No 1 / 1983

Canada Agriculture

Chemicals—page 4

Produits chimiques—page 4

AGRICULTURE CANADA
CODE 12/10/83 NO.

LIBRARY/BIBLIOTHEQUE OTTAWA K1A 0C5

Canada Agriculture

Volume 29 1983 No 1

CANADA AGRICULTURE is published quarterly to inform extension workers and agribusinessmen of developments in research and other federal agricultural responsibilities.

Any article may be reproduced without special permission provided the source is given credit. If excerpts only are to be used, authors' permission should be obtained.

Reprinted articles must not be associated with advertising material. The use of trade names published in this journal implies no endorsement of the products named nor any criticism of similar products not mentioned.

Contributors may submit articles in either English or French to the Secretary, Editorial Board, Communications Branch, Agriculture Canada, Ottawa K1A 0C7.

CANADA AGRICULTURE est une revue trimestrielle qui renseigne les vulgarisateurs et représentants du négoce agricole sur les développements de la recherche et des autres services agricoles du gouvernement fédéral.

La reproduction des articles est permise en indiquant l'origine. Pour reproduire des passages, l'autorisation de l'auteur est nécessaire.

Les articles reproduits ne doivent pas servir à des fins de réclame. La mention de marques de fabrique ne signifie pas que la revue garantit ces produits ni qu'elle déconseille d'autres produits non mentionnés.

Les articles en anglais ou en français doivent être adressés au secrétaire du Comité de rédaction, La Direction générale des communications, Agriculture Canada, Ottawa K1A 0C7.

Agriculture Canada

Hon. Eugene Whelan,
Minister / Ministre

J.P. Connell,
Deputy Minister / Sous-ministre

COMMENTARY / PAGE 3

FEATURES / PAGE 4

Forty years of chemicals / page 4

Publicly funded wheat research / page 10

Field crop production potential / page 14

UPDATE / PAGE 22

Economics of minimum tillage / page 22

Anther culture / page 25

Microorganisms break down insecticides / 28

Consumer selection of beef / page 30

Seeding cereals early from air / page 32

Are mycotoxins eating profits / page 35

Automatic depth controls / page 39

Alcohol in diesel engines / page 41

Whey as a feedstuff / page 46

ECHOES / PAGE 48

PROFILE / PAGE 51

Cover Photo
Chemical weed spraying

COMMENTAIRES / PAGE 3

ARTICLES DOCUMENTAIRES / PAGE 4

Les produits chimiques une histoire de 40 ans / page 5

Recherche sur le blé financée par la collectivité / page 11

Capacités de production au Canada / page 15

MISE À JOUR / PAGE 22

Labour minimal dans la jachère d'été / page 22

Les anthères, outils de sélection pour le colza / page 25

Micro-organismes pour décomposer les insecticides / page 28

Sélection au bœuf par les consommateurs / page 30

Ensemencement des céréales, par air / page 32

Les mycotoxines diminuent-elles vos profits? / page 35

Commande automatique de la profondeur / page 39

Utilisation de l'alcool dans les moteurs diesel / page 41

Le petit lait aliment pour le bétail / page 46

ÉCHOS / PAGE 48

PROFIL / PAGE 51

Photo de la couverture
Pulvérisations chimiques sur les mauvaises herbes

Published by Communications Branch / Publié par la Direction générale des communications / Agriculture Canada

COMMENTARY / COMMENTAIRES

Engineering and Statistical Research Institute

The Engineering and Statistical Research Institute (ESRI) was established in 1978 when the former Engineering Research Service and Statistical Research Service were merged. This amalgamation of specialists and facilities provides the Research Branch of Agriculture Canada with a unique source of expertise.

ESRI carries out national research programs in agricultural mechanization, farm buildings, energy, food engineering, electronics, and instrumentation. In a branch-wide supportive role, the institute carries out research and development in engineering technology and statistics, provides the national design center for the Canada Plan Service, and maintains an agricultural engineering database.

ESRI is located on the Central Experimental Farm in Ottawa. The institute has a staff of over 100, including 32 engineers and scientists. Experienced service staff have fully equipped shops and laboratories for fabrication and testing.

Field mechanization engineers at ESRI investigate new solutions to current and anticipated problems in horticultural production, production of new and specialty crops, and forage harvesting and use.

ESRI is the recognized resource center of expertise on farm structures in the Research Branch.

Research in food engineering concentrates on foodstuff processing and on the development of pilot plant scale equipment.

Engineers at ESRI are working to increase the efficient use of energy by producers, processors, distributors, and retailers in the food system.

ESRI conducts research and provides a national service to branch researchers in four associated areas: mechanical technology, bioelectronics, field spectroscopy, and electronic data acquisition and instrumentation.

Institut de recherches techniques et statistiques

L'Institut de recherches techniques et statistiques (I.R.T.S.) a été fondé en 1978 par la fusion des anciens «Service de recherches techniques» et «Service de recherches statistiques».

L'I.R.T.S. met en œuvre des programmes nationaux de recherches en mécanisation agricole, en construction de fermes, en exploitation de l'énergie, en génie alimentaire, en électronique et en instrumentation. En tant que service de soutien pour toute la Direction générale, l'Institut effectue des travaux de recherche et de développement en ingénierie et en statistique, fournit un centre national d'études techniques pour le Service des plans du Canada et assure le bon fonctionnement d'un fichier central de données en génie rural.

L'I.R.T.S. est situé à la Ferme expérimentale centrale, à Ottawa. Il compte plus d'une centaine d'employés, dont 32 ingénieurs et chercheurs.

Les ingénieurs en mécanisation des grandes cultures cherchent des solutions nouvelles aux problèmes actuels et prévisibles en horticulture, dans la production de cultures nouvelles ou spéciales, ainsi que dans le moissonnage et l'utilisation des fourrages.

Les ingénieurs de l'Institut travaillent à optimiser l'utilisation de l'énergie par les producteurs, les transformateurs, les distributeurs et les détaillants qui travaillent dans le circuit alimentaire.

L'I.R.T.S. effectue des recherches pour le compte des scientifiques de la Direction générale et leur assure un service dans tout le pays dans quatre domaines connexes: la technologie mécanique, la bioélectronique, la spectroscopie de terrain, ainsi que l'enregistrement et le traitement électroniques des données.

Apple sweeper being tested at ESRI.

Essai d'un "ramasse-pommes" à L'Institut de recherches techniques et de statistiques.

Mr. P.W. Voisey Director

M. P.W. Voisey Directeur

Forty years of chemicals

Frank Cedar

During the last 40 years, chemicals have become almost as pervasive as the automobile. We have been joined on the journey into the wonders, risks, and benefits of chemistry by the U.S. and many other nations. Canada, however, has not yet come to terms with chemicals and the synthetic way of achieving objectives, the inevitable corollary of chemical dependency.

Canadians are ambivalent toward chemicals. The public also lacks understanding of the world created by man's ingenious capacity to mix and meld one chemical with another to make something else that can kill a weed, eliminate dirt, or make us feel better. Therefore, a critical look at the last four decades of chemistry is necessary to give us some idea where we are and how far we have come.

In 1942, the chemical world was much different from that of today. Most products routinely used by Canadians were natural as opposed to synthetic. There were few artificial detergents, just plain soap. Clothing was made from wool, cotton, silk, or natural rubber. Synthetic fibers were scarce. Orlon, rayon, polyester, polyethylene, polystyrene, and butadiene did not exist. The development of nylon during the Second World War was spurred by a shortage of silk, an essential material for the parachutes needed by the armed forces. Synthetic rubber resulted from the worldwide scarcity of natural rubber and the demand for tires to keep the war machines mobile.

Four decades ago was a time for glass, paper, and wood. There was little plastic in use — no green garbage bags, no cartons or bags of milk, no polyethylene bottles, and no plastic credit cards. There was no crazy glue, masking tape, magic tape, polyvinyl records, teflon, and aerosol sprays.

In 1942, environmental pollution was hardly mentioned. Today one hears of photochemical smog, ozone depletion in the stratosphere, eutrophication of rivers and lakes, acid rain, urea-formaldehyde problems, and chemical residues in food and drinking water. Back then, the drug, pesticide, and petrochemical industries — now linked to chemical controversies — were in their early stages.

But change was soon to come. In 1943, a synthetic rubber manufacturing plant was established at Sarnia, Ontario. In 1945, nuclear energy was revealed to man in two terrifying explosions over Japanese cities. And the

Early blight of potatoes in New Brunswick; chemicals help keep plant diseases in check.

Pommes de terre du Nouveau-Brunswick atteintes de brûlure alternarienne; l'utilisation de produits chimiques aide à prévenir les maladies des plantes.

Les produits chimiques, une histoire de quarante ans

Frank Cedar

Durant ces 40 dernières années, les produits chimiques, tout comme l'automobile, se sont infiltrés partout. Les Américains et de nombreux autres peuples nous ont accompagnés dans ce voyage à travers les merveilles, les risques et les avantages de la chimie. Au pays, on ne s'accommode pas encore complètement de l'utilisation des produits chimiques et de la réalisation de nos objectifs au moyen de produits synthétiques, inévitable corollaire de la dépendance envers la chimie.

Face à ces produits, les Canadiens se sentent ambivalents. Le public est aussi mal renseigné sur l'univers créé par l'ingénieuse capacité de l'homme de mélanger et de combiner deux produits pour en obtenir un nouveau qui peut tuer les mauvaises herbes, éliminer la saleté ou améliorer notre bien-être. Aussi, ces quatre dernières décennies de l'histoire de la chimie méritent-elles que nous y jettions un coup d'oeil critique pour nous faire une certaine idée de notre situation actuelle et du chemin parcouru.

Chemicals help keep wheat in the forefront of Canadian exports.

Le blé se situe à la tête des exportations canadiennes et les produits chimiques y sont pour quelque chose.

En 1942, la situation mondiale, sur le plan de la chimie était, de loin, bien différente de celle d'aujourd'hui. La plupart des produits qu'utilisaient couramment les Canadiens étaient naturels et non synthétiques. Il existait peu de détergents de synthèse, seulement du savon brut, et les vêtements étaient confectionnés avec de la laine, du coton, de la soie ou du caoutchouc naturel. Plusieurs fibres synthétiques, tels que l'orlon, le rayonne, le polyester, le polyéthylène, le polystyrène, et le butadiène n'étaient pas connus. Par ailleurs, la synthèse du nylon durant la Seconde Guerre mondiale a été suscitée par une rareté de la soie due au monopole des Japonais sur ce textile essentiel à la fabrication des parachutes dont avaient besoin les forces armées. Ce sont aussi la rareté du caoutchouc naturel à travers le monde et la demande de pneus pour les véhicules de guerre, qui devaient conduire au développement du caoutchouc synthétique.

Il y a 40 ans, c'était l'époque du verre, du papier et du bois. L'usage du plastique était peu répandu: nous n'avions pas de sacs à déchets verts, de boîtes ou sacs de lait, de bouteilles en polyéthylène, de cartes de crédit en plastique. Nous ne connaissions pas la colle «Crazy-glue», ni le ruban-cache, ni le ruban «Magic tape», ni les disques en polyvinyle, ni le téflon. Les hydrocarbures chlorofluorés ne s'obtenaient pas facilement et il n'existait pas encore de produits en aérosol.

En 1942, on n'entendait pas ou peu parler de pollution du milieu. Aujourd'hui, on entend parler de brouillard photochimique, d'épuisement de la couche d'ozone de la stratosphère, d'eutrophisation des cours d'eau et des lacs, de pluies acides, de problèmes causés par l'urée-formaldéhyde et de résidus dans les aliments et l'eau potable. En ce temps-là, les industries de produits pharmaceutiques, de pesticides et de produits pétrochimiques, aujourd'hui associées aux controverses soulevées par les produits chimiques, n'en étaient qu'à leurs premiers stades de développement.

Cependant, des changements devaient bientôt nous arriver. En 1943, une usine de fabrication de caoutchouc synthétique entrait en service à Sarnia, en Ontario. En 1945, l'énergie nucléaire était révélée à l'homme par l'explosion terrifiante de deux bombes sur des villes japonaises; et au milieu des années '40, c'était le développement et l'utilisation des pesticides de synthèse: le DDT, le 2,4-D, le lindane, le chlordane, le parathion, le méthoxychlore et le MCPA.

Le DDT est devenu le symbole de tous les bons et mauvais côtés des pesticides. Synthétisé pour la première fois en 1874, ses effets toxiques sur les insectes ont été découverts en 1939. Aussi, vers 1945, les États-Unis ont-ils produit 33 millions de livres de DDT dans leurs efforts pour combattre, durant la guerre, les mouches, les poux, les moustiques et les tiques et ainsi maîtriser les épidémies de dysentrie, d'encéphalite, de malaria, de maladie du sommeil, de typhus et de fièvre jaune. En 1945, une usine de fabrication du DDT a été construite à Elmira, en Ontario, et l'emploi de pesticides à base de DDT a été homologué au Canada dès 1946.

Le DDT insecticide a d'abord joué un rôle dans la protection de la santé publique. Rapidement appliqué à la lutte antiparasitaire en agriculture et en foresterie, il a permis de combattre efficacement l'altise de la pomme de terre, la tordeuse des bourgeons de l'épinette, le charançon du pin, la chenille à houppes blanches et la spongieuse. Pendant 25 ans, il a été l'insecticide primordial, préféré pour un certain nombre de bonnes raisons.

mid-1940s saw the introduction and use of synthetic pesticides — DDT, 2,4-D, lindane, chlordane, parathion, methoxychlor, and MCPA.

DDT became the symbol for all that was good and bad in the pesticide era. First synthesized in 1874, it was found in 1939 to have toxic effects on insects. As a result, 33 million pounds of DDT had been produced in the U.S. by 1945, largely for use in the war effort to kill flies, body lice, mosquitoes, and ticks, thus controlling epidemics of dysentry, encephalitis, malaria, sleeping sickness, typhus, and yellow fever. In 1945, a DDT manufacturing plant was built at Elmira, Ontario, and DDT pesticide products were registered for use in Canada as early as 1946.

DDT was first used in Canada as a public health insecticide. Its use quickly extended to pest control in agriculture and forestry, effectively controlling the potato beetle, spruce budworm, pine weevil, tussock moth, and gypsy moth. For 25 years it remained the preferred and dominant insecticide for several good reasons. It was cheap, killed most insects, and was high in toxicity to insects and low in toxicity for other organisms, including man.

DDT has been credited with saving or extending hundreds of millions of lives as a result of its use against insect-borne diseases. Some idea of its incredible effectiveness in reducing the incidence of malaria can be seen in India, where 10 years of insecticide use has reduced the malaria death rate from 750 000 a year to only 1500 a year.

Yet by 1970, DDT had been effectively banned in both the U.S. and Canada because of misuse and overuse ("If some is good, more is better"), lack of advanced and accurate scientific and technological assessment, the development of insect resistance, persistence of residue in the soil, and public perception of the danger to the environment and risk to human health.

At first, the main concern about DDT revolved around studies linking it and its metabolites to thin eggshells in various bird species. Even now this claim cannot be scientifically validated, as opinions vary on the adequacy of the studies cited as evidence. At that time, the technical capacity to detect minute contaminants such as DDT, polychlorinated biphenyls (PCBs), vomitoxin, and mercury pesticides was far more limited than now.

By 1980, new techniques and equipment were permitting detectability of contaminants in the range of one part per trillion, a million times more than in 1970 when scientists and regulators were trying to assess the adverse effects of DDT.

Today, environmentalists, government researchers, and regulators are concerned with a new group of toxic chemicals — the dioxins. Hallett and Norstrom of the Canadian Wildlife Service recently determined that indeed the most toxic dioxin, 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin, or 2,3,7,8-TCDD, was once present in herring gull eggs. In fact, TCDD was at its highest level, greater than 800 parts per trillion, in those eggs in 1971, but had fallen to 68 parts per trillion by 1980. Analytical methodology was simply not sensitive or selective enough in 1971 to detect TCDD's presence at such levels.

It is no wonder that the herring gulls and other bird species had problems reproducing in the late 1960s and early 1970s. But was the culprit DDT, PCBs, TCDD, mercury, vomitoxin from Fusarium mold on grain crops, or some yet undiscovered cause or a combination of any of these?

The introduction of synthetic chemical fertilizers in the mid-1940s threw us into another revolution. Ammonium nitrate burst on the farm fertilizer market in 1946. Its major use had previously been in the manufacture of ammunition and explosives for the war. Also in 1946, potash was first mined in Saskatchewan. Thus the farm sector began to use synthetic chemical fertilizers and pesticides about the same time.

Farmers quickly became dependent on chemical fertilizers and pesticides as essential and often costly production tools. Both helped make farms higher-cost operations as well as more productive. The face of the industry changed in various ways. For one thing, farming became less labor-intensive as chemicals replaced people.

The postwar development of synthetic fibers meant the arrival of clothing made from new fabrics. This was a challenge to the soap and detergent industry which was also faced with providing suitable products for automatic clothes washers and dishwashers. Over the years, a huge range of chemicals was added to detergents to deal effectively with synthetic clothes and to generally 'improve' the washing product in the face of market demands and competition. The additives include dyes,

Chemicals have been an asset in Canadian canola production.

Les produits chimiques ont été un instrument efficace dans la production du colza canola canadien.

Peu coûteux, il exterminait la plupart des insectes. De plus, il était très toxique pour les insectes et peu toxique pour d'autres organismes vivants, l'homme compris.

La sauvegarde ou le prolongement de centaines de millions de vies a été attribuée au DDT en raison de son action contre les maladies véhiculées par les insectes. Certains signes de son incroyable efficacité dans la baisse de l'incidence de la malaria sont manifestes en Inde où en 10 ans d'utilisation, la mortalité par cette affection a régressé, passant de 750 000 à seulement 1 500 cas par année.

Cependant, vers 1970, l'emploi du DDT a, de fait, été banni aux États-Unis et au Canada à cause d'une mauvaise utilisation (s'il est efficace en petites quantités, se disait-on, il le sera davantage à fortes doses!), le manque, à ce moment-là, de méthodes avancées et précises pour l'évaluer scientifiquement et techniquement, l'apparition d'une résistance chez les insectes, la rémanence des résidus dans le sol et la perception par le public des dangers pour l'environnement et des risques pour sa santé.

Au départ, les principales craintes au sujet du DDT tirent leur origine des études qui l'associaient, lui et ses métabolites, à la production d'œufs à coquille mince par diverses populations d'oiseaux. Aujourd'hui encore, il n'existe aucun consensus scientifique sur la validité de ce prétendu effet, et les opinions sont partagées sur la précision des études citées à l'appui. À cette époque, les moyens de déceler techniquement des traces infimes de contaminants comme le DDT, les polychlorobyphényles (PCB), la vomitoxine et les pesticides mercurés étaient de loin plus limités qu'aujourd'hui.

Vers 1980, de nouvelles techniques et un nouvel équipement ont permis de déceler des teneurs en contaminants de l'ordre d'une partie par billion, soit une sensibilité un million de fois plus élevée qu'en 1970 alors que les hommes de science et les législateurs essayaient d'évaluer les effets délétères du DDT.

Aujourd'hui, les spécialistes de l'environnement, les chercheurs de l'État et les législateurs s'inquiètent au sujet d'un nouveau groupe de produits chimiques toxiques, à savoir les «dioxines». Récemment, Hallett et Norstrom, du Service canadien de la faune, ont découvert que, dans le passé, des œufs de mouettes argentées contenaient la plus toxique des dioxines, le tétrachloro – 2,3,7,8, dibenzo-paradioxine, ou 2,3,7,8-TCDD. En réalité, en 1971, la teneur du TCDD dans ces œufs a atteint plus de 800 parties par billion, son maximum, puis est tombée à 68 parties par billion vers 1980. Les méthodes analytiques n'étaient simplement ni assez sensibles et ni assez sélectives en 1971 pour détecter de si faibles teneurs en TCDD.

Il n'est pas étonnant que les mouettes argentées et d'autres espèces d'oiseaux aient connu des problèmes de reproduction à la fin des années '60 et au début des années '70. La question est d'en trouver la cause. Serait-ce le DDT, les PCB, les TCDD, le mercure, la vomitoxine sécrétée par Fusarium sur les céréales, quelque autre cause encore inconnue ou une combinaison de deux ou de plusieurs d'entre elles?

Vers le milieu des années '40, avec l'apparition des engrais chimiques de synthèse, à côté des engrais naturels, nous vivions en plein une autre révolution. Le nitrate d'ammonium est apparu sur le marché des engrais en 1946. Antérieurement, il servait surtout à la fabrication de munitions et d'explosifs de guerre. En 1946 également, la potasse a été pour la première fois extraite de mines de la Saskatchewan. Le secteur agricole a donc commencé à utiliser les pesticides et les engrais chimiques de synthèse pratiquement à la même époque.

Les agriculteurs sont bien vite devenus dépendants de ces deux facteurs de production essentiels et souvent coûteux. Les deux ont contribué à rendre les fermes plus dispendieuses en même temps que plus productives. La physionomie du secteur a changé de diverses manières. Entre autres, il est devenu plus économe de main-d'œuvre avec la substitution de produits chimiques aux travailleurs.

Avec le développement des fibres synthétiques après la guerre, on a vu apparaître des vêtements qui en étaient confectionnés. Un défi se présentait ainsi à l'industrie des savons et des détergents qui de plus devait mettre au point des produits adaptés aux machines à laver et aux lave-vaisselle automatiques. Au fil des ans, de nombreux produits chimiques ont été additionnés aux détergents dans le but de bien traiter ces vêtements en fibres synthétiques et, d'une façon générale, «d'améliorer» les produits de nettoyage pour répondre à la demande et faire face à la concurrence. Sur la liste des additifs figurent les colorants, les agents de blanchiment, les émulsifiants, les anticorrosifs et d'autres produits chimiques, sans oublier un agent antistatique. Nous sommes loin de la simple barre de savon; les détergents domestiques constituent de véritables «ragoûts» de produits chimiques.

À la fin des années '50 et au début des années '60, les contraceptifs oraux et la thalidomide faisaient leur apparition. Ces deux types de médicaments controversés ont attiré l'attention du public sur l'emploi et les risques de tous les produits pharmaceutiques. La thalidomide, dont le rôle dans des malformations congénitales a été prouvé, a ouvert une brèche sérieuse dans la crédibilité de l'industrie pharmaceutique dont la tâche est d'améliorer et non de détériorer notre santé. Les controverses soulevées par les contraceptifs et la thalidomide ont conduit les autorités à intervenir davantage en promulguant des règlements pour protéger la santé publique, en élaborant des normes de sécurité plus strictes et en exigeant un plus grand nombre d'études toxicologiques pour faire la preuve de l'innocuité des nouveaux produits chimiques. Tous ces facteurs ont contribué à accroître les coûts des nouveaux produits et à prolonger les délais de mise en marché.

Ces événements ont été accompagnés de la publication en 1962 de «Printemps silencieux», un des livres les plus influents de l'histoire de l'édition moderne. Les mises en garde formulées par Rachel Carson au sujet des risques d'une utilisation sans discernement des pesticides ont largement favorisé la propagation du mouvement écologique actuel. «Printemps silencieux» a contribué à faire de l'écologie une des grandes causes populaires des années '60 et a aussi joué un rôle dans la création de l'*Environmental Protection Agency* des États-Unis.

En 1942 en Amérique du Nord, la liste des pesticides comptait de nombreux sels arsenicaux minéraux employés comme insecticides, des insecticides naturels d'origine végétale (p. ex., la nicotine du tabac, les pyrèthres des fleurs d'Afrique orientale et la roténone des plantes importées de Java et de Malaisie), des fongicides à base de métaux lourds (cuivre et mercure), les dithiocarbamates (les premiers produits de synthèse introduits par Dupont dans les années '30) et les herbicides comme le sel, l'acide sulfurique, le cyanure de sodium, le sulfate

bleaches, emulsifiers, and corrosion inhibitors, not to forget a chemical agent to reduce static cling. We've come a long way from a bar of soap. Household detergents are chemical stews.

The late 1950s and early 1960s brought the introduction of oral contraceptives and thalidomide. Both these controversial drugs focused public attention on all drug use and related hazards. Thalidomide, as a proven cause of birth defects, was a particular blow to the credibility of the drug industry, which was supposed to improve life, not deform it. The contraceptive and thalidomide controversies led to greater government regulatory intervention to protect public health, more stringent safety standards, and a huge increase in toxicological studies to support the safety of new chemical products. All this meant large, new development costs and long lags in bringing new products to market.

These impacts were concomitant with the 1962 publication of Silent Spring. Rachel Carson's warning about the environmental dangers posed by indiscriminate use of pesticides is widely credited with propagating the modern environmental movement. Silent Spring helped make ecology one of the popular causes of the late 1960s, and played a role in creating the U.S. Environmental Protection Agency.

In 1942 North America, the pesticide roster included numerous inorganic arsenic salts used as insecticides; natural plant insecticides (e.g., nicotine from tobacco, pyrethrum from East African flowers, and rotenone from plants imported from Java and Malaya); heavy metal fungicides (copper and mercury); the dithiocarbamates (the first synthetics, introduced by DuPont in the 1930s); and herbicides such as salt, sulfuric acid, sodium cyanide, ferrous sulfate, and kerosene. Regulations and toxicological testing protocols were simple. Efficacy and acute toxicity studies were generally submitted as evidence for registration. If the chemical worked, and didn't kill the applicator, it was okay to use.

Today the regulation and testing process is anything but simple. Canada has a large government regulatory apparatus, part of which has a particular interest in pesticides. Health and Welfare Canada has jurisdiction over pesticide residues, which may be present in food sold for human consumption.

All pesticides used in Canada are regulated and registered under the Pest Control Products Act administered by Agriculture Canada. Until 1969, only insecticides, herbicides, fungicides, and rodenticides were subject to registration. But with a revised act and a new definition for pest, the number of products and chemicals subject to regulation has been greatly expanded. These include disinfectants, paint additives, swimming pool chemicals, pulp and paper slimicides, material preservatives, and industrial fungicides.

Now, for example, you will find pesticide registration numbers on the labels of Lysol disinfectants or household cleansers. Agriculture Canada now regulates fungicidal additives to adhesives, carpets, cements, jet fuels, leather, oil drilling muds, paper, plastics, rubber, soaps, textiles, and wood stains. Most air conditioning systems use a pesticide to operate efficiently. The inks in your pens probably have fungicides to prevent deterioration. In addition, all inks have chemical markers or traces to assist law enforcement and income tax agencies in dating signatures and other written documents.

The threads in clothing may contain either an insecticide or a fungicide to lengthen the life of the garment. Most goods have been either sprayed, treated, or been in contact with a pesticidal chemical at some point in their production. So have many people.

These are reasons why governments are interested in regulating chemical use, why data requirements leading up to the registration of new chemicals keep expanding, and why the costs of introducing new chemicals keep growing. Introduction of a new pesticide for use on a food crop today costs $20 million. A new drug for human use can cost $80 million.

During the 1940s, the profession of chemistry was held in high esteem, and many of our ablest young people wanted to become chemists. If you had asked the man on the street then what he associated with chemistry, his optimistic answer would have been related to vitamins, new drugs, plastics, or a better life. Ask the man on the street today and his answer will likely be cancer or pollution, even though chemical research has helped to double our life span in the last century. Since people are living longer, many more are naturally dying from cancer.

Chemists have done a poor job educating the decision makers, the public, and the media about the value of the chemical revolution. Scientists tend to develop a language of their own that is unintelligible to the layman. In the field of education, chemists have given much attention to teaching chemistry to potential chemists, but relatively little to non-chemists.

Because of this communication barrier, difficulties develop in the decision-making process in government and elsewhere when officials are called upon to deal with chemicals. Since decision makers are generally not scientists, they often lack the competence to judge scientific evidence, and must rely on experts to explain the scientific work. However, scientists are not particularly competent in evaluating the social or political impact of a given scientific problem, except in terms of the science itself. Examples of such contentious issues are the ban on urea-formaldehyde insulation in houses and the future impact of advances in genetic engineering or DNA chemistry.

The image problem is also related to advances in analytical instrumentation that enable scientists to detect chemicals at the parts-per-billion and parts-per-trillion levels. If a detected chemical is a carcinogen or pollutant, its detection at such low levels will likely be reported by the media. Does the public or non-chemist know the significance of eating Lake Ontario fish containing 20 parts per trillion of 2,3,7,8-TCDD? How much is 20 parts per trillion? What should be a source of reassurance for the public? The ability of science to identify minute traces of contamination has instead become a new source of public anxiety.

It is chemists who have done a poor job in educating the media and thus the public about the significance or insignificance of such numbers and findings. It is the responsibility of the chemists and chemical engineers to explain the benefits and risks of chemicals to the public. The general ignorance about chemicals and chemistry is appalling. The reality is that chemistry has contributed heavily to the quality of the life we enjoy. Life all around us has been improved — in food production, health, material goods, nutrition, and in the standard of living. It is time for chemists to start telling their fellow man the good news as well as the bad.

Dr. Cedar is a chemist with the Food Production and Inspection Branch, Agriculture Canada, Ottawa.

ferreux et le kérosène. À cette époque, les règlements et les protocoles des essais toxicologiques étaient simples. En règle générale, seules des études sur l'efficacité et la toxicité aiguë servaient à étayer les demandes d'homologation. S'il s'agissait d'un produit efficace, qui ne tuait pas l'utilisateur, son emploi était alors autorisé.

De nos jours, la réglementation et les tests exigés sont loin d'être simples. L'État canadien dispose d'un énorme appareil législatif dont une partie intéresse tout spécialement les pesticides. Le ministère de la Santé nationale et du Bien-être social du Canada légifère sur les teneurs en résidus de pesticide dans les aliments offerts à la consommation par l'homme.

Tous les pesticides employés au Canada sont réglementés et homologués conformément aux dispositions de la Loi sur les produits antiparasitaires dont l'application relève d'Agriculture Canada. Jusqu'en 1969, seuls les insecticides, les herbicides, les fongicides et les rodenticides devaient être soumis à l'homologation, mais avec la modification de la Loi et une nouvelle définition des parasites, le nombre de produits et de produits chimiques assujettis au règlement a été grandement étendu. Ce sont entre autres les désinfectants, les additifs pour peinture, les produits chimiques pour piscine, les germicides de l'industrie des pâtes et papier, les agents de conservation des matériaux et les fongicides industriels.

Actuellement par exemple, les étiquettes des nettoyants domestiques et des désinfectants Lysol portent leur numéro d'homologation. Agriculture Canada réglemente présentement l'incorporation de fongicides aux adhésifs, aux tapis, aux ciments, aux carburants pour moteur à réaction, au cuir, aux boues de forage, au papier, aux plastiques, au caoutchouc, aux savons, aux textiles et aux teintures pour bois. Un pesticide est utilisé dans la plupart, si ce n'est dans tous les systèmes de climatisation d'air pour assurer leur efficacité. L'encre de votre plume est probablement additionnée de fongicide pour prévenir sa détérioration. De plus, toutes les formulations d'encre renferment des marqueurs ou des traces de produits chimiques qui y sont ajoutés pour aider les organismes chargés de l'application des lois et de la perception de l'impôt sur le revenu à dater les signatures et les documents écrits.

Les fils d'un vêtement contiennent peut-être un insecticide ou un fongicide qui les rend plus durables. La plupart des biens de consommation ont été soit pulvérisés, soit traités ou mis en contact avec un produit chimique «antiparasitaire» à un certain stade de leur production. Tout comme l'ont été de nombreuses personnes.

Ce sont ces raisons qui expliquent que l'État réglemente l'usage des produits chimiques, que le volume des données exigées pour l'homologation des nouveaux produits ne cesse d'augmenter et que leurs coûts de production continuent à progresser. La fabrication d'un nouveau pesticide utilisé sur une culture comestible coûte aujourd'hui 20 millions de dollars, tandis que celle d'un nouveau médicament destiné aux humains peut commander 80 millions.

Durant les années '40, la profession de chimiste était tenue en grande estime et attirait bon nombre des étudiants les plus doués. Si on demandait à l'homme de la rue de l'époque à quoi il associait la chimie, il parlait avec optimisme des vitamines, des nouveaux médicaments, des plastiques et d'une «meilleure vie». Par contre, si on posait la même question à l'homme de la rue d'aujourd'hui, il répondrait sur un ton effaré, «le cancer» ou la «pollution», même si la recherche chimique a contribué à doubler notre espérance de vie durant le dernier siècle. Les hommes vivant jusqu'à un âge plus avancé, il est naturel qu'un plus grand nombre meurt du cancer.

Dans l'exercice de leur profession, les chimistes n'ont pas su informer les décisionnaires, le public et les médias de l'importance de 40 ans de produits chimiques dans notre vie. Les scientifiques ont tendance à élaborer un jargon qui leur est propre, incompréhensible au profane. Dans le secteur de l'éducation, les chimistes ont accordé une très grande attention à l'enseignement de leur science à d'éventuels futurs collègues, mais relativement peu à l'enseignement de cette science aux autres.

Ce manque de communication est à l'origine des difficultés qui prennent naissance dans le processus de prise de décision, à l'échelon gouvernemental et ailleurs, lorsque des fonctionnaires sont appelés à s'occuper de produits chimiques. Les décisionnaires ne sont habituellement pas des hommes de science, aussi ne possèdent-ils pas la compétence voulue pour porter un jugement sur des preuves scientifiques. La pratique actuellement est de recourir à des experts en science pour expliquer les travaux scientifiques. D'un autre côté, les scientifiques ne sont pas particulièrement compétents pour évaluer les répercussions sociales ou politiques d'un problème scientifique donné, sauf du point de vue de la science elle-même. À titre d'exemple de ces questions litigieuses, on peut citer l'interdiction de la mousse d'urée formaldéhyde pour l'isolation des maisons, ou encore, les conséquences futures des nouvelles découvertes du génie génétique ou de la chimie de l'ADN sur la société.

L'image négative des produits chimiques tient également au perfectionnement des instruments analytiques qui permettent aux scientifiques de déceler des teneurs de l'ordre de parties par milliard et de parties par billion. La découverte de faibles concentrations d'un produit chimique cancérigène ou polluant sera probablement signalée par les médias d'information. Le public ou un profane en chimie peuvent-ils juger exactement de ce que signifie l'absorption de poissons du lac Ontario renfermant 20 parties par billion de 2,3,7,8-TCDD? Que représentent 20 parties par billion? Comment rassurer le public? L'aptitude de la science à déceler des traces infimes de contaminants est au contraire à l'origine de nouvelles sources d'inquiétudes dans le public.

Ce sont les chimistes qui n'ont pas su faire comprendre aux médias, et par conséquent au public, la signification éventuelle de ces chiffres et de ces résultats. Les chimistes et les ingénieurs-chimistes ont la très grande responsabilité d'informer le public sur les avantages et les risques des produits chimiques. L'ignorance générale sur ces produits et sur la chimie est consternante. La réalité est que la chimie a contribué très largement au niveau de qualité de vie dont nous bénéficions aujourd'hui. Les conditions de vie tout autour de nous ont été améliorées, la production alimentaire, la santé, les biens matériels, la nutrition, le niveau de vie et les simples loisirs. Il est temps que les chimistes commencent à faire connaître à leurs semblables les bonnes nouvelles tout comme les mauvaises.

M. Cedar est chimiste; il est au service de la Direction générale de la production et de l'inspection des aliments d'Agriculture Canada, à Ottawa.

The economic benefits of publicly funded wheat research

R.P. Zentner[1]

In 1981-82, more than $350 million was spent on Canadian agricultural research activities. Of these expenditures approximately 90% involved financing from general revenue or public taxation. The principal justification for these public expenditures is the expectation that the research discoveries will produce a sustained stream of benefits to society greater than the opportunities foregone.

In recent years, some members of society have questioned the social value of these public investments and the efficiency with which the scarce resources are being allocated among the full array of investment opportunities. These concerns are being reflected through the strengthening of the requirements going into the conduct of agricultural research. Public research scientists and resource administrators are being held more accountable for the resources being used and for the social impacts of the technologies and information generated. This has created the need for more and better information on the nature, extent, and distribution of the social benefits and costs from such investments.

A recent study at the Agriculture Canada Research Station, Swift Current, Saskatchewan, provides some interesting information on these aspects. The study estimated and examined the social benefits and costs, and the rates of return to investment in public wheat research and development activities in Canada. The study also examined the equity or distributional aspects of public wheat research benefits. It encompasses the period 1949-79. Wheat includes spring wheat, winter wheat, and durum.

The results revealed that society has benefited substantially from public investment in wheat research (Table 1). The annual level of social benefits during the period averaged $133 million, but ranged from $23 million in 1956 to

Better lodging resistance and early maturity puts money into producers' pockets, justifying research costs.

Des recherches ont permis une meilleure résistance à la verse et une maturation hâtive des plants, ce qui justifie leur coût car ces deux facteurs ont un effet direct sur le revenu des producteurs.

[1] *Taken from Zentner, R.P., An Economic Evaluation of Public Wheat Research Expenditures in Canada, unpublished Ph.D. Thesis, University of Minnesota, St. Paul, Minnesota, 1982.*

Les avantages économiques de la recherche sur le blé financée par la collectivité

R.P. Zentner[1]

On a dépensé plus de 350 millions de dollars pour la recherche agricole au Canada en 1981-1982. Environ 90% de cette somme provenaient d'impôts généraux ou de taxes. La principale justification de ces dépenses publiques est la perspective de résultats produisant un flux continu d'avantages collectifs supérieurs à ceux qu'on retirait auparavant, sans recherches.

Ces dernières années, certains groupes ont émis des doutes sur l'apport collectif de ces investissements publics et sur l'efficacité de l'attribution des maigres ressources quant aux divers investissements possibles. Ces préoccupations ont eu pour conséquence une plus grande rigueur dans la conduite de la recherche agricole. On rend les chercheurs et les administrateurs publics davantage responsables de ressources utilisées et des incidences sur les membres de la société de la technologie et de l'information découlant de la recherche. Il est ainsi devenu nécessaire de mieux connaître la nature, l'étendue et la répartition des coûts et avantages collectifs de ces investissements.

Une étude faite récemment à la Station de recherche de Swift Current, en Saskatchewan fournit des renseignements intéressants sur ces aspects du problème. L'étude était consacrée à l'estimation et à l'examen des coûts et avantages collectifs et des taux de rendement des investissements dans les projets publics de recherche et de développement sur le blé au Canada. L'étude a aussi porté sur la distribution des avantages engendrés par la recherche et sur l'équité de cette distribution. La période étudiée s'étend de 1949 à 1979. Les recherches concernaient le blé de printemps, le blé d'hiver et le blé dur.

Les résultats ont montré que la société avait substantiellement bénéficié des investissements publics dans la recherche sur le blé (Tableau 1). Le niveau annuel moyen des avantages collectifs a été de 133 millions de dol-

Farmsteads like this near Myrtle Manitoba are possible when research dollars go towards improved grain production.

Des exploitations de ce genre, près de Myrtle (Man.), sont possibles grâce aux fruits de la recherche sur l'amélioration de la production de céréales.

[1] *Tiré de Zentner, R.P. 1982.* An Economic Evaluation of Public Wheat Research Expenditures in Canada. *Thèse de doctorat inédite, Université du Minnesota, St. Paul, Minnesota.*

Table 1. Estimates of social benefits from public wheat research, and public wheat research and extension expenditures (millions of 1971 dollars), 1949-79

Year	Social benefits[1]	Wheat research expenditures	Wheat research expenditures
1949	—	5.057	2.199
1950	—	5.468	2.214
1951	—	5.505	2.288
1952	—	5.939	2.485
1953	—	5.751	2.591
1954	—	6.061	2.557
1955	—	6.160	2.574
1956	22.62	5.954	2.536
1957	49.12	6.059	2.361
1958	49.25	5.878	2.181
1959	64.73	5.551	2.136
1960	79.07	5.513	2.206
1961	104.21	5.564	2.247
1962	97.34	5.873	2.400
1963	144.62	5.888	2.645
1964	101.24	6.434	2.848
1965	127.04	6.976	2.879
1966	90.63	7.286	3.031
1967	56.15	7.175	3.216
1968	44.57	7.932	3.332
1969	56.71	7.628	2.994
1970	74.75	7.819	3.116
1971	104.07	8.026	3.080
1972	187.53	8.394	3.436
1973	360.83	8.326	3.872
1974	277.96	8.144	4.825
1975	294.02	8.353	5.432
1976	214.25	9.130	5.614
1977	239.65	9.333	5.733
1978	259.69	9.138	5.685
1979	328.95	9.247	5.695

[1] *The first year selected in which social benefits were calculated to facilitate a research lag of 7 years when computing the social rate of return was 1956.*

$361 million in 1973 (measured in 1971 dollars). The high annual variation in the level of social benefits is attributable to changes in weather conditions and marketing opportunities for wheat and other grains. Generally, in each year the level of social benefits far exceeded the level of social costs, that is, wheat research and extension expenditures (Table 1).[2] The average internal rate of return, assuming a research lag of 7 years and using the level of wheat research expenditures as the measure of social costs, was 39%. This implies that each dollar of public funds invested in wheat research activities has produced an average annual return of 39% ($0.39 annually) from the date of initial investment. The effect of using the combined wheat research and extension expenditures as the measure of the social costs was to lower the average internal rate of return about five percentage points.

Analyses of the distribution of the social benefits from public wheat research revealed that they were shared by producers and consumers. Wheat producers received an average of 65% of the total social benefits, while consumers (that is, non-wheat producers) enjoyed the remaining 35%. The proportion of social benefits going to producers varied from 38-80% (with consumers receiving the remainder), depending on the nature of the wheat supply and demand assumptions being considered.

Producers' benefits from public wheat research are in reduced production costs and increased wheat marketings (although they receive a lower price for their product). Of the benefits going to producers, the majority is likely captured by landowners because of the relatively fixed land supply which is reflected in rising prices for farmland. Similarly, consumers benefit from the larger quantities of wheat and wheat products available at lower prices. Most of the direct benefits going to consumers, however, are passed along to foreign consumers, since nearly 75% of Canadian annual wheat production is exported. Nevertheless, Canadian consumers and producers benefit indirectly, at least to the same extent, since the increased foreign exchange earnings allow them to purchase foreign goods and services at lower domestic prices.

In view of the 10-20% rate of return that would be considered acceptable for most ordinary investments, the study concludes that past investment in public wheat research has produced a high return for society. Furthermore, some results of the study (data not shown) provide evidence that society may be underinvesting in agricultural research. Finally, with regard to the distribution of the social benefits from public wheat research activities, the results suggest that both producers and consumers should continue to contribute to the research investment costs. However, since producers (most likely landowners) receive the greatest share, an examination of the relative research contributions of each group should be undertaken to determine whether some realignment may be warranted.

Dr. Zentner is an economist at the Agriculture Canada Research Station, Swift Current, Saskatchewan.

[2] *Since research is an investment activity that incurs costs and (sometimes) produces a stream of benefits over time, the most appropriate means of comparing the streams of costs and benefits is to compute an average internal rate of return. The internal rate of return is the rate of interest that an investment actually earns. It is defined as the rate of interest that makes the discounted (or compounded) costs and benefits equal at some specified time.*

Tableau 1. Estimation des avantages collectifs provenant de la recherche publique et des dépenses de recherche et de vulgarisation sur le blé (millions de dollars de 1971), entre 1949 et 1979.

Année	Avantages collectifs[1]	Dépenses de recherche	Dépenses de vulgarisation
1949	—	5,057	2,199
1950	—	5,468	2,214
1951	—	5,505	2,288
1952	—	5,939	2,485
1953	—	5,751	2,591
1954	—	6,061	2,557
1955	—	6,160	2,574
1956	22,62	5,954	2,536
1957	49,12	6,059	2,361
1958	49,25	5,878	2,181
1959	64,73	5,551	2,136
1960	79,07	5,513	2,206
1961	104,21	5,564	2,247
1962	97,34	5,873	2,400
1963	144,62	5,888	2,645
1964	101,24	6,434	2,848
1965	127,04	6,976	2,879
1966	90,63	7,286	3,031
1967	56,15	7,175	3,216
1968	44,57	7,932	3,332
1969	56,71	7,628	2,994
1970	74,75	7,819	3,116
1971	104,07	8,026	3,080
1972	187,53	8,394	3,436
1973	360,83	8,326	3,872
1974	277,96	8,144	4,825
1975	294,02	8,353	5,432
1976	214,25	9,130	5,614
1977	239,65	9,333	5,733
1978	259,69	9,138	5,685
1979	328,95	9,247	5,695

[1] On a choisi 1956 comme première année pour le calcul des avantages collectifs afin de ménager un délai de 7 ans pour le calcul du taux de rendement social.

lars, la gamme des variations s'étendant de 23 millions de dollars en 1956 à 361 millions de dollars en 1973 (dollars de 1971). La grande variation annuelle peut être attribuée aux changements des conditions météorologiques et aux fluctuations du marché du blé et des autres céréales. En règle générale, chaque année, le niveau des avantages a largement dépassé le niveau des coûts (c'est-à-dire, coûts de la recherche et de la vulgarisation) (Tableau 1)[2]. Le taux de rendement interne moyen, en comptant un délai de 7 ans et en utilisant le niveau de dépense pour la recherche sur le blé comme mesure des coûts, a été de 39%. Cela signifie que chaque dollar investi par la collectivité dans la recherche sur le blé a rapporté annuellement, en moyenne, $0.39 depuis la date du premier investissement. Si l'on utilise les dépenses combinées de recherche et de vulgarisation comme mesure des coûts collectifs, le taux de rendement interne moyen est inférieur d'environ 5%.

Les analyses de la distribution des avantages collectifs provenant de la recherche ont révélé que ceux-ci se répartissaient entre les producteurs et les consommateurs. Les producteurs de blé ont reçu en moyenne 65% des avantages collectifs totaux, alors que les consommateurs (c'est-à-dire tous ceux qui ne produisent pas de blé) ont reçu les autres 35%. La proportion allant aux producteurs a oscillé entre 38 et 80% (les consommateurs recevant le reste) suivant la nature des hypothèses concernant l'offre et la demande de blé.

Les producteurs bénéficient de la recherche publique à cause des coûts réduits de la production et des plus grandes possibilités de commercialisation du blé (bien qu'ils vendent leurs produits moins cher). En ce qui concerne les avantages allant aux producteurs, la plus grande part profite sans doute aux propriétaires fonciers en raison de la stabilité relative des superficies cultivables et cette situation se reflète dans les prix croissants des terres. De leur côté, les consommateurs profitent de la recherche car de plus grandes quantités de blé et de produits dérivés du blé sont mises sur le marché, à meilleurs prix. Bien sûr, ce sont surtout les consommateurs étrangers qui bénéficient directement de la recherche puisque presque 75% de la production annuelle canadienne de blé est exportée. Néanmoins, les consommateurs et les producteurs canadiens reçoivent des avantages indirects, du moins dans la même mesure, car l'augmentation des revenus associée aux échanges internationaux leur permet d'acheter des biens et des services étrangers à des prix domestiques inférieurs.

Pour la plupart des investissements ordinaires, un taux de rendement de 10 à 20% est considéré comme acceptable; l'étude conclut donc que la société a retiré des intérêts élevés des sommes qu'elle a investies dans la recherche sur le blé. De plus, certains résultats de l'étude (données non fournies) révèlent que, dans l'ensemble, la société n'investit peut-être pas assez dans la recherche agricole. Finalement, en ce qui concerne la distribution des avantages collectifs engendrés pas les recherches, les résultats montrent que les producteurs et les consommateurs doivent continuer de contribuer ensemble aux investissements. Cependant, étant donné que les producteurs (et plus probablement les propriétaires) en reçoivent la plus grande part, il faudrait entreprendre une étude sur les contributions relatives de chaque groupe, afin de déterminer si un réalignement est nécessaire.

M. Zentner est économiste à la Station de recherche d'Agriculture Canada, à Swift Current (Sask.).

[2] La recherche étant un investissement qui suppose des frais et qui (quelquefois) produit des avantages pendant une période assez longue, la meilleure façon de comparer les coûts et les avantages consiste à calculer un taux de rendement interne moyen. Ce taux correspond au taux d'intérêt qu'un investissement rapporte présentement. Il est défini comme le taux d'intérêt qui permet d'égaliser, à un certain moment, les coûts et les avantages actualisés (ou composés).

Assessing field crop production potentials

R.B. Stewart and J. Dumanski

Agriculture Canada recently began a project to assess the non-irrigated production potential of various crops in Canada. Five crops were initially involved in the study — spring wheat, corn, soybean, potatoes, and phaseolus beans — but it has since been expanded to include barley, oats, rapeseed, sorghum, and sunflower. The project is a contribution to a study begun by the FAO in 1976 investigating potential global land use by agro-ecological zone. Its objective is to obtain a first approximation of the production potential of available land resources to provide the physical data base necessary for future agriculture development.

Procedures involved in estimating the non-irrigated crop production potential were adapted from those developed by the FAO (1978). The estimation process involves: (1) making an inventory of the existing land resource for each region according to climate and soil, (2) comparing the climatic requirements for each crop with the existing climatic resources and estimating the constraint free potential yields, (3) evaluating yield reducing factors related to soil moisture stress and fall harvest workability, (4) assessing the soil suitability of individual areas for each crop, and (5) combining the climatic suitability with the soil suitability assessments to evaluate the overall land suitability for the production of each crop.

The assessment procedures began with the development of a large integrated data base consisting of soil, climate, and agricultural land use information. Soil information included the dominant and subdominant soil subgroups, soil phase, physiography, elevation, land use, and agriculture capability. Climatic data involved temperature, precipitation, vapor pressure, windspeed, and incoming global solar radiation. Various growing season climatic indices were derived from these: dates for the beginning and end

Soil mapping is important for assessing crop production potential.

Évaluation des capacités de production agricole au Canada

Il est important de faire un relevé des sols afin d'évaluer le potentiel de production des cultures.

R.B. Stewart et J. Dumanski

Agriculture Canada a récemment entrepris un projet visant à évaluer la capacité canadienne de production, sur des terres non irriguées, pour différentes cultures. Au début, l'étude portait sur cinq cultures (blé de printemps, maïs, soja, pomme de terre et haricots) mais elle a ensuite été étendue à l'orge, l'avoine, le colza, le sorgho et le tournesol. Le projet est une contribution à une étude commencée par la FAO en 1976 et portant sur les utilisations globales possibles des terres par zones agro-écologiques. Le but est d'obtenir une première approximation de la capacité de production des terres disponibles afin de disposer de la base de données physiques nécessaire à la mise en valeur agricole.

Les méthodes d'évaluation des capacités de production sur les terres non irriguées sont des adaptations des méthodes mises au point par la FAO. L'évaluation comprend essentiellement: 1° l'établissement de l'inventaire des terres existantes dans chaque région définie en fonction du climat et des sols; 2° la comparaison des conditions climatiques requises par chaque culture avec les conditions climatiques existantes et une évaluation des rendements possibles, en l'absence de contrainte; 3° l'évaluation des facteurs de réduction liés à l'humidité du sol et aux possibilités d'une récolte d'automne; 4° l'évaluation de la mesure dans laquelle les sols des différentes zones conviennent à chaque culture, et finalement 5° la combinaison des évaluations relatives au climat et au sol afin de déterminer globalement dans quelle mesure les terres conviennent à chaque culture.

L'évaluation a commencé par l'établissement d'une grande banque de données relatives aux sols, au climat et à l'utilisation des terres agricoles. Les données sur les sols comprennent les sous-groupes dominants et sous-dominants, les phases de sol, la physiographie, l'élévation, l'utilisation des terres et la capacité agricole. Les données climatiques comprennent la tem-

of the growing season, degree days, corn heat units, actual and potential evapotransportation, and growing season moisture deficits. The soil map unit, which represents an area of homogeneous soil properties, as described in the Soil Map of Canada (Clayton *et al.* 1977) was used as the base for geographically locating all data. All data were computerized and put into the Canada Soil Information System (CANSIS). These data provided the basic input for the modeling procedures used to determine various yield estimates.

Potential net biomass and dry matter yield values for each crop were derived using a photosynthesis model which calculates crop photosynthesis response to temperature and radiation averaged over a growing season. Anticipated yields were derived from these values through inclusion of yield reducing factors related to moisture stress, workability, and soil limitations (Stewart 1981).

Results of the yield computations were then incorporated into a quantitative land suitability assessment for each crop. Anticipated yield for each soil map unit was compared with the maximum potential yield derived for that crop in the country. On this basis each map unit was classified into one of six generalized suitability classes for each crop (Figure 1).

Yield potentials in Canada were expressed in the form of production suitability maps for each crop. Tables giving the amounts of land in the various suitability classes relative to climate, soil, and growing season length were also prepared (Dumanski and Stewart 1981). Figure 1 illustrates the suitability assessment results for the non-irrigated production potential for spring wheat. Figure 2 shows the results for corn. Areas with the highest suitability in relation to the maximum potential, as well as the comparative potential for all other areas where the crop can be grown are outlined. The assignment of a suitability class to a specific area does not imply that the entire area will support production of that crop. It means only that the best soils in the area have yield potentials in the range indicated by the suitability classification.

Inherent in the land suitability classes are the assumptions that constraint-free yields are approximately equivalent to maximum attainable (genetic potential) yields, and that these can be achieved under ideal conditions of soil, climate, and management somewhere in the country. A high standard of agronomic practices using a mechanized system of agriculture is assumed. Fertilizer applications are timely and according to recommendations; weeds, pests, and diseases are adequately controlled; and soil quality is not allowed to deteriorate. Economic and other non-environmental factors in crop production are not considered in the classification. For example, no inference is made to crop quality; only the genetic yield potential is considered.

Commercial agriculture is considered to be generally viable in all areas classed as marginally suitable or better. The unsuited class, with yield levels of less than 20% of maximum potential, correlated well with traditional cropping patterns, where practical experience indicates these areas to be unsuitable. Occasionally, satisfactory yields can be obtained from such areas but the risk of crop failure is very high.

Figures 1 and 2 show that the area suitable for growing wheat is considerably greater than that for corn (63.5 mil. ha versus 10.75 mil. ha). For both crops the yield potential is greatest in southern Ontario. For spring wheat production, little land (less than one-half of 1%) has the capability of producing at the 80-100% level which is approximately 5 t/ha; only 15% of suitable land will produce in the 60-80% range. For corn, no area within Canada was found to be capable of producing 80% or more of the maximum potential (approximately 10 t/ha) on a sustained basis, and only 16% will yield in the range of 60-80% of the maximum.

Good drainage raises production levels.

Un bon drainage augmente la production.

pérature, les précipitations, la pression de vapeur, la vitesse du vent et le rayonnement solaire global. De ces données, on déduit divers paramètres climatiques relatifs à la saison de croissance: début et fin de la saison, degrés-jours, unités thermiques du maïs, évapotranspiration réelle et potentielle, et déficit en humidité pendant la saison de croissance. L'unité cartographique de sol, qui représente une zone où le sol a des propriétés homogènes, comme on l'a défini dans la Carte des sols du Canada (Clayton et autres, 1977) a servi de base pour la localisation géographique de toutes les données. Toutes les données ont été introduites dans le système informatisé de données sur les sols (CANSIS). Elles ont été utilisées comme données d'entrée dans les programmes de modélisation qui ont servi à évaluer les divers rendements.

Les valeurs possibles du rendement net en biomasse et en matière sèche, pour chaque culture, ont été obtenues à partir d'un modèle de photosynthèse qui calcule la réponse photosynthétique de la culture en fonction de conditions moyennes de température et de rayonnement pour la durée de la saison de croissance. Des prévisions de rendement ont été obtenues en introduisant dans ces valeurs des facteurs de réduction liés au manque d'humidité, aux possibilités de récolte et aux limites imposées par la qualité du sol (Stewart, 1981).

Les résultats des calculs de rendement ont ensuite été intégrés dans une évaluation quantitative de la mesure dans laquelle la terre convient à chaque culture. On a comparé le rendement prévu pour chaque unité cartographique de sol au rendement maximal possible calculé pour cette culture dans le pays. On a ainsi défini six classes générales d'aptitude, pour chaque culture, chaque unité cartographique de sol se rangeant dans l'une ou l'autre de ces classes (Figure 1).

On a représenté les capacités de rendement au Canada sous la forme de cartes d'aptitude à la production, pour chaque culture. On a aussi dressé des tableaux donnant les superficies dans les diverses classes d'aptitude en fonction du climat, du sol et de la longueur de la saison de croissance (Dumanski et Stewart, 1981). La Figure 1 illustre les résultats de l'évaluation de l'aptitude à la production de blé de printemps, sans irrigation. La Figure 2 donne les résultats pour le maïs. On a délimité les régions presentant l'aptitude maximale et on a indiqué le potentiel relatif de toutes les autres régions où la culture peut se faire. On comprendra, à l'examen des cartes, que le classement d'une zone particulière dans une certaine classe n'implique pas que toute la zone convient à la culture en question. Cela signifie seulement que les meilleurs sols dans cette zone ont des capacités de rendement correspondant à la gamme indiquée par la classification.

La définition des classes d'aptitude est basée sur les hypothèses que les rendements sans contrainte sont à peu près équivalents au rendement maximal possible (potentiel génétique) et que ces rendements peuvent être atteints dans des conditions idéales de sol, de climat et de gestion, quelque part au pays. On suppose aussi une agriculture mécanisée et des pratiques agronomiques de pointe. Les engrais sont appliqués selon un calendrier défini, suivant les recommandations; les mauvaises herbes, les animaux nuisibles et les maladies sont combattus adéquatement, et l'on maintient la qualité des sols. Dans la classification, on ne tient pas compte des facteurs économiques et d'autres facteurs non environnementaux. Par exemple, on n'envisage pas la qualité de la production, seul le rendement génétique possible est considéré.

En règle générale, l'agriculture commerciale est considérée viable dans toutes les zones classées acceptables ou et mieux. Les zones inappropriées, avec des rendements inférieurs à 20% du rendement maximal possible, correspondent assez bien aux terres délaissées par les cultivateurs, qui, à l'expérience, savent que celles-ci sont impropres. On peut, à l'occasion, avoir des rendements satisfaisants dans ces zones, mais les risques d'échec sont très élevés.

Une comparaison des figures 1 et 2 montre clairement que la superficie des terres convenant à la culture du blé est beaucoup plus grande que celle des terres convenant à la culture du maïs (63,5 millions d'hectares contre 10,75 millions). Pour les deux cultures, c'est dans le Sud de l'Ontario que le potentiel est le plus grand. En ce qui concerne le blé de printemps, très peu de terres (moins de 0,5%) ont une capacité de rendement de 80 à 100% (ce qui corrrespond à environ 5 t/ha) et seulement 15% des terres convenant à la culture du blé auront des rendements de 60 à 80%. Pour le maïs, aucune région au Canada n'est capable de fournir 80% ou plus du rendement maximal possible (environ 10 t/ha) de façon soutenue, et seulement 16% produiront entre 60 et 80% du rendement maximal possible. Ces données semblent indiquer que les ressources canadiennes en matière de terres agricoles ne sont pas aussi bonnes que beaucoup le croient.

On a évalué les capacités de production pour le Québec, l'Ontario, le Manitoba, la Saskatchewan et l'Alberta. Ensemble, ces provinces fournissent presque 100% de la production de blé de printemps et de maïs (Statistique Canada, 1977). Pour obtenir les estimations, on a intégré les limites des unités cartographiques de sol aux limites de la province et l'on a incrémenté les rendements et les zones convenant à chaque culture, pour toutes les unités comprises dans la province. Les résultats sont indiqués au Tableau 1.

Les valeurs de la production prévue, au Tableau 1, supposent que toutes les terres convenant à la culture en question sont cultivées chaque année, que

New production potential- breaking in the Peace River country.

Bon potentiel de production dans la région de Peace River.

Figure 1

SPRING WHEAT

BLÉ DE PRINTEMPS

0 100 200 400 600

km

GENERALIZED SUITABILITY FOR RAINFED PRODUCTION

Suitability Class		Percent of Maximum Potential Yield
1	Very suitable	80 - 100
2	Suitable	60 - 79
3	Moderately suitable	40 - 59
4	Marginally suitable	20 - 39
5	Not suitable	0 - 19
6	No potential	0

APTITUDE GÉNÉRALE À LA PRODUCTION SANS IRRIGATION

Suitability Class		Pourcentage du rendement maximal possible
1	Très bon	80 - 100
2	Bon	60 - 79
3	Moyen	40 - 59
4	Marginal	20 - 39
5	Mauvais	0 - 19
6	Aucun potentiel	0

Cartographic compilation and drafting by the Land Resource Research Institute, Research Branch, Agriculture Canada, 1980.

Compilation et cartographie réalisées par l'Institut de recherches sur les terres, Direction générale de la recherche, Agriculture Canada, 1980.

These figures suggest that Canada may not be as well endowed with suitable agricultural land resources as many would like to think.

Provincial estimates of production potential were made for Quebec, Ontario, Manitoba, Saskatchewan, and Alberta. These provinces account for almost 100% of Canada's spring wheat and corn production (Statistics Canada 1977). Estimates were compiled by integrating the map unit boundaries with provincial boundaries and incrementing the yields and areas suitable for each crop for all map units within the provincial boundaries (Table 1).

The anticipated production values in Table 1 assume that all lands suited for each crop are used for that crop each year; that optimal management is practiced; that crop losses due to pests, diseases, and harvesting are minimal; and that weather conditions in any one year approximate the 30-year normal climate. Since none of these assumptions is valid, corrections must be applied where possible. Unfortunately, the procedure cannot account for varying management, crop losses, or weather at this time. However, adjustments can be made for the amount of land used for each crop, since in Canada only one crop can be obtained from a given area in any one year. (Climatic conditions preclude double cropping on a commercial scale.) Thus the production values in Table 1 can be adjusted by comparing them with current crop distribution patterns (Table 2).

A casual comparison of the values in Tables 1 and 2 would indicate vast, untapped potentials. This, however, would be erroneous. As shown in Table 3, anticipated production values are corrected for the proportion of field crop area now used for that crop (Statistics Canada 1977). This is done on the assumption that current crop distribution patterns are a reasonable approximation of crop substitution due to comparative economic advantage and environmental crop adaptability. On this basis, anticipated Canadian production of spring wheat would be approximately 31 mil. t and grain corn 6 mil. t. A large residual potential exists for spring wheat in the Prairie Provinces, but apart from southern Manitoba, minimal additional poten-

Figure 2

CORN

MAÏS

GENERALIZED SUITABILITY FOR RAINFED PRODUCTION

Suitability Class		Percent of Maximum Potential Yield
1	Very suitable	80 - 100
2	Suitable	60 - 79
3	Moderately suitable	40 - 59
4	Marginally suitable	20 - 39
5	Not suitable	0 - 19
6	No potential	0

APTITUDE GÉNÉRALE À LA PRODUCTION SANS IRRIGATION

Suitability Class		Pourcentage du rendement maximal possible
1	Très bon	80 - 100
2	Bon	60 - 79
3	Moyen	40 - 59
4	Marginal	20 - 39
5	Mauvais	0 - 19
6	Aucun potentiel	0

Cartographic compilation and drafting by the Land Resource Research Institute, Research Branch, Agriculture Canada, 1980.

Compilation et cartographie réalisées par l'Institut de recherches sur les terres, Direction générale de la recherche, Agriculture Canada, 1980.

des techniques d'aménagement optimales sont utilisées, que les pertes dues aux animaux nuisibles, aux maladies et aux techniques de moisson sont minimales, et que les conditions météorologiques de n'importe quelle année sont proches des conditions normales définies sur 30 ans. Aucune de ces hypothèses n'étant valide, il faut apporter des corrections là où c'est possible. Malheureusement, on ne peut tenir compte, à l'heure actuelle, d'une variation des techniques de gestion, des pertes, ou des conditions météorologiques. Cependant, on peut apporter des corrections à la superficie utilisée pour chaque culture en considérant qu'au Canada, pour n'importe quelle année, une région donnée ne produira qu'une récolte; (les conditions climatiques empêchent la double récolte à l'échelle commerciale). On peut donc corriger les valeurs de production du Tableau 1 en comparant avec les schémas actuels de distribution des récoltes (Tableau 2).

Une comparaison rapide des Tableaux 1 et 2 pourrait laisser croire qu'il existe un grand potentiel non encore exploité. Le Tableau 3 montre que cette conclusion serait une erreur. Au Tableau 3, les valeurs de production prévues sont corrigées en fonction de la superficie actuellement utilisée pour la culture en question (Statistique Canada, 1977). Pour ce faire, on se base sur l'hypothèse que les schémas actuels de distribution des récoltes sont une approximation raisonnable des nouveaux schémas car les avantages économiques et l'adaptabilité environnementale sont comparables. Avec cette hypothèse, on prévoit une production canadienne d'environ 31 Mt pour le blé de printemps et d'environ 6 Mt pour le maïs. Un grand potentiel reste inexploité pour le blé de printemps dans les trois provinces des Prairies mais, sauf dans le Sud du Manitoba, le potentiel inexploité pour la production de maïs, sans irrigation, est minime. De la même façon, l'Ontario a encore un grand potentiel inexploité pour le maïs, mais pas pour le blé d'été. Les résultats montrent que le potentiel inexploité du Québec est minime pour les deux cultures.

Les conclusions précédentes semblent supposer que les schémas actuels des récoltes seront conservés, ce qui ne

Table 1. Estimated total area of land (millions of hectares) suited for each crop,[1] and estimated anticipated production (millions of tonnes)[2]

	Spring Wheat		Corn	
	Area	Anticipated production	Area	Anticipated production
Quebec	3.6	13.0	1.1	5.2
Ontario	8.7	34.9	6.0	32.5
Manitoba	6.3	22.8	1.8	8.0
Saskatchewan	19.8	44.9	—	—
Alberta	16.2	32.3	—	—
Total	55.8	147.9	8.9	45.7

[1] This includes all areas classed as marginally suited and better.

[2] Anticipated production is the sum of anticipated yield for each map unit multiplied by the area of suited land in each unit, and incremented provincially.

Table 2. Crops on census farms, 1976 (millions of hectares) and mean annual production 1974-76 inclusive (millions of tonnes)

	Wheat				Corn	
	Area		Production			
	Spring wheat	Total wheat	Spring wheat	Total wheat	Area	Production
Quebec	0.03	0.03	—[1]	0.06	0.06	0.29
Ontario	0.01	0.21	0.01	0.60	0.64	2.97
Manitoba	1.45	1.54	2.16	2.16[2]	0.01	0.02
Saskatchewan	5.97	7.16	11.15	11.15[2]	0.01	—
Alberta	1.99	2.24	3.77	3.77	0.01	—
Total	9.45	11.18	17.09	17.74	0.72	3.28

[1] Values for spring wheat are not available for Quebec.

[2] Only minimal amounts of other wheats are produced in these provinces.

[3] Produced mostly under irrigation.

Table 3. Mean proportion of field crop area used, 1974-76 inclusive (percent), and corresponding anticipated production (millions of tonnes)

	Spring wheat		Corn	
	Area	Anticipated production	Area	Anticipated production
Quebec	0.7	0.09	3.7	0.19
Ontario	0.1	0.04	18.4	5.98
Manitoba	35.9	6.72	0.1	0.01
Saskatchewan	61.5	17.21[1]	—	—
Alberta	27.4	6.89[1]	—	—
Total	—	30.95	—	6.18

[1] Spring wheat values have been adjusted for summer fallow on the following basis: Manitoba 17.9%, Saskatchewan 38.0%, and Alberta 22.1%.

tial exists for non-irrigated corn. Similarly, a considerable residual potential exists in Ontario for corn, but not spring wheat. Quebec, on the basis of these calculations, has minimal residual potential for both crops.

Our conclusions reflect the assumption that current cropping patterns will remain, but this need not be the case. The data in Table 1 and Figures 1 and 2 indicate areas where crop expansion could occur. However, since almost all easily tillable land is in production, the expansion of one crop will mean a corresponding reduction in area for other crops (or land use). For example, spring wheat production capability in the Prairie Provinces has been estimated at approximately 50 mil. t a year (Acton *et al.* 1980). This can be achieved by reducing summer fallow and restricting the area allowed for other crops. Similar scenarios could be developed for other crops.

Information provided by production potential studies such as that carried out by the FAO and the current study underway in Canada are of fundamental importance at both the national and international levels. Information of this sort is required on a continuing basis for several planning activities, including agricultural development agreements, market and transportation planning, agricultural research planning and evaluation, and food policy development. This type of information is also required as the basis for more advanced studies, such as the development of production potential indices for discrete, natural soil regions and the development of land budgets for individual crops in relation to market possibilities, Ultimately, it forms an essential ingredient to the planning for orderly development and optimal use of our limited land resources for crop production. The current study, although far from complete, provides a major step in this direction.

References

Acton, D.F., Dumanski, J., and Stewart, R.B. "Land Resources for the Prairie Provinces for Wheat Production." In *Prairie Production Symposium*, sponsored by the Canadian Wheat Board Advisory Committee. Saskatoon, Saskatchewan: the Canadian Wheat Board, 1980.

Clayton, J.S., Ehrlich, W.A., Cann, D.B., Day, J.H., and Marshall, I.B. *Soils of Canada. Vols. 1 and 2.* Ottawa: Research Branch, Agriculture Canada, 1977.

Dumanski, J. and Stewart, R.B. *Crop Production Potentials for Land Evaluation in Canada.* Ottawa: Land Resources Research Institute, Agriculture Canada, 1981.

FAO. *Report on the Agro-Ecological Zones Project, Volume 1, Methodology and Results for African World Soil Resources.* Report No. 48. Rome: FAO, 1978.

Statistics Canada. *Quarterly Bulletin on Agricultural Statistics.* Catalogue No. 21-603. Ottawa: Statistics Canada, 1977.

Stewart, R.B. *Modelling Methodology for Assessing Crop Production Potentials in Canada.* Technical Bulletin 96. Ottawa: Land Resources Research Institute, Agriculture Canada, 1981.

Dr. Stewart is an agrometeorologist with the Crop Production Division, Regional Development Branch, Agriculture Canada. Dr. Dumanski is a soil specialist with the Land Use and Evaluation Section, Land Resources Research Institute, Agriculture Canada.

Tableau 1. Estimations de la superficie totale (millions d'hectares) des terres convenant à chaque culture[1], et de la production prévue[2] (millions de tonnes).

	Blé de printemps		Maïs	
	Superficie	Production prévue	Superficie	Production prévue
Québec	3,6	13,0	1,1	5,2
Ontario	8,7	34,9	6,0	32,5
Manitoba	6,3	22,8	1,8	8,0
Saskatchewan	19,8	44,9	—	—
Alberta	16,2	32,3	—	—
Totaux	55,8	147,9	8,9	45,7

[1] Ces chiffres incluent toutes les surfaces classées acceptables et mieux.

[2] La production prévue est la somme des rendements prévus pour chaque unité cartographique de sol multipliée par la superficie des terres convenant à la culture dans chaque unité, et incrémentée sur une base provinciale.

Tableau 2. Récolte dans les fermes recensées, en 1976 (millions d'hectares) et production annuelle moyenne, de 1974 à 1976 inclusivement (millions de tonnes).

	Blé				Maïs	
	Superficie		Production			
	Blé de printemps	Blé total	Blé de printemps	Blé total	Superficie	Production
Québec	0,03	0,03	— [1]	0,06	0,06	0,29
Ontario	0,01	0,21	0,01	0,60	0,64	2,97
Manitoba	1,45	1,54	2,16	2,16[2]	0,01	0,02
Saskatchewan	5,97	7,16	11,15	11,15[2]	0,01	—
Alberta	1,99	2,24	3,77	3,77	0,01	—
Totaux	9,45	11,18	17,09	17,74	0,72	3,28

[1] Les valeurs pour le blé de printemps ne sont pas disponibles pour le Québec.

[2] Les quantités des autres sortes de blé produites dans ces provinces sont minimes.

[3] La majeure partie est produite avec irrigation.

Tableau 3. Proportion moyenne des superficies utilisées de 1974 à 1976 inclusivement (pourcentage) et productions prévues correspondantes (millions de tonnes).

	Blé de printemps		Maïs	
	%	Production prévue	%	Production prévue
Québec	0,7	0,09	3,7	0,19
Ontario	0,1	0,04	18,4	5,98
Manitoba	35,9	6,72	0,1	0,01
Saskatchewan	61,5	17,21[1]	—	—
Alberta	27,4	6,89[1]	—	—
Totaux	—	30,95	—	6,18

[1] Pour le blé de printemps, on a tenu compte de la jachère en corrigeant les valeurs de la façon suivante: Manitoba 17,9%, Saskatchewan 38,0%, Alberta 22,1%.

doit pas forcément être le cas. Les données du Tableau 1 et les Figures 1 et 2 indiquent les régions où une expansion des cultures est possible. Cependant, les terres facilement cultivables étant presque toutes utilisées pour la production, l'expansion d'un type de récolte signifie une réduction correspondante de la superficie utilisée pour les autres types ou à d'autres fins. Par exemple, la capacité de production de blé de printemps des provinces des Prairies a été estimée à environ 50 Mt par an (Acton et autres, 1980). On peut atteindre cette production en réduisant la jachère d'été et les surfaces utilisées pour d'autres cultures. On pourrait procéder de même pour les autres cultures.

Les renseignements obtenus à partir des études de capacité de production telles que celles menées par la FAO et l'étude en cours au Canada sont d'une importance capitale tant au niveau national qu'au niveau international. Ce type de renseignements est nécessaire, sur une base continue, à la planification, qu'il s'agisse des accords sur la mise en valeur agricole, et de la planification des marchés et des transports, de la planification et de l'évaluation de la recherche agricole, et de l'établissement d'une politique de l'alimentation. Ce type d'information sert aussi de base à des études approfondies tel l'établissement d'indices de potentiel de production pour des régions naturelles déterminées ou l'établissement de plans de distribution des terres pour différentes cultures en fonction des possibilités du marché. Enfin, cette information est une composante essentielle de la planification en vue d'un développement rationnel et d'une utilisation optimale de nos ressources en matière de production agricole. L'étude en cours, bien que loin d'être complétée, est un pas important dans cette direction.

Bibliographie

Acton, D.F., J. Dumanski et R.B. Stewart. «Land Resources for the Prairie Provinces for Wheat Production». In *Prairie Production Symposium*, commandité par le Comité consultatif de la Commission canadienne du blé, Commission canadienne du blé, Saskatoon, Saskatchewan, 1980.

Clayton, J.S., W.A. Ehrlich, D.B. Cann, J.H. Day et I.B. Marshall. *Soils in Canada*, vol. 1 et 2, Direction générale de la recherche, Agriculture Canada, 1977, 239 pages.

Dumanski, J. et R.B. Stewart. *Crop Production Potentials for Land Evaluation in Canada*, Institut de recherches sur les terres, Agriculture Canada, Ottawa, 1981, 126 pages.

FAO. *Report on the Agro-Ecological Zones Project. Vol. 1 Methodology and Results for African World Soil Resources Report No. 48*, Rome, 1978, 158 pages.

Statistique Canada, *Bulletin trimestriel de la statistique agricole*, nº de catalogue 21-003, Statistique Canada, 1977, 70 pages.

Stewart, R.B., *Modelling Methodology for Assessing Crop Production Potentials in Canada*, Tech. Bull. (96), Institut de recherches sur les terres, Agriculture Canada, Ottawa, 1981, 29 pages.

M. Stewart est agrométéorologue à la Division de la production végétale, Direction générale du développement et des affaires internationales.

M. Dumanski est pédologue à la Section de l'utilisation et de l'évaluation des terres, à l'Institut de recherches sur les terres.

Economics of minimum tillage practices for summer fallow preparation in southern Alberta

R.P. Zentner and C.W. Lindwall

In 1967, researchers began an experiment at the research station at Lethbridge in which various combinations of mechanical tillage, herbicide tillage, and herbicides alone were compared with summer fallow preparations under spring wheat-summer fallow rotation. For each category, results were tabulated for trash cover after fallow, available moisture, grain yield, and resource requirements. This article outlines results of research to date and projections of additional research required.[1]

To ensure higher and more stable crop yields, summer fallowing is used as an important part of dryland cropping practices in many areas of western Canada. Traditionally, weeds on summer fallow are controlled by extensive mechanical tillage, e.g., wide-blade cultivator, rodweeder, and heavy-duty cultivator. These conventional tillage systems have several disadvantages: risk of erosion from the reduction of surface residue, loss of soil moisture from soil disturbance, soil compaction and destruction of soil structure due to frequent use of heavy equipment, and high labor and energy requirements.

Increasing concern over these disadvantages has been stimulating research efforts to find alternatives to these practices. One method that has been receiving major attention is the use of herbicides as a possible substitute for mechanical tillage. The objective of this research is to identify herbicide and herbicide-tillage combinations that reduce soil manipulations to the minimum that is biologically, technically, and economically feasible under specific soil and climatic conditions.

In 1967, researchers began an experiment at the research station at Lethbridge in which various combinations of mechanical tillage, herbicide-tillage, and herbicides alone were compared with summer fallow preparation under a spring wheat-summer fallow rotation. The major tillage implement used was the wide-blade cultivator. Herbicides were limited to those which were known not to have a residual effect on the subsequent crop. Paraquat, a nonselective herbicide, was the main herbicide used during the summer (May to September). Herbicides such as 2,4-D were used for early spring and fall applications. All fields received two cultivation operations for seedbed preparation. A double disc press drill was used for seeding. Fertilizers were not applied to any fields in any of the years. Wild oat herbicides (e.g., barban and benzolyprop ethyl) and 2,4-D were used when necessary for

[1] *Taken from R.P. Zentner and C.W. Lindwall, "Economic Evaluation of Minimum Tillage Systems for Summer Fallow in Southern Alberta," Canadian Journal of Plant Science (In press).*

Aspects économiques du labour minimal dans la préparation de la jachère d'été dans le Sud de l'Alberta

R.P. Zentner et C.W. Lindwall

En 1967, la Station de recherches de Lethbridge a commencé une expérience au cours de laquelle diverses combinaisons de labour mécanique, de labour associé à l'utilisation d'herbicides et l'usage d'herbicides seuls ont été comparées pour les opérations de rotation blé de printemps – jachère d'été. Pour chaque combinaison, on a dressé des tableaux de résultats relatifs à la couverture de débris végétaux après la jachère, à l'humidité disponible, au rendement en céréales et aux ressources nécessaires. Le présent article fait état des résultats obtenus à ce jour et des autres recherches nécessaires prévues[1].

La jachère d'été, qui vise à assurer des rendements plus élevés et plus stables, est une importante pratique de culture en sol aride dans de nombreuses régions de l'Ouest du Canada. Traditionellement, on cherche à éliminer les mauvaises herbes sur les terres en jachère par un labour mécanique intensif, par exemple avec un cultivateur à large socle, un sarcleur à barre, et un cultivateur de grande puissance. Ces systèmes classiques de labour présentent un certain nombre d'inconvénients dont le risque d'érosion consécutif à la réduction des résidus superficiels, une diminution de l'humidité du sol ainsi remué, le tassement du sol et la destruction de sa structure en raison du passage fréquent du matériel lourd, et les besoins élevés en main-d'œuvre et en énergie.

Au cours des dernières années, on a de plus en plus porté attention à ces problèmes et l'on a multiplié les efforts pour trouver des solutions de remplacement. On s'est attaché en particulier à étudier l'utilisation d'herbicides comme méthode susceptible de remplacer le labour mécanique. L'objectif de la présente étude est de trouver les combinaisons d'herbicides et d'herbicides et de labour mécanique qui permettent de réduire les dérangements du sol au minimum permis, biologiquement, techniquement et économiquement, dans des conditions climatiques et pédologiques données.

En 1967, la Station de recherches de Lethbridge a commencé une expérience au cours de laquelle ont été comparées diverses techniques de préparation de la jachère, lors de la rotation blé de printemps-jachère d'été. Ces techniques comprenaient le labour mécanique, le labour mécanique et l'utilisation d'herbicides, et l'utilisation d'herbicides seuls.

[1] *Tiré de R.P. Zentner et C.W. Lindwall, «Economic Evaluation of Minimum Tillage Systems for Summerfallow in Southern Alberta»,* Canadian Journal of Plant Science *(sous presse).*

in-crop weed control.

Surface residue after fallow, available soil moisture at planting, and yields of spring wheat were highest for treatments involving little or no mechanical tillage during the 21-month fallow period (Table 1). The blade-only treatment required an average of 4.3 operations (range 3-6) during the fallow period to achieve effective weed control. The treatment using herbicides for weed control in the spring and summer and the blade in the fall required an average of 5.0 herbicide applications (range 3-7) and one blade operation in the fall before planting for effective weed control. The herbicide-only treatment required an average of 4.1 herbicide applications (range 4-7) for effective weed control.

Requirements for labor, fuel and oil, and machine repairs were lowest for the minimum tillage treatments (Table 1). Relative to the blade-only treatment, these savings amounted to $8.33 for the herbicide-fall blade treatment and $12.34/ha for the herbicide only treatment (labor valued at $5/h). These resource savings do not include the added cost of the herbicide required for weed control under the minimum tillage treatments.

Summer fallow practices that include herbicides have an economic advantage over conventional tillage only when the savings in resource and overhead costs, combined with the difference in returns from crop yields, more than compensate for the added cost of the herbicides. Under the conditions of this experiment (i.e., herbicide rates and types used, application frequency, etc.), the minimum tillage treatments did not have an economic advantage over the blade-only treatment. However, fewer applications or the use of other less expensive but equally efficacious herbicides now available may be as effective as those used in the experiment.

To provide potential users with information on how much they could afford to pay for herbicides under the minimum tillage treatments to permit the same net revenue as was achieved with conventional tillage, break-even herbicide costs were calculated for several labor and wheat price assumptions (Table 2). The break-even costs were calculated as the residual net income per hectare (i.e., the difference in

Chemical fallow (left) compared with wide-blade cultivator fallow.

Jachère où l'on fait utilisation de produits chimiques (à gauche) comparativement à une autre dont la terre a été travaillée.

Dans cette expérience, le principal outil utilisé pour le labour était le cultivateur à large socle. On a employé seulement des herbicides connus pour n'avoir aucun effet résiduel sur les cultures subséquentes. Pendant la période d'été (mai à septembre), on a surtout utilisé le Paraquat, herbicide non sélectif. On s'est servi d'herbicides comme le 2,4-D au début du printemps et à l'automne. Tous les champs ont été travaillés deux fois en vue de la préparation des lits de semence. Les semis ont été faits à l'aide d'un semoir à roues de pression à double disque. Pendant toute l'étude, aucun champ n'a reçu d'engrais. On a utilisé, au besoin, des herbicides contre la folle avoine (par ex., le barbane et le benzolyprop-éthyle) et le 2,4-D pour éliminer les mauvaises herbes pendant la période de croissance.

La couverture de débris après jachère, l'humidité du sol au moment de la plantation, et le rendement en blé de printemps présentaient des valeurs maximales s'il y avait eu peu ou pas du tout de labour mécanique pendant la période de jachère de 21 mois (Tableau 1). En ce qui concerne le travail à la lame seulement, il a fallu passer le cultivateur en moyenne 4,3 fois (fourchette 3-6) pendant la période de jachère pour éliminer complètement les mauvaises herbes. Le traitement consistant en applications d'herbicide au printemps et à l'été et en l'utilisation du cultivateur à l'automne a permis d'éliminer les mauvaises herbes avec une moyenne de 5 applications d'herbicide (fourchette 3-7) et un passage du cultivateur à l'automne, avant la plantation. Le traitement aux herbicides seulement a nécessité en moyenne 4,1 applications (fourchette 4-7) pour donner le même résultat.

Les besoins en main-d'œuvre, en combustible et en réparation d'outils étaient les plus faibles pour les pratiques à labour minimal (Tableau 1). Comparativement au cultivateur à lame employé seul, les herbicides employés seuls font réaliser des économies de $12.34/ha et l'emploi d'herbicides combiné au passage de la lame à l'automne, des économies de $8.33/ha. (La main-d'œuvre étant évaluée à $5/h). Ces économies ne tiennent pas compte du coût plus élevé des herbicides dans les traitements à labour minimal.

Les pratiques de jachère qui incluent l'application d'herbicide présentent un avantage économique sur les pratiques classiques seulement si les économies de ressources et de frais généraux, combinés à la différence dans les rendements, font plus que compenser le coût des herbicides. Dans les conditions de l'expérience (c'est-à-dire, types d'herbicide utilisés, taux et fréquences d'application, etc.), les méthodes à labour minimal ne présentaient pas d'avantages économiques sur le labour mécanique seulement. Cependant, il est possible que l'on puisse utiliser des herbicides moins coûteux mais aussi efficaces, maintenant disponibles, ou réduire le nombre d'applications.

Afin d'aider les utilisateurs possibles à calculer combien d'argent ils peuvent consacrer à l'achat d'herbicides, dans le cas où ils utiliseraient les méthodes à labour minimal, pour obtenir le même revenu net que permet le labour classique, on a calculé les coûts des herbicides correspondant au seuil de rentabilité, pour plusieurs valeurs des coûts de main-d'œuvre et des prix du blé (Tableau 2). Ces coûts correspondant au seuil de rentabilité ont été définis à partir du revenu net résiduel par hectare (c'est-à-dire la différence de revenu net correspondant aux différences dans l'utilisation des ressources, des rendements et des frais généraux) pour le labour minimal comparé au labour classique au cultivateur. Ces coûts sont plus élevés si le prix de la main-d'œuvre augmente car les méthodes à labour minimal exigent moins

Table 1. Comparison of mechanical and minimum tillage treatments, 1968-76

Summer fallow treatment	Trash cover after fallow (kg/ha)	Available moisture to 152 cm (mm)	Grain yield (kg/ha)	Resource requirements (% of blade only)		
				Labor	Fuel and oil	Machine repair
Blade only	1485	139	1809	100	100	100
Herbicide-fall blade	1916	145	2104	91.7	84.3	82.8
Herbicide only	2558	166	1979	85.0	77.3	77.1

Tableau 1. Comparaison des méthodes de travail mécanique et de labour minimal, 1968-76

Traitement pendant la jachère	Couverture de débris végétaux après jachère (kg/ha)	Humidité à 152 cm (en mm)	Rendement en céréales (kg/ha)	Besoins (en % du traitement à la lame seule)		
				Main d'oeuvre	Combustible et huile	Réparation
Lame seulement	1485	139	1809	100	100	100
Herbicides/Lame en automne	1916	145	2104	91,7	84,3	82,8
Herbicides seulement	2558	166	1979	85,0	77,3	77,1

Table 2. Break-even costs ($/ha) for herbicides

Treatment	Price for labor ($/h)		
	0	5	10
Price for wheat = $147/t			
Herbicide-fall blade[1]	53.15	54.98	56.81
Herbicide only[2]	41.12	44.43	47.74
Price for wheat = $220/t			
Herbicide-fall blade[1]	75.76	77.59	79.42
Herbicide only[2]	53.57	56.88	60.19
Price for wheat = $294/t			
Herbicide-fall blade[1]	98.37	100.20	102.03
Herbicide only[2]	66.02	69.33	72.64

[1] *Overhead costs are the same as the blade-only treatment.*
[2] *Coefficients include a saving of $3.82/ha in overhead costs.*

Tableau 2. Seuil d'équilibre ($/ha) pour les herbicides

Traitement	Coût de la main-d'oeuvre ($/h)		
	0	5	10
Prix du blé = $147/t			
Herbicides/cultivateur à l'automne[1]	53,15	54,98	56,81
Herbicides seulement[2]	41,12	44,43	47,74
Prix du blé = $220/t			
Herbicides/cultivateur à l'automne[1]	75,76	77,59	79,42
Herbicides seulement[2]	53,57	56,88	60,19
Prix du blé = $294/t			
Herbicides/cultivateur à l'automne[1]	98,37	100,20	102,03
Herbicides seulement[2]	66,02	69,33	72,64

[1] *Les frais généraux sont les mêmes que pour le traitement au cultivateur seulement.*
[2] *Les coefficients comprennent une économie de $3.82/ha dans les frais généraux.*

net returns resulting from differences in resource use, yields, and overhead costs) for the minimum tillage treatments relative to the blade-only treatment. The break-even costs increase with the price for labor because less labor is required for the minimum tillage treatments. The break-even costs also increase with the price for wheat because of the yield advantage of the minimum tillage treatments. The break-even costs were highest for the herbicide-fall blade treatment under all input and product price assumptions considered.

Because the minimum tillage treatments have differing numbers of herbicide applications, it is also useful to express the break-even costs on a unit application basis. When labor is valued at $5/h and wheat at $220/t, the break-even costs per application are $16.41 for the herbicide-fall blade and $11.04/ha for the herbicide-only treatment. These calculations assume, however, that all herbicide applications are equivalent.

This study's findings suggest that minimum tillage practices for summer fallow offer considerable advantages in higher yields and savings in labor, fuel and oil, and machinery repairs. However, the additional herbicides required for effective weed control reduce their economic attractiveness. Adoption of minimum tillage should depend on whether producers can purchase effective herbicides for less than the break-even costs estimated in this study. In certain situations, however, some substitution of herbicides for mechanical tillage may be warranted in view of the improved moisture conservation and reduced potential for soil erosion.

de main-d'œuvre. Ils augmentent aussi avec le prix du blé car le rendement est meilleur avec les méthodes à labour minimal. Dans tous les cas considérés, les coûts correspondant au seuil d'équilibre ont été les plus élevés pour le traitement aux herbicides combiné au travail mécanique d'automne.

Dans les méthodes à labour minimal, le nombre d'applications d'herbicide peut varier. Il peut alors être utile d'exprimer les seuils d'équilibre par unité d'application. Lorsque la main-d'œuvre est évaluée à $5/h et le blé à $220/t, les seuils d'équilibre par application sont respectivement de $16.41 et de $11.04/ha pour les traitements herbicides/cultivateur à l'automne et herbicides seulement. Ces calculs supposent cependant que toutes les applications d'herbicide sont équivalentes.

Les résultats de cette étude semblent indiquer que les pratiques à labour minimal sur les sols en jachère offrent des avantages considérables: rendements plus élevés et économies en main-d'œuvre, combustible et huile, et réparation d'outils. Cependant, le coût additionnel des herbicides nécessaires à une élimination efficace des mauvaises herbes réduit leurs avantages économiques. L'adoption d'une pratique à labour minimal doit donc dépendre de la possibilité qu'ont les producteurs d'acheter des herbicides efficaces à des prix inférieurs aux seuils d'équilibre calculés dans cette étude. Cependant, dans certaines situations, la substitution d'une partie du travail mécanique par l'utilisation d'herbicides peut être justifiée par l'amélioration du degré d'humidité du sol et par la réduction des risques d'érosion.

Further investigation of minimum tillage practices is required to assess the agronomic and economic feasibility of eliminating seedbed preparation, using appropriate rates of fertilizers, and alternative types of herbicides. In addition, investigation is required to determine the economic losses associated with soil erosion.

Mr. Zentner is an economist with the Agriculture Canada Research Station, Swift Current, Saskatchewan. Mr. Lindwall is an economist at the Agriculture Canada Research Station, Lethbridge.

L'évaluation de la faisabilité agronomique et économique de l'élimination de la préparation des lits de semence, de l'application de taux appropriés d'engrais et de l'utilisation d'autres types d'herbicides nécessite un examen plus approfondi des méthodes à labour minimal. Il reste aussi à déterminer les pertes économiques associées à l'érosion du sol.

M. Zentner est économiste à la Station de recherches d'Agriculture Canada à Swift Current (Sask.). M. Lindwall est économiste à la Station de recherches d'Agriculture Canada à Lethbridge (Alb.).

Anther culture, a breeding tool for rapeseed-canola improvement

G. Séguin-Swartz

When immature anthers are removed from unopened flower buds and placed under artificial growing conditions, the young pollen grains they contain can develop into structures closely resembling seed embryos. These embryoids can be grown directly into true-breeding plants, often in less than three months rather than the four to six generations usually required with conventional inbreeding procedures. Although quite successful in several rapeseed-canola cultivars, the technique is not working to the same extent in every genotype. Before anther culture becomes a routine breeding tool, several aspects of the technique need to be more clearly understood.

Anther culture is one of the most useful breeding tools developed in the past 15 years. The *in vitro* culture of anthers provides an effective way of producing inbred plants in only a few months. Traditionally, it takes several generations of self-pollination in self-compatible plants to produce inbred plants. In self-incompatible species, such plants are not obtainable by conventional methods. The complete homozygosity of these plants enables plant breeders to rapidly identify and fix desirable characteristics, or to eliminate undesirable genotypes from their selection programs. The anther-derived inbreds can be used as parents in various breeding programs, including the development of hybrid canola cultivars. The seed from inbred plants of self-compatible species can be used to produce inbred lines, thus allowing early performance testing.

Successful anther culture has been reported for both rapeseed species, *Brassica campestris* L. and *B. napus* L., by several research teams in Canada and around the world. The technique, which is quite simple and only requires a minimum of training, consists in excising anthers, the pollen-bearing sacs, from immature flower buds under aseptic conditions, placing these anthers in a nutritive medium, and incubating them under specific light and temperature regimes.

Three to four weeks after the onset of the incubation period, small embryo-like structures, called embryoids, may be observed emerging from the cultured anthers (Figure 1). The embryoids resemble embryos found in seeds and are

La culture des anthères, outil de sélection pour l'amélioration du colza canola

G. Séguin-Swartz

Lorsqu'on retire des anthères immatures de boutons de fleurs non éclos et qu'on les place dans des conditions de croissance artificielle, les jeunes grains de pollen qu'elles contiennent peuvent se développer en structures ressemblant à des embryons issus de graines. Il est possible d'obtenir directement des plantes capables de se reproduire à partir de ces embryoïdes, souvent en moins de trois mois alors qu'il faut généralement de quatre à six générations pour obtenir le même résultat à partir des méthodes classiques de sélection consanguine. À l'heure actuelle, cette technique qui a connu beaucoup de succès pour plusieurs cultivars de colza canola ne réussit pas de la même façon avec tous les génotypes. Avant que la culture d'anthères ne devienne un outil de sélection ordinaire, il faudra chercher à mieux comprendre plusieurs aspects de la technique.

La culture des anthères est l'un des outils de sélection les plus utiles des 15 dernières années. La culture *in vitro* des anthères est un moyen efficace de produire des plantes sélectionnées en l'espace de quelques mois. Traditionnellement, pour arriver à ce résultat, il faut attendre plusieurs générations d'auto-pollinisation dans le cas des plantes autogames. Avec les plantes allogames, les méthodes classiques ne permettent pas d'atteindre ce résultat. L'homozygotie complète des plantes sélectionnées permet aux sélectionneurs de découvrir rapidement et de fixer les caractéristiques désirables, ou d'éliminer les génotypes indésirables. Les plantes sélectionnées issues de la culture des anthères peuvent être utilisées comme parents dans divers programmes de sélection, en particulier dans le développement de cultivars hybrides de colza canola. La graine provenant de plantes autogames sélectionnées peut être utilisée pour produire des lignées, permettant ainsi de vérifier très tôt les performances de la plante.

Plusieurs équipes de chercheurs au Canada et dans le monde ont fait état de cultures d'anthères réussies pour les deux espèces de colza, le *Brassica campestris* L. et le *B. napus* L. La technique, qui est en fait assez simple et nécessite seulement un minimum de formation, consiste à exciser

Figure 1. Cultured anther with one attached embryoid.

Figure 1. Embryoïde fixé à une anthère cultivée.

derived from the immature pollen grains (microspores) present in the anthers at the time of excision. When transferred to a suitable culture medium, the embryoids germinate and develop into normal-looking plants, which after a proper hardening phase can be planted in soil and grown to maturity indoors or under field conditions.

Embryoids, like the microspores from which they are derived, contain only half the number of chromosomes of the parent plant, and plants that are recovered from these embryoids are generally not fertile. Some form of chromosome doubling is required to restore fertility and the ability to produce seed. Such doubled plants, or doubled haploids, can be used as inbred parents or their progeny can be multiplied to quickly produce inbred lines. Recently, a small number of doubled haploid *B. napus* lines have been developed at the Saskatoon Research Station (Figure 2); these lines were evaluated in preliminary trials for several important characters such as yield, oil and protein content, and glucosinolate levels. The results showed that these lines performed just as well as the material from which they had been derived. Thus, complete homozygosity did not have a detrimental effect on yield or quality characteristics. A more conclusive picture will emerge when more extensive studies are carried out, for instance, comparing the performances of doubled haploid lines and conventionally-derived inbred lines obtained from progenies of the F_1 or F_2 generations of various selected crosses.

One major problem hindering the use of anther culture in rapeseed-canola improvement programs is that, in both *B. campestris* and *B. napus*, embryogenic response varies greatly from genotype to genotype. The low response of several lines is partly caused by environmental factors such as inadequate culture conditions. Dr. W. A. Keller and his associates at the Ottawa Research Station recently showed that initially incubating anthers for a few days at 30°C instead of 25°C markedly enhanced the yield of embryoids in several genotypes. Also, the ability to form embryoids may be controlled by genes, as results obtained in other species strongly suggest. Studies on the heritability of embryoid production in rapeseed species are now feasible with the isolation of the highly responsive *B. campestris* genotype

Figure 2. Doubled haploid B. napus *lines grown at Saskatoon. Note the uniformity.*

Figure 2. Lignées d'haploïdes doubles B. napus *obtenues à Saskatoon. À noter: l'uniformité.*

les anthères (les sacs porteurs de pollen) de boutons de fleurs immatures, dans des conditions aseptiques, à placer ces anthères dans un milieu nutritif et à les incuber dans des conditions particulières de lumière et de température.

Trois à quatre semaines après le début de l'incubation, on peut observer de petits organismes ressemblant à des embryons, appelés embryoïdes, émerger des anthères (Figure 1). Les embryoïdes ressemblent aux embryons trouvés dans les graines et proviennent des grains de pollen immatures (microspores) présents dans les anthères au moment de l'excision. Après transfert dans un milieu de culture approprié, les embryoïdes germent et donnent naissance à des plantes d'aspect normal qui, une fois endurcies, peuvent être mises en terre et portées à maturité à l'intérieur ou dans les conditions extérieures normales.

Les embryoïdes, comme les microspores dont ils proviennent, contiennent seulement la moitié des chromosomes trouvés chez leur parent, et les plantes obtenues à partir de ces embryoïdes sont généralement stériles. Pour obtenir des plantes fertiles et capables de produire des graines, il faut donc trouver un moyen de doubler le nombre de chromosomes. Les plantes «doublées», ou haploïdes doubles, peuvent

Figure 3. B. campestris *genotype 7B3. The anther on the right is covered with embryoids; the anther on the left was not productive.*

Figure 3. Génotype 7B3 du B. campestris*; l'anthère à droite est couverte d'embryoïdes, alors que l'anthère à gauche n'était pas productive.*

7B3 at the Saskatoon Research Station (Figure 3). The frequency of anthers producing embryoids with this genotype averages 25%. Each of these anthers produces at least 60 embryoids, a marked increase over previous results obtained with this species. Experiments are in progress to determine the heritability of this phenomenon and to investigate the possibility of transmitting the gene or genes to low or non-responsive lines. Should the character prove transmissible, this could represent a major contribution toward the improvement of embryoid yields in low or non-responsive genotypes and toward the development of a highly effective anther culture technique for rapeseed-canola breeding programs.

Dr. Séguin-Swartz is a cytogeneticist at the Agriculture Canada Research Station, Saskatoon.

ensuite être utilisées comme parents ou bien l'on peut multiplier leurs descendants pour produire rapidement des lignées consanguines. La Station de recherche de Saskatoon a récemment produit un petit nombre de lignées d'haploïdes doubles *B. napus* (Figure 2); des essais préliminaires ont permis d'évaluer plusieurs caractéristiques importantes de ces lignées comme le rendement, la teneur en huile et en protéines, et les concentrations de glucosinolates. Les résultats ont montré que les caractéristiques de ces lignées sont toutes aussi bonnes que celles du matériel d'où elles proviennent. Par conséquent, l'homozygotie complète n'a pas eu d'effet négatif sur le rendement ou la qualité. Une étude plus exhaustive donnera une image plus concluante; par exemple, il faudrait comparer les performances des lignées d'haploïdes doubles et celles des lignées sélectionnées de façon classique obtenues à partir de descendants des générations F_1 ou F_2 de divers croisements choisis.

Le principal obstacle à l'utilisation de la culture d'anthères dans les programmes d'amélioration du colza tient du fait que, pour le *B. campestris* comme pour le *B. napus*, la réponse embryogénétique varie beaucoup d'un génotype à l'autre. Pour plusieurs lignées, la mauvaise réponse est due en partie à des facteurs environnementaux tels que des conditions de culture inadéquates. W.A. Keller et ses associés, à la Station de recherche d'Ottawa, ont récemment mis ce phénomène en évidence en montrant qu'une incubation initiale des anthères pendant quelques jours à 30°C au lieu de 25°C améliorait notablement la production d'embryoïdes pour plusieurs génotypes. Des résultats obtenus avec d'autres espèces semblent aussi prouver que la capacité de former des embryoïdes dépend des gènes. Des études portant sur l'héritabilité de la capacité de produire des embryons chez les espèces de colza sont désormais possibles après la découverte, à la Station de recherche de Saskatoon, du génotype 7B3 du *B. campestrie* très productif (Figure 3). La fréquence des anthères produisant des embryoïdes, avec ce génotype, est en moyenne de 25%. Chacune de ces anthères produit au moins 60 embryoïdes, ce qui constitue une augmentation notable par rapport au premier résultat obtenu avec cette espèce. Des expériences sont en cours pour déterminer l'héritabilité de ce phénomène et pour étudier la possibilité de transmettre le(s) gène(s) à des lignées peu ou pas productives. Si le caractère s'avère transmissible, on aura fait un grand pas en avant vers l'amélioration de la production d'embryoïdes à partir d'anthères peu ou pas productives et vers la mise au point d'une technique de culture d'anthères très efficace pour la sélection du colza canola.

M. Séguin-Swartz est cytogénéticien à la Station de recherches d'Agriculture Canada, à Saskatoon.

Adaptive microorganisms break down insecticides

D. C. Read and Sonia O. Gaul

Nature is capable of producing strains of microorganisms that increase the rate of breakdown of chemical and biological agents in pesticides. This article describes experiments in which adaptive microorganisms rapidly degraded carboforum and fensulfothion under certain conditions.

Although it has long been recognized that pesticides in the soil are broken down by both chemical and biological agents, recent evidence indicates that nature is capable of producing strains of microorganisms which greatly increase the rate of breakdown. Scientists, for example, have been successful in producing microorganisms which rapidly degrade the herbicide 2,4,5-T. Also, after repeated annual soil applications of carbofuran for controlling corn rootworm, strains of adaptive microorganisms have developed to cause rapid degradation of this carbamate insecticide.

Microorganisms which are capable of rapidly degrading carbofuran and the organophosphorus insecticide, fensulfothion, are now present in certain Prince Edward Island soils. In these areas, preplanting subsurface applications as high as four times the normally recommended rates has failed to give any control over root maggots attacking rutabagas. The adaptive microorganisms which caused rapid degradation of either carbofuran or fensulfothion occurred only in fields which had been previously treated with the same insecticide. For example, the soil from a field previously treated only with carbofuran did not cause rapid breakdown of fensulfothion.

Laboratory studies with soil from fields with adaptive insecticide degrading microorganisms have indicated that (a) once established in a field, the microorganisms apparently persist for at least 3 years without insecticide applications and then rapidly increase to degrade a new soil treatment of the compound; (b) these microorganisms may be spread from one field to another by machinery used for cultivation; and (c) there can be a crossover effect between carbofuran and fensulfothion in that an application of fensulfothion during one growing season will result in promotion of development of the microorganisms and enhanced breakdown of carbofuran applied the following year. However, this effect was apparent only in soil which already contained the adaptive microorganisms for degradation of carbofuran.

Two areas in P.E.I. are known to contain the adaptive microorganisms that rapidly degrade carbofuran, and fields in three other areas contain strains of microorganisms which quickly degrade fensulfothion. Also, in two fields with a history of using both carbofuran and fensulfothion, the soil contained microorganisms which caused enhanced degradation of both compounds. The crossover effect has been demonstrated in these soils, and preliminary tests in experimental areas where a variety of insecticides has been applied indicated that enhanced degradation could also occur with other types of compounds. However, in soil from fields with a history of using only a specific compound, there was no evidence of enhanced degradation of other types of compounds.

Développement de micro-organismes évolutifs capables de décomposer rapidement les insecticides dans les sols re-traités

D.C. Read et Sonia O. Gaul

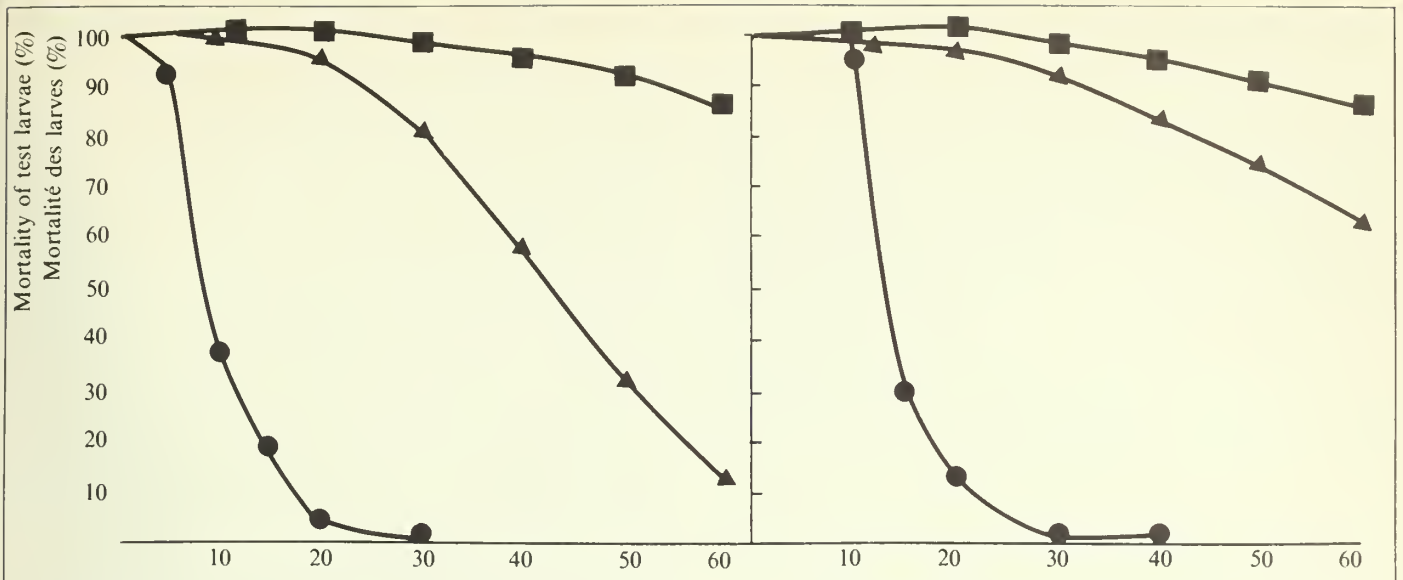
La nature est capable de produire des souches de micro-organismes qui accroissent le taux de décomposition des agents chimiques et biologiques des pesticides. Cet article porte sur des expériences effectuées à l'Île-du-Prince-Édouard sur la dégradation du carbofuran et du fensulfothion, dans certaines conditions, par des micro-organismes adaptables.

On sait depuis longtemps que les pesticides sont décomposés dans le sol par des agents chimiques et biologiques. Cependant, des études récentes ont montré que la nature peut produire des variétés de micro-organismes qui accélèrent grandement la décomposition. Par exemple, les chercheurs ont réussi à produire des micro-organismes qui décomposent rapidement l'herbicide 2,4,5-T. De même, après des applications annuelles répétées de carbofurane dans le sol pour éliminer les vers qui s'attaquent aux racines du maïs, des souches de micro-organismes évolutifs se sont développées pour provoquer la dégradation rapide de ce carbamate.

On trouve maintenant dans certains sols de l'Île-du-Prince-Édouard des micro-organismes capables de décomposer rapidement le carbofuran et le fensulfothion, un insecticide organophosphoré. Dans des régions, des taux d'application dans le sol, avant la plantation, quatre fois plus élevés que les taux normalement recommandés, n'ont pas permis d'éliminer les larves s'attaquant aux racines de rutabagas. Les micro-organismes évolutifs à l'origine de la décomposition rapide de carbofuran ou du fensulfothion ont été observés seulement dans les champs qui avaient déjà été traités avec le même insecticide. Par exemple, on n'a pas observé de décomposition rapide du fensulfothion dans un champ qui avait été traité auparavant avec du carbofuran seulement.

Des études de laboratoire avec des échantillons de sol provenant de champs contenant des micro-organismes évolutifs pouvant décomposer les insecticides ont montré que (a) une fois établis dans un champ, les micro-organismes persistent apparemment pendant au moins 3 ans sans application d'insecticide, puis se multiplient rapidement pour décomposer le composé après un nouveau traitement du sol, (b) ces micro-organismes peuvent être transportés d'un champ à un autre par le matériel agricole et (c) il peut y avoir un effet de croisement entre le carbofuran et le fensulfothion; une application de ce dernier pendant une saison de croissance favorisera le développement des micro-organismes et la décomposition du carbofurane appliqué l'année suivante. Cependant, on a observé cet effet seulement dans un sol qui contenait déjà les micro-organismes adaptés à la dégradation du carbofurane.

À l'heure actuelle, on connaît deux régions de l'Île-du-Prince-Édouard où le sol contient des micro-organismes capables de décomposer rapidement le carbofuran, et des champs de trois régions différentes contiennent des variétés de micro-organismes pouvant décomposer rapidement le



The relative rates of toxicity loss of carbofuran and fensulfothion applied at 100 ppm to sterilized soil (■), soil not previously treated with insecticide (▲), and soil previously treated with carbofuran (a) or fensulfothion (b) and known to contain adaptive degrading microorganisms (●).

Les figures montrent les vitesses relatives de perte de toxicité du carbofuran et du fensulfothion appliqués à un taux de 100 ppm à un sol stérilisé (■), à un sol qui n'a jamais été traité avec un insecticide (▲), et à un sol déjà traité avec du carbofuran (a) ou du fensulfothion (b) dont on sait qu'il contient des micro-organismes décomposeurs évolutifs (●).

Figure 1. (a) Carbofuran degradation
(b) Fensulfothion degradation

Figure 1. (a) Décomposition du carbofuran
(b) Décomposition du fensulfothion

Figure 1 demonstrates the high increase in the rate of breakdown in carbofuran and fensulfothion in soil containing the adaptive degrading microorganisms, compared with degradation in sterilized soil or in soil with no history of insecticide use. It is assumed that the relatively slow initial degradation results from low populations of the adaptive strains of microorganisms persisting in the soil. As the microorganisms developed and apparently used the insecticide as a preferred source of carbon and energy, they degraded the compound at an increasingly rapid rate. This assumption is supported by the results of an experiment with two successive applications of carbofuran at 30-day intervals in a field collected soil. The first application of 1000 ppm degraded slowly during the first week and had reached a level of 97% degradation in 30 days. By comparison, the second application in the same soil showed rapid degradation after 3 days and residues became non-detectable in 12 to 15 days.

Toxic residues of the insecticides were measured by bioassay using eggs and first stage larvae of the cabbage maggot, *Hylemya brassicae* (Bouché). Eggs were placed in the soil at 3-day intervals after insecticide treatment and counts of egg and larval mortality were recorded 24 h after the eggs hatched. Chemical analyses of soil samples at selected times during the experiments supported the bioassay results. Both bacteria and actinomycetes have been found to cause enhanced degradation but our studies indicate that pseudomanas-type bacteria are the most potent.

Chlorfenvinphos has been effective in controlling root maggots in rutabagas in two of the areas where adaptive microorganisms have developed for degrading carbofuran and fensulfothion. It was ineffective, however, in a third area in 1981. This phenomenon of the ability of the soil microenvironment to produce strains of microorganisms to degrade pesticides is creating problems for controlling soil

fensulfothion. De plus, dans deux champs qui ont été traités à la fois au carbofuran et au fensulfothion, le sol contient des micro-organismes qui accélèrent la décomposition des deux composés. L'effet de croisement a été prouvé dans ces sols et des essais préliminaires dans des zones expérimentales traitées avec divers insecticides ont montré que la dégradation pouvait aussi être accélérée avec d'autres types de composés. Cependant, dans les champs traités avec seulement un composé spécifique, on n'a pas observé d'accélération de la décomposition d'autres types de composés.

La Figure 1 montre l'augmentation importante du taux de décomposition du carbofuran et du fensulfothion dans un sol contenant les micro-organismes décomposeurs, par rapport au taux de décomposition dans un sol stérilisé ou dans un sol jamais traité avec un insecticide. On suppose qu'au début le taux de décomposition est relativement bas parce que les micro-organismes évolutifs de différentes souches que l'on retrouve dans le sol sont peu nombreux. Au fur et à mesure que les micro-organismes se développent, en utilisant apparemment l'insecticide comme source privilégiée de carbone et d'énergie, ils décomposent de plus en plus rapidement cet insecticide. Cette hypothèse est étayée par les résultats d'une expérience comportant deux applications successives de carbofuran à 30 jours d'intervalle dans un échantillon de sol provenant d'un champ. La première application de 1000 ppm s'est décomposée lentement pendant la première semaine pour atteindre un taux de décomposition de 91% en 30 jours. En comparaison, la deuxième application dans le même sol se décomposait rapidement après 3 jours et il était impossible de déceler des résidus après 12 à 15 jours.

On a procédé à un titrage biologique des résidus toxiques des insecticides en utilisant des œufs et des larves de la mouche de chou, *Hylemya brassicae* (Bouché), à leur première étape de développement. Les œufs étaient placés tous

insect pests but it can have positive implications regarding the destruction of hazardous pesticides residues in soil.

Nature's abhorence of imbalance can further be seen in the results of a series of experiments. When a soil was treated again and again with high rates of 500 to 1000 ppm of the aforementioned insecticides, with a new application being applied when the previous one had been degraded to low levels, nature again restored a balance by destroying the excessively high populations of insecticide-degrading micro-organisms. The factors involved in this phenomenon have not yet been identified.

Dr. Read is a research scientist at the Agriculture Canada Research Station, Charlottetown, Prince Edward Island. Ms. Gaul is a pesticide chemist at the Agriculture Canada Research station, Kentville, Nova Scotia.

les 3 jours dans le sol traité à l'insecticide, et la mortalité des œufs et des larves était enregistrée 24 heures après l'éclosion des œufs. Les résultats du titrage biologique étaient corroborés par des analyses chimiques des échantillons de sol effectuées à des moments choisis pendant les expériences. On a trouvé que la décomposition était accélérée à la fois par les bactéries et les actinomycètes mais nos études montrent que la bactérie de type pseudomanas est la plus puissante.

Le chlorfenvinphos s'est révélé efficace pour éliminer les larves qui s'attaquent aux racines des rutabagas dans deux des régions où les micro-organismes capables de décomposer le carbofuran et le fensulfothion s'étaient développés. Cependant, il s'est révélé inefficace dans une troisième région en 1981. Cette capacité du sol à produire des variétés de micro-organismes capables de décomposer les pesticides crée des problèmes en ce qui concerne l'élimination des parasites dans le sol, mais elle peut avoir des effets positifs en ce qui concerne la destruction de résidus dangereux de pesticides dans le sol.

Il est intéressant de mentionner ici les résultats d'une série d'expériences qui montrent à quel point la nature a horreur du déséquilibre. Quand un sol était continuellement traité avec des taux d'application élevés de 500 à 1000 ppm des insecticides susmentionnés, l'insecticide étant appliqué de nouveau dès que l'application précédente était pratiquement toute décomposée, la nature semblait prendre de nouveau le dessus pour restaurer l'équilibre en détruisant les populations excessivement élevées des micro-organismes décomposeurs d'insecticides. On ne connaît pas encore les facteurs jouant dans ce phénomène.

M. Read est chercheur à la Station de recherches d'Agriculture Canada, à Charlottetown (Î.-P.-É.), et Mme Gaul est spécialiste des pesticides à la Station de recherches d'Agriculture Canada, à Kentville (N.-É).

Consumer selection criteria for beef in central Alberta

L.E. Jeremiah

Consumer taste often determines the demand for various kinds, cuts, and qualities of meat. If the livestock industry is to keep its production, processing, and marketing practices in line with the consumer's demands, constant updating of consumer thinking is necessary. This article gives the results of a consumer preference survey in central Alberta. It reveals that consumers place a high value on leanness, price, and color before purchase, and on tenderness and flavor after purchase.

Consumer preference is one of the main factors affecting the demand for various kinds, cuts, and qualities of meat products. Since preference changes with time, location, and the consumer's age, we must constantly keep abreast of consumer taste so that the meat industry can gear production, processing, and marketing practices to changing tastes and demands.

A recent survey of 353 households in eight central Alberta communities found that color, price, and leanness were the

Les critères de sélection du bœuf appliqués par les consommateurs du Centre de l'Alberta

L.E. Jeremiah

Comme on le sait, ce sont souvent les préférences des consommateurs qui façonnent la demande des divers types, morceaux et qualités de viande. Aussi, pour faire correspondre ses pratiques de production, de transformation et de mise au marché aux besoins des consommateurs, il est essentiel que le secteur de l'élevage tâte régulièrement leur opinion. Dans le présent article, l'auteur fait part des fruits de l'enquête menée sur les goûts des consommateurs du Centre de l'Alberta. Il semble que ces derniers attachent une grande importance à l'absence de gras, au prix et à la coloration du produit avant l'achat, puis à la tendreté et à la saveur.

Ainsi, comme nous l'avons déjà dit, les goûts du consommateur jouent un rôle important dans ses achats de produits carnés. Comme ses préférences varient avec le temps et selon le lieu géographique et l'âge de l'acheteur, le secteur des viandes doit constamment se tenir au courant des ten-

Table 1. Percentage of respondents in specific age groups using various criteria for selecting steak and roast purchases

Selection criteria	Age group					
	18-24 n = 38	25-34 n = 91	35-49 n = 41	50 and over n = 39	Mixed n = 144	Overall n = 353
Color	40.0	26.8	23.1	60.5	52.8	41.9
Marbling	8.6	11.0	20.5	46.1	27.5	22.4
Price	60.0	52.4	38.5	57.5	64.1	56.7
Lean-to-fat ratio	54.3	52.4	56.4	81.5	68.3	62.3
Butcher recommendation	2.9	2.4	5.1	0.0	2.8	2.5
Grade	0.0	4.9	7.7	0.0	0.7	2.5
Texture	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.3
Lean-to-bone ratio	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	0.6

Table 2. Mean rank of factors contributing to the acceptability of roasts and steak after purchase

Criteria acceptability	Age group					
	18-24 n = 38	25-34 n = 91	35-49 n = 41	50 and over n = 39	Mixed n = 144	Overall n = 353
Color	4.1	4.4	4.6	3.8	4.3	4.3
Marbling	5.5	5.1	4.9	5.1	4.7	5.0
Lean-to-fat ratio	3.4	3.7	4.0	3.5	3.8	3.7
Tenderness	2.3	2.0	2.0	2.2	2.0	2.1
Juiciness	3.3	3.4	3.1	3.4	3.4	3.3
Flavor	2.4	2.6	2.5	3.0	2.7	2.9

criteria most important to consumers when buying beef steaks and roasts (Table 1). The importance of marbling seemed to increase with the consumer's age. And consumers in the 25-50 year age group paid closer attention to the grade and butcher's recommendations.

Consumers in all age groups believe that the most important characteristic of beef steaks and roasts after purchase is tenderness, followed by flavor (Table 2). Color and lean-to-fat ratio were ranked high by older consumers.

The consumer's desire, however, for leanness during selection and tenderness and flavor after purchase is not always met, because leanness is not necessarily accompanied by acceptable taste. We must determine, therefore, if some minimum level of fatness will assure acceptable palatability and if palatable beef can be more economically produced through modifications of our breeding, feeding, and management of beef animals or through alterations in the handling and processing of the product or both.

Dr. Jeremiah is a research scientist at the Agriculture Canada Research Station, Lacombe, Alberta.

Tableau 1. Pourcentage des personnes interrogées (selon le groupe d'âge) qui disent fonder leurs achats de biftecks et de rôtis de bœuf sur les critères énoncés.

Critères de sélection	Groupe d'âge					
	18-24 n = 38	25-34 n = 91	35-49 n = 41	50 et plus n = 39	Âges divers n = 144	Total n = 353
Coloration	40,0	26,8	23,1	60,5	52,8	41,9
Persillé	8,6	11,0	20,5	46,1	27,5	22,4
Prix	60,0	52,4	38,5	57,5	64,1	56,7
Rapport maigre/gras	54,3	52,4	56,4	81,5	68,3	62,3
Recommandations du boucher	2,9	2,4	5,1	0,0	2,8	2,5
Catégorie	0,0	4,9	7,7	0,0	0,7	2,5
Texture	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,3
Rapport maigre/os	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4	0,6

Tableau 2. Cote moyenne des facteurs d'acceptabilité des rôtis et des biftecks après l'achat.

Critères d'acceptabilité	Groupe d'âge					
	18-24 n = 38	25-34 n = 91	35-49 n = 41	50 et plus n = 39	Âges divers n = 144	Total n = 353
Coloration	4,1	4,4	4,6	3,8	4,3	4,3
Persillé	5,5	5,1	4,9	5,1	4,7	5,0
Rapport maigre/gras	3,4	3,7	4,0	3,5	3,8	373
Tendreté	2,3	2,0	2,0	2,2	2,0	2,1
Jutosité	3,3	3,4	3,1	3,4	3,4	3,3
Saveur	2,4	2,6	2,5	3,0	2,7	2,9

dances de la consommation pour modifier en conséquence ses méthodes de production, de transformation et de commercialisation.

Une enquête menée récemment dans 353 foyers de huit localités du Centre de l'Alberta a révélé que les consommateurs basaient leurs achats de biftecks et de rôtis de bœuf principalement sur la coloration, le prix et la maigreur des produits (Tableau 1). Il est ressorti par ailleurs que l'importance attachée au persillé augmentait avec l'âge. En outre, les consommateurs de 25 à 50 ans accordaient une plus grande attention à la catégorie de la viande et aux recommandations du boucher.

Les acheteurs de tous les groupes d'âge pensent que la tendreté et la saveur dans l'ordre constituent, après l'achat, les caractéristiques les plus importantes pour un bifteck et un rôti de bœuf (Tableau 2). Les consommateurs plus âgés ont donné une cote élevée à la coloration et au rapport maigre-gras.

Cependant, bien que le consommateur recherche un produit maigre qui soit tendre et savoureux, il n'obtient pas toujours satisfaction: en effet, un produit maigre n'est pas nécessairement agréable au goût. Par conséquent, nous devons déterminer s'il faut un minimum de gras pour rendre la viande suffisamment savoureuse et si, pour obtenir économiquement le produit recherché, il faudra modifier nos programmes d'amélioration génétique, d'alimentation et la conduite des bovins de boucherie ou s'il faudra remanier le traitement et la transformation du produit, ou si ces deux conditions s'imposent.

M. Jeremiah est chercheur scientifique à la Station de recherches d'Agriculture Canada, à Lacombe (Alb.).

Seeding cereals early from the air

G.M. Barnett and J.E. Comeau

Early seeding of cereal crops is an important consideration in obtaining maximum yield and high quality. In the lower St. Lawrence area of Quebec, early seeding is difficult because of the wet soil. To take advantage of the benefits of early seeding, the authors tried various approaches to ground seeding and air seeding. They conclude that air seeding is advantageous only if the ground is dry enough for harrowing immediately after seeding.

One of the most important factors that affect cereal yield and quality is the seeding date (Figure 1). The yield of cereals seeded on most soils after May 10 in the lower St. Lawrence region of Quebec drops rapidly. Seeding up to 2-3 weeks after the snow has melted is impossible by ground means because the soil is too wet. Is it worthwhile to capitalize on this period, keeping Figure 1 in mind? To evaluate this possibility, we seeded wheat by air and disc-seeder in 1975; oats by air and disc-seeder in 1976; and oats, wheat, and barley by air, disc-seeder, and fertilizer spreader in 1977. The site was fall-prepared (plowed and disced) and half was spring-tooth harrowed before seeding for drilled, and after seeding for broadcast methods. In 1977, we added a drilled treatment with discing before harrowing.

Cereals seeded from the air failed to penetrate the snow, let alone the wet soil, and the resulting exposure led to a rapid decrease in surface seed count (Figure 2). As well, the seedings concurred with the presence of large numbers of migratory snow buntings and other birds. The experimental field had soon become a bird feeding station, leaving many hulls among the seeds that were left. This led to a 5% germination rate for the 1976 oat seeding. The damage would likely have been less if larger areas than the 2-5 ha plots had been seeded. Early-sown grain must therefore be protected from the elements.

Broadcast methods distributed the seed poorly. Airplane distribution had coefficients of variation of 43-74%. Comparative figures for the fertilizer spreader (Calhoun 4 wheel) were 26-34% and for the conventional disc-opener drill (MF-33) 20-22%.

Cereals sown by ground methods had much higher germination rates than those sown from the air (Figure 3). Drilled seed always germinated at higher rates than seed sown by broadcast methods (both aerial and fertilizer-spreader). When we harrowed seed broadcast by fertilizer spreader immediately after sowing, germination rates were equivalent to those of drilled grain. This again demonstrates the necessity of covering seed at the time of sowing. Indeed, the germination rate decreased rapidly as covering was retarded.

In 1975, wheat sown from the air at 134 kg/ha produced a yield of 2652 kg/ha, no better than the 2694 kg/ha produced on an area drilled 2 weeks later. In 1976, drilled oats seeded on May 31 produced 1458 kg/ha, while the crop sown from the air on April 21 was a complete failure. In 1977, ground methods produced higher yields than air-sown methods (Figure 4). However, the marked differences observed at germination were narrowed because of more tillering in the less dense aerial stand. Harrowing air-sown cereals 2-3 weeks after seeding greatly reduced yield because germinated plants were uprooted. Because of a reduced popula-

Ensemencement précoce des céréales, par air

G.M. Barnett et J.E. Comeau

L'ensemencement précoce des céréales est un élément important dans l'obtention d'un rendement maximum et d'une haute qualité. Dans le Bas Saint-Laurent, l'humidité du sol rend l'ensemencement précoce difficile. Le présent article fait état de résultats de diverses méthodes d'ensemencement, au sol et par air, qui pourraient permettre de profiter des avantages de l'ensemencement précoce. Les auteurs concluent que l'ensemencement par air présente un avantage seulement si le sol est assez sec pour permettre un hersage immédiatement après l'ensemencement.

La date de l'ensemencement est l'un des principaux facteurs qui influe sur le rendement et la qualité des céréales (Figure 1). Dans le Bas Saint-Laurent, sur la plupart des sols, le rendement tombe rapidement lorsque les céréales sont semées après le 10 mai. L'ensemencement au sol est impossible pendant les 2 à 3 semaines qui suivent la fonte des neiges car le sol est trop humide. Est-ce que cela vaut la peine de miser sur cette période, comme semble l'indiquer la Figure 1? Pour évaluer cette possibilité, on a semé du blé par air et avec un semoir à disques en 1975, de l'avoine par air et avec un semoir à disques en 1976, et de l'avoine, du blé et de l'orge par air, avec un semoir à disques, et avec un épandeur d'engrais en 1977. Les champs avaient été travaillés à l'automne (labourage et discage) et la moitié avait été hersée au printemps, avant l'ensemencement pour les semis en ligne et après ensemencement pour les semis à la volée. En 1977, on a ajouté un traitement en ligne avec discage avant le hersage.

Les céréales semées par air n'ont pas pénétré dans la neige ou même dans le sol humide. Les conditions du sol ne permettant pas la pénétration des graines, celles-ci sont restées exposées et leur nombre en surface a diminué rapidement (Figure 2). On a trouvé une corrélation entre cette diminution et le grand nombre de plectrophanes des neiges migrateurs et autres oiseaux. À un moment où la nourriture était devenue rare, le champ expérimental s'était transformé en véritable mangeoire à oiseaux. De plus, parmi les «graines» d'avoine encore observables, il ne restait que les enveloppes. On a ainsi obtenu un taux de germination de 5% avec les semis d'avoine de 1976. Les dommages auraient sans doute été moindres si les surfaces ensemencées avaient été plus grandes (les parcelles étaient de 2 à 5 ha). Il apparaît donc que le grain semé de bonne heure doit être protégé contre les éléments.

Les graines semées à la volée étaient très mal distribuées. En ce qui concerne les graines semées par avion, les cœfficients de variation allaient de 43 à 74%. Avec l'épandeur d'engrais (Calhoun 4 roues), ces cœfficients allaient de 26 à 34% et avec le semoir à disques classique (MF-33), ils allaient de 20 à 22%.

Les taux de germination étaient beaucoup plus élevés lorsque les céréales étaient semées par les moyens terrestres (Figure 3). Les graines semées en ligne ont toujours mieux germé que celles semées à la volée, par air ou avec l'épandeur d'engrais. Cependant, si l'on procédait à un hersage immédiatement après l'ensemencement avec l'épandeur d'engrais, les taux de germination étaient équivalents à ceux obtenus avec les semis en ligne. Cela constitue une autre

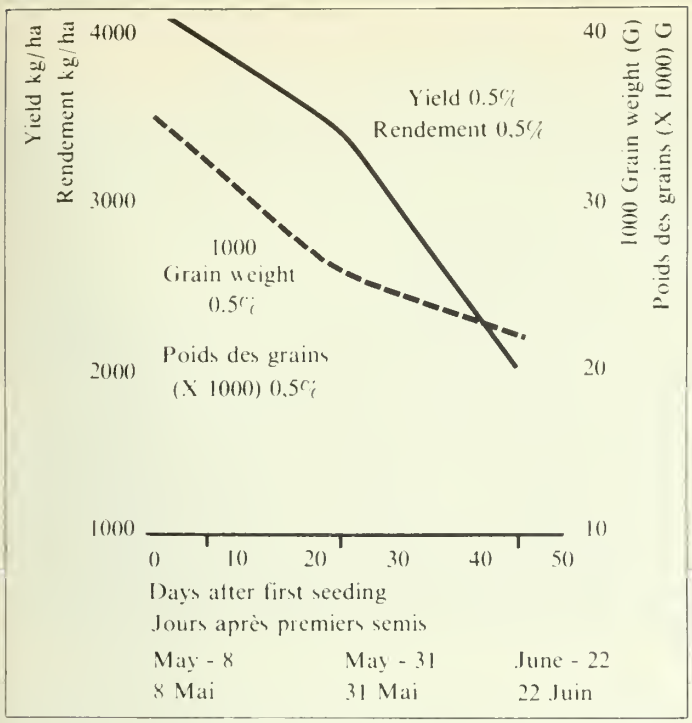


Figure 1. Effect of seeding date on yield and grain size of Champlain barley at La Pocatière, Quebec (level of significance is 0.5%). (Barnett, Comeau, and Rioux; unpublished.)

Figure 1. Effet de la date d'ensemencement sur le rendement et la taille du grain pour l'orge Champlain à La Pocatière, au Québec. (Barnett, Comeau et Rioux, inédit) Le seuil significatif est de 0,5%.

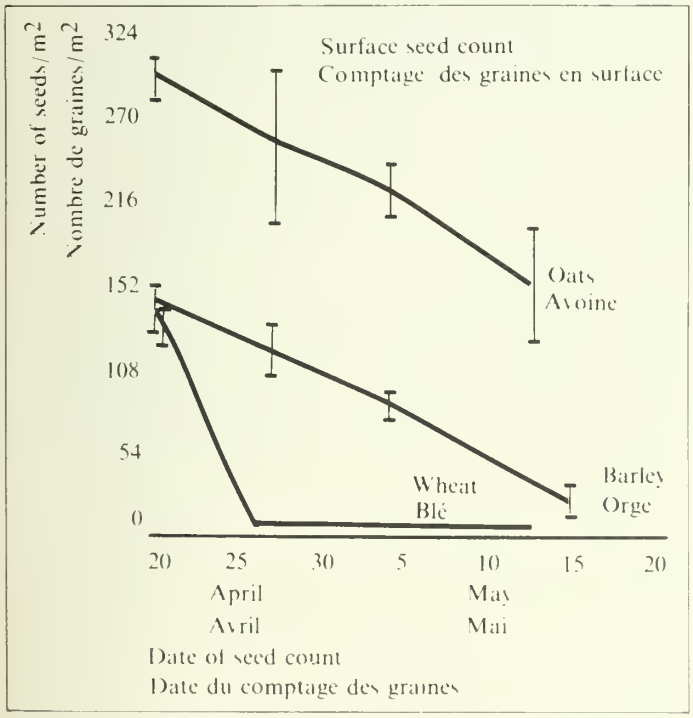


Figure 2. Decrease in surface seed count of oats, wheat, and barley seeded by airplane in 1977 (I = standard error).

Figure 2. Diminution du nombre de graines en surface pour l'avoine, le blé et l'orge semés par avion en 1977. (I = erreur-type.)

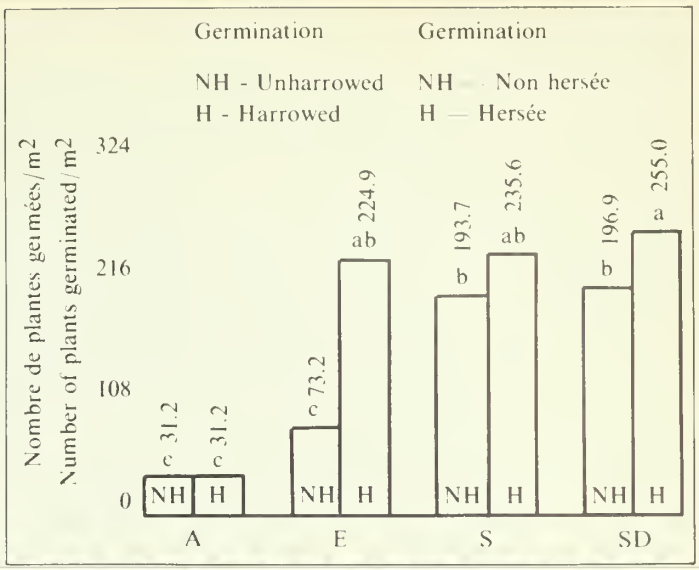


Figure 3. Oat, wheat, and barley germination as affected by seeding method and harrowing. (Harrowing method interaction significant at P = 0.005. Values prefaced by the same letter are not significantly different at P = 0.05 using Duncan's Multiple Range Test. A = airplace, E = fertilizer spreader, S = disc drill, 5D = disc drill with prior discing.)

Figure 3. Effet de la méthode d'ensemencement et du hersage sur la germination de l'avoine, du blé et de l'orge. (Le seuil significatif pour la méthode avec hersage est P = 0,005. Les valeurs précédées de la même lettre ne présentent pas de différences significatives à P = 0,05 avec le test de Duncan. A = par avion, E = épandeur d'engrais, S = semoir à disques, SD = semoir à disque après discage.)

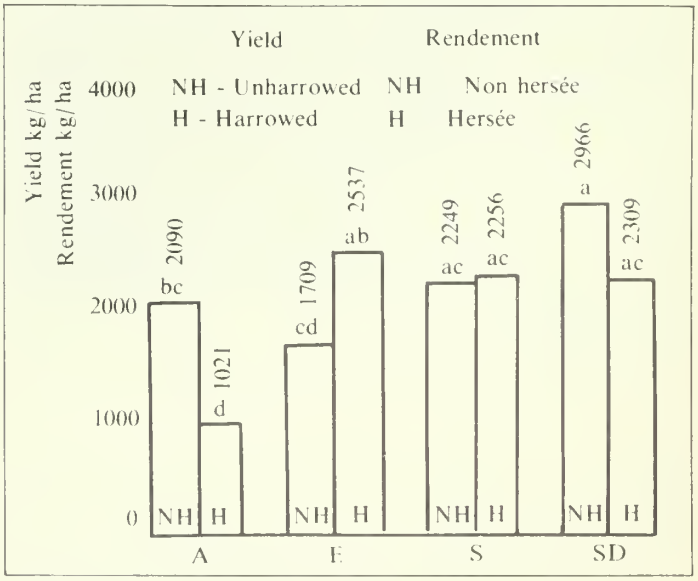


Figure 4. Seeding method effects on yield. (Harrowing method interaction is significant at P = 0.005. See Figure 3 for letter explanation.)

Figure 4. Effet de la méthode d'ensemencement sur le rendement. (Seuil significatif pour la méthode avec hersage, P = 0,005. Voir la Figure 3 pour l'explication des lettres.)

Ground seeding must wait until fields dry, but air-seeding may require land-based harrowing for acceptable results.

L'ensemencement au sol requiert un sol sec, mais par contre un ensemencement aérien peut nécessiter un hersage pour donner des résultats acceptables.

Preparing for aerial seeding, La Pocatière, Quebec.

Préparation en vue d'un ensemencement aérien, à la Pocatière (Qc).

tion, air-sown cereals produced larger but less dense grain. It is clear that there is no advantage in seeding cereals extra early if they cannot be harrowed in at sowing time.

Cereals sown from the air, but unharrowed, matured at the same time as ground-sown cereals that had been harrowed. Even harrowing before drilling advanced maturity by several days because of better seed placement. Harrowing cereals sown from the air 2-3 weeks after sowing delayed maturity because of uprooting.

Air-sown cereals were weedier than those sown by ground methods, probably because of the reduced competition. Re-

preuve de la nécessité de couvrir les graines après les semis. Bien entendu, le taux de germination diminuait rapidement lorsque l'on retardait le hersage.

En 1975, le blé semé par air à raison de 134 kg/ha a donné un rendement de 2652 kg/ha, ce qui n'est pas vraiment meilleur que les 2694 kg/ha obtenus avec un ensemencement en ligne 2 semaines plus tard. En 1976, le rendement pour l'avoine semée en ligne le 31 mai était de 1458 kg/ha alors que l'ensemencement par air le 21 avril était un échec complet. En 1977, les rendements étaient supérieurs avec les méthodes d'ensemencement terrestre (Figure 4). Cependant on a réduit les différences marquées observées au moment de la germination en travaillant plus le sol dans les champs ensemencés par air. Le hersage des champs ensemencés par air 2 à 3 semaines après l'ensemencement a réduit beaucoup le rendement car les plantes germées étaient déracinées. En raison d'une population plus faible, les céréales semées par air avaient des grains plus gros mais moins denses. Il est clair que l'ensemencement très précoce des céréales ne présente aucun avantage si le hersage est impossible au moment de l'ensemencement.

Les céréales semées par air mais non hersées sont arrivées à maturité au même moment que les céréales semées par les moyens terrestres et qui avaient été hersées. Les céréales semées en ligne sont même arrivées à maturité quelques jours plus tôt lorsque l'on avait hersé avant l'ensemencement, car les graines étaient mieux fixées. Le hersage des céréales semées par air 2 à 3 semaines après l'ensemencement retardait l'arrivée à maturité car les plantes étaient déracinées.

Il y avait plus de mauvaises herbes dans les céréales semées par air, probablement à cause d'une moindre compétition. Les nombres de mauvaises herbes par mètre carré pour les différentes méthodes d'ensemencement étaient les suivants: air, 92,5; épandeur, 43,0; en ligne, 42,0; en ligne plus discage, 28,0.

Le discage de printemps n'a pas apporté d'avantages particuliers par rapport au simple hersage de printemps des champs préparés en automne (labourage et discage). Le discage se fait avec un matériel qui exerce une grande traction et nécessite un sol sec, ce qui retarde l'ensemencement

sulting grassy weeds per square metre according to seeding method were as follows: air-92.5, drill-43.0, and drill plus disc-28.0.

Spring-discing produced no significant advantage over simply spring-tooth harrowing the fall prepared site (plowed and disced). Discing is a high-draft, dry-soil requiring operation which retards seeding if it must be done in the spring and is incompatible with early seeding.

Our experiments found that it is not worthwhile to seed cereals extra early onto wet soils immediately after snowmelt. Broadcast cereal seeds must be covered to produce adequate germination, weed control, yield, and maturity. Therefore, if a light harrowing is necessary, the seeding date will be determined not by the machine used to seed but by the date at which the soil is dry enough to permit light harrowing. This will be determined partly by the state of the drainage system, particularly the surface drainage system (Comeau *et al.* 1974). Seeding from the air is practical for large areas with no obstructions and with an available landing strip. There is no advantage in seeding until the soil is dry enough to harrow.

References

Comeau, J.E.; Barnett, G.M.; and Rioux, R. "A Reprieve for Cereals in Quebec." Canada Agriculture 19:(1974)6-9.

Mr. Barnett is a researcher at the Agriculture Canada Research Station, Lennoxville, Quebec. Mr. Comeau is a researcher at the Agriculture Canada Experimental Farm, La Pocatière, Quebec.

si on doit le faire au printemps. Il ne convient donc pas à l'ensemencement précoce.

L'ensemencement très précoce des céréales dans des sols humides immédiatement après la fonte des neiges ne s'est pas révélé avantageux. Les graines semées à la volée doivent être couvertes pour que l'on obtienne des résultats convenables en matière de germination, de mauvaises herbes, de rendement et d'arrivée à maturité. Donc, s'il est nécessaire de procéder à un léger hersage, la date de l'ensemencement sera fixée non pas en fonction du matériel utilisé pour semer mais de la date à laquelle le sol est suffisamment sec pour permettre un léger hersage. Cette date dépend en partie du système de drainage, en particulier du système de drainage superficiel (Comeau et al., 1974). L'ensemencement par air est pratique pour de grandes surfaces sans obstruction, lorsqu'on dispose d'une piste d'atterrissage. Il n'y a cependant aucun avantage à semer avant que le sol soit assez sec pour permettre le hersage.

Référence

Comeau, J.E., G.M. Barnett et R. Rioux, «A reprieve for cereals in Quebec», Agriculture Canada, vol. 19, 1974, pages 6 à 9.

M. Barnett est chercheur à la Station de recherches d'Agriculture Canada, à Lennoxville.
M. Comeau est chercheur à la Ferme expérimentale d'Agriculture Canada de La Pocatière.

Are mycotoxins eating away profits?

D.W. Fitzpatrick and H.L. Trenholm

Mold contamination of feed is a problem that can cause considerable losses to livestock producers. Many molds are not harmful to livestock but others can cause sickness, appetite loss, reproductive problems, and lowered resistance to other illnesses. Only a few molds that produce toxic metabolites are found in temperate climates. The authors describe four toxins of particular concern in Canada and their related symptoms, and suggest management practices for using feed that may be contaminated.

Mold contamination of feed is not a new problem to the livestock producer. Reports of feed refusal and vomiting in farm animals fed moldy grains date to the early 1900s. The eating of moldy corn and scabby grains by swine can impair animal health and reduce farm productivity.

Problems associated with mold contamination concern many sectors of the agriculture industry. The grain producer suffers economic losses due to the down-grading when mold is visible on his crop. The feed manufacturer is reluctant to accept contaminated grain or use it in diet formulations. A recent court case involving alleged mycotoxicosis in swine in which the feed manufacturer was held responsible, will cause feed manufacturers to exercise even greater caution.

Les mycotoxines diminuent-elles vos profits?

D.W. Fitzpatrick et H.L. Trenholm

La contamination des aliments du bétail par les moisissures peut entraîner des pertes considérables pour les éleveurs. Plusieurs moisissures sont inoffensives pour le bétail, mais d'autres sont causes de nausées, de pertes d'appétit, de difficultés de reproduction et de moindre résistance à la maladie. Dans un climat tempéré, seules quelques moisissures produisent des métabolites toxiques. Les auteurs décrivent ici quatre toxines existant au Canada et les symptômes qui s'y rattachent. Ils suggèrent certaines façons de procéder afin d'éviter que les aliments en soient contaminés.

La contamination des aliments du bétail par les moisissures n'est pas un problème nouveau pour l'éleveur. Les premiers rapports d'animaux ayant refusé ou vomi des céréales moisies remontent au début des années 1900. De même, on sait que la consommation de maïs moisi ou de céréales «galeuses» peut rendre les porcs malades et réduire la productivité de l'exploitation.

Les problèmes reliés à la contamination des aliments du bétail par les moisissures touchent plusieurs segments de l'agriculture. Ainsi, le céréaliculteur perd de l'argent lorsque sa récolte est, selon toute évidence, attaquée par la moisissure et qu'elle est classée dans une catégorie infé-

Farmers are faced with the prospect of reduced animal performance or their animals becoming ill, or both. The situation may be particularly acute for the livestock producer who has home-grown feed. Feed prices make it just too costly to destroy all mold contaminated feeds. It may be necessary, however, to limit the quantities of molded feed in livestock ration to prevent unnecessary illness and decreased animal performance.

Since mold spores are widely distributed in nature, a real threat of contamination exists to plants in the field and stored feed. Under favorable temperature and moisture conditions, mold spores will germinate and growth flourish. Cold, wet, fall weather predisposes maturing crops to mold growth and mycotoxin synthesis. With stored feed, its moisture content is the most critical factor. Drying feeds and maintaining the low moisture content will minimize mold growth. Organic acids, such as propionic acid, can be used on high moisture grains to inhibit mold growth.

Many molds are innocuous, their growth does no harm other than reducing the nutritive value of the feed or altering feed palatability. Some molds, however, produce toxins while growing. When present at high enough levels in feeds, these toxic compounds (mycotoxins) can cause illness and decreased productivity in farm animals. Thus the appearance of a feed is not a reliable indication as to the presence or absence of toxins. Visibly molded feed may or may not contain mycotoxins. Conversely, grains of normal appearance can contain significant amounts of mycotoxins when there is no evidence of fungal infestation.

Outbreaks of mycotoxin poisoning, while rare, are serious. High mycotoxin levels in feedstuffs have been associated with specific toxic manifestations, such as vomiting, tissue degeneration, hemorrhagic crisis, damage to internal organs, and death. Moldy feed has killed horses, swine, cattle, and poultry. However, since clinical signs of poisoning are obvious, severe toxic episodes can often be recognized and treated quickly by withdrawing the feed immediately.

Livestock poisoning is the expression of a serious mycotoxin problem; however, the effects of eating low levels of mycotoxin in feeds for a longer period may be of greater economical concern. The effects of subacute mycotoxicosis are insidious, producing few overt, easily recognized, clinical signs. Known chronic effects of mycotoxicosis include reproductive problems, reduced growth, and decreased production. The animals may be susceptible to secondary health problems caused by a reduction in normal body defence mechanisms which can lower resistance to infection. These problems are difficult to detect and can undermine the profitability of the livestock producer.

Only a small number of molds that produce toxic metabolites are found in temperate climates. Vomitoxin, zearalenone, T-2 toxin, and ochratoxin A are four toxins of particular concern in Canada. The molds that synthesize these toxins, and the mycotoxins themselves, have been detected in corn and grains from different regions of the country.

Vomitoxin has only recently been identified as a naturally occurring mycotoxin produced by *Fusarium* molds. In Canada, it has been reported in significant quantities in corn, barley, and wheat. Vomitoxin is a member of the class of mycotoxins called trichothecenes, which are extremely toxic feed contaminants. In the absence of sound information on vomitoxin's toxicity, it must be considered highly toxic and contaminated feeds used cautiously. Hog producers should

rieure. Le fabricant d'aliments du bétail hésite aussi à acheter du grain contaminé et à l'utiliser dans ses formules alimentaires. Récemment, un tribunal a tenu un fabricant d'aliments du bétail responsable de la mycotoxicose dont souffraient les porcs d'un éleveur, ce qui obligera les fabricants à montrer encore plus de prudence à l'avenir. Enfin, les agriculteurs doivent envisager la perspective d'animaux malades et moins rentables. Le prix élevé des aliments du bétail que l'on connaît aujourd'hui rend la destruction de toutes les céréales contaminées trop coûteuse. Toutefois, il peut être nécessaire de réduire la quantité d'aliments moisis ajoutée aux rations des animaux si l'on veut éviter que ceux-ci tombent malades ou réduisent leur performance.

Les spores de moisissure sont très répandues dans la nature et, par conséquent, la contamination des plantes au champ et des aliments en entrepôt constitue une véritable menace. Lorsque la température et le degré d'humidité la favorisent, les spores germent et le champignon se développe. Un temps froid et humide à l'automne favorise la croissance des moisissures et la synthèse de mycotoxines dans les cultures en maturation. Dans le cas des aliments entreposés, c'est la teneur en eau qui est le facteur le plus important. Ainsi, on réduira les risques de contamination en séchant les aliments et en maintenant un faible degré d'humidité. Les acides organiques, comme l'acide propionique, peuvent empêcher la croissance des moisissures dans les céréales trop humides.

Beaucoup de moisissures sont inoffensives et leur présence a pour seul effet de réduire la valeur nutritive de l'aliment ou d'en altérer l'appétence. Toutefois, certaines d'entre elles synthétisent des toxines en cours de croissance, mycotoxines qui peuvent rendre les animaux malades ou en réduire la productivité lorsque leur concentration est assez élevée dans l'aliment. L'apparence de l'aliment n'est pas un moyen fiable de déterminer la présence ou l'absence de toxines. En effet, les aliments moisis ne contiennent pas nécessairement des mycotoxines alors que des céréales d'apparence normale peuvent en renfermer une quantité suffisante, même sans évidence de contamination fongique.

Les intoxications par les moisissures sont aussi rares que graves. De fortes concentrations de mycotoxines dans les aliments du bétail ont été associées à divers symptômes comme les vomissements, la dégénération des tissus, de graves hémorragies, des dégâts aux organes internes et la mort. Des chevaux, des porcs, des bovins et des volailles sont morts après avoir consommé des aliments contaminés par la moisissure. Toutefois, les symptômes cliniques étant pour le moins flagrants, il est souvent facile de reconnaître une intoxication grave et de la traiter en retirant les aliments en cause sur-le-champ.

L'empoisonnement de bovins est signe qu'il existe un grave problème de mycotoxines, mais l'absorption d'une petite quantité de toxine pendant une longue période de temps peut revêtir une plus grande importance économique. Les effets de la mycotoxicose subaiguë sont insidieux et les symptômes sont peu évidents et difficiles à reconnaître. Parmi les effets chroniques connus de la mycotoxicose, mentionnons les problèmes de reproduction, une croissance réduite et la diminution de la production. Les animaux peuvent être plus sensibles à des problèmes de santé secondaires, les mécanismes normaux de défense corporels étant affaiblis et entraînant une plus faible résistance à l'infection. Ces problèmes sont difficiles à déceler et peuvent miner la rentabilité de l'exploitation.

note that swine appear to be very sensitive to vomitoxin. There are reports of pigs refusing to eat contaminated corn which was acceptable to other farm animals, such as cattle and poultry.

Serious economic losses have affected swine producers because of pigs refusing to eat moldy feeds. When feeds suspected of causing losses in farm animals were analyzed for a causative agent, vomitoxin was identified as the most probable cause. Vomitoxin can induce vomiting and act as a feed refusal factor. At low levels of vomitoxin contamination, feed intake is reduced, resulting in poor growth. At high levels, vomiting, feed refusal, and weight loss occur. The sprouting and pink mold growth on the 1980 and 1981 wheat crops in eastern Canada and the chemical analysis of that wheat clearly illustrated the potential vomitoxin feed contamination problem.

Zearalenone, another mycotoxin produced by *Fusarium* molds, may be found in barley, corn, and hay. Pigs, in which moldy corn toxicity was first described, are very sensitive to zearalenone, which can cause dramatic changes in their reproductive tracts. Canadian researchers reported that feeding *Fusarium*-contaminated corn to swine produced an estrogenic syndrome; females exhibited prolonged estrus, boars lacked libido, and no conceptions occurred during a 4-month feeding trial. Dietary zearalenone may be excreted in sow's milk, producing clinical symptoms of estrus in suckling piglets.

Zearalenone has also been associated with other reproductive problems in swine, such as abortion, fetal mummification, still-births, reduced litter size, and splaylegs, a condition of hindlimbs. There is little evidence to suggest that zearalenone-contaminated diets directly affect feed intake and weight gain. Mortality associated zearalenone mycotoxicosis is low and is usually the result of a secondary complication such as a bacterial infection. Moldy corn is of such concern to swine producers that some are decreasing the level of, or replacing, corn in the diets of pregnant-lactating sows to try to avoid reproductive problems.

T-2 toxin is a potent trichothecene mycotoxin also produced by several *Fusarium* molds. Documented cases show toxic reactions from eating grains from crops contaminated with T-2 toxin left in the fields over winter. T-2 toxin was identified in moldy corn associated with lethal toxicosis and hemorrhagic syndrome in cattle. Toxic symptoms in livestock may include feed refusal, reduced weight gain, hemorrhaging, digestive disorders, diarrhea, and death. In swine, clinical signs of T-2 toxicity are vomiting, paralysis, apparent extreme hunger, frequent defecation, as well as reproductive problems. In Canada, clinical symptoms of T-2 toxicity have been observed in domestic ducks, geese, horses, and swine.

The mycotoxin ochratoxin A is produced by the common storage fungi *Asperigillus* and *Penicillum*. It has been detected in Canadian corn, barley, wheat, and oats. Low ochratoxin levels in the diet have resulted in impaired growth, reduced feed conversion, and reproductive problems. Animal post-mortem examinations have revealed kidney damage, a mild degeneration of the liver, and inflammation (no large lesions) of the small intestine. Although residues have been detected in meat products, studies with swine indicate that ochratoxin A is rapidly excreted from the body. Therefore, residue problems can be eliminated by feeding clean feed to animals for 2-3 weeks before slaughter. Acute ochratoxin toxicity is unlikely because a large toxin concentration is needed for such a response.

Un nombre restreint de moisissures produisent des métabolites toxiques dans les climats tempérés. La vomitoxine, la zéaralénone, la toxine T-2 et l'ochratoxine A sont les quatre toxines les plus importantes au Canada. Les moisissures qui les synthétisent et les toxines elles-mêmes ont été décelées dans le maïs et les céréales cultivées dans différentes régions du pays.

On sait depuis peu de temps que la vomitoxine est naturellement synthétisée par les moisissures du genre *Fusarium*. Au Canada, on la retrouve en grande quantité dans le maïs, l'orge et le blé. La vomitoxine fait partie des trichothécènes, une catégorie de contaminants des aliments du bétail extrêmement toxiques. Faute de meilleurs renseignements sur sa toxicité, la vomitoxine doit être considérée comme très toxique et les aliments contaminés doivent être utilisés avec beaucoup de précautions. Notons que les porcs y semblent très sensibles et il arrive que certains d'entre eux refusent de manger du maïs que d'autres animaux comme les bovins et la volaille ont accepté.

Des éleveurs de porcs ont connu de graves pertes économiques parce que les animaux ont refusé de manger des aliments moisis et que la santé du troupeau s'est détériorée. Les aliments du bétail qui ont été analysés après avoir entraîné la mort d'animaux domestiques étaient le plus souvent contaminés par la vomitoxine. La vomitoxine entraîne des vomissements et pousse les animaux à refuser leur nourriture. À faible degré de contamination, la quantité d'aliments absorbés diminue à l'instar de la croissance des animaux. À concentration plus élevée, la vomitoxine entraîne des vomissements, le refus des aliments et la perte de poids. L'apparition et la prolifération de moisissures roses sur le blé de 1980-1981 dans l'Est du Canada et l'analyse chimique de ce blé ont clairement montré le problème potentiel de la contamination des aliments du bétail par la vomitoxine.

La zéaralénone, une autre mycotoxine synthétisée par les moisissures du genre *Fusarium*, peut contaminer l'orge, le maïs et le foin. Les porcs y sont très sensibles. De fait, le premier cas de toxicité du maïs moisi a été décrit chez les porcs. La zéaralénone peut entraîner de graves modifications du système reproducteur de ces animaux. Des chercheurs canadiens ont signalé que l'absorption de maïs contaminé par des porcs entraîne un syndrome estrogène: l'œstrus des truies est très prolongé, les verrats manquent d'appétit sexuel et aucune conception n'est survenue au cours des 4 mois de l'essai. La zéaralénone peut aussi être excrétée dans le lait de la truie, ce qui entraîne des symptômes cliniques de l'œstrus chez les porcelets allaités.

Chez le porc, la zéaralénone a également été associée à d'autres problèmes de reproduction comme l'avortement, la momification du fœtus, la naissance de porcelets morts-nés, la réduction des litières et les pieds tournés en dehors des pattes arrières. Rien n'indique que la zéaralénone réduit directement la quantité d'aliments absorbés et le gain de poids corporel. Le degré de mortalité relié à l'absorption de zéaralénone est peu élevé et résulte habituellement de complications, comme une infection bactérienne. Le maïs moisi pose un problème assez grave aux éleveurs de porcs pour les engager à réduire la quantité de maïs présente dans les rations des truies en gestation ou en lactation, ou à le remplacer par une autre céréale pour éviter d'éventuels problèmes de reproduction.

La toxine T-2 est un trichothécène très puissant synthétisé lui aussi par plusieurs espèces de *Fusarium*. Plusieurs cas

Isolated incidents of feed toxicity due to natural contamination, improper feed storage, or chemical adulterations have been reported in Canada. The potential for serious outbreak of mold-induced toxicity has been recognized, but has yet to be documented.

There are no simple answers to the double-edged problem of managing moldy feeds. It is economically undesirable to destroy all mold-contaminated feeds, but the limitations of its use in livestock feeds must be recognized. Although molds rarely produce toxins at concentrations high enough to cause problems, when mold toxicosis does occur the animal-economic losses can be devastating. Visual examination of the feed can alert the producer to possible mold-feed problems. To assess the feed's potential toxicity, the amount of toxin present should be ascertained. Chemical analysis of feed for common mycotoxins is expensive, time consuming, and not routinely available across Canada. Hog producers must be particularly careful since swine appear to be very sensitive to toxins, such as vomitoxin and zearalenone.

Caution must be exercised when feeding any moldy feeds to animals. Moldy feed may be mixed with good quality feeds and fed to a few animals to test for possible toxicities. If toxic symptoms appear, the moldy feed must be immediately withdrawn and the animals returned to a sound diet.

Hand feeding may not be necessary, but care in offering moldy feed is important.

Nul n'est besoin de recourir à une alimentation manuelle, mais il est important de toujours offrir des aliments sains.

In Canada, vomitoxins have been reported in significant quantities in corn, barley and wheat. Care in feeding stored grain to livestock is suggested.

Au Canada, on retrouve d'importantes quantités de vomitoxines dans le maïs, l'orge et le blé. Les céréales entreposées doivent donc être utilisées avec prudence.

bien documentés montrent que la consommation de céréales laissées au champ pendant l'hiver et contaminées entraîne des réactions toxiques. La toxine T-2 a été décelée dans le maïs moisi et associée à la toxicose létale et au syndrome hémorragique des bovins. Les symtômes apparents chez les bovins comprennent le refus de se nourrir, une baisse du poids corporel, l'hémorragie, des troubles digestifs, la diarrhée et la mort. Chez les porcs, les symptômes cliniques sont les vomissements, la paralysie, une faim apparente extrême, la défécation fréquente et des problèmes de reproduction. Au Canada, on a observé les symptômes cliniques d'intoxication par la toxine T-2 chez les canards domestiques, les oies, les chevaux et les porcs.

L'ochratoxine A est synthétisée par une moisissure commune aux aliments entreposés, soit les espèces *Aspergillus* et *Penicillum*. On la décèle dans le maïs, l'orge, l'avoine et le blé canadiens. Une petite quantité d'ochratoxine dans la ration des animaux réduit leur croissance ainsi que l'assimilation et entraîne des problèmes de reproduction. L'examen post-mortem des animaux intoxiqués a révélé des reins abîmés, une légère dégénération du foie et l'inflammation du petit intestin, sans lésion grave. Bien que des résidus de la toxine aient été dépistés dans les produits carnés, les études effectuées sur le porc montrent que l'ochratoxine A est excrétée rapidement du corps. Par conséquent, on peut éliminer les problèmes de résidus en donnant des aliments sains aux animaux 2 à 3 semaines avant l'abattage. Les intoxications aiguës à l'ochratoxine A sont très improbables, car il faudrait alors une concentration très élevée de toxine.

Des cas isolés de toxicité des aliments attribuables à la contamination naturelle, à un mauvais entreposage ou à l'adultération chimique ont été signalés au Canada. On admet qu'une épidémie grave de toxi-infection est possible, mais jusqu'à présent aucun cas n'a été rapporté.

Le problème de l'emploi des aliments moisis n'est pas facile à résoudre car il s'agit d'une arme à double tranchant. D'un point de vue économique, il n'est guère recommandable de détruire tous les aliments contaminés, mais il faut admettre que ces derniers doivent être utilisés avec parcimonie pour nourrir les animaux domestiques. Bien que les moisissures produisent rarement assez de toxine pour susciter des problèmes, les pertes enregistrées à la suite d'une toxicose peuvent être énormes. Un examen visuel des aliments peut avertir le producteur d'un éventuel problème de moisissure, mais pour déterminer la toxicité possible des aliments, il faudrait préciser la quantité de toxine présente. Or, le dosage des mycotoxines communes par analyse chimique des aliments est dispendieux, laborieux et difficile à obtenir au Canada. Les producteurs de porcs devront prendre des précautions particulières car cette espèce semble particulièrement sensible aux toxines comme la vomitoxine et la zéaralénone.

On sera très vigilant en donnant des aliments moisis aux animaux. On pourra les mélanger à des aliments de bonne qualité et servir un mélange à quelques animaux afin d'en déterminer la toxicité possible. Si les symptômes d'intoxica-

Contaminated feed that produced adverse symptoms in swine does not normally affect cattle adversely. Thus molded feeds may be used as part of a beef ration. Decontamination is not feasible at this time; therefore, if a mycotoxin-contaminated feed cannot be fed to the most tolerant livestock species, it must be destroyed.

Additional Reading

Buch, W.B.; Osweiller, G.D.; and Van Gelder, G.A. *Clinical and Diagnostic Veterinary Toxicology*. Dubuque, Iowa: Kendall/Hunt Publishing Company, 1973.

Pier, A.C. "An Overview of Mycotoxicoses of Domestic Animals." *Journal of the American Veterinary Medical Association* 163: 1259-1261.

Mirocha, C.J.; Pathre, S.V.; and Christensen, C.M. *Mycotoxins in Advances in Cereal Chemistry*. Volume 3. Y. Pomeranz (Ed.). St. Paul, Minnesota: American Association of Cereal Chemists Inc., 1980.

Drs. Fitzpatrick and Trenholm are scientists with the Agriculture Canada Animal Research Centre, Ottawa.

tion apparaissent, on enlèvera immédiatement les aliments moisis et on redonnera aux animaux des aliments sains. Les aliments contaminés qui causent certains symptômes chez les porcs peuvent être habituellement consommés sans danger par les bovins. Ainsi, on pourra se servir d'une partie des aliments moisis pour nourrir les bovins de boucherie. À l'heure actuelle, on ne peut songer à la décontamination; aussi, lorsque l'aliment contaminé ne peut être servi à l'espèce la plus tolérante, il faut le détruire.

Lectures complémentaires

Buch, W.B., G.D. Osweiller et G.A. Van Gelder, *Clinical and Diagnostic Veterinary Toxicology*, Kendall/Hunt Publishing Company, Dubuque, Iowa, 1913.

Pier, A.C., «An Overview of Mycotoxicoses of Domestic Animals,» *Journal of the American Veterinary Medical Association*, nº 163, 1973; pp. 1259 à 1261.

Mirocha, C.J., S.V. Pathre et C.M. Christensen, *Mycotoxins in Advances in Cereal Chemistry*, volume 3, publié par Y. Pomeranz de l'American Association of Cereal Chemists Inc., St. Paul, Minnesota, 1980.

MM. Fitzpatrick et Trenholm sont des chercheurs du Centre de recherches zootechniques d'Agriculture Canada, à Ottawa.

Automatic depth control for cultivators and air seeders

F.B. Dyck

The efforts of joint federal and private research recently produced two automatic depth control systems for seeding equipment. The Depth Master has had its first production run, and the Senstek system should be available some time this year. Although initial industry response has been excellent, the author says that more work is needed to overcome some problems which are detracting from maximum performance and benefits.

The Swift Current research station began research and development on automatic depth control systems for seeding equipment during the late 1960s. This research, which was expanded under a federal contract with private industry, has produced two systems that are at or near the marketing stage.

The Sakundiak-Inventronics Depth Master system is suited for use with cultivators and air seeders. It uses a gauge wheel sensing and an electronic-hydraulic controller to automatically regulate tillage depth and seed placement. A typical wing-type cultivator would have three gauge wheels, one on the center section and one on each wing, to sense the tillage depth over the width of the machine. The electronic signals from the gauge wheel assemblies are averaged in the electronic circuit and compared with the desired set point depth. If the difference (error) is greater than desired, the electronic circuit activates a proportional hydraulic servo valve which then regulates the implement hydraulic cylinder to bring the tillage depth back to the set point depth. Thus the system automatically compensates for varying field con-

Commande automatique de la profondeur pour les cultivateurs et les semoirs pneumatiques

F.B. Dyck

Les chercheurs du Fédéral et du secteur privé ont ensemble mis au point deux systèmes électroniques-hydrauliques de commande automatique de la profondeur de labour ou d'ensemencement. Le «Depth-Master» vient d'être mis sur le marché et le système «Senstek», devrait être commercialisé en 1983. La réaction des entreprises a été très positive. Selon l'auteur, il reste toutefois certains problèmes de conception à résoudre avant d'obtenir une performance maximale.

Les travaux de recherche et de développement sur les systèmes automatiques de commande de la profondeur pour le matériel d'ensemencement ont débuté à la Station de recherches de Swift Current à la fin des années '60. Cette recherche a été menée dans le cadre d'un contrat entre le Fédéral et le secteur privé et deux systèmes sont maintenant commercialisés ou sur le point de l'être.

Le système «Depth Master» de la Sakundiak-Inventronics peut être utilisé avec les cultivateurs et les semoirs pneumatiques. Il consiste en un ensemble de roues détectrices et en un contrôleur électronique-hydraulique qui règle automatiquement la profondeur de labour et d'ensemencement. Un cultivateur à ailes ordinaires aurait trois roues détectrices, une attachée à la section centrale et une à chaque aile, pour détecter la profondeur de labour sur toute la largeur du cultivateur. Le circuit électronique fait la moyenne des signaux envoyés pas les roues détectrices et compare cette valeur avec la profondeur désirée. Si la différence (erreur)

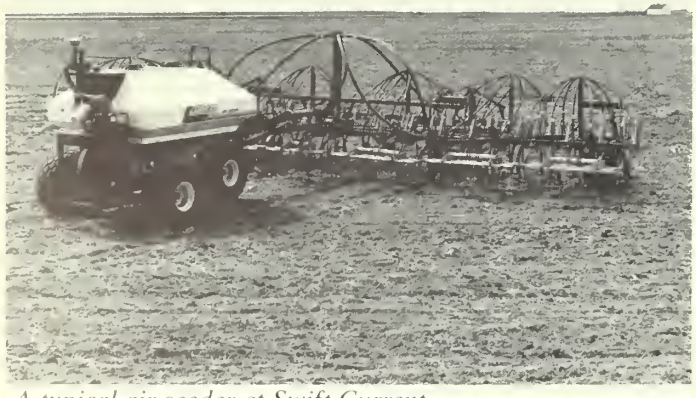
ditions which would normally result in a varying tillage depth. One hundred units of the Depth Master system were put on the market in 1982.

The Senstek system is a microprocessor-based system using an ultrasonic module to sense tillage depth. This system is in the manufacturing prototype stage and should be on the market this year. It is suitable for use on discers as well as on air seeders and cultivators. The overall operation is similar to that of the Depth Master, but there are notable differences in the internal functioning of its electronics and hydraulics. A sensor emitting an ultrasonic sound beam measures tillage depth and the soil surface reflects the beam back to the sensor. The time required for this echo to return to the sensor is a measure of the distance from the sensor to the soil surface and can be related to tillage depth. A microcomputer processes this signal and decides if control action is necessary. If it is, then a solenoid hydraulic valve, connected in parallel to the manual hydraulic system on the tractor, is activated to adjust the hydraulic cylinder on the implement.

This system also has multiplexing capability, that is, the depth on up to four machines can be automatically controlled at the same time. Although each machine has its own depth sensors and hydraulic control system, the microcomputer switches from one set of sensors and control valves to another to update control action several times a minute (the rate is adjustable; once a second is the fastest). This feature is particularly applicable to multiple hook-up of discers where separate control of each machine is desired.

These systems will not solve all depth control problems with air seeders, cultivators, or discers. The geometry and design of a cultivator with rigid frame sections is such that seed placement over the width of the machine will vary with soil topographical conditions. Care will still be necessary in adjusting the machine to get optimum depth control from front to back and on the wings of the cultivator. More details are available from Prairie Agricultural Machinery Institute (PAMI) reports on cultivator and air seeder testing.

Initial farmer and machine company response to the first production run of the depth master has been excellent. However, it has not been without problems in achieving optimum performance. Most wing-type cultivators use a master slave arrangement of hydraulic cylinders to control tillage depth. Sometimes leakage occurs in the hydraulic cylinders which causes the cylinder positions to become



A typical air seeder at Swift Current.
Un semoir à pression d'air typique, à Swift Current.

est trop grande, le circuit électronique actionne une servovanne hydraulique de compensation qui commande alors le vérin hydraulique du cultivateur pour obtenir à nouveau la profondeur de labour désirée. Le système compense donc automatiquement les variations de conditions du terrain qui feraient normalement varier la profondeur de labour. Le système «Depth Master» est actuellement sur le marché, avec une première série de 100 unités.

Le système «Senstek» est à microprocesseur, avec détecteur ultrasonique de profondeur de labour. On fabrique actuellement un prototype de ce système qui devrait être mis sur le marché en 1983. Il peut être utilisé avec les pulvérisateurs à disques ainsi qu'avec les semoirs pneumatiques et les cultivateurs. Globalement, le «Senstek» fonctionne comme le «Depth Master», mais il y a des différences notables dans le fonctionnement interne des circuits électroniques et hydrauliques. La profondeur de labour est mesurée par un détecteur émettant un faisceau ultrasonore. Le faisceau est réfléchi vers le détecteur par la surface du sol. Le temps requis pour que cet écho soit renvoyé au détecteur donne une mesure de la distance entre le détecteur et la surface et peut être relié à la profondeur de labour. Un micro-ordinateur traite ce signal et «décide» si un ajustement est nécessaire. Si c'est le cas, une électrovanne hydraulique reliée en parallèle au circuit hydraulique manuel du tracteur est actionnée pour régler le vérin hydraulique de la machine.

Ce système permet aussi le multiplexage, c'est-à-dire qu'il permet de contrôler au même moment la profondeur lorsqu'on utilise plusieurs machines (jusqu'à quatre). Bien que chaque machine possède ses propres détecteurs de profondeur et son propre système de commande hydraulique, le micro-ordinateur passe d'un ensemble de détecteurs et d'électrovannes à un autre afin d'ajuster les commandes plusieurs fois par minute (plusieurs rythmes sont possibles, une fois par seconde étant le plus rapide). Ce système convient particulièrement lorsqu'on utilise plusieurs pulvérisateurs à disques en batterie et qu'on désire une commande individuelle de chaque machine.

Ces systèmes ne résoudront pas tous les problèmes de commande de la profondeur des semoirs pneumatiques, des cultivateurs et des pulvérisateurs à disques. La géométrie et la conception d'un cultivateur à châssis rigide sont telles que la profondeur des semis sur la largeur de la machine dépendra des conditions topographiques. Il sera toujours nécessaire de régler la machine avec soin pour obtenir une profondeur régulière d'avant en arrière et sous les ailes du cultivateur. On peut trouver plus de détails dans les comptes rendus d'essais de cultivateur et de semoir pneumatique du PAMI (Prairie Agricultural Machinery Institute).

Les premières réactions des fermiers et des fabricants de machines agricoles après la production de la première série de «Depth Master» ont été excellentes. Cependant, la performance n'a pas été immédiatement optimale et l'on a fait face à plusieurs problèmes. La plupart des cultivateurs à ailes sont équipés d'un système asservi de vérins hydrauliques pour le réglage de la profondeur de labour. Quelquefois, des fuites dans les vérins hydrauliques entraînent une désynchronisation de la position des cylindres. Il s'ensuit un manque d'uniformité de la profondeur de labour sur la largeur des cultivateurs. Le problème est aggravé par l'utilisation d'un système automatique de commande qui requiert des mouvements fréquents des vérins pour maintenir une profondeur uniforme. Cette plus grande fréquence du mouvement entraîne une augmentation des fuites et une plus

nonsynchronized. This affects tillage depth across the width of the cultivator. This problem is aggravated by an automatic control system which requires frequent cylinder movement to maintain uniform depth. The increased movement results in greater leakage and nonsynchronous conditions. This leads to a greater nonuniformity of depth across the width of the machine, which must be corrected before the controller can function properly. This can often be done by bottoming-out the hydraulic cylinders by lifting the machine out of the soil to the maximum up position. The farmer will obviously not tolerate this if he must do it often.

Problems of this type must be resolved to ensure optimum performance and benefit from an automatic controller. In addition, the manufacturer may have to redesign his machine to overcome such problems and make the machine compatible with an automatic controller.

PAMI in Lethbridge is evaluating the Depth Master to determine if using the controller on air seeders improves seed placement.

Mr. Dyck is a researcher in equipment design at the Agriculture Canada Research Station, Swift Current, Saskatchewan.

grande désynchronisation. Le résultat est une plus grande irrégularité de la profondeur sur la largeur de la machine. Il faut corriger ce défaut pour que le contrôleur puisse fonctionner correctement. En général, on peut corriger en amenant les vérins hydrauliques au bout de leur course, c'est-à-dire en soulevant au maximum la machine hors du sol. Il est évident que le fermier n'acceptera pas de devoir le faire trop souvent.

Il est indispensable de résoudre les problèmes de ce type si l'on veut assurer la performance optimale du contrôleur automatique et en retirer tous les avantages. Il se peut aussi que le fabricant soit amené à modifier la conception de sa machine afin d'éviter de tels problèmes et de faire en sorte que la machine puisse fonctionner avec un contrôleur automatique.

Le PAMI (Lethbridge) évalue actuellement le «Depth Master» afin de déterminer si l'utilisation du contrôleur sur les semoirs pneumatiques améliore le placement des graines.

M. Dick est chercheur en conception d'équipement à la Station de recherches d'Agriculture Canada, à Swift Current.

Alcohol use in diesel engines

M.A. Stumborg

As oil is no longer an infinite resource and since prices have increased dramatically, the search continues for a reasonably priced biomass derived fuel. This article outlines the approach used at Swift Current to find an alcohol substitute or supplement for diesel fuel. The author outlines problems encountered and sets out the criteria for an ideal alcohol system.

Modern agricultural practices depend on readily available, reasonably priced fossil energy supplies. Oil is no longer considered an infinite resource. As a result, the farming public and other economic sectors have been searching for alternatives based on biomass derived fuels. Diesel is the crucial farm fuel and the possibility of supplementing or substituting diesel with alcohol is seriously being considered.

There are four methods of using alcohol in a compression ignition (CI) or diesel engine. The first is to convert the CI engine to a spark ignition (SI) engine similar to a gasoline motor (Figure 1). The diesel injection system must be replaced by a distributor, spark plugs, a carburetor, and by auxillary fuel pumps. To reduce engine knock and stress, the compression ratio must be lowered from 15:1 or 17:1 to 12:1. Heat must be added to the intake manifold to vaporize the alcohol. Besides being difficult and costly to install, cold weather starting and operation also pose serious problems.

Diesohol is 90% No. 2 diesel fuel and 10% anhydrous or pure ethanol, similar to the concept of gasohol. No serious engine modifications are required since the engine and fuel systems operate as before. Heat shielding or insulation of the fuel and injector lines is necessary to prevent alcohol

Utilisation de l'alcool dans les moteurs diesel

M.A. Stumborg

Depuis que l'on sait que le pétrole n'est pas une ressource inépuisable, et face à l'extraordinaire escalade des prix, on a cherché à obtenir un combustible de prix raisonnable à partir de la biomasse. Le présent article résume la démarche adoptée par la Station de recherches de Swift Current dans ses travaux sur le remplacement partiel ou total du diesel par de l'alcool. L'auteur fait état des problèmes survenus et des critères établis pour un système idéal à l'alcool.

Les pratiques agricoles modernes dépendent des approvisionnements en combustibles fossiles, de leur accessibilité et de leur prix. Le pétrole n'apparaît plus maintenant comme une ressource inépuisable. Les agriculteurs, de concert avec d'autres agents de l'économie, ont donc commencé à chercher des combustibles de remplacement basés sur la biomasse. Les agriculteurs utilisent avant tout du diesel et on étudie en conséquence sérieusement la possibilité de remplacer complètement ou en partie ce combustible par de l'alcool.

Il existe quatre façons d'utiliser l'alcool dans un moteur à allumage par compression ou diesel. La première consiste à transformer le moteur en un moteur à allumage par étincelles de type moteur à essence (voir Figure 1). Le circuit d'injection du diesel doit être remplacé par un distributeur, des bougies, un carburateur et des pompes à combustible secondaires. Afin de réduire le cognement et la fatigue du moteur, le rapport de compression doit être abaissé de 15:1 ou 17:1 à 12:1. Il faut introduire de la chaleur dans le collecteur d'admission afin de vaporiser l'alcool. En plus des

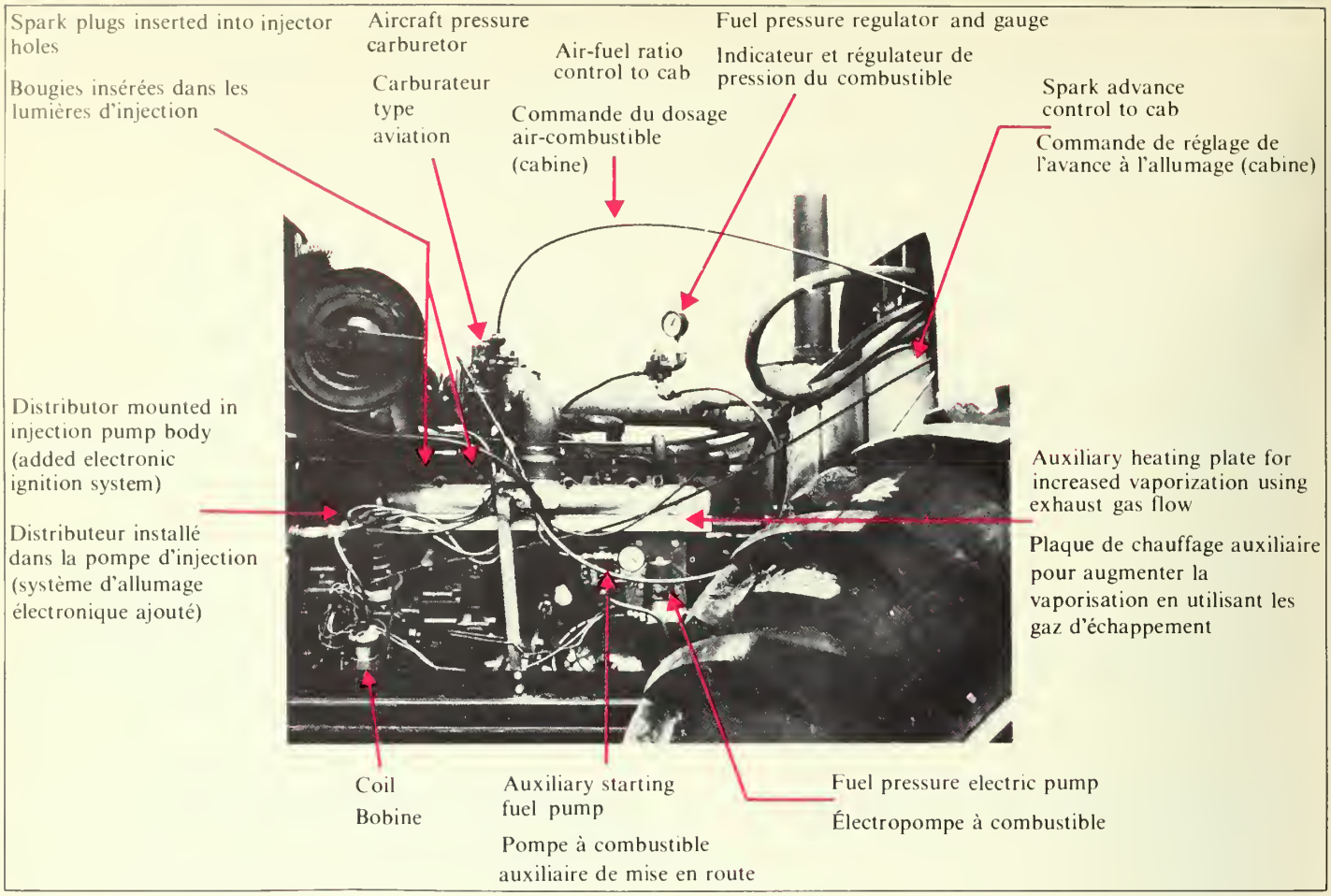


Figure 1. Converted CI engine

Figure 1 Conversion d'un moteur à allumage par compression.

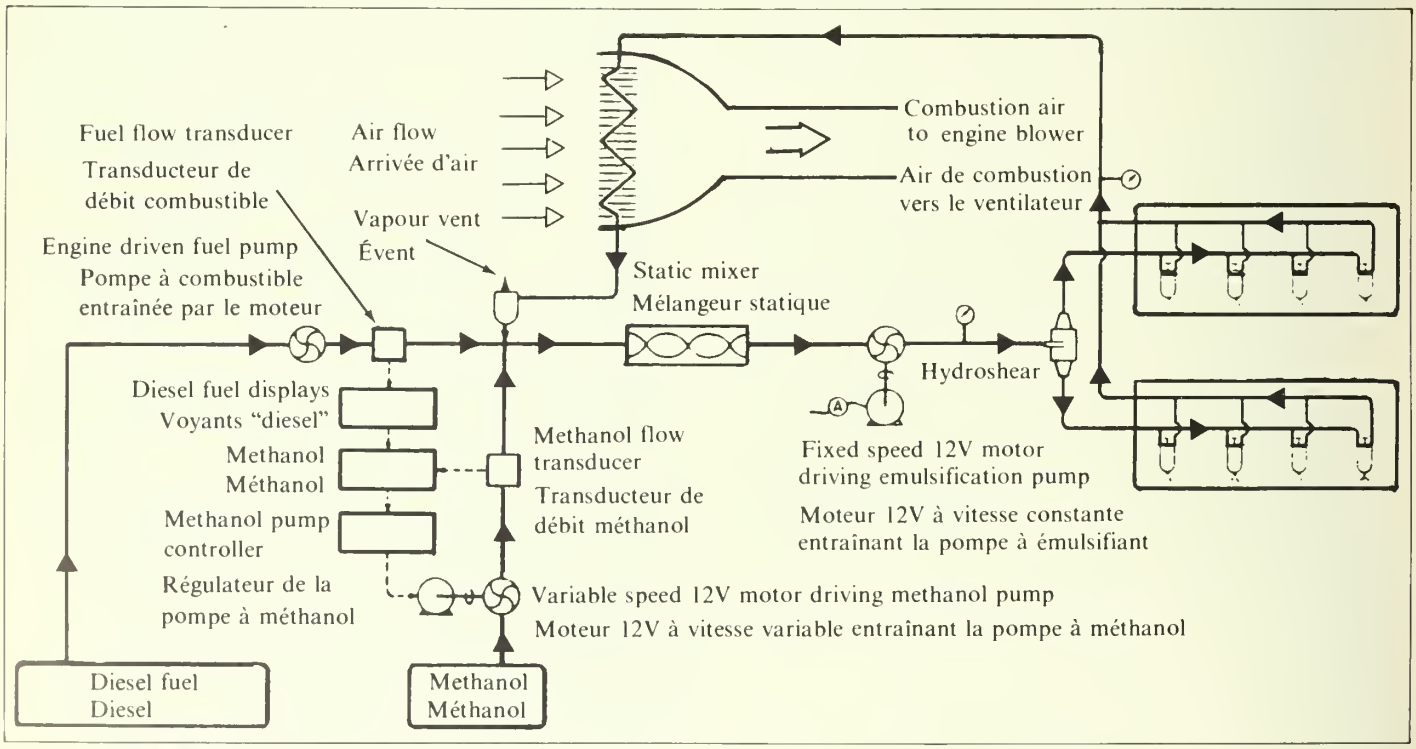


Figure 2. Simplified drawing of the engine fuel system

Figure 2 Schéma simplifié du circuit d'alimentation.

vaporization within the lines, a factor which would cause the engine to lose power or stall. Ethanol is corrosive to many materials used in diesel injection systems. This, combined with its lack of lubricity, may cause premature injector and pump failure. Small amounts of water or cold temperatures will cause an ethanol-diesel mix to separate. Under normal farm fuel distribution, storage, and handling conditions, this could be a serious concern. To produce pure ethanol requires significantly more energy and capital than lower proofs. For this reason, pure ethanol is a less economical alternative.

The Ontario Research Foundation (ORF) is developing an emulsifier system which mixes lower proof alcohol with the diesel immediately before the injection pump (Figure 2). Modifications to a normal tractor would include a second tank and pump for the alcohol, an emulsifier known as a Hydro Shear, a heat exchanger to cool the return fuel, and an electronic flow control system for the alcohol. Because alcohol ignites less readily than diesel, it is desirable to use straight diesel for starting, idling, and low load conditions. A CI engine will operate satisfactorily at part and full load with 25% alcohol. More than 25% alcohol causes excessive engine knock and could lead to premature engine failure. As with diesohol, the emulsified mix burns more efficiently than diesel. However, the same corrosiveness and lack of lubrication exists which may cause injection system problems. The main advantage of this type of system is that it can be adapted to either naturally aspirated or charged air CI engines.

The Agriculture Canada Research Station, Swift Current, is working on a fumigation system for mixing lower proof ethanol into the intake airstream of a turbocharged diesel engine. The fumigation concept is not new since many of the ideas have been previously tried. The first was the addition of a gasoline-type carburetor to the intake manifold with a throttle linkage joining the carburetor to the injection pump. Because of the air restriction caused by the carburetor, the engine lost power, used more fuel, and had a tendency to misfire and knock which resulted in severe engine stress.

The intake restriction was eliminated by substituting a gasoline-type injection system for the carburetor (Figure 3), and the intake manifold was modified to allow the mounting

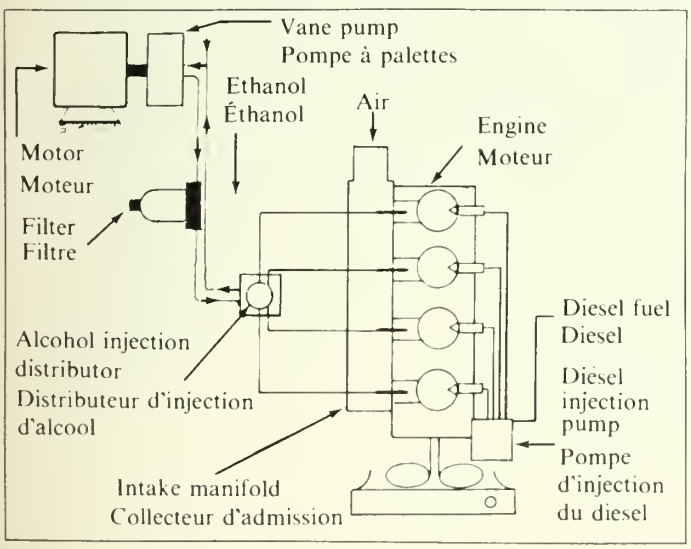


Figure 3. Fuel system

Figure 3 Schéma du circuit d'alimentation.

difficultés et des coûts élevés d'installation, on éprouve de sérieux problèmes de démarrage et de fonctionnement par temps froid.

Le diesel-alcool est un mélange contenant 90% de diesel nº 2 et 10% d'éthanol pur ou anhydre, proportions qu'on retrouve d'ailleurs dans l'essence-alcool. Il n'est pas nécessaire de grandement modifier le moteur puisque ce dernier et le circuit d'alimentation fonctionnent comme auparavant. Il faut calorifuger les conduites d'alimentation et d'injection afin de prévenir la vaporisation de l'alcool à l'intérieur des conduites, ce qui pourrait entraîner une perte de puissance ou l'arrêt du moteur. L'éthanol corrode de nombreux matériaux utilisés dans les circuits diesel à injection. Ce phénomène, ajouté au manque de lubrification, pourrait provoquer une défaillance prématurée des injecteurs et des pompes. La présence de petites quantités d'eau ou le froid entraîneront une séparation de l'éthanol et du diesel. Dans des conditions normales de distribution, de stockage, et de manipulation du combustible à la ferme, cela peut poser un sérieux problème. La production d'éthanol pur requiert beaucoup plus d'énergie et d'investissement que celle d'alcool de degré moindre. Pour cette raison, l'éthanol pur est un combustible de remplacement moins économique.

L'*Ontario Research Foundation* (ORF) met au point un système permettant de mélanger à l'aide d'un émulsifiant un alcool de moindre degré avec le diesel immédiatement en amont de la pompe d'injection (voir Figure 2). Les modifications à apporter à un tracteur normal comprendraient un deuxième réservoir et une pompe pour l'alcool, un émulsifiant connu sous le nom de *Hydro Shear*, un échangeur de chaleur pour refroidir le combustible de retour et un système électronique de régulation du débit de l'alcool. L'alcool s'enflammant moins facilement que le diesel, il est préférable d'utiliser du diesel pur au démarrage, au ralenti, et dans des conditions de faible charge. Un moteur à allumage par compression fonctionnera de façon satisfaisante à pleine charge ou à charge partielle avec 25% d'alcool. Plus de 25% d'alcool entraîne un cognement excessif du moteur et peut provoquer une défaillance prématurée de ce dernier. Comme pour le diesel-alcool, le mélange émulsifié brûle avec un meilleur rendement que le diesel. Cependant, on retrouve les mêmes problèmes de corrosion et de manque de lubrification susceptibles d'endommager le circuit d'injection. Le principal avantage d'un tel système à émulsifiant est qu'il peut s'adapter aux deux types de moteur à allumage par compression, suralimenté ou non.

La Station de recherches de Swift Current travaille à la mise au point d'un système de fumigation permettant de mélanger de l'éthanol de degré moindre avec l'air d'admission d'un moteur diesel à turbocompresseur. Le principe de fumigation n'est pas nouveau et a déjà fait l'objet d'un grand nombre d'essais. La première idée a été d'ajouter un carburateur de moteur à essence au collecteur d'admission avec une tringlerie de commande des gaz entre le carburateur et la pompe d'injection. Le carburateur freinant l'arrivée d'air, le moteur perdait de la puissance, consommait davantage et avait une tendance au mauvais allumage et au cognement, ce qui entraînait une fatigue excessive du moteur.

On a éliminé le problème du freinage de l'arrivée d'air en remplaçant le carburateur par un circuit d'injection de moteur à essence (voir Figure 3). On a modifié le collecteur d'admission de façon à pouvoir installer un injecteur d'alcool à chacun des quatre trous d'admission. Un deuxième réservoir à combustible, une électropompe à palettes et un

of the alcohol injection nozzles at each of the four intake ports. A second fuel tank, an electrically driven valve pump, and a distributor were added to the engine. At full load, up to 60% of the diesel could be replaced without causing a decrease in engine efficiency.

Because of the net overfueling of the engine, power output was raised as much as 20%. While this type of system can be used on either charged air or naturally aspirated CI engines, its cost may prove prohibitive.

In 1980, an American firm began marketing a fumigation system for turbocharged CI engines (Figure 4). In this system, turbo boost pressure is used to pressurize a tank filled with lower proof ethanol. The ethanol is forced from the tank to a nozzle and check valve located in the intake airstream before the turbocharger. The system relies on the interrelationship between engine load and rpm and turbo boost pressure to provide a control for the amount of alcohol used. While providing a relatively simple and inexpensive way to use lower proof alcohol, the system has a serious fault. Some of the alcohol is not able to vaporize before reaching the turbocharger. This causes excessive corrosion and erosion of the high speed blades, eventually causing turbo or engine failure.

The Swift Current system is presently intended for use on a turbocharged engine. The development of a system for naturally aspirated CI engines will come later. This system will use a separate tank, pumps to pressurize the alcohol, a nozzle and check valve located in the intake airstream after the turbocharger, and an electronic control system (Figure 5). The project's objective is to develop a relatively simple and inexpensive system to allow farmers to use lower proof alcohol that could possibly be produced from an on-farm or community scale plant. There are numerous advantages to this type of system. No fluid will pass through the turbo and the diesel injection system can remain unmodified. In addition, the injection system will not be subject to corrosive and

distributeur ont été ajoutés au moteur. À pleine charge, on a pu remplacer jusqu'à 60% du diesel sans diminution du rendement du moteur.

La suralimentation nette du moteur a permis d'augmenter la puissance de 20%. Un tel circuit peut être utilisé avec des moteurs à allumage par compression, suralimentés ou non. Cependant, il risque d'être trop coûteux.

En 1980, une entreprise américaine a mis sur le marché un système de fumigation pour des moteurs à allumage par injection à turbocompresseur (voir Figure 4). La pression de suralimentation sert à maintenir une forte pression dans un réservoir rempli d'éthanol de moindre degré. L'éthanol est entraîné du réservoir vers un injecteur et vers un clapet antiretour placé dans l'arrivée d'air en amont du turbocompresseur. La régulation de la quantité d'alcool utilisée est assurée par la relation existant entre la charge et la vitesse de rotation du moteur d'une part et la pression de suralimentation d'autre part. Ce système, qui offre un moyen relativement simple et peu coûteux d'utiliser un alcool de moindre degré, comporte un grave défaut. Une partie de l'alcool ne peut se vaporiser avant d'atteindre le turbocompresseur. Les aubes sont alors soumises à une corrosion et à une érosion excessive, ce qui finit par provoquer une panne du turbocompresseur ou du moteur.

À l'heure actuelle, le système mis au point à Swift Current est destiné à un moteur suralimenté. La mise au point d'un système destiné à des moteurs à allumage par compression non suralimentés doit commencer plus tard. Le système comprendra un réservoir distinct, des pompes pour maintenir l'alcool sous pression, un injecteur et un clapet antiretour placé dans l'arrivée d'air en aval du turbocompresseur, ainsi qu'un système de régulation électronique (voir Figure 5). L'objectif du projet: simplifier et abaisser les coûts pour permettre aux agriculteurs d'utiliser un alcool de moindre degré pouvant être produit à la ferme ou dans une usine régionale. Les avantages sont nombreux. Aucun liquide ne

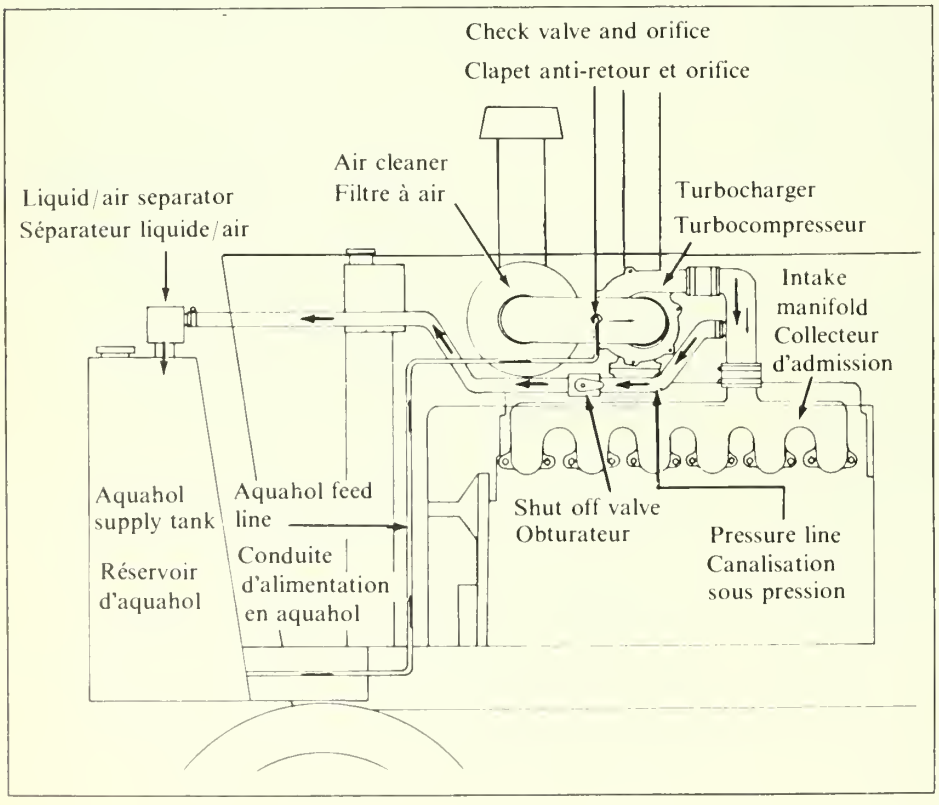


Figure 4. Aquahol injection system

Figure 4 Circuit d'injection d'aquahol.

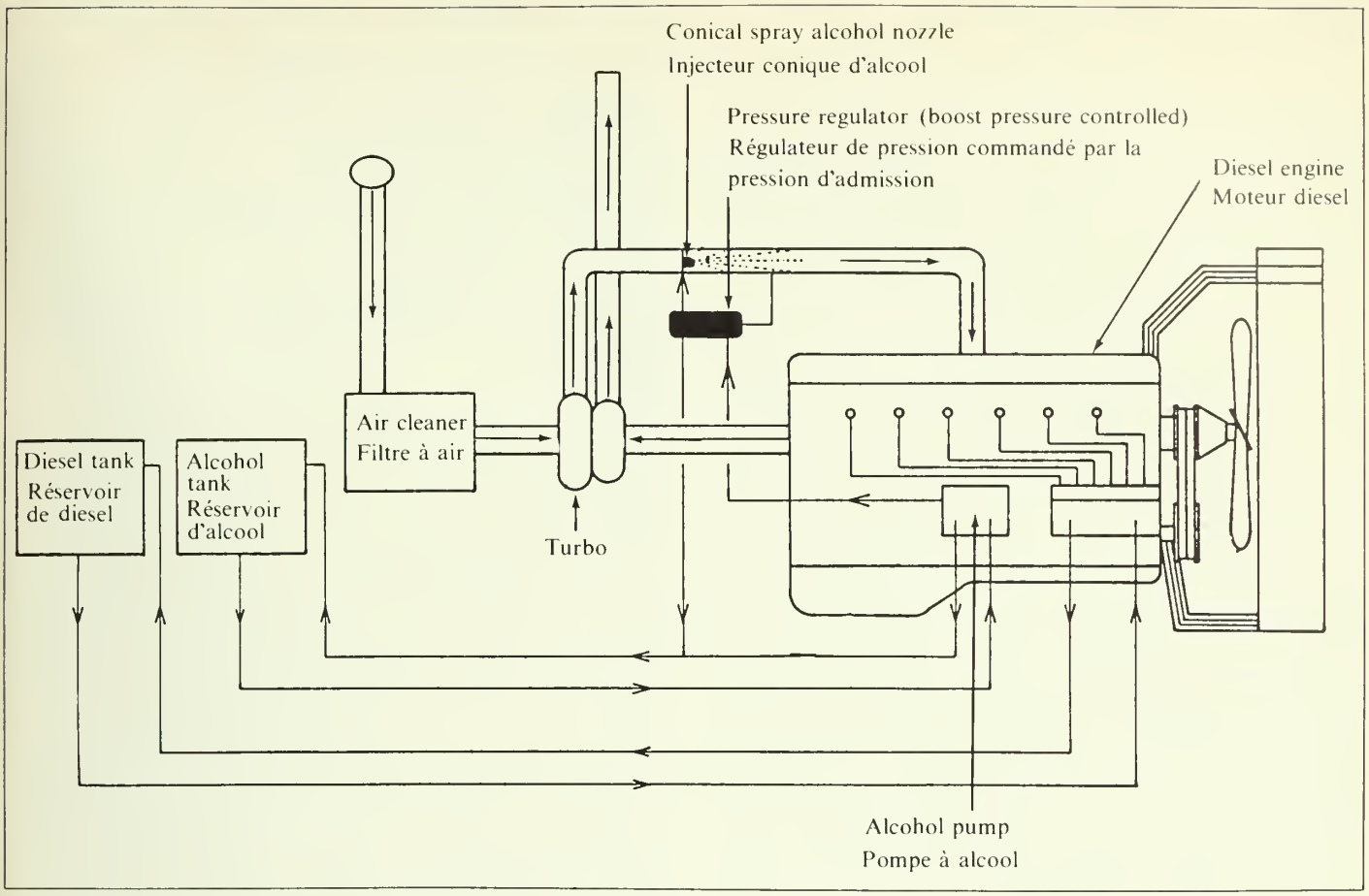


Figure 5. Alcohol injection system design

Figure 5 Circuit d'injection d'alcool.

non-lubricating effects of the alcohol since it is not being mixed with the diesel fuel. A goal of 35% substitution of alcohol for diesel has been set for this system (Figure 5).

The ideal alcohol system has not yet been developed. To be successful, it must be relatively inexpensive, safe to use, harmless to the engine, adaptable to either charged air or naturally aspirated engines, and use lower proof ethanol to allow less stringent storage, handling, and fuel system demands. Also, lower proof alcohol is less expensive, capital intensive, and technically involved, making it suitable for farm or community scale production. Work at Swift Current will continue in the attempt to find a system that fits all these criteria in order to help the farming public meet the need for future energy supplies.

Mr. Stumborg is an engineering specialist at the Agriculture Canada Research Station, Swift Current, Saskatchewan.

traverse le turbocompresseur et il n'est pas nécessaire de modifier le circuit d'injection. De plus, l'alcool n'étant pas mélangé avec le diesel, il n'y a pas de risque de corrosion et de mauvaise lubrification dans le circuit d'injection. On a fixé comme objectif de remplacer 35% du diesel par de l'alcool (voir Figure 5).

On n'a pas encore mis au point de système idéal à l'alcool. Celui-ci doit être relativement peu coûteux, sans danger pour l'utilisateur et le moteur, adaptable au moteur suralimenté ou non, et il doit utiliser de l'éthanol de moindre degré afin de réduire les problèmes de stockage, de manipulation et d'alimentation. L'alcool de moindre degré est aussi moins cher, sa préparation demande un investissement moindre et des techniques simples, ce qui permet une production à la ferme ou dans la région. La Station de recherches de Swift Current poursuivra les travaux de mise au point d'un système répondant à tous ces critères, afin d'aider les agriculteurs à faire face aux futurs problèmes énergétiques.

Monsieur Stumborg est ingénieur à la Station de recherches Agriculture Canada, à Swift Current.

Whey as a feedstuff

L.J. Fisher and W.T. Buckley

Whey, the major by-product of cheese manufacturing, has been underused since the closing of small cheese plants. Researchers at Agassiz have been testing a plan for feeding partially dried whey mixed with canola meal to livestock. Test results show great potential for using whey as a feed.

Whey is the major by-product of cheese manufacturing. It is a slightly viscous yellowish liquid containing 6.5 – 7.0% solids. Lactose is its major constituent. Liquid whey has been a traditional feedstuff for pigs and dairy animals. With the elimination of small cheese factories and the centralization of cheese manufacturing in urban areas, the efficient utilization of whey has become a problem. Its high water content, perishability, and hauling cost can make the direct use of whey impractical. It is costly to treat as a waste through sewage systems. Only small amounts of dried whey can be used by the bakery and soft drink industries; therefore, there is a need for the development of other products to effectively use excess whey.

The partial drying of whey to provide a livestock feed in a more concentrated and easily handled form has been tested in the U.S. and Europe. Such a product can be used as a carrier for other nutrients such as protein and minerals. The Agriculture Canada Research Station, Agassiz, in cooperation with the Dairyland Division of the Fraser Valley Milk Producers Association has been testing a mixture of evaporated whey and canola meal as a source of protein and energy for growing calves. The canola meal was added to evaporated acid whey at the rate of 100 g/kg to give an end product that was light beige in color, had the consistency of firm putty, and could be stored at room temperature for up to 4 months without appreciable deterioration. This feedstuff contained 72% dry matter, 15% protein, 13% ash, and less than 2% fiber.

The feeding trials with young calves quickly proved that this mixture of evaporated whey and canola meal was palatable. In fact, when it was fed free choice to 5 – 7 week old calves they consumed too much, too fast, and showed several incidences of bloat. We also observed that bloat was prevented if the calves were given access to chopped hay as well as the whey. Not only was the whey consumed readily, it proved to be highly digestible, with an average dry matter digestibility of over 80%. From observations made during the first feeding trial, we recognized several potential problems. Whey has a relatively high mineral content. Calves fed the whey produced nearly twice as much urine as the calves which received no whey. Mineral excretion by the calves was therefore high and there was concern that the feeding of the evaporated whey product for an extended period might affect macro or micro element status due to an excessive intake of some minerals.

We then carried out a second feeding trial. We fed 6 – 10 month holstein calves 0, 1, 2, or 4 kg of the whey product per day with all the hay they could consume. Body weight gain, blood mineral content, and rumen fermentation were monitored for 4 months. Calf growth was satisfactory, averaging 1.0 kg per calf a day, being fastest for calves fed the highest level of whey. Plasma levels of phosphorous, calcium, and magnesium fell within the normal range for all calves, but magnesium tended to be low for calves fed the

L'utilisation du petit lait comme aliment pour le bétail

L.J. Fisher et W.T. Buckley

Le petit lait, sous-produit important de la fromagerie, est sous-utilisé depuis la fermeture des petites fabriques de fromage. Des chercheurs, à Agassiz, ont étudié un plan d'alimentation du bétail avec du petit lait partiellement déshydraté et mélangé avec de la farine de colza. Les résultats montrent que l'utilisation du petit lait sous cette forme apparaît prometteuse.

Le petit lait est le principal sous-produit de la fromagerie. C'est un liquide jaunâtre légèrement visqueux contenant 6,5 à 7% de solides composés principalement de lactose. Le petit lait liquide a pendant longtemps servi à nourrir les porcs et les vaches. Avec la disparition des petites fabriques de fromage et la centralisation de l'industrie dans les zones urbaines, l'utilisation efficace du petit lait est devenue un problème. La grande teneur en eau du petit lait, son caractère périssable et les frais de manutention peuvent rendre l'utilisation directe de ce produit très difficile. Le traitement du petit lait pour en faire un déchet éliminable dans les réseaux d'égout est coûteux. Les industries de la boulangerie et des boissons gazeuses utilisent seulement de petites quantités de petit lait déshydraté. Il est donc devenu nécessaire de trouver de nouveaux débouchés.

La déshydratation partielle du petit lait, qui permet d'utiliser ce dernier sous une forme plus concentrée et plus facile à manipuler pour la nourriture du bétail, a fait l'objet d'essais aux États-Unis et en Europe. Le produit peut servir de support pour d'autres substances nutritives comme les protéines et les sels minéraux. La Station de recherches d'Agriculture Canada, à Agassiz, en collaboration avec la Dairyland Division de la Fraser Valley Milk Producers Association, a fait des essais avec un mélange de petit lait évaporé et de farine de colza utilisé comme source de protéines et d'énergie pour l'élevage des veaux. La farine de colza a été ajoutée à du petit lait acide évaporé dans une proportion de 100 g/kg. Le produit obtenu était d'une couleur beige clair, il avait la consistance d'un mastic ferme et il pouvait être conservé à température ambiante pendant quatre mois, sans détérioration notable. L'aliment contenait 72% de matière sèche, 15% de protéines, 13% de cendres et moins de 2% de fibres.

Dès les premiers essais, il est apparu que le mélange de petit lait évaporé et de farine de colza était au goût des jeunes veaux. En fait, lorsque des veaux de 5 à 7 semaines avaient libre accès à cette nourriture, ils en consommaient trop, trop vite, et l'on a consigné plusieurs cas de gonflement. On a aussi observé que les veaux ne gonflaient pas lorsqu'ils pouvaient manger du foin haché en même temps que le petit lait. En plus d'être facilement consommé, le petit lait s'est révélé très digestible, avec une digestibilité moyenne de la matière sèche supérieure à 80%. Les observations faites pendant le premier essai ont permis de mettre en évidence plusieurs problèmes potentiels. Le petit lait a une teneur en sels minéraux relativement élevée. Les veaux nourris de petit lait urinent environ deux fois plus que les autres veaux. L'excrétion des sels minéraux par les veaux était donc élevée et l'on s'est demandé si une alimentation à base de petit lait pendant une période de temps prolongée ne

Whey mixed with canola meal as a livestock feed is being tested on young calves at the Agassiz Research Station.

Petit lait mélangé à un tourteau de canola en vue d'essais d'aliments du bétail sur de jeunes veaux, à la Station de recherches d'Agassiz.

highest level of whey. The feeding of the evaporated whey-canola meal mixture at either 2.0 or 4.0 kg a day had a major influence on the by-products of fermentation in the rumen. Acetic and propionic acid decreased one third, while butyric acid doubled and the molar proportion of valeric acid tripled. Despite this major shift in the pattern of rumen fermentation, digestibility and use of the total ration was not impaired. There were indications, moreover, throughout both feeding trials that the whey product improved the efficiency with which the protein component of diet was utilized.

The potential of this product as a feedstuff for young ruminants is good. Intake and use of the lactose were excellent, and even though feeding the evaporated whey-canola mixture caused alterations in volume of urine and in rumen fermentation, these changes were not considered to be deleterious to the calves' growth performance. We concluded that this feedstuff is a good source of energy for young calves and an efficient carrier for protein supplements.

Drs. Fisher and Buckley are research scientists at the Agriculture Canada Research Station, Agassiz, British Columbia.

risquait pas de modifier les teneurs en éléments nutritifs majeurs ou en oligo-éléments, en raison d'une absorption excessive de certains sels minéraux.

On a alors procédé à un deuxième essai. On a nourri des veaux Holstein de 6 à 10 mois avec des rations quotidiennes de petit lait de 0, 1, 2 et 4 kg, en leur permettant de manger autant de foin qu'ils le désiraient. On a contrôlé le gain de poids, la teneur du sang en sels minéraux et la fermentation stomacale pendant quatre mois. La croissance des veaux était satisfaisante, avec une moyenne quotidienne de 1,0 kg par veau, le gain de poids étant plus rapide pour les veaux consommant de plus grandes quantités. Les teneurs du plasma en phosphore, en calcium et en magnésium étaient normales pour tous les veaux, mais la teneur en magnésium avait tendance à être faible pour les veaux qui avaient consommé le plus de petit lait. La consommation du mélange petit lait évaporé/farine de colza, à raison de 2,0 ou 4,0 kg/jour avait des conséquences importantes sur la fermentation stomacale. Les concentrations en acides acétique et propionique ont chuté d'un tiers, alors que celle de l'acide butyrique doublait et que la proportion molaire d'acide valérique triplait. Malgré cette modification importante de la fermentation stomacale, la digestibilité et l'utilisation de la ration totale n'étaient pas compromises. En fait, lors des deux essais, certaines observations tendaient à prouver que le petit lait améliorait l'efficacité avec laquelle les protéines consommées étaient utilisées.

L'utilisation du petit lait comme aliment pour les jeunes ruminants paraît prometteuse. L'absorption et l'utilisation du lactose étaient excellentes et les modifications apportées au volume d'urine et à la fermentation stomacale par la consommation du mélange petit lait évaporé/farine de colza ont été jugées sans danger pour la croissance des veaux. Les chercheurs ont conclu que l'aliment était une bonne source d'énergie pour les jeunes veaux et un support efficace pour les suppléments protéiniques.

MM. Fisher et Buckley sont des chercheurs à la Station d'Agriculture Canada, à Agassiz (C.-B.).

ECHOES from the field and lab / ÉCHOS des labos et d'ailleurs

SCIENTIFIC TEAM FIGHTS VOMITOXIN IN WHEAT

A team of 17 Agriculture Canada scientists is conducting an in-depth research program to help farmers combat the problem of vomitoxin in wheat.

Vomitoxin is a chemical caused by a fungus growth in wheat, corn, and other grains. Livestock may refuse to eat contaminated grain, resulting in weight loss. The consumption of contaminated grain by livestock can cause vomiting and may possibly result in damage to internal organs.

Mycotoxins, including vomitoxin, are a worldwide problem. They have probably contaminated crops since farming began. But only recently have tests been developed that can detect minute traces of vomitoxin and other mycotoxins formed by fungus.

In Canada, vomitoxin is mainly a problem in Ontario, Quebec, and the Atlantic Provinces where warm, humid weather encourages fungus growth. It has recently become a particular concern since the toxin was found in Ontario and Quebec wheat in 1980 and 1981.

The research scientists are attempting to increase the knowledge about vomitoxin, to find ways to control it, to decontaminate grain, and to determine safe feeding levels for livestock.

The team is supported by new analytical equipment, including a $500 000 mass spectrometer that can accurately identify toxins in minute amounts.

A group of scientists at the Animal Research Centre in Ottawa, with help from Agriculture Canada researchers in Kentville, N.S., and Lennoxville, Que., are studying the effects of mycotoxins on animal production. They are working to determine safe levels of mycotoxins in feed, and methods to prevent and treat mycotoxin reactions in livestock.

Feeding trials are going on with grain from last year's infected wheat crop as an ingredient in dairy cattle feed.

Another group of scientists at the Chemistry and Biology Research Institute (CBRI) in Ottawa has been able to isolate pure vomitoxin in the laboratory for controlled feeding tests of livestock and toxicology studies. They are also seeking ways to detoxify contaminated feed grain.

Chemical and biological methods are being developed to monitor vomitoxin levels in crops. Biochemists and physiologists are studying the steps that lead to the formation of vomitoxin by the fungus to help combat toxin formation in the field.

Scientists at the research station in Winnipeg are assessing environmental conditions that may lead to the buildup of vomitoxin in contaminated grain in storage and how to prevent this buildup.

Other experts at the Biosystematics Research Institute and CBRI in Ottawa and the Ottawa and Charlottetown research stations of Agriculture Canada are studying methods of identifying the fungi responsible for mycotoxin production in the field and developing ways of predicting and controlling fungi in crops.

Research, both in the field and in the laboratory, shows that environmental conditions, such as temperature, light, and moisture, can greatly influence the toxin production. The crop and strain of fungus also have an influence.

UNE ÉQUIPE DE SCIENTIFIQUES COMBAT LA VOMITOXINE DANS LE BLÉ

Une équipe de 17 scientifiques d'Agriculture Canada participe présentement à un programme de recherche sur le problème de la vomitoxine dans le blé.

La vomitoxine est un poison produit par un champignon qui poussse dans le blé. La consommation de céréales contaminées peut causer des vomissements et éventuellement endommager les organes internes du bétail. Il arrive fréquemment que les animaux à qui on présente des aliments à teneur élevée en vomitoxine refusent tout simplement de manger, entraînant ainsi une perte de poids.

La vomitoxine est un problème dans le monde entier et des contaminations sont signalées depuis des siècles sur tous les continents. Toutefois, ce n'est que dernièrement que des tests ont été mis au point pour la détection de quantités infimes de vomitoxine et d'autres mycotoxines produites par le champignon en question.

Au pays, la vomitoxine représente un problème en Ontario, au Québec et dans les provinces maritimes où les temps chauds et humides favorisent la croissance du champignon. Ce problème fait l'objet de préoccupation majeure depuis que des niveaux inacceptables de ce poison ont été décelés dans des échantillons de blé d'hiver en 1980 en Ontario et en 1981 dans du blé du Québec.

Les chercheurs tenteront d'approfondir leurs connaissances au sujet de la vomitoxine, de trouver des moyens d'éliminer le champignon et enfin, de déterminer les concentrations tolérables pour l'alimentation des animaux.

L'équipe dispose d'équipements modernes évalués à $1,5 million et qui permettent de déceler avec précision des quantités infimes de toxines.

En premier lieu, un groupe de chercheurs du Centre de recherches zootechniques d'Ottawa, en collaboration avec des chercheurs des stations de recherches d'Agriculture Canada de Kentville (N.-É.) et de Lennoxville (Qc), étudie les effets des mycotoxines sur la production animale. Ils tentent de déterminer les teneurs tolérables en mycotoxines dans les aliments du bétail, les méthodes de prévention et de traitement des réactions aux toxines chez le bétail.

Un deuxième groupe, celui-ci de l'Institut de recherches chimiques et biologiques, également à Ottawa, a réussi à isoler de la vomitoxine pure en laboratoire en vue d'épreuves alimentaires contrôlées avec soin chez le bétail et d'études de toxicologie. Ils cherchent aussi des moyens de décontaminer les céréales fourragères de la Station de Winnipeg et d'autres stations fédérales de recherches agricoles collaborent avec l'Institut à ces études analytiques.

Au Québec, on effectue actuellement des essais alimentaires consistant à servir à des bovins laitiers des céréales de la récolte de blé infecté de l'an dernier.

Diverses méthodes chimiques et biologiques servent à mettre au point des moyens de contrôler les teneurs en vomitoxines dans les cultures. Des biochimistes étudient les étapes qui conduisent à la production de vomitoxine par le champignon, ce qui pourrait contribuer à combattre la formation des toxines dans les champs.

Les chercheurs de la Station de recherches de Winnipeg travaillent à définir les conditions environnementales qui

In the meantime, a thorough monitoring program will be undertaken for the 1982 Canadian wheat crop to gain a complete picture of the extent of vomitoxin in the crop. A federal interdepartmental committee comprising officials from Agriculture Canada, Health and Welfare Canada, and the Canadian Grain Commission has established a wheat sampling program to monitor vomitoxin from Alberta to Nova Scotia. No vomitoxin was found in British Columbia or Newfoundland under similar monitoring programs carried out in 1980 and 1981.

There are several steps that grain producers can take to reduce the risk of vomitoxin in their wheat crops.

Because wet weather in late summer tends to increase the chance of the fungus producing vomitoxin, harvesting should be done at the earliest possible date. Farmers should also choose the earliest-maturing cultivar available and use only the best quality seed. Glenlea seed, grown in Saskatchewan, is virtually free of the problem.

It is also recommended that seeding be done early so the crop flowers and matures during the driest part of the season.

Other recommendations are that seed be treated with a fungicide, that infected stubble and debris be plowed deeply into the ground in the fall, and grain not be grown in fields that had a susceptible crop the previous year.

Canada is one of the few nations attempting to come to grips with the vomitoxin problem. The research carried out by the Agriculture Canada scientists now gives livestock producers advance warning of the possibility of vomitoxin in feed supplies.

The scientists are confident that they will soon be able to provide the answers needed on livestock tolerance of vomitoxin, control of contamination in the field, and decontamination of feed supplies.

PERSISTENCE STUDIES ON A NEW, POTENT INSECTICIDE Deltamethrin is one of the most powerful insecticides yet synthesized. Equally important, deltamethrin has a relatively low toxicity to mammals and is reported to be non-persistent in the environment. This insecticide has just been registered for use in Canada to control grasshoppers in wheat and barley, flea beetles in mustard and canola, and Colorado potato beetles in potatoes.

Deltamethrin belongs to a new class of insecticide called synthetic pyrethroids. It is applied at rates that are 10 to 100 times less than the rates currently used for organochlorine, organophosphate, or carbamate insecticides.

Studies are underway at the research station in Lethbridge to determine the persistence of deltamethrin in southern Alberta soils. The determination of soil residues is necessary because in most spray operations a large portion of the chemical contacts the soil.

Results to date indicate that deltamethrin is biodegradable and relatively non-persistent in Lethbridge sandy clay loam. Initial residues of 35 – 40 parts per billion decline by 50% within 3 – 7 weeks and by 90% within 19 – 25 weeks. Deltamethrin residues are strongly adsorbed by the soil organic matter within a week after application. This adsorption immobilizes the residues and inactivates them biologically but does not prevent microbioal degradation of the chemical. Although the cold winter temperatures will stop residue degradation, degradation resumes in the spring. One year after a June application, only 5 – 7% of the original deltamethrin residues remain.

favorisent le développement de la vomitoxine dans les céréales contaminées et entreposées et les moyens d'empêcher ce développement.

Un groupe d'experts de l'Institut de recherches biosystématiques et des stations de recherches d'Agriculture Canada, à Ottawa et à Charlottetown, étudie des méthodes permettant de déceler sur place les champignons producteurs de mycotoxine et tente de mettre au point des moyens pour prévoir et empêcher la croissance de ces champignons dans les cultures.

Des recherches menées en laboratoire et dans les champs démontrent que les conditions du milieu, notamment la température et les quantités de lumière et d'humidité, peuvent grandement influer sur la production des toxines.

Les chercheurs sont persuadés de trouver bientôt les moyens de déterminer le seuil de tolérance à la vomitoxine chez les bestiaux, de décontaminer les aliments infectés du bétail et de prévenir la contamination dans les champs.

Entretemps, un programme de contrôle minutieux de la récolte canadienne de blé de 1982 sera mis sur pied afin d'avoir un aperçu complet de l'étendue de la contamination de la récolte par la vomitoxine. Par conséquent, un comité interministériel formé d'agents de la Commission canadienne des grains, d'Agriculture Canada et de Santé et Bien-être social Canada, a mis en place un système d'échantillonnage pour contrôler la vomitoxine de l'Alberta à la Nouvelle-Écosse. On n'a jamais décelé de vomitoxine en Colombie-Britannique et à Terre-Neuve dans les programmes de contrôle précédents.

Pour leur part, les producteurs peuvent prendre un certain nombre de mesures pour réduire les risques d'infection de leur blé par la vomitoxine.

Puisque les temps humides de la fin de l'été semblent favoriser la production de vomitoxine par le champignon, les agriculteurs devraient moissonner le plus tôt possible, choisir les cultivars les plus précoces et utiliser seulement des semences de la meilleure qualité. Par exemple, la variété Glenlea, cultivée en Saskatchewan, est pratiquement exempte de ce problème.

Il est aussi conseillé d'ensemencer tôt, de manière à ce que la floraison et la maturation surviennent au cours de la partie la plus sèche de la saison.

D'autres précautions à prendre seraient de traiter la semence avec un fongicide, d'enterrer la paille et les débris infectés profondément dans le sol au moment des labours d'automne et enfin, d'éviter de cultiver le blé dans des champs qui ont produit des récoltes prédisposées à l'infection l'année précédente.

Le Canada est l'un des seuls pays au monde à s'être attaqué au problème de la vomitoxine. Grâce aux découvertes scientifiques des chercheurs d'Agriculture Canada, les éleveurs peuvent maintenant être avertis à l'avance des risques de contamination de leurs approvisionnements d'aliments du bétail.

ÉTUDE DE LA PERSISTANCE D'UN NOUVEL INSECTICIDE PUISSANT La deltaméthrine est l'un des insecticides les plus puissants jamais synthétisés. La deltaméthrine a d'autres caractéristiques tout aussi importantes comme sa toxicité relativement faible pour les mammifères et le fait qu'elle ne semble pas persister dans l'environnement. L'utilisation de cet insecticide vient d'être officiellement acceptée au Canada pour lutter contre les sauterelles dans les champs

Deltamethrin acts as a neurotoxin and attacks insects by contact and ingestion. Typical application rates are 5 – 10 g/ha, which is like spreading one tablespoon of chemical over one hectare of land. This low application rate makes it difficult to detect the minute levels of residues that result. Residue analysis becomes a modern-day "search for the needle in the haystack" that requires special techniques and sensitive analytical equipment. Results of the residue studies at Lethbridge were forwarded to registration authorities in Ottawa, who require residue data from Canadian soils before approving a new insecticide for agricultural use. Deltamethrin will be marketed under the trade name of Decis. Its cost has been estimated at $9.70/ha for the 5 g application rate.

This note by Dr. B.D. Hill recently appeared in the Weekly Letter from the Agriculture Canada Research Station, Lethbridge.

SEARCHING FOR THE CAUSE OF POTATO BLACKENING The after-cooking darkening of potatoes does not reduce their nutritive value, but the loss of eye appeal does concern the consumer. Acidification of the cooking water with vinegar will reduce color development but this practice is unlikely to appeal to the householder.

The blackening of potatoes is one of several quality factors we are investigating at the research station in Lethbridge. In particular, we want to determine if geographic location affects potato quality. These studies will help show if regional differences in potato quality do exist, and thus aid the industry's efforts to market a uniform, high quality product. Although we are still collecting general information on potato quality from the different areas of central and southern Alberta, we recently analyzed potato samples for their chlorogenic acid content. Other research has shown this compound to be associated with tubers that darken. The colored pigments are formed from a complex of iron and chlorogenic acid. When exposed to air, the iron in the potato changes to a dark color and causes the cooked potatoes to blacken.

Results obtained in our laboratory show that the Russet Burbank potato samples from various locations differed in chlorogenic acid content. Matching the results with soil types suggests that differences in chlorogenic acid may be related to variations in the soil's organic matter content. This possibility will be investigated further.

While the tendency for potato tubers to accumulate high levels of chlorogenic acid is influenced by the variety, growing conditions and production practices also important factors. Research in other areas of North America and in Europe indicates that after-cooking darkening is most prevalent in cool, wet seasons; in soils with high organic matter; and in soils high in nitrogen and low in potassium. The application of potassium fertilizer in the chloride form also has been associated with an increase in after-cooking darkening.

If further studies confirm that potato blackening is associated with location, then we will examine how variety, production, and handling practices contribute to this problem.

This note by Drs. D.R. Lynch and M.S. Kaldy recently appeared in the Weekly Letter from the Agriculture Canada Research Station, Lethbridge.

de blé et d'orge, contre les puces de terre dans la moutarde et le colza, et contre les doryphores de la pomme de terre.

La deltaméthrine appartient à une nouvelle classe d'insecticides appelés pyréthroïdes synthétiques. Les taux d'application de la deltaméthrine sont de 10 à 100 fois inférieurs aux taux couramment utilisés pour les insecticides organochlorés, organophosphatés, ou carbamatés.

La Station de recherches de Lethbridge procède actuellement à des études d'évaluation de la persistance de la deltaméthrine dans les sols du Sud de l'Alberta. Il est nécessaire de vérifier la présence de résidus dans le sol car, dans la plupart des opérations d'épandage, une grande partie des produits chimiques entre en contact avec le sol.

Les résultats obtenus à ce jour montrent que la deltaméthrine est biodégradable et relativement non persistante dans l'argile sableuse de Lethbridge. Des concentrations initiales de résidus de 35 à 40 parties par milliard baissent de 50% en 3 à 7 semaines et de 90% en 19 à 25 semaines. Les résidus de deltaméthrine sont fortement absorbés par la matière organique du sol dans la semaine suivant l'épandage. Cette absorption immobilise les résidus et les rend biologiquement inactifs, mais elle n'empêche pas la décomposition microbienne du produit chimique. Bien que les basses températures de l'hiver arrêtent la décomposition des résidus, cette dernière recommence au printemps. Un an après un épandage au mois de juin, seulement 5 à 7% des résidus initiaux de deltaméthrine sont encore présents.

La deltaméthrine se comporte comme une neurotoxine et elle agit sur les insectes par contact et par ingestion. Les taux ordinaires d'application sont de 5 à 10 g/ha, ce qui revient à saupoudrer une cuillerée à soupe de produits chimiques sur un hectare. Ce faible taux d'application rend difficile la détection des concentrations infimes de résidus qui en résultent. L'analyse des résidus s'apparente à une version moderne de la «recherche d'une aiguille dans une meule de foin» et elle nécessite des techniques spéciales et des appareils d'analyse très sensibles.

La Station de recherches de Lethbridge a fait parvenir des résultats de ses études concernant les résidus aux autorités fédérales qui exigent de telles données concernant les sols canadiens avant d'approuver l'utilisation agricole d'un nouvel insecticide. La deltaméthrine sera commercialisée sous le nom de Decis et son coût est estimé à $9.70 pour un taux d'application de 5 g/ha.

Cet article de B.D. Hill a récemment paru dans le bulletin hebdomadaire de la Station de recherches d'Agriculture Canada, à Lethbridge.

Ottawa Research Station

The Ottawa Research Station is the major center for plant breeding in eastern and central Ontario and western Quebec. It is also the major center for research on ornamentals in the Research Branch. The station manages the Canadian Plant Gene Resources program, including the Canadian Gene Bank in which 60 000 stocks are being preserved. The station is responsible for the management of the Central Experimental Farm, including the Arboretum and the Ornamental Gardens, and is in charge of the experimental farms at Kapuskasing and Thunder Bay.

The breeding programs include oats, barley, winter wheat, corn, soybeans, forage legumes, grasses, and winterhardy flowering shrubs. During the past decade, the station has obtained licenses for and has released 31 new cultivars in 14 species and 25 corn hybrids. A wide range of genetic stocks are released to plant breeders in Canada and abroad on a regular basis.

The ornamentals program includes floriculture and nursery research aimed at the improved management of greenhouse and bedding plants and nursery species.

The integrated management of the alfalfa weevil and the blotch leafminer, and the introduction of parasites substantially reduced the use of pesticides and the loss of protein in the crop. Canadian genetic resources inventories are published.

Research is being carried out in genetics, cytology, plant physiology and pathology, entomology, grain chemistry and quality, and crop management. A new program has recently been established in genetic engineering. Improved methods for producing anther-derived haploids are already being used in canola and tobacco breeding programs.

Station de recherches d'Ottawa

La Station de recherches d'Ottawa est le principal centre des travaux d'amélioration des végétaux dans l'Est et le Centre de l'Ontario et l'Ouest du Québec. C'est aussi là que les principales recherches sur les cultures ornementales, à la Direction générale de la recherche, sont effectuées. La station dirige le programme sur les ressources phytogénétiques canadiennes, y compris la banque canadienne des gènes dans laquelle sont préservés 60 000 spécimens végétaux. Elle gère la Ferme expérimentale centrale, dont l'Arboretum et les jardins ornementaux, et s'occupe des fermes expérimentales de Kapuskasing et de Thunder Bay.

Les programmes d'amélioration portent sur l'avoine, l'orge, le blé d'hiver, le maïs, le soja, les légumineuses fourragères, les graminées et les arbustes à fleurs résistant à l'hiver. Depuis 10 ans, la station a fait homologuer et mis sur le marché 31 nouveaux cultivars de 14 espèces et 25 maïs hybrides. Un large éventail de matériel génétique est remis régulièrement aux obtenteurs du Canada et de l'étranger.

Le programme sur les plantes ornementales couvre la floriculture et la serriculture. Il vise à améliorer la conduite des pépinières ainsi que des cultures de plantes de serres et de parterres.

La lutte dirigée contre le charançon postiche de la luzerne et contre l'agromyre de la luzerne ainsi que l'introduction de parasites ont eu pour effet de réduire sensiblement l'utilisation des pesticides et la perte de protéines en agriculture. La station publie un inventaire des ressources génétiques canadiennes.

La recherche se fait en génétique, en cytologie, en physiologie et en pathologie des plantes, en entomologie, en chimie et sur l'évaluation qualitative des céréales ainsi que sur la conduite des cultures.

New dwarf (left), semi-dwarf (center two) and tall (right) long-peduncled and naked seeded oat lines; dwarf and semi-dwarf plants contain a combination of a dwarfing gene and modifiers, hence the long peduncle derived from dormoat.

Nouvelles lignées d'avoine à long pédoncule et à grains dévêtus, naines (à gauche), semi-naines (les deux spécimens au centre) et grandes. Les plantes naines et semi-naines combinent un gène nanisant et des modificateurs, d'où le long pédoncule issu de l'avoine dormante (Dormoat).

Dr. T. Rajhathy, Director

M. Rajhathy, Directeur

Canada