11-615
no.85-64
c.3

Statistics Canada Statistique Canada

Methodology Branch

Institutions & Agriculture
Survey Methods Division

Direction de la méthodologie

Division des méthodes d'enquête
institutions et agriculture

Canada

CAHIER DE TRAVAIL No. DMEIA-85-064F

MÉTHODOLOGIE

FORMATION DES STATISTICIENS-MATHÉMATICIENS SE DESTINANT À UNE CARRIÈRE À STATISTIQUE CANADA*

par

S. Currie, H. Gough, G. Hole, K. Krotki, R. Lussier et F. Maranda

Avril 1985

* Il s'agit d'une version préliminaire. Ne pas citer sans la permission des auteurs. Nous aimerions recevoir vos commentaires

10102258 92
STATISTICS CANADA LIBRARY
BIBLIOTHÈQUE STATISTIQUE CANADA

Formation des statisticiens-mathématiciens se destinant à une carrière à Statistique Canada*

S. Currie, H. Gough, G. Hole, K. Krotki, R. Lussier et F. Maranda

AVRIL 1985

RÉSUMÉ

Notre exposé consiste en une brève description du travail des statisticiens-mathématiciens oeuvrant au sein des divisions de méthodes d'enquête de Statistique Canada. Ce travail a surtout trait à la conception d'enquêtes et, dans une certaine mesure, à la recherche et à l'enseignement. Nous décrirons d'abord les qualités que Statistique Canada recherche chez les candidats à ce type de poste. Ces qualités seront ensuite situées dans le contexte du recrutement des diplômés universitaires. Nous indiquerons alors les écarts entre les exigences de Statistique Canada et les caractéristiques des diplômés récents. Enfin, nous proposerons certaines idées dont les universités pourraient s'inspirer pour mieux préparer les statisticiens-mathématiciens à une carrière à Statistique Canada.

1. Introduction

Statistique Canada emploie environ 125 statisticiens-mathématiciens qui ont pour principales fonctions d'assurer, sur le plan de la conception des enquêtes et des méthodes, le soutien de bon nombre de secteurs d'activité (par exemple, agriculture, industrie, enquête sur la population active, recensement de la population et du logement); ils sont également chargés de certains travaux de recherche sur les méthodes. C'est en fonction de ce groupe professionnel que nous traiterons de la formation universitaire des statisticiens.

Dans cette communication, nous présenterons d'abord une brève description du travail de ces statisticiens-mathématiciens, et particulièrement du travail de ceux occupant chez nous des postes subalternes ou de stagiaires. Nous décrirons ensuite les qualités qu'exigent ces postes subalternes ainsi que les postes plus élevés. Puis nous donnerons un aperçu du programme de recrutement universitaire, afin de montrer comment nous recrutons en fonction de ces exigences. Suivra une analyse des caractéristiques des candidats et des nouveaux titulaires, avec indication des écarts par rapport aux caractéristiques du titulaire modèle. Enfin, nous proposerons quelques idées dont les universités pourraient s'inspirer pour mieux former les statisticiens-mathématiciens en vue d'une carrière à Statistique Canada. Quant aux méthodes de recrutement, que Statistique Canada pourrait certes améliorer, il s'agit là d'une question que nous n'avons pas abordée dans la présente communication.

---

* Communication sollicitée en vue de l'assemblée générale de 1985 de la Société de statistique du Canada, dans le cadre de la session intitulée "Formation universitaire des statisticiens oeuvrant dans l'administration et l'industrie".

2. Travail des statisticiens-mathématiciens à Statistique Canada

Cette section portera surtout sur deux principales fonctions, la prestation de services, qui est la plus importante, et la recherche. Nous mettrons ensuite en lumière divers aspects importants qui font partie intégrante du travail du statisticien, ou en découlent, notamment la programmation, l'enseignement, la présentation et la publication des résultats, et la gestion.

2.1 Fonction prestation de services

Environ 90 % du travail des méthodologistes d'enquête de Statistique Canada vise directement à assurer le soutien de secteurs d'activité (agriculture et ressources naturelles, industrie, indice des prix à la consommation, recensement de la population et du logement, enquête sur la population active, enquête auprès des ménages). Il s'agit alors de travaux de statistique ayant trait à la conception, au remaniement, à l'implantation et à la vérification d'enquêtes-échantillons et de recensements, et à l'utilisation de dossiers administratifs ou de combinaisons de données provenant de ces trois sources. Les titulaires de ces postes doivent également fournir des conseils sur les méthodes qu'il convient d'utiliser pour analyser les données d'enquêtes complexes; ils doivent également fournir des conseils relativement à des problèmes généraux de nature statistique.

L'intervention des titulaires porte sur les nombreux aspects du processus d'enquête, notamment la planification générale des enquêtes, leur conception (élaboration du plan de sondage, résolution des problèmes inhérents aux réponses, estimation), la conception des questionnaires, le processus de collecte de données et leur traitement (contrôle de qualité y compris), l'évaluation d'enquêtes (visant à mesurer la qualité des données et à déterminer comment les processus peuvent être améliorés) et à l'occasion, la prestation de conseils sur l'analyse des données.

Comme la plupart des diplômés universitaires que nous avons récemment recrutés occupent des postes subalternes (statisticiens-mathématiciens, niveau 3), il serait utile de présenter une description assortie d'exemples illustrant la diversité des travaux exécutés à ce niveau.

Sous l'étroite surveillance d'un méthodologiste principal, chaque méthodologiste s'occupe normalement de 4 à 6 enquêtes ou activités d'enquête, débutant chacune à divers moments et s'étendant sur une période allant de 3 mois à 2 ans. Il peut par exemple s'agir de la conception de petites enquêtes ou d'éléments d'enquêtes plus importantes (vérification et imputation, contrôle de la qualité, amélioration de l'estimation).

Chaque enquête ou activité d'enquête s'inscrit normalement dans le cadre d'un projet réalisé en équipe. Les équipes se composent pour le reste d'un économiste ou d'un sociologue rattaché au programme ou au secteur-client, d'un analyste en informatique et, si l'enquête nécessite un dénombrement ou d'autres activités sur le terrain, d'un représentant des opérations régionales.

Si c'est au méthodologiste qu'il incombe avant tout de veiller à ce que l'on utilise de bonnes méthodes statistiques et de bonnes méthodes d'enquête, compte tenu des restrictions (budget, délai, personnel, technologie et besoins de l'utilisateur), les renseignements relatifs à ces restrictions sont généralement fournis par les autres membres de l'équipe qui font alors appel à leurs connaissances et à

l'expérience acquises dans le cadre d'activités semblables. On peut donc en arriver de façon itérative à des solutions qui mettent à profit les connaissances et l'expérience de tous les membres de l'équipe. A partir d'une estimation préliminaire des restrictions, le méthodologiste proposera diverses méthodes, dont l'une sera retenue par l'équipe et adaptée de manière à tenir compte des considérations d'ordre pratique et théorique qui apparaîtront lors d'un examen plus approfondi.

Lorsqu'il s'agit de projets de moindre importance, le méthodologiste fait partie de l'équipe de projet. Lorsqu'il s'agit de projets plus importants, ce peut être son supérieur qui fasse partie de l'équipe de projet principale.

Ce supérieur confierait généralement certaines parties de la méthodologie globale à divers méthodologistes; ces derniers devraient alors pouvoir s'y attaquer en faisant de temps à autre appel à leur supérieur. Dans chaque cas, le travail nécessite consultation, réunions et discussions avec des spécialistes du programme, de l'informatique et du travail sur le terrain.

Voici quelques exemples de projets récents:

- évaluation des méthodes d'enquête (étude ex-post fondée sur les méthodes disponibles et la discussion avec le personnel impliqué -- enquête sur les déplacements internationaux);

- évaluation de la qualité des données (enquête sur l'industrie de l'enregistrement);

- comparaison des résultats de deux enquêtes portant sur la même variable d'intérêt afin de les harmoniser et d'en expliquer les écarts (enquêtes sur les déplacements en Ontario et au Canada);

- production intégrale de programmes faisant partie d'un système d'estimation et de mise en tableau (enquête nationale sur les fermes);

- évaluation des diverses techniques d'imputation de données (projet d'élaboration de données régionales sur les entreprises);

- production de programmes SAS pour estimer la variance de totaux et de rapports, et pour déterminer l'intervalle de confiance de médianes (enquête sur les interprètes et compositeurs);

- documentation de travaux de conception d'échantillons et de procédés d'estimation (enquête sur les Sociétés de crédit agricole).

On remarquera que chaque enquête pose un défi et des difficultés nouveaux. Il n'existe habituellement pas de solutions "prêtes à utiliser" ou "classiques". Il faut souvent adapter ou déduire des méthodes.

2.2 Recherche

Les méthodologistes d'enquête consacrent environ 10 % de leur temps à la recherche et au développement.

Certains travaux de recherche ont des applications dans l'ensemble du bureau et sont généralement réalisés par une équipe de projet comptant plusieurs méthodologistes d'enquête. Voici quelques exemples:

- méthodes d'analyse de données provenant d'enquêtes complexes (présentées lors de l'assemblée générale de la SSC, il y a deux ans);

- estimation pour les petites régions ou estimation synthétique (certains de ces travaux sont présentés ici dans le cadre d'une autre session);

- méthodes de vérification et d'imputation;

- estimation de niveau et de tendance.

D'autres travaux portent de façon plus spécifique sur des sujets d'intérêt plus immédiat, qui découlent de la prestation de services à des divisions s'intéressant à des questions particulières. Voici quelques exemples:

- données aberrantes (ou données importantes affectées d'une valeur ou d'un poids important) - comment les détecter et les traiter;

- utilisation de données recueillies par télé-détection, afin d'améliorer les estimations des surfaces en culture, et donc des récoltes.

Tous ces travaux de recherche ont un caractère pratique et peuvent souvent être vérifiés et perfectionnés à l'aide de données réelles provenant du domaine d'étude.

2.3 Programmation

Le degré d'utilisation de l'ordinateur varie. Ces tâches font appel à des progiciels statistiques et graphiques (SAS), ou à des programmes de conception interne. Les tâches comportant des applications informatiques font très souvent partie des fonctions de la plupart des méthodologistes de recherche qui se joignent à Statistique Canada. Il arrive souvent que l'on produise un programme SAS pour faire l'essai d'un système qui sera éventuellement rédigé de nouveau en vue d'un traitement à grande échelle sur l'ordinateur principal. Des travaux de recherche nécessitent aussi souvent la production de logiciels pilotes, de logiciels de simulation, ainsi que la réalisation d'autres études.

2.4 Enseignement

Avec le temps, de nombreux employés viennent à donner des cours de statistiques et de méthodes d'enquête à des statisticiens-mathématiciens ou à d'autres professionnels et des gestionnaires du bureau.

Sous réserve des règles s'appliquant aux conflits d'intérêt, certains de nos employés donnent également des cours dans les deux universités de notre ville, soit Carleton et Ottawa.

2.5 Présentation et publication des résultats

La présentation des résultats constitue un élément important du travail de la plupart des statisticiens. Dans la plupart des cas, la présententation a lieu lors

de réunions visant à informer des équipes de projet, des comités d'orientation ou des gestionnaires; les données sont également présentées sous forme de rapports écrits à chacun de ces niveaux. De plus, des séminaires sur la conception d'enquêtes et sur les travaux de recherche réalisés sont donnés à des personnes possédant une formation plus générale et oeuvrant à Statistique Canada ou dans d'autres départements et organismes des gouvernements fédéral et provinciaux.

Des rapports techniques sont également rédigés sur tous les aspects de la conception et des méthodes d'enquête, depuis la planification jusqu'à la publication des résultats, ou sur des aspects particuliers, par exemple: enquêtes-pilotes, estimation, contrôle de la qualité, évaluation des enquêtes.

Des articles techniques sur la préparation d'enquêtes et la recherche sont publiés dans un journal "interne" intitulé "Méthodes d'enquête"; ce journal est publié depuis 1975. Des articles sont également soumis pour publication à d'autres périodiques, et publiés (Journal of the American Statistical Association, Journals of the Royal Statistical Society, International Statistical Review, Canadian Journal of Statistics). De plus des communications sont faites lors de réunions de sociétés savantes (American Statistical Association, Société de statistiques du Canada, International Association of Survey Statisticien, International Statistical Institute), ou présentées à d'autres bureaux de statistiques (Bureau of Labor Statistics, U.S. Bureau of the Census, U.S. Department of Agriculture, National Center for Health Statistics), ainsi qu'à divers comités consultatifs de Statistique Canada.

2.6 Gestion

En se perfectionnant, le statisticien participe de plus en plus à la gestion. Un méthodologiste subalterne peut s'attendre à être promu en fonction des capacités dont il fait preuve d'abord au niveau de méthodologiste, puis de méthodologiste principal, premier niveau de supervision qu'il peut mettre de trois à sept ans à atteindre. Le méthodologiste principal assure normalement la supervision de méthodologistes subalternes, et à l'occasion, d'autres employés de soutien ou d'étudiants faisant un stage ou occupant un emploi d'été (PEEAC).

L'avancement dépend de la compétence professionnelle. Nous attendons des statisticiens qu'ils fassent preuve de beaucoup d'initiative, dans la mesure de leurs connaissances et de leurs compétences. Dès le début, le statisticien pourra donc présenter des projets statistiques dans le cadre d'une sous-tâche ou d'une tâche faisant partie d'un projet. Les méthodologistes principaux peuvent assurer la direction d'un projet et fournissent souvent des conseils sur les étapes de planification d'un projet. Au niveau de méthodologiste principal ou de méthodologiste-chef, le statisticien est en interaction avec les directeurs et les cadres supérieurs des divisions, pour la planification de travaux spécialisés en méthodes d'enquête, ainsi que pour l'évaluation des ressources et des délais requis. Relativement aux projets courants, ils assurent également la surveillance et le contrôle de l'apport méthodologique dont ils sont responsables, et assurent la remontée d'information sur l'avancement des travaux auprès des directeurs responsables des programmes et des méthodes d'enquête.

Ce sont ces aptitudes à la gestion et à l'exercice de responsabilités professionnelles, ou du moins leur potentiel de développement et d'utilisation, que nous recherchons chez le candidat.

3. Qualités recherchées chez le candidat et nécessaires à l'exécution des fonctions

Le statisticien chevronné devrait posséder les connaissances, les aptitudes, l'expérience et les qualités personnelles nécessaires à l'exécution de la plupart des fonctions décrites ci-dessus. Dans les faits, les statisticiens que nous recrutons plus ou moins directement au sortir de l'université doivent posséder les qualités personnelles nécessaires, ainsi qu'un certain bagage de connaissances et d'aptitudes; ils doivent en outre présenter un bon potentiel de développement ultérieur, de manière à pouvoir éventuellement occuper un poste plus élevé.

Les connaissances de base que doivent posséder nos débutants consistent en une bonne formation de base en statistique théorique et en théorie de l'échantillonnage. Dans le premier cas, la formation nécessaire résulterait probablement de cours portant sur la théorie des probabilités, l'inférence statistique, l'analyse à variables multiples et l'analyse non paramétrique, les modèles linéaires, l'analyse de variances, la conception d'expériences et le reste. Dans le second cas, il faudra avoir suivi en échantillonnage au moins un cours qui mette l'accent sur les applications pratiques. Il serait très utile d'avoir certaines connaissances des méthodes fondamentales d'enquête (et notamment de questions telles que la conception de questionnaires, la vérifications des données et l'imputation, et le contrôle de la qualité). Enfin, il serait utile de posséder une bonne formation en programmation informatique (et notamment de posséder une certaine expérience pratique en ce domaine).

Outre ces connaissances techniques, le débutant doit pouvoir exercer des fonctions de consultant et résoudre des problèmes concrets. Il doit donc pouvoir soumettre les problèmes à une analyse logique, et proposer et justifier des solutions réalisables (sans être trop coûteuses). Pour trouver de telles solutions, le statisticien doit, à partir de son bagage de connaissances théoriques, utiliser des méthodes pertinentes aux problèmes auxquels il est confronté, et les adapter à son contexte opérationnel. Le statisticien doit en outre savoir quand il est opportun de consulter ses collègues et de faire appel à leurs connaissances ou à leur expérience.

Pour justifier ses solutions à ses collègues, à ses clients ou à ses supérieurs, le statisticien doit pouvoir s'exprimer clairement et de façon convaincante, tant verbalement que par écrit. Il doit également pouvoir expliquer des notions techniques et des solutions en des termes que les non spécialistes peuvent facilement comprendre.

Il importe tout autant que le statisticien, en sa qualité de consultant ou de membre d'une équipe de projet, soit très attentif et puisse relever les faits pertinents aux problèmes et établir de bons rapports avec ses collègues.

Enfin, le candidat qui possède le potentiel d'un bon spécialiste en statistiques appliquées se reconnaît à ce qu'il est très motivé, à ce qu'il s'intéresse, à la fois aux problèmes et aux gens avec qui il travaille, et à ce qu'il est toujours ouvert aux idées nouvelles.

La capacité de s'intéresser aux points de vue des autres et la volonté de s'attaquer aux éléments difficiles d'un problème contribuent grandement à l'efficacité du statisticien oeuvrant dans une équipe de projet.

4. Le programme de recrutement

Le recrutement de statisticiens-mathématiciens pour Statistique Canada est un programme annuel comprenant essentiellement quatres étapes: campagne publicitaire,

présélection des demandes d'emploi pour fins d'interviews, interviews et classement des candidats, et finalement formulation des offres d'emploi. Le programme relève en majeure partie d'un groupe de statisticiens travaillant à Statistique Canada. Voici un aperçu de ce programme.

4.1 Campagne publicitaire

La campagne publicitaire consiste surtout en des séances d'information qui se tiennent dans les universités canadiennes. Ces séances ont pour but de fournir des renseignements sur Statistique Canada en tant qu'employeur, ainsi que sur les diverses étapes du processus de recrutement. Les séances sont organisées en collaboration avec les centres d'emploi des universités et les départements de mathématiques et de statistiques. Présentées par des méthodologistes principaux de Statistique Canada, ces séances abordent principalement deux thèmes. On y décrit d'abord le rôle et les fonctions des statisticiens-mathématiciens travaillant à Statistique Canada, ainsi que les possibilités qui leur sont offertes sur le plan de la carrière, de la formation et de l'avancement. Des exemples de projets réalisés ou du type d'expérience acquise par les méthodologistes sont donnés. On y décrit ensuite les étapes administratives du processus de recrutement, en traitant chaque point depuis les formulaires d'application jusqu'aux offres d'emploi faites aux candidats retenus. Ces séances s'adressent surtout aux étudiants qui ont obtenu ou qui sont sur le point d'obtenir au moins un diplôme de baccalauréat en mathématiques ou en statistiques. Les professeurs et les autres étudiants sont également invités à ces séancee. De plus, lorsque cela est possible, des réunions ont lieu avec les directeurs des départements de mathématiques ou de statistiques, afin de discuter de questions d'intérêt commun.

4.2 Présélection des demandes d'emploi pour fin d'interview

Les étudiants désireux de postuler un emploi à Statistique Canada doivent d'abord remplir un formulaire d'application où on leur demande d'inscrire notamment tous les cours universitaires suivis ainsi que leur expérience de travail. Les formulaires reçus par Statistique Canada font l'objet d'une présélection. Cette mesure est nécessaire car le nombre de demandes excède grandement le nombre d'interviews pouvant être réalisées. Pour les fins des interviews, les candidats sont sélectionnés en fonction de leur formation scolaire et de leur expérience. L'évaluation de la formation scolaire se fait par attribution de points, au cours suivis pendant l'année ou au cours des années précédentes, dans quatre domaines: 1) échantillonnage; 2) statistiques mathématiques; 3) informatique; 4) cours connexes (souvent offerts par d'autres départements), par exemple démographie, économétrie, analyse numérique, programmation linéaire et non linéaire, recherche opérationnelle). Pour ce qui est de l'expérience de travail, des points sont attribués en fonction de sa pertinence et de sa durée. Les candidats qui obtiennent ainsi une note de passage dans les secteurs de l'échantillonnage et des statistiques mathématiques, ainsi qu'une note globale suffisamment élevée sont invités à une interview.

4.3 Interviews et classement des candidats

La plupart des interviews ont lieu sur les campus, à la mi-novembre. Chaque interview est réalisée par deux méthodologistes; elle dure environ une heure. Les questions sont tirées d'un ensemble préparé par le groupe de méthodologistes chargé du recrutement. Le même ensemble de questions est utilisé dans toutes

les universités au Canada. L'interview vise à évaluer les connaissances du candidat, ses aptitudes et ses qualités personnelles. Pour réussir l'interview, le candidat doit subir avec succès ces trois évaluations. Certaines questions sont de nature théorique, d'autres ont trait à des problèmes pratiques. De cette manière, on peut évaluer à la fois les connaissances du candidat et sa capacité d'en faire usage pour résoudre des problèmes réels. Le questionnaire comporte un tronc commun de questions, ainsi qu'une série de questions facultatives. Tous les candidats doivent répondre aux questions du tronc commun; il est laissé à la discrétion des intervieweurs de compléter leur évaluation à l'aide des questions facultatives.

L'évaluation des connaissances porte sur quatre domaines: théorie statistique générale, échantillonnage, méthodes d'enquête et analyse des données. Le domaine de la théorie statistique englobe des questions telles que les tests d'hypothèses, les intervalles de confiance et les distributions de probabilités. L'échantillonnage se rapporte aux divers types connus: échantillonnage aléatoire simple, échantillonnage stratifié, échantillonnage par grappes, échantillonnage avec probabilité proportionnelle à la taille, etc... Les méthodes d'enquête englobent des questions telles que la conception de plan de sondage, la collecte et le traitement des données, le traitement des données manquantes ou incohérentes, l'estimation et la documentation. La quatrième section, soit l'analyse des données, aborde des concepts tels que les statistiques descriptives et la régression.

Les capacités du candidat sont évaluées dans trois domaines. Premièrement, les intervieweurs jugent du degré d'organisation et de structuration des réponses. Ils évaluent également la capacité du candidat à cerner et analyser un problème, et tiennent compte du nombre de solutions proposées, ainsi que de l'originalité et de la qualité de ces dernières. Enfin, ils notent les aptitutes à la communication pour ce qui est de la clarté, de la concision, de la propriété du vocabulaire technique et de la capacité du candidat à présenter des solutions en termes intelligibles aux non spécialistes.

Pour ce qui est des qualités personnelles, l'observation du comportement du candidat au cours de l'entrevue sert à évaluer son degré de motivation, son enthousiasme et son assurance.

Une note globale est attribuée au candidat après l'interview; cette note place le candidat dans l'une des trois catégories suivantes: candidats ayant échoué (D); candidats ayant réussi, mais présentant certains points faibles (C ou B); candidats qui semblent posséder toutes les qualités nécessaires pour devenir d'excellents statisticiens et qui ont le potentiel d'un méthodologiste principal (A). Le nom des candidats ayant réussi sont portés à une liste, qui reste en vigueur pendant une année, et à partir de laquelle Statistique Canada et les autres ministères fédéraux comblent les postes de statisticiens-mathématiciens et des postes similaires qui sont vacants chez eux.

4.4 Offres d'emplois

Les offres d'emplois sont habituellement faites entre janvier et mai aux candidats du groupe A. Toutefois, ce groupe compte généralement beaucoup plus de candidats que le nombre de postes à combler. La sélection définitive est fondée sur des critères tels que le degré de pertinence de l'expérience antérieure, de la formation scolaire et de la formation en cours d'emploi

vis-à-vis les exigences du poste, et la conformité du poste aux préférences exprimées par le candidat pendant l'interview. En général, les candidats recrutés entrent en fonction entre mai et septembre.

Le tableau ci-dessous donne une certaine idée de l'importance du programme de recrutement au cours des quatre dernières années. Certaines comparaisons entre années ne sont pas nécessairement utiles, étant donné les modifications apportées au programme de recrutement.

Année	Demandes	Invités à une Interview	A	B ou C	D	Ne se sont pas Présentés
81/82	196	99	30	54	12	3
82/83	292	122	45	63	8	6
83/84	295	128	44	63	12	9
84/85	267	82	34	45	1	2

La plupart des années, nous avons embauché de 10 à 20 personnes; par suite du programme de 1984-1985, nous prévoyons embaucher une vingtaine de personnes en 1985.

5. Caractéristiques des candidats

La qualité des diplômés posant leur candidature à des postes de statisticiens s'est améliorée régulièrement au cours des dernières années. Il a donc fallu resserrer les critères de sélection, afin de limiter le nombre d'interviews. Lors du dernier programme de recrutement, soit en 1984-1985, 30 % des 267 candidats ont été interviewés. Le nombre de candidats passant avec succès l'interview dépasse presque tous les ans le nombre de postes à combler. On peut donc qualifier de très concurrentiel le contexte dans lequel se trouve les diplômés en statistique qui cherchent à obtenir un poste dans l'administration fédérale.

Le profil du candidat type interviewé en 1984-1985 permet de se faire une bonne idée de niveau de formation maintenant requis:

- 2 demi-cours en échantillonnage
- 11 demi-cours dans d'autres domaines de la statistique mathématique
- 3 demi-cours en informatique
- 1 période d'expérience pratique pertinente de quatre mois .
- 3 demi-cours dans d'autres disciplines connexes

Il ressort clairement, à l'examen de ce profil, que l'étudiant qui ne s'est pas spécialisé en statistique a peu de chances d'être invité à une interview.

Pour les postes de méthodologistes d'enquête, il est extrêmement important que le candidat possède des connaissances en échantillonnage. Dans une proportion de 90 %, les candidats interviewés avaient suivi au moins un demi-cours en échantillonnage. Certaines questions posées lors de l'interview s'appliquant spécifiquement à l'échantillonnage et aux méthodes d'enquête, les candidats qui n'ont pas reçu ce type de formation sont nettement désavantagés. Toutefois, les cours d'échantillonnage sont

de plus en plus offerts, et de nombreux candidats possèdent en ce domaine les connaissances nécessaires, même si l'expérience pratique est souvent insuffisante.

Le niveau général de formation en statistique mathématique a considérablement augmenté. Si certains candidats n'ayant suivi que 6 ou 7 demi-cours ont tout de même été interviewés, il s'agissait en général de candidats qui possédaient une expérience palliative pertinente. Le vaste éventail de cours suivis est encourageant; les diplômés récents reçoivent une formation de statisticiens et non pas une formation de mathématiciens comprenant certains cours de statistique. Cela résulte du fait que certaines universités ont décidé d'offrir des programmes en statistique. Par conséquent, les candidats les mieux qualifiés sortent d'un petit nombre d'universités. (Si des demandes nous sont parvenues de 38 universités et si les candidats interviewés sortaient de 21 universités, 5 universités ont à elles seules fourni 61 % des candidats interviewés).

Les cours d'informatique sont considérés comme constituant une formation très utile, car les méthodologistes subalternes doivent faire un usage de plus en plus grand de l'ordinateur. Dans ce cas également, la formation a régulièrement augmenté. Dans une proportion de 87 %, les candidats interviewés avaient suivi au moins un demi-cours en informatique et 20 % d'entre eux avaient suivi les 6 demi-cours constituant le maximum selon les critères de sélection. Fait plus intéressant, les candidats interviewés qui n'avaient suivi aucun cours d'informatique avaient pour la plupart appris et utilisé au moins un langage de programmation et au moins un progiciel statistique dans le cadre de travaux requis pour d'autres cours. En tant que critère de sélection, le nombre de cours d'informatique suivis n'est donc pas très utile. Les résultats de la sélection semblent indiquer que les étudiants qui ont suivi plusieurs cours d'informatique n'auront probablement pas suivi assez de cours de statistique pour être invités à une interview.

L'expérience s'est révélée un critère de sélection utile, car elle permet aux étudiants de mieux comprendre les questions à caractère plus pratique que comporte l'interview. Si l'on n'attribue que 10 points à l'expérience (soit l'équivalent de 2 étés d'expérience directement pertinente), ces 10 points décident parfois d'une invitation à une interview dans les cas limites. Dans une proportion de 76 %, les candidats interviewés possédaient une certaine expérience; 21 % d'entre eux avaient acquis le maximum pris en considération. Il est très encourageant de constater que les universités veillent de plus en plus à offrir à leurs étudiants en statistique la possibilité d'acquérir une expérience pratique, notamment en offrant des programmes de type "coopératif" ainsi que des services de consultation en statistique. Toutefois, la mention "expérience pratique insuffisante" se retrouve très souvent dans les dossiers des candidats refusés.

Le diplôme obtenu, baccalauréat, maîtrise ou doctorat, ne constitue pas un critère de sélection. Des 80 candidats interviewés en 1984-1985, 48 détenaient un baccalauréat, 28 une maîtrise et 4 un doctorat. Comme on pourrait s'y attendre, les candidats détenant un diplôme supérieur avaient généralement de meilleurs résultats, mais certains candidats détenant un baccalauréat ont obtenu de très bons résultats. Des 34 candidats (43 %) ayant obtenu la note A à l'interview, 17 détenaient un baccalauréat, 14 une maîtrise et 3 un doctorat. A notes égales, les candidats possédant des diplômes supérieurs ont eu la préférence au moment de la formulation des offres d'emploi.

Les candidats sont évalués en fonction de leurs connaissances, de leurs capacités et de leurs qualités personnelles. La note A a été attribuée dans 46 % des cas relativement au critère connaissances, dans 45 % des cas relativement au critère capacités et dans 60 % des cas relativement au critère qualités personnelles. Pour chaque aspect de

l'interview, une forte proportion des candidats ont donc obtenu de très bons résultats. La plus forte proportion de notes A au critère qualités personnelles traduit, dans une certaine mesure, ce que les interviewers ont perçu comme constituant un bon potentiel chez certains candidats et dont le niveau de connaissances et de capacités démontrées ne se situait pas au niveau A, mais pouvait l'atteindre moyennant une formation et une expérience plus poussées. En général, les connaissances et les capacités tendent à décider du résultat de l'interview, car des notes élevées relativement à ces critères s'accompagnent rarement d'une mauvaise note pour les qualités personnelles.

Tous les candidats interviewés avaient suivi plusieurs cours de statistique mathématique; les connaissances de certains n'en étaient pas moins insuffisantes en ce domaine. Cela se remarquait le plus facilement par le niveau minimum de connaissances des méthodes d'enquête que possédaient même les étudiants qui avaient suivi un cours d'échantillonnage.

La capacité à résoudre des problèmes est un facteur extrêmement important pour le succès d'une interview. Les bons candidats formulaient leurs réponses de façon claire et logique, et proposaient des solutions intéressantes. Cela était particulièrement le cas de candidats ne possédant qu'une expérience pratique limitée, mais qui savaient réfléchir. Les candidats médiocres ne fournissaient souvent que des réponses superficielles et arrivaient difficilement à appliquer leurs connaissances aux problèmes qui leur étaient posés. La mention "manque d'assurance" se retrouvait souvent dans les dossiers de candidats plus faibles.

Dans l'ensemble, nous disposons d'un grand nombre de candidats. Toutefois, notre évaluation des diplômés actuels semble indiquer que l'amélioration des programmes de statistique pourrait produire des candidats encore mieux préparés. De plus en plus, les détenteurs d'un diplôme de premier cycle reconnaissent avoir besoin d'une formation plus poussée; certains d'entre eux poursuivent leurs études et reviennent plus tard poser leur candidature chez nous.

6. Points forts et points faibles

Dans la présente section, nous tenterons de cerner les secteurs où les étudiants sont suffisamment bien préparés, ainsi que ceux où nous souhaiterions voir des améliorations. Certes, nous ne pouvons exiger des universités qu'elles forment des étudiants qui se conforment exactement à nos besoins. Les universités n'ont pas pour seul objectif de répondre aux demandes du marché du travail. Enfin, Statistique Canada n'est qu'un employeur parmi de nombreux autres, et ne peut donc parler au nom de tous les employeurs de statisticiens formés dans les universités.

Néanmoins, nous estimons que l'étudiant pourrait améliorer sa formation scolaire dans certains secteurs et mieux se préparer au type de travail qui s'effectue à Statistique Canada. Cela pourrait être fait, selon nous, sans porter atteinte à aucun des principaux objectifs d'une formation universitaire, tout en offrant une formation post-secondaire bien équilibrée et spécialisée dans une discipline particulière (nommément, la statistique).

Cela aurait pour avantage de faciliter la transition entre l'université et le travail dans l'administration fédérale. En outre, dans la mesure où la formation universitaire produit des effets durables, il est à espérer que les améliorations proposées formeraient des étudiants capables d'avoir sur leur milieu de travail une influence plus permanente et plus profonde.

Examinons maintenant les diverses qualités recherchées chez un statisticien travaillant à Statistique Canada.

Notre candidat idéal possède une vaste formation de base en théorie statistique générale. Les étudiants que nous interviewons se conforment généralement bien à cette exigence. De fait, les étudiants ont souvent quant à nous une formation trop poussée sur ce point. Les nombreux cours examinant en profondeur certains aspects peu usités de la statistique ne sont guère pertinents au type de travail qui s'effectue à Statistique Canada. De plus, il existe plusieurs domaines importants de la statistique (par exemple, les plans d'expériences et les statistiques non paramétriques), qui sont rarement utilisés dans nos travaux, mais qui comportent des notions fondamentales dont la connaissance est nécessaire.

Le candidat que nous recherchons possède de bonnes connaissances en statistique appliquée, et une bonne expérience pratique, particulièrement dans le domaine de l'échantillonnage. Par exemple, l'effet de l'échantillonnage par grappes sur la précision et le coût d'un échantillonnage sont des notions que nous jugeons pertinentes. Les aspects pratiques de la stratification donnent un autre exemple d'un problème très réel auquel nous nous heurtons continuellement. Cependant, les étudiants que nous interviewons n'ont en général reçu que très peu de formation théorique ou pratique en échantillonnage (en 1984-1985, 47 % des étudiants qui ont présenté une demande, et 10% de ceux que nous avons interviewés, n'avaient aucune expérience de l'échantillonnage). La formation que les étudiants reçoivent dans ce domaine met souvent trop l'accent sur la théorie et néglige les aspects pratiques. Par exemple, bon nombre de nos erreurs d'échantillonnage résultent non pas de variances, mais davantage de biais systématiques. La détection et la mesure de ces biais importent beaucoup plus que la recherche d'un autre procédé d'estimation de la variance. Les étudiants sont cependant souvent mal formés pour imaginer des façons originales de détecter et de mesurer un biais.

Le candidat que nous recherchons possède au moins une certaine connaissance des méthodes générales d'enquête (par exemple, la conception de questionnaires). Nous croyons comprendre que très peu d'universités canadiennes offrent des cours dans ce domaine, et les interviews que nous réalisons semblent confirmer cette impression. Dans la plupart des cas, on semble présumer que les débutants n'auront aucune expérience en ce domaine et qu'il nous faudra les former, à la fois au moyen de cours théoriques et de formation en cours d'emploi. Nous recherchons également des candidats qui possèdent une certaine expérience des méthodes de contrôle de la qualité et d'évaluation de la qualité des données.

Le candidat que nous recherchons est sérieux, sait s'insérer dans une équipe pluridisciplinaire, communique facilement avec les autres et a certaines notions de la nature et du déroulement de la gestion de projets. Les étudiants que nous interviewons ne possèdent pratiquement aucune formation théorique dans ces domaines. Certains sont mieux préparés que d'autres grâce, par exemple, à un emploi d'été. Il est rare qu'un statisticien travaille seul à Statistique Canada. De par leur importance, leur complexité et leur coût, bon nombre de projets exigent la mise en commun des ressources de chacun. Pour réussir, le statisticien doit posséder au plus haut point la capacité de travailler en équipe, d'établir de bons rapports, de planifier et de structurer son horaire, et, en général, de travailler dans un environnement plus structuré qu'en milieu scolaire. Nous constatons que bon nombre d'étudiants ont été insuffisamment préparés à cette transition. Il faudrait développer davantage des aptitudes à la communication verbale et écrite.

Le candidat que nous recherchons possède au moins une certaine expérience de la programmation informatique, certaines connaissances générales du matériel informatique, et une certaine expérience des logiciels, particulièrement des progiciels statistiques. Il est vrai que les étudiants sont de mieux en mieux formés dans ce domaine, et qu'il ne reste à Statistique Canada qu'à leur dispenser l'information spécifique au milieu de travail. Toutefois, il se trouve encore des étudiants qui n'ont jamais utilisé pendant leurs études les progiciels statistiques standards (SAS, SPSS, BMDP). Selon nous, ces étudiants sont beaucoup moins bien préparés que ceux qui ont au moins une certaine connaissance de ces progiciels.

Le candidat que nous recherchons possède un fort potentiel en analyse statistique. Statistique Canada élargit petit à petit la portée de ses travaux au-delà de la simple cueillette, compilation et diffusion de données descriptives simples. Toutefois, l'analyse des données fait appel à certaines aptitudes qui, à ce que nous constatons, sont mal développées chez les étudiants que nous interviewons. Très souvent, les étudiants ont appris les techniques statistiques sans en comprendre la nature, ni même comprendre comment ces techniques peuvent permettre de tirer des conclusions utiles à partir des données. Il est certes bon d'apprendre les propriétés statistiques du chi-deux, de se familiariser avec les modèles de régression et même l'analyse factorielle. C'est cependant une toute autre chose d'être confronté à un ensemble de données dont on doit tirer tout ce que l'on peut, ou même de vérifier quelques hypothèses simples.

Enfin, le candidat que nous recherchons doit savoir faire de la recherche, car c'est là un domaine dans lequel Statistique Canada s'implique de plus en plus. Comme dans le cas de l'analyse, la recherche exige une certaine capacité de réflexion originale et innovative, une certaine motivation et un certain sens de l'organisation. Les étudiants que nous interviewons connaissent souvent mal les techniques de recherche, et souvent ne s'y intéressent même pas.

On pourrait certes faire remarquer que Statistique Canada devrait prendre une plus grande part à la préparation des candidats en fonction de ses propres besoins. C'est ce que l'on fait déjà grâce à des cours offerts, par exemple, en statistique appliquée, en techniques de gestion et en informatique. Toutefois, ces cours soustraient des ressources des fonctions de production et de prestation de services qui, contrairement à la formation, sont notre principale raison d'être. De plus, du fait qu'il est nécessaire d'offrir des cours de base (par exemple en échantillonnage), on peut offrir moins de cours spécifiques ou relatifs à des domaines de pointe pertinents à nos travaux, où ces matières devraient être utilisées.

Cette section, et de fait l'ensemble de cet article, repose en grande partie sur l'hypothèse voulant que les étudiants que nous voyons (c'est-à-dire que nous interviewons) sont représentatifs de tous les étudiants formés par les départements de statistique des universités canadiennes. En d'autres termes, nos inférences sont fondées seulement sur les étudiants que nous interviewons. Toutefois, nous avons de fortes raisons de croire que ces étudiants sont précisément ceux qui sont les plus aptes à combler nos besoins.

7. Suggestions dont pourraient s'inspirer les universités pour mieux former leurs étudiants à occuper des postes de statisticiens-mathématiciens à Statistique Canada

Dans la section précédente, nous avons fait ressortir les écarts existants entre les exigences de Statistique Canada aux fins de la dotation des postes de statisticiens-mathématiciens et les caractéristiques des diplômés qui posent leur candidature à ces postes. Dans la présente section, nous présenterons quelques idées dont pourraient

s'inspirer les universités pour mieux préparer les étudiants à occuper ces postes. Six suggestions de nature générale sont donc présentées. Chacune est suivie de suggestions plus spécifiques.

7.1 Mieux adapter les cours de techniques statistiques aux besoins "réels"

a) Offrir un cours d'échantillonnage pratique au premier cycle

Ce cours porterait surtout sur les avantages et les inconvénients des diverses méthodes d'échantillonnage, et non sur la déduction de théorèmes. Cette suggestion est motivée par le fait que, dans certaines universités, la formation en échantillonnage est insuffisante ou inexistante au premier cycle.

b) Offrir un cours sur les méthodes d'enquête

Ce cours porterait sur les diverses étapes de la réalisation d'une enquête; on y présenterait les problèmes liés à chaque étape (par exemple, conception de questionnaires, mode de collecte des données et mesures à prendre en cas de non réponse), problèmes auxquels on proposerait également des solutions (par exemple, suivi auprès des personnes n'ayant pas répondu et(ou) divers types d'imputation). Ce cours permettrait de situer l'échantillonnage dans une meilleure perspective et de montrer qu'il ne constitue que l'un des problèmes dont doit tenir compte le concepteur d'une enquête ou le spécialiste des méthodes.

c) Inclure parmi les cours obligatoires des cours d'informatique ou des cours faisant appel à des progiciels statistiques.

En offrant de tels cours d'informatique, on s'assurerait que les diplômés reçoivent une certaine formation dans ce domaine. Il est encore possible à l'étudiant d'obtenir un diplôme de mathématiques ou de statistique sans avoir suivi un seul cours connexe à l'informatique. Dans certaines universités, les cours obligatoires ne consistent qu'en des cours de mathématiques ou de statistiques, qui ne font aucunement appel à des progiciels ou à des langages informatiques. Dans l'état actuel des choses, certains étudiants peuvent choisir des cours facultatifs qui ne sont pas les mieux adaptés à une carrière professionnelle en statistique.

d) Offrir au premier cycle un cours d'initiation à la recherche

Ce cours présenterait la façon d'aborder le travail de recherche, qui serait fractionné en chacune de ses étapes; on y rechercherait aussi les techniques pouvant être utilisées à chaque étape. Le cours contribuerait à dissiper l'idée erronée selon laquelle la recherche n'est l'apanage que des génies et les découvertes ne résultent que d'idées brillantes ou du hasard. L'étudiant serait alors vraisemblablement moins craintif et plus enclin à faire de la recherche.

e) Offrir un cours pratique en assurance de qualité et en contrôle de la qualité

Ce cours permettrait de faire la distinction entre ces deux notions et d'en décrire la mise en oeuvre respective. Ces deux notions devraient se

révéler très utiles aux étudiants, car c'est là une question à laquelle l'industrie et les gouvernements attachent de plus en plus d'importance.

f) **Offrir un cours en analyse statistique des données.**

Ce cours porterait sur la façon de réaliser intégralement et convenablement des analyses sur des ensembles de données sélectionnés, en appliquant des méthodes ayant fait l'objet d'une étude théorique dans d'autres cours.

7.2 Donner aux étudiants une meilleure expérience des problèmes "réels"

a) **Étudier en classe des problèmes réels relevés dans des organismes ou des entreprises, et ne pas se limiter à ceux des manuels.**

L'étudiant pourrait par ce moyen voir comment les diverses techniques s'appliquent à des problèmes réels relevés dans des entreprises locales ou dans des organismes de statistiques provinciaux ou nationaux. Les exemples utilisés en classe sont souvent fictifs ou irréalistes, et ne s'appliquent guère aux situations où les étudiants se retrouveront éventuellement.

b) **Obtenir des contrats d'organismes ou d'entreprises, et y faire travailler des étudiants dirigés par un professeur.**

Les étudiants seraient ainsi confrontés à des problèmes semblables à ceux qu'ils devraient résoudre s'ils avaient été embauchés directement par l'organisme ou l'entreprise. Ils acquerraient ainsi une expérience précieuse sur laquelle ils pourraient ensuite miser. En outre, ces travaux pourraient être assortis de crédits pédagogiques et d'une certaine aide financière prélevée à même les revenus tirés des contrats.

c) **Prévoir des stages pratiques dans des entreprises ou des organismes à vocation statistique choisis**

Outre les avantages de la recommandation b, ci-dessus, dont il bénéficierait, l'étudiant pourrait également, grâce à cette mesure, prendre directement contact avec le milieu du travail. Il se ferait ainsi connaître de son employeur et pourrait se voir donner la préférence sur d'autres candidats lorsqu'il s'agirait de combler un poste permanent.

Statistique Canada offre par exemple des emplois à des étudiants universitaires, qui sont affectés à des projets spécifiques en vertu d'un "programme coopératif". Les travaux qui y sont réalisés sont généralement reconnus pour le calcul des crédits pédagogiques.

7.3 Accorder une plus grande importance aux techniques de communication

a) **Exiger des étudiants qu'ils rédigent des travaux à caractère technique**

Ce cours permettrait à l'étudiant de se familiariser avec les techniques de rédaction de rapports, dont il aura grand besoin. Les rapports techniques sont l'un des instruments de base de la présentation des résultats de tout

projet (statistique). L'étudiant devrait bien comprendre que les employeurs s'attendent à ce qu'il sache bien écrire.

b) **Exiger des étudiants qu'ils donnent des présentations**

L'étudiant devrait réaliser que les techniques de communication verbale et de présentation sont extrêmement importantes lorsqu'il s'agit de susciter chez les autres de l'intérêt pour des travaux que l'on réalise.

c) **Simuler des situations où l'étudiant aurait à convaincre des cadres relativement à des questions techniques.**

Ces simulations permettraient avant tout de développer chez l'étudiant la capacité d'exposer des arguments techniques en une langue facilement intelligible au non spécialiste. On ne peut s'attendre à ce qu'un cadre connaisse à fond les questions techniques. Deuxièmement, les simulations favoriseraient le développement de qualités personnelles tels le don de persuation et le tact; enfin, elles permettraient aux étudiants d'apprendre à préparer et à présenter leurs arguments.

d) **Noter la forme autant que le contenu technique**

On encouragerait par ce moyen l'étudiant à s'appliquer à mieux communiquer. L'étudiant accorderait ainsi plus d'importance à la présentation de son travail. A défaut de cela, l'étudiant risque de ne pas consacrer le temps et l'effort que ces aspects du travail exigent dans "la réalité", où il arrive souvent que l'on ne tienne pas compte du contenu parce qu'il est mal présenté.

e) **Offrir un cours portant sur la rédaction de rapports techniques et de rapports administratifs, ainsi que sur les techniques de présentation**

Dans ce cours, l'étudiant serait initié à la théorie et à la pratique de la rédaction de rapports et de la présentation verbale. Il apprendrait à faire de bonnes présentations en exploitant les diverses aides visuelles mises à sa disposition.

7.4 Susciter de l'intérêt pour la recherche

a) **Rechercher des problèmes présentant des applications précises**

Les projets de recherche ne devraient pas consister en des problèmes purement théoriques. Ils devraient porter sur des problèmes auxquels font couramment face les entreprises et les organismes. Cela permettrait à l'étudiant non seulement d'approfondir ses connaissances de la statistique, mais également de contribuer à l'utilisation des statistiques dans les entreprises et les organismes.

b) **Utiliser des données réelles pour la réalisation des travaux de recherche**

Pour la résolution de problèmes pratiques, l'étudiant devrait utiliser des données réelles et ne pas fonder son projet sur des données artificielles. On contribuerait ainsi à insérer la recherche universitaire dans "la réalité".

c) **Formuler des hypothèses réalistes**

En général, la résolution de problèmes de recherche nécessite la formulation d'hypothèses. L'étudiant devrait apprendre à formuler des hypothèses réalistes. Il serait bon de consacrer davantage de ressources et d'énergie à des travaux de recherche fondés sur des cadres conceptuels utilisables.

d) **Au premier cycle, offrir la possibilité de remplacer des cours complets par des projets de recherche**

Cette mesure permettrait à l'étudiant de premier cycle de remplacer des cours traditionnels par des projets de recherche. L'étudiant apprendrait davantage par découverte personnelle que par "ingurgitation" d'information dans un cours traditionnel. Non seulement développerait-on ainsi les capacités techniques de l'étudiant, mais on susciterait chez lui de l'intérêt pour la recherche.

7.5. Offrir une certaine formation de base en gestion

a) **Recommander à l'étudiant de suivre des cours facultatifs en gestion**

Cette mesure permettrait à l'étudiant d'acquérir en gestion certaines notions fondamentales qui prennent de plus en plus d'importance dans une carrière scientifique.

7.6 **Reconnaitre l'excellence**

a) **Tenir un concours interuniversitaire fondé sur des problèmes pratiques**

Il s'agirait de tenir un concours interuniversitaire portant sur des questions relatives à des problèmes pratiques. Chaque équipe devrait formuler une solution qu'elle devrait présenter verbalement et par écrit à un jury. Pour chaque question, la note tiendrait compte de la forme et du contenu technique de la présentation. Les récompenses pourraient prendre la forme de bourses d'études, d'emplois d'été ou d'emplois à temps plein ou de bourses de perfectionnement. Les médias seraient invités à diffuser largement les résultats du concours. La Société de statistique du Canada pourrait prendre part à l'organisation du concours, les entreprises et les gouvernements pourraient proposer des problèmes pratiques; on y recruterait également les membres du jury.

Conclusion

Même si certaines des suggestions décrites ci-dessus ont déjà été adoptées sous une forme ou une autre, il semble qu'une amélioration souhaitée soit possible à l'intérieur du cadre d'enseignement universitaire traditionnel. Nous croyons que ces suggestions, voire même les suggestions spécifiques, permettraient de mieux préparer les diplômés au travail de statisticien-mathématicien non seulement à Statistique Canada, mais également dans d'autres organismes et entreprises.

WORKING PAPER No. IASM-85-064E

METHODOLOGY BRANCH

STATISTICS CANADA STATISTIQUE CANADA
OCT 4 1996
LIBRARY
BIBLIOTHÈQUE

PREPARING MATHEMATICAL STATISTICIANS FOR STATISTICS CANADA*

by

S. Currie, H. Gough, G. Hole, K. Krotki, R. Lussier & F. Maranda
April 1985

* This is a preliminary version. Do not quote without author's permission. Comments are welcome.

Preparing Mathematical Statisticians for Statistics Canada*

S. Currie, H. Gough, G. Hole, K. Krotki, R. Lussier and F.Maranda .

APRIL 1985

ABSTRACT

A brief review will be given of the work of mathematical statisticians in the survey methodology divisions at Statistics Canada. This work involves mainly survey design with some opportunity for research and teaching. Statistics Canada's requirements for recruits to fulfill this type of work will be identified. These requirements will be related to the recruitment of university graduates. Differences between Statistics Canada requirements and characteristics of recent recruits will be brought out. Finally, ideas will be presented on how Universities might be able to assist in better preparing mathematical statisticians to be professionals at Statistics Canada.

1. Introduction

Statistics Canada employs about 125 mathematical statisticians whose main responsibilities are to provide survey design and methodology support to the many program areas (e.g. Agriculture, Industry, Labour Force Survey, Census of Population and Housing), and to undertake methodology research. It is with respect to this professional group that the university training of statisticians will be addressed.

This paper begins with a brief review of the work of these mathematical statisticians especially of those hired into our junior or development positions. The requirements to fulfill the work needs for these junior and later more senior positions will be highlighted. Next the university recruitment program will be outlined to show how we attempt to recruit to meet these requirements. An analysis will follow of the characteristics of recent candidates and recruits and on how they differ from the desiderata. Finally suggestions will be made as to how Universities might better prepare mathematical statisticians for a professional career at Statistics Canada. Though there is no doubt room for Statistics Canada to improve its recruitment procedures, this topic is an issue that has not been covered in this paper.

2. Work of mathematical statisticians at Statistics Canada

This section will concentrate on the two main functions, service, which is the predominant one, and research. Various important aspects will then be highlighted that are part of or arise out of the work, namely computing, teaching, presentation and publication of results, and management.

---

*An invited paper prepared for presentation at the 1985 Annual Meeting of the Statistical Society of Canada in the session "University Training of Statisticians for Government and Industry".

2.1 Service function

Approximately 90% of the work of survey methodologists at Statistics Canada is in direct support of the Program Areas (Agriculture/Natural Resources; Industry; Consumer Price Index; Census of Population and Housing; Labour Force and Household Surveys). This is statistical work relating to the design, re-design, evaluation, development and testing of sample surveys, censuses, and the use of administrative records or the combination of data from these three sources. Also included is advice on appropriate methods to use in analysing complex survey data and the provision of consultation on general problems of a statistical nature.

Particular involvements will range through the many facets of the survey process, namely general survey planning, survey design (the actual sampling design, dealing with response problems, estimation), questionnaire design, data collection processes and data processing (including their quality control), survey evaluation (aimed at measuring data quality and to discover how processes can be improved) and on occasion, giving advice on data analysis.

Since most of our recruitment of recent University graduates is into our junior developmental positions (Mathematical Statistician 3 positions), a description and some examples of the variety of work performed at this level will be given.

Under the close supervision of a senior methodologist, each methodologist at any given moment will typically be working on 4 to 6 surveys or survey activities, each starting at different times and of varying duration from 3 months to 2 years. These may be the design of small surveys or parts of larger ones (e.g. edit and imputation, quality control, improved estimation).

Each survey or survey activity will generally be conducted in a project team mode. Other members of the team typically include an economist or sociologist from the program or client area, a systems expert, and if the survey involves field enumeration or other field operations, a regional operations representative.

Although the survey methodologist has the prime responsibility for ensuring that appropriate statistical and sound survey methods are used within the constraints (budget, time, staff, technology, and user requirements), information on these constraints will usually be available from other team members based on their knowledge and experience with similar operations. Thus solutions will be arrived at in an iterative fashion to take account of the knowledge and experience of all team members. Based on an initial understanding of the constraints, the methodologist will propose alternative methodologies, one of which will be selected by the team and further adapted to meet practical and theoretical considerations that surface on closer examination.

For smaller projects, the methodologist will be a project team member. For larger projects, his/her supervisor may be on the main project team. This supervisor would generally parcel out some parts of the overall methodology to different methodologists, parts that they should be capable of tackling with some help from time to time. In each case the work will usually involve consultation, meetings and discussion with program, system and field specialists.

Examples of recent projects are:

- evaluation of survey methodology

(a post-hoc study based on available methodology and discussion with staff involved -- International Travel Survey);

- a data-quality assessment (Recording Industry Survey);

- comparing results of two surveys covering the same variable of interest in order to reconcile them and explain the differences (Ontario & Canada Travel Surveys);

- complete development of component programs of an estimation and tabulation system (National Farm Survey);

- evaluation of various imputation techniques (Small Area Business Data Development Project)

- develop SAS programs to estimate variance for totals and ratios and for finding confidence intervals for medians (Survey of Performing Musicians and Composers);

- document sample design and estimation procedures (Farm Credit Corporation Survey);

One should observe that each survey presents new and different challenges and difficulties. There will not usually be an 'off-the-shelf' or 'text-book' solution. Often methods have to be adapted or specially derived.

2.2 Research

Overall about 10% of the efforts of survey methodologists are devoted to research and development.

Some research is of bureau wide application and is usually conducted in project team mode with several survey methodologists. Examples are:

- methods for the analysis of data from surveys of complex design (presented at the SSC annual meeting two years ago);

- small area or synthetic estimation (some of this work is being presented at another session here);

- edit and imputation methods;

- estimation of level and change.

Others are more specifically oriented to topics of more immediate interest that have arisen in servicing particular subject matter divisions. Examples are:

- survey outliers (or influential data with a large value and survey weight) -- how to detect and handle;

- use of data from remote sensing to improve estimates of crop acreage and thus of crop estimates.

All this research is of an applied nature and often can be tested and developed using live data from the field of study.

2.3 Computing

The level of direct computer involvement varies. It involves use of statistical and graphics packages (SAS), or programs developed internally. Tasks involving computer applications are very much a part of most junior methodologists' work when they join Statistics Canada. Often a program will be put together using SAS to pilot a system that will eventually be re-written for large scale processing on the main-frame. Research will also often involve the development of pilot software, simulation and other studies.

2.4 Teaching

Many staff as they progress become involved in teaching statistical and survey courses to mathematical statisticans or other bureau professionals and managers.

Some of our staff, as long as there is not a conflict of interest with their work at Statistics Canada, also teach courses at local universities, Carleton and Ottawa.

2.5 Presentation and Publication of Results

Presentation is an important part of most statisticians' work. Most typically this will be in meetings to brief project teams, steering committees or managers and also in written reports to all these levels. As well, seminars on survey development and research completed are given to audiences with a more general background at Statistics Canada and other Federal and Provincial departments and agencies.

Technical reports are also prepared on all aspects of survey design and methodology, from planning to publication of survey results, or about particular aspects such as pilot surveys, estimation, quality control, survey evaluation.

Technical papers on survey development and research are published in a 'house' journal "Survey Methodology" published since 1975. Papers are also submitted to and published in journals (Journal of the American Statistical Association, Journals of the Royal Statistical Society, International Statistical Review, Canadian Journal of Statistics).

Presentations of papers are also made at meetings of learned societies (American Statistical Association, Statistical Society of Canada, International Association of Survey Statisticians, International Statistical Institute), to other statistical bureaus (Bureau of Labour Statistics, U.S. Bureau of the Census, U.S. Department of Agriculture, National Center for Health Statistics) and to various Statistics Canada Advisory Committees.

2.6 Management

As a statistician progresses he/she becomes more and more involved in management. A junior methodologist can expect to be promoted based on demonstrated abilities first to the methodologist level and then to the senior methodologist level, the first supervisory level, which can be reached in 3 to 7 years. The senior methodologist would typically supervise junior methodologists and occasionally other support staff or CO-OP and Summer (COSEP) students.

Promotion rests on professional expertise. We expect statisticians to give a strong lead based on their knowledge and expertise. Thus right from the beginning

a

junior statistician may be making statistical proposals for a sub-task or task of a project. Senior methodologists can be project managers and often provide advice on planning steps required in a project. Chiefs and senior methodologists interact with directors and senior staff of divisions in planning future survey methodology involvements and in assessing the resources and time required. For ongoing projects they monitor and control the methodology input, they direct and provide feedback on progress to the program and survey methodology directors.

These management and professional qualities, or at least the potential to develop and exercise them, are the ones we seek in recruits.

3. Requirements sought in recruits to fulfill work needs

The experienced statistician should have the knowledge, abilities, experience and personal qualities to perform most of the above-mentioned functions. In reality junior statisticians hired more or less directly from university programs must have the requisite personal qualities as well as certain core knowledge and abilities and the potential for substantial development over a period of time to respond to the needs of a more senior position.

The basic knowledge requirements sought in recruits for junior levels begin with a solid grounding in theoretical statistics and sampling theory. The first would normally be gained through courses in probability theory, statistical inference, multivariate and non-parametric analysis, linear models, analysis of variance, experimental design and so forth. At least one course in sampling, with emphasis on practical applications, is essential for the second area. Some exposure to basic survey methods (including such topics as questionnaire design, editing and imputation and quality assurance) would also be highly beneficial. Finally, a solid background in computer programming (including some practical experience) is very useful.

In addition to this technical knowledge, the recruit must have the capacity to function as a consultant in the face of real-life problems. This requires the ability to analyse problems logically and to propose and justify workable (and affordable) solutions. Finding such solutions depends on the ability to select from one's acquired theoretical knowledge those methods which are relevant to the problem at hand and to adapt them appropriately within the operational constraints. Finding solutions also depends on knowing when to consult colleagues to benefit from their specialist knowledge or experience.

Justifying these solutions to one's colleagues, clients or supervisors requires the ability to express oneself clearly and persuasively both orally and in writing. It also requires an aptitude for explaining technical concepts and solutions in terms which a non-specialist can readily grasp.

Equally important, the statistician, as a consultant and/or a (project) team member, must be a good listener, to absorb the relevant facts as well as to establish a positive rapport with colleagues.

Finally, the person with the potential to be a good applied statistician will be highly motivated, interested in both the problems and the people he or she encounters, and always open to fresh ideas.

An interest in others' points of view and the willingness to dirty one's hands with the really difficult parts of the problem will go a long way to making the statistician an effective member of any project team.

4. The Recruitment Program

The recruitment of mathematical statisticians for Statistics Canada is an annual program consisting of four main phases: publicity campaign, screening of applications for interview, interview and ranking of candidates and finally making offers of employment. Most of the program's activities are carried out by a group of statisticians who work for Statistics Canada. The following is an overview of the program.

4.1 Publicity Campaign

For the most part, a publicity campaign is conducted by holding information sessions at Canadian universities. The purpose of these sessions is to provide information about Statistics Canada as an employer and about the various stages of the recruitment process. The sessions are arranged in conjunction with campus employment centres and departments of Mathematics and Statistics. They are given by Statistics Canada senior methodologists, who focus on two topics. First, they outline the role and duties of mathematical statisticians at Statistics Canada and the career, training and advancement opportunities open to them. Examples of the methodologists' own involvements and experiences are given. They then go on to describe the administrative steps in the recruiting process, covering everything from application forms to the offers of employment to successful candidates. The sessions are intended primarily for students who have graduated or are about to graduate with at least a Bachelor's degree in mathematics or statistics. Faculty members and other students are also extended an invitation. Whenever possible, meetings are held with the Mathematics/Statistics department heads to discuss subjects of mutual interest.

4.2 Screening of Applications for Interview

Students interested in employment with Statistics Canada must first complete an application form, supplying information such as the university courses they have taken and their work experience. Upon receipt, the applications are screened. This is necessary because the number of applications far exceeds the number of interviews that can be held. Candidates are selected for interview on the basis of their academic training and experience. To assess a student's educational qualifications, points are awarded for the courses taken in current and earlier years in four areas: (1) sampling; (2) mathematical statistics, (3) computer science; and (4) related courses (often offered by other departments), e.g. demography, econometrics, numerical analysis, linear and non-linear programming, and operations research. For work experience, points are assigned on the basis of its relevance and length. Candidates who have a passing score in the sampling and mathematical statistics areas and a high enough overall score are called to an interview.

4.3 Interview and Ranking of candidates

Most interviews are held on campus in mid-November. Each interview is conducted by a team of two methodologists and lasts about an hour. The questions are taken from a set prepared by the group of methodologists responsible for recruitment. The same set is used for all universities in Canada.

The interview is designed to assess the candidate's knowledge, abilities and personal suitability. A candidate has to pass in all these three aspects in order to pass in the interview. Some questions are of a theoretical nature, while others deal with practical problems. In this way, both the candidate's knowledge and practical ability to use it to tackle real-life problems can be gauged. There is a core set of questions and an optional set. Every candidate is asked the core questions, whereas the optional ones are used at the interviewers' discretion to enable them to complete their assessment.

Knowledge is rated in four areas: general statistical theory, sampling, survey methodology and data analysis. Statistical theory includes such subjects as hypothesis testing, confidence intervals and probability distributions. Sampling covers the various types: simple random sampling, stratified sampling, cluster sampling, sampling with probability proportional to size and so on. Survey methodology covers topics such as sample design, data collection and processing, treatment of missing or inconsistent data, estimation and documentation. The fourth section, data analysis, comprises descriptive statistics, regression and so forth.

The candidate's abilities are evaluated in three areas. First the interviewers look at how well answers are organized and structured. They also assess how the candidate explores and analyses a problem, the number of solutions proposed and their originality and quality. Lastly, they rate communication skills in terms of clarity, conciseness, appropriate use of technical vocabulary and ability to present solutions in layman's terms.

For personal suitability, observations about the candidate's demeanour during the interview are used to assess motivation, enthusiasm and self-confidence.

The candidate receives an overall mark for the interview, which places him or her in one of three categories: those who fail (D); those who pass but have some weaknesses (C or B); and those who appear to have all the attributes to become excellent statisticians and potentially senior methodologists (A). The names of passing candidates are placed on an inventory, for one year, for use by Statistics Canada and other federal departments to fill vacancies in mathematical statistician and related positions.

4.4 Offers of Employment

Offers of employment are usually made between January and May to candidates in group A. However, there are generally many more candidates in this group than positions to be filled. The final selection is based on criteria such as how well particular position requirements relate to previous work experience, academic and on-the-job training, and whether the position being filled is consistent with the preferences expressed by the candidate during the interview. Generally recruits commence work between May and September.

The table below gives an idea of the magnitude of the recruitment program for the past four years. Some comparisons between years may not be meaningful because of changes made to the recruitment program.

Year	Applications	Called for an Interview	Nos. A's	Nos. B'S or C's	Nos. D's	Did not Attend
81/82	196	99	30	54	12	3
82/83	292	122	45	63	8	6
83/84	295	128	44	63	12	9
84/85	267	82	34	45	1	2

In most years, we have hired 10 to 20 people, and as a result of the 1984/85 campaign we will be hiring around 20 in 1985.

5. Characteristics of Candidates

The quality of graduates applying for statistics positions has improved steadily in recent years. This has led to increasingly stringent rules for screening applicants in order to limit the number of interviews offered. In the most recent year, 1984-85, 30% of the 267 applicants were interviewed. The number of successful interview candidates in most years far exceeds the number of positions to be filled. We may consider the situation as highly competitive for those statistics graduates seeking employment in the federal government.

The profile of a typical candidate who was interviewed in 1984-85 is a good indicator of the level of training which is now required:

- 2 half courses in sampling
- 11 half courses in other mathematical statistics
- 3 half courses in computer science
- 1 four-month period of relevant experience
- 3 half courses in other related areas

It is clear from this profile that a student who has not specialized in statistics has little chance of obtaining an interview.

In hiring survey methodologists, knowledge of sampling is extremely important. 90% of those interviewed had at least one half course in sampling. Since some interview questions are specific to sampling and survey methods, candidates without this training are at a serious disadvantage. However as sampling courses are now more widely offered, many candidates have the required knowledge of sampling although practical experience is often lacking.

The general level of training in mathematical statistics has risen significantly. While some candidates with as little as 6 or 7 half courses were interviewed, such graduates normally had compensating relevant experience. The wide range of courses taken is encouraging as recent graduates are being trained as statisticians rather than mathematicians with some statistics courses. This reflects the fact that some universities have decided to offer a full programme in statistics. The result has been that the best qualified candidates are coming from a small number of universities (Although applications were received from 38 universities and interview candidates were chosen from 21 universities, 5 universities alone provided 61% of candidates interviewed).

Computer science courses are considered very useful training as junior methodologists are increasingly required to use the computer in their work. Again the level of computer training has increased steadily. 87% of those interviewed had at least one half course and 20% had the maximum 6 half courses recognized by the screening rules. More interesting is the fact that, of those interviewed having no computing courses, most had learned and used at least one programming language and one statistical package as part of other course work. Thus as a screening criterion, number of computer science courses is not very useful. The screening results suggest that students who have taken several computer science courses are less likely to have enough statistics to be screened in for interview.

Experience has been a useful screening criterion as practical experience allows students to relate better to some of the more practically oriented interview questions. While the score for experience is limited to 10 points (equivalent to 2 summers of directly relevant experience), it often makes the difference between interview and non-interview for marginal candidates. 76% of those interviewed had some experience and 21% had the maximum. The increasing interest by universities in giving their statistics students opportunities for applied work is very encouraging. This has been done by introducing co-op programmes and statistical consulting services. Nonetheless "lacks practical experience" is a common comment on unsuccessful interview candidates.

The degree obtained, B.Sc., M.Sc. or Ph.D., is not used as a screening criterion. Of 80 candidates interviewed in 1984-85, 48 had Bachelor degrees, 28 Masters and 4 Doctorates. As might be expected, the candidates with higher degrees did better on average but some bachelor candidates had very good results. Among the 34 candidates (43%) who got A ratings on the interview, there were 17 Bachelors, 14 Masters and 3 Doctorates. In making job offers to otherwise equally-rated candidates, there has been a preference for those with higher degrees.

Candidates are rated on knowledge, abilities and personal suitability. 46% received an A rating on knowledge, 45% an A rating on abilities and 60% an A rating on personal suitability. Thus on each aspect of the interview, a significant proportion of the candidates did very well. The higher proportion of A ratings on personal suitability reflects to some extent what interviewers perceived to be good potential in some candidates who presented themselves well and whose level of knowledge and demonstrated ability was not at the A level but could be raised to that level by more training and experience. Generally knowledge and abilities tend to determine the interview result as high ratings on these were rarely accompanied by a low rating on personal suitability.

Despite the fact that all interview candidates had taken several mathematical statistics courses, some were rated as lacking depth of knowledge. This was most evident in a minimal knowledge of survey methods even among those who had taken a sampling course.

Problem solving ability was extremely important in obtaining a good interview result. Good candidates expressed their answers in a clear and logical fashion and suggested good ideas for solutions. This was true of some candidates who had limited practical experience but could think on their feet. Candidates who did poorly often gave superficial answers and had difficulty in applying their knowledge to problems posed. "Lacks self-confidence" was a common assessment of weaker candidates.

On the whole, there is an abundance of candidates to meet our needs. However, our assessment of the current graduates suggests that improved programmes in statistics could generate even better prepared candidates. Graduates at the Bachelor level increasingly are themselves recognizing their need for further training and some of them continue their education and apply a second time to our recruitment programme.

6. What we need is not always what we get

This section will identify those areas where students are adequately prepared and those areas in which we would like to see some improvements. Clearly, we cannot expect universities to produce students who respond exactly to our needs. Universities must fulfill objectives other than simply satisfying the labour market's demands. Finally, Statistics Canada is only one employer and as such cannot speak for all employers of university-trained statisticians.

Nevertheless, there are a few areas in which we feel university-trained students could improve their formal education to make them better prepared for the type of work carried out in Statistics Canada. This we believe could be done without violating any major objectives of a university education and would be totally in keeping with the provision of well-rounded post-secondary education specializing in a particular discipline (e.g., statistics).

The perceived advantages for the students would be a smoother transition from academia to employment with the federal government. In addition, insofar as university training has a lasting value, it is hoped that the suggested improvements would produce students who are able to make more of a permanent and profound impact on their work environment.

Let us now consider in turn the various desirable characteristics of a statistician employed by Statistics Canada.

We seek candidates with a broad foundation in general statistical theory. The students we interview usually satisfy this requirement very well. In fact for our purposes students are often over-trained along this dimension. Numerous in-depth courses in esoteric aspects of statistics are not particularly relevant to the type of work carried out in Statistics Canada. Furthermore, there are several important areas of statistics (e.g., experimental design and non-parametric statistics) which are rarely used in our work but where a knowledge of the fundamental notions is required.

We are looking for candidates with strong applied statistical knowledge and practical experience especially in the area of sampling. An example of the type of concepts that we deem relevant is the effect of clustering on sampling precision and cost. Practical aspects of stratification is another example of a very real problem which we face continuously. Students we interview, however, typically have very little formal or practical sampling training. (In the 1984-85 recruitment process, 47% of students who applied, and 10% of those interviewed had no sampling experience). The sampling training that students receive often places too much emphasis on the theory and not enough on the practical aspects. For example, many of our sampling errors stem not from variance type sources but more from systematic sources of bias. The identification and measurement of these biases is far more important than the search for yet one more variance estimation procedure. However, students are often ill-equipped to find innovative ways of identifying and measuring bias.

We are looking for students with at least some exposure to general survey methodology (e.g., questionnaire design). It is our understanding that very few universities in Canada offer such courses and the students we interview bear this out. In most cases, the assumption is that new recruits have no experience in this area and that we have to train them, both through formal courses and through practical hands-on experience. We also need students who have been exposed to statistical quality control and data quality evaluation methods too.

We are looking for students with maturity who can work as members on a multi-disciplinary team, who communicate well, and who have some idea of what project management is and how it operates. The students we interview receive virtually no formal training in these areas. Some are better prepared than others by virtue of, for example, having had a summer job. There is not a great deal that is done in Statistics Canada in isolation. Individuals are obliged to pool resources to complete many of the projects, given their size, complexity, and cost. To succeed, the statistician must be extremely adept at working well with others, creating good relationships, planning and organizing his own time, and in general working in a more structured environment than academia. We find many students have not been adequately prepared for this transition. Both oral and written communication skills need to be developed.

We are looking for students with at least some experience in computer programming, general knowledge of computer hardware, and experience with software, especially statistical packages. It is becoming more and more true that students are well-trained in this area and that the only additional training required is in Statistics Canada's particular environment. However, there are still students who have not been exposed to standard statistical packages (SAS, SPSS, BMDP) during their university careers. We would consider such students to be considerably less well prepared than students who have had at least some exposure to these packages.

We are looking for students with strong potential for doing statistical analysis. Statistics Canada is slowly broadening its scope to include more than the simple collection, compilation, and dissemination of simple descriptive data. However, analysis of data requires certain skills which we find are in general not well-developed in students we interview. Very often students have absorbed the rigorous and formal statistical techniques without having appreciated, or even understood how these techniques should be applied to extract substantive meaning from data. It is one thing to learn the statistical properties of the chi-square statistic, the regression model, and even factor analysis. It is quite another exercise to be confronted with a dataset and to be told to milk it dry or even to test a few simple hypotheses.

Finally, we are looking for students with ability to do research since this is an activity in which Statistics Canada is becoming increasingly involved. As with analysis, research requires a certain level of original and innovative thinking, motivation, and a sense of organisation. We find that students we interview are often not well-versed or even not interested in research techniques.

One might argue that Statistics Canada should play a more active role in moulding new recruits to its own needs. This is already being done with courses offered in, for example, applied statistics, management techniques, and computer science. However, offering such courses draws resources away from the production and service function which is our principal responsibility, rather than training. Furthermore, the necessity of offering courses in fundamentals (e.g., sampling), results in fewer courses of a more specific and on-the-frontier-of-knowledge type which are relevant to, and should be applied in, our work.

Much of this section, and in fact much of the contents of this paper, is based on the assumption that the students we see (i.e., interview) are representative of all students produced by Statistics Departments in Canadian universities. In other words, our inferences are based only on those students whom we interview. However, we strongly suspect that these students are precisely the ones who are most likely to respond to our needs.

7. Ideas on how Universities might better prepare students to be Mathematical Statisticians at Statistics Canada

The previous section has highlighted differences between Statistics Canada requirements for staffing its mathematical statistician positions and the characteristics of graduates who apply. This section presents ideas on how universities might better prepare students to fill these positions. Six suggestions of a general nature are presented. Following each of them, a number of more specific proposals are offered.

7.1 In order to better adapt the statistical technical courses offered to "outside world" needs

(a) Give a practical sampling course at the undergraduate level

This course would concentrate on advantages and disadvantages of different sampling methods and not on the derivation of theorems. This proposal is made since some universities provide insufficient or no training in sampling at the undergraduate level.

(b) Offer a survey methods course

This course would cover all the different steps required to conduct a survey, would present the problems associated with each step (e.g. questionnaire design, mode of data collection and dealing with non-response) and would propose solutions to these problems (e.g. follow-up of non-respondents and/or various types of imputation). This training would put sampling in a better perspective as being only one of the numerous preoccupations of a survey designer or methodologist.

(c) Have computer courses or courses requiring the use of statistical software packages as part of the compulsory body of courses

The inclusion of such computer courses as compulsory courses would ensure that graduates have some computer training. It is still possible for students to graduate with a degree in mathematics or statistics without having had any computer-related training. Some universities have only mathematical or statistical courses as compulsory courses and do not include use of computer packages or languages in these courses. As things stand now, some students may not select as optional courses those that are the best oriented towards a professional career in statistics.

(d) Give a course at the undergraduate level on how to perform research

This course would give guidance on how to approach research, break it into steps and find techniques that could be used at each step. It would remove the misconception that research is only for geniuses and that findings are only the

results of brilliance or strokes of luck. Students would then be less frightened by, and more inclined towards, doing research.

(e) Offer a practical course on quality assurance and quality control

This course would distinguish between these two concepts and describe how they can be implemented. Both should be very useful to students as these issues are becoming increasingly important in industry and government.

(f) Give a course on statistical data analysis

This course would show how to conduct a full and proper analysis on selected data sets by the application of methods studied theoretically in other courses.

7.2 <u>To increase students' exposure to "real world" problems</u>

(a) Discuss in class real problems from agencies or industries and not only those from text books

Techniques would be seen applied to actual problems that local industries and provincial or national statistical agencies are facing. Often, examples used in class are fictitious or unrealistic or do not apply to the world in which the students will eventually be employed.

(b) Obtain contracts from agencies or industries and have students working at university on these contracts under the guidance of a professor

This would expose students to applied problems similar to those on which they would have worked if they had been hired directly by the contracting agency or industry. This would give them valuable practical experience on which they would be able to capitalize. In addition these students could receive credit(s) towards their degree and some financial support towards their university training through contract monies paid.

(c) Give students Co-op job assignments with participating industries or statistical agencies

In this case, students would receive the benefits of recommendation (b) above as well as direct exposure to the working environment. These students would become known to their employer and could be given preference over others for permanent employment.

As an example, Statistics Canada provides term employment to university students to work on specific projects under a "Co-op Program". Students generally write up their Co-op assignment experience as part of the requirements for course credit.

7.3 <u>To give more importance to communication skills</u>

(a) Require students to write technical essays

This would help to develop much needed report writing skills. Technical reports are basic instruments for presenting the results of any (statistical) project. Students should appreciate that employers require better writing skills.

(b) Require students to give presentations

Students should realise that verbal and presentation skills are extremely important in motivating interest of others about one's work.

(c) Simulate situations where students have to convince managers about technical issues

These situations would first develop abilities to express technical arguments in language which a non-specialist can readily under stand. One cannot assume that a manager is up-to-date on technical issues. Secondly, they would enhance personal qualities such as persuasiveness and diplomacy and finally, they would show students how to build and present their case.

(d) Grade the form as well as the technical content

This would reward students' efforts in communicating well. It would thus stimulate students to give careful consideration to the presentation of their work. Otherwise, students may not spend the time and effort that these activities deserve in the "outside world" where content may be ignored because of poor presentation.

(e) Give a course covering technical and administrative report writing and effective presentation skills

In this course, students would acquire knowledge of and practice in the elements of report writing and verbal presentation. They would learn how to make effective presentations making good use of various visual aids.

7.4 <u>To stimulate research interest</u>

(a) Seek problems with definite applications

Research projects should not simply be theoretical problems defined in a vacuum. They should address problems that are currently faced by industries and organizations. Students would thus not only develop their own understanding of statistics but also contribute to the application of statistics to industries and organizations.

(b) Have real data on which to perform research

When solving practical problems, students should use real data and not base their project on artificial data. This would help to set university research in the "outside world" environment.

(c) Postulate realistic hypotheses

Generally, hypotheses have to be formulated in the course of solving research problems. Students should be taught to postulate realistic hypotheses. It would be good to see more resources and energy spent on research based on usable conceptual frameworks.

(d) Give students the option of replacing full course(s) by research projects at the undergraduate level.

Under this proposal, undergraduate students could perform research projects in place of traditional courses. Students would learn more by discovering for themselves rather than by being spoon-fed with information in a traditional course. Not only would technical skills be sharpened but interest in research would be stimulated.

7.5 **To provide some basic management training**

(a) Recommend management training courses as optional courses

This would provide some basic knowledge of the managerial considerations that are an increasing part of the concerns of a scientist during his/her career.

7.6 **To reward excellence in graduates**

(a) Organize an inter-university competition based on practical problems

An inter-university statistical competition would be staged with questions based on practical problems. Each team would have to develop a solution to be presented orally and in writing to a jury. Scores on each question would take into account the form as well as the technical content of the presentations. The members of the team might be rewarded with grants for further studies, summer or full-time employment or fellowships. The media would be invited to ensure wide publicity. The Statistical Society of Canada might be involved in organizing the event and industry and government in providing jury members and/or practical problems.

Conclusion

While it is recognized that some of the above suggestions have already been put into effect in one form or another, they do seem to indicate that some improvement may be possible within the framework of traditional university teaching. The authors believe that these suggestions, if not the specific proposals, would help to better prepare graduates to be mathematical statisticians not only at Statistics Canada but also in other agencies and industries.