Techniques d'enquête, juin 1990
Vol. 16, n° 1, pp. 87–92
Statistique Canada

Commentaires sur les articles de la section spéciale

MORRIS H. HANSEN[1]

Ce sont là d'excellents articles que j'ai lus avec grand intérêt. Trois de ces articles portent plus particulièrement sur les aspects historiques et actuels de la question et abordent aussi brièvement l'avenir. L'article de Kish met l'accent sur le développement de nouvelles techniques et pose de fait les bases d'un tel développement. De par mon expérience personnelle et mon opinion sur la question, je vais tenter ici d'apporter quelques précisions sur le contenu des articles à caractère historique et de mettre en perspective la proposition de Kish voulant que les recensements par étapes remplacent désormais les recensements classiques.

Rao et Bellhouse font une analyse condensée mais utile de l'évolution des techniques de sondage. Après quelques remarques préliminaires, ils débutent leur rétrospective vers l'époque où j'ai commencé à m'intéresser aux recensements et aux enquêtes par sondage et à travailler à leur perfectionnement.

En tant que condensé, l'article de Rao et Bellhouse est ce qui peut se faire de mieux, les auteurs ne s'arrêtant pas outre mesure aux détails. Néanmoins, j'aimerais exprimer une opinion légèrement différente de la leur en ce qui a trait à l'échantillonnage avec probabilité proportionnelle à la taille ou à des mesures de taille (PPT). Ils ont raison de dire que nous (Hansen et Hurwitz) sommes à l'origine de la théorie de l'échantillonnage PPT avec remise s'ils entendent par cela que nous avons estimé des variances en supposant une forme approximative d'échantillonnage avec remise. Nous avons été incapables de résoudre la question de l'estimation de la variance dans le cas de l'échantillonnage avec PPT sans remise, question que ne devaient pas tarder à résoudre Horvitz-Thompson et d'autres. Cependant, sauf à quelques exceptions près, nous n'avons jamais proposé d'utiliser l'échantillonnage avec remise et n'y avons jamais eu recours non plus. Dans la pratique, nous avons appliqué l'échantillonnage avec PPT sans remise, soit en prélevant, à l'aide d'une méthode d'échantillonnage systématique, deux unités ou plus dans une strate où les unités étaient classées de façon aléatoire ou systématique, soit en prélevant une unité dans chaque strate. Les unités pour lesquelles la probabilité de sélection était élevée étaient choisies avec une probabilité égale à 1. Nous avons défini des estimateurs d'agrégats et les fonctions correspondantes en utilisant l'inverse de la probabilité de sélection comme coefficient de pondération, à l'image de ce qui a été convenu d'appeler l'estimateur d'Horvitz-Thompson. Les estimateurs de la variance produisaient des estimations légèrement supérieures à la valeur réelle puisque, pour simplifier le problème, on avait supposé un échantillonnage avec remise. Cependant, des estimations de ce genre ne posent pas vraiment problème. On a souvent utilisé l'estimateur de la variance inter-grappe. Il s'agit là d'un estimateur approximatif de la variance d'une très grande simplicité et qui consiste en deux opérations: pondération (dans le cas d'un sous-échantillonnage) à l'intérieur des unités du premier degré et application des résultats à l'ensemble de l'unité, puis calcul de la variation entre ces unités (voir Hansen, Hurwitz et Madow, p. 257). Horvitz et Thompson ont bouleversé les fondements de l'estimation de la variance lorsqu'ils ont échantillonné plus d'une unité par strate avec des probabilités variées.

L'échantillonnage avec PPT présente les avantages que décrivent brièvement Rao et Bellhouse. De plus, il est d'une grande utilité dans les plans à plusieurs degrés, où les probabilités d'échantillonnage sont proportionnelles à des mesures de taille du premier au dernier degré. Les probabilités au dernier degré sont souvent établies de manière à obtenir des probabilités de sélection globales uniformes pour les unités ultimes.

[1] Morris H. Hansen, Westat, 1650 Research Boulevard, Rockville, MD, 20850, U.S.A.

J'aimerais ajouter un commentaire sur l'article de Rao et Bellhouse en ce qui a trait à l'estimation de la variance par la méthode "jackknife". Ils affirment que l'estimateur "jackknife" est non convergent pour des fonctions non lisses comme les quantiles, même dans le cas d'un échantillonnage aléatoire simple. Ils ont probablement raison d'affirmer cela si l'échantillonnage s'applique aux éléments qui servent d'unités d'analyse. Nous avons prouvé récemment de façon empirique qu'il était possible d'estimer avec précision la variance des médianes et (en l'occurrence) des 10ième et 90ième percentiles à l'aide de la méthode "jackknife" habituelle dans le cas d'un échantillonnage à plusieurs degrés où au moins deux unités du premier degré ou des combinaisons de celles-ci sont identifiées dans une strate (une étant éliminée et l'autre, reproduite de manière à obtenir un double). Nous supposons que la méthode "jackknife" donne des résultats efficaces dans ces circonstances parce que chaque grappe de dernier niveau associée à une unité du premier degré renferme un nombre appréciable d'unités ultimes d'échantillonnage. Nous estimons que cette méthode serait tout aussi efficace, bien que nous ne l'ayons pas démontré, lorsque les échantillons redoublés sont formés au moyen d'une autre technique courante, selon laquelle on divise un échantillon aléatoire simple (ou aléatoire stratifié) en m sous-échantillons aléatoires simples (ou aléatoires stratifiés – utilisant autant que possible les mêmes strates), qui sont par la suite retranchés un à un.

Fienberg et Tanur ont jeté un éclairage intéressant sur le rôle des institutions où ont pris forme les enquêtes par sondage. Je suis d'accord avec eux lorsqu'ils disent que la meilleure manière de comprendre plus à fond l'évolution des méthodes d'enquête est de connaître les institutions qui ont pour mandat de réaliser des enquêtes par sondage. La grande majorité des projets de recherche auxquels j'ai participé originaient des institutions et étaient souvent motivés par le besoin de résoudre les problèmes qui surgissaient au cours de l'exécution des programmes de ces institutions. Je veux, ici aussi, faire quelques commentaires sur certains aspects de la recherche à laquelle j'ai pris part.

Fienberg et Tanur affirment avec justesse que le plan de sondage de ce qu'on appelle maintenant la Current Population Survey ou CPS (et que l'on appelait auparavant l'enquête sur la population active) a joué un rôle déterminant dans l'évolution et l'application de la théorie des sondages et que ce rôle a de plus engendré d'autres progrès. Toutefois, ils laissent à entendre faussement que ce plan de sondage trouve son origine dans le recensement d'essai des chômeurs, réalisé entre 1933 et 1934 dans le cadre d'un programme de la Civil Works Administration (CWA) destiné à trois villes en particulier. Fienberg et Tanur semblent confondre le recensement d'essai réalisé par la CWA en 1933-1934 et le "recensement de contrôle" qui accompagnait le recensement des chômeurs de 1937. Comme ils l'indiquent eux-mêmes, c'est le recensement de 1937 qui a été élaboré conjointement par Dedrick, Hansen, Stouffer et Stephan et qui est à l'origine de la CPS. Il s'agissait d'un recensement à l'échelle nationale, dont la réalisation avait été confiée à l'Administration des postes. Le recensement de contrôle, qui était effectué par les facteurs, s'adressait à un échantillon probabiliste de routes postales prélevé à l'échelle nationale – chaque route de l'échantillon faisait l'objet d'un dénombrement complet. Ce recensement a été l'occasion d'appliquer de nouveaux principes d'évaluation de la population active et du niveau de chômage, fondés sur l'expérience des répondants au cours d'une semaine antérieure. C'était aussi la première fois que l'on utilisait un échantillonnage probabiliste aréolaire à la grandeur du territoire. Le recensement de contrôle avait pour but d'évaluer la précision des données du recensement des chômeurs de 1937 (comme l'explique Barbara Bailar dans l'article qui paraît dans ce numéro). Cette enquête par sondage a été très enrichissante et a permis de jeter les bases de l'enquête mensuelle sur la population active, qui allait devenir plus tard la Current Population Survey. Là encore, j'ai pris une part active à ces projets et Bailar le décrit bien. Stock, Frankel et Webb et d'autres à la Work Projects Administration (WPA) ont également participé à l'élaboration du recensement national et du recensement de contrôle. C'était à une époque où le chômage atteignait des proportions sans précédent et où il était devenu impératif d'en mesurer le niveau de façon continue.

Cette expérience fit prendre conscience au groupe de la WPA de la nécessité d'une enquête permanente. Ils ont donc élaboré une enquête mensuelle sur la population active, qui présentait des aspects tout à fait inédits au point de vue du plan de sondage (mais aussi des lacunes qu'il a fallu corriger ultérieurement). Cette enquête n'était pas aussitôt rodée que les États-Unis se lancèrent dans la Seconde Guerre mondiale et les besoins de données changèrent du tout au tout. Il n'était plus question de chômage élevé mais de pénurie de main-d'oeuvre. La WPA n'avait plus sa raison d'être et fut par conséquent supprimée et l'enquête dont elle avait la responsabilité fut confiée au Bureau of the Census; désormais, cette enquête devait servir essentiellement à mesurer l'effet de l'engagement militaire des États-Unis sur l'activité et l'emploi. Lorsque la responsabilité de l'enquête fut confiée au Bureau of the Census, nous avons remarqué des lacunes dans le plan de sondage original et avons élaboré des solutions en conséquence; c'est ainsi que nous avons introduit notamment l'échantillonnage avec PPT et d'autres innovations relatives au plan de sondage. Ces améliorations à l'enquête sur la population active (aujourd'hui la CPS, dont l'objet est beaucoup plus diversifié) ont eu un effet appréciable sur les méthodes d'échantillonnage et, chose plus importante encore, ont permis de satisfaire les besoins du pays en données de toutes sortes (données récentes sur la population active mais aussi données démographiques, sociales et économiques).

Fienberg et Tanur auraient pu aussi souligner les conséquences notables de la fusion des techniques de recensement et de sondage et de l'introduction de l'informatisation et de la lecture automatisée de repères dans les questionnaires de recensement. Depuis le recensement de 1960, les questionnaires qui servent à recueillir les données auprès des ménages sont assez sommaires. Des questionnaires plus complets sont distribués à des échantillons de la population recensée, qui sont tout de même en nombre respectable pour que l'on puisse obtenir des données utiles pour quelque 40,000 petites régions. Le recensement de 1960 a été aussi l'occasion d'introduire des méthodes d'autodénombrement. La décision d'introduire de telles méthodes a été motivée par l'application du modèle d'erreur de réponse auquel font allusion Fienberg et Tanur et par la réalisation d'études et d'expériences sur les erreurs de réponse et spécialement la corrélation entre erreurs de réponse attribuable au travail des recenseurs. Ces innovations étaient le résultat d'expériences majeures qui avaient été tentées avant et pendant le recensement de 1950 et dans des recensements ultérieurs, et d'autres expériences indépendantes. Une autre innovation importante a été FOSDIC (Film Optical Sensing Device for Input to Computers – appareil de lecture optique pour saisie de données), appareil conçu par le Bureau of Standards à la demande du U.S. Bureau of the Census pour lire les repères qui figurent dans les questionnaires du recensement; le Census Bureau comptait sur cet appareil pour éliminer tout le travail de perforation qui était requis durant les recensements. Ces innovations ont permis d'obtenir des données plus à point et généralement plus précises et de réduire le coût des recensements. Les perfectionnements sont devenus possibles dans ce domaine dès qu'on a pris conscience des problèmes que posaient les recensements "à grand déploiement" et qu'on a cherché à les résoudre en proposant par exemple l'utilisation de sondages et l'autodénombrement. Un autre facteur de progrès a été l'invention et la mise en service de l'ordinateur et du FOSDIC, deux champs d'action où le Census Bureau a fait figure de pionnier.

Vers la fin des années 1930, quelques membres de la haute direction du Census Bureau, appuyés de certains membres du Congrès, s'opposaient à ce que leur organisme fasse de l'échantillonnage. Il fallait respecter la tradition du recensement. L'utilisation de l'échantillonnage probabiliste dans le recensement de contrôle de 1937 qui accompagnait le recensement national des chômeurs a contribué largement à faire accepter l'échantillonnage au sein du U.S. Bureau of the Census; comme l'explique Bailar dans son article, l'échantillonnage devait être considéré comme une méthode tout à fait conforme aux objectifs du Census Bureau. Lors du recensement de la population de 1940, le Census Bureau a appliqué pour la première fois les techniques d'échantillonnage dans le but de recueillir des données supplémentaires (c'est-à-dire des données autres que celles normalement recueillies dans un recensement). À cette occasion, j'ai travaillé

en collaboration avec Deming. Je faisais équipe avec Calvert Dedrick et Deming était associé à Philip Hauser et nous étions en relation constante avec Fred Stephan, qui agissait comme conseiller. Ensemble, nous avons élaboré cette importante étape dans l'application des techniques d'échantillonnage.

L'article de Barbara Bailar nécessite peu de commentaires additionnels. Nous avons en effet, moi, Bill Hurwitz et nos collègues, pris une part active aux projets de recherche qu'elle décrit si bien. J'aurais toutefois une petite correction à apporter à ses propos. Fienberg et Tanur considèrent à juste titre l'article qu'ont rédigé Hansen, Hurwitz, Marks et Mauldin en 1951 sur les modèles d'erreur de réponse comme la première publication à n'avoir jamais été produite sur le sujet, tandis que Bailar accorde ce crédit à un article de Hansen, Hurwitz et Bershad paru ultérieurement (1960). L'article de 1960 approfondissait les résultats de l'étude de 1951 et contenait des données empiriques obtenues par suite de l'application du modèle dans de vastes expériences de randomisation comme l'affectation aléatoire des recenseurs pour le recensement de 1950. L'analyse contenue dans cet article montrait jusqu'à quel point la corrélation d'erreurs due au travail des interviewers pouvait influencer les données de recensement pour petites régions. C'est principalement grâce à des mémoires parus antérieurement (où l'on présentait les mêmes résultats) et à des études connexes que l'on a décidé de recourir à la formule de l'autodénombrement pour les questionnaires abrégés du recensement de 1960. De plus, le questionnaire détaillé pouvait désormais être administré à un échantillon étendu de la population et non plus à la population entière, ce qui signifiait des économies appréciables, des délais de publication plus raisonnables et des données généralement plus précises. L'article de Bailar fait un excellent résumé de la question.

Par rapport à ce qui vient d'être dit, j'aimerais souligner l'apport remarquable de Bill (William N.) Hurwitz. Lui et moi avons formé une équipe dont le nombre de réalisations excède largement la somme de nos réalisations individuelles. De plus, je n'insisterai jamais trop sur les mérites de nos collègues, que nous avons recrutés et motivés et que nous avons dans une certaine mesure formés, et qui sont devenus les artisans de la recherche effectuée au Census Bureau en ce qui a trait à l'application de méthodes de sondage, de contrôle de la qualité et de recherche opérationnelle dans la conception et la réalisation de recensements et d'enquêtes par sondage dans des domaines variés. Parmi les collègues les plus célèbres, mentionnons les noms de Max Bershad, Joseph Daly, Leon Gilford, William Madow, Eli Marks, Harold Nisselson, Jack Ogus, Leon Pritzker, Joseph Steinberg, Benjamin Tepping, Joe Waksberg, Ralph Woodruff et d'autres. On attribue souvent à Morris Hansen les progrès qui ont été réalisés mais si ce n'avait été de Bill Hurwitz, en particulier, et de nos collègues, ces progrès n'auraient pas été possibles.

Je dois mentionner aussi que, de 1955 à 1968, année où j'ai laissé le Census Bureau, notre groupe a profité largement du concours et des conseils d'une équipe de statisticiens experts dirigée par Bill Cochran (William G. Cochran). Cette équipe comptait parmi ses membres Fred Stephan (Frederick F. Stephan) et Bill Madow (William G. Madow), qui en ont fait partie pendant toute la période en question, de même qu'Ivan Fellegi, de Statistique Canada, H.O. Hartley et d'autres, qui en ont fait partie pendant un certain temps. C'étaient toutes des personnes extrêmement compétentes. Toutefois, nous ne les considérions pas simplement comme des experts dont on cherche à obtenir l'avis et dont on applique les recommandations à la lettre. Notre relation avec eux était plutôt fondée sur l'échange. Nous discutions de problèmes précis et analysions toutes les étapes de l'élaboration d'un plan de sondage pour une enquête, une expérience ou un recensement en particulier. Nous avons bénéficié largement de leurs conseils et, réciproquement, ils ont tiré profit de leur relation avec nous.

L'article de Leslie Kish tranche avec les articles précédents en proposant de nouvelles méthodes de recensement pour l'avenir, notamment le recensement par étapes. Kish décrit par la même occasion diverses formes d'échantillons avec renouvellement complet.

Ces diverses formes d'échantillons (qu'ils aient ou non une portion chevauchante) ont actuellement plusieurs usages selon Kish et l'analyse qu'il en fait n'apporte rien de nouveau. Je

présume qu'il les présente dans un contexte très général et qu'il cherche à tracer un lien entre ces échantillons et le recensement par étapes.

Le recensement par étapes dont il est question dans l'article de Kish est une enquête hebdomadaire où la population totale des unités de logement est divisée en 520 sous-échantillons non chevauchants; le recensement de la population se fait au rythme d'un sous-échantillon par semaine pendant 10 ans. La population des unités de logement se trouve donc entièrement recensée au bout de dix ans, à l'exception des unités qui se sont ajoutées dans l'intervalle. Si le processus se poursuivait dans le temps, on pourrait obtenir à n'importe quel moment un portrait de la situation démographique des dix dernières années en agrégeant les données des 520 derniers sous-échantillons. C'est là une proposition intéressante et pleine d'imagination. Seulement, elle comporte des lacunes.

Kish propose un recensement par étapes où il n'y a pas de chevauchement d'échantillons d'une période à l'autre, sauf à la fin des dix années, lorsque le processus recommence. Avec un tel recensement, on obtiendrait à chaque semaine un grand échantillon transversal d'envergure nationale de même que des valeurs moyennes ou des valeurs agrégées pour chaque mois, chaque année et pour d'autres périodes. Toutefois, sans chevauchement d'échantillons, il sera relativement difficile de mesurer les variations qui surviennent d'une semaine à l'autre, d'un mois à l'autre ou même d'une année à l'autre dans les petites régions. On pourrait toujours prévoir des échantillons chevauchants, comme l'affirme Kish, mais cela accroîtrait sensiblement le coût du recensement. La formule de recensement proposée par Kish permet néanmoins de mesurer des variations mais en l'absence d'échantillons partiellement chevauchants, les estimations de variations pour de petites régions seront affectées d'une forte erreur d'échantillonnage. Un des principaux objectifs des recensements décennaux est de produire des données pour les petites régions. Je crois qu'il est tout aussi important d'estimer avec précision les variations pour de petites régions que de produire des estimations agrégées pour des périodes précises. Bien que Kish le reconnaît, il ne semble pas en faire cas.

Le sous-dénombrement deviendrait un problème particulièrementaigu dans un recensement par étapes. Comme la nécessité du recensement est généralement admise au sein de la population et que de grandes campagnes de publicité peuvent être faites pour les recensements, le taux de couverture pour les recensements a toujours été beaucoup plus élevé que celui pour les enquêtes par sondage, même dans les meilleures enquêtes (malgré cela, le sous-dénombrement demeure un problème pour les recensements). Le phénomène du sous-dénombrement est très répandu dans les enquêtes par sondage, même dans la Current Population Survey des É.-U., qui sert souvent de modèle. Il est donc difficile d'imaginer que l'on puisse soutenir l'intérêt du public pour un recensement par étapes au moyen d'une campagne de publicité permanente.

Une autre difficulté que pose le recensement par étapes, à mon avis, est son coût vraisemblablement élevé. Kish le reconnaît mais ne semble pas en faire cas par la suite. Bien que je n'aie pas étudié d'estimations de coûts, je ne serais pas étonné de constater qu'un recensement par étapes, sur une période de dix ans, est beaucoup plus coûteux que des recensements quinquennaux classiques combinés à des enquêtes mensuelles relativement importantes qui visent à produire des estimations de variation ainsi que des données sur divers sujets pour les États et de grandes régions à l'intérieur des États. De plus, les recensements quinquennaux devraient être plus faciles à interpréter que les recensements par étapes et aussi plus utiles, en produisant des estimations pour petites régions pour des périodes précises ou de courts intervalles de temps au lieu de valeurs moyennes établies pour des périodes allant jusqu'à dix ans.

Attiré par la proposition de Kish concernant le recensement par étapes d'une part et résolu à étaler la charge de travail d'autre part, le Census Bureau est arrivé avec diverses propositions tournant autour de l'idée d'un recensement décennal réduit, accompagné de recensements en rotation. Le Census Bureau envisage diverses solutions à partir de l'idée de base, qui consiste à répartir le recensement des cinquante États sur dix ans suivant un ordre de rotation. C'est là une proposition originale qui vise à étaler la charge de travail sans engendrer les coûts exorbitants d'un recensement par étapes comme celui de Kish.

Je suis de ceux qui croient qu'un recensement quinquennal et les grandes enquêtes permanentes qui existent actuellement valent bien les sommes considérables qu'on leur consacre. Cependant, si nous devions recourir au recensement par étapes, comme le propose Kish, j'estime qu'il faudrait utiliser des échantillons chevauchants. Un recensement par étapes, même sans échantillon chevauchant, pourrait revenir beaucoup plus cher que le programme de recensement actuel qui comprendrait aussi un recensement quinquennal. Il faut se demander si un recensement par étapes vaut les dépenses additionnelles qu'il nécessiterait ou s'il présente des avantages notables par rapport à un recensement quinquennal et à des enquêtes intercensitaires d'envergure. Je crois que, dans la plupart des cas, un recensement par étapes produirait des données moins utiles que celles d'un recensement quinquennal puisqu'il s'agirait uniquement de valeurs moyennes pour une période de 10 ans. Du point de vue de l'analyse coûts-avantages, il semble plus avantageux d'opter pour un recensement quinquennal, accompagnéd'enquêtes à passages répétés (pour obtenir des données relativement récentes sur les grandes régions) et d'autres types de sondages visant à produire des données sur les États et les comtés et peut-être aussi des estimations démographiques pour les petites régions.

Kish mérite notre estime pour avoir proposé des solutions radicalement nouvelles à quelques-uns des problèmes que pose le recensement classique. Toutefois, à mon humble avis, le recensement par étapes ne semble pas être la solution recherchée. Peut-être qu'une utilisation plus efficace des fichiers administratifs donnerait des résultats plus encourageants, en supposant toujours que cette option soit complétée par des enquêtes permanentes et un recensement décennal ou même, souhaitons-le, quinquennal. Il y a peut-être lieu de fonder beaucoup d'espoir dans le nouveau système de cartographie et de codage informatisé mis au point par le Census Bureau pour le recensement de 1990; ce système, qui est connu sous le nom de TIGER, pourrait bien améliorer les méthodes du recensement et des enquêtes actuelles. De plus, l'intégration de ce système aux principaux fichiers administratifs pourrait accroître les possibilités d'utilisation de ces fichiers, par exemple pour l'établissement d'estimations de population. Il est à souhaiter que le Census Bureau crée bientôt un programme de mise à jour du système TIGER ainsi qu'un registre d'adresses constamment à jour.

BIBLIOGRAPHIE

HANSEN, M., HURWITZ, W., et MADOW, W. (1953). *Sample Survey Methods and Theory*. New York: John Wiley & Sons.

HANSEN, M. (1987). Some History and Reminiscences on Survey Sampling. *Statistical Science*, 2, 180-190.

OLKIN, I. (1987). A Conversation with Morris Hansen. *Statistical Science*, 2, 162-179.

DUNCAN, J.W., et SHELTON, W.C. (1978). *Revolution in United States Government Statistics, 1926-1976*. U.S. Government Printing Office, Washington, D.C.

Techniques d'enquête, juin 1990
Vol. 16, n° 1, pp. 93–94
Statistique Canada

Réponse

J.N.K. RAO et D.R. BELLHOUSE

Nous sommes reconnaissants envers messieurs Hansen et Smith pour leurs commentaires utiles.

Morris Hansen a fait des observations importantes sur le développement de l'échantillonnage avec PPT. Il a raison de dire que Hansen et Hurwitz (1943) n'ont pas proposé l'utilisation de l'échantillonnage avec remise et qu'ils n'ont supposé ce genre d'échantillonnage que pour l'estimation de la variance. À propos, Murthy (1967, p. 184) signale que Mahalanobis (1938) s'est intéressé à l'échantillonnage avec PPT ainsi qu'à l'estimateur non biaisé correspondant d'un total pour ce qui a trait à l'échantillonnage de parcelles dans les enquêtes sur les cultures.

Hansen a fait aussi des observations intéressantes sur l'utilisation de l'estimateur «jackknife» pour des fonctions non lisses comme les quantiles. Il ne fait plus de doute que, en ce qui a trait aux quantiles, cet estimateur est inconsistant selon un échantillonnage aléatoire simple. Des résultats empiriques consignés par Kovar, Rao et Wu (1988) montrent qu'il est aussi inconsistant selon un échantillonnage aléatoire simple stratifié. Il est aussi susceptible d'être inconsistant selon un échantillonnage en grappes stratifié si les sous-échantillons tirés des grappes sont petits ou que les corrélations intra-grappe sont appréciables. Dans le cas de l'estimateur utilisé par Hansen, les sous-échantillons sont assez grands et les corrélations intra- grappe, minimes. En l'occurrence, il est permis de croire que l'estimateur de variance «jackknife» utilisé par Hansen est conforme à la conclusion de Shao et Wu (1989) selon laquelle l'estimateur «jackknife» avec suppression de d éléments est convergent selon un échantillonnage aléatoire simple pourvu que $n^{1/2}/d \to 0$ et $n-d \to \infty$ lorsque la taille d'échantillon $n \to \infty$.

La méthode proposée par Hansen et qui consiste à diviser un échantillon aléatoire simple en m sous-échantillons de taille d par exemple puis à supprimer un sous-échantillon à la fois, se rapproche sensiblement de la méthode «jackknife» de Shao et Wu sauf que ceux-ci considèrent tous les sous-échantillons possibles $\binom{n}{d}$ dans la construction de l'estimateur de variance. Par ailleurs, l'estimateur «jackknife» de Shao et Wu risque d'être plus stable. Shao et Wu s'intéressent aussi au sous-échantillonnage équilibré qui n'exige que b sous-ensembles de taille $n-d$, où b ($\geq n$) est le nombre de blocs dans un plan en blocs équilibrés incomplets.

Smith a fait des observations importantes sur les aspects fondamentaux de la théorie des sondages et a fait ressortir l'intérêt de l'étude réalisée par Ericson (1969) sur l'estimation bayesienne de totaux suivant des distributions a priori interchangeables. Soulignons à ce propos que Hartley et Rao (1968) avaient obtenu des résultats équivalents à ceux de Ericson pour la moyenne et la variance a posteriori suivant un échantillonnage aléatoire simple. Dans son analyse de l'article d'Ericson, A. Scott n'a pas manqué de souligner cette similitude. Toutefois, un avantage de la méthode de Hartley-Rao par rapport à celle d'Ericson est que l'inférence repose sur le plan de sondage. De plus, la méthode de Hartley-Rao permet de faire des inférences classiques utiles. Rao et Ghangurde (1972) ont appliqué les résultats de Hartley et Rao à l'échantillonnage aléatoire stratifié, à l'échantillonnage double avec taille de strate inconnue, à la méthode de traitement de la non-réponse de Hansen et Hurwitz ainsi qu'à l'échantillonnage aléatoire à deux degrés.

Le modèle global (TU – théorie universelle) que propose Smith pour faire des inférences offre de très belles perspectives. Nous sommes d'accord avec ce participant lorsqu'il affirme qu'il y a peu de différence dans la pratique entre les estimateurs ponctuels de l'une ou l'autre des méthodes proposées et que le problème consiste essentiellement à choisir une mesure de variabilité, comme nous l'indiquons d'ailleurs dans notre article.

Nous sommes aussi convaincus, comme Smith, de l'importance de mesurer l'erreur totale des enquêtes permanentes.

SOURCES ADDITIONNELLES

MURTHY, M.N. (1967). *Sampling Theory and Methods*. Calcutta: Statistical Publishing Society, Indian Statistical Institute.

MAHALANOBIS, P.C. (1938). *Statistical report on the experimental crop census*, 1937. Indian Central Jute Committee.

RAO, J.N.K., et GHANGURDE, P.D. (1972). Bayesian optimization in sampling finite populations. *Journal of the American Statistical Association*, 67, 439-443.

SHAO, J., et WU, C.F.J. (1989). A general theory for jackknife variance estimations. *Annals of Statistics*, 17, 1176-1197.

Techniques d'enquête, juin 1990
Vol. 16, n° 1, pp. 95–96
Statistique Canada

Réponse

STEPHEN E. FIENBERG et JUDITH M. TANUR

Nous sommes reconnaissants envers Robert Groves et Morris Hansen pour leurs commentaires perspicaces et envers le rédacteur en chef de *Techniques d'enquête*, qui nous donne l'occasion de nous exprimer dès maintenant plutôt qu'en 2040. Messieurs Groves et Hansen soulèvent plusieurs points importants; nous allons aborder ces points un à un.

Nous sommes entièrement d'accord avec Groves lorsqu'il affirme que les administrations publiques qui mettent l'accent sur les programmes sociaux recherchent plus souvent des renseignements que celles qui poursuivent d'autres buts. La preuve que les propos de Groves sont fondés est le fait que l'enquête nationale la plus importante qui ait été mise sur pied aux États-Unis dans les années 1980, années qui n'ont pas été particulièrement propices à l'expansion des programmes sociaux aux États-Unis, est la Survey of Income and Program Participation, qui a notamment pour objectif d'évaluer l'effet des programmes sociaux de l'administration américaine sur le revenu et l'actif. De plus, une autre illustration de la justesse des propos de Groves est la tendance des pays d'Europe de l'Est, dans la vague de démocratisation, à demander l'aide des pays occidentaux pour améliorer leurs systèmes statistiques et notamment mettre sur pied des infrastructures pour la réalisation de grandes enquêtes. Groves semble donc appuyer notre affirmation selon laquelle les bases institutionnelles des enquêtes par sondage déterminent le contenu et l'orientation de telles enquêtes. La question de savoir si ces bases institutionnelles ont été le foyer d'une élite en cette matière nous semble plutôt théorique – cette interrogation doit être vue plus comme un cadre d'analyse que comme une question qui exige une réponse catégorique. Nous sommes bien sûr d'accord avec Groves lorsqu'il dit que les objectifs des divers groupes d'institutions ont dicté, du moins en partie, le choix des activités auxquelles se livrent ces institutions. Toutefois, à l'instar de Groves, qui souligne l'urgence d'adopter une perspective transnationale, nous constatons que les rôles des institutions varient selon les pays. Par exemple, beaucoup sont d'avis aux États-Unis que l'administration fédérale ne devrait pas s'occuper de recueillir des données d'enquête sur des phénomènes subjectifs (voir par exemple Turner et Martin 1984, p. 31-39) – pour sa part, le gouvernement britannique ne voit pas les choses de la même façon, à en juger surtout par son rapport annuel *Social Trends* (Turner et Martin 1984, p. 4).

Groves laisse à entendre que la démarcation entre les divers groupes d'institutions (universités, maisons de sondage, administrations publiques) n'est pas aussi perméable que nous voulons le laisser croire. Ni lui ni nous ne disposons de données empiriques sur la question, mais nous tenons ici à rappeler l'importance des institutions intermédiaires, qui réunissent des représentants des divers secteurs et servent de lieu d'échange sur le plan professionnel sinon sur le plan personnel, et nous nous empressons d'ajouter que la nomination récente de Groves au poste de directeur associé du U.S. Bureau of the Census de même que le cheminement inverse suivi par Hansen il y a une vingtaine d'années illustrent bien l'interpénétration des secteurs à défaut d'en illustrer le degré.

Groves suppose indirectement que nous avons choisi de nous concentrer sur les développements technologiques, les enquêtes longitudinales et les aspects cognitifs des enquêtes parce que ce sont là les domaines pour lesquels nous manifestons le plus d'intérêt et dans lesquels nous avons le plus d'expérience, et il signale plusieurs autres marques de progrès qui méritent d'être considérées. Il a raison de supposer que nous nous sommes arrêtés aux questions qui nous intéressent le plus; seulement, la question des progrès technologiques intègre sans aucun doute les deux premiers sujets d'intérêt additionnels proposés par Groves, à savoir l'élaboration de progiciels statistiques généraux et l'existence de fichiers permanents de données d'enquête.

Nous nous demandons toutefois si les progrès technologiques qui sont signalés de part et d'autre, conjugués à la multiplicité des enquêtes qui est aussi signalée de part et d'autre, n'auraient pas autant de conséquences négatives que positives. Par exemple, lorsque des étudiants du premier cycle universitaire (ou n'importe quel débutant dans le domaine de l'analyse statistique) font des analyses complexes de données d'enquête à l'aide de progiciels statistiques, il arrive souvent qu'ils ne comprennent pas les données analysées et que les méthodes statistiques qu'ils emploient ne soient pas appropriées.

La multiplicité des enquêtes tient non seulement à la demande accrue de renseignements mais aussi à la facilité relative avec laquelle on peut réaliser des enquêtes et analyser des données dans l'état actuel de la technologie. (Nous croyons en outre qu'il sera de plus en plus facile d'avoir accès à des données d'enquête pour réanalyse grâce aux nouvelles techniques de stockage comme le disque CD-ROM et le disque optique.) Toutefois, une telle facilité est un avantage incertain. Comme l'indique Groves, le phénomène de non-réponse a pris de l'ampleur aux États-Unis dans les années 1980; ce phénomène s'était manifesté plus tôt et dans une plus forte mesure (du moins jusqu'à maintenant) en Europe. Il n'est pas nécessaire de postuler un plus grand besoin de protection de la vie privée pour expliquer la baisse des taux de réponse, bien qu'un tel besoin puisse réellement exister. Il suffit de voir les problèmes de non-réponse qu'éprouve le U.S. Bureau of the Census dans le recensement décennal de 1990, qu'il s'agisse des questionnaires retournés par la poste ou des interviews sur place, pour se convaincre du fait que les répondants commencent à en avoir assez des enquêtes.

Par ailleurs, comme le souligne Groves, la théorie et la pratique des sondages n'ont pas été l'apanage des universitaires puisque les sondages n'ont pas constitué avec le temps une discipline propre ayant des normes et des critères de formation précis. Comme il n'existe pas de département de sondages dans les universités, à peu près n'importe qui moindrement intéressé peut réaliser sa propre enquête ou analyser des données d'enquête. Tandis que certaines personnes exécutent ces tâches convenablement, d'autres les exécutent pitoyablement, ce qui a pour effet de discréditer tout le processus d'enquête. Par conséquent, si nous devons présenter en l'an 2040 le rapport optimiste que Groves envisage, nous croyons qu'il sera nécessaire d'institutionnaliser les innovations qui pourront surgir entre temps au chapitre de l'enseignement et de la formation.

Nous sommes particulièrement heureux de voir M. Hansen rehausser par ses commentaires notre bref compte rendu de l'évolution des sondages au sein de l'administration publique des É.-U. dans les années 1930 et 1940. Grâce à ses commentaires, M. Hansen ajoute à notre article la dimension humaine dont Groves déplore l'absence au départ.

Hansen étoffe aussi nos propos concernant le lien entre les recensements et les sondages et l'introduction de l'autodénombrement dans le recensement des États-Unis, qui a été décidée par suite d'une étude des erreurs de réponse. Compte tenu de la forte hausse du taux de non-réponse au chapitre de l'autodénombrement dans le recensement décennal de 1990, il faudrait peut-être revoir l'incidence des diverses composantes du modèle de Hansen-Hurwitz-Marks-Mauldin pour les erreurs non dues à l'échantillonnage. Par ailleurs, soulignons que, dans le cadre du recensement de 1990, le U.S. Bureau of the Census créera une nouvelle enquête post-censitaire (EP) qui couvrira 150,000 ménages et dont les résultats serviront à évaluer le taux de sous-dénombrement dans le recensement. Les progrès techniques réalisés dans la gestion informatique des données et l'appariement informatique de fichiers de l'EP et du recensement ont rendu possible cette nouvelle enquête et l'utilisation de ses résultats comme mesures du taux de sous-dénombrement et de surdénombrement des ménages.

SOURCES ADDITIONNELLES

Turner, C.F. et Martin, E. (éd.) (1984). *Surveying Subjective Phenomena. Vol. 1.* New York: Russell Sage Foundation.

Techniques d'enquête, juin 1990
Vol. 16, n° 1, p. 97
Statistique Canada

Réponse

BARBARA BAILAR

Les commentaires des participants décrivent encore plus les contributions de l'administration fédérale au domaine de la statistique. Je tiens remercier Gordon Brackstone et Morris Hansen d'avoir mentionné ces sujets supplémentaires. Le sujet que j'ai oublié et qui pourrait avoir l'incidence la plus forte sur la statistique et les autres domaines quantitatifs tait l'élaboration de l'ordinateur pour le traitement et l'analyse des données. Là encore, l'équipe Hansen-Hurwitz était l'avant-garde, pressant et finançant l'élaboration de l'UNIVAC I et ensuite l'installant au Census Bureau pour aider au traitement du recensement de 1950.

Morris Hansen a présenté la remarquable équipe au Census qui à travaillé avec lui et Bill Hurwitz sur tant de domaines. Je crois que j'ai eu beaucoup de chance d'avoir pu commencer ma carrière au Census Bureau lorsque ces personnes étaient là et d'avoir pu travailler avec la plupart d'entre elles pendant de nombreuses années. Il est rare que l'on puisse bénéficier d'un tel apprentissage.

Gordon Brackstone demande si la méthodologie statistique mise au point par le Census Bureau présentait des avantages pour l'ensemble de la statistique. Certes, compte tenu de l'intéraction des bureaux de statistiques nationaux, le Bureau of the Census a influencé les activités statistiques gouvernementales dans les autres pays. Brackstone estime que l'incidence de l'élaboration du Census Bureau sur les départements de statistique des universités a eu des résultats mitigés. Il a peut-être raison en ce qui concerne les cours, mais je pense que le programme de bourses ASA-NSF-Census et le programme Agriculture Fellowship ont eu une incidence plus grande. Davantage de professeurs et d'étudiants universitaires de deuxième cycle sont au courant des problèmes des erreurs non dues l'échantillonnage, de la non-divulgation et des séries chronologiques et y travaillent. La mise en place récente de programmes de bourses au Bureau of Labor Statistics et au National Center for Education Statistics éagalement mis en relief ces secteurs de recherche. Le NSF reçoit maintenant beaucoup de propositions bases sur des recherches entreprises dans l'un des organismes gouvernementaux.

Le problème principal maintenant est l'application des résultats des recherches. Beaucoup de programmes gouvernementaux ne mettent que lentement en oeuvre les méthodologies nouvelles parce que le changement est perturbateur. Mais le changement est nécessaire si l'on veut améliorer les méthodes.

Techniques d'enquête, juin 1990
Vol. 16, n° 1, pp. 99–100
Statistique Canada

Réponse

LESLIE KISH

Dans son excellente analyse Fritz Scheuren complète nos comparaisons des méthodes qui peuvent remplacer les recensements en préconisant l'emploi de fichiers administratifs pour les É.-U. J'appuie son plaidoyer expert pour étudier ce que ces méthodes pourraient offrir comme ajouts ou comme compléments aux recensements décennaux. Ces fichiers commencent à être utilisés dans de nombreux pays et nous aimerions savoir où, quand et comment? Il est même probable que, bientôt, ils ne serviront pas seulement à compléter les recensements décennaux dans certains pays, ils les remplaceront. Quand cela se produira-t-il aux É.-U.? Je ne le sais pas; ce n'est qu'assez tardivement et lentement que notre pays a adopté un registre des naissances et des décès qui existe encore. Et même actuellement la déclaration de ces événements se fait plutôt lentement.

Les échantillons avec renouvellement complet pourraient être conçus de façon à ce que la déclaration se fasse rapidement et l'actualité des données n'est qu'un des avantages qu'offrent ces échantillons. C'est donc faire preuve d'un manque d'objectivité que de comparer les recensements par étapes avec les recensements traditionnels, tant pour ce qui est des coûts que des avantages, en ne se basant que sur le seul produit pour l'obtention duquel les recensements décennaux ont été conçus. Il faudrait des études techniques détaillées pour comparer les facteurs relatifs aux coûts, à la couverture, à l'actualité, au contenu, *etc.* des recensements par étapes par opposition aux recensements décennaux aux É.-U. Mais, on peut réaliser beaucoup de choses avec entre 10 et 15 millions de dollars par mois. La question des recensements adéquats est très saillante en 1990 aux É.-U. et ailleurs, mais on ne devrait pas oublier les autres utilisations des échantillons au moment où nous effectuons la planification pour la dernière décennie du vingtième siècle.

Ma contribution vise surtout à développer l'intérêt relatif aux *divers* avantages des agrégations faites à partir d'échantillons périodiques, qui ont été négligés en faveur d'autres avantages que l'on peut tirer d'un nombre croissant d'enquêtes périodiques. Il se peut qu'un jour les recensements par étapes deviennent un de ces avantages et les échantillons avec renouvellement complet ont déjà été utilisés – bien que je pense qu'ils ne l'aient pas été assez souvent. Il existe très peu d'agrégations asymétriques et elles sont obscures et les plans à panel fractionné que je propose sont complètement absents.

De plus, je n'ai pas seulement des visées nationales (les É.-U.), pas même continentales (l'Amérique du Nord); elles sont intercontinentales et internationales. On a, par exemple, commencé à utiliser les fichiers administratifs dans les pays scandinaves et il se peut qu'on les emploie au Canada avant de le faire aux É-U. L'emploi des recensements par étapes implique un accroissement beaucoup moins considérable des enquêtes sur la population active au Canada parce que la taille de la population n'est que le dixième de celle des É.-U., comme Fritz et moi le montrons. Mais il se peut bien que d'autres pays utilisent les recensements par étapes avant soit le Canada, soit les Etats-Unis.

Les échantillons avec renouvellement complet et les agrégations ne peuvent pas seulement être employés à l'échelle internationale, ils peuvent aussi être interdisciplinaires, ils ne sont pas réservés à la seule production de chiffres de population. Un bon nombre des autres besoins des bureaux statistiques – et *des autres organismes qui recueillent des statistiques*! – seraient mieux servis par un personnel "permanent" bien entraîné que par une grosse armée embauchée à la hâte et dont le temps de formation est à peu près égal à la brève période d'emploi.

Scheuren est très flatteur quand il dit que les recensements par étapes constituent un nouveau paradigme. Il est vrai que, comme tous les nouveaux paradigmes, quand je les présente, les agrégations et les échantillons avec renouvellement complet, font face à trois gros blocages psychologiques: a) la mise en moyenne de données obtenues à des dates variables plutôt qu'à une date arbitraire comme le 1er avril de l'année du recensement décennal; b) l'acceptation d'une certaine mobilité des populations humaines plutôt que de fixer tout le monde à des endroits uniques; c) l'emploi d'échantillons avec renouvellement complet pour remplacer des secteurs-échantillons primaires fixes. Il peut donc sembler paradoxal que Morris Hansen remarque que mon analyse de ces formes d'échantillon "n'apporte rien de nouveau." Il est possible que Hansen ait déjà rencontré toutes ces propositions et qu'il en ait peut-être écarté un certain nombre. Personnellement, j'ai décrit les échantillons avec renouvellement complet depuis au moins 1961 et proposé les recensements par étapes depuis 1965. Mais j'ai aussi constaté que, pour de nombreuses personnes, il s'agit de nouvelles idées et souvent de nouvelles idées étranges.

Finalement, permettez-moi d'ajouter deux renseignements importants sur les origines des sondages dans les années 40; bien que, pour moi, les personnes et les priorités ne soient que des aspects mineurs de l'histoire de toute science. Il faudrait mentionner l'université Iowa State à Ames, où, sous la direction de George Snedecor et de Henry Wallace, Bill Cochran a donné, au printemps 1939, le premier cours d'échantillonnage et d'où sont sortis les premiers détenteurs de maîtrise puis de doctorat en échantillonnage. Ensuite, Henry Wallace (à nouveau) a été à l'origine de la Division of Program Surveys du Département de l'agriculture des É.-U.; il m'a embauché en 1941, puis il a engagé Steve Stock en 1942 pour les premiers échantillons nationaux à Washington au cours de cette dernière année, vint ensuite l'échantillon de 1943 au USBC. Stock, Frankel et Webb (de la WPA (Work Projects Administration)) ont commencé à donner le deuxième cours d'échantillonnage, à l'automne 1939, à l'école d'études supérieures du Département de l'agriculture (USDA) qui, sous la direction de Hansen, de Hurwitz et de leurs collègues du Bureau of the Census, est devenue célèbre et productive. Parmi les cours importants, donnés dans cette école, je témoignerai particulièrement de ceux de Deming, la figure dominante de l'école. Au cours des années quarante, l'enseignement ainsi que l'étude de l'échantillonnage se sont surtout faits à Ames et au USDA ainsi qu'au USBC.