

INTERFACE

La revue de l'ACFAS



Le rat
et le fénitrothion

Playdoyer
pour l'oreille

L'air des
appartements

Comportements
de conducteurs

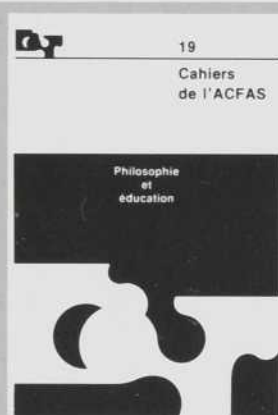
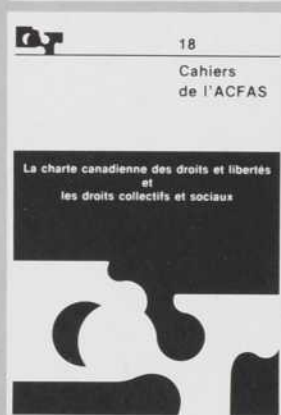
Vapeurs
de crabe

Face à face:

JEAN H. DUSSAULT

Candidat au prix Nobel de médecine 1983

Les Cahiers de l'ACFAS



**Dernières
parutions**

**Présents
aux débats
de l'heure
en publiant
les Actes
des colloques
scientifiques**

17 titres

1. Les contraintes au développement du Moyen-Nord (1979)
2. La thérapeutique de l'obèse adulte (1979)
3. Le comportement moteur du déficient mental (1979)
4. Dix ans de recherche québécoise sur la littérature française (1980)
5. La recherche gérontologique au Québec (1980) (*épuisé*)
6. L'entrepreneurship et la P.M.E. au Québec (1980)
7. Biologie du vieillissement: approches cellulaires et moléculaires (1981)
8. Stratégies de conservation de l'eau en Sagamie (1981)
9. Étude et répression des mauvaises herbes (1981) (*épuisé*)
10. L'ACFAS à travers 50 congrès (1982)
11. Recherches sur le troisième âge (1982)
12. Études supérieures et recherche en ingénierie: concertation et coordination (1982)
13. La recherche gérontologique au Québec (1982)
14. De la science au musée (1983) (*sous presse*)
15. Confessionnalité et pluralisme dans les écoles du Québec: Les principaux enjeux du débat (1983)
16. Crise économique, transformations politiques et changements idéologiques (1983)
17. L'aménagement au Québec: Inventaire et affectation des ressources (1983)

Bientôt:

**L'étudiant(e) universitaire à
l'heure de l'informatique**

**L'avenir de la sidérurgie
au Québec**

On peut obtenir les Cahiers de l'ACFAS en composant sans frais le

1-800-463-4799 ou en écrivant aux:

PRESSES DE L'UNIVERSITÉ DU QUÉBEC

C.P. 250, Sillery (Québec) G1T 2R1

S O M M A I R E

INTERVIEW

- | | | |
|-------------|--|---|
| Face à face | JEAN H. DUSSAULT
propos recueillis par Ginette Boucher | 5 |
|-------------|--|---|

ARTICLES

- | | |
|---|----|
| LE RAT ET LE FÉNITROTHION
par Pierre Coulombe et Michel G. Côté,
avec la collaboration de Gaston Chevalier | 9 |
| PLAYDOYER POUR L'OREILLE
par Jacques Bergeron | 14 |
| L'AIR DES APPARTEMENTS
par Carole Simard et Pierre Payment | 18 |
| COMPORTEMENTS DE CONDUCTEURS
par Jean Herikx | 22 |
| VAPEURS DE CRABE
par Jean-Guy Guillot | 27 |

CHRONIQUES

- | | | |
|--------------------------|--|----|
| Science et politique | NOUVEAU TRANSFERT TECHNOLOGIQUE
NORD-SUD par Éric Devlin | 33 |
| | L'ASPHYXIE DES REVUES SCIENTIFIQUES
ET LA DICTATURE DE L'EXCELLENCE
par Guy Arbour | |
| | LES SCIENTIFIQUES ET LE DÉSARMEMENT
par Guy Arbour | |
| Modem | par Hadj Benyahia | 37 |
| 100°C | LE CUMUL DES BOURSES
par Louis D'Auteuil et Michel Lessard | 38 |
| Science-inter | par Pierre Belzile et Luc Lepage | 41 |
| Subventions et bourses | par Marie Martin | 45 |
| À suivre | par Marie Martin | 47 |
| Sources | par Jacques Thériault | 49 |
| Chercheurs
recherchés | par Céline Belzile | 50 |

Éditeur: Association canadienne-française pour l'avancement
des sciences

Directeur général: Guy Arbour

Conseiller à l'édition: Jean-Marc Gagnon/Science-Impact

Secrétaire de rédaction: Marie Martin

Conception et réalisation graphiques: Norman Dupuis

Publicitaires: Jacques Riché et Bélaid Louali

Photographie de la page couverture: Gilles Fortier

Revue sans but lucratif, INTERFACE fait suite au Bulletin de l'ACFAS
et est publiée bimestriellement à l'intention des membres de
la communauté scientifique québécoise par l'Association
canadienne-française pour l'avancement des sciences, avec l'aide
du ministère de la Science et de la Technologie.

Courrier de deuxième classe
(autorisation en cours).

Dépôt légal:
Bibliothèque nationale du
Québec, quatrième
trimestre 1983.
ISSN: 0571-5288

Les articles d'INTERFACE peuvent être reproduits sans autorisation à
condition que l'origine en soit mentionnée.

Pour toute demande de renseignements, s'adresser à: L'ACFAS, 2730,
Côte Ste-Catherine, Montréal, (Québec) H3T 1B7. Tél.: (514) 342-1411.

Le virage scientifique

4



Guy Arbour,
directeur général
de l'ACFAS

□ Aux abords de la cité des sciences où les médias conduisent le véhicule de l'opinion publique, la courbe du virage technologique nous cache l'autoroute de l'activité scientifique nationale et nous empêche de voir le goulot d'étranglement qui suit la sortie, toute proche, de la crise économique de 1982.

Au-delà du virage technologique cher à nos grands timoniers, c'est d'un «virage scientifique» dont a besoin cette société de latins nordiques pour sortir de son étranglement en matière de recherche.

Le «virage technologique» correspond à la nécessité d'adapter notre industrie aux nouveaux outils électro-mécaniques de conception généralement américaine et de fabrication souvent japonaise.

Le «virage scientifique», quant à lui, en appelle à un changement sociologique beaucoup plus coûteux et difficile à planifier que l'implantation de nouveaux robots-peintres ou l'achat d'appareils de traitement de texte à caractères français.

Les défis à relever si on désire faire du monde universitaire québécois autre chose qu'un satellite de la recherche américaine sont nombreux:

L'accroissement du financement universitaire, une plus grande mobilité des chercheurs, le renouvellement des équipements scientifiques, la multiplication des débouchés pour les jeunes chercheurs, l'augmentation du nombre d'étudiants diplômés, la reconnaissance de la fonction de «recherche» du professeur, et la croissance des demandes de chercheurs francophones auprès des organismes fédéraux.

La plupart de ces sept plaies d'Égypte de la recherche québécoise ont été recensées dans le dernier plan de développement du Fonds FCAC (Formation de chercheurs et action concertée). Cet organisme de subvention à la recherche, le plus important au Québec, s'est donné, dans son plan triennal, la «mission impossible» de briser certains cercles vicieux de la recherche québécoise.

L'ACFAS a été invitée à commenter ce plan dont les éléments essentiels sont présentés dans ce numéro.

La philosophie du financement public de la recherche québécoise consiste de plus en plus à miser sur les domaines d'excellence en consolidant les acquis. Le Fonds FCAC se propose de porter son budget de 29 millions \$ en 1983-84 à 49 millions \$ en 1985-86, en respectant «la mission éducative et culturelle des établissements d'enseignement supérieur»! La qualité suprême de ce plan est donc de ménager la chèvre (universitaire) sans ménager le sou (subventionnaire).

Les sciences se rapportant à la *qualité de la vie* comptent, justement, parmi celles où la recherche a su s'imposer par sa qualité, à la faveur d'un vent social-démocrate: santé, environnement, sécurité au travail sont au Québec des domaines où la qualité du travail des chercheurs s'est affirmée.

Les textes arbitrés de ce deuxième numéro d'INTERFACE présentent sous plusieurs angles ce secteur d'activité qui, sans tambour d'imprimante au laser ni trompette hautement technologique, contribue au mieux-être collectif. □

FACE À FACE :

Jean H. Dussault

propos recueillis par *Ginette Boucher*

Endocrinologue de renom, **Jean H. Dussault** était en nomination en 1983 pour le prix Nobel de médecine. On lui doit notamment un test de diagnostic précoce du crétinisme qui est en voie de juguler cette affection à l'échelle mondiale.

Né à Québec en 1941, M. Dussault a obtenu son diplôme de médecine à l'Université Laval en 1965 et a ensuite poursuivi des études à l'Université de Toronto et à l'Université de Californie à Los Angeles (UCLA).

Chercheur au Centre hospitalier de l'Université Laval (CHUL) depuis 1971, il dirige le programme de dépistage de l'hypothyroïdie congénitale du réseau québécois de médecine génétique, tout en enseignant à la faculté de médecine.

Jean H. Dussault, endocrinologue au Centre hospitalier de l'Université Laval (CHUL), a mis au point, entouré d'une équipe de chercheurs, un test qui permet de dépister l'hypothyroïdie congénitale chez les bébés.

Ce test, grâce auquel les spécialistes peuvent essayer de pallier le plus rapidement possible à la carence en hormones thyroïdiennes dont souffrent les bébés atteints, a mis le nom du Dr Dussault sur la liste des candidats au prix Nobel de médecine 1983.

INTERFACE a rencontré M. Dussault, qui a fait le point sur l'état de sa recherche.

☐ J'attendais patiemment depuis quinze minutes: aucun chercheur à l'horizon. Tout au plus y avait-il ce jour-là, dans le département d'endocrinologie du CHUL, un va-et-vient constant de blouses blanches qui s'arrêtaient le temps de vérifier un échantillon, un chiffre ou tout simplement pour demander conseil à un collègue.

J'ai amplement eu le temps d'examiner les lieux encombrés de grandes tables, de bureaux et d'appareils de toutes sortes. Déjà une demi-heure de retard. J'hésite. Un entrefilet dans un journal médical m'avait rendue curieuse: un chercheur québécois, pouvait-on y lire, était en nomination pour le prix Nobel de médecine 1983 pour ses travaux portant sur l'hypothyroïdie congénitale. J'hésite encore au moment où M. Dussault arrive enfin.

«Jusqu'à présent, 25 millions d'enfants ont passé le test; plus de 7 000 cas d'hypothyroïdie congénitale ont ainsi pu être décelés à temps, c'est-à-dire avant l'âge critique de trois mois.»

Il ne ressemble en rien au chercheur que j'avais imaginé: il est plutôt petit, dans la quarantaine débute, peu volubile, très calme et très réservé.

Son bureau est aussi encombré que le reste du département. Je n'ai aucun mal à le croire lorsqu'il me dit que, faute de place, les équipes de recherche du CHUL ne doivent pas songer à engager du personnel.

L'interview n'est pas facile à mener. Le téléphone sonne. La porte s'ouvre. Le téléphone sonne encore... de quoi perdre facilement le cours de ses idées. Nous sommes pourtant à l'heure du dîner.



UN PRIX NOBEL?

Ma première question porte évidemment sur les raisons qui ont valu au Dr Dussault d'être en nomination pour le prix Nobel. «Les Suédois, m'expliquent-ils, accordent beaucoup d'importance à la portée sociale d'un traitement ou d'une découverte.» Or le test de dépistage de l'hypothyroïdie congénitale, mis au point par l'équipe du médecin, a un impact social considérable. Jusqu'à présent, 25 millions d'enfants à travers le monde ont passé le test grâce à cette méthode et plus de 7 000 cas de crétinisme ont été décelés à temps, c'est-à-dire avant l'âge critique de trois mois.

Visiblement flatté par cette mise en nomination, le Dr Dussault avoue que ses chances de gagner étaient plutôt minces. «Elles étaient très faibles car le choix d'un candidat est souvent dû aux pressions qu'exercent les grandes écoles pour qu'un de leurs chercheurs soit choisi.» Les universités québécoises n'exercent pas ce genre de lobby. Quoi qu'il en soit, des motifs politiques influencent davantage le choix que la qualité des travaux réalisés par le chercheur car, à ce niveau, tous les chercheurs en nomination s'équivalent. Il n'est donc pas nécessaire de gagner le prix Nobel: être en nomination, c'est déjà une reconnaissance importante.

C'est l'Américaine Barbara MacClintock, âgée de 82 ans, qui a reçu le prix. Ses travaux portant sur la génétique du maïs sont aujourd'hui à la base des recherches sur le code génétique.

RECHERCHE FONDAMENTALE VS RECHERCHE APPLIQUÉE

Le Dr Dussault est probablement satisfait du choix, car il juge plus pertinent d'offrir le prix à un spécialiste qui oeuvre en recherche de base. «Une meilleure connaissance du fonctionnement de l'organisme humaine est, selon moi, plus fondamentale que la simple mise au point d'un traitement ou d'un diagnostic. Même si le chercheur passe quarante ans de sa vie sans obtenir de résultats tangibles, il permet de faire avancer la connaissance. C'est essentiel.»

Le Dr Dussault m'a d'ailleurs dit qu'il entend consacrer plus de temps désormais à la recherche fondamentale. «Généralement, les équipes de recherche étudient un problème, puis trouvent des applications pour le résoudre. Nous avons procédé à l'inverse, en mettant d'abord au point la méthode de dépistage pour étudier maintenant les mécanismes d'action de la glande thyroïde, afin de savoir pourquoi un enfant est plus à risque qu'un autre.»

En recherche de base, l'équipe du Dr Dussault travaille, entre autres, sur les récepteurs qui captent les sécrétions de la glande thyroïde (hormones thyroïdiennes) et qui transmettent le message chimique aux cellules. Ces récepteurs ont été découverts il y a moins de dix ans. «Nous tentons présentement de les purifier pour étudier leur action dans le développement du fœtus.»

Jusqu'à présent, l'équipe a réussi à localiser les régions du cerveau qui jouent, semble-t-il, le rôle de récepteurs pour l'hormone thyroïdienne. La présence de ces récepteurs serait plus importante dans les cellules nerveuses de l'hippocampe et du cortex.

«Favoriser un thème de recherche plutôt qu'un autre, c'est souvent une question de mode.»

«Si nous réussissons à mieux comprendre le fonctionnement de la thyroïde, nous serons alors en mesure de traiter de façon plus rationnelle la carence en hormones thyroïdiennes en intervenant au moment précis où le besoin d'hormones se fait sentir dans le développement de l'être humain.»

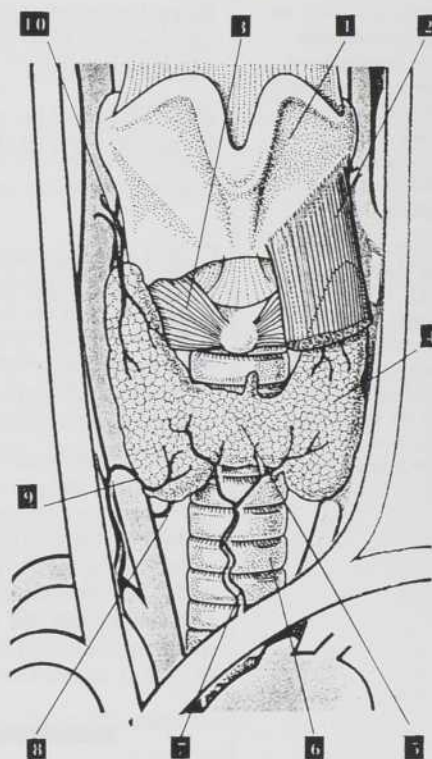
LA RECHERCHE AU QUÉBEC: UN AVENIR INQUIÉTANT

Au cours de l'entrevue, le Dr Dussault s'est montré préoccupé du faible nombre d'étudiants qui optent pour une carrière en recherche au Québec. «Depuis quelques années, peu d'étudiants choisissent de faire carrière en recherche, surtout en médecine. C'est inquiétant pour l'avenir de la recherche au Québec: il y a peu de relève et certains chercheurs préfèrent maintenant émigrer là où la recherche est dynamique et où les ressources financières et humaines sont suffisantes pour mener à bien leurs études.»

Thyroïde.

Face antérieure de la région thyroïdienne:

1. Cartilage thyroïde;
2. Muscle sterno-thyroïdien;
3. Muscle crico-thyroïdien; 4. Lobe latéral
5. Isthme;
6. Trachée; 7. Veine thyroïdienne;
8. Nerf récurrent droit;
9. Artère thyroïdienne inférieure;
10. Artère thyroïdienne supérieure.



Le Dr Dussault n'écarte pas la possibilité de traverser la frontière, dans quelques années. «Éventuellement, le projet pourrait m'intéresser. Pour l'instant toutefois, je préfère poursuivre mes activités au Québec. Partir fait connaître d'autres milieux, mais ce n'est pas nécessairement la meilleure solution si on veut développer ce qui se fait déjà ici.»

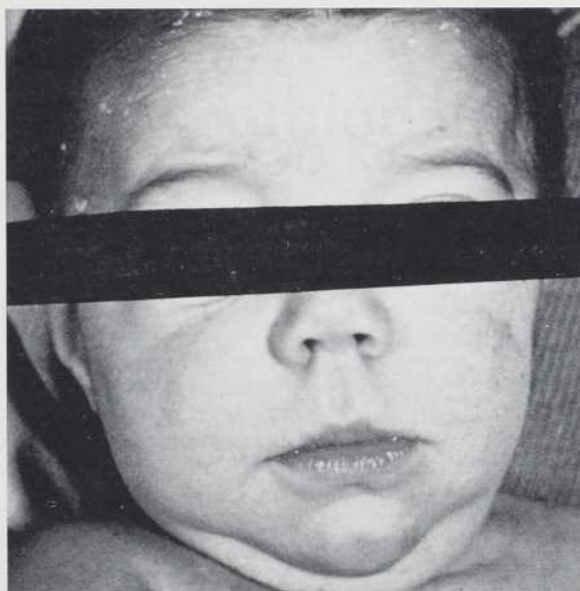
Peu de spécialistes font de la recherche sur l'hypothyroïdie congénitale au Canada et ailleurs. «C'est pourtant la plus fréquente des maladies génétiques, affirme le Dr Dussault. Mais le choix d'un thème de recherche est souvent une question de mode. Il y a quelques années, les problèmes liés à la fertilité étaient à la mode tandis que maintenant, le cancer accapare une bonne partie des chercheurs. Un jour, ce sera peut-être l'hypothyroïdie», espère le Dr. Dussault.

L'HYPOTHYROÏDIE CONGÉNITALE

On connaît depuis plusieurs siècles ces nains ayant un quotient intellectuel inférieur à la moyenne, caractérisés par une tête énorme, des lèvres épaisses et une peau plissée. Ce n'est toutefois qu'à la fin du 19^e siècle qu'on attribua ces anomalies à une carence en hormones thyroïdiennes. Les individus souffrant de ce syndrome furent alors appelés crétins. On utilisa par la suite le terme d'hypothyroïdie congénitale lorsque la déficience se manifestait avant ou à la naissance. Le traitement fut découvert à la même époque: il suffisait de donner au patient des extraits de tissu thyroïdien. Mais le crétinisme ne fut pas enravé pour autant. La maladie a continué à faire des ravages.

Au Québec seulement, on enregistre entre 20 et 25 nouveaux cas d'hypothyroïdie congénitale chaque année; leur nombre s'élève à près d'une centaine pour l'ensemble du Canada. À l'échelle de la planète, un nourrisson sur quatre mille, estime le Dr Dussault, souffrirait d'une insuffisance de sécrétion de la glande thyroïde.

Cette glande endocrine, située dans la partie antérieure du cou, joue un rôle déterminant dans la croissance et l'équilibre du corps humain. Le cerveau, par exemple, a besoin de l'hormone sécrétée par la thyroïde pour se développer normalement. «Privé de cette substance dans les trois premiers mois de la vie, le cerveau risque d'être endommagé de façon permanente», précise le Dr Dussault.



Bébé atteint d'hypothyroïdie congénitale.

7

UNE MALADIE SOURNOISE

Des études américaines menées au cours des années 70 ont montré que la grande majorité des enfants souffrant d'hypothyroïdie congénitale avaient des quotients intellectuels inférieurs à la moyenne des gens s'ils étaient traités après l'âge de trois mois.

«Ces données nous indiquaient donc qu'il fallait intervenir très rapidement chez le jeune sujet pour éviter qu'une insuffisance d'hormones empêche son cerveau de se développer normalement, explique le Dr Dussault. Malheureusement, le diagnostic de la maladie posait un problème car, à la naissance, il n'y a pas ou peu de signes cliniques laissant deviner une hypothyroïdie.»

En effet, l'accouchement se déroule généralement sans difficulté et le nouveau-né ne présente aucun symptôme de la maladie pendant son séjour à l'hôpital. Les anomalies fonctionnelles, le retard de croissance et les difficultés psychomotrices n'apparaissent que graduellement durant l'enfance.

«Devant l'absence de signes cliniques, l'idéal était de faire passer un test à tous les bébés pour dépister l'hypothyroïdie et tenter de rétablir rapidement l'équilibre hormonal chez les enfants atteints», ajoute le médecin. C'est la mise au point de ce test qui a valu au Dr Dussault d'être en nomination pour le prix Nobel de médecine 1983.

LE DÉPISTAGE DES ENFANTS

Au milieu des années 60, Berson et Yallow mettaient au point une nouvelle méthodologie pour mesurer diverses hormones peptidiques dans de très faibles quantités de sérum. Ceci leur vaudra un prix Nobel en 1977.

Au début des années 70, l'application de cette méthode permit au docteur Chopra de mesurer pour la première fois les hormones thyroïdiennes dans des quantités minimales de sérum.

Les docteurs Chopra et Dussault étaient étudiants diplômés et collaborateurs dans le même laboratoire en Californie.

Grâce aux échantillons de sang déjà prélevés par le Réseau provincial de médecine génétique¹ chez tous les nouveau-nés québécois pour déceler certaines maladies métaboliques, le docteur Dussault, de retour au Québec, appliqua la même méthode afin de mesurer le taux d'hormones thyroïdiennes sur ces échantillons de sang séché.

Après une expérience pilote qui permit d'évaluer la pertinence du test et de l'améliorer, le programme de dépistage de l'hypothyroïdie congénitale fut officiellement offert par le Réseau en avril 1974. Le Dr Dussault en a la responsabilité.

Seuls six cas de crétinisme ont échappé jusqu'à présent à la vigilance des administrateurs du test: deux des patients n'avaient pas eu de prélèvement sanguin, deux autres ont été dépistés mais mal classés et deux enfants hypothyroïdiens n'ont pas été repérés à cause d'une lacune du test qui, depuis, a été corrigé. Ces deux enfants avaient cependant un goitre² important et ont été référés à des spécialistes avant l'âge de deux semaines.

Au cours des années qui ont suivi, la méthode de dépistage et le traitement ont subi plusieurs transformations. L'équipe du Dr Dussault a, de plus, réussi à identifier trois signes cliniques permettant de déceler la maladie chez le nourrisson: la peau marbrée, l'hernie ombilicale ou la fontanelle postérieure ouverte³.

LE DÉPISTAGE DES MÈRES

À cause du nombre élevé de jeunes qui souffrent d'hypothyroïdie congénitale, des coûts sociaux et économiques de la maladie si elle n'est pas traitée à temps, plusieurs pays industrialisés ont suivi l'exemple du Québec et testent systématiquement tous leurs nouveau-nés.

Malgré cette intervention rapide, certains enfants accuseront quand même un léger retard mental: difficultés au niveau du langage, du raisonnement et de la coordination motrice fine. Une étude du Réseau, réalisée récemment auprès de 54 enfants hypothyroïdiens âgés de trois ans, révèle qu'entre 10 et 15 pour cent des patients dépistés et traités dans le premier mois de leur vie ont un quotient intellectuel inférieur à 85.

Comment expliquer ce retard? «Autrefois, on croyait que l'hormone thyroïdienne n'avait aucun rôle à jouer dans le développement du cerveau durant la période foetale. À la suite de l'étude du CHUL, entre autres, il semble que ce ne soit pas le cas; l'hormone thyroïdienne influencerait la croissance du cerveau durant cette période», fait remarquer le Dr Dussault.

Les chercheurs formulent maintenant l'hypothèse que, dans la moitié des cas d'hypothyroïdie, un anticorps empêchant les cellules thyroïdiennes de se développer serait à l'origine de la maladie. Cet anticorps serait produit par la mère et traverserait le placenta.

On sait que pendant la grossesse, le système immunitaire de la mère devient vulnérable, afin d'éviter qu'elle rejette son enfant. Or cette protection réduite ouvre la voie à la production d'anticorps dirigés contre son organisme et, par conséquent, contre son enfant.

«Nous travaillons présentement avec une équipe de chercheurs hollandais sur cette question, souligne le Dr Dussault. Ces chercheurs ont mis au point une méthode pour doser ces anticorps. De notre côté, nous tentons d'isoler les anticorps produits par la mère afin de les caractériser et de voir leurs liens avec le système HLA (Human Leucocyte Antigen), responsable de l'immunité biologique de l'organisme. Ces données pourraient nous permettre d'identifier rapidement les mères à haut risque et de freiner ainsi la progression de la maladie avant la naissance de l'enfant.»

Toutefois, jusqu'à présent, on ne connaît aucun moyen de traiter un enfant hypothyroïdien durant sa vie foetale. La découverte d'un analogue de la tyroxine qui aurait la propriété de traverser facilement le placenta ouvre cependant la voie à un tel traitement. Elle est le fruit du travail d'une équipe de chercheurs torontois qui s'intéresse, elle aussi, au fonctionnement de la glande thyroïde.

UN TEST AUDITIF

L'équipe du Dr Dussault cherche non seulement à repérer les mères à risque mais aussi les nourrissons susceptibles de présenter de légers troubles mentaux, malgré le traitement précoce. L'une des méthodes de dépistage préconisée consiste à tester l'audition des enfants.

«Nous envoyons une onde sonore au cerveau, explique le Dr Dussault. Un temps de réponse plus lent que celui qui est normalement enregistré indique qu'il y a un léger déficit mental risquant de s'accroître durant l'enfance.» Ce test a été administré avec succès chez l'animal et devrait sous peu être expérimenté auprès des enfants pour vérifier s'il peut s'appliquer à l'être humain. S'il s'avère efficace, il sera utilisé pour dépister les enfants à haut risque. La méthode est non évasive et permet, pour l'instant, de déceler rapidement les anomalies. □

1. Le Réseau provincial de dépistage génétique a été fondé en 1969. Il regroupe quatre universités: Laval, McGill, Montréal et Sherbrooke. C'est un réseau de laboratoires et de centres de consultation qui s'occupe de dépister, de traiter et de conseiller les personnes atteintes de maladies génétiques.
2. Augmentation de volume de la glande thyroïde pour diverses raisons.
3. Espace membraneux, compris entre les bords du crâne des nouveau-nés, qui se ferme généralement à l'âge de deux semaines.

Le rat et le fénitrothion

par Pierre Coulombe et Michel G. Côté,
avec la collaboration de G. Chevalier



Pierre Coulombe est étudiant au doctorat au département de pharmacologie de l'Université de Montréal et boursier du Conseil de Recherche médicale du Canada.



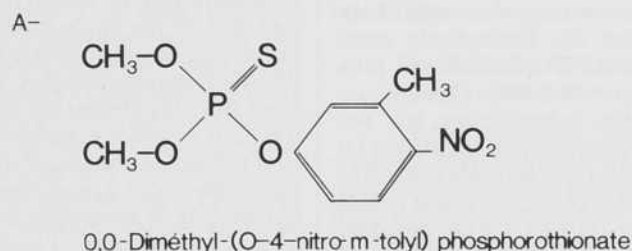
Michel G. Côté est directeur du département de pharmacologie de l'Université de Montréal.

Une grave infestation de tordeuses des bourgeons de l'épinette, soit la troisième depuis 1910, sévit depuis la fin des années 60 dans tout le nord-est américain. Les provinces les plus sévèrement touchées sont le Québec, l'Ontario, le Nouveau-Brunswick, Terre-Neuve, la Nouvelle-Écosse et l'État du Maine.¹ Étant donné l'importance de l'industrie forestière dans l'économie québécoise et l'ampleur des dommages anticipés, des programmes de pulvérisation aérienne d'insecticide ont été mis sur pied au Québec en 1970 dans certains secteurs à haut potentiel forestier et dans les régions où des pertes en matière ligneuse auraient pu occasionner des fermetures d'usines ou des pertes d'emploi.²

LA LUTTE À LA TORDEUSE ET LE FÉNITROTHION

La tordeuse des bourgeons de l'épinette, de son nom scientifique *Choristoneura fumiferana*, est un insecte de l'ordre des lépidoptères; à l'état larvaire, elle se nourrit principalement du feuillage du sapin baumier et de l'épinette blanche. Perpétrée plusieurs années consécutives, une défoliation sévère de la pousse annuelle exerce une action délétère des arbres, qui continue de s'aggraver même après la disparition de l'insecte.² Un insecticide utilisé de façon intensive dans le cadre de ce programme de lutte est le fénitrothion, un composé organophosphoré (cf schéma 1A). Son mécanisme d'action est une inhibition, principalement cérébrale chez l'insecte, de l'acétylcholinestérase à la suite d'une phosphorylation de son site actif, aboutissant à une accumulation d'acétylcholine dans l'organisme. L'acétylcholine étant un médiateur chimique au sein des synapses du système nerveux autonome, il s'ensuit une suractivation de celui-ci menant à la mort de l'organisme. Cette activité anticholinestérasique est due principalement à un produit du métabo-

SCHÉMA 1
Structure chimique du fénitrothion (A)
et composition de la formulation opérationnelle
de l'insecticide (B).



B-

SUBSTANCE	% DE LA FORMULATION (v/v)
FÉNITROTHION	11,3
CYCLOSOL 63	28,0
DILUANT 585	59,7
COLORANT (Automate Red B)	1,0

lisme endogène du fénitrothion, le fénitro-oxon, généré par désulfuration oxydative.

Les programmes ont débuté en 1970 et la superficie du territoire desservi a varié d'une année à l'autre, selon l'évolution de l'infestation: la lutte a connu son apogée de 1973 à 1976, où près de 4 millions d'hectares ont été traités annuellement à l'échelle de la province.² Les forêts sont traitées avec l'insecticide par une pulvérisation aérienne. Le fénitrothion y est utilisé à raison de 210 g d'ingrédient actif par hectare et par application; il y a généralement deux applications par année. À fins de pulvérisation, il est mélangé à un solvant formé de composés aromatiques lourds, le

cyclosol 63, à un produit apparenté à l'huile diésel, le diluant 585, et à un colorant, selon les proportions figurant au schéma 1B.²

En 1977, lors de la tenue d'un symposium national sur le fénitrothion et ses effets, un comité d'experts affirmait que l'inhalation et le contact cutané, et non l'ingestion de nourriture contaminée, semblaient constituer les principales voies d'absorption du fénitrothion chez l'homme. Il qualifiait de plus «d'impressionnante» l'absence de données scientifiques sur ses effets pulmonaires et cutanés.¹ Il est connu que le dépôt hors-cible de l'insecticide lors d'une pulvérisation, que ce soit en raison de la dérive, de l'évaporation et de la volatilisation, est de l'ordre de 50 à 70%.³ Ainsi, il a été signalé qu'une gouttelette de 2 μm de diamètre pouvait dériver de quelque 35 km^4 . De fait, une fois pulvérisé, le mélange subit l'action des agents atmosphériques, qui sont susceptibles, en plus de la topographie et de la végétation, d'influencer sa distribution dans le milieu.² Il a été suggéré que la taille optimale des gouttelettes, pour un insecticide efficace, ait un diamètre qui se situe entre 10 et 20 μm , ceci impliquant que les méthodes conventionnelles de pulvérisation ont 1% d'efficacité.³ Ces quelques faits justifiaient pleinement une évaluation exhaustive de la toxicité pulmonaire de cet insecticide.

LA PROBLÉMATIQUE PULMONAIRE

Le poumon, dans son ensemble, constitue la plus grande voie d'entrée de l'organisme⁶ exposé aux polluants atmosphériques, en raison de son aire de 1 m^2 par kg de poids corporel chez les mammifères. Les données expérimentales montrent que des lésions au niveau du tissu alvéolaire pulmonaire sont présentes bien avant que se manifestent des symptômes cliniques tels le syndrome de détresse respiratoire, l'oedème, l'emphysème, la fibrose et plusieurs autres.⁷ La réponse pulmonaire à des conditions non favorables comporte plusieurs changements complexes dans la biochimie et la morphologie cellulaire. Ainsi, les efforts de nombreux groupes de recherche visent à rendre claire la séquence des événements cellulaires au sein du tissu alvéolaire, site des échanges gazeux, à la suite d'une agression. L'étude de cette réponse est compliquée à cause de la grande hétérogénéité du tissu pulmonaire, qui contient plus de 40 types cellulaires d'une part et de la possibilité d'autre part que l'agent potentiellement toxique puisse y être amené par les voies aériennes supérieures ou par voie sanguine. Conséquemment, une approche morphologique est tout indiquée pour une étude de toxicologie pulmonaire.

PROTOCOLE D'ÉVALUATION DE LA TOXICITÉ PULMONAIRE DU FÉNITROTHION

Le plan de recherche établi fut mis en marche en 1978, et se divisait comme suit:

1. Des études en laboratoire, comportant:
 - A) la détermination de la dose létale 50 du fénitrothion et de ses véhicules par les voies intra-péritonéale et intra-trachéale chez le rat mâle Sprague-Dawley;

- B) une étude de la toxicité pulmonaire du fénitrothion et de ses véhicules à la suite d'une administration intra-trachéale; le but de cette première approche était de mettre au point le modèle animal d'évaluation et de caractériser l'effet de l'insecticide sur l'alvéole;

- C) une étude équivalant au point B, mais ayant recours à la technologie sophistiquée de l'administration par inhalation, reproduit le mieux le mode d'exposition habituel à un mélange pulvérisé;

2. Une étude menée sur le terrain (bloc d'arrosage 209, St-Mathieu de Rioux, région de Trois-Pistoles, juin 1982), où des rats furent exposés directement sur le site des pulvérisations aériennes de l'insecticide.

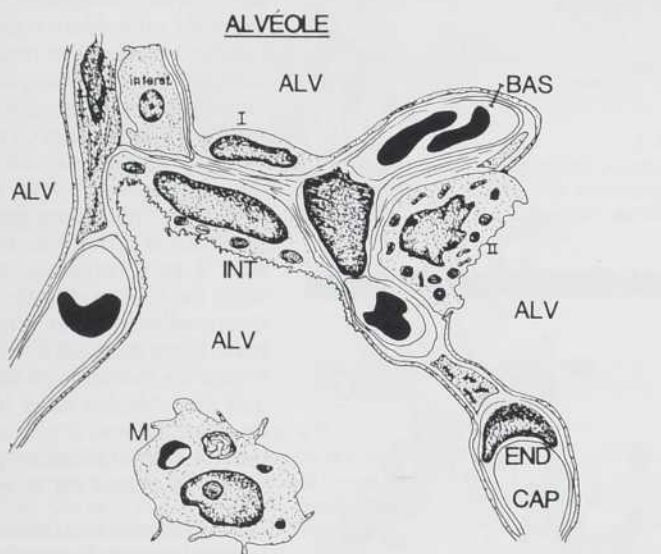
Après l'administration des deux types de traitement, des animaux furent sacrifiés à 3, 7, 21, 60 et 180 jours, et le poumon prélevé et préparé à fins d'analyses en microscopie optique et électronique. Les temps d'analyses qui furent fixés permettent d'évaluer les effets pulmonaires aigus et chroniques de la substance considérée. Cinq types cellulaires alvéolaires sont l'objet d'une attention particulière lors de l'analyse: ce sont les pneumocytes de type 1, cellules épithéliales pavimenteuses, les pneumocytes de type 11, responsables de la synthèse et de la sécrétion du surfactant pulmonaire, les cellules endothéliales formant les capillaires, les cellules interstitielles intégrées au sein du squelette conjonctif de l'organe, sans oublier les macrophages, véritables vidangeurs responsables de la stérilité de l'alvéole (cf schéma 2).

RÉSULTATS OBTENUS EN LABORATOIRE

La dose létale 50 du fénitrothion, lors de l'administration intra-trachéale, a été établie à 350 mg/kg .⁸ Une dose subléthale de 200 mg/kg de l'insecticide administré seul, c'est-à-dire véhiculé par un solvant inerte, l'huile de maïs, produit dans l'alvéole pulmonaire une séquence de lésions et de phénomène de répartition bien caractéristique: plusieurs foyers d'inflammation du parenchyme, caractérisés par une infiltration leucocytaire, un oedème interstitiel et la présence de macrophages activés furent observés 7 jours après le traitement. Au niveau ultrastructural (microscopie électronique), les pneumocytes 1 étaient engagés dans un processus de névrose, avec ballonnements, fragmentation du cytoplasme cellulaire et décollement de la membrane basale. Conséquemment, une prolifération de pneumocytes 11 était présente, ces cellules ayant la propriété, après division, de se différencier morphologiquement et fonctionnellement en pneumocytes de type 1, régénérant du même coup l'épithélium respiratoire de la barrière air-sang. Ce processus de différenciation, un des éléments qui confère au poumon une extraordinaire capacité de réparation, suit une phase intermédiaire qui prend fin au bout de 24 à 36 heures.

Ces événements sont plutôt classiques en pathologie pulmonaire et font partie des événements primaires de la réaction globale du parenchyme alvéolaire. Parallèlement à ceci a lieu le développement d'une fibrillogénèse au sein de l'interstitium, qui s'amplifie dans le temps pour aboutir à une fibrose bien définie après 21 jours.⁸ L'ampleur de cette réaction interstitielle est déterminée par plusieurs paramètres, entre autres, la nature et l'extension du stimulus initial jouant un rôle capital. Si après 60 jours les événements primaires ont pris fin pour l'essentiel, à l'exception de certains foyers où

SCHÉMA 2

Ultrastructure de la paroi alvéolaire
du poumon de mammifère

LÉGENDE

- | | |
|----------------------------------|---------------------------|
| I : PNEUMOCYTE I | M : MACROPHAGE ALVÉOLAIRE |
| II : PNEUMOCYTE II | |
| INT : PNEUMOCYTE INTERMÉDIAIRE | |
| END : CELLULE ENDOTHÉLIALE | BAS: BARRIÈRE AIR-SANG |
| CAP : ESPACE CAPILLAIRE | |
| ALV : ESPACE ALVÉOLAIRE | |
| inters. : CELLULE INTERSTITIELLE | |

subsistent toujours des gouttelettes de l'agent étranger, à l'opposé ces événements interstitiels demeurent bien en place, quoique plus limités dans leur étendue. De fait, après 180 jours (6 mois) ne persistent que des foyers localisés de fibrose pulmonaire.

Toutefois, il est essentiel de rappeler que ces événements sont tributaires d'une administration intra-trachéale d'une dose substantielle de fénitrothion. Un des motifs de l'utilisation de cette voie d'entrée dans l'organisme en premier lieu était la recherche de la «dose-seuil» minimale capable d'induire des modifications pulmonaires, pour subséquemment la comparer avec la dose à laquelle tout organisme est théoriquement exposé lors des pulvérisations, ayant été établie à 0,02 mg/kg.⁹

L'administration aux animaux de doses de 2 et 20 mg/kg a donné lieu à une séquence d'événements en tous points similaires à ceux précédemment décrits, mais quantitativement moins importants, proportionnellement à la dose utilisée.⁸ Ainsi, la réaction engendrée par une seule dose de 2 mg/kg était complétée à l'intérieur des deux premiers mois après le traitement. de même, l'administration d'une dose de 0,02 mg/kg de fénitrothion véhiculé dans l'huile de maïs, dose qui, rappelons-le, se rapproche de la dose théoriquement pulvérisée, cause des modifications qui déjà en trois semaines régressent considérablement. Il ne faut pas oublier que l'injection d'un certain volume directement dans l'arbre trachéo-bronchique produit un effet de masse suffisamment irritant en soi pour provoquer presque instantanément une légère réaction toxique. Les observations effectuées doivent donc être interprétées avec la plus grande prudence.

L'élément majeur de cette partie du protocole d'évaluation se manifeste lorsque l'on compare les effets observés à la suite de l'administration de la formulation opérationnelle complète à ceux causés par le fénitrothion seul. À chaque dose de traitement, on remarque une synergie additive, voire même une potentialisation de la toxicité du fénitrothion par ses véhicules cyclosol 63 et diluant 585.¹⁰ En termes plus explicites, la réaction observée chez les animaux touche une plus grande portion du tissu alvéolaire, et les foyers de modifications sont plus élaborés. Précisons cependant que malgré cette réaction de plus forte intensité, l'atteinte morphologique n'a pas de conséquences physiologiques majeures, c'est-à-dire qu'il subsiste un nombre largement suffisant d'alvéoles fonctionnelles au sein du poumon pour pourvoir aux besoins vitaux de l'organisme. Quoi qu'il en soit, nous sommes en mesure d'affirmer, à ce stade-ci de l'évaluation,

que dans le cas du poumon, ce n'est pas le fénitrothion *per se* qui peut constituer un danger potentiel pour l'organisme, mais le mélange opérationnel utilisé par le ministère, étant donné la possibilité d'interactions entre les substances en présence.

RÉSULTATS OBTENUS
SUR LE TERRAIN

Intéressons-nous maintenant aux résultats obtenus lorsque les rats furent exposés à la formulation opérationnelle dans la région de Trois-Pistoles.¹¹ Cette expérience fut réalisée avec la collaboration des biologistes du ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec. Quatre enclos, contenant chacun 40 rats mâles Sprague-Dawley répartis également dans quatre subdivisions, furent utilisés à cette fin; trois de ces enclos étaient disposés à intervalles réguliers le long des trajectoires de vol des avions-épandeurs, et le quatrième, soit le groupe témoin ne devant pas être exposé, était placé à 8,2 km de la zone pulvérisée.

12

En plus d'évaluer, selon le même protocole décrit précédemment, la toxicité pulmonaire chez le rat placé dans de telles conditions, nous avons cru pertinent d'effectuer le dosage de l'activité d'un enzyme du plasma ayant été décrit comme très sensible à une exposition à un composé organophosphoré tel le fénitrothion, soit la pseudocholinestérase. Des travaux de l'équipe du Dr Ecobichon, de l'Université McGill,¹² stipulaient que les taux d'activité de l'acétylcholinestérase (sang) et la pseudocholinestérase (plasma) étaient sensibles au point de pouvoir être utilisés en tant qu'indice de l'exposition au fénitrothion. Dans le cadre de notre expérience, l'analyse statistique n'a démontré aucune différence significative entre l'activité des pseudocholinestérases des groupes exposés et celle du groupe témoin.¹¹ Toutefois, certaines expériences théoriques suggèrent la possibilité que ce type d'enzyme puisse être réactivé lors de son entreposage, quel que soit son degré d'inhibition initial.

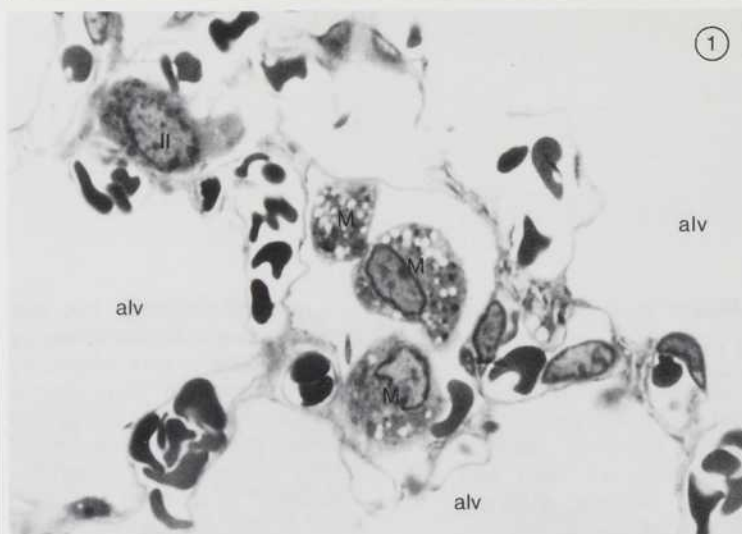


Figure 1

3 jours après l'exposition des animaux, on observe la mobilisation de nombreux macrophages causée par la présence d'un agent étranger inhalé et des débris des pneumocytes 1 nécrosés (inclusion au plastic de glycol méthacrylate, x 2250).

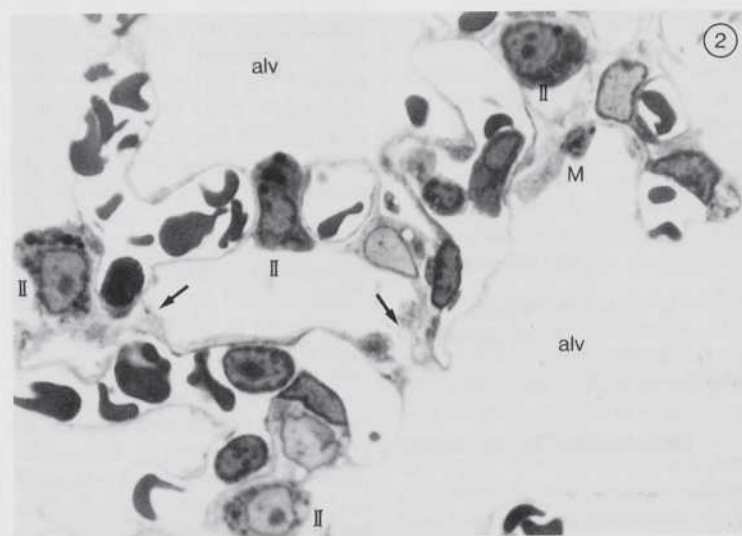


Figure 2

(7 jours). À la suite de la nécrose de l'épithélium respiratoire, les pneumocytes 11 prolifèrent et se différencient progressivement en type 1. Les flèches indiquent des cellules 1 en dégénérescence. À remarquer la présence de nombreux globules blancs dans les vaisseaux capillaires (Inclusion au plastic de glycol méthacrylate, x 2250).

Quoi qu'il en soit, si cette analyse biochimique n'a révélé aucun changement chez les animaux exposés, l'évaluation du parenchyme alvéolaire par contre a mis en évidence des modifications totalement réversibles, selon une séquence qualitative-ment identique à celle décrite précédemment dans ce texte. En fait, s'il peut être permis de faire des comparaisons, la réaction alvéolaire engendrée par l'exposition sur le terrain ressemble de près à celle produite par une dose de 0,02 mg/kg de fénitrothion véhiculé par l'huile de maïs. Cette réaction diffère néanmoins: les événements sont quelque peu décalés dans le temps en comparaison d'une administration intra-trachéale, puisque l'effet de masse est alors évité.

Quoique des prélèvements aient démontré que le degré d'exposition à l'insecticide différait selon le groupe considéré, variant pour les trois enclos concernés de 2 à 17 gouttelettes par cm², il fut impossible de vérifier ce gradient au niveau de l'effet sur le poumon des rats.¹¹ Ceci s'explique en partie par la limitation de sensibilité d'une évaluation morphologique qualitative à simple insu. Depuis lors, nous avons développé des techniques plus poussées de quantification des lésions pulmonaires qui pourront à l'avenir être mises à contribution dans ce genre d'évaluation.

En guise de conclusion, nous sommes en mesure d'affirmer qu'une exposition unique d'un modèle animal, soit le rat, à la formulation opérationnelle de fénitrothion induit des modifications morphologiques temporaires au sein du tissu alvéolaire pulmonaire. Les lésions observées suivent un schéma déjà décrit pour plusieurs autres toxiques et touchent un faible pourcentage du tissu considéré; ces faits, combinés à l'efficacité des processus de réparation du poumon, n'ont selon toute évidence aucune conséquence fonctionnelle qui puisse être détectée

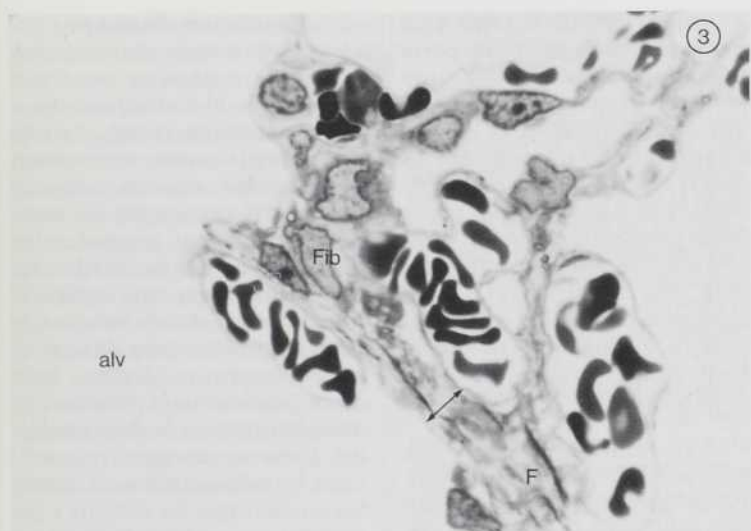


Figure 3

Après 20 jours, l'élément majeur de la réaction est le processus de fibrillogénèse, qui survient à la suite d'une augmentation de l'activité des fibroblastes (Fib). On peut sur cette photo apercevoir le dépôt de fibres (F) dans l'interstitium, conduisant à un épaississement des septas alvéolaires. (Inclusion au plastic de glycol méthacrylate, x 2250)



Figure 4

Après deux mois, le tissu alvéolaire a recouvré son aspect normal; à faible grossissement, on peut observer sur cette figure la minceur des septas et la régularité de l'architecture alvéolaire (inclusion au plastic de glycol méthacrylate, x 200).

chez les animaux. De plus, les expériences menées en laboratoire révèlent que la responsabilité de l'effet toxique de la formulation incombe davantage aux véhicules cyclosol 63 et diluant 585 qu'au fénitrothion lui-même, d'autant plus qu'ils représentent une proportion plus importante du mélange opérationnel. Le problème des expositions répétées, sous toutes ses formes, n'est évidemment pas abordé dans cette évaluation. Mentionnons finalement que si la présence du fénitrothion comporte un risque calculé quant au système pulmonaire des mammifères, il est toutefois progressivement remplacé par le matacil, un composé aminocarb dont il reste à démontrer scientifiquement la sûreté d'utilisation. □

BIBLIOGRAPHIE

- McTaggart-Gowan, P.D., *Fenitrothion: The long-term effects of its use in forest ecosystems*, NRCC/CNRC, publication no 15389, Ottawa, 1977.
- Dorais, L., G. Gaboury, P.M. Marotte et R. Morin, *Étude d'impact du projet de pulvérisations aériennes d'insecticides contre la tordeuse des bourgeons de l'épinette au Québec de 1983 à 1986*, ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec, 1982.
- Symons, P.E.K., *Dispersal and toxicology of the insecticide fenitrothion: predicting hazards of forest spraying*, *Residue Rev.*, 1977, 68: 1-36.
- Yule, W.N., A.F.W. Cole et I. Hoffman, *A survey for atmospheric contamination following forest spraying with fenitrothion*, *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 1971, 6: 289-296.
- Irvins, H.J. et F.E. Webb, *Forest protection against Spruce Budworm in New-Brunswick*, *Pulp. Pap. Can.*, January, 1981, 3-8.
- Sorokin, S.P., *The respiratory System*, Histology, 5th edition, Leon Weiss, Elgeviens Bionedical, New York, 1983, p. 833.
- Witschi, H.P. et M.G. Côté, *Primary pulmonary responses to toxic agents*, *Crit. Rev. Toxicol.*, 1977, 5: 23-66.
- Chevalier, G., Bastié-Sigéac et M.G. Côté, *Morphological assessment of fenitrothion pulmonary toxicity in the rat*, *Tox. App. Pharmacol.*, 1982, 63: 91-104.
- Kodha, H., T. Suzuki, T. Kadota et J. Miyamoto, unpublished reports cited in: *Impact of fenitrothion (Sumithion) on the whole environment including humans*, Sumitomo chemical Co. Ltd. Osaka, 1978.
- Côté, M.G., P. Coulombe, S. Morasse et G. Chevalier, *Pulmonary alveolar toxicity of fenitrothion and its solvents in the rat*, à paraître.
- Coulombe P., S. Lortie, G. Chevalier et M.G. Côté, *Assessment of pulmonary toxicity in the rat following forest spraying with fenitrothion*, à paraître.
- Ecobichon, D.J., *Aerial spraying of fenitrothion in forest programs: some problems and some solutions*, *Can. J. Physiol. Pharmacol.*, 1982, 60: 1046-1052.

Playdoyer pour l'oreille

par Jacques Bergeron

14



Jacques Bergeron est professeur au département de psychologie et chef du Laboratoire de psychophysiologie humaine de l'Université de Montréal.

□ Le bruit est-il un mal nécessaire? Il constitue l'une des nuisances qui s'est grandement accrue avec le développement des techniques industrielles. Vivre dans un environnement bruyant, c'est pour plusieurs une conséquence normale et inévitable de l'industrialisation, de l'urbanisation et de l'amélioration du niveau de vie dans nos sociétés. C'est la rançon à payer pour l'augmentation progressive du nombre d'appareils et de machines au travail comme à la maison. Mais en connaît-on vraiment le coût?

Des études récentes en psychologie humaine révèlent qu'un environnement bruyant peut non seulement affecter la sensibilité de l'oreille et entraîner progressivement des problèmes de surdité, mais aussi affecter sérieusement la santé et la sécurité des individus. Même des bruits d'intensité moyenne, quand ils sont intermittents, irréguliers et imprévisibles, produisent des effets nocifs sur les capacités d'attention et de vigilance et peuvent souvent même perturber l'activité cardio-vasculaire.

LES CONSÉQUENCES DE L'EXPOSITION AU BRUIT

Les risques pour l'appareil auditif lui-même sont bien connus.¹ Des sons de forte intensité entraînent d'abord une fatigue auditive, c'est-à-dire que pour certaines fréquences, le seuil d'audibilité sera plus élevé que la normale, le déplacement du seuil étant proportionnel au logarithme de la durée d'exposition. Ce décalage doit rester temporaire, pour éviter une détérioration de l'appareil auditif, par dégénérescence progressive des cellules de l'audition. La récupération de l'acuité auditive avec le temps suivrait également une loi logarithmique. Mais lorsque le son est trop intense, ou la durée d'exposition trop longue, l'élévation du seuil d'audibilité devient définitive, et c'est l'apparition de

la surdité. De fait, il s'agit d'un processus progressif, la perte d'audition s'étendant à une bande de fréquences de plus en plus large. Cependant, ce processus se rencontre souvent dans les ateliers et les usines, là où les travailleurs sont soumis à des bruits élevés pendant des années: s'installe ainsi la surdité professionnelle, qui va accélérer, sinon aggraver la diminution de l'acuité auditive, qu'augmente naturellement l'augmentation de l'âge (presbycusie)².

Le bruit exerce aussi des effets sur le système nerveux central et provoque d'importance réactions neuro-végétatives. Le système cardiovasculaire se montre particulièrement sensible à la hausse du niveau d'intensité de l'environnement sonore³. Le rythme cardiaque s'accélère et manifeste une grande variabilité; il se produit une vasoconstriction des vaisseaux cutanés entraînant une sous-irrigation de l'épiderme dès que le niveau acoustique atteint 70 db. Ces effets apparaissent d'autant plus marqués que la stimulation acoustique est discontinue, intermittente, ou présente des niveaux de crête variables. L'habituation physiologique au bruit est un phénomène bien connu, dont on doit tenir compte dans l'interprétation des cardiogrammes et des plétysmogrammes, au même titre que les caractéristiques de la stimulation sonore, la nature des activités du sujet et partant des importantes différences individuelles de réactivité. Il est difficile d'apprécier les risques pathologiques qui découlent de l'action du bruit sur le système cardiovasculaire, comme sur les réactions de stress qui se manifestent sur l'appareil digestif, le rythme respiratoire, ou la résistivité électrodermale, mais on soupçonne de plus en plus le bruit d'être un facteur de nocivité à long terme.

Les risques d'ordre psychosocial sont encore plus difficiles à cerner, mais n'en sont pas moins réels, ni moins pernicioseux pour la santé ou la sécurité des personnes, ni même moins bien perçus. Une récente enquête menée sur l'ensemble du territoire de la France par le Centre d'Evaluation et de Recherche des Nuisances montre que la population dans son ensemble situe le bruit au premier rang des gênes et nuisances publiques, bien avant l'insécurité, la pollution atmosphérique ou la dégradation de l'environnement visuel⁴. Dans les milieux de travail, autant les ouvriers que les patrons s'entendent pour placer le bruit en tête de liste des risques et agresseurs auxquels sont soumis les travailleurs, comme le révélait récemment une vaste consultation réalisée au Québec par l'Institut de Recherche en Santé et en Sécurité du Travail (RSST)⁵. Les auteurs du rapport soulignent à juste titre, à la suite de cette consultation, que les mesures de contrôle et d'élimination du bruit⁶ ne doivent pas avoir pour seul objectif d'éviter la surdité résultant de l'exposition au bruit des machines et des outils, — «ce que tout le monde déplore et reconnaît» —, mais aussi d'éliminer les «risques latents permanents d'accidents liés à l'interférence dans la signalisation». Dans un environnement bruyant qui masque certains signaux avertisseurs et gêne le réseau de communication entre les individus, la vision doit jouer un rôle accru de compensation pour remédier à l'absence de signalisation sonore, ce qui peut lourdement taxer les capacités d'attention et de vigilance et amplifier les risques d'accidents.

Les recherches des dix dernières années ont révélé que les coûts physiologiques et psychologiques de l'adaptation au bruit étaient beaucoup plus importants qu'on ne l'avait cru jusqu'alors, même lorsque l'individu est engagé dans des tâches qui n'exigent ni communication, ni discrimination ou perception auditive. On a pu démontrer, en particulier, que les facteurs d'imprévisibilité et d'incontrôlabilité de l'environnement sonore pouvaient aussi entraîner une situation de stress en imposant une surcharge aux capacités d'attention de l'individu.

DÉFINITION DU BRUIT

Le bruit n'a pas de définition objective. Pour Lévy-Leboyer⁷, c'est un son ou un ensemble de sons qui n'est pas agréable à celui qui l'écoute et qui le gêne soit parce qu'il est physiologiquement insupportable, soit parce qu'il réduit d'autres perceptions auditives plus pertinentes ou plus plaisantes. Celui qui écoute de la musique «disco», qu'il apprécie, ne se plaint pas du niveau élevé de décibels, tandis que le voisin qui veut lire trouve ce niveau parfaitement insupportable. Et dans un même atelier, les réactions des travailleurs à l'environnement bruyant sont très variées, ne serait-ce d'ailleurs que parce que certains d'entre eux sont déjà devenus partiellement sourds⁸. La nécessité, pour établir une réglementation des bruits notamment⁹, de définir des caractères physiques par rapport à des critères de gêne subjective a stimulé la recherche dans ce domaine, surtout à l'aide d'études menées en laboratoire auprès de sujets effectuant des tâches apparentées à celles de l'usine ou du bureau.

LE CONCEPT D'ACTIVATION PSYCHOPHYSIOLOGIQUE

Les effets du bruit sur le rendement à une tâche (non auditive) dépendent fortement des caractéristiques de la tâche, laquelle est simple ou complexe et exige de la vitesse ou de la précision, une attention soutenue ou sélective, etc. L'influence du bruit dépend aussi du moment de la journée, des caractéristiques psychologiques des individus, de leurs traits et de leurs habiletés, et même du sexe des sujets; ainsi les femmes choisiraient en général comme niveau de confort des intensités inférieures d'environ 10 dB à celles qui seraient adoptées par leurs collègues masculins¹⁰. Mais le bruit n'a pas que des effets négatifs. Il peut stimuler et inciter l'individu à centrer davantage son attention sur la tâche. Il peut même compenser pour certains stress ou handicaps. Ainsi, des sujets privés de sommeil la nuit précédant l'expérience travaillent mieux dans une pièce bruyante que dans un local calme¹¹.

L'ensemble de ces résultats a conduit Broadbent¹² à proposer une relation curvilinéaire entre le rendement à une tâche psychomotrice sous l'effet du bruit et le niveau d'activation (arousal) psychophysiologique. Comme le montre la figure 1, le bruit exercerait une action stimulante qui compense pour les effets du manque de sommeil, ou un manque d'intérêt à la tâche ou un bas niveau de vigilance; mais si la stimulation est trop élevée, la performance à la tâche se désorganise et perd en précision. Il faut tenir compte également des différences individuelles, et en particulier de la dimension introversion-extraversion. Ainsi les personnes extraverties ont-elles besoin de plus de stimulation sonore pour donner le meilleur rendement à une même tâche, et par ailleurs sont moins perturbées que les introverties par la hausse du niveau d'intensité acoustique (figure 2).

Figure 1
Réactions psycho-motrices en fonction du niveau d'activation d'après Broadbent 12

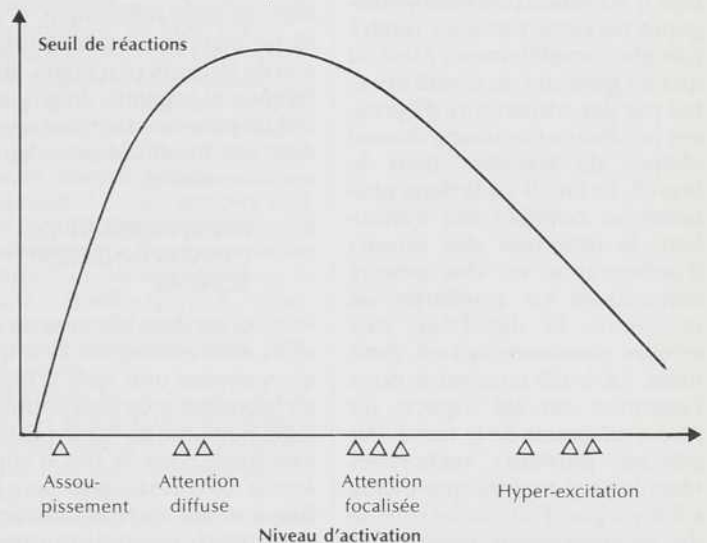
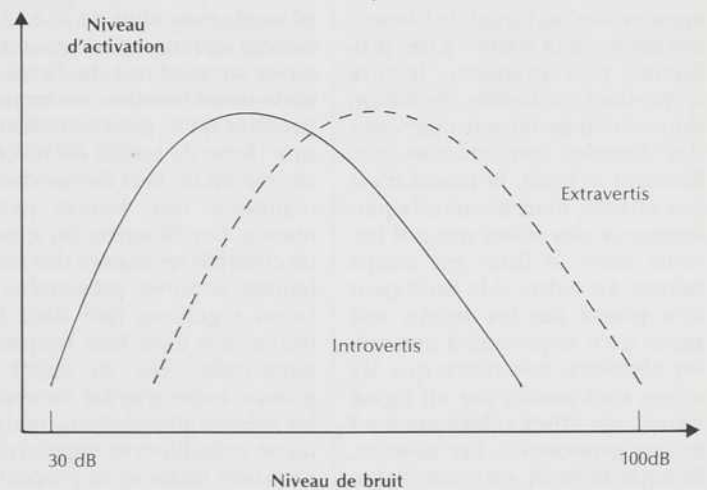


Figure 2
Niveau d'activation en fonction du niveau de bruit d'après Broadbent 12



«AFTER-EFFECTS»

Mais les faits sont beaucoup plus complexes, et le concept d'activation psychophysiologique ne suffit pas à en rendre compte complètement. Ainsi, la qualité générale du travail effectué par des correcteurs d'épreuves ne change pas lorsqu'ils sont obligés de travailler dans le bruit¹³. En fait, il y a là deux phénomènes opposés qui s'annulent: la détection des erreurs d'orthographe ou des erreurs mécaniques est améliorée; en revanche, la détection des erreurs grammaticales est diminuée. Le bruit concentre donc l'attention sur les aspects les moins exigeants de la tâche. Par ailleurs, plusieurs recherches récentes ont montré que même s'il n'y a pas d'altération directe du comportement pendant le bruit, il peut y avoir des effets ultérieurs (after-effects)¹⁴. Ainsi, des sujets soumis à des bruits intermittents, irréguliers et imprévisibles pendant qu'ils effectuaient des tâches simples, apparentées au travail de bureau, ont été ensuite soumis à des problèmes plus exigeants: lecture d'épreuves, casse-tête, résolution de problèmes faisant intervenir des données conflictuelles, etc. Pendant le bruit, le travail n'est pas affecté, mais ensuite la performance des sujets qui ont travaillé dans le bruit est moins bonne. En outre, si le bruit peut être prédit par les sujets, soit parce qu'il se produit à intervalles réguliers, soit parce que les sujets sont avertis par un signal visuel, ses effets ultérieurs sont moins prononcés. Par ailleurs, lorsque le bruit est contrôlable par celui qui l'entend, et même si le sujet choisit de ne pas exercer ce moyen de contrôle (par exemple, il dispose d'un interrupteur pour arrêter le bruit mais ne s'en sert pas), les effets négatifs ultérieurs sont réduits.

Ces résultats semblent bien indiquer que ce n'est pas le bruit en soi qui a le plus d'effets sur le comportement de l'individu et son rendement à une tâche, mais plutôt une combinaison de facteurs perceptifs, attentionnels et cognitifs, dont la capacité de pouvoir contrôler ou prédire les modifications de son environnement.

IMPRÉVISIBILITÉ DE L'ENVIRONNEMENT SONORE

C'est dans ce contexte que nous avons entrepris il y a quelques années une série d'études au Laboratoire de psychophysiologie humaine de l'Université de Montréal, dans le but d'approfondir les connaissances sur l'influence du facteur d'imprévisibilité de l'environnement sonore, en rapport avec les connaissances déjà acquises sur la signification des variations de l'activité cardiovasculaire dans des tâches psychomotrices¹⁵. Dans une première expérience, 60 sujets masculins de 19 à 22 ans ont été soumis individuellement à des stimulations de 70 dB (A), dans une chambre insonorisée, pendant qu'ils devaient exécuter une tâche de temps de réaction simple où on leur demandait de maintenir une bonne performance. Les 30 sujets du groupe de contrôle recevaient des stimulations sonores présentées de façon régulière, tant dans leur durée que dans leur fréquence temporelle. Les 30 sujets du groupe expérimental recevaient les mêmes stimulations, mais de façon irrégulière et imprévisible. La durée totale et la proportion de périodes de bruits et de silences étaient rigoureusement identiques dans les deux conditions; seule variait la distribution de ces périodes au cours de l'expérimentation. Tel que prédit par les hypothèses, la performance des deux groupes à une tâche aussi simple n'est aucunement affectée par un environnement sonore de 70dB (A), correspondant à un niveau acoustique d'intensité moyenne. Par contre, par

comparaison avec les niveaux de base pré-expérimentaux, les résultats indiquent des hausses plus élevées de fréquence cardiaque et de conductance électrodermale chez le groupe expérimental que chez le groupe de contrôle, et des cotes d'anxiété au test ASTA, version française¹⁶ du *State-Trait Anxiety Inventory*¹⁷ plus élevées.

Les expériences en cours dans notre laboratoire semblent confirmer que l'accroissement de l'activité cardiovasculaire et les hausses d'anxiété qui l'accompagnent représentent le coût à payer pour l'adaptation au bruit et le maintien d'une bonne performance à la tâche. Les hausses du rythme cardiaque correspondraient à l'effort mental et à la surcharge d'informations imposées aux capacités d'attention du sujet¹⁹.

LA RÉORGANISATION DE L'INFORMATION

Cohen a récemment proposé un modèle qui permet d'intégrer le concept d'activation de Broadbent et les principaux résultats des recherches portant sur les facteurs cognitifs et attentionnels²⁰. Sa thèse centrale est la suivante: les situations stressantes, comme celle créée par un environnement bruyant, imposent aux individus une surcharge d'informations qui les contraignent à «réorganiser» leur attention. C'est cette réorganisation de l'attention qu'il faut analyser si on veut comprendre la nature et la variété des conduites individuelles dans des situations stressantes. Trois postulats fondamentaux sont rappelés par Cohen: 1) Les êtres humains ont des capacités d'attention limitées. 2) Lorsque les sollicitations de l'environnement excèdent cette capacité, une hiérarchie de priorités se met en place et l'effort d'attention se centre sur les informations pertinentes pour le sujet. 3) La présence de stimulus environnementaux qui dépassent les possibilités de l'individu déclenche un processus d'éva-

luation qui assurera la mise en oeuvre de modes d'adaptation adéquats. Cette analyse permet de prévoir les effets comportementaux de la surcharge imposée sur les possibilités d'adaptation et la manière dont ils varient selon les conditions et le contexte.

L'utilisation de nouveaux indices cardiovasculaires, dans les expériences que nous projetons, devrait nous permettre de vérifier le modèle de Cohen, sinon de le parachever. Ces mesures semblent refléter en effet les niveaux de tension physiologique qu'induisent les différentes conditions d'exposition au bruit. Car même si elles n'entraînent pas de détérioration manifeste ou immédiate de performance, ces conditions provoquent néanmoins une activation cardiovasculaire facilement identifiable à l'aide du pléthysmogramme, de l'électrocardiogramme et des indices de tension artérielle²¹. Cette activation pourrait bien être à l'origine de problèmes affectant la santé du sujet. Par ailleurs, il s'agira aussi d'explorer les différences individuelles de réactivité cardiovasculaire qui apparaissent à la suite de l'exposition à de tels agents stressants. De la sorte, il sera possible d'établir les caractéristiques distinctives permettant d'identifier les personnes chez qui les réactions cardiovasculaires à l'environnement sonore sont exagérées, et qui présentent ainsi un risque de morbidité plus élevé, particulièrement en ce qui a trait aux affections liées à l'hypertension.

En résumé, il semble que le bruit n'exerce pas ses effets nocifs seulement sur l'audition et sur les activités humaines qui dépendent d'une bonne sensibilité auditive. En plus d'entraîner une perte progressive de sensibilité auditive qui peut aller jusqu'à la surdité, l'exposition au bruit peut amener une diminution marquée des capacités d'attention et perturber l'activité cardiovasculaire. Il faut donc étudier les possibilités d'une nocivité à long terme pour la santé des individus. Mais il faut aussi se préoccuper des risques encourus quotidiennement par de nombreux travailleurs. Car certaines conditions d'environnement bruyant, sans excéder les normes fixées ou provoquer des maladies ou des lésions immédiatement perceptibles, sont néanmoins des sources de stress et d'anxiété. Elles peuvent provoquer un relâchement de l'attention et accentuer les risques d'accidents. □

BIBLIOGRAPHIE

- 1- KRYTER, K.D., *The effects of noise on man*, Academic Press, New York, 1970.
- 2- GUELAUD, F., *Éléments d'analyse des conditions de travail. 1. Le bruit*, Éditions du CNRS, Paris, 1977.
- 3- JANSEN, G., *Valeurs obtenues expérimentalement pour la limite des niveaux sonores du point de vue de la résistance du système végétatif*, *Revue d'acoustique* no 15, 1971, 198-200.
- 4- Centre d'Évaluation et de Recherche des Nuisances, *Effets du bruit de circulation automobile: données psychophysiologiques et économiques*, I.R.T., Paris, 1977.
- 5- Institut de Recherche en Santé et en Sécurité du Travail du Québec, *Une consultation sur les problèmes sectoriels de santé et de sécurité du travail*, Notes et rapports scientifiques et techniques (Études E-004), IRSST, Montréal, 1982.
- 6- NABELEK, A.K. et J.V. NABELEK, *Principles of noise control* in D.N. Lipscomb (Ed.), *Noise and audiology*, University Park Press, Baltimore, Maryland, 1978.
- 7- LEVY-LEBOYER, C., *Psychologie et environnement*, P.U.F., Paris, 1980.
- 8- GUELAUD, F., *Éléments d'analyse des conditions de travail. 1. Le bruit*, Éditions du CNRS, Paris, 1977.
- 9- Health and Safety Commission, *Some aspects of noise and hearing loss: notes on the problem of noise at work*, Her Majesty's Stationery Office, Londres, 1981.
- 10- BROADBENT, D.E., *Environnement and performance* in G.A. Harrison, J.B. Gibson (Eds.): *Man in urban environments*, Oxford University Press, 1976.
- 11- WILKINSON, R., *Some factors influencing the effect of environmental stressors upon performance*, *Psychological bulletin*, 72, 1969, 260-272.
- 12- BROADBENT, D.E., *The effects of moderate levels of noise on human performance*, in J. Tobias (Ed.), *Hearing research and theory*, Academic Press, New York, 1981.
- 13- WEINSTEIN, N.D., *Human evaluations of environmental noise*, in K. Craik et E.H. Zube (Ed.): *Perceiving environmental quality*, Plenum Press, New York, 1976.
- 14- GLASS, D.C. et J.E. SINGER, *Urban stress*, Academic Press, New York, 1972.
- 15- BERGERON, J., *Effets de la motivation sur les relations entre la fréquence cardiaque et l'activité sensorimotrice*, *Canadian Journal of Psychology/Revue Canadienne de Psychologie*, 33, 1979, 57-63.
- 16- HENDERSON, D. et R.P. HAMERNIK, *Impulsive noise-induced hearing loss: an overview* in D.M. Lipscomb (Ed.), *Noise and audiology*, University Park Press, Baltimore, Maryland, 1978.
- 17- BERGERON, J., M. LANDRY et D. BELANGER, *The development and validation of a french form of the State-Trait Anxiety Inventory*, in C.D. Spielberger, R. Diaz-Guerrero (Ed.), *Cross-cultural anxiety*, Wiley, New York, 1976, pp. 41-50.
- 18- SPIELBERGER, C.D., R.L. GORSUCH et R.E. LUSHENE, *Manual for the State-Trait Anxiety Inventory*, Palo Alto, Consulting psychologists, 1970.
- 19- KAHNEMAN, D., *Attention and effort*, Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall, 1973.
- 20- COHEN, S., *Environmental load and the allocation of attention*, in A. Baum, J.E. Singer, S. Valins (Ed.), *Advances in environmental psychology* (vol.1), N.J.: Erlbaum Hillsdale, 1978.
- 21- BLONDIN, J.P., *Induction d'anxiété et variations de l'activité cardiaque dans une tâche de temps de réaction*, Mémoire de maîtrise inédit, Université de Montréal, 1981.

L'air des appartements

par Carole Simard et Pierre Payment.

18



Carole Simard, médecin vétérinaire, termine une maîtrise en virologie à l'Institut Armand-Frappier.



Pierre Payment est professeur-chercheur au centre de virologie de l'Institut Armand-Frappier.

□ En 1980, lors d'un symposium portant sur la transmission des maladies par voie aérienne, on déplorait l'absence de normes restrictives concernant l'hygiène microbienne de l'air intra-mucos, alors que de telles normes existent pour les substances chimiques et physiques¹. La définition d'un niveau maximum acceptable d'exposition des individus aux contaminants microbiens semble difficile à établir puisque le danger d'infection des individus à différentes concentrations bactériennes n'est pas clairement déterminé². Cependant, une étude menée par Hinkle et Murray (1981)³ indique que les bactéries et les virus des environnements intérieurs sont de loin les éléments qui affectent le plus la santé des individus. En effet, les maladies infectieuses d'origine respiratoire représentent la cinquième cause de mortalité aux USA, en plus d'entraîner des pertes considérables de production dues aux arrêts de travail (149 millions de jours d'absence aux États-Unis en 1978, ayant entraîné une perte de production de 6 milliards \$).

Les infections respiratoires transmises par les aérosols sont essentiellement dues à l'inhalation de matériel infectieux sous forme de noyaux de gouttelettes et de fines particules de poussière qui demeurent en suspension dans l'air. Ces particules proviennent principalement de l'activité humaine: gouttelettes infectieuses atomisées par les processus respiratoires; squames contaminées libérées lors d'activités physiques; particules de poussière disséminées dans l'air par les activités domestiques; gouttelettes infectieuses éjectées par la chasse d'eau des toilettes.

L'accumulation des particules aériennes dans les espaces clos est limitée par les échanges d'air entre les milieux intérieur et extérieur. Les bâtiments sont munis de portes et de fenêtres permettant les échanges d'air, de même que leur construction non étanche permet l'exfiltration d'air intérieur contaminé et l'infiltration d'air extérieur plus frais.

Le taux de ventilation d'un bâtiment, exprimé en changements d'air par heure, joue un rôle majeur dans la dilution des particules microbiennes en suspension dans l'air⁴. Certains ingénieurs ont suggéré la restriction des échanges d'air intérieur-extérieur en augmentant l'étanchéité des bâtiments, ceci dans le but de conserver l'énergie en réduisant les coûts de chauffage durant l'hiver et de la climatisation durant l'été. Cette tendance favorise inévitablement l'augmentation de la concentration de tous les polluants intérieurs⁵, notamment les micro-organismes responsables des maladies respiratoires^{6,7}. De plus, certaines installations modernes dans lesquelles l'air est recirculé pourraient également présenter un risque pour les individus si les moyens de désinfection de l'air réutilisé sont insuffisants⁸.

En 1980, une étude théorique effectuée pour le Conseil National de la Recherche du Canada tentait de démontrer la possibilité de réduire la consommation d'énergie des maisons privées à logements multiples en faisant recirculer l'air de ces immeubles⁹. Pour faire suite à cette publication, nous avons entrepris des études dans le but d'évaluer la concentration et les types microbiens présents dans un système de ventilation conventionnel.

MÉTHODOLOGIE

Les analyses d'air ont été effectuées d'octobre 1981 à juin 1982 dans les canaux collecteurs d'air centraux d'un système de ventilation dans un bâtiment à logements multiples. Ce système, à air non recirculé, récolte l'air des 282 appartements grâce à des sorties d'air situées au plafond de la salle de bains et dans la cuisine de chaque appartement. Au moment de l'étude, le bâtiment abritait environ 700 individus de statut socio-économique moyen à élevé.

Pour prélever les échantillons bactériens et viraux, divers échantillonneurs d'air (échantillonneur à fente¹⁰, échantillonneur Andersen¹¹, échantillonneurs à grand débit¹²) ont été utilisés. Des géloses chocolat, des géloses sang de mouton à 5% et de l'eau peptonée provenant de l'Institut Armand-Frappier furent utilisées pour prélever les échantillons bactériens. Les bactéries récoltées ont été énumérées et identifiées par des techniques standard¹³. Les échantillons pour la virologie ont été récoltés dans du milieu moyen de Earle additionné d'albumine bovine et de gentamycine. Après concentration par la méthode de l'ultrafiltration, ces derniers ont été inoculés à cinq lignées cellulaires.

FIGURE 1

Variation horaire de la concentration bactérienne.

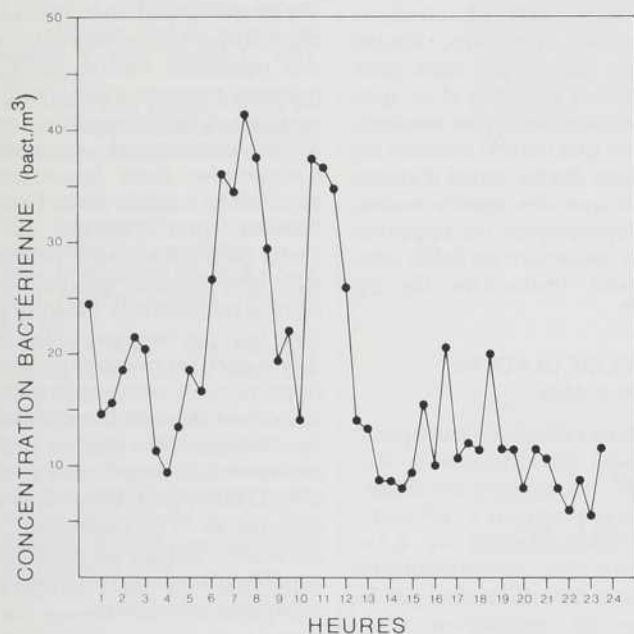


Figure parue dans J. Hyg. Camb. (1983), 91: 277-186.

FIGURE 2

Distribution hebdomadaire de la concentration bactérienne et du taux de l'humidité relative de l'air des canaux de ventilation. (Le coefficient de corrélation entre ces deux paramètres est de 0,72 par le test de Pearson).

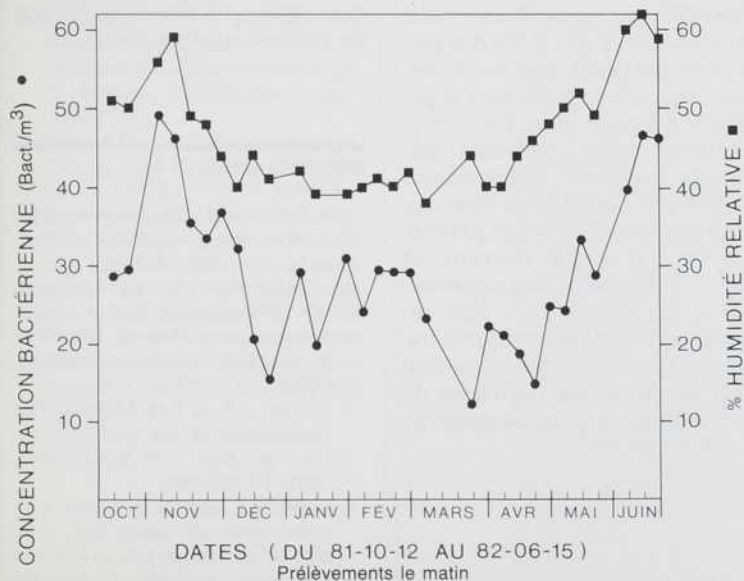


Figure parue dans J. Hyg. Camb. (1983), 91: 277-286.

CONCENTRATION BACTÉRIENNE

La figure 1 illustre la variation horaire de la concentration des particules bactériennes retrouvées dans l'air des canaux de ventilation. Il est intéressant de noter que la concentration maximale a été observée en matinée (41,3 bact./m³ à 7h30) alors que durant l'après-midi et en fin de soirée, des taux minimum ont été enregistrés (respectivement de 8 et 5 bact./m³). Ces résultats coïncident avec l'activité matinale des occupants (faire les lits, se laver, s'habiller...) et reflète l'augmentation du contenu microbien dans les appartements. Cependant, le système de ventilation récupère surtout les petites particules en suspension dans l'air alors que les particules plus volumineuses sédimentent dans les appartements et n'atteignent pas les canaux de ventilation¹⁴.

Les prélèvements hebdomadaires effectués le matin révèlent (figure 2) que la concentration bactérienne et le taux d'humidité relative des conduits d'air semblent être en corrélation positive. Cette observation peut expliquer la baisse de micro-organismes récupérés durant les mois d'hiver, à la suite d'une diminution de l'humidité relative due au chauffage dans les appartements. Une concentration moyenne de 29,1 bact./m³ d'air fut observée au cours des neuf mois qu'a duré cette étude.

DIMENSIONS PARTICULAIRES

La répartition des particules bactériennes selon leur dimension est présentée au tableau 1. Les résultats montrent qu'environ 80% des particules infectieuses ont un diamètre inférieur à 4,4 microns. Seulement 13,2% d'entre elles ont un diamètre supérieur à 9,0 microns et 6,4% ont un diamètre variant entre 4,4 et 9,0 microns.

TABLEAU 1

Pourcentage des particules viables selon leur dimension

Dimension particulaire (microns)	Pourcentage des particules viables (%)
< 1,0	30,9
1,0 - 2,0	33,0
2,0 - 3,3	10,2
3,3 - 4,4	6,3
4,4 - 9,0	6,4
9,0 >	13,2

La dimension des particules infectieuses a une importance médicale considérable dans le mécanisme de transmission des maladies respiratoires par voie aérienne. En effet, les particules inférieures à 5 microns peuvent atteindre les alvéoles pulmonaires et y créer des foyers d'infection. Par contre, les particules plus volumineuses sont généralement stoppées au niveau des fosses nasales et de l'arbre trachéobronchique et sont éliminées rapidement grâce à l'appareil muco-ciliaire du tractus respiratoire supérieur^{15,16}.

FLORE BACTÉRIENNE

Le tableau 2 illustre la concentration relative des particules bactériennes prélevées par l'échantillonneur à fente. Les bactéries de la famille des *Micrococcaceae* et de la famille des *Streptococcaceae* furent les bactéries les plus communément rencontrées, représentant 73,5% des isolats. Parmi celles-ci, nous avons isolé, par ordre d'importance, les espèces *Micrococcus sp.*, *Staphylococcus sp.*, *Streptococcus sp.* et *Aerococcus sp.*. Ces types microbiens constituent en majorité la flore aérobie normale des cavités respiratoires et de la peau.

TABLEAU 2

Pourcentage et concentration des particules bactériennes isolées dans l'air du canal collecteur central du système de ventilation.

	Pourcentage (%)	Concentration (bact./m ³)
Micrococcaceae		
— <i>Micrococcus</i> sp.	32,7	7,28
— <i>Staphylococcus</i> sp. (coagulase négative)	14,1	3,21
— <i>Staphylococcus aureus</i>	0,3	0,08
Streptococcaceae		
— <i>Aerococcus</i> sp.	12,6	2,37
— <i>Streptococcus</i> sp.	13,8	2,98
Bacillaceae		
— <i>Bacillus cereus</i>	1,2	0,26
— <i>Bacillus</i> sp. (autres espèces)	6,0	1,36
Corynebacteriaceae		
— <i>Corynebacterium xerosis</i>	1,2	0,25
— <i>Corynebacterium</i> sp. (autres espèces)	5,8	1,25
Enterobacteriaceae		
— <i>Enterobacter agglomerans</i>	0,3	0,07
Pseudomonaceae		
— <i>Pseudomonas vesicularis</i>	1,1	0,22
— <i>Pseudomonas</i> sp. (groupe CDC)	1,2	0,26
— <i>Pseudomonas putrefaciens</i>	0,3	0,07
— <i>Pseudomonas</i> sp. (autres espèces)	0,7	0,15
Bacilles Gram négatif non fermentants		
— <i>Acinetobacter calcoaceticus</i>	4,1	0,95
— <i>Moraxella</i> sp.	0,9	0,34
— <i>Flavobacterium meningosepticum</i>	0,6	0,13
— Autres	0,8	0,31
Coccis Gram négatif		
— <i>Neisseria</i> sp.	0,3	0,07
— <i>Brahmella</i> sp.	1,8	0,31

Très peu d'*Enterobacteriaceae* furent isolées (0,3%). Les entérobactéries sont fragiles et instables dans l'air alors qu'elles résistent bien dans les milieux humides (eau, nourriture). Ces micro-organismes ont probablement été éliminés lors de leur transport dans les canaux de ventilation qui récoltent l'air des locaux sanitaires. Parmi les *Pseudomonaceae* et les bacilles Gram négatif non fermentants, les genres les plus fréquemment rencontrés furent, par ordre d'importance, les *Acinetobacter*, les *Pseudomonas*, les *Moraxella* et les *Flavobacterium*.

Dans notre étude, nous avons tenté d'isoler des agents bactériens et viraux d'importance médicale en prélevant de grands volumes d'air grâce à l'échantillonneur à grand débit. Nous avons retrouvé *Pseudomonas aeruginosa* et *Klebsiella pneumoniae* dans 20% de nos échantillons (chaque échantillon équivaut à 10 000 litres d'air) alors que *Staphylococcus aureus* et *Escherichia coli* n'ont été récoltés que dans 10% des échantillons. En aucune occasion nous n'avons réussi à mettre en évidence des bactéries pathogènes telles que l'agent de la coqueluche (*Borde-*

tella pertussis), les bacilles de la diphtérie (*Corynebacterium diphtheriae*) ou de la tuberculose pulmonaire (*Mycobacterium tuberculosis*). De plus, aucun virus n'a été décelé dans plus d'un million de litres d'air que nous avons analysé. Ces résultats indiquent que dans le système de ventilation étudié, nous n'avons retrouvé que des agents microbiens saprophytes ou opportunistes et seulement en faible concentration (moyenne de 29 bact./m³).

RECIRCULATION DE L'AIR?

Dans l'étude réalisée pour le Conseil National de la Recherche⁹, les auteurs ont déterminé qu'environ $6,6 \times 10^6$ particules viables/minute et $4,1 \times 10^9$ particules totales/minute pourraient être éliminées par le système de ventilation d'un immeuble à logements multiples. Ces résultats indiquent que seulement 0,2% des particules transportent des micro-organismes. Les auteurs de cette étude concluaient que la recirculation de l'air dans ce type de bâtiment peut être sûre et économique pour autant que des précautions simples et élémentaires soient maintenues, telle la filtration de l'air. Lors de notre étude, nous avons observé que 0,6% des particules portaient des bactéries, soit une valeur trois fois supérieure à ce qui avait été prévu. Certains filtres proposés par l'étude du CNR⁹ élimineraient 94,58% des particules inférieures à 1,0 micron, 99,04% des particules de 1,0 à 2,0 microns et 99,999% des particules supérieures à 2,0 microns. Si l'air du système de ventilation étudié traversait ces filtres, la concentration des particules porteuses de micro-organismes ne dépasserait pas 0,5 bact./m³.

Lors de la recirculation de l'air, la grande majorité des bactéries devrait être éliminée par la filtration. Cependant, quelques micro-organismes véhiculés par des particules inférieures à 2,0 microns peuvent s'échapper du système et selon leur résistance à l'environnement, pourraient s'accumuler dans les espaces clos. Mais, comme nous l'avons observé, peu d'agents microbiens pathogènes sont présents dans le système de ventilation de ce type de bâtiment. Néanmoins, il ne faut pas négliger le fait que d'une part, les micro-organismes opportunistes peuvent être impliqués dans les maladies respiratoires, notamment chez les individus dont la résistance est amoindrie. D'autre part, un tel système favoriserait l'accumulation de particules viables de dimension capable d'atteindre les voies respiratoires inférieures.

En conclusion, notre étude montre que la flore microbienne de l'air des conduits d'aération est constituée d'agents peu pathogènes et que la concentration de ces micro-organismes est relativement faible. Bien qu'il nous soit impossible d'affirmer qu'un système à air recirculé soit sûr, nous croyons que, pour ce type de bâtiment, le risque résiduel après une filtration efficace de l'air est négligeable. □

BIBLIOGRAPHIE

1. Kundsins, R.B., *Opening remarks*, in *Airborne contagion*, Ann. N.Y. Acad. Sc., 1980, 353: 1-2.
2. Cruickshank, R., J.P. Duguid, B.P. Marmion et R.H.A. Swain, *Medical microbiology*, Churchill Livingstone, Edinburg, London, 1975.
3. Hinkle, L.E. et S.H. Murray, *The importance of the quality of indoor air*, Bull. N.Y. Acad. Med., 1981, 57: 827-844.
4. Garfield, E., *Indoor pollution: why environmental protection may also be and inside job*, in *Current Contents: agriculture, biology and environmental sciences*, 1981, 12: 5-10.

5. Melia, R.J.W., V. Florey, S. Chinn, B.D. Goldstein, A.G.F. Brooks, H.H. John, D. Clark, I.B. Craighead, et X. Webster, *Indoor air pollution and its effects on health*, R. Soc. Health J., 1981, 101: 29-32.
6. Who Working group, *Health aspects related to indoor air quality*, Euro Reports and Studies, 1979, 21: 1-33.
7. Hollowell, C.D., J.V. Berk, et G.W. Traymor, *Impact of reduced infiltration and ventilation on indoor air quality in residential buildings*, ASHRAE Trans, 1979, 85: 816-827.
8. HANNOUN, C., *Les maladies virales*, La Recherche, 1980, 115: 1140-1143.
9. NATIONAL RESEARCH COUNCIL, *A study of the feasibility of reducing the energy consumption of apartment buildings by the use of recirculated air for ventilation*, Report for contracts no 78-00092, 1980.
10. DECKER, H.M., M.E. Wilson, *A slit sampler for collecting airborne microorganisms*, Applied micro-biol., 1954, 2: 267-269.
11. ANDERSEN, A.A., *New sampler for the collection, sizing and enumeration of viable airborne particles*, J. Bact., 1958, 76: 471-484.
12. WHITE, L.A., D.J. HADLEY, D.E. DAVIDS, R. NAYLOR, *Improved large volume sampler for the collection of bacterial cells from aerosol*, Applied Microbiol, 1975, 29: 335-339.
13. Lennette, E.H., A. Balows, W.J. Hausler et J.P. Truant, éditeurs, in "Manuel of clinical microbiology" 3^e édition, Washington, Etats-Unis, 1980.
14. Riley, E.D. et R.L. Riley, *Air conditioning and health*, Arch. Environm. Health, 1963, 7: 359-365.
15. Brown, J.H., K.M. Cook, F.G. Ney, et T. Hatch, *Influence of particle size upon the retention of particulate matter in the human lung*, Am. J. Public Health, 1950, 40: 450.
16. Brain, J.D. et P.A. Valberg, *Deposition of aerosol in the respiratory tract*, Am. Re. Resp. Dis, 1979 120: 1325-1373.



Fondation acfas

pour la recherche et la communication scientifiques

C'est le 16 février dernier qu'avait lieu le lancement officiel de la *Fondation ACFAS*, présidé par M. Pierre Dansereau, écologiste de renom. Plusieurs personnalités du monde des affaires ont participé à cette rencontre.

Ce projet de fondation débuta à l'automne 83, alors que l'ACFAS décidait de consolider sa structure financière. Pour ce faire, notre association entreprit de redonner une seconde impulsion au Fonds ACFAS, créé en 1967. Sous sa nouvelle appellation, la *Fondation ACFAS* poursuit toujours l'objectif de promotion de l'activité scientifique et technologique. Les derniers versés à la fondation profiteront au public en général et à la jeunesse scientifique de la province en particulier.

Pour tout autre renseignement, communiquer avec:

Céline Belzile
2730, ch. de la Côte Ste-Catherine
Montréal H3T 1B7
(514) 342-1411

Comportements de conducteurs*

par Jean Herickx

22



Jean Herickx est psychologue au service de la Recherche, sécurité routière, de la Régie de l'Assurance Automobile du Québec.

Les rapports statistiques d'accidents publiés annuellement par la Régie de l'Assurance Automobile fournissent un profil du conducteur québécois. Son comportement de conduite automobile est cependant peu connu. Cette étude, une expérience pilote et exploratoire, est destinée à identifier le comportement routier du conducteur québécois et à le rapprocher des données que possède la Régie dans ses fichiers.

LA RECHERCHE DE LABORATOIRE ET L'OBSERVATION DIRECTE SUR LE TERRAIN

En laboratoire, le «conducteur» prend place dans un simulateur ou conduit un véhicule.

Le simulateur, installé dans un local fermé, est constitué d'un siège où prend place le conducteur et d'un écran de cinéma ou de télévision.

Au siège, on peut joindre un volant ou des commandes manuelles ou pédestres que peut actionner le conducteur. Sur l'écran de cinéma, un film montrant des scènes de la circulation ou une route schématique est projeté. Sur l'écran de télévision, les images sont composées par ordinateur. Tout ceci fait songer aux simulateurs utilisés en aéronautique. En conduite automobile, rares sont les appareils équivalents dont il existe quelques modèles, comme celui de la firme Volkswagen à Augsburg.

Des capteurs enregistrent les réactions du conducteur comme les mouvements des yeux, les réflexes et des paramètres physiologiques.

Lorsqu'il conduit un véhicule, le conducteur roule en circuit fermé sur une piste ou parcourt dans une ville un tracé préétabli. Tout comme en laboratoire, les réactions sont captées et enregistrées par des appareils qui, cette fois, sont déposés dans le véhicule. Un ou deux observateurs accompagnent parfois le conducteur.

Les études en laboratoire ont permis aux chercheurs de mettre en évidence la complexité de la conduite automobile. Les aptitudes nécessaires vont au delà des «réflexes» qui ne suffisent pas, contrairement à ce que l'on croit, à assurer la réussite. L'intelligence, l'affectivité, tout autant que la motricité, interviennent. Somme toute, la personnalité entière du conducteur détermine le succès de celui-ci au volant.

L'observation directe sur le terrain élimine le caractère «artificiel» de la recherche en laboratoire. On ne peut par contre bénéficier des informations captées, mais le conducteur ne subit pas de contraintes. La trajectoire suivie par le véhicule témoigne des manœuvres que le conducteur exécute. Celles-ci reflètent son comportement. Le conducteur doit contrôler la trajectoire du véhicule (Roche, 1980) à une vitesse donnée et ainsi piloter sur la route pour s'adapter aux circonstances sans cesse changeantes (Neboit, 1974; Janssen, 1976).

Les manœuvres sont d'importants indices du comportement individuel du conducteur. Mal exécutées, elles peuvent causer un accident. Chaque conducteur effectue les manœuvres à sa manière, ce qui peut révéler sa personnalité à l'observateur extérieur. Les différences individuelles se retrouvent dans la manière de prêter attention, d'être vigilant (Zaidel et Paarlberg, 1979) et même dans la manière d'être impliqué dans les accidents (McDonald et Romberg, 1978).

Il serait alors intéressant de pouvoir comparer le comportement observé du conducteur à des données le concernant, comme les points d'inaptitude, les accidents et d'autres, contenues dans les fichiers de la RAAQ. Mais comment rapprocher les observations et les données?

LE NUMÉRO DE LA PLAQUE D'IMMATRICULATION COMME MOYEN DE REPÉRAGE DES CONDUCTEURS

Le numéro de la plaque d'immatriculation permet le repérage d'un véhicule et l'entrée dans les fichiers de la Régie. Une technique semblable a aussi été utilisée en Allemagne et aux États-Unis (Evans et Wasielewski, 1982).

Sur le terrain, les observateurs notaient le sexe et l'âge apparent du conducteur, la manœuvre exécutée, si le port de la ceinture était respecté et le numéro de plaque d'immatriculation des seuls véhicules de promenade, y compris les taxis. L'ensemble des renseignements formait le dossier d'observation. Par ailleurs, les fichiers de la Régie contenaient des informations sur l'immatriculation, le permis de conduire, les points d'inaptitude et les accidents.

Le jour de l'observation, le véhicule n'était pas nécessairement conduit par son propriétaire. Le fichier d'immatriculation contient la date de naissance, qui permet de calculer l'âge, et le sexe du propriétaire. Ces deux données objectives ou l'une d'elles pouvaient ou non correspondre aux données semblables extraites du dossier d'observation. Si les données étaient compatibles, le dossier était déclaré concordant.

* Les idées et points de vue exprimés dans cet article n'engagent que l'auteur et ne peuvent être considérés comme représentant officiellement ceux de la Régie de l'Assurance Automobile du Québec (RAAQ). Le rapport complet est déposé au service de la Recherche et à la bibliothèque de la RAAQ.

Le conducteur propriétaire ne pouvait pas toujours être identifié au fichier informatisé d'immatriculation à partir du seul numéro de plaque d'immatriculation. Certains propriétaires étaient introuvables dans ce fichier et des numéros de plaque étaient attribués aux «personnes morales» que sont les organismes, ou à des agences de location (plaques Z et ZZ).

Le tableau 1 montre la répartition des dossiers d'observation. On remarque que 90,4% des plaques d'immatriculation relevées ont été retrouvées dans le fichier d'immatriculation et que 75,6% des dossiers d'observation étaient utilisables.

Le tableau 2 montre la répartition des dossiers d'observation utilisables, d'après la concordance de l'observation de l'âge et du sexe observés du conducteur avec les données semblables trouvées au fichier d'immatriculation.

Près des trois quarts des dossiers utilisables peuvent être traités. Les pourcentages correspondent de près à ceux trouvés dans une étude réalisée dans l'État du Michigan et qui utilisait une technique semblable d'observation (Evans et Wasielewski, 1982).

Tableau 1
La répartition des dossiers d'observations

Les observations et le contenu des fichiers	Le nombre de dossiers	Le pourcentage par rapport au nombre total d'observations	Le pourcentage par rapport au nombre d'observations à retrouver dans les fichiers
Total des observations sur le terrain	1 064		
Observations incomplètes	- 38	3,6	
Observations à retrouver dans les fichiers	1 026	96,4	
Propriétaire introuvable	- 98	9,2	9,6
Sous-total	928	87,2	90,4
Personnes morales et agences	- 124	11,6	12,1
Dossiers d'observation utilisables	804	75,6	78,4

Tableau 2
La répartition des dossiers d'observations utilisables

Le type de correspondance des observations	Le nombre de dossiers	Le pourcentage par rapport au total
Concordance avec le fichier	590	73,4
Non concordance avec le fichier	216	26,6
Total des dossiers utilisables	804	100,0

L'ORGANISATION DES OBSERVATIONS SUR LE TERRAIN

Nous avons utilisé un matériel fort simple: deux enregistreuses à cassettes avec micro muni d'un interrupteur. Les deux observatrices, étudiantes en psychologie, avaient mis l'enregistreuse dans un sac déposé sur le sol. Seuls le fil et le micro sortaient du sac. Les observations ont eu lieu en juillet et en août 1982. La tenue estivale des observateurs les assimilait à des touristes ou à des conducteurs. Les informations à recueillir (le sexe et l'âge apparent du conducteur, la manoeuvre exécutée, le port de la ceinture et le numéro de la plaque d'immatriculation) étaient dictées et enregistrées.

Une manoeuvre était erronée si la trajectoire suivie n'était pas adaptée aux lieux où circule le véhicule et aux conditions de la circulation. Ce n'était pas pour autant une infraction légale. L'appendice 1 contient la définition des vingt-cinq manoeuvres erronées observées.

Les bonnes manoeuvres étaient celles qui convenaient très bien au site et qui étaient très bien exécutées. Toutes les mesures nécessaires devaient être prises à temps par le conducteur pour suivre une trajectoire convenable. Il devait aussi signaler ses intentions à temps, adapter la vitesse aux circonstances et adopter des mesures de sécurité, comme le port de la ceinture de sécurité.

Les périodes d'observation s'échelonnaient de 10h à 12h et de 13h à 15h, du lundi au vendredi et ne dépassaient pas une heure à chaque carrefour. Les heures de pointe du matin et de fin d'après-midi étaient évitées, ainsi que les types particuliers de circulation de 12h à 13h du samedi et du dimanche. L'effet de la densité sur l'exécution des manoeuvres et sur les accidents est encore à l'étude. Elle n'est pas linéairement liée à ces derniers (Spicer, 1973; Satterthwaite, 1981; Leutzbach et Holz, 1981).

Pour des raisons de commodité, les observations ont été effectuées en trente sites répartis sur les territoires de Québec, Ste-Foy et Sillery, en vingt-neuf carrefours et les parties de route les reliant (voir la liste au tableau de l'appendice 2). Chaque carrefour a bénéficié d'une durée totale d'observation de huit heures.

Un décalage systématique des jours, des heures et des sites d'observation et une alternance des observateurs évitaient à la fois les erreurs systématiques d'observation, l'ennui des observateurs et le repérage des observateurs par les conducteurs.

LA RÉPARTITION DES MANOEUVRES ERRONÉES DANS LES SITES

Le tableau de l'appendice 2 montre la répartition des manoeuvres erronées dans les sites d'observation. En vue de rassembler un nombre suffisant d'observations, les manoeuvres erronées définies à l'appendice 1 ont été regroupées en neuf catégories comme suit (entre parenthèses, les numéros d'ordre de l'appendice 1):
groupe 1: la deuxième file (1);
groupe 2: la vitesse supérieure ou inférieure (11, 12);
groupe 3: le passage au feu rouge (13);
groupe 4: le changement de voie, le dépassement osé, l'action de se faufiler (3, 4, 5);

24

groupe 5: «l'infiltration», l'occupation de la zone de sécurité (6, 23);

groupe 6: couper le passage lorsque le feu est vert (17);

groupe 7: le passage détourné, couper le passage devant une file, couper la priorité, la position hors normes (7, 21, 22, 25);

groupe 8: ne pas bifurquer et aller tout droit, bifurquer au carrefour suivant, ne pas suivre les indications (2 et 18, 19, 20);

groupe 9: l'arrêt ou le stationnement, l'accélération, la décélération, la marche arrière, la marche irrégulière, la direction indéterminée (8, 9, 10, 14, 15 et 16, 24).

Les sites d'observation ont des caractéristiques propres, la répartition des manoeuvres erronées étant différente pour chacun. On constate que:

- tous les groupes de manoeuvres erronées ne sont pas exécutés à tous les sites, sauf pour deux d'entre eux (31-32, 34);
- la dispersion des groupes de manoeuvres est moindre pour certains sites (5, 21, 26, 30);
- chaque groupe de manoeuvres est observé plus fréquemment à certains sites qu'à d'autres.

LA RÉPARTITION DES OBSERVATIONS SUR LE TERRAIN ET DANS LES FICHIERS

Le tableau 3 montre la répartition des observations concordantes selon que la manoeuvre est erronée ou bonne, et d'après l'inscription aux fichiers d'accident et/ou d'inaptitude.

TABLEAU 3

La répartition des observations concordantes d'après les fichiers d'accident et d'inaptitude

Type de manoeuvre	Conducteurs individuels ayant un fichier complet d'immatriculation et de permis de conduite et qui sont ou ne sont pas présents dans les fichiers ci-dessous:				
	Accidents et inaptitude	Accidents seuls	Inaptitude seule	Ni accidents, ni inaptitude	Sous-totaux
erronée	A) 45 8,3 93,8	B) 78 14,4 97,5	C) 148 27,3 97,4	D) 272 50,0 87,7	E) 543 92,0
bonne	F) 3 6,4 6,2	G) 2 4,3 2,5	H) 4 8,5 2,6	I) 38 80,8 12,3	J) 47 8,0
sous-totaux	48 8,1	80 13,6	152 25,8	310 52,5	590 100,0

Légende



Parmi les observations concordantes, 50% (A + B + C) des conducteurs ayant exécuté une manoeuvre erronée sont présents dans le fichier d'accident et/ou de points d'inaptitude. Ce pourcentage est considérable si on songe qu'il n'y a eu qu'une seule observation d'une manoeuvre erronée par conducteur. Et la Régie ne conserve dans ses fichiers que les accidents et les infractions rapportés par les policiers. D'autre part, 80,8% (I) des conducteurs ayant exécuté une bonne manoeuvre sont absents des fichiers d'accident et/ou d'inaptitude: une nette différence. Le groupe des plus mauvais conducteurs (A) et celui des meilleurs (I) se retrouvent en nombre approximativement égal.

LA DIFFÉRENTIATION DES GROUPES DE CONDUCTEURS D'APRÈS CERTAINES VARIABLES CONTENUES DANS LES FICHIERS

Les fichiers de la Régie contiennent de multiples informations sur chaque conducteur. Les groupes représentés dans le tableau 3 par les cases A, B, C, et I peuvent se différencier (test du χ^2 pour un tableau de contingence; le seuil était fixé à $P = .10$ au moins) par l'âge et le sexe des conducteurs, le nombre d'années d'expérience, le domicile légal, la masse nette du véhicule, le nombre de cylindres, l'ancienneté du véhicule, le port de la ceinture de sécurité, les types d'infractions inscrites au fichier des points d'inaptitude et les types de manoeuvres erronées exécutées.

Les manoeuvres erronées peuvent elles-mêmes être catégorisées selon le groupe de conducteurs qui les exécutent, le port de la ceinture, l'ancienneté du véhicule, le lieu de résidence, les années d'expérience et les manoeuvres exécutées lors d'un accident.

DISCUSSION:

On peut s'étonner, à première vue, qu'une seule observation d'une manoeuvre erronée permette de repérer aussi facilement des conducteurs fautifs dans les fichiers de points d'inaptitude et d'accident.

Cela s'explique par une certaine constance du comportement des conducteurs. Bien que tout conducteur puisse, pour différentes raisons, effectuer une manoeuvre erronée, certains sont plus fréquemment sujets aux infractions et aux accidents. Cette étude montre que le phénomène dépasse les points d'inaptitude et les accidents et que des caractéristiques propres au conducteur sont liées aux comportements routiers déviants. Mieux encore, certains conducteurs exécutant une manoeuvre erronée à un carrefour ont été suivis: ils poursuivaient leur route en pratiquant une série d'autres manoeuvres erronées.

Tout ceci est également confirmé par d'autres études dont nous donnerons deux exemples: la distance maintenue entre les véhicules et la classification des conducteurs.

Parmi les conducteurs qui se suivent (à 80km/h) sur la route à moins d'une seconde d'intervalle, un plus grand nombre sont *plus souvent* impliqués dans les accidents et un plus grand nombre encore ont accumulé des points d'inaptitude (Evans et Wasieleski, 1982).

Ces mêmes conducteurs sont plus souvent jeunes, de sexe masculin, voyagent seuls et ne portent pas la ceinture de sécurité (Von Buseck et coll., 1980; Evans et Wasieleski, 1981). Ces derniers passent plus souvent le feu rouge, ont souvent bu de l'alcool et prennent plus de risques sur la route et dans la vie (Deutsch et coll., 1980).

La simple notation de la fréquence d'observation de la route dans les rétroviseurs (circuit tracé dans les rues d'une ville anglaise) a permis une classification des bons et des mauvais conducteurs (Quenault, 1968).

Peut-on prétendre que l'appel au «hasard» puisse justifier la conduite automobile fautive, si ce n'est qu'elle est délinquante, alors que des causes systématiques et identifiables se trouvent derrière le volant? Ne conduit-on pas comme on vit? Le conducteur québécois ferait-il exception? □

BIBLIOGRAPHIE

1. BROWN, R.J., *A method for determining the accident potential of an intersection*, Traffic engineering and control, 1981, 22, 12, 648-651.
2. COLGATE, M.G., TANNER, J.O., *Accidents at rural three-way junctions*, RRL report, LR 87, London, 1967.
3. DEUTSCH, D., SAMETH, S., AKINYEMI, J., *Seat belt usage and risk-taking at two major traffic intersections*, Proceedings of the twenty-fourth conference of the A.A.A.M., 1980.
4. EVANS, L., WASIELEWSKI, P., *Risky driving related to driver and vehicle characteristics*, General motors research laboratories, GMR, 3897, november 1981.
5. EVANS, L., WASIELEWSKI, L., *Do accident-involved drivers exhibit riskier everyday driving behavior?*, Accident analysis and prevention, 1982, 3, 1, 57-64.
6. JANSSEN, S.T.M.D., *Design and classification of roads from the viewpoint of driving task analysis*, SWOV, Voorburg, 1976.
7. LEUTZBACH, W., HOLZ, S., *Unfallraten und stündliche Verkehrsstärken auf Stadtstrassen*, Zeitschrift fuer Verkehrssicherheit, 1981, 27, 1, 13-17.
8. McDONALD, S.T., ROMBERG, R.A., *Driver/vehicle characteristics related to accident vehicle condition and causation and an assessment of Indiana PMWA effectiveness*, Proceeding of the AAAM, 22nd conference, Vol. 1, 1978.
9. NEBOIT, M., *Rôle de l'anticipation perceptive dans la conduite automobile*, ONSER, Etudes bibliographiques, No 5, Paris, 1974.
10. QUENAULT, S.W., *Dissociation and driver behavior*, RRL REPORT LR, 212, London 1968.
11. ROCHE, M., *La conduite des automobiles, Que sais-je?*, No 1847, Presses universitaires de France, 1980.
12. SATTERTHWAIT, S.P., *A survey of research into relationships between traffic accidents and traffic volumes*, TRRL supplementary report, no 692, London, 1981.
13. SPICER, B. R., *A pilot study of traffic conflicts at a rural dual carriageway intersection*, RRL report, LR 410, London, 1970.
14. VON BUSECK, C.R., EVANS, L., SCHMIDT, D.E., WASIELEWSKI, P., *Seat belt usage and risk taking in driving behavior*, SAE paper 800388, included in SAE special publication SP-461, Accident causation, Warrendale, PA, Society of Automotive Engineers, 1980.
15. ZAIDEL, D.M., PAARLBERG, W.T., *Indicators of driver inattention*, Proceedings of the twenty-third conference of the AAAM, 1979.

APPENDICE 1

25

La liste des manoeuvres erronées
(Chaque définition est suivie du nombre d'observations et du pourcentage par rapport au total)

- 1-Bifurquer au départ d'une deuxième ou troisième file (189; 17,6).
- 2-Passer tout droit, alors que la flèche peinte sur le sol invite à tourner (0; 0; au cours des observations préparatoires seulement).
- 3-Changement subit de voie (74; 6,9).
- 4-Dépassement osé ou subit (24; 2,2).
- 5-«Faufilement» (slalom) (30; 2,8).
- 6-Pénétration forcée dans une file et dans la distance de sécurité entre deux véhicules (60; 5,6).
- 7-Passage détourné au travers du stationnement d'une station-service (25; 2,3).
- 8-Arrêt ou stationnement inopiné (28; 2,6).
- 9-Accélération subite (31; 2,9).
- 10-Décélération subite (7; 0,7).
- 11-Vitesse supérieure, bien au-dessus de la vitesse moyenne (et non la vitesse permise) des véhicules (100; 9,3).
- 12-Vitesse inférieure, bien en-dessous de la vitesse moyenne (et non la vitesse permise) des véhicules (47; 4,4).
- 13-Passage d'un feu rouge (117; 10,9).
- 14-Marche arrière subite à caractère inattendu (10; 0,9).
- 15-Manoeuvres imprudentes en quittant un stationnement (0; 0; au cours des observations préparatoires seulement).
- 16-Marche et vitesse irrégulières (9; 0,8).
- 17-Couper le passage aux véhicules autorisés à passer au feu vert dans le sens opposé (136; 12,6).
- 18-Continuer tout droit après s'être placé en position de bifurcation (52; 4,8).
- 19-Se placer en position de bifurcation au croisement précédent, mais bifurquer au suivant (3; 0,3).
- 20-Ne pas suivre les indications des panneaux (60; 5,6).
- 21-Couper le passage devant une file en attente (3; 0,3).
- 22-Couper la priorité en bifurquant (20; 1,9).

- 23-Occuper la zone de sécurité entre deux véhicules (10; 0,9).
 24-Hésitations, gêne pour la circulation, direction indéterminée (28; 2,6).
 25-Position hors des normes pour accélérer un passage ou un départ (12; 1,1).

APPENDICE 2

La répartition des manoeuvres erronées dans les sites

Sites	Nombre de manoeuvres erronées par groupe									Total	% Vertical
	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
1-Gilmour-Champlain	3		9			33	1	1	1	47	4,4
2-3-Henri IV-Hamel	1	7	12			5	2	2	4	33	3,1
4-Hamel-Masson	1	8	1	6		2	2	1	4	25	2,3
5-Hamel-Marie de l'Incarnation	4	5	4			2	3	1		19	1,8
6-Hamel-Fleur de Lys	1	14		6	3		1	3	10	38	3,5
7-Hamel-Lamontagne		3		1		1	9	16	5	35	3,3
8-9-Bourassa-18ième Rue	4	10	8	5		11	4	12	6	60	5,6
10-Bourassa-Canardière			5	3		1		10		19	1,8
11-Estimauville-Canardière	2	7	4	3	1	13	6	4	4	44	4,1
12-Estimauville-St-Anne	36	4	7	5		7	1	1	4	65	6,0
13-Estimauville-Montmorency	6	3	2	1	2	9	2		1	26	2,4
14-Jacques-Cartier-1ère Avenue		1	7		12	6		1		27	2,5
15-Croix-Rouge-Dorchester-Couronne		5	1	20	16			5	5	52	4,8
16-Charest-Couronne	3	2	6	2	3	6				22	2,0
17-Charest-Dorchester	6	4	1	5					3	19	1,8
18-Charest-Caro	2	3	1	5	1	8		2	15	37	3,4
19-20-Charest-St-Vallier	3	6	19	3	1	2			2	36	3,3
21-Marie de l'Incarnation-St-Bernard	2	2	3	1			1	2	2	13	1,2
22-Marie de l'Incarnation-St-Vallier	4	10	3	6		3	8		10	44	4,1
24-25-Charest-St-Sacrement	7	9	8	4	2	11		11	3	55	5,1
26-Charest-Jean Talon N/S			3		1	2	2			8	0,7
27-Jean Talon S-Nérée-Tremblay						1				1	0,1
28-Hochelaga-Du Vallon	83	5	1	2		2		6	3	102	9,5
29-Quatre-Bourgeois-Du Vallon	4	4		6		1		7	4	26	2,4
30-Quatre-Bourgeois-De l'Eglise		1			1	1	1	1	1	6	0,6
31-32-St-Foy-Myrand	2	3	7	4	3	1	2	22	2	46	4,3
33-St-Foy-Holland-St-Sacrement	3	4	4	2	1	3		2	2	21	2,0
34-Hors des carrefours prévus	12	27	1	38	23	5	15	5	23	149	13,9
Totaux	189	147	117	128	70	136	60	115	113	1 075*	
- % horizontal	17,6	13,7	10,9	11,9	6,5	12,6	5,6	10,7	10,5	100,0	100,0

* Les manoeuvres complexes ont été décomposées en manoeuvres simples.

Deux observateurs étaient présents si le site est deux fois numéroté. Ils se trouvaient alors à deux extrémités opposées du carrefour, afin de pouvoir lire les numéros des plaques d'immatriculation. Il existe une distance limite de lecture, surtout si le véhicule se déplace.

Les carrefours possèdent des «zones de conflit» propres ou espaces dans lesquels se produisent plus souvent des accidents. Ces zones peuvent être nombreuses (Brown, 1981).

Chaque carrefour (ou bifurcation, ou croisement) possède de ces caractères particuliers (Spicer, 1973; Colgate et Tanner, 1967; Spicer, 1970). Ceux-ci permettent la reconnaissance des lieux par les conducteurs. Mais ils offrent aussi l'occasion d'une adaptation personnelle des conducteurs, qui se manifeste par une manoeuvre qui peut passer par une zone de conflit.

Vapeurs de crabe

par Jean-Guy Guillot



Jean-Guy Guillot est chimiste au Centre de Toxicologie du Québec.

En 1977, une nouvelle industrie naissait aux Îles-de-la-Madeleine, celle de la transformation du crabe des neiges. Malheureusement, dès les premiers mois d'activité, un nombre important de travailleurs présentaient des troubles respiratoires divers. Au printemps suivant, lors de la réouverture de cette industrie saisonnière, les symptômes réapparaissaient aussitôt et plusieurs travailleurs devaient quitter leur emploi, étant incapables de respirer dans ce milieu. Alerté, le Département de santé communautaire de Gaspé, responsable de la santé publique, a fait une enquête épidémiologique dans le but de cerner le problème et d'y apporter une solution.

Les résultats ayant révélé que 10 pour cent des travailleurs souffraient de problèmes respiratoires qui font penser à l'asthme, on utilise les termes «syndrome asthmatiforme des travailleurs du crabe» pour désigner cette maladie. Par ailleurs, trois observations importantes ressortent de cette étude:

- L'agent causal du syndrome se trouve dans le vecteur «vapeur-fumet» dégagé lors de la cuisson du crabe.
- L'incidence du syndrome n'est pas fonction du procédé de cuisson: elle était semblable aux deux usines étudiées bien qu'une utilisait un procédé fermé en continu et que l'autre procédait par cuisson en cuves ouvertes.
- Il n'y a aucune corrélation entre le poste de travail et l'incidence de la maladie.

À la suite de ces résultats, le Département de santé communautaire (DSC) sollicita la collaboration de divers groupes d'experts, dont le Centre de Toxicologie du Québec (CTQ). En effet, bien que les émanations provenant de la cuisson du crabe aient été identifiées comme l'agent causal, la nature exacte du ou des composés responsables n'était pas connue. Il pouvait s'agir, entre autres, d'un phénomène infectieux causé par un microbe ou un champignon, d'une allergie résultant de l'exposition à un aérosol de protéines de crabes ou d'un phénomène irritatif dû à des gaz ou vapeurs émanant du crabe chaud.

LES HYPOTHÈSES DE TRAVAIL

La présence d'un vecteur de type infectieux a pu être rapidement éliminée lors des examens microbiologiques. Il restait donc deux hypothèses permettant d'expliquer les problèmes de santé.

La première proposait une exposition à un aérosol allergène dégagé par le bouillon de cuisson du crabe, car les protéines de crustacés sont reconnues comme fortement allergènes. Une étude réalisée par Gaddie *et al.* (1) dans les usines de transformation de la crevette en Angleterre indiquait que certains travailleurs souffraient d'hypersensibilité pulmonaire. Par ailleurs, un rapport du National Institute of Safety and Health (NIOSH) (2) faisait état de la présence de symptômes asthmatiformes chez les travailleurs du crabe en Alaska. Il faut cependant noter que dans ces deux cas, les travailleurs qui présentaient des symptômes effectuaient des opérations mécaniques (sciage, décortication) ayant pour conséquence la projection de fines particules de chair et de carapace de crustacé dans l'atmosphère.

La seconde hypothèse expliquait les symptômes par une exposition aux gaz et vapeurs dégagés lors de la cuisson. Elle s'appuyait sur la présence d'odeurs très inconfortables qui émanaient autant à l'intérieur qu'à l'extérieur des deux usines. Elle permettait d'expliquer les problèmes d'irritation des voies supérieures chez certains travailleurs. En plus, elle n'était pas incompatible avec la présence de plusieurs sources d'émission, les gaz pouvant provenir de la cuve de cuisson ou du crabe cuit insuffisamment refroidi.

Cette deuxième hypothèse nous apparaissant mieux expliquer les symptômes observés, nous avons entrepris une étude en laboratoire visant à déterminer les caractéristiques des composés dégagés lors de la cuisson et à vérifier par la suite leur toxicité. Notre but ultime serait, si possible, de trouver une solution au problème.

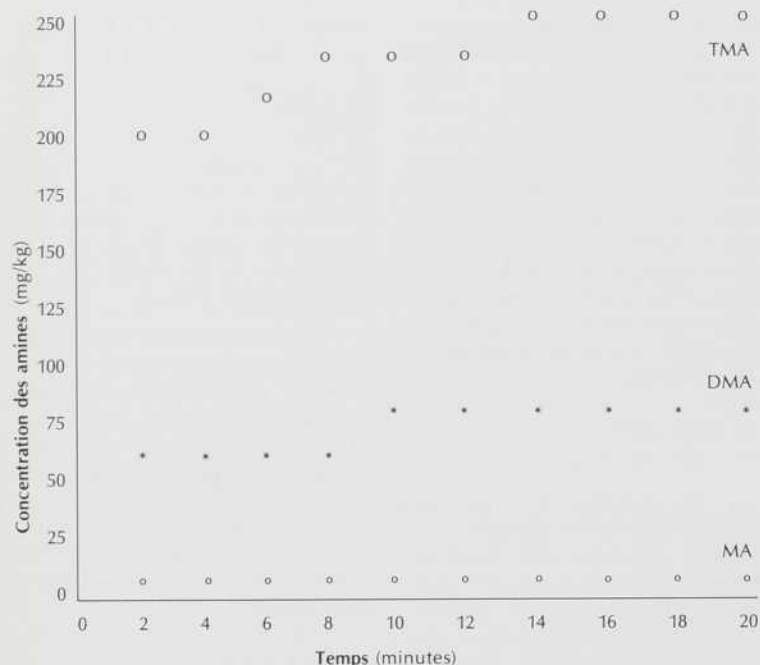
LA CHIMIE DU BOUILLON ET DES VAPEURS DE CUISSON DU CRABE

Dans un premier temps, nous voulions identifier les composés volatils présents dans le bouillon et les vapeurs de cuisson du crabe. Nous avons donc procédé à la cuisson du crabe en laboratoire, en utilisant un montage qui permettait de recueillir, à des fins d'analyse, les vapeurs et gaz dégagés.

FIGURE 1

Concentration des amines dans le bouillon de crabe en fonction du temps de cuisson

°: méthylamine, MA; *: diméthylamine, DMA; o: triméthylamine, TMA



Deux méthodes différentes de cuisson ont été utilisées pour étudier la composition chimique du bouillon et des vapeurs de cuisson du crabe. La première consiste à cuire du crabe dans un système à distiller. On a donc fait chauffer 0,5 kg de crabe des neiges durant une heure, à 100°C, dans 0,2 litre d'eau distillée. Cette méthode nous permettait de prélever quatre parts de 25 ml qui ont été utilisées pour l'analyse qualitative. La deuxième technique est semblable à celle utilisée en milieu industriel. Elle consiste à cuire, dans une marmite en acier inoxydable, un kilogramme de crabe dans 4 litres d'eau potable durant une période de quinze minutes, à 100°C.

Les observations effectuées lors de la première cuisson de crabe en laboratoire ont démontré que certains gaz basiques se dégagent du bouillon de cuisson. Les gaz possédaient une odeur caractéristique semblable à celle retrouvée dans les usines. Enfin, le pH du distillat augmentait en fonction du temps de cuisson, passant de 8 à 12 entre le début et la fin de la cuisson.

Le bouillon, ainsi que les différentes fractions de distillat ont été analysés par chromatographie en phase gazeuse, ce qui a permis d'identifier les principaux produits dégagés lors de la cuisson du crabe. Il s'agit, par ordre d'importance, de l'ammoniac, de la triméthylamine, de la diméthylamine et de la méthylamine. La figure 1 indique que ces amines sont formées au début de la cuisson, provenant probablement de la dénaturation des protéines. Après deux minutes de cuisson, la concentration dans le bouillon atteint 90 pour cent de la valeur maximale. Les autres composés présents en moindre quantité sont également tous des bases, sauf un qui possède des propriétés amphotères.

Afin d'identifier avec certitude les produits mineurs, nous avons procédé à l'analyse par chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (GC-MS). Ces analyses ont été effectuées par l'équipe de l'INRS-Santé (Montréal) et ont démontré la présence d'amines aromatiques très toxiques, tel qu'il est indiqué au tableau 1. Il faut cependant préciser que ces composés apparaissent à l'état de traces dans le bouillon, leur concentration respective étant de 50 à 1000 fois inférieure à celle de la triméthylamine.

Nous avons fait par la suite des expériences pour neutraliser directement ces bases dans le bouillon de cuisson. La méthode retenue consistait à ajouter un acide utilisé dans l'industrie alimentaire qui n'altère pas le goût de la chair de crabe et qui forme des sels non volatils avec les amines. Après quelques essais avec différents composés naturels (acide citrique, acide acétique et acide ascorbique), l'acide citrique s'est avéré le meilleur pour neutraliser les amines sans altérer le goût de la chair de crabe. Une première cuisson dans une solution contenant 10 pour cent d'acide citrique a produit un distillat où la concentration de chaque amine était inférieure à la

limite de détection analytique de 5mg/l. Une étude plus détaillée (figure 2) a par la suite montré que l'addition à l'eau de cuisson de 2,5 g d'acide citrique par kg de crabe démembré (sans carapace) permettait de neutraliser 95 pour cent des bases dans l'eau de cuisson. En plus, en effectuant une cuisson dans ces conditions, on ne décelait plus à l'odorat d'odeurs inconfortables.

TABLEAU 1

Liste de composés chimiques mineurs identifiés dans le distillat de crabe.

Amines aromatiques:

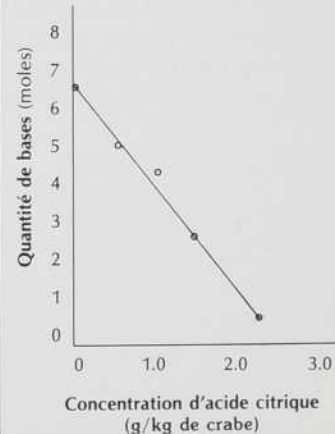
1. Pyridine (majeur)
2. 1-indole (30% de 1)
3. N,N-diméthylpyridamine (15% de 1)
4. Diméthylpyridine (7% de 1)
5. Méthylpyridine (3% de 1)
6. Butylpyridine (2% de 1)

Autres produits

7. Triméthylphénanthrène (40% de 1)
8. 2-butylnaphtalène (12% de 1)
9. 2-pentylnaphtalène (12% de 1)
10. Ethoxybenzène (10% de 1)
11. Méthylphénol (9% de 1)
12. Méthoxybenzaldéhyde (5% de 1)
13. Méthylbenzonnitrile (5% de 1)
14. Diméthyltrisulfite (4% de 1)

FIGURE 2

Quantité de bases (ammoniac et amines) retrouvées dans le distillat de crabe en fonction de la concentration d'acide citrique dans le bouillon



TOXICITÉ DU BOUILLON ET DES VAPEURS DE CUISSON DE CRABE

Nous avons procédé à des essais sur des modèles animaux afin d'évaluer les effets toxiques du bouillon, du distillat et des vapeurs de cuisson sur le système respiratoire. Les détails techniques des méthodes sont placés en annexe.

Les premières expériences, faites *in vitro*, visaient à mesurer les effets du bouillon et du distillat de cuisson sur deux composantes du système respiratoire, les macrophages alvéolaires et les cils de la trachée du cobaye. Les macrophages sont des cellules phagocytaires qui protègent le poumon contre l'attaque de corps étrangers. Leur destruction par des composés chimiques (le bouillon de crabe en l'occurrence) hypothéquerait sérieusement la capacité d'épuration du système respiratoire. Les cils de la trachée, par leur mouvement de va-et-vient, expulsent la majorité des poussières qui pénètrent dans l'appareil respiratoire supérieur. L'inhibition du mouvement ciliaire aurait pour conséquence une pénétration plus profonde des polluants dans le poumon.

Dans un premier temps, nous avons donc exposé des macrophages alvéolaires en culture au bouillon et au distillat de crabe. Nous avons pu observer des taux de mortalité élevés, même en utilisant des solutions très diluées de bouillon ou de distillat (figure 3).

Par la suite, nous avons mesuré l'inhibition du mouvement ciliaire dans les mêmes conditions d'exposition. Tel qu'il est indiqué à la figure 4, l'efficacité du mouvement diminue avec une concentration croissante de bouillon ou distillat. Il devenait évident que les émanations du crabe en cuisson avaient un effet nocif sur le système respiratoire.

FIGURE 3
Évaluation du taux de mortalité des macrophages alvéolaires

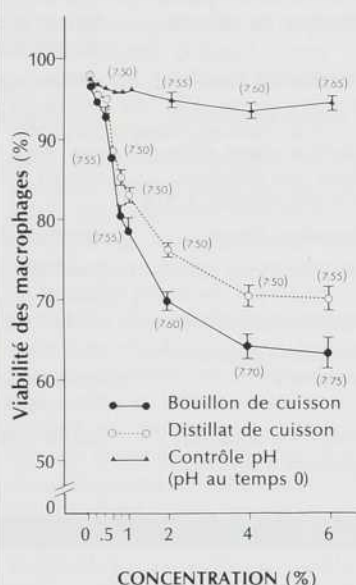


FIGURE 4
Étude de l'inhibition du mouvement ciliaire

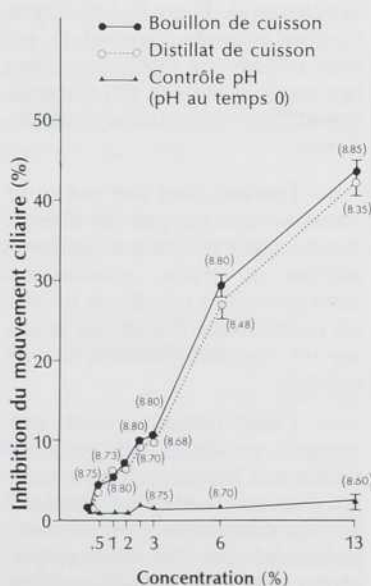
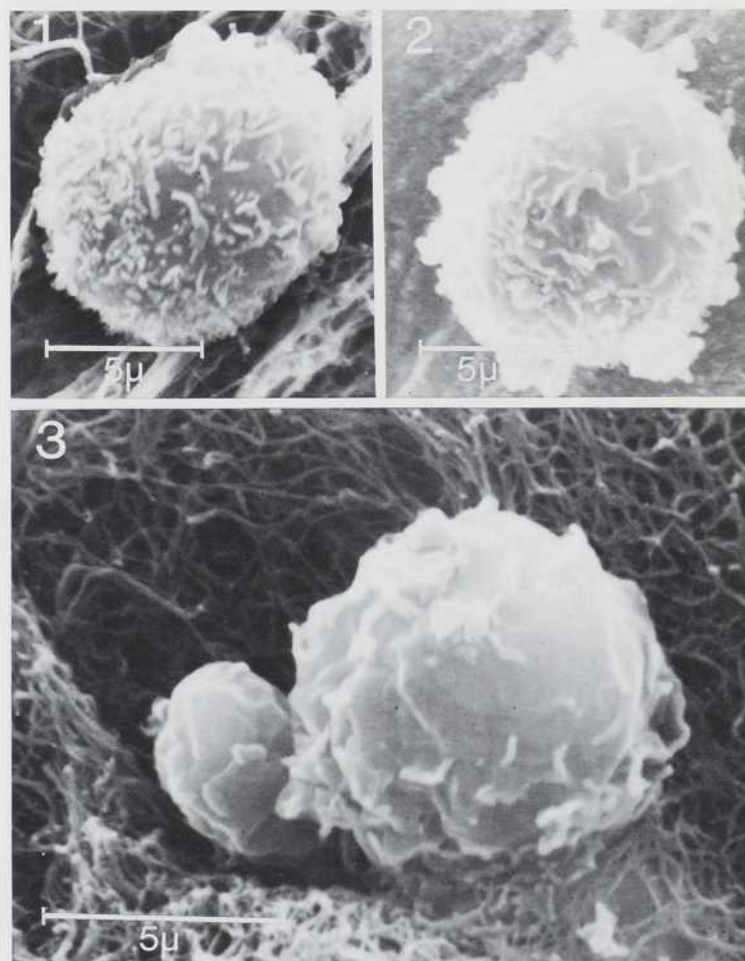


FIGURE 5

Microphotographie de macrophages alvéolaires:

1. Macrophage sain.
2. Macrophage exposé au distillat de cuisson.
3. Macrophage exposé au bouillon de cuisson.



L'examen morphologique par microscopie à balayage électronique des cellules affectées a révélé plusieurs anomalies provoquées par l'exposition au bouillon et au distillat. Normalement un macrophage est recouvert de pseudopodes ou petits filaments qui ont pour fonction de capturer les corps étrangers qui seront alors phagocytés. La figure 5, partie 1, illustre l'apparence d'un macrophage sain, avec une forte densité de pseudopodes. Dans le cas d'un macrophage exposé au distillat

de crabe (figure 5,2) le nombre diminue de façon importante alors que chez les macrophages exposés au bouillon les pseudopodes disparaissent presque complètement de la surface.

FIGURE 6

Microphotographie de trachées de cobayes:

1. Trachée contrôle.
2. Trachée après exposition au distillat de cuisson.

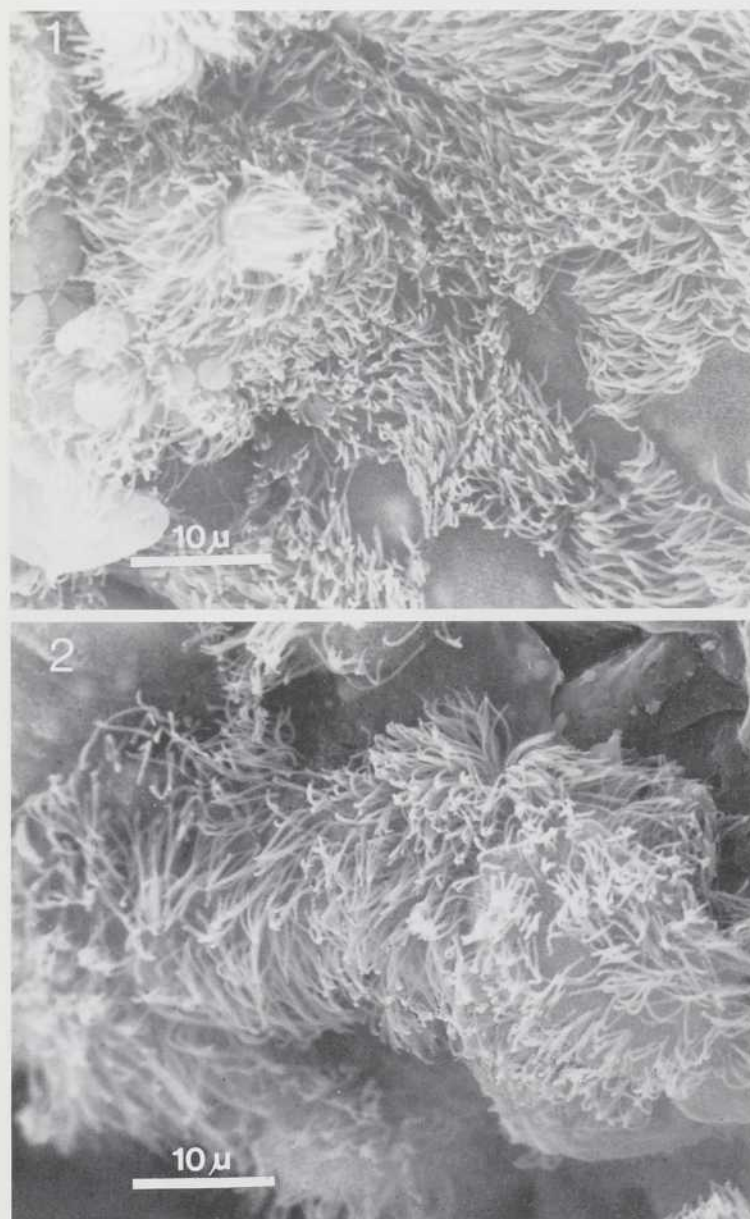


TABLEAU 2

Répartition des cobayes lors de l'étude *in vivo*

Type d'exposition	Produits chimiques présents dans la matrice
Bouillon de cuisson	Amines aliphatiques et aromatiques, acides aminés et protéines.
Distillat de cuisson	Amines aliphatiques et autres produits volatils
Vapeurs de cuisson	Gaz produits durant la cuisson
Distillat d'une cuisson dans une solution d'acide nitrique à 10%	Eau des amines à des concentrations inférieures à 5 mg/L
Bouillon dialysé	Protéines d'un poids moléculaire supérieur à 10,000
Bouillon filtré sur membrane amicon	Bouillon intact moins les protéines d'un poids moléculaire supérieur à 500.
Solutions aqueuses d'amines	Triméthylamine seule (60 ppm) ou avec la diméthylamine (25 ppm) et la méthylamine (5 ppm)
Solutions aqueuses ajustées à divers pH	Eau et carbonate de sodium (groupe contrôle)

Un phénomène connexe est mis en évidence lors de l'examen microscopique des cils de la trachée. Sur un échantillon témoin de trachée (figure 6,1), les cils sont abondants et leur mouvement de va-et-vient est synchronisé. Dans le cas d'une trachée exposée (figure 6,2), on peut observer à l'oeil une diminution de la densité des cils ainsi qu'un mouvement ciliaire désordonné.

Les résultats des essais *in vitro* ne laissant pas de doutes sur le potentiel toxique des émanations du crabe, nous avons alors procédé à une étude *in vivo* où nous avons évalué les effets sur un organisme vivant, soit le cobaye.

Cent cobayes ont été répartis en différents groupes distincts. Chaque groupe a alors été exposé à un agent différent afin de déterminer précisément la toxicité des diverses composantes présentes dans le bouillon ou le distillat de cuisson du crabe. Les détails sont compilés au tableau 2.

La plupart des animaux ont subi une instillation intratrachéale unique de l'agent désiré, sous anesthésie légère. Un dernier groupe a été exposé aux vapeurs de cuisson pendant trois heures. Quinze jours après le début de l'expérience, les animaux étaient sacrifiés. L'appareil respiratoire était alors prélevé pour des fins d'examen anatomopathologiques.

L'examen histologique des poumons et des bronches nous a permis d'évaluer la sévérité de l'atteinte de ces organes par les produits chimiques présents dans le bouillon de cuisson. Un effet «sévère» a été observé chez tous les animaux qui ont reçu des solutions contenant des amines (voir tableau 2). Nous avons observé chez ces animaux des foyers inflammatoires dans le parenchyme pulmonaire, de l'hyperplasie épithéliale au niveau des bronches et des bronchioles terminales. Ces atteintes conduisent au développement d'une péribronchite chronique. L'exemple présenté à la figure 7 montre de l'hyperplasie épithéliale dans une bronche d'un cobaye. Ceci est reflété par la formation de cellules pathologiques aux dépens des cellules saines. Des effets similaires ont été observés dans les poumons et les bronches des animaux exposés aux vapeurs de cuisson. Par contre, le dommage causé à ces organes est très léger chez les animaux qui ont reçu du distillat d'une cuisson dans l'acide citrique. L'effet inflammatoire observé dans les poumons des animaux a disparu. La seule différence avec le groupe-contrôle est au niveau de la quantité de collagène dans le tissu pulmonaire, qui est légèrement plus abondant chez ce groupe d'animaux. Enfin, on n'a noté aucune différence du point de vue pathologique entre les animaux du groupe-contrôle et les animaux qui ont reçu du bouillon dialysé ne contenant que les protéines de crabe. Ces résultats nous permettent de conclure que l'effet inflammatoire des poumons observé chez les différents groupes d'animaux est causé par les amines.

Au cours de cette étude *in vivo*, nous avons également mesuré la quantité de surfactant pulmonaire présente dans le poumon des cobayes. Le surfactant pulmonaire est un liquide normalement présent dans le poumon, qui facilite le travail respiratoire en réduisant l'effort nécessaire pour gonfler le poumon. Si le travail mécanique du poumon devient difficile, les cellules du poumon sécréteront alors plus de surfactant pour faciliter la réexpansion du poumon. La quantité présente est donc un indice du stress subi par le poumon. Les résultats de ces mesures ont montré une bonne relation entre la concentration du surfactant pulmonaire et les lésions pathologiques. Les taux de surfactant pulmonaire étaient comparables chez les animaux du groupe-contrôle et chez ceux auxquels on a instillé du distillat provenant d'une cuisson avec de l'acide citrique. Par contre, il a doublé chez les animaux qui ont reçu du bouillon ou du distillat de cuisson de crabe.

Les résultats obtenus concordent pour démontrer le rôle prépondérant de l'ammoniac et des amines volatiles comme agents causals des problèmes respiratoires rencontrés chez les cobayes exposés aux vapeurs de cuisson du crabe.

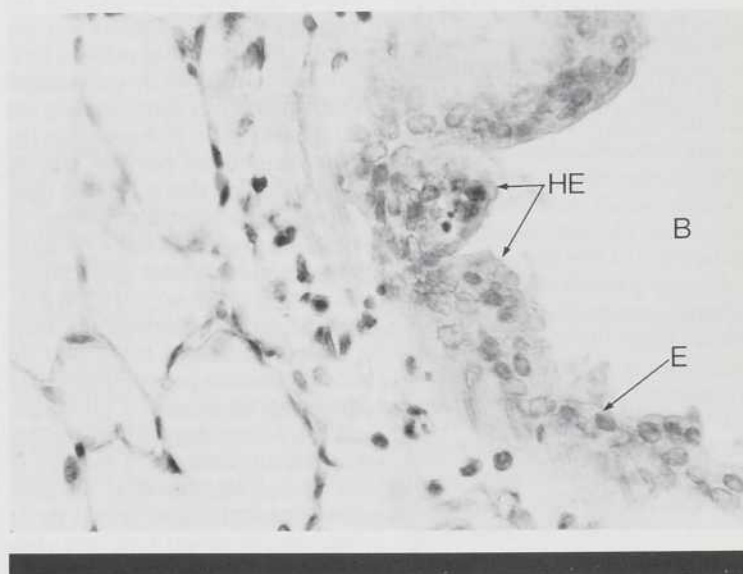
Il restait maintenant à vérifier si la situation en usine correspondait au modèle éprouvé en laboratoire.

ÉTUDE D'HYGIÈNE INDUSTRIELLE

À la suite des études menées en laboratoire, nous nous sommes rendus aux deux usines concernées des Iles-de-la-Madeleine. Notre but était de mesurer la concentration dans l'atmosphère de l'ammoniac, des amines aliphatiques et de particules d'origine protéinique (chair de crabe).

FIGURE 7

Hyperplasie épithéliale dans une bronche de cobaye.
B: bronche; HE: hyperplasie épithéliale; E: épithélium



La présence d'ammoniac et d'amines aliphatiques a été détectée dans toutes les zones de travail. Les concentrations les plus élevées se trouvaient près des cuves de cuisson. À cet endroit, les taux d'amines aliphatiques variaient entre 5 et 20 ppm, alors que la concentration d'ammoniac était de l'ordre de 5 ppm. Dans les autres secteurs de l'usine, les concentrations d'ammoniac et d'amines aliphatiques se situaient aux environs de 1 ppm.

La concentration des poussières totales dans l'air dont la grosseur des particules est supérieure à 0.45 μm a été évaluée dans trois zones de travail (dont deux à risque élevé) comme indice d'exposition à la chair de crabe. La concentration de ces poussières était de $0.3 + 0.1 \text{ mg/m}^3$. Ces mesures indiquent que la quantité de chair de crabe dans l'air est faible, car le taux de poussière dans les deux zones de travail à risque était le même que dans la zone-contrôle.

L'ensemble des données recueillies lors de cette étude ne nous permettent pas d'éliminer l'une des hypothèses posées au début de l'étude. En effet, même si la concentration de protéines de crabe dans l'air est très faible, la quantité d'amines dans l'atmosphère est inférieure aux normes admissibles (TLV-TWA) en milieu industriel.

32 RÉSUMÉ DES TECHNIQUES POUR L'ÉVALUATION DE LA VIABILITÉ DES MACROPHAGES ET L'INHIBITION DU MOUVEMENT CILIAIRE.

VIABILITÉ DES MACROPHAGES

Les cellules pulmonaires de cobayes sont obtenues par lavage bronchoalvéolaire en suivant la technique décrite par Dauber *et al.* (3). Les macrophages sont par la suite isolés par centrifugation à 400 g durant dix minutes. Le dépôt de sédimentation contenant les macrophages est placé dans 2 ml d'un milieu de culture approprié maintenu à une température de 37°C. Le nombre de cellules est compté par un hématocytomètre et le volume de la solution finale est ajusté pour avoir 2×10^6 cellules par ml de solution. Pour l'étude *in vitro*, de 0,1 à 1,0 ml de bouillon ou de distillat de cuisson de crabe est placé dans le milieu de culture durant une période de quatre heures. Le taux de mortalité des macrophages est alors évalué sur 200 cellules par microscopie optique avant et après coloration avec le bleu de trypan qui est absorbé par les cellules mortes.

MOUVEMENT CILIAIRE

Le transport ciliaire est mesuré sur la trachée de cobaye par la technique décrite par Battista *et al.* (4). Pour ces expériences, un segment de trachée est posé sur un support incliné à 9°. Le tout est immergé dans un milieu nutritif maintenu à 37°C. Les trachées sont alors perfusées avec des solutions de bouillon ou de distillat de cuisson de crabe diluées dans le milieu nutritif. La vitesse de déplacement d'une particule de charbon activé placée sur la partie inférieure de la trachée permet d'évaluer l'efficacité du mouvement ciliaire.

CONCLUSION

Malgré qu'il soit nécessaire de poursuivre des travaux de recherche pour approfondir les connaissances actuelles sur les problèmes de santé reliés à l'exposition au fumet de cuisson de crabe, certaines solutions ont été suggérées pour diminuer les risques encourus par les travailleurs. En plus des solutions classiques consistant à améliorer la ventilation dans la zone de cuisson et à demander aux travailleurs de porter un masque protecteur muni de cartouches, trois recommandations ressortent de nos travaux: La première découle de notre étude sur la cinétique de formation des amines durant la cuisson. Comme le montre la figure 1, l'ammoniac et les amines sont formés au début de la cuisson. En effectuant une précuisson de 2 minutes dans une zone de travail isolée, on diminuerait d'environ 90 pour cent la concentration des amines dans la deuxième cuve de cuisson. De ce fait, la concentration des amines dans l'air serait diminuée puisqu'elle est en relation étroite avec la quantité de ces amines dans le bouillon.

La deuxième solution que nous avons suggérée consiste à neutraliser les amines dans l'eau de cuisson en lui ajoutant de l'acide citrique. Cette solution peut coûteuse permettrait d'améliorer la qualité de l'air dans la zone de cuisson sans que cela nécessite l'installation d'un système de ventilation complexe.

Enfin, comme troisième solution nous avons proposé de refroidir le plus possible (environ 0°C) le crabe cuit avant d'effectuer le décorticage. Il a été démontré en laboratoire que le crabe chaud est une source importante d'amines, qu'il soit cuit dans l'acide citrique ou non. Selon nos données, si un employé manipulait du crabe à une température de 60°C, il serait aussi exposé aux amines que celui qui travaille dans la zone de cuisson. L'application de l'une ou de plusieurs de ces solutions diminuerait l'exposition des travailleurs au fumet de cuisson de crabe.

Les travaux futurs envisagés par le laboratoire sont reliés à l'étude du potentiel allergène de l'ammoniac et des amines aliphatiques. Ces travaux sont nécessaires car si nous avons démontré dans cette étude que ces composés chimiques sont des irritants, nous ne pouvons tirer aucune conclusion sur leur potentiel sensibilisant. □

BIBLIOGRAPHIE

1. GADDIE, J., J.S. LEGGE and J.A.R. FRIEND, *Pulmonary Hypersensitivity in Prawn Workers*, The Lancet; 1980, 2: 1350-1353.
2. NIOSH, CDC, *Asthma-like Illness among Crab-Processing Workers - Alaska*, NMWR, 1982, 31: 95-96.
3. DAUBER, J.H., M.D. ROSSMAN, G.G. PIETRA, S.A. JIMENEZ ET R.P. DANIELE, *Experimental silicosis: morphologic and biochemical abnormalities produced by extra-tracheal instillation of quartz into quinea-pigs*, Am. J. Pathol, 1980, 101: 595-607.
4. BATTISTA, P.S. et C.J. KENSLE, *Use of the nonimmersed in vitro chicken tracheal preparation for the study of ciliary transport activity*, Arch. Env. Health, 1970, 318-325.

À L'INTERFACE DES DÉBATS ACTUELS DE LA POLITIQUE SCIENTIFIQUE, LA CHRONIQUE **SCIENCE ET POLITIQUE** PRÉSENTE ÉGALEMENT DES POINTS DE VUE SUR DES SUJETS PLUS LARGES, MAIS AUX PREMIÈRES LOGES DE L'ACTUALITÉ.

Éric Devlin, communicateur scientifique, revient d'un séjour en Afrique où il a assisté à la conférence des ministres de la recherche scientifique et de l'enseignement supérieur.

NOUVEAU TRANSFERT TECHNOLOGIQUE NORD-SUD

Ottawa et Québec en prennent le leadership

par Éric Devlin

Une nouvelle conception du transfert technologique se développe présentement chez les pays membres de l'Agence de coopération culturelle et technique (ACCT)¹. Le Canada, comme état membre de l'Agence, et le Québec, comme gouvernement participant, ont pris le leadership de ce nouveau type de relations Nord-Sud lors de la conférence des ministres de la recherche scientifique et de l'enseignement supérieur qui se tenait en octobre dernier à Yamoussoukro, la nouvelle capitale de la Côte d'Ivoire.

«Il ne s'agit plus de déplacer des machines ou des usines entières du Nord vers le Sud mais de transférer des connaissances, a proposé M. Gilbert Paquette, notre ministre de la Science et de la Technologie. «C'est un échange de l'homme à l'homme», renchérisait M. Balla Keita, ministre de l'Éducation Nationale et de la Recherche Scientifique de la Côte d'Ivoire.

«On prétend que plus de 80 pour cent des connaissances actuelles du monde sont accessibles à tous par le biais des publications scientifiques», affirme Louis Berlinguet, premier conseiller scientifique du gouvernement fédéral, qui ajoute cependant: «il en va autrement de la tech-

nologie. Propriété privée, elle est souvent protégée par des brevets et des licences».

LE TRANSFERT TECHNOLOGIQUE: UN ÉCHEC

Dans sa forme actuelle, le transfert technologique du Nord vers le Sud a donné des résultats contraires aux objectifs poursuivis. Ainsi, entre 1960 et 1972, les pays en développement ont fourni 227 000 cadres aux États-Unis, au Canada et au Royaume-Uni. On parle maintenant de «transfert technologique à sens inverse»!

Même si 70 pour cent de la population mondiale vit dans des pays en développement, on n'y fait que 5 pour cent de toute la recherche...

Selon le Dr Henri Hogbenlend, président de l'Association Africaine pour l'Avancement des Sciences et des Techniques (A.A.A.S.T.), deux mots-clés caractérisent cette contre-performance: l'extraversion et le mimétisme. Extraversion, de caractère global, dans la mesure où les économies et les cultures du Tiers-Monde sont tournées vers l'extérieur; mimétisme, dans la mesure où leur développement est la copie servile du modèle de développement de l'Occident.

Depuis la conférence de Lagos, en 1980, ces pays ont décidé de promouvoir un nouveau type de développement: un développement endogène, auto-centré et autonome, un développement «par le peuple et pour le peuple».

Outre la rupture avec l'ancienne stratégie de développement fondée sur le mimétisme, la nouvelle stratégie se caractérise par un enracinement sur des valeurs proprement nationales ou régionales de culture et de civilisation. Par exemple, l'enseignement au primaire devrait se faire dans la langue maternelle de l'enfant et non en français qui est souvent une langue seconde. De plus, l'enseignement des mathématiques devrait se fonder sur des jeux indigènes et non pas occidentaux. La Côte d'Ivoire vient de publier un premier livre tenant compte de ces différences culturelles.

L'ouverture sur le monde extérieur devrait se faire avec à la base le principe Senghorien, «assimiler sans être assimilé», c'est-à-dire emprunter à autrui sans renoncer à soi-même.

De plus, les récentes conférences internationales sont arrivées à la conclusion que les problèmes de développement ne peuvent être résolus uniquement à l'échelle internationale ou nationale. Maintenant toute stratégie de développement doit tenir compte d'une solution régionale, car la plupart des pays en développement sont trop petits pour qu'il s'y constitue des masses critiques stables (masse de chercheurs; masse de consommateurs, etc). On considère en effet qu'un pays peut «s'autodévelopper» lorsqu'il compte au moins 100 millions d'habitants.

DES PROPOSITIONS CONCRÈTES DE QUÉBEC ET D'OTTAWA

Depuis quelques années déjà, le Canada avait épousé à sa manière la nouvelle stratégie de développement élaborée à Lagos, en créant le Centre de recherche pour le développement international. Le CRDI est un organisme fédéral autonome qui a affecté 55 millions de dollars l'année dernière au développement de la recherche appliquée dans les pays du Tiers-Monde. Par le biais du CRDI, le Canada fournit donc de l'argent à des chercheurs des pays en développement pour qu'il résolvent eux-mêmes leurs problèmes.

Lors de la conférence de Yamoussoukro, les discours tenus par les délégations canadienne et québécoise ont littéralement soulevé l'enthousiasme des participants. Ainsi, le ministre de la Science et de la Technologie, M. Gilbert Paquet-

te, a offert aux pays francophones en développement de les aider à valoriser l'innovation technologique dans les petites et moyennes entreprises, en mettant à leur disposition, entre autres, certaines ressources du Centre de recherche industrielle du Québec (CRIQ).

M. Paquette a également proposé de financer pendant deux ans un organe d'information sur la gestion de la recherche et les politiques scientifiques. Finalement, Québec voudrait voir s'établir des mécanismes de circulation de l'information scientifique et technique entre les personnes ayant des intérêts communs dans les pays francophones.

Pour sa part, le gouvernement canadien, par la voix de son ambassadeur en Côte d'Ivoire, M. Ernest Hebert, a offert ses structures d'accueil pour une réunion des éditeurs de revues scientifiques bilingues, dans le but d'identifier les coûts et les moyens d'offrir à la communauté francophone la traduction et la publication simultanées des textes. De plus, M. Hebert a souligné que certains programmes du Conseil national de recherches du Canada pourraient être utilisés par les pays en développement pour la valorisation industrielle de la recherche universitaire qu'ils effectuent.

L'IMPORTANCE DU TRANSFERT TECHNOLOGIQUE

«Nous allons tout droit vers la catastrophe: 600 millions d'affamés sur quatre milliards d'individus. Notre monde est le règne de la pauvreté et de la maladie», constate amèrement M. Bensari Driss, directeur du Centre national de coordination et de planification, recherche scientifique et technique, du Maroc. «Mais la science a le pouvoir de régler ce problème. Il ne faut plus parler en termes de retard technologique mais identifier les raccourcis possibles pour réaliser les sauts technologiques entre le Nord et le Sud.»

«Avec votre technologie, nous ne voulons pas aller sur la Lune. Vous nous avez déjà précédés là-bas. Mais il faut apprendre à s'entraider sur cette petite planète», de dire M. Balla Keita, le ministre ivoirien de l'Éducation.

DES PROGRÈS ÉVIDENTS

Depuis la conférence de Luxembourg, en 1977, les pays membres de l'ACCT ont pris conscience de l'importance d'une politique scientifique dans le développement économique. La conférence de Yamoussoukro a permis de constater que maintenant la plupart de ces pays se sont dotés d'un ministère de la science et de la technologie. La proposition de M. Gilbert Paquette de financer un organe d'information sur la question de la recherche et les politiques scientifiques tombaient donc à point.

Cependant, beaucoup de problèmes de structure demeurent encore. «Prenez par exemple l'entretien de l'équipement, c'est un problème qui nous empoisonne l'existence», explique M. Bensari Driss. Il faut faire venir les techniciens d'Europe: cela prend du temps et coûte très cher. Pendant ce temps, l'équipement est hors d'usage. Si plusieurs pays pouvaient mettre leurs ressources en commun, dans certains domaines, cela serait formidable!»

La masse critique de chercheurs constitue un autre problème. Sur 42 centres d'informatique dans les 19 pays africains, il n'y a de directeurs de systèmes et de programmation que pour les deux-tiers des installations!

Le mimétisme de développement des pays du Tiers-Monde a donné des aberrations comme l'École nationale des travaux publics de Yamoussoukro. Cette école est peut-être équipée d'un des ordinateurs les plus performants d'Afrique, mais on ne trouve aucun livre dans la bibliothèque, faute d'argent...

«Au Maroc, l'école coupe l'enfant de la terre. L'école est donc un facteur de marginalisation», explique M. Bensari Driss. Notre génération de techniciens est en train d'apprendre qu'il y a du bon et du mauvais dans la science occidentale. Il était temps. Car les paysans perçoivent le scientifique comme un bureaucrate. Il faut lier la science et la technologie au développement du milieu humain et géographique. Le problème, c'est que les pays du Nord ne conçoivent pas le progrès autrement que devant passer par eux.»

Selon Gilbert Paquette, de nombreux problèmes peuvent être résolus par l'établissement de centres d'excellence régionaux. M. Paquette cite notamment le problème de la sécheresse dans les pays du Sahel.

Grâce à l'informatique, les chercheurs de différentes régions peuvent communiquer rapidement leurs résultats. Présentement, le gouvernement québécois travaille à la mise sur pied de tels centres de recherche éclatés sur son territoire en reliant Cégeps, PME et universités d'une même région par un réseau télématique. L'expérience du Québec pourrait donc être mise à contribution en Afrique. □

1. L'Agence de coopération culturelle et technique est une organisation internationale créée en 1970 et formée de pays qui ont en commun l'usage de la langue française. Le Québec et le Nouveau-Brunswick ont un statut de «gouvernements participants» au sein de l'Agence.

L'ASPHYXIE DES REVUES SCIENTIFIQUES ET LA DICTATURE DE L'EXCELLENCE

Aux yeux de beaucoup de scientifiques, la question de l'usage du français dans les communications scientifiques relève d'un combat d'arrière-garde, qui s'apparente aux luttes que mènent les citoyens de la Saskatchewan pour obtenir des contraventions rédigées en français. La science n'ayant pas de frontière, l'anglais est devenu ce nouveau latin scientifique qui permet un échange facile entre les endocrinologues de Budapest et ceux de Tokyo.

Les scientifiques canadiens d'expression française publient davantage, quand ils le peuvent, dans les revues américaines pour plusieurs raisons:

- 1- parce qu'elles jouissent d'une audience internationale,
- 2- parce qu'ils les connaissent bien, ayant étudié aux États-Unis ou étant membres d'une association américaine,
- 3- parce que c'est sur le calibre des revues qui publient leurs textes qu'on les jugera ensuite, et
- 4- parce que les revues du même type publiées en France semblent aussi inaccessibles que la planète Mars.

Les scientifiques français, quant à eux, publient de plus en plus en anglais dans des revues hollandaises, américaines ou même françaises, soit

- 1- pour jouir d'une audience internationale,
- 2- parce que ça fait chic (c'est américain),
- 3- parce que là comme ailleurs, nul n'est prophète en son pays, et
- 4- parce qu'ils sont las du bulletin de leur Institut, diffusé à raison de 43 exemplaires à travers le monde entier à tous ceux qui ont payé 2 000FF pour s'y abonner.

EXCELLER OU PÉRIR

Parmi toutes ces motivations, la recherche d'une audience internationale et la définition de l'excellence sont celles qui sont les plus cruciales, tant pour le chercheur que pour les médias scientifiques.

On ne contestera certes pas à un chercheur la légitimité de rechercher une audience internationale pour ses travaux. Soit, l'anglais l'emporte comme langue de haute vulgarisation scientifique ou de diffusion spécialisée. Ce phénomène n'hypothèque cependant pas à lui seul l'activité scientifique d'un pays, puisque l'article publié en anglais n'est qu'une pointe de l'iceberg de l'activité du scientifique baignant dans son propre contexte culturel. À la limite, nous pourrions disposer de plusieurs revues internationales américaines qui recenseraient et expliqueraient les découvertes exposées dans les revues savantes de chaque pays où de

chaque groupe linguistique. La réalité est cependant tout autre. Les revues disciplinaires américaines se réservent la primauté d'un article et la «revue» de l'actualité scientifique disciplinaire est toujours partielle (sinon partielle). Paradoxalement, le transfert de l'information spécialisée (la vulgarisation scientifique), opéré par des journalistes qui font plus pour la relève scientifique que bien des scientifiques, fonctionne très bien dans la plupart des autres langues.

La seconde motivation, celle de la définition de l'excellence, devient fatidique dans la mesure où les critères fixés par les organismes subventionnaires dicteront les sommes accordées au chercheur (ou à la chercheuse, bien sûr). Ce qui importe, aux yeux des organismes subventionnaires, c'est de faire rayonner ses recherches. Et on rayonne lorsqu'on publie dans le «top notch» (le nec plus ultra) de sa discipline. Les jurys de pairs des organismes subventionnaires pondèrent implicitement ou explicitement l'importance des publications arbitrées d'un chercheur. Cette attitude conduit à la disparition des autres, fatalement reléguées dans une seconde zone, celle où l'on publie des articles refusés par les premières.

On assiste donc, au Canada tant anglophone que francophone, à une mise au rancart involontaire de plusieurs revues nationales, surtout en sciences naturelles et en génie, considérées comme des pis-aller. Alors que le nombre d'articles acceptés par rapport à celui des textes soumis diminue dans les plus importantes revues disciplinaires, les autres revues, considérées comme marginales, acceptent de plus en plus facilement des articles. Les organismes subventionnaires doivent donner leur appui, quand à eux, à des programmes de respiration artificielle pour les revues scientifiques (dites savantes) disciplinaires, en souhaitant qu'elles «émergent» un jour, mais exercent d'autre part une certaine ségrégation en favorisant davantage les scientifiques qui publient ailleurs.

UNE SCIENCE INTERNATIONALE, NATIONALE OU CULTURELLE?

Cette attitude, croyons-nous, est inconsistante. Si on supporte une revue, on lui donne aussi une cote prioritaire, sinon on la condamne à la marginalité et à l'évanescence.

Tout chercheur peut légitimement se réclamer d'une communauté scientifique (internationale), d'une communauté politique (nationale) ou d'une communauté linguistique (culturelle).

Si la connaissance scientifique relève d'abord du patrimoine international, il demeure dangereux de s'en remettre à un unique médium international pour l'avenir de toute une discipline. Ces revues ne sont pas à l'épreuve du trafic d'influences, des écoles dépensées ou des «syndicats de citation mutuelle».

Au delà du libre arbitre du chercheur, la communauté «politique» ou nationale, celle qui finance la recherche, a le droit d'être saisie au premier chef des résultats scientifiques dans les revues qu'elle subventionne.

Il est donc important que les organismes subventionnaires nationaux (CRSNG, FCAC, CRSHC, CRM, FRSQ) et les instituts de recherche (CNRC, INRS, etc...) accordent un mérite équivalent ou supérieur aux articles scientifiques publiés dans des revues canadiennes ou québécoises arbitrées. Une attitude contraire mènera inexorablement à la disparition réelle ou virtuelle de nos revues scientifiques.

L'appartenance à une communauté linguistique spécifique complique singulièrement le tableau du scientifique canadien d'expression française, citoyen d'une nation dans une nation, participant à un groupe linguistique dont le foyer est en Europe, loin de la culture américaine qui l'habite. Ces drôles d'Américains ont un réflexe atavique de résistance à l'anglais et ont réussi, malgré l'absence d'une masse critique de scientifiques, à mettre sur pied des

revues savantes qui brillent dans la zone «seconde» que nous évoquions précédemment. Sur l'échiquier canadien, ces francophones ont obligé la plupart des revues savantes à accepter des textes et à publier des résumés en français. Pourtant la communauté française hors Québec utilise peu ces ressources (proportionnellement), de la même façon que les canadiens francophones utilisent peu les revues françaises (12,6% contre 35,3% aux U.S.A.). Le motif le plus plausible? le rayonnement international. Les revues canadiennes sont sous-utilisées; les revues françaises sont mal diffusées.

Les deux communautés, française et québécoise, auraient pourtant beaucoup à retirer d'un meilleur échange de leurs communications scientifiques. Parmi les ententes que pourraient négocier les gouvernements québécois, canadien et français, il y aurait sans doute cette reconnaissance mutuelle de leurs revues scientifiques via leurs organismes subventionnaires.

Nos scientifiques souffriront cependant volontiers que les éditeurs de revues françaises apprennent un mot d'anglais: marketing. □

Guy Arbour

LES SCIENTIFIQUES ET LE DÉSARMEMENT

La troisième guerre mondiale est commencée.

Il s'agit d'une guerre de l'information où se confrontent, d'une part, **le sens commun du citoyen ordinaire et le rêve d'hégémonie du politicien national**, d'autre part. L'enjeu: l'escalade militaire ou le désarmement. L'escalade militaire conduira vraisemblablement à l'affrontement. Le désarmement, quant à lui, mènerait probablement à un mieux-être collectif. Le statu quo, c'est-à-dire l'équilibre de la terreur, est un état instable, comparable à l'équilibre précaire d'une bille sur une surface concave. S'il fallait préparer la guerre pour avoir la paix, «Si vis pacem, para bellum», il faudrait en conclure que la paix n'a jamais été aussi bien assurée, ce qui est manifestement faux. Cette guerre singulière, tout le monde la gagnera, ou tout le monde la perdra: personne n'a rien à retirer d'un affrontement nucléaire.

Cette hypothèse de troisième guerre mondiale part du principe que c'est la pression populaire qui dicte, à moyen terme, la conduite des gouvernements. On peut emprisonner un ou deux trésors, mais on ne bâillonne pas un peuple éternellement. Dans cette guerre de l'information, nous disposons d'armes puissantes que n'a pas trop investies l'ennemi «politicien»: *La Presse*, *Time*, *l'Actualité*, *The Globe and Mail*, *Radio-Canada*, *Le Devoir*, etc. Bien sûr, nos médias ne sont pas à l'abri d'une certaine idéologie dominante, mais la liberté d'expression est une vertu que l'on prêche et pratique largement. À la lumière de l'opposition populaire aux essais du missile Cruise, on pourrait même croire que le citoyen, en Amérique du Nord et en Europe, est en train de gagner du terrain sur ses politiciens militaristes.

Ce même citoyen, en Union Soviétique, est cependant en train de «perdre», dépossédé de cette arme ultime que sont les moyens de communication et d'information. C'est pourquoi il est opportun de soutenir des institutions apolitiques telles AMNISTIE Internationale, Radio-Canada International, l'UNESCO, etc., et de faciliter au maximum les échanges culturels et scientifiques entre les deux blocs politiques.

Dans cette perspective, les scientifiques ont un rôle-clé à jouer: ils disposent de la connaissance des techniques de communication et de celles des armements. À la limite, on pourrait songer à constituer une intelligentsia internationale, destinée à combattre la bêtise humaine. De tels mouvements de scientifiques pour une conscience sociale naissent sporadiquement, puis meurent malheureusement un jour sous la prose d'un recteur verbeux. Hélas, il n'y a pas une opinion qui fasse l'unanimité chez les scientifiques. En plus de ne pas constituer un groupe homogène, les scientifiques nous semblent parfois contradictoires à force d'être nuancés. Le même individu peut être contre le massacre des bébés-phoques, mais en faveur de l'exploitation rationnelle du manchot arctique; contre l'hécatombe nucléaire, mais partisan de l'exploitation de l'énergie atomique; contre la guerre, mais pour la défense... À ce jour cependant, aucun scientifique n'a souhaité d'affrontement armé et hors de nos frontières, plusieurs d'entre eux ont payé de leur liberté la seule expression de leurs opinions.

Une mauvaise gestion des acquis technologiques nous a conduits à un scénario d'auto-destruction. Le montage du spectacle aura eu quelques retombées bénéfiques: un nombre important de développements technologiques, en effet, sont issus de la recherche militaire. Mais pour que la grande première n'ait

pas lieu, il est important que les acteurs de premier plan, les scientifiques, ne soient pas les marionnettes de ceux qui les paient. Il est important que les médias s'appuient sur leurs témoignages en matière de prospectives sociales ou technologiques. Les scientifiques reprochent essentiellement aux médias leur soif de manchettes, qui est sans doute dictée par les lois du marché: il faut vendre la nouvelle.

Les scientifiques ont peine à sortir du doute cartésien, les journaux ont peine à sortir du sensationnalisme. Et le mythe du scientifique isolé dans sa tour d'ivoire perdure. Il y a là un défi de communication à surmonter. □

Guy Arbour

M O D E M

MODEM SOUMET À L'ANALYSE UN FAIT MARQUANT DE L'ACTUALITÉ SCIENTIFIQUE DONT LA PORTÉE SOCIALE EST PRISE EN CONSIDÉRATION.

par *Hadj Benyahia*

Hadj Benyahia est professeur au département d'informatique, à l'Université du Québec à Montréal.

INNOVATIONS TECHNOLOGIQUES ET PÉDAGOGIQUES:

Réflexions sur le plan d'informatisation de l'enseignement au Québec

Il faut préciser d'abord que l'utilisation de l'informatique à des fins pédagogiques prend trois formes principales:

- 1) L'enseignement programmé, qui consiste à introduire l'informatique dans l'environnement éducatif à des fins de sensibilisation et de familiarisation. Dans cette approche, l'informatique est perçue comme un «outil» moderne, un auxiliaire nouveau, au même titre que la télévision éducative au cours des deux dernières décennies.

Il en résulte que l'impact pédagogique de cette utilisation de l'informatique est généralement faible car c'est l'enseignant, et non l'ordinateur, qui reste le principal applicateur de la pédagogie.

- 2) L'enseignement assisté par ordinateur (E.A.O.): Dans cette formule d'utilisation, l'informatique n'est plus considérée comme un simple auxiliaire d'enseignement mais comme un processus d'apprentissage, capable de rivaliser avec l'enseignement dans l'acte éducatif. En effet, dans l'E.A.O., l'informatique est introduite comme méthode nouvelle d'enseignement qui permet à un élève d'apprendre à son rythme et selon ses besoins: c'est ce qu'on appelle l'enseignement individualisé. Dans ce contexte, l'enseignant intervient à titre d'animateur, de coordonnateur ou de superviseur plutôt que comme l'agent exclusif qui détient et transmet le savoir.
- 3) L'enseignement de la science informatique, reconnaît à cette discipline le statut de science, et la met au rang des priorités dans les programmes d'enseignement, compte tenu des enjeux technologiques, économiques, sociaux et culturels de l'informatique.

EXAMEN DES IMPACTS PÉDAGOGIQUES

Le contenu du plan de développement de la micro-informatique dans les réseaux d'enseignement du Québec appelle trois observations majeures:

- 1) À la lecture de ce plan, il semble que, ce soit vers l'enseignement programmé que le mi-

nistère s'orientera au cours des cinq prochaines années.

Cette orientation s'explique si l'on considère que ce plan s'adresse surtout aux niveaux primaire et secondaire et veut créer, par le biais de la sensibilisation à l'informatique, un climat favorable au virage technologique.

Dans ces conditions, l'informatique à l'école doit être davantage perçue comme un support pour l'enseignant et les élèves dans l'acte éducatif (technologie pour l'éducation) plutôt que comme un processus nouveau d'apprentissage (technologie de l'éducation).

En effet, dans le document gouvernemental, il n'est nulle part fait référence à des objectifs nouveaux comme l'enseignement à distance, ni à des méthodes nouvelles comme l'enseignement individualisé, ni à un contenu nouveau comme l'acquisition d'une plus grande rigueur dans le raisonnement.

Les prévisions au chapitre des ressources financières, de l'équipement et des ressources humaines constituent l'armature de ce plan et laissent penser qu'il s'agit plus d'un plan de modernisation des ressources scolaires qu'un document de réflexion sur la pédagogie à l'heure de l'informatisation.

- 2) La maximisation de l'impact pédagogique de l'introduction des micro-ordinateurs suppose que cette technologie soit alimentée d'une part par des logiciels et des didacticiels en nombre et en qualité appréciables et d'autre part par un réseau télématique d'envergure s'étendant à l'ensemble du territoire scolaire.

Or ces deux éléments vitaux du processus d'informatisation scolaire semblent être les parents pauvres du plan préconisé, qui reconnaît d'ailleurs la difficulté d'évaluer les besoins en logiciels et didacticiels. Il confie à l'entreprise privée la majeure partie de la production de ce «software», sans qu'il ne soit fait mention de la participation des conseillers pédagogiques. Par ailleurs, le plan ne consacre qu'une modeste petite page au développement des réseaux télématiques en éducation.

- 3) Enfin le plan de développement est davantage une proposition d'action soumise au réseau scolaire, à qui il revient de déterminer le rythme d'informatisation. Il en résulte que les impacts pédagogiques attendus dépendent de la place que le réseau scolaire accordera à ce plan dans ses priorités, aux moyens réels dont il disposera pour le mettre en application et du dynamisme du milieu.

Or dans le contexte actuel de restructuration scolaire et d'austérité financière, il n'est pas évident que les commissions scolaires endosseront automatiquement ce plan dans son intégralité et on peut s'attendre à de difficiles arbitrages dans les priorités de ces institutions.

On peut dire en dernière analyse que le plan ministériel manifeste une volonté politique très claire de créer dans les milieux d'enseignement un climat propice au virage technologique. Ce plan peut être considéré comme le guide des grandes orientations que le réseau scolaire devrait prendre dans les années à venir pour se doter d'une infrastructure informatique. Si les impacts pédagogiques potentiels de cette information peuvent être importants, il faut dire aussi que les impacts pédagogiques réels dépendront surtout de la formulation de nouvelles stratégies d'enseignement.

Autrement dit, après avoir franchi l'étape de l'innovation technologique dans l'enseignement, il faudrait maintenant franchir un nouveau pas, celui de l'innovation pédagogique. □

100°C DONNE LA PAROLE AUX ÉTUDIANTS DIPLÔMÉS, QUI SONT INVITÉS À FAIRE PART DE LEURS PRÉOCCUPATIONS EN TANT QUE CHERCHEURS, OU À EXPRIMER LEUR OPINION SUR UNE QUESTION QUI LES TOUCHE DE PRÈS.

par Louis D'Auteuil et Michel Lessard

38 Louis d'Auteuil est président de l'Association des étudiants aux grades supérieurs de Polytechnique. Il prépare une maîtrise en génie nucléaire.

Michel Lessard, membre du C.A. de l'A.E.G.S.P., est étudiant à la maîtrise en génie physique.

LE CUMUL DES BOURSES

La première recherche du chercheur est celle de subventions. Les étudiants de 2^e ou de 3^e cycle qui appartiennent à cette catégorie ne sont pas exempts de l'exercice. Pour la majorité d'entre eux, c'est là leur premier contact avec le monde merveilleux de la recherche; ils reçoivent généralement des bourses d'organismes gouvernementaux, dont l'obtention cependant est assez ardue.

En raison du nombre restreint de bourses, les critères d'attribution sont sévères. Ils reposent essentiellement sur l'excellence du dossier académique du candidat. — Si je suis un étudiant brillant au dossier tout aussi brillant, alors pas de problèmes: je pourrai tout rafler; c'est ce qu'on appelle le CUMUL des bourses.

Parmi les organismes subventionnaires de la recherche, le Conseil national de la recherche du Canada et le Fonds FCAC, du Québec, sont fort connus. Ce sont ceux auxquels nous allons nous arrêter dans les lignes qui vont suivre.

Le Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada (CRSNG) réserve pour sa part son pécule aux étudiants les plus brillants; les montants sont attribués selon des critères d'excellence élevés; les sommes allouées figurent parmi les plus substantielles et le CRSNG autorise le cumul de bourses lorsqu'elles proviennent d'autres organismes non fédéraux. (Mais cela change-t-il quelque chose quand on sait que les organismes non fédéraux défendent le cumul?)

Le Fonds FCAC pour l'aide et le soutien à la recherche au Québec accorde lui aussi ses bourses selon des critères d'excellence; leur montant est moindre que pour celles du CRSNG. Le cumul est interdit dans le cas où d'autres bourses d'organismes provinciaux ou fédéraux ont déjà été octroyées, mais est permis jusqu'à concurrence de 2 000 \$ pour des bourses d'organismes à but non lucratif; seules exceptions où le cumul est autorisé: les domaines décrétés prioritaires par le gouvernement du Québec (entre autres: transport, environnement, énergie).

Dans le cas des bourses des organismes privés, disons que le cumul est généralement permis et que la politique à ce chapitre varie d'un cas à l'autre.

Notons tout d'abord qu'elles sont généralement offertes au mérite. Il n'est pas facile de dégager des différentes pratiques une politique de cumul. Gulf Canada, par

exemple, décerne des bourses d'une valeur de 8 000 \$ et permet un cumul maximum de 3 000 \$. La Compagnie pétrolière Impériale décerne des bourses de 7 000 \$ mais ne pose pas de limites au cumul.

Il est plus malaisé de juger des politiques de cumul des organismes privés, parce qu'il ne s'agit pas des deniers publics, d'une part, et que, d'autre part, ils n'ont pas pour mission première d'élaborer une politique de subvention à la recherche. Ce rôle n'échoit-il pas plutôt à l'État que de favoriser l'accès aux études supérieures pour un maximum d'étudiants?

Le cumul des bourses constitue un problème délicat: est-il juste qu'un étudiant au meilleur dossier académique cumule deux bourses ou plus et qu'il prive ainsi d'autres étudiants aptes à poursuivre des études de 2^e ou de 3^e cycle? Par ailleurs, peut-on empêcher un étudiant de récolter les fruits de son travail? Est-ce que le simple prestige d'une bourse du type CRSNG pourrait suffire à compenser le cumul interdit des bourses d'autres organismes?

Pour certains étudiants, à cause de leur situation personnelle (personnes à charge, etc.), le cumul constituerait un moyen de retirer un revenu décent; faut-il préciser que les montants de certaines bourses, bien que non négligeables, sont malgré tout assez peu élevés.

UN EXEMPLE DES CONTRADICTIONS OBSERVÉES À L'HEURE ACTUELLE

Dans une même université, un professeur a trois étudiants: le premier ayant décroché une bourse du CRSNG en «Science et génie 67» d'une valeur de 16 700 \$ et une bourse du fonds FCAC de 7 500 \$ dans le domaine de l'énergie (rare cas où le cumul est permis), dispose ainsi d'un total de 24 000 \$. Le deuxième, quand même assez chanceux, a obtenu une bourse de 7 500 \$ du Fonds FCAC. Et un troisième reçoit 4 000 \$ grâce à un fonds de recherche mis sur pied par son professeur (c'est mieux que rien du tout!). Est-il admissible que trois étudiants dont la compétence est reconnue aient à subir tant de distorsions au plan du financement, étant donné qu'ils se vouent à des activités de recherche similaires?

Est-il moralement acceptable qu'un étudiant brillant s'accapare, de par sa moyenne académique supérieure, une bourse qui pourrait être attribuée à un autre étudiant moins chanceux?

C'est dans cet esprit que l'École Polytechnique a mis sur pied un programme de RMG (Revenu Minimum Garanti); ce programme vise à assurer à un maximum d'étudiants aux niveaux supérieurs un revenu minimum qui, dans l'idéal, équivaldrait à 50 pour cent du salaire de base d'un ingénieur; dans les faits le RMG, pour les étudiants de maîtrise, est fixé actuellement à 7 400 \$ et dans certains départements «riches» de l'École, à 10 000 \$. Le RMG d'un étudiant englobe toute bourse d'études, subvention de la direction de la recherche, fonds de recherche des professeurs, etc. Toutefois, afin d'inciter les étudiants à faire les démarches nécessaires pour l'obtention d'une bourse, un règlement du RMG stipule que tout étudiant boursier se verra accorder un supplément afin

que son RMG égale 120 pour cent du RMG de base (ici: 8 800 \$).

Examinons le cas d'un département où le revenu minimum est de 10 000 \$. En toute logique, un étudiant non boursier recevra 10 000 \$. Un autre étudiant, bénéficiant d'une bourse de 7 500 \$ du Fonds FCAC, devrait alors recevoir un supplément de 2 500 \$, de façon à ce que son revenu soit au moins égal à 10 000 \$; mais, à cause des règles du cumul, il ne peut recevoir plus de 2 000 \$. Donc, l'étudiant boursier reçoit ici un maximum de 9 500 \$, et l'autre, non boursier, 10 000 \$. 500 \$ pour le prestige d'être boursier... On peut toutefois pallier à cette situation en versant un salaire à la place de subventions.

Des organismes tels le Fonds FCAC ont pour principale fonction de promouvoir et de soutenir la recherche dans les domaines des sciences: le développement, le maintien et l'excellence de la recherche sont des objectifs clairs par nos deux niveaux de gouvernement.

On a vu que le cumul permet dans un cas de rajuster le montant total reçu par un étudiant et de le rendre plus décent; 7 500 \$ par année, ce n'est pas le Pérou et cela frise la paupérisation. Par contre, si les règles du cumul ne sont pas revues, on risque de priver des étudiants de bourses au détriment d'autres qui cumuleront.

Pour contourner les difficultés posées par le cumul, il faudrait augmenter le montant des bourses décernées, notamment de celles du Fonds FCAC; il serait opportun de prévoir une échelle en fonction des critères d'excellence, mais aussi de la situation du candidat (expérience, niveau d'études, etc.).

Le cumul intégral de bourses devrait être, à notre avis, empêché dans les cas où les bourses proviennent d'organismes qui se vouent au développement des ressources humaines en recherche et développement. En effet, chacune des bourses de ces organismes devrait être attribuée à un seul étudiant et de plus, être suffisante pour qu'il ne soit pas nécessaire de recourir au cumul pour atteindre un revenu décent. Et puis Baudelaire ne disait-il pas que «la seule manière de

gagner de l'argent est de travailler d'une manière désintéressée?» □

39

acfas
association
canadienne-française
pour l'avancement
des sciences

Devenez **membre** de l'ACFAS
et recevez **GRATUITEMENT** INTERFACE

Nouvelle adhésion ☐
Renouvellement ☐

COTISATION 10.00\$
(Étudiants: 5.00\$)

Payable par

☐ Chèque ☐ Mandat
☐ Comptant
☐ Visa, Master Card

N° _____

Date d'exp. _____

Poster la revue de l'ACFAS

À domicile ☐
Au travail ☐

Retourner à:
l'acfas
2730, Côte-Ste-Catherine,
Montréal H3T 1B7

Nom

Prénom

diplôme

spécialisation

année

Adresse (travail)

code postal

téléphone

Adresse (domicile)

code postal

téléphone

LISTE DES ASSOCIATIONS D'ÉTUDIANTS DIPLÔMÉS

INTERFACE offre à ses lecteurs la liste, remise à jour, des associations d'étudiants diplômés.

**ASSOCIATION DES ÉTUDIANTS GRADUÉS DU
DÉPARTEMENT DE MATHÉMATIQUES
UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL**

C.P. 6128, Succ. «A», Montréal, Qué. H3C 3J7

Président: Éric Langlet
Yves Lemay
Stephan Ladouceur
M. Monga
Téléphone: 343-6743

**ASSOCIATION DES ÉTUDIANTS ET DES ÉTUDIANTES
DE L'INFORMATIQUE ET DE LA RECHERCHE
OPÉRATIONNELLE DE L'UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL**

C.P. 6128, Succ. «A», Montréal, Qué. H3C 3A7

Président: Denis Derome (Loc V-114)
Téléphone: 737-3357

**ASSOCIATION DES ÉTUDIANTS GRADUÉS DE LA
FACULTÉ DE MÉDECINE
UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL**

C.P. 6128, Succ. «A», Montréal, Qué. H3C 3J7

Président: Daniel Lajeunesse (Biochimie)
Téléphone: 343-5802

**ASSOCIATION DES ÉTUDIANTS GRADUÉS DU
DÉPARTEMENT DE GÉOLOGIE
UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL**

C.P. 6128, Succ. «A», Montréal, Qué. H3C 3J7

Président: Sylvie Pinard
Téléphone: 343-6820

**ASSOCIATION DES ÉTUDIANTS GRADUÉS DE
L'AMÉNAGEMENT*
UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL**

C.P. 6128, Succ. «A», Montréal, Qué. H3C 3J7

Président: Denis Tognide
Téléphone: 343-6391

*Cette association ne regroupe que des étudiants au niveau du doctorat.

**ASSOCIATION DES ÉTUDIANTS DE SCIENCES
POLITIQUES***

C.P. 6128, Succ. «A», Montréal, Qué. H3C 3J7

Téléphone: 343-6578

*Cette association regroupe des étudiants de 1^{er}, 2^e et 3^e cycles

**ASSOCIATION DES ÉTUDIANTS DE MUSIQUE
UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL**

C.P. 6128, Succ. «A», Montréal, Qué. H3C 3J7

Président: Gaétan Martel
Téléphone: 581-9515 (dom)

**ASSOCIATION DES ÉTUDIANTS AUX GRADES
SUPÉRIEURS
ÉCOLE POLYTECHNIQUE**

Campus de l'Université de Montréal

C.P. 6079, Succ. «A», Montréal, Qué. H3C 3A7

Président: Louis D'Auteuil
Téléphone: 344-4905

**A.E.M.B. (ASSOCIATION DES ÉTUDIANTS DU
MASTER BUSINESS ADM.)
ÉCOLE DES HAUTES ÉTUDES COMMERCIALES**

5255, ave Decelles, Montréal, Qué. H3T 1V6

Président: Jacques Dumoulin
Téléphone: 343-4401 ou 343-4521

**A.G.E.M.S.C. (ASSOCIATION GÉNÉRALE DES
ÉTUDIANTS DE MAÎTRISE EN SCIENCES ET GESTION)
ÉCOLE DES HAUTES ÉTUDES COMMERCIALES**

5255, ave Decelles, Montréal, Qué. H3T 1V6

Président: Vincent Sabourin
Téléphone: 343-4521

INSTITUT ARMAND-FRAPPIER

531, des Prairies, Laval-des-Rapides, Qué.

Représentant des étudiants: Claire Delorme
Téléphone: 687-5010, poste 348

**UNION DES GRADUÉS INSCRITS À LAVAL (UGIL)
UNIVERSITÉ LAVAL**

Pavillon de Koninck, Québec, Qué. G1K 7P4

Président: Ghislain Daigle
Téléphone: (418) 656-4449

**ASSOCIATION DES ÉTUDIANTS GRADUÉS DES
SCIENCES APPLIQUÉES
UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE**

Sherbrooke, Qué. J1K 2R1

Président: Thierry Legouis
Téléphone: (819) 565-4424

SCIENCE-INTER

UN POT-POURRI DE NOUVELLES BRÈVES
QUI TOUCHENT LA COMMUNAUTÉ
SCIENTIFIQUE, L'ACTIVITÉ DES
GOUVERNEMENTS, LES RECHERCHES EN
COURS ET LA VIE UNIVERSITAIRE.

par Pierre Belzile et Luc Lepage

Une nouvelle structure cellulaire: Les «Snake-Like Tubules»

Quelques décades après l'avènement du microscope électronique, on pourrait croire que tous les organites cellulaires ont été mis en évidence par les colorations normalement employées en microscopie électronique. Tel n'est pas le cas, puisque de nouvelles structures sont révélées de temps à autre, grâce en partie aux nouvelles techniques de la cytochimie.

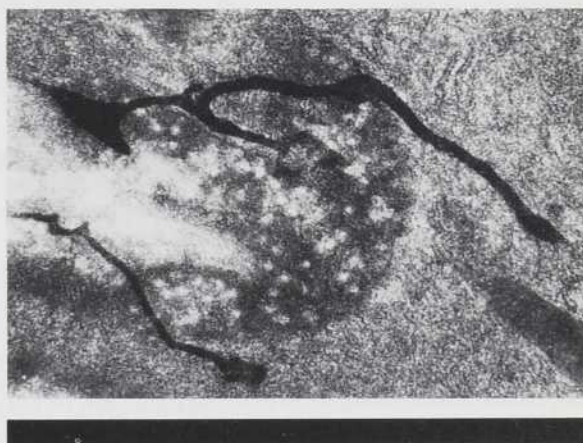
Pour localiser une protéine (enzyme) cellulaire, on utilise l'approche suivante: On fixe d'abord des tranches de tissu dans la glutaraldéhyde, ou un autre fixateur du même type, de façon à préserver la structure cellulaire; on incube ensuite ces tranches de tissu dans un milieu permettant à l'enzyme, que l'on veut localiser, de fonctionner dans des conditions optimales; le produit de l'activité enzymatique est ensuite localisé par une réaction de coloration ou de précipitation. Lorsque l'on incube une coupe de tissu contenant une phosphohydrolase et que l'on fournit à cet enzyme le substrat et les conditions optimales d'activité, on cause la libération de phosphate inorganique au site de la réaction. Si l'on ajoute au milieu d'incubation un sel de plomb, le phosphate libéré est immédiatement conjugué au plomb avant qu'il n'ait eu le temps de diffuser loin du site réactionnel. On peut ainsi localiser précisément la phosphohydrolase en question.

Il y a quelques années, le professeur C. Smith, de l'Université McGill, mettait en évidence une phosphohydrolase qui catalyse l'hydrolyse d'un groupement phosphate de la nicotinamide adénine dinucléotide phosphate (NADPase). L'enzyme se retrouve dans les améloblastes et les odontoblastes. Par la suite, d'autres chercheurs de McGill, dont le Dr Clermont et ses collaborateurs, ont mis en évidence cette même réaction dans les spermatozoïdes. Dans ces cellules, l'enzyme était localisé au niveau des saccules de l'appareil de Golgi, un organite qui joue un rôle-clé dans l'addition de la partie glucidique des glycoprotéines. On trouvait aussi de l'activité au niveau des lysosomes, des organites cellulaires impliqués dans la destruction et le recyclage des structures cellulaires.

L'équipe du professeur A.R. Beaudoin du Centre de recherche sur les mécanismes de sécrétion de l'Université de Sherbrooke s'est aussi intéressée à la localisation cellulaire de la NADPase dans les cellules acineuses du pancréas exocrine. Comme dans les cellules précédemment étudiées, la NADPase est associée à l'appareil de Golgi et aux lysosomes. En plus de ces sites, l'activité de l'enzyme a permis de révéler une nouvelle structure cellulaire. Comme l'illustre la figure 1, il s'agit d'un réseau complexe de tubulures qui évoque l'apparence de serpents d'où le terme «snake-like tubules» (SLT). Pour le moment, aucune fonction n'a pu être attribuée à cette nouvelle structure. Cependant, à partir des observations de la microscopie électronique, on a remarqué que la tubulure était souvent accolée aux mitochondries et à la surface cellulaire,

Figure 1

Les «snake-like tubules»: une nouvelle structure révélée par une réaction cytochimique de la NADPase. On reconnaît à l'arrière-plan le noyau de la cellule acineuse. (38 000 X)



ce qui suggère une relation avec ces organites cellulaires. L'étude des variations des «SLT» dans des conditions pathologiques et physiologiques, de même que l'étude de sa distribution dans d'autres cellules fourniront d'ici peu des indices sur le rôle de cette nouvelle structure dans le fonctionnement cellulaire.

Le grand écart technologique demain?

Le fossé entre l'avancement technologique à l'extérieur et au sein du gouvernement fédéral s'élargira à la défaveur de celui-ci, selon le dernier rapport annuel du vérificateur général du Canada, M. Kenneth Dye.

Deux causes retiennent surtout l'attention à ce propos: une pénurie de spécialistes en informatique et des budgets stagnants. Selon le rapport, le taux réel de croissance des dépenses du gouvernement en informatique, depuis la fin des années 70, est devenu minime sinon négatif. De plus, 70 pour cent des techniciens sont affectés uniquement à l'entretien et à l'amélioration des systèmes déjà existants. À l'heure actuelle, le retard est de trois à quatre ans dans la réalisation de nouveaux systèmes. Et aucune mesure de redressement n'est encore annoncée.

Le vérificateur général signale en outre l'absence quasi totale de mesures d'urgence en cas de catastrophe. Un seul des huit ministères interrogés possède un plan pour assurer la continuité des services.

Une nouvelle étude sur l'enseignement supérieur

La Commission sur les études canadiennes de l'Association des universités et collèges du Canada préconise, dans une récente étude, la mise sur pied d'une stratégie «nationale» de l'enseignement supérieur et

42

de la recherche. Intitulé «Où trouver l'équilibre? — Ressources humaines, enseignement supérieur et études canadiennes», le troisième rapport de la Commission dénonce le sérieux déséquilibre entre l'offre et la demande des diplômés formés par et pour l'enseignement supérieur.

Afin de remédier à la situation, la Commission propose un plan d'attaque d'envergure nationale. À ce sujet, elle recommande aux gouvernements fédéral et provinciaux ainsi qu'aux représentants des collèges et des universités, une stratégie comportant trois objectifs majeurs: une meilleure compréhension de l'enseignement supérieur, une participation accrue des Canadiens à l'éducation postsecondaire et le développement d'un réseau national de soutien à l'enseignement supérieur. Le rapport précise en outre que le Canada a un urgent besoin de diplômés canadiens hautement compétents, capables d'occuper les postes universitaires supérieurs. Le Canada, explique-t-on, confie à des étrangers près de 40 pour cent de ces postes.

Le Conseil des sciences presse Ottawa de soutenir davantage les organismes de recherche provinciaux.

Le Conseil des sciences du Canada presse le gouvernement fédéral d'accorder plus de contrats de recherche aux agents «stimulateurs» que sont les organismes de recherche provinciaux, s'il entend favoriser l'innovation technique dans les petites et moyennes entreprises canadiennes. Selon une récente étude du Conseil, ces organismes demeurent le meilleur canal par lequel stimuler l'innovation technique dans la PME. Le rapport critique sévèrement l'attitude d'Ottawa qui n'aurait accordé aux organismes provinciaux qu'1,6 pour cent des contrats de recherche depuis 1973. Le Conseil croit qu'Ottawa favoriserait grandement les économies régionales, s'il augmentait le montant des subventions aux PME et s'il associait les organismes provinciaux de recherche à l'administration des programmes à l'aide technique et scientifique.

Universités: Québec dévoile un nouveau plan d'aide

Le gouvernement québécois a dévoilé récemment un plan d'aide aux universités qui vise à stimuler les secteurs d'enseignement susceptibles d'entraîner le Québec dans le virage technologique.

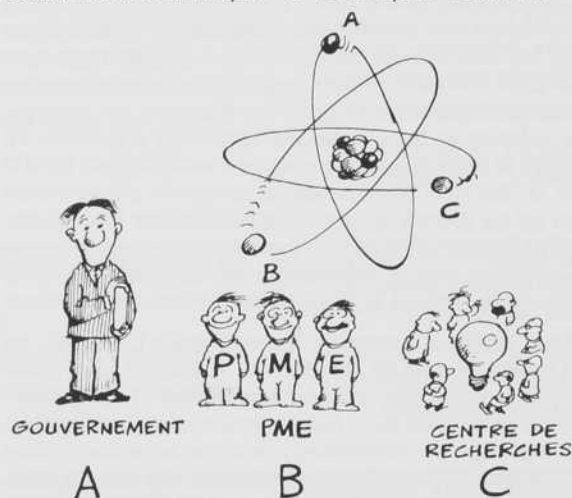
Ainsi, Québec propose aux universités de défrayer le salaire des nouveaux chercheurs qu'elles affecteront aux domaines-clés du virage (la «formule Ayerst»), ainsi que celui des techniciens de recherche et des étudiants chercheurs, le tout jusqu'à concurrence de 27,5 millions \$ d'ici l'automne 1987. En retour, ces dernières devront assurer le maintien dans l'avenir de ces quelques quarante nouvelles équipes de recherche.

Par ailleurs, le ministre a déclaré qu'il remettra aux universités 22,4 millions \$ d'argent «neuf», afin de défrayer le coût réel de l'accroissement des effectifs étudiants dans les secteurs de haute technologie ou encore aux niveaux diplômés (maîtrise et doctorat).

Gouvernement, PME et centres de recherche

Quatre nouvelles mesures pour le développement de la recherche appliquée ont été dévoilées par le ministre de la Science et de la Technologie, Gilbert Paquette, en décembre dernier.

D'abord, un programme de subventions créera 1 600 emplois scientifiques et techniques dans les PME, au coût de 42 805 millions \$. Au terme des quatre prochaines années, on doublera ainsi le nombre de professionnels scientifiques et techniques des PME.



Ensuite, six nouveaux centres de recherche verront le jour d'ici deux ans. Trois d'entre eux seront établis à Montréal: graphisme numérique, technologies télématiques et applications pédagogiques de l'ordinateur. Les deux autres seront implantés à Québec: bureautique et gestion des ressources humaines ainsi que celui pour la valorisation de la biomasse. Enfin, le Centre de technologie de l'électrochimie sera installé soit à Varennes ou plus probablement à Shawinigan, en raison de l'usine pilote d'hydrogène de cette ville. L'implantation de ces centres coûtera à ce chapitre 77,2 millions \$, entraînant la création de 379 nouveaux emplois.

La troisième mesure prévoit une aide à des unités universitaires performantes dans leur liaison avec l'industrie. Ainsi 150 000 \$ seront accordés à cinq nouvelles unités pour chacune des trois prochaines années. Le coût de ce projet totalise 4,5 millions \$.

Au cours des cinq prochaines années, on veut en outre créer 40 nouvelles équipes de recherche dans les universités. Et une douzaine de centres dans les cégeps, qui seront plus spécifiquement à la disposition de la PME pour ces projets.

Quatrième mesure: un programme pour le remplacement de professeurs et de chercheurs universitaires, mis à la disposition des entreprises, sera créé dès 84-85. Le coût de ce programme s'élève à 6,3 millions \$ pour les trois prochaines années et couvrira l'équivalent de 50 personnes/année pour chacune des années.

Les quatre mesures annoncées totaliseront la somme de 112 millions \$ et créeront 1 600 emplois scientifiques nouveaux.

Bio-Méga = Bio-Endo + (...)

Alors qu'Ottawa installe à Montréal son complexe biotechnologique, Québec préfère concentrer à Laval ses énergies dans ce secteur.

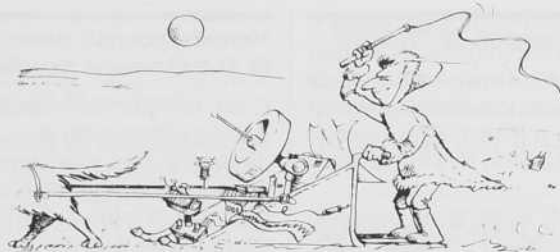
Dans cette foulée, 83 des 150 chercheurs des défunts laboratoires Ayerst de Ville Saint-Laurent seront embauchés au nouveau laboratoire de recherche bio-industrielle que la Société Générale de Financement implantera à Laval.

Ce centre est la seconde filiale de Bio-Méga, dont la SGF détient 100% des actions. Bio-Méga regroupe, quant à elle, tous les investissements de la SGF dans les biotechnologies.



La première filiale, Bio-Endo, s'occupe plutôt de la commercialisation des produits médicaux et confie sa recherche en commandite à ses actionnaires de Bio-cel (regroupement de chercheurs universitaires). La nouvelle société travaillera, de son côté, à de nouvelles séries de produits et de services permettant l'élargissement de la gamme de commercialisation de Bio-Méga. L'INRS-Santé s'installera à proximité ou dans les lieux qu'occupera la nouvelle société à Laval.

Selon le ministre de la Science et de la Technologie, Gilbert Paquette, ce nouveau centre bio-industriel sera le plus important du genre au Canada. Son ministère versera 25 millions \$ dans ce projet afin de garantir le salaire des chercheurs sur une période de cinq ans. La SGF y ajoutera au moins sept millions \$ pour la recherche industrielle. Elle prévoit en outre des entrées de revenus dès la fin de la première année d'activité et un auto-financement après cinq ans.



Création d'un prix pour la recherche scientifique sur le Nord

Le ministre des Affaires indiennes et du Nord canadien, M. John Munro, a annoncé la création d'un prix annuel «de la recherche scientifique sur le Nord», afin de commémorer le centenaire de la Première Année polaire internationale. Ce prix sera décerné à un spécialiste du Nord pour souligner sa contribution au domaine scientifique. Les récipiendaires recevront une médaille en plus d'un montant de 5 000 \$.

Entre le 1^{er} avril 1882 et le 1^{er} septembre 1883, 15 expéditions, parrainées par 11 nations, se rendirent dans des régions de l'Arctique et de l'Antarctique, y observer les aurores boréales, certains phénomènes reliés au magnétisme, à la météorologie, au courant technique, les températures au sol, le comportement des marées, etc.

Sur le plan scientifique, l'Année polaire internationale connut un immense succès. Pour la première fois, on eut une idée plus précise de l'importance et de la vitesse de déplacement des crêtes et des creux baroclines, de la configuration planétaire des fluctuations du champ magnétique, de la répartition et du synchronisme des aurores boréales et de l'asymétrie géophysique des hémisphères Nord et Sud. Une année de travail soutenu permit ainsi de donner une nouvelle orientation aux sciences de la Terre.

L'équipe Ayerst/Bio-Méga logera au Complexe Desjardins

Les 83 chercheurs des laboratoires Ayerst, embauchés récemment par la Société Bio-Méga, s'installeront temporairement au Complexe Desjardins. L'aménagement des installations de Laval n'étant pas terminé, Bio-Méga a donc décidé de louer un étage complet de l'édifice du boulevard Dorchester.

On sait par ailleurs qu'une des priorités de cette équipe de recherche sera l'utilisation commerciale des biotechnologies.

44 «Bio-War» et la tordeuse du bourgeon de l'épinette

Les ministères québécois de l'Environnement et de l'Énergie et des Ressources se proposent d'augmenter considérablement l'utilisation d'insecticides biologiques contre la tordeuse du bourgeon de l'épinette en 1984.

Selon les tests réalisés à ce jour, l'insecticide biologique BT (*Bacillus Thuringiensis*) serait aussi efficace que le fénitrothion et l'aminocarb, les deux insecticides chimiques utilisés l'an dernier par le MER, tout en présentant moins de danger pour la santé et l'environnement.

Le ministère fédéral de l'Agriculture n'a cependant pas encore homologué la nouvelle suspension de BT, appelée Futura 11, ce qui rend toujours problématique son utilisation massive au Canada.

En attendant, les insecticides chimiques garderont encore la faveur du MER en 1984. Puisqu'on attend toujours la permission d'arroser avec ces produits usuels quelque 500 000 hectares de forêt publique. Le BT Futura 11 a par ailleurs officiellement une part réservée sur quelque 300 000 hectares en attendant son homologation par les autorités fédérales.

Le nouvel insecticide biologique est l'invention d'un chercheur québécois, le Dr Vladimir Smirnof, et il vient d'être homologué officiellement aux États-Unis. Que disait-on déjà des prophètes?

Codatel

Des partenaires socio-économiques de l'Estrie ont fondé, en décembre dernier, la Corporation de développement et d'application des technologies électriques, CODATEL.

CODATEL se consacrera à la réalisation d'études techniques des marchés, à des analyses diverses des transferts technologiques ainsi qu'à des activités de recherche-développement en matière de technologie électrique. CODATEL veut, en outre, assurer, dans le cadre d'une coordination générale, l'utilisation maximale des ressources et voir à la dynamisation de ce secteur de pointe.

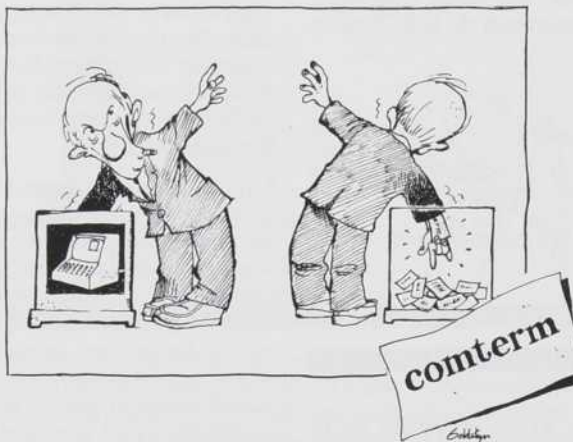
Les membres de la nouvelle Corporation sont le Conseil régional de développement de l'Estrie, la Maison régionale de l'industrie, la Chambre de commerce, la Ville et l'Université de Sherbrooke.

Le Canada et l'agence spatiale européenne signent un accord de coopération.

Le Canada a signé en janvier dernier un accord de coopération avec l'Agence spatiale européenne. Aux termes de l'entente, les deux parties travailleront en étroite collaboration afin de stimuler la mise au point et l'application de la technologie spatiale. L'accord permettra de mettre en oeuvre d'importants programmes comme le projet de satellite «Olympus», dont le lancement est prévu pour 1986.

Montréal pourrait devenir un haut lieu de la technologie mondiale

C'est ce que dévoilerait une étude confidentielle menée récemment par une firme new-yorkaise, à la demande des ministères fédéraux de l'Expansion économique régionale et de l'Industrie et du Commerce et rendue publique par le ministre québécois de la Science et de la Technologie, M. Gilbert Paquette. Interrogé à ce sujet, le ministre a déclaré que Montréal serait un lieu privilégié pour les investissements en haute technologie. Selon cette étude, les généreuses mesures fiscales, ainsi que l'avantageux système de subventions du gouvernement québécois, feraient de la métropole québécoise l'emplacement par excellence pour ce secteur d'activités. Montréal offrirait, en comparaison de centres aussi réputés que Boston, New-York ou Los Angeles, des avantages qualifiés de 40 à 60 pour cent supérieurs. D'après M. Paquette, cette étude dissiperait les préjugés selon lesquels le Québec est un lieu peu propice à l'investissement. Le ministre a précisé que chaque emploi scientifique créé entraînerait la création de huit à dix autres emplois.



L'ordinateur à l'école

En décembre 1982, dans un reportage incendiaire publié par «L'Actualité», Jean Blouin faisait état du peu d'ordinateurs dont disposaient les écoles du M.E.Q. et mettait les Québécois en garde contre le «nouvel alphabétisme» qui les menaçait. Un an plus tard, M. René Lévesque annonçait le règlement d'un premier contrat d'acquisition de 9 000 ordinateurs scolaires auprès d'un consortium constitué de Comterm (société québécoise de Pointe-Claire) et de Matra (société française d'équipement automobile et de technologie militaire). Le choix de ce consortium, appuyé par des considérations économiques et politiques, a récemment défrayé la manchette. Un fait demeure: d'ici deux ans, le nombre d'ordinateurs installés dans les écoles francophones du Québec aura passé de 128 (en 1982) à 47 000. Les écoles ontariennes, quant à elles, en possédaient 4 000 en 1982. □

POLITIQUE ÉDITORIALE

INTERFACE comprend une partie éditoriale et une partie **arbitrée**.

La partie éditoriale comporte une entrevue et diverses chroniques. La partie **arbitrée** contient des textes scientifiques ayant une portée plus vaste que le domaine de recherche concerné.

Les auteurs sont invités à soumettre leurs textes, en quatre exemplaires, au secrétariat de l'ACFAS, 2730, chemin de la Côte Ste-Catherine, Montréal, H3T 1B7 et à se procurer au préalable à la même adresse le feuillet des modalités à suivre pour la présentation de leur article.

Trois arbitres seront choisis dans la communauté scientifique pour étudier l'article, faire, s'il y a lieu, des suggestions à l'auteur et, éventuellement, l'accepter. L'ACFAS se réserve ultimement le droit de refuser (en donnant des explications) un article et désire, à moins d'entente préalable, conserver l'exclusivité des textes.

Les scientifiques québécois sont donc conviés à soumettre leurs textes dès maintenant. Il n'est pas nécessaire d'être membre de l'ACFAS pour ce faire.

SUBVENTIONS ET BOURSES

SUBVENTIONS ET BOURSES FAIT LA «COMPTABILITÉ» DE TOUS LES RENSEIGNEMENTS UTILES AU SUJET DES DIVERS PROGRAMMES DE SUBVENTIONS ET D'AIDE À LA RECHERCHE DES GOUVERNEMENTS, ASSOCIATIONS, CENTRES OU ORGANISMES DE RECHERCHE.

par Marie Martin

CRSNG

Subventions de développement de la recherche

L'objectif général des subventions de développement de la recherche est de créer ou d'améliorer la compétence en recherche et l'atmosphère de recherche dans certaines universités où les autres programmes du Conseil ne réussissent pas efficacement à accomplir cet objectif. Ce programme a pour but d'aider les universités admissibles et les membres de leur personnel enseignant à développer leurs possibilités jusqu'à ce qu'ils puissent demander en plus grand nombre et obtenir avec succès les subventions ordinaires du CRSNG.

Ces subventions prennent la forme de subventions de recherche à des chercheurs individuels ou à des groupes proposés par les universités admissibles (les universités francophones et quelques petites universités) ou de bourses d'attachés de recherche du CRSNG, qui consistent en une contribution du CRSNG au salaire universitaire de chercheurs. Seules les universités francophones sont admissibles à ce dernier volet du programme.

Les universités invitées par le CRSNG à participer à ce programme reçoivent les renseignements nécessaires à la présentation des demandes. La date limite est le 1^{er} mai.

Subventions thématiques (individuelles, de groupe et d'appareillage)

Ce programme de subventions thématiques vise à apporter une aide financière pour amorcer ou accélérer de grands programmes de recherche dans certains domaines d'intérêt national.

Le but du programme est de permettre aux chercheurs universitaires de contribuer davantage à la solution et à la compréhension de problèmes d'intérêt national. Cette contribution peut prendre la forme de recherche appliquée pouvant engendrer des retombées socio-économiques à court terme ou encore de recherche plus fondamentale destinée à augmenter notre connaissance de domaines importants au point de vue socio-économique.

Les subventions thématiques sont accordées à des chercheurs individuels ou à des groupes pour aider à couvrir les frais directs de programmes ou projets de recherche ou pour l'achat d'appareils nécessaires à la poursuite de travaux de recherche dans les domaines suivants:

- alimentation et agriculture
- biotechnologie
- énergie
- océans
- télécommunications et informatique
- toxicologie de l'environnement

Il existe également un thème «ouvert», dans le cadre duquel les chercheurs peuvent soumettre des propositions dans des domaines d'intérêt national autres que les six thèmes choisis.

Les dossiers sont acceptés jusqu'au 1^{er} mai 1984.

Nouveau programme de bourses pour l'industrie canadienne

Le 1^{er} septembre 83, le CRSNG a lancé un nouveau programme de bourses destiné aux scientifiques et ingénieurs travaillant dans l'industrie et désireux de perfectionner leurs compétences en R et D en s'inscrivant à un programme de maîtrise ou de doctorat dans une université canadienne.

Accordées pour 12 mois, ces bourses sont renouvelables pour une deuxième année.

Les candidats devront négocier avec leur employeur les conditions de leur retour aux études. Le CRSNG acceptera les demandes entre le 1^{er} avril et le 1^{er} novembre de chaque année.

Pour plus de renseignements, communiquer avec M. Jacques Danis, directeur-adjoint (bourses), au (613) 993-2454.

Programmes d'échanges scientifiques avec l'Allemagne de l'Ouest et la Suisse

Le CRSNG a signé des accords de coopération scientifique avec la Société allemande de recherche et le Fonds national suisse de la recherche scientifique. Ces accords établissent des programmes d'échanges pour permettre à des chercheurs en sciences naturelles et en génie de visiter leurs collègues. Les personnes choisies devront avoir communiqué préalablement avec leurs collègues et s'être entendues sur une activité ou un projet de recherche de même que sur le moment et la durée de la visite dans l'autre pays.

On peut obtenir des renseignements supplémentaires sur les nouveaux programmes d'échanges en communiquant avec le Dr A.A. Kugler, au (613) 993-9681.

Date limite: 15 mars 1984

Les personnes intéressées par l'un ou l'autre des programmes mentionnés ci-dessus peuvent écrire au:

Conseil de recherches en
sciences naturelles et génie,
Édifice 55, Chemin de Montréal,
Ottawa, Ontario (Canada), K1A 0R6

CRSH

Subventions aux collections spéciales

— Subventions à l'accroissement des collections spéciales (#493)

46

À l'intention des bibliothèques universitaires pour l'acquisition de matériaux se rapportant aux collections d'importance nationale ou régionale: **le 31 mars.**

Division du Secrétariat
Directeur: Audrey Forester
(613) 992-1053

Subventions de recherche

Subventions de recherche (#410)

Offertes aux chercheurs, elles couvrent les frais d'emploi d'assistants, de déplacement et de matériel. Dates limites: **le 15 mai, le 15 octobre.**

Division des subventions de recherche
Directeur: Noël gates
992-056

Subventions stratégiques

Recherche thématique

— Vieillesse de la population (#492)

Subventions de recherche stratégique; bourses postdoctorales (21 720 \$ en 1984-1985); ateliers de recherche; bourses de réorientation (plein traitement pour une période maximale de 8 mois plus une indemnité de recherche pour les chercheurs travaillant à plein temps dans une université; 22 740 \$ pour les chercheurs autonomes); subventions aux institutions pour les centres de recherche ou les chercheurs invités; initiatives de recherche (pour activités non comprises dans les programmes mentionnés ci-dessus); instruments de recherche. La **date limite** pour tous les programmes du vieillissement de la population est le **1^{er} juin.**

— La famille et la socialisation de l'enfant (#498)

— La science, la technologie et les valeurs humaines (#499)

— La femme et le travail (#482)

— La gestion d'organisation au Canada (#494)

Les quatre programmes ci-dessus offrent des subventions stratégiques; des subventions préliminaires pour la formulation de projets de recherche (jusqu'à 5 000 \$) et des subventions pour les ateliers de recherche (jusqu'à 15 000 \$): **le 1^{er} juin.**

Division des subventions stratégiques
Directeur: Sheila Armstrong
992-3027

Pour plus de renseignements sur l'aide accordée par le CRSH, écrire au:

Conseil de recherches en
sciences humaines du Canada
255, rue Albert, C.P. 1610
Ottawa (Ontario) K1P 6G4

L'Association des Universités et Collèges du Canada vient de publier le **Répertoire canadien des bourses d'études supérieures** (1983), où sont recensées près de 800 bourses. Ce guide renferme tous les renseignements nécessaires à la préparation d'un dossier.

L'AUCC a publié tout récemment de même le **Répertoire des ressources des universités canadiennes pour le développement international.**

On peut obtenir des exemplaires de ces deux ouvrages auprès du Service des publications.

Association des Universités et
Collèges du Canada
151, rue Slater
Ottawa (Ontario) K1P 5N1 □

PME + R&D = OPR

Les Organismes provinciaux de recherches (OPR), dont le Centre de recherche industrielle du Québec, constituent de fait la division Recherche et Développement de plusieurs PME qui n'ont ni la taille, ni les moyens d'y consacrer des ressources importantes.

Le Conseil des sciences du Canada vient de publier une étude de documentation qui met l'accent sur le rôle des OPR dans la réalisation d'une stratégie industrielle.

Veuillez me faire parvenir un exemplaire **gratuit**

- ☐ de l'étude de documentation #51
☐ de l'abrégé de cette étude.

Nom: _____

Adresse _____

Code Postal _____

Service des publications, Conseil des Sciences du Canada,
100 rue Metcalfe, Ottawa, Ont. K1P 5M1 Tél.: (613) 992-1142



À S U I V R E

À SUIVRE PRÉSENTE L'HORAIRE AUSSI COMPLET QUE POSSIBLE DES ÉVÉNEMENTS SCIENTIFIQUES DES PROCHAINS MOIS. LES PERSONNES, ORGANISMES OU ASSOCIATIONS INTÉRESSÉS À FAIRE PARAÎTRE UNE ANNONCE SONT PRIÉS DE CONTACTER LE SECRÉTARIAT DE L'ACFAS.

par Marie Martin

MARS 1984

19^{èmes} assises annuelles de l'Association québécoise du Transport et des Routes, le 16 mars à Sherbrooke, à l'hôtel Le Baron.
Pour plus de renseignements, appeler: A.Q.T.R. 6290, rue Périnault, bureau 103, Montréal (Québec) H4K 1K5 (514) 331-5810.

Le docteur David Park, du William's College, au Massachusetts, donnera une conférence intitulée «La naissance de l'univers», le 20 mars à l'Université Concordia.
Pour plus de renseignements: Jacqueline Lamarque, (514) 879-4586.

Les 22 et 23 mars, journées scientifiques à l'Université Concordia, organisées par l'Association des étudiants en physique, au 1455, de Maison-neuve ouest, Pavillon Hall.

Symposium sur l'évaluation de la puissance musculaire, le 31 mars, à l'Université de Sherbrooke.
Relations publiques: (819) 565-5955.

Les 15 et 16 mars, colloque du Centre québécois de relations internationales, au Château Bonne Entente.
Responsable: M. Marcel Daneau, Centre québécois de relations internationales, tél.: (418) 656-5206.

Les 15 et 16 mars, colloque du 45^e anniversaire de la Faculté des sciences sociales, au Pavillon de Koninck de l'Université Laval.
Responsable: Mme Louise Quesnel-Ouellet, Faculté des sciences sociales, tél.: (418) 656-3989

Du 16 au 23 mars, Séminaire sur la théorie des écosystèmes en relation avec l'océanographie biologique, au Forêt Montmorency.
Responsable: M. Louis Legendre, GIROQ, tél.: (418) 656-5917.

Du 29 au 31 mars, colloque sur la réforme des institutions fédérales, au Château Frontenac.
Responsable: M. Gil Rémillard, Faculté de droit, tél.: (418) 656-3892.

AVRIL 1984

Les 5 et 6 avril, colloque sur le pouvoir politique et l'économie mondiale, à l'Université Laval, au Pavillon de Koninck.
Responsable: M. Gilles Breton, Dép. des sciences politiques, tél.: (418) 656-5243.

Le 7 avril, 21^e colloque des sciences mathématiques du Québec et 60^e «Ontario mathematics meeting», au Pavillon Vachon de l'Université Laval.
Responsables: MM. Bernard R. Hodgson et Norbert Lacroix, Dép. de mathématiques, tél.: (418) 656-3695, 656-5198.

Symposium international sur la biosphère, du 16 au 18 avril à Miami.
Renseignements: Grace Mayfield, Miami Int. Conf., of the Biosphere, Clean Energy Res. Inst., University of Miami, P.O. Box 248294, Coral Gables, Floride 33124, États-Unis.

Les 27 et 28 avril, congrès sur l'histoire de l'art au Canada: projet de la recherche 1984, à l'Université Laval.
Responsables: M. Luc Noppen, Dép. d'histoire, tél.: (418) 656-3264.

Les 30 avril et 1^{er} mai, 39^e congrès des relations industrielles de l'Université Laval, à l'Hôtel Loews-Le Concorde.
Responsable: M. René Boulard, Dép. des relations industrielles, tél.: (418) 656-4422.

Du 30 avril au 2 mai, réunion du comité scientifique de la Société du télescope Canada — France - Hawaï, au Pavillon Vachon de l'Université Laval.
Responsable: M. Eduardo Hardy, Dép. de physique, tél.: (418) 656-2960.

Début avril (date à déterminer), colloque sur la pensée du Murray Bock-chim, organisé par le département de physique de l'UQAM.
Responsable: Stephen Schicter, (514) 282-4383.

Le Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie, le Centre canadien de la Technologie des minéraux et de l'énergie et l'Association pour la recherche dans l'industrie sidérurgique canadienne organisent un atelier de travail sur la sidérurgie.

Lieu: Toronto et Hamilton, au printemps (date à déterminer).
Les spécialistes de ces domaines ou ceux qui s'y intéressent sont priés d'écrire à: Éric W. Leaver, P. Eng., 4001, Bayview Avenue, suite 304, Willodale, Ontario, M2M 3Z7.

MAI 1984

2, 3, 4 mai 1984: Journées de l'optimisation. Le point sur la recherche et les applications des techniques d'optimisation. À l'Université Concordia, Sir George Williams Campus à Montréal.

Frais d'inscription: Avant le 15 avril 40 \$
Après le 15 avril 50 \$
Étudiants 10 \$
Pour plus d'information, contacter G. Pederzoli ou C.L. Sandblom, Département des Méthodes quantitatives, Université Concordia, 7141, rue Sherbrooke ouest, Montréal (Québec), H4B 1R6

Quatrième congrès canadien de recherche en loisir, du 7 au 10 mai 1984, à l'Université du Québec à Trois-Rivières. adresse du congrès: Département des sciences du loisir, Université du Québec à Trois-Rivières, C.P. 500, Trois-Rivières, (Québec) G9A 5H7, tél.: (819) 376-5621.

Les 9, 10 et 11 mai 1984: 52^e congrès annuel de l'ACFAS, à l'Université Laval à Québec.
Pour plus de renseignements, contacter le secrétariat de l'ACFAS, 2730, Côte-Ste-Catherine, Montréal (Québec), H3T 1B7, tél.: (514) 342-1411.

Deuxième conférence de l'Association canadienne de l'informatique industrielle, du 22 au 24 mai, à Ottawa.
Renseignements: R.E. Butler, Inco Ltée, boul. Flavelle, Mississauga, Ontario L5K 1Z9

Congrès canadien des eaux souterraines et des hydrogéologues, du 21 au 23 mai à Montréal.
Renseignements: Michel Mailhot, Canwell '84, 2250, boul. Hymus, Dorval, (Québec), H9P 1J9

JUIN 1984

Congrès de chimie CAN-AM, du 3 au 6 juin au Palais des congrès de Montréal.
Pour plus de renseignements: Marjolaine Morin, 151, rue Slater, bureau 906, Ottawa (Ontario) tél.: (613) 233-5623.

JUILLET 1984

Premier congrès international sur la toponymie française de l'Amérique du Nord, du 11 au 15 juillet à Québec. Les personnes intéressées à présenter un exposé en atelier sont priées de communiquer avec les organisateurs du congrès avant le 1^{er} avril:
Congrès international sur la toponymie française de l'Amérique du Nord, C.P. 35 (Haute-Ville), Québec G1R 4M8, (418) 643-9705.

mercredi: jeudi: samedi:

Mercredi:

Le Devoir économique

La vie économique de Montréal est décortiquée, pour vous, dans le Devoir économique. Au menu: indicateurs économiques, cotes des principaux marchés financiers, innovations technologiques, fiscalité corporative et critiques de livres d'économie. Le cahier des gens d'affaires. Tous les mercredis.

Jeudi:

Le Devoir... à loisir

Le cahier des curieux de Montréal, Québec et Ottawa. Quoi faire? Où manger? Quoi boire? L'épicerie fine, le marché de l'art, les loisirs, le conditionnement physique, les voyages et les petites annonces gratuites. Le Devoir à loisir. Tous les jeudis.

Samedi:

Le Devoir: Culture et société

Le rendez-vous bien connu des intellectuels exigeants. Une équipe de journalistes réputés commente, pour vous, l'actualité culturelle d'ici et d'ailleurs. Les livres, l'architecture, le théâtre, le cinéma et la peinture se côtoient dans le cahier Culture et société. Tous les samedis.

LE DEVOIR

**toujours mieux
informer**



SOURCES

SOURCES PUISE SON INSPIRATION... AUX SOURCES DE L'ÉDITION SCIENTIFIQUE, EN FAISANT LA RECENSION DES DERNIÈRES PARUTIONS EN LANGUE FRANÇAISE DANS CE DOMAINE.

par Jacques Thériault



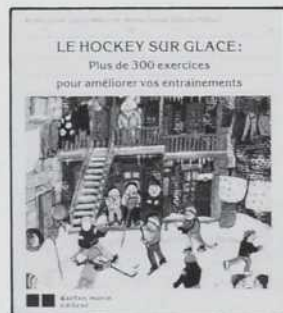
ÉDUCATION ET INNOVATIONS TECHNOLOGIQUES: PERFORMANCE PÉDAGOGIQUE ET RENTABILITÉ ÉCONOMIQUE, par Hadj Benyahia, Éditions Renouf, 175 pages, 12,95\$, ISBN 0-88852-1602-9.

D'entrée de jeu, une mise en garde de l'auteur contre le risque de répéter les erreurs du passé, qui ont conduit à l'échec de l'audio-visuel dans les années 60 et au succès mitigé de l'enseignement par ordinateur dans la décennie 70. On constate parallèlement que le corps professoral accuse un certain vieillissement, ce qui entraîne des problèmes de gestion et de perfectionnement du capital humain. L'éducation coûte cher, de plus en plus cher, et il était opportun de s'interroger sur les coûts et l'efficacité pédagogique de la technologie éducative.

Comme l'écrit Hadj Benyahia, de l'Institut interuniversitaire Gamma, «L'observation empirique révèle que, souvent, les réalisations en technologie éducative ont été entreprises avec des objec-

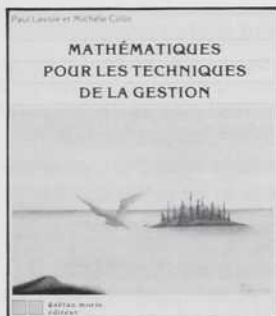
tifs flous s'appuyant davantage sur les potentialités techniques de ces innovations que sur des critères d'efficacité pédagogique et de rationalité économique». Et il ajoute, avec à-propos: «Ces technologies furent, en effet, souvent juxtaposées à l'enseignement traditionnel de type maître-élève, sans recherche suffisante des complémentarités ou des substitutions.»

Cet essai se révèle d'une grande importance à l'heure de l'implantation de la télématique en milieu scolaire. L'auteur complète son exposé d'une évaluation intéressante de l'impact de l'informatisation de la société sur l'emploi.



LE HOCKEY SUR GLACE, par André Lavoie, Gaston Marcotte, Michel Ouellet et Charles Thifault, Gaëtan Morin éditeur, 215 pages, 18\$, ISBN 2-89105-101-7.

Plus de 300 exercices pour améliorer vos périodes d'entraînement, choisis selon des critères rigoureux, conçus pour maintenir l'intérêt des joueurs et chasser la routine. Un ouvrage qui aborde tous les aspects du jeu.

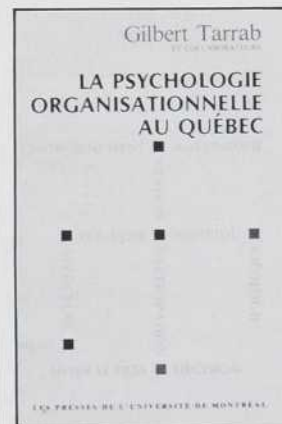


MATHÉMATIQUE POUR LES TECHNIQUES DE LA GESTION, par Paul Lavoie et Michèle Colin, Gaëtan Morin éditeur, 261 pages, 16\$, ISBN 2-89105-127-0.

Un nouveau manuel de mathématiques 102 et 122 rassemblant des éléments indispensables à une formation de base. Les exemples y fourmillent et le tout est complété d'exercices intercalaires et récapitulatifs. À noter également: les auteurs définissent au fil des onze chapitres les notions que doivent retenir les étudiants.

PRINCIPES ET EXERCICES DE FRANÇAIS ET DE RÉDACTION PROFESSIONNELLE, par Lise Larocque-Di Virgilio, Éditions Préfontaine, 150 pages, 15\$, ISBN 2-89208-013-4.

Ce guide traite des règles de grammaire embêtantes, de la recherche du mot juste, de la concision du style, de la chasse aux anglicismes, de la structure des phrases, de la technique des résumés, et de la correction typographique.



LA PSYCHOLOGIE ORGANISATIONNELLE AU QUÉBEC, par Gilbert Tarrab et collaborateurs, Presses de l'Université de Montréal, 504 pages, 38\$, ISBN 2-7606-0644-9.

Autant dire tout de suite qu'il s'agit de l'un des premiers ouvrages scientifiques qui brosse le portrait de la psychologie organisationnelle au pays, auquel ont collaboré quelque 25 spécialistes du milieu. La psychologie organisationnelle est l'étude du comportement des ressources humaines à l'intérieur d'une organisation, dans

d'une organisation, dans le but de réaliser le meilleur équilibre possible. Cette discipline témoigne également d'un intérêt accru des Québécois pour le monde des affaires et ses institutions. On lira avec profit les chapitres sur la gestion du personnel, la décroissance économique en milieu hospitalier, la qualité de vie au travail, la perception des gens d'affaires du phénomène de la participation, la dimension culturelle des organisations et la psycho-sociologie de l'organisation en milieu carcéral. □

INTRODUCTION À LA STATISTIQUE, par Jean-Pierre Bélisle et Jacques Desrosiers, Gaëtan Morin éditeur, 281 pages, 25\$, ISBN 2-89105-112-2.

Un ouvrage de vulgarisation destiné aux étudiants des niveaux universitaire et collégial ayant une préparation insuffisante en mathématiques. On y insiste notamment sur l'interprétation des résultats que donne l'utilisation de certaines techniques propres à la statistique. Les auteurs ont évité le piège qu'aurait constitué une étude trop approfondie du calcul des probabilités, qu'ils ont plutôt traité comme la conséquence d'une utilisation de l'échantillonnage.

CHERCHEURS RECHERCHÉS

CETTE RUBRIQUE EST GRATUITEMENT MISE À LA DISPOSITION DES ORGANISMES DE RECHERCHE POUR Y ANNONCER DES EMPLOIS DANS CE SECTEUR OU DANS CELUI DE L'ENSEIGNEMENT. NOUS VOUS PRIONS DE CONTACTER, SI VOUS AVEZ UN POSTE À COMBLER, MARIE MARTIN, SECRÉTAIRE DE RÉDACTION, INTERFACE, 2730, CÔTE STE-CATHERINE, MONTRÉAL, H3T 1B7.

par Céline Belzile

50

EMPLOIS — CENTRE DE MAIN-D'OEUVRE DU CANADA

Toute personne intéressée par l'un ou l'autre des postes offerts ci-dessous est priée de communiquer avec le Centre d'emploi du Canada le plus près de chez elle.

Chercheur en chimie inorganique

Doctorat en chimie inorganique ou en science des matériaux. De cinq à dix ans d'expérience en recherche de nouveaux produits. Être capable de concevoir des innovations technologiques. Salaire offert: 60 000 \$ + / année. Lieu de travail: Montréal. C.V. requis. (Code: 2111-122).

Directeur général de CEGEP

Responsable de la gestion de l'ensemble des programmes et des ressources. Dix ans d'expérience dans le milieu de l'éducation, dont cinq ans dans un poste de cadre. Salaire offert: 40 000 \$ + / année. Lieu de travail: Matane. (Code: 1130-110).

Consultant en génie mécanique

Spécialiste en conception de locomotives, plus particulièrement de la locomotive BBC. Connaissance de la langue allemande et C.V. requis. Salaire offert: 33 000 \$ / année. Lieu de travail: Pointe-Claire, P.Q. (Code: 1179-299).

Chercheur en chimie organique

Doctorat en chimie organique synthétique. De cinq à dix ans d'expérience en recherche industrielle. Connaissance des adhésifs pour cellulose, résine, etc. Salaire offert: 60 000 \$ + / année. Lieu de travail: Montréal. C.V. requis. (Code: 2111-126).

Spécialiste de l'environnement

Maîtrise en biologie ou en science de l'environnement. Aptitudes à rédiger des textes et à concevoir des cartes géographiques. Connaissance parfaite du français écrit et parlé. Études de bio-physique. Salaire offert: 25 000 \$ + / année. Lieu de travail: Québec. C.V. requis. (Code: 2133-110).

Spécialiste de la vie aquatique

Biologiste apte à faire de la plongée recherché pour effectuer une recherche d'inventaire et superviser la cueillette de données biométriques de mai à septembre 1984. Salaire offert: 700 \$. Lieu de travail: Matane. C.V. (Code: 2133-110).

Ingénieur géologue

Baccalauréat en génie géologique ou en physique, option géophysique. Membre de l'Ordre des ingénieurs du Québec. Connaissance sérieuse de l'informatique. C.V. requis. Salaire offert: 18 000 \$ / année. Lieu de travail: Dorval. (Code: 2159-134).

Professeur-adjoint d'université

Travail de recherche dans le domaine de la mécanique des fluides et/ou du transfert de la chaleur. Diplôme de 3^e cycle et formation avancée en calcul numérique. Expérience de recherche. C.V. requis. Salaire offert: 16 000 \$ / année. Lieu de travail: Chicoutimi. (Code: 2719-110).

Professeur-adjoint d'université

Ph. D. demandé pour effectuer des recherches en génie génétique (clonage). Salaire offert: 15 000 \$ / année. Lieu de travail: Sherbrooke. (Code: 2719-110).

Chercheur postdoctoral

Diplôme de Ph. D. en génie chimique ou en chimie et deux ans d'expérience dans le domaine des énergies nouvelles (bio-masse et charbon). Sujet de recherche: pyrolyse sous vide. Salaire offert: 21 000 \$ / année. Lieu de travail: Sherbrooke. C.V. requis. (Code: 2719-110).

OFFRE D'EMPLOI — UNIVERSITÉ LAVAL

Chaque année, notre laboratoire, le plus grand centre universitaire de recherche en optique et laser au Canada, considère la candidature de chercheurs à différents postes: professeurs visiteurs, associés de recherche, chercheurs au niveau du post-doctorat.

Les domaines de recherche du centre s'articulent autour de trois thèmes principaux: formation et traitement des images, laser et optique non-linéaire, optique instrumentale moderne.

Les personnes intéressées doivent soumettre leur demande en joignant leur curriculum vitae, à:

Dr. S.L. CHIN
Directeur — LROL
Département de Physique
Université Laval
Québec, Canada, G1K 7P4

OFFRE D'EMPLOI — UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL

Département de communication de l'Université de Montréal. Poste de professeur à plein temps.

Fonctions: Enseignement et recherche.

Qualifications: Détenir un Ph. D. en communication (ou l'équivalent). S'intéresser aux impacts de nouvelles technologies de communication. Posséder certaines connaissances en informatique et avoir dirigé des projets de recherche.

Traitement: Selon les normes de la convention collective en vigueur.

Date d'entrée en fonction: 1^{er} juin 1984.

Date limite de réception des candidatures: 15 mars 1984.

TECHNOLOGIES ET SAVOIR-FAIRE

Assurer la croissance d'une entreprise manufacturière constitue tout un défi à relever dans le contexte économique actuel. Pourtant des industriels réussissent à augmenter leur chiffre d'affaires, à réduire leurs coûts de production et à développer de nouveaux marchés en tirant le maximum des technologies disponibles. Plusieurs d'entre eux y travaillent avec le CRIQ.

Les compétences techniques et l'expérience industrielle du personnel du CRIQ de même que ses laboratoires et ateliers bien équipés permettent d'offrir aux industriels québécois des services sur mesure.

- ☐ développement d'un nouveau produit
- ☐ automatisation de la production
- ☐ amélioration d'un procédé de fabrication et du contrôle de la qualité
- ☐ information technologique
- ☐ évaluation et amélioration d'un produit commercialisé
- ☐ design industriel
- ☐ conseils sur l'achat et la vente de technologies

Depuis déjà 12 ans, le CRIQ contribue à l'essor de nombreuses entreprises québécoises et ses 325 employés sont à la disposition des industriels pour relever le défi.

CRIQ



CRIQ

CENTRE DE RECHERCHE
INDUSTRIELLE DU QUÉBEC
Ouest du Québec (514) 694-3330
Est du Québec (418) 659-1550

LES CINQ POSITIONS ...



POUR ÉCOUTER UNE COMMUNICATION AU 52^e CONGRÈS DE L'ACFAS 9-10-11 MAI 1984 UNIVERSITÉ LAVAL

PLUS DE 1000 COMMUNICATIONS

sciences biologiques et médicales

Biochimie, Biologie cellulaire et moléculaire, Biophysique et génie biomédical, Botanique et écologie végétale, Endocrinologie, Environnement, Génétique humaine et animale, Microbiologie, virologie et immunologie, Neurologie et physiologie, Nutrition et technologie alimentaire, Pharmacologie et toxicologie, Santé communautaire, Sciences de l'agriculture, Sciences forestières, Sciences infirmières, Zoologie, limnologie et écologie animale.

sciences humaines et sociales

Aménagement et urbanisme, Climatologie et météorologie, Démographie, Économie, Éducation, Études amérindiennes, Géographie, Géomorphologie et quaternaire, Gérontologie, Histoire, Linguistique, Langues modernes (allemand/anglais/espagnol/russe), Littérature d'expression française, Philosophie, Psychologie, Sciences de l'activité physique, Sciences administratives, Sciences juridiques, Sciences du loisir, Science politique, Sciences religieuses, Sociologie/anthropologie.

sciences physiques et mathématiques

Chimie analytique et minérale, Chimie organique, Chimie physique, Génie chimique, Génie civil, Génie électrique, Génie mécanique/industriel/manufacturier, Génie minier/métallurgique, Informatique, Mathématiques, Physique, Sciences de la terre.

