification, la culture d'une gamme de plantes à haut rendement et de grande valeur commerciale, est peut-être le seul recours de ceux qui font face aux problèmes inhérents à la cultivation des grains.

Depuis longtemps on chante les louanges de la graine de colza - la graine dont provient le dérivé canola - comme récolte qui peut remplacer le maïs et le blé et qui fournit une huile et un tourteau très nutritifs. La graine de colza et le canola sont, si l'on les prend ensemble, la quatrième source d'huile végétale au monde et il est à remarquer que, peu à peu, le canola remplace les variétés traditionnelles de colza. Il y a au Canada quelque 7 millions d'hectares consacrés à la cultivation du canola, ce qui en fait la troisième moisson agricole, et sa valeur annuelle est de 900 millions de dollars. Il s'agit donc d'une source majeure d'huile comestible et d'aliment pour le bétail, au pays comme au monde. Il n'y a que le blé qui rapporte davantage de revenus au fermier canadien.

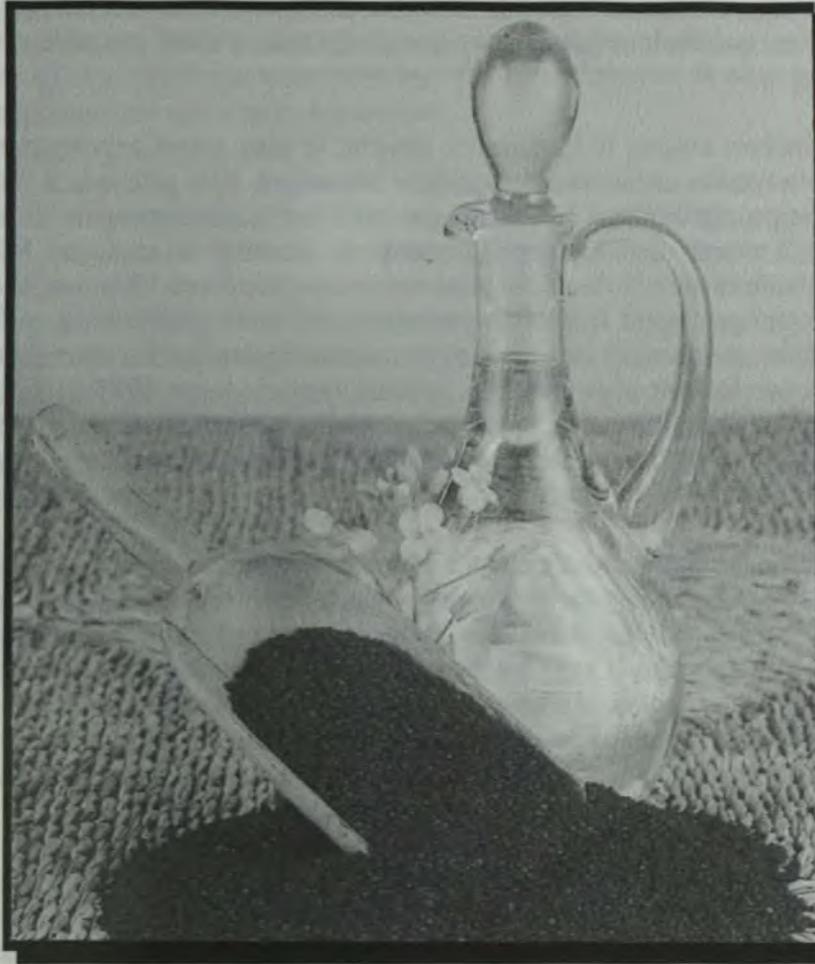
Le Canola - nom canadien breveté de ce dérivé particulier de la graine de colza - a été mis au point au Canada par des chercheurs qui essayaient de résoudre un vieux problème relié à la graine de colza, notamment une teneur élevée en acidité, qui provoquait chez les êtres humains et chez le bétail respectivement des problèmes d'adiposité et de thyroïde. L'huile canola contient de par sa



Deux experts de la compagnie Allelix dans un champ de canola

nature peu d'acides gras saturés comparé aux huiles provenant du colza traditionnel, de soja ou de maïs. C'est l'une des rares récoltes où il y a encore de la place pour ajouter une valeur importante par le biais de la manipulation génétique. La graine originale, celle du colza, a en elle-même beaucoup plus de diversité inhérente que la plupart des récoltes et elle répond beaucoup plus volontiers aux nouvelles techniques biotechnologiques que le maïs ou le soja, par exemple.

Allelix compte mettre en marché avant 1990 des hybrides qui donneront une récolte de 20 à 30 p. 100 plus élevée et qui seront, par surcroît, plus résistants aux maladies et aux herbicides tout en contenant moins d'acides gras. La compagnie a lieu de croire qu'elle a bien de l'avance sur ses concurrents, malgré le fait que les agro-généticiens européens commencent à s'y intéresser, et on espère essayer les premiers hybrides de printemps sur le



Le canola: des graines, des fleurs, de l'huile

Mais il recommande la prudence à ceux qui prévoient une expansion fulgurante aux États-Unis, car il faut tenir compte de la concurrence provenant de variétés européennes et de plusieurs autres problèmes, entre autres le fait que le tourteau de soja est plus riche en protéines, la résistance des agriculteurs, l'attitude de ceux qui contrôlent les élévateurs à grain et les moulins à huile, la réglementation des produits produits à base de clonage de gènes, la prohibition des pesticides et les subventions allouées aux cultivateurs du blé, sans parler du besoin de perfectionner des variétés qui sont à la fois résistantes aux insectes nuisibles et bien adaptées à la rotation des cultures dans des régions très différentes qui sont sujettes à des chaleurs intenses en été.

Le Canola Council of Canada, (301 - 433, rue Main, Winnipeg (Manitoba)) est également prudent en notant que les manuels nord-américains de sciences alimentaires ne font aucune mention du canola ni de l'huile de colza, car ni l'un ni l'autre n'a été cultivé de façon commerciale aux États-Unis. Il est à remarquer, cependant, qu'en 1985 la Food and Drug Administration (division de

l'alimentation et des médicaments) du ministère américain de la Santé et des Services humains, a accordé au canola le statut sécuritaire qui était requis avant que le canola puisse prendre de l'expansion dans ce pays-là.

Toujours est-il qu'au cours des dix dernières années le Canada est devenu le plus grand exportateur de canola, et que jusqu'à 50 p. 100 de la récolte annuelle est expédié à l'étranger. Qui plus est, il n'y a aucune variété cultivée en quantités appréciables hors le Canada qui est d'une qualité comparable à la variété canadienne. Mais tout cela risque de changer à l'avenir et, comme le souligne M. Castagno, il sera peut-être difficile de faire respecter dans des pays autres que les États-Unis, où il y a bien de la réglementation, les brevets qui protègent le plasma germinatif de cette graine ainsi que l'argent et les efforts canadiens qui ont été consacrés à cette initiative extraordinaire dans le domaine de la génétique. Cette préoccupation est d'autant plus vive que pendant la période de 1983 à 1986, le Canada a produit 25 p. 100 de toute l'huile de colza fabriquée au monde, et que presque la totalité provenait de la variété canola. La consommation mondiale favorise donc de plus en plus les variétés à teneur moins élevée en acide et à plus grande valeur nutritive.

Des marchés éventuellement importants pour l'huile canola existent dans des pays où l'huile de colza est déjà utilisée - souvent sous forme de margarine ou de shortening - mais où elle représente moins du 15 à 20 p. 100 des calories fournies par des matières grasses que recommandent les nutritionnistes. Au Canada, la margarine, le shortening pour cuisson et pour pâtisseries, les sauces à salade et les mayonnaises, ainsi que les autres huiles végétales, contiennent une forte proportion de canola. L'utilisation de plus en plus répandue de cette huile est rarement reconnue, mais elle risque néanmoins d'avoir un impact marqué sur la santé et le style de vie des Canadiens, un impact qui pourrait bien se faire sentir aussi partout en Amérique du Nord, sinon dans le monde entier.

Il est intéressant de noter que la compagnie Procter and Gamble - qui est récemment entrée en association avec Allelix pour développer de l'équipement conçu pour faciliter les diagnostics médicaux - s'est également montrée chef de file en ce qui a trait de la production d'huiles comestibles plus nutritives lorsqu'elle a introduit son huile de marque "Puritan", qui est à base de canola. Même dans sa division de l'agriculture, Allelix semble suivre l'orientation établie par ses deux autres divisions, c'est-à-dire que la compagnie poursuit comme thème et but pour ses recherches le concept de la "mise en valeur de la santé", tout en faisant honneur à la description qu'elle fait d'elle-même, qui est "un regroupement de trois entreprises qui se servent des découvertes scientifiques les plus nouvelles pour mettre au point des produits et des procédés destinés à l'agriculture et aux soins médicaux."

La technologie des relevés hydrologiques

Même dans le domaine agricole, la plupart des Canadiens reconnaissent que le plus grand défi environnemental que doit affronter le pays - et, de façon indirecte, le monde entier - est l'approvisionnement en eau douce, ainsi que l'utilisation et l'abus que nous faisons de cette ressource que nous possédons en si grande quantité. En ce qui concerne ce dossier tout comme d'autres où il s'agit de mettre en valeur des produits issus de la recherche et du développement et qui visent la

surveillance ou l'exploitation de nos richesses naturelles, des agences du gouvernement fédéral - en l'occurrence Environnement Canada - ont stimulé, initié, conseillé ou encouragé des projets nés dans le secteur privé qui vont peut-être permettre de tirer le plus grand profit possible des avantages que représentent nos vastes ressources.

Le Canada a plus d'eau que tout autre pays du monde - environ 9 p. 100 du débit de toutes les rivières au monde. Plus d'un douzième du pays est recouvert d'eau. Chez Environnement Canada, la division des Relevés hydrologiques, qui fait partie de la direction des Ressources en eau, est responsable de mesurer, d'observer et de contrôler le débit, le niveau et la qualité des eaux de nos lacs et rivières afin d'être en mesure d'évaluer notre approvisionnement actuel et futur en eau, tant dans nos villes que pour nos industries. Ces données servent à établir des droits en matière d'eau, une question qui préoccupe non seulement les fermiers, les pêcheurs et les responsables des compagnies d'hydroélectricité, mais aussi les agences fédérales et provinciales qui luttent contre la pollution des eaux. Elles sont essentielles à une distribution intelligente des eaux entre particuliers et industries.

Au cours des années, l'évaluation des caractéristiques de l'eau est devenue une activité informatisée, automatisée et sophistiquée. Puisque l'eau est une substance toujours dynamique et toujours changeante, la mesurer est un défi d'envergure, car une seule donnée ne vaut presque rien. Les Relevés hydrologiques du Canada recueillent de façon continue des données sur les niveaux et les débits à plus de 2700 postes d'observation. Des données supplémentaires qu'il faut également enregistrer de façon continue relèvent du sédiment en suspension dans les eaux, de l'épaisseur et de la vélocité des glaces, et de la température, entre autres.

Observer et enregistrer les données changeantes au fur et à mesure que les changements se produisent à un site particulier était toujours coûteux et difficile si l'on ne disposait pas d'équipement sophistiqué de télédétection. Mais récemment, l'application aux procédés de collecte de quelques innovations techniques liées à une certaine ingéniosité a permis l'enregistrement de données sur place et la transmission de cette information par satellite vers des bureaux régionaux où elle est tracée et analysée le plus vite possible, car les utilisateurs demandent ce genre de renseignements de plus en plus souvent et ils veulent qu'ils soient des plus récents. Nous mentionnons deux parmi la foule d'entrepreneurs en innovation technique et d'ingénieurs électroniques qui ont relevé avec succès le défi lancé par Environnement Canada. Ce sont notamment Valcom Ltée (HYDROMET), de Guelph, et Stednitz Maritime Technology, d'Eganville, Ontario, qui ont mis au point le système AFFRA (Acoustic Flowmeter for Remote Areas - le débitmètre acoustique conçu pour régions éloignées).

Ce système permet de mesurer le débit moyen d'un cours d'eau, deux niveaux critiques de cette eau, la vitesse des ondes sonores, la température de l'eau, et l'intensité des signaux et des bruits. Il enregistre le nom d'un site donné, l'heure et la date, le temps écoulé entre les observations, l'heure de la première observation et du début de la transmission télécommandée. Ces données peuvent être transmises ou stockées, selon le format spécifique demandé par l'éventuel client externe. Elles permettent de calculer le niveau de l'eau en fonction des données enregistrées, de la coupe transversale, la quantité de l'eau et le niveau de salinité. Le système AFFRA peut être alimenté par

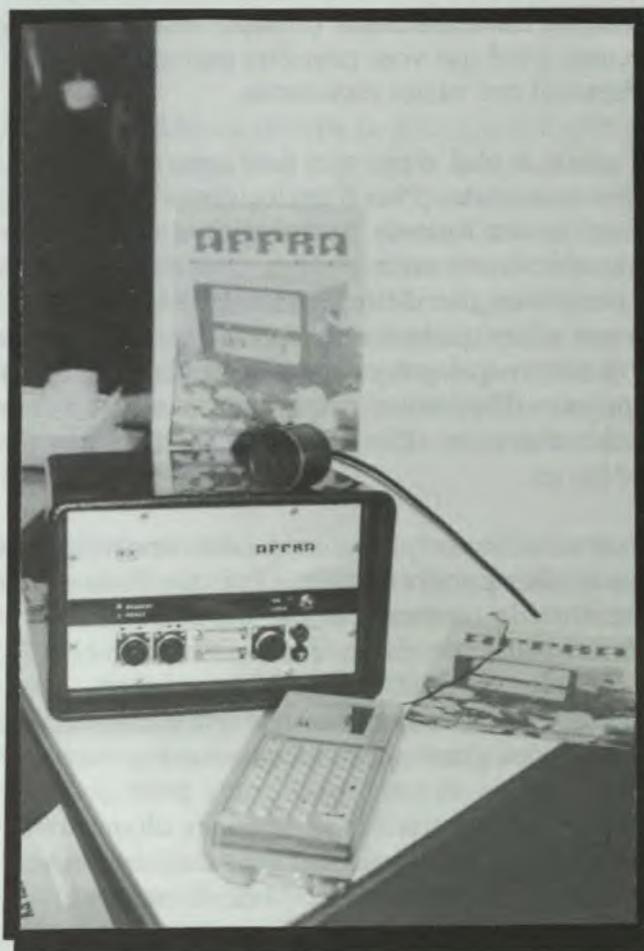
l'énergie solaire; les données recueillies peuvent être transmises par satellite, par radio cellulaire ou par téléphone, moyennant un modem; et AFFRA peut être télécommandé.

Le HYDROMET est basé sur un concept assez semblable, mais son but c'est la télédétection et la transmission de données sur le taux d'humidité dans l'atmosphère qui nous entoure et sur d'autres aspects de l'air. Il semble évident que, dans un avenir assez proche, Environnement Canada aura la possibilité de surveiller depuis un seul point de commande et de contrôle centralisé une vaste gamme de phénomènes météorologiques et hydrologiques changeants, et pourra par la suite les consigner à des graphiques et à des cartes, au fur et à mesure qu'ils se produisent et où que ce soit au pays.

La technologie et la gestion des déchets industriels

L'une des préoccupations majeures du public partout au monde en ce qui a trait à l'environnement, c'est la qualité de l'eau, menacée comme elle l'est par la pollution agricole, humaine et industrielle des eaux usées. Et pourtant, on sait depuis longtemps déjà qu'il est possible non seulement d'empêcher cette pollution ou de purifier les eaux, mais aussi de recycler l'effluent des eaux usées, provenant de plusieurs origines, pour en faire un combustible qui serait une source d'énergie. Ici encore, c'est Environnement Canada, ou plus particulièrement son Centre technique des eaux usées, situé à Burlington en Ontario, qui a agi de catalyseur pour le développement technique dans l'entreprise privée.

Les boues d'égout sont le produit des procédés d'épuration de l'eau. Sur le plan annuel, les stations d'épuration du Canada produisent plus de 500 000 tonnes métriques de ce résidu, qu'elles doivent éliminer sous forme d'agent améliorant pour terres agricoles, par le moyen de décharges contrôlées ou encore par incinération, et cela à un coût annuel de plus de 100 millions de dollars. Parfois, les méthodes d'élimination sont rentables, surtout dans de petites collectivités où il est possible de trouver une application locale. Mais dans les communautés plus importantes, l'élimination des



L'AFFRA permet de surveiller le débit de l'eau

déchets soulève une foule de problèmes reliés à la protection de l'environnement, surtout l'incinération, dont les coûts montent rapidement.

Une nouvelle solution consiste à développer un processus technologique pour convertir ces boues en combustible liquide. En 1986, on a accordé à la compagnie Petro Sun International, de Montréal, un contrat pour la mise au point d'une usine pilote qui traiterait une tonne de boues par jour afin de valider des expériences menées en laboratoire qui avaient laissé croire que cette méthode serait rentable et bénéfique.

Il s'agit d'un procédé basé sur une technique assez simple, le 'procédé naturel pour la synthèse de l'huile combustible', et sur une découverte faite par des technologues allemands, qui ont cédé à Environnement Canada les droits d'exploitation du processus en Amérique du Nord. Une fois l'eau éliminée, il reste une masse à 95 p. 100 solide, qu'on chauffe jusqu'à 450 degrés Celsius. Les gaz qui s'en dégagent sont alors condensés pour devenir un combustible liquide tandis que les solides qui restent forment un résidu charbonné, utilisé à son tour pour alimenter la première étape du processus, c'est-à-dire le séchage des boues.

L'"huile combustible" qui est ainsi produite est facile à traiter, à stocker et à transporter ailleurs pour des fins de chauffage. En plus de sa rentabilité, cette technologie présente certains autres avantages. Le volume réduit de cendres résiduelles veut dire qu'il faut très peu de place pour les décharges. Les températures relativement basses requises pour le processus n'occasionnent pas de vaporisation de métaux toxiques; ceux-ci sont plutôt convertis en oxydes non solubles qui ne représentent pas de danger pour l'environnement. Les émissions gazeuses, comme l'anhydride sulfureux, sont semblables à celles qui proviennent de l'huile naturelle et pourraient être contrôlées par les techniques couramment utilisées pour filtrer les émissions provenant de cheminées d'usine.

Les premières expériences démontrent que jusqu'à deux barils de mazout pour le chauffage commercial sont produits à partir de chaque tonne de boues traitées. Il en résulte aussi une demi-tonne de résidu charbonné, qui a un rendement calorique de 80 p. 100 de celui d'un charbon de qualité inférieure. Comparé à l'incinération donc, cette méthode de traitement des boues d'égout représente des économies opérationnelles d'entre 40 \$ et 60 \$ par tonne. Puisque 80 p. 100 des boues d'égout au Canada proviennent des villes, ce processus pourrait avoir un effet remarquable partout au pays sur le traitement des eaux usées et sur les méthodes utilisées pour gérer notre environnement.

Petro Sun qui se spécialise en systèmes de rechange pour la gestion de l'énergie et de l'environnement, espère avoir validé le projet pilote vers le milieu de 1988 et compte alors commencer la conception et la construction de la première installation commerciale. Les technologies qui visent la création d'énergie à partir de déchets se sont heurtées à des problèmes environnementaux d'ordre secondaire par le passé et sont devenues moins importantes aux yeux du grand public suite à la diminution apparente de la crise énergétique du milieu des années 70. Il existe pourtant un vaste potentiel pour la conservation des combustibles fossiles et pour d'importantes économies si nous adoptons la technologie qui crée des combustibles à partir des boues d'égout.

Les commanditaires du système sont optimistes et parlent d'un marché potentiel aux États-Unis de 3000 tonnes par jour, ce qui équivaldrait au cours des dix prochaines années, selon leurs estimations, à une valeur marchande de plus de 500 millions de dollars. Sur le plan annuel, il serait possible de récupérer depuis les boues actuellement produites de l'énergie d'une valeur de quelque 30 millions de dollars, ce qui justifierait amplement les immobilisations initiales qui seraient, juge-t-on, de 15 à 20 millions de dollars. Nous nous interrogeons tous sur les nouvelles sources d'énergie pour remplacer les combustibles fossiles, sur la qualité de l'air et de l'eau de notre environnement et sur l'élimination des déchets solides. Il est donc facile de s'enthousiasmer pour un processus qui convertit les boues d'égout en huile combustible, qui ne menace aucunement notre environnement, et qui ne prend que 10 à 30 minutes!

Suggestions pour l'exploitation pédagogique

Qu'est-ce que c'est exactement que l'huile "canola" et quels en sont les utilisations et les avantages? Il est fort probable que peu d'élèves, exception faite de ceux des provinces des prairies, sauront répondre à ces questions. On encourage les professeurs à se mettre en communication avec le Canola Council of Canada, dont l'adresse est citée plus haut, pour demander de plus amples renseignements et du matériel pour un travail de recherches qui sera effectué par le groupe entier.

Dans les cours de géographie canadienne, on souligne l'importance de connaître la répartition de nos cultures diverses. La graine de colza, plus particulièrement le canola, fournit un bon sujet pour une étude cartographique. Quelles sont les conditions qui favorisent ou qui limitent la cultivation de ces oléagineux? Dans quelles circonstances économiques est-ce qu'un cultivateur serait porté à abandonner le blé en faveur de la graine de colza ou le canola? Une étude majeure des avantages de ce produit et de ses problèmes serait un travail individuel des plus intéressants.

Est-ce que le génie génétique tel qu'on l'applique à des plantes comme la graine de colza comporte des inconvénients? Les environmentalistes, de même que certains experts en génétique, ont fait de sérieuses réserves sur la manipulation génétique. Ici encore, les élèves pourraient effectuer des recherches au sujet de ces préoccupations, tant générales que spécifiques, et ils pourraient demander à des innovateurs en génie biologique de les rassurer - s'ils le peuvent - quant à leurs travaux sur le canola.

En ce qui a trait à l'utilité de l'huile de canola, la visite d'un supermarché permettrait d'examiner les listes d'ingrédients qui paraissent sur les produits et s'avérerait peut-être profitable. Il serait également possible d'entrer en communication avec un important distributeur de produits alimentaires. Dans les régions où le canola est cultivé, une entrevue avec un fermier ou une étude de la ferme s'imposeraient.

S'il s'agit d'un cours d'économie, le potentiel mondial pour la mise en marché du canola et la stratégie adoptée à cette fin pourraient faire l'objet d'une bonne étude de cas axée sur la commercialisation des denrées et sur les accords internationaux ou les restrictions en matière de commerce, ainsi que sur les problèmes liés à la protection des brevets agricoles.

Afin d'effectuer un sondage des ressources hydrologiques du Canada, on pourrait utiliser des techniques d'interrogation semblables à celles qui sont recommandées pour l'étude de cas précédente. Quelle est l'étendue de ces ressources? Est-ce que nous les conservons? Quelles stratégies ont été adoptées pour corriger la pollution ou pour l'éviter? Où est cette pollution? Quels efforts sont déployés par le secteur de recherches et développement industriels pour faire en sorte que les eaux recyclées ne posent aucun danger? Comment est-ce que nous étudions l'eau? Qu'est-ce que nous avons besoin de savoir à ce sujet? -- immédiatement? Quelles méthodes sont utilisées pour traiter nos eaux d'égout (eaux usées)? Comment est-ce que nos grandes villes assurent les services publics, par exemple l'élimination des déchets, la propreté de l'environnement et l'approvisionnement en eau?

Chaque élève du groupe pourrait faire un exposé sur toute une gamme de questions, car cette étude de cas, plus que toutes les autres de cette trousse, se prête à une multiplicité d'approches. Les élèves des cours de géographie urbaine, tels que ceux qui sont décrits dans le programme d'études pour la géographie en Ontario, pourraient se rendre à une station locale d'épuration des eaux. Les élèves dans des régions rurales pourraient enquêter sur la source locale des eaux et sur les méthodes utilisées pour en assurer la sécurité et la pureté. Quels moyens de protection sont employés? Est-ce que la qualité de cette eau est contrôlée? Si oui, comment?

L'objectif global du professeur serait surtout d'éveiller chez ses élèves une sensibilité ou conscience à l'égard de l'environnement, plus précisément au sujet des dangers suscités sur le plan de la santé ou de l'économie par l'utilisation d'eaux polluées ou non contrôlées dans les industries ou dans les quartiers résidentiels.

Références

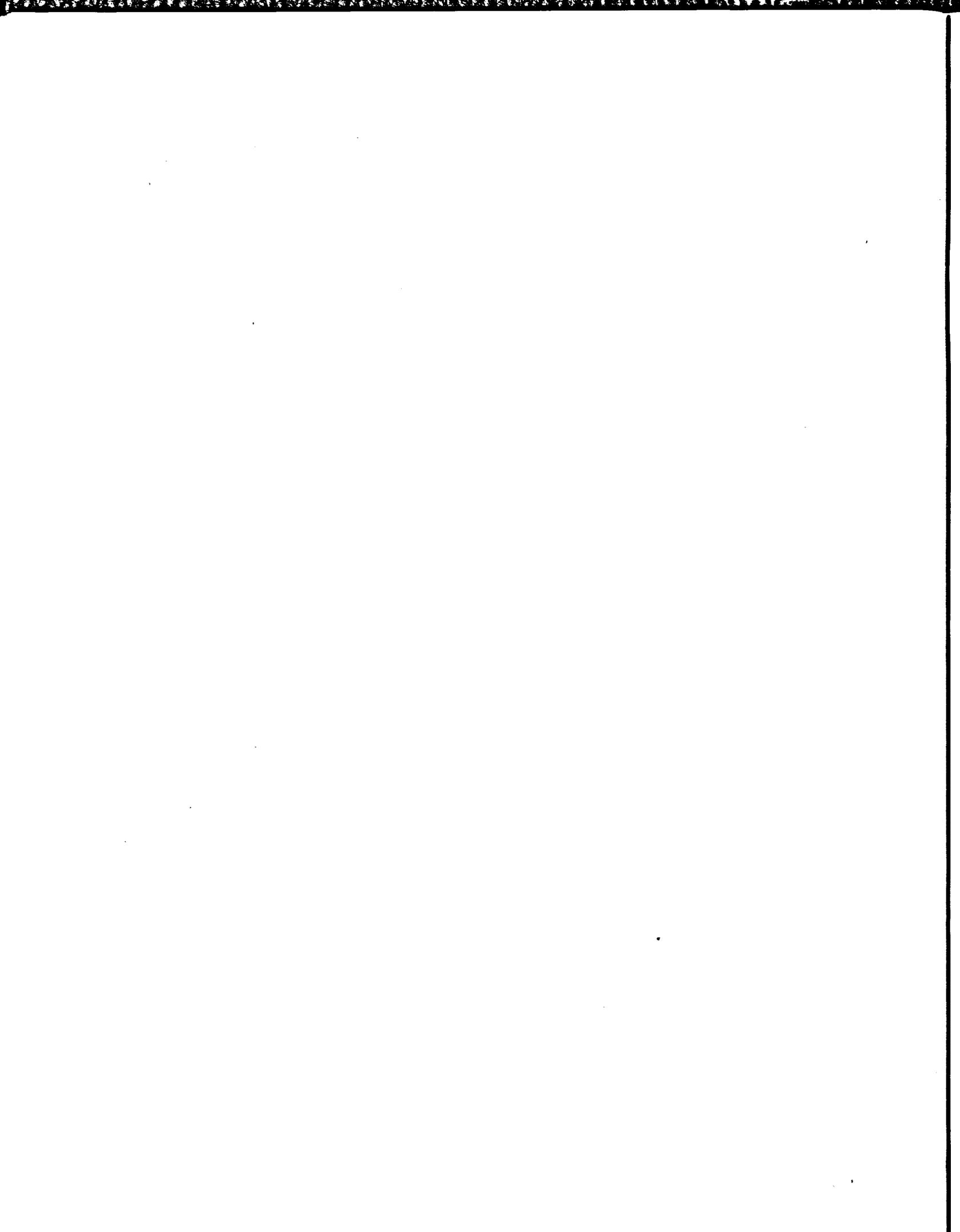
Agriculture Canada, *Etat de la recherche*, Numéro du centenaire, 1886 - 1986 (Ottawa: Agriculture Canada, 1986).

Canola Council of Canada, *L'huile de canola est . . .* (Winnipeg, Canola Council of Canada).

Conseil des sciences du Canada, *Germes d'avenir: les biotechnologies et le secteur primaire canadien*, Rapport 38 (Ottawa: Conseil des sciences du Canada, 1985).

First Choice Canada, Volume 6, numéro 2, Numéro spécial sur la biotechnologie (Montréal: Promex Communications, 1987).

Hrynyshyn, J. "Canola", *Dimension Science*, volume 18, no 1 (1986): 9 - 10.





LES TECHNOLOGIES APPROPRIÉES ET LE TIERS MONDE

Il y a bien des pays qui ne peuvent pas s'offrir les produits de la technologie de pointe qui remplacent de façon innovatrice la main-d'oeuvre coûteuse. Pour certains pays et marchés, il est peu rentable et peu approprié d'acheter les produits de l'avant-garde de la technologie et de l'invention industrielles du monde occidental. Ces produits d'une technologie sophistiquée leur seront sans doute proposés à l'avenir et des équipes agressives de vendeurs canadiens pourront bien réussir à attirer l'attention de ces pays, grâce à des étalages resplendissants. Il faudra néanmoins que les acheteurs soient conscients des risques qu'ils courent. Il faudra également que le Canada ne cède pas à la tentation de vendre des produits technologiquement avancés et complexes à des clients qui ne peuvent pas - pour le moment du moins - les utiliser de façon efficace pour satisfaire à leurs besoins.

Toute initiative de vente sur le plan international doit aller de pair avec des études de marché poussées et une stratégie de perfectionnement des habiletés requises. Il faut évaluer de façon pesée les besoins du marché à court et à long terme, de même que ses demandes. Ces besoins seraient fort probablement moins complexes du point de vue technique et moins difficile à satisfaire que ceux du Canada. Bref, il faut que le Canada mette au point, en collaboration avec des pays où l'économie est moins évoluée, une stratégie industrielle basée sur le concept des 'technologies appropriées', s'il veut réussir son commerce international et mériter le respect de ses associés.

L'expression "offrir une technologie appropriée" veut dire tout simplement fournir un produit qui peut être utilisé tout de suite pour répondre aux besoins d'une économie et d'une société moins évoluées sur le plan technique. Il faut que les ouvriers ou les consommateurs soient en mesure de se servir du produit, qu'ils soient capables d'en assurer l'entretien, et qu'ils en tirent immédiatement un profit réel en ce qui a trait à leur style de vie ou bien-être économique. Trop souvent par le passé, les stratégies de vente des pays à économies évoluées ont ébloui les gens des pays moins développés et les ont incités à s'acheter des produits ou des technologies qui sont tout à fait inutiles dans le contexte socio-économique et physique des régions visées.

Heureusement, une telle stratégie semble être en train de se créer au Canada. Cette nouvelle orientation met l'accent sur de nouveaux buts et permet d'aborder d'une autre façon les problèmes de

mise en marché. Elle pourra bien devenir un aspect important et respecté du rôle que jouera le Canada à l'avenir sur la scène économique mondiale.

L'organisme public canadien qui sert de guide ou de catalyseur pour le développement de technologies moins avancées mais plus appropriées s'appelle de Centre de recherches pour le développement international (CRDI). De nombreux articles fabriqués avec l'encouragement du CRDI sont produits dans des pays en voie de développement sous une direction canadienne et grâce à l'expertise canadienne. Il faut souligner, cependant, que c'est souvent une initiative coopérative entre l'entreprise privée canadienne et les ressources industrielles disponibles dans le pays en question qui permet de développer la technologie requise au tout début.

Il est à remarquer aussi que plusieurs agences au Canada entreprennent les recherches initiales ainsi que la conception et le perfectionnement du produit approprié et que souvent ils vont jusqu'à créer les premiers prototypes, sinon tout l'équipement nécessaire. Par la suite, ce sont les fabricants du pays hôte qui prennent la relève et se chargent de la production si la situation s'y prête.

Il se peut fort bien qu'une telle stratégie n'occasionne pas des ventes internationales d'un volume épatant et qu'elle ne créera pas des marchés permanents pour des équipements techniques faits au Canada. Mais elle méritera pour le Canada une réputation de fournisseur d'aide et de conseils techniques appropriés, quelque chose qui est tout aussi précieux en termes du potentiel commercial du Canada et de son image de marque sur le plan économique international que n'importe quelle initiative innovatrice en recherche et développement.

Le décortiqueur à disques abrasifs

Le CRDI a initié et parrainé de nombreuses inventions techniques à petite échelle qui font foi du besoin d'améliorer les chances de survie des pays moins développés, où il y a souvent pénurie de fonds et de ressources industrielles. Dans bien des cas, cette technologie est reliée à la production d'aliments et au contrôle de l'environnement et elle favorise l'adoption de solutions à petite échelle face à des problèmes plutôt que les grands projets de production qui exigent des immobilisations importantes et qui sont peu appropriés. La mise au point et la construction du décortiqueur à disques abrasifs en est un exemple par excellence.

Cette invention tout à fait simple mais tout à fait nouvelle s'emploie et se fabrique aujourd'hui en Gambie, au Sénégal, au Zimbabwe et au Botswana. Elle est également produite par la Nutana Machine de Saskatoon. C'est un engin qui facilite la production de farine à partir de grains de céréales et de légumineuses tropiques. Les graines de plusieurs de ces cultures sont munies d'une enveloppe qui est à la fois dure et susceptible de se fracasser. Cela veut dire que dans beaucoup de régions tropiques les techniques de mouture par réduction normalement utilisées pour la production de la farine de blé ne sont pas pratiques. Le nouveau décortiqueur a été conçu pour résoudre ce problème.



Le décortiqueur à disques abrasifs utilisé au Botswana

Le décortiqueur consiste en une tige métallique munie de meules qui sont installées à intervalles. Le tout se place dans un tonneau en demi-cercle, qui est rempli de grains. Les disques tournent à quelques 1500 à 2000 révolutions à la minute usant par abrasion l'enveloppe qui renferme la graine. Il ne s'agit pas d'un procédé bien compliqué du point de vue technique. Le temps requis varie en fonction de la dureté de l'enveloppe. En même temps un aspirateur, ou genre de temps un aspirateur, ou genre de vanneuse, enlève les morceaux d'enveloppe. Plus spécifiquement, la vanneuse agit par vibration, faisant danser les grains. Cela facilite l'action d'un ventilateur, qui emporte les coquilles laissant les graines intérieures.

A ses débuts, ce projet a été réalisé sous la supervision du gouvernement canadien grâce à une allocation de fonds à cette fin, mais puisque l'appareil avait été conçu pour les opérations à petite échelle des fermiers indigènes en Afrique, la production et le perfectionnement se font maintenant en Afrique, et au secteur privé tant au Canada qu'outre-mer. Ce qui en a assuré le succès, c'est qu'il répond au besoin des agriculteurs autoconsommateurs qui veulent moulinier leurs propres grains qui résistent à la sécheresse, notamment le sorgho et le millet, plutôt que d'acheter la farine commercialement produite.

Le décortiqueur a été conçu pour être peu coûteux, facile à manipuler, et d'un prix abordable pour des gens de village. Il est simple, résistant et facile à réparer avec des pièces de rechange qui peuvent être faites sur place. Selon le CRDI, sa simplicité apparente cache les efforts de recherche poussés et complexes qui ont abouti à sa création. Avant l'invention du décortiqueur, le traitement des graines de céréales à enveloppe dure qui représentent 28 p. 100 des céréales cultivées en Afrique

était une tâche difficile et accablante qui exigeait des heures de travail au pilon et au mortier - un travail qui était effectué le plus souvent par les femmes de la famille - pour la production d'assez de farine pour le repas quotidien.

Comme c'est souvent le cas en Afrique lorsqu'il s'agit d'améliorations sur le plan de l'agriculture, l'utilisation du décortiqueur s'est répandue assez lentement. Mais le CRDI raconte qu'il a déjà permis la mise sur pied d'une industrie locale de mouture au Botswana, ce qui aide le pays à dépendre moins d'importations de farine sud-africaine. En fin de compte, le succès du décortiqueur - et les bénéfices qui en découlent du point de vue de la renommée du programme d'aide canadienne à l'innovation technique - prouve que les innovations techniques rentables n'ont pas toutes besoin d'être prestigieuses ou apparentées à la technologie de pointe.

Cette initiative fournit aussi une indication de la voie que les entreprises canadiennes pourraient suivre à l'avenir, plutôt que de continuer sur le chemin de l'innovation technique avancée, si elles veulent s'imposer sur les marchés internationaux.

Suggestions pour l'exploitation pédagogique

Il existe de nombreuses sources d'information pertinente aux élèves qui entreprennent des travaux autonomes ou des recherches sur des thèmes reliés au tiers monde ou aux pays en voie de développement et aux technologies appropriées. Une source primordiale de renseignements techniques serait la revue du CRDI intitulée "Le CRDI Explore" qui est exempt des droits d'auteur et qui est disponible auprès du CRDI (C.P. 8500, 250, rue Albert, Ottawa K1G 3H4). Le CRDI se ferait un plaisir d'envoyer de plus amples renseignements au sujet du décortiqueur à disques abrasifs ou d'autres projets techniques semblables.

Plusieurs organismes non gouvernementaux assimilés au CRDI fournissent du matériel qui traite de questions et de problèmes auxquels font face les pays en voie de développement confrontés aux difficultés techniques communes dans ces régions. Les professeurs pourraient recourir aux techniques de recherche individuelle ou d'étude de cas en groupe pour enrichir les sections du programme d'étude qui traitent de la production alimentaire, de l'agriculture, des eaux, de la dégradation de l'environnement, de la surpopulation, de l'éducation au tiers monde, et ainsi de suite.

Des invités d'organismes tels que le CUSO et Jeunesse Canada Monde pourraient venir parler de la nature du travail qu'ils entreprennent dans les pays en voie de développement et ils pourraient souligner le rôle des technologies appropriées en améliorant la vie quotidienne des gens touchés par leurs projets d'outre-mer. Il se peut même que quelques élèves s'enthousiasment au point de songer à entreprendre un programme d'échange avec le JCM ou à travailler comme bénévole auprès du CUSO.

Les professeurs, pour leur part, pourraient s'impliquer dans le travail des nombreux centres d'apprentissage sur le développement régional qui existent partout au pays, et ils pourraient se mettre en contact avec l'un des organismes non gouvernementaux, par exemple l'Association

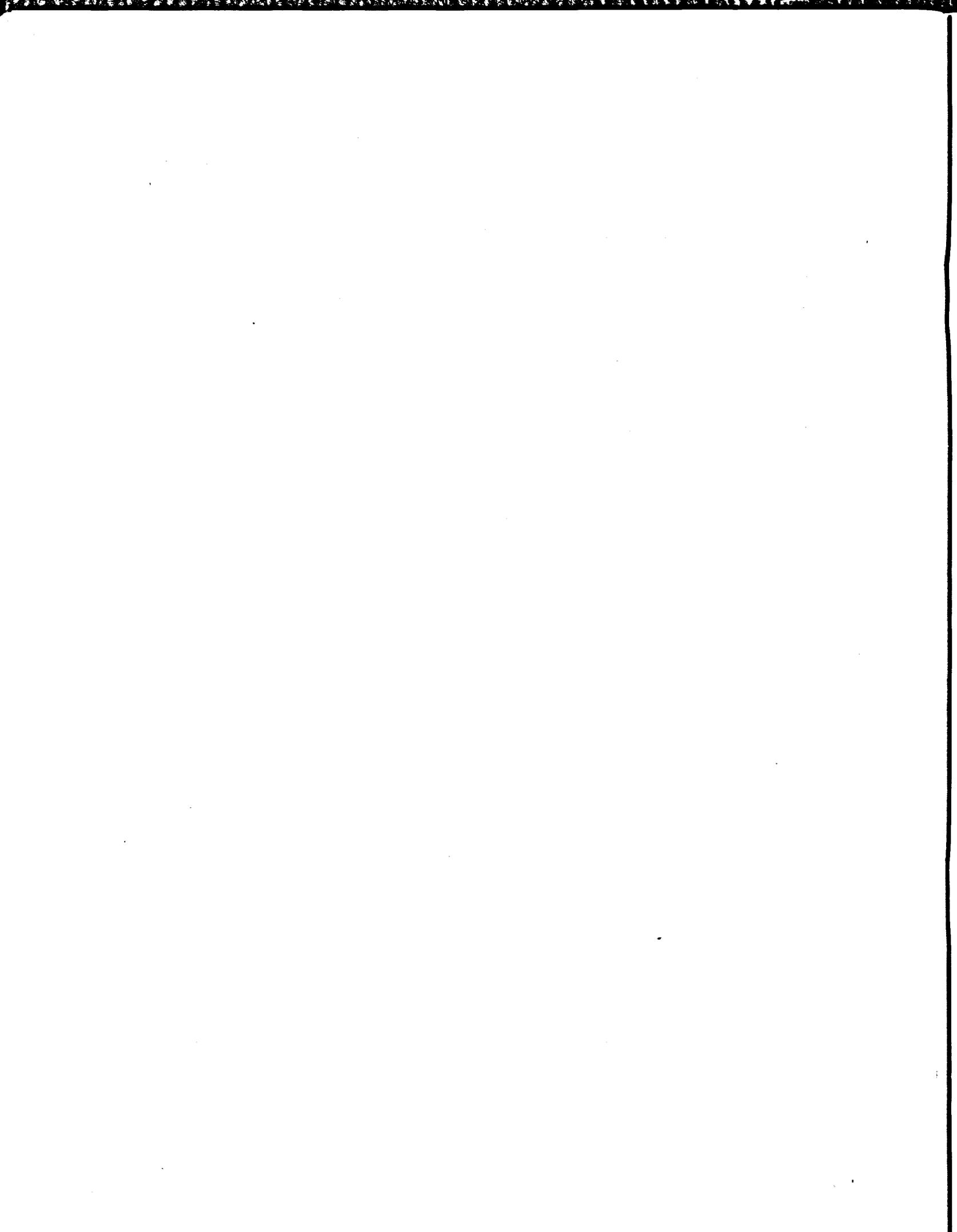
canadienne de la journée mondiale de l'alimentation qui publie de la documentation sur la technologie et la production alimentaire partout au monde. Les enseignants pourraient ainsi obtenir du matériel pédagogique et à s'associer au développement continu de documents et activités pertinents à leur tâche d'enseignants.

Les possibilités qui existent pour se procurer du matériel au sujet des liens qui existent entre le Canada et le tiers monde dans le domaine technologique ou pour produire du matériel de la sorte sont trop nombreuses pour être précisées. Soulignons, toutefois, que le point de contact le plus important pour les enseignants qui désirent obtenir du matériel produit par le gouvernement fédéral est l'Agence canadienne du développement international, agence officielle chargée d'aider le tiers monde.

Références

L'Agence canadienne du développement international (ACDI), *L'aide alimentaire* (Ottawa: ACDI, 1986).

Schmidt, O. et Toomey, G. "Un décortiqueur à l'aide des femmes africaines" *Le CRDI Explore*, volume 16, no 4 (Octobre 1987): 4 - 5.



ANNEXE

La pertinence relativement aux programmes d'études

Afin d'aider les professeurs de partout au pays à se servir de ce matériel, nous précisons dans cette annexe les cours pour lesquels cette documentation pourraient s'avérer utile. Il s'agit des cours suivants:

Géographie économique (surtout les cours qui présentent l'optique canadienne);

L'économie et les études commerciales (surtout les cours dont le thème est les stratégies d'entreprise et l'innovation technique);

Sociologie;

Sciences de l'environnement;

Urbanisme et Géographie urbaine;

Le monde contemporain, Questions canadiennes et Études canadiennes.

Les références spécifiques aux cours provinciaux suivent.

Colombie-Britannique

Sciences humaines 9: "l'expansion économique en Colombie-Britannique et dans l'Ouest du Canada"

Sciences humaines 11: "population et questions mondiales: difficultés liées aux ressources à l'échelle mondiale, changements techniques, élargissement des connaissances".

Économie 11: "questions d'actualité relatives aux besoins de l'homme en ressources du sol";

Sciences de la terre 11: "sciences des ressources, océanographie et sciences de l'atmosphère";

Géographie 12: "biogéographie".

Alberta

Tous les cours de géographie des classes supérieures (en voie de révision);

Études sociales 9: "l'homme et la technologie", surtout le Sujet C et la partie du cours qui est établie localement;

Études sociales 10 et 11: Sujet C et les unités établies localement (en voie de révision en 1987); questions mondiales - Sujet B;

Études sociales 12: unités établies localement.

Saskatchewan

Géographie 20;

Sciences humaines 30: l'expansion des populations et la technologie de la production alimentaire (aspects géographiques, économiques, sociaux et politiques contemporains de notre pays);

Géographie 30.

Manitoba

Géographie 300: "la relation entre les ressources et les populations".

Sciences humaines 100: "l'Amérique du Nord: les facteurs qui dépendent des ressources";

Sciences humaines 101: "la relation entre l'environnement et les populations au Canada";

Géographie économique 301;

Questions du monde moderne 301: "le lien entre le Canada et les questions qui agitent le monde moderne";

Sciences humaines IX: Unité 5 - l'évolution sociale et économique au Canada.

Ontario

Urbanisme (1971);

Sciences de l'environnement, 10e année, niveau avancé - unité facultative numéro 6 - les arbres;

Sciences de l'environnement, 12e année, niveau avancé - unité 3, unités facultatives 1 et 6;

Le monde contemporain (en voie de révision): "l'utilisation des ressources; application technique";

Études contemporaines;

L'histoire mondiale du 20e siècle: unité 4 - l'économie mondiale et l'unité 5 - la technologie;

Le Canada - réalité géographique: "développement économique";

Il est prévu que le nouveau programme d'études ontarien pour les cours de géographie au cycle supérieur contiendra beaucoup plus de références contemporaines spécifiques à des questions biogéographiques, agricoles et environnementales.

Québec

Géographie du Québec et du Canada 314: "les ressources minières et hydrauliques; l'importance de l'eau; les ressources forestières et agricoles; l'énergie";

Organisation géographique du monde contemporain 434: "l'alimentation dans le monde: l'agriculture dans le monde; la pêche dans le monde; l'analyse des aspects de l'alimentation mondiale";

Géographie générale 114: "éléments de géographie physique, cartographie".

Nouveau-Brunswick (pour les élèves anglophones)

Études relatives à l'environnement 112,113: "attitudes à l'égard de l'environnement, urbanisation, dilemmes sociologiques et technologiques";

Géographie physique 112: "le cycle hydrologique, industrialisation de l'agriculture, cartographie, foresterie, effet des océans";

Géographie mondiale 122: le Canada et le tiers monde (sujet proposé pour des travaux individuels.)

Nouveaux-Brunswick (pour les élèves francophones)

Géographie 11: cartographie

Géographie du Canada 10: (en révision);

Géographie 12: "l'approvisionnement alimentaire et énergétique";

Économie 12: "l'économie canadienne, la consommation et les échanges.

Nouvelle-Écosse

Géographie 431: "pollution, exploitation des ressources, évolution de la technologie, vie rurale";

Géographie 231: "changement des techniques industrielles et urbanisation, ressources renouvelables et non renouvelables";

Questions d'actualité dans le monde 341;

Océanographie 331: les travaux sur le terrain;

Géographie de l'environnement 421 et 221: "le lien étroit qui existe entre l'Homme et le milieu où il évolue, et l'importance de l'être humain et son activité".

L'Ile-du-Prince-Édouard

Géographie 421: "le monde en voie de développement";

Géographie 431;

Géographie 521: "l'hydrosphère";

Géographie 531: "géographie mondiale, influences des ressources sur la population";

Agriculture 520.5: Sciences culturelles - la propagation;

Biologie 621: sciences de la mer;

SOC 451: Études sociales pratiques: études de cas;

Géographie 821: Introduction à la géographie économique.

Terre-Neuve

Géographie 9e année: "questions agricoles, ressources en eau, conservation";

Géographie mondiale 3202: "richesses d'importance capitale (poisson, minéraux, forêts, eau, pétrole); leur effet sur la vie des populations";

Problèmes mondiaux 3204: "la création d'attitudes positives, tout particulièrement en ce qui a trait aux problèmes du Tiers monde";

L'économie du Canada 2103: ressources, production et expansion;

Questions canadiennes 1201: études de cas.

