

ESTIMATION DU RYTHME D'ACCROISSEMENT DÉMOGRAPHIQUE (E.R.A.D.)*

K. KROTKI

L'imperfection des données démographiques disponibles pour la majorité de la race humaine, qui est due à la précocité et à la nouveauté des recensements, et encore plus à l'inexistence ou aux lacunes de l'état civil, a provoqué de nombreuses recherches ingénieuses pour disposer de données de substitution.

Le besoin de données permettant de formuler des politiques de population, d'envisager des programmes de planification familiale et d'en connaître le coût, a été un autre stimulant pour de telles recherches.

La révélation de ces deux facteurs a accompagné la prise de conscience des problèmes dits de population, ceux-ci se manifestant précisément dans les pays à statistiques démographiques incomplètes. Des démographes français aux Nations Unies et à l'INED (Journal « Population ») ont apporté d'importantes contributions au développement des techniques d'analyse (par exemple : Etude Démographique des Nations Unies n° 39) conduisant à l'ajustement de données défectueuses et non valables. Il n'y a pas toutefois de véritable substitut de la donnée réelle. Cependant, l'ingéniosité s'est manifestée tant dans le développement de nouvelles techniques d'analyses permettant l'utilisation de données considérées traditionnellement comme non valables, que dans les nouveaux types de données à recueillir et la mise au point de nouvelles méthodes de collecte.

Parmi les nombreuses nouvelles sources de données à partir de recensements ou non, trois groupes distincts ont gagné en importance dans les années récentes : les statistiques destinées aux programmes de planification familiale, les enquêtes KAP (en anglais : Knowledge, Attitud, Practices) et les enquêtes ERAD (en anglais Population Growth estimation). Le « Population Council » de New York s'est alors consacré (ou se consacre à l'heure actuelle) à la production de manuels dans chacun de ces trois domaines (ROSS, STEPHAN et WATSON, 1968 ; CALDWELL *et al.* 1970 ; MARKS, KROTKI et SELTZER 1971). Cette brève note d'introduction, faisant le point des techniques PGE, ne peut être qu'un pâle aspect de cet intéressant sujet qui a fait l'objet de nombreuses études (une centaine de titres maintenant).

Il conviendra de se référer aux sources citées (aussi bien qu'aux autres sources données dans les citations et non mentionnées dans ce texte) pour des études plus élaborées, en particulier pour ce qui concerne les opérations sur le terrain, puisque ce papier se borne à exposer les principes de base (2).

Point 2 d. MÉTHODE DE LA DOUBLE COLLECTE.

Traduction effectuée par les organisateurs du colloque et présentée ici sous toutes réserves.

* Les lecteurs de cette communication doivent savoir qu'il ne comporte nulle originalité, hormis quelque nouveauté de présentation. Il doit beaucoup à la littérature ERAD, en particulier sur le manuel ERAD, déjà référencié. La fréquence des références dans ce papier est un pâle reflet de sa dépendance.

En bref, la technique ERAD consiste à recueillir des données de deux façons indépendantes sur une même population et pour une même période. Les résultats sont alors comparés cas par cas. A partir de cette comparaison trois catégories d'événements sont obtenues : selon qu'ils sont saisis par les deux systèmes ou par l'un seulement des deux. Finalement, une estimation des événements omis par les deux méthodes, peut être fournie par une proposition bien connue du calcul des probabilités. Le succès de cette technique repose sur l'efficacité de la comparaison, cas par cas, et sur l'indépendance entre les deux méthodes. Le fait nouveau, dans la comparaison, est qu'elle est effectuée cas par cas, car dans le passé, des comparaisons à des échelons agrégés de résultats obtenus par plus d'une méthode ont souvent été faites. De telles comparaisons globales peuvent, lorsqu'elles conduisent à des résultats semblables, induire en erreur si la répartition des cas à partir de chaque méthode est différente*.

L'indépendance entre les deux systèmes, sur laquelle il faudra revenir, justifie l'application de la proposition du calcul des probabilités. Si deux événements se produisent indépendamment l'un de l'autre, la probabilité pour qu'ils se produisent l'un et l'autre, est égale au produit des probabilités de chacun d'eux. En notation algébrique :

$$\Pr(a \text{ et } b) = \Pr(a) \times \Pr(b) \quad (1)$$

où :

$$\Pr(a) = \frac{a}{a + \text{non } a} \quad \Pr(b) = \frac{b}{b + \text{non } b}$$

Si l'on se rappelle que la condition pour que l'équation (1) soit vraie est que la production de l'événement a n'ait pas d'effet sur la production de b et vice-versa, l'équation (1) peut s'écrire :

$$\Pr(a) = \frac{\Pr(a \text{ et } b)}{\Pr(b)} \quad (2)$$

Les trois termes de l'équation (2) peuvent être redéfinis comme suit :

$$\Pr(a) = \frac{N_a}{N} \quad (3)$$

$$\Pr(b) = \frac{N_b}{N} \quad (4)$$

$$\Pr(a \text{ et } b) = \frac{M}{W} \quad (5)$$

où : N = nombre total vrai d'événements (qu'ils aient été notés ou omis)

N_a = nombre d'événements saisis par la méthode a

N_b = nombre d'événements saisis par la méthode b

M = nombre d'événements saisis par les deux méthodes.

* La comparaison cas par cas est utilisée à d'autres fins que celles des enquêtes ERAD.

Nous remplaçons dans l'équation (2) l'ancienne notation par la nouvelle, équations (3), (4) et (5) et obtenons :

$$\Pr(a) = \frac{\frac{M}{N}}{\frac{N_b}{N}} = \frac{M}{N_b} . \quad (6)$$

En supposant que nous puissions obtenir M et N_b sûrement — nous y reviendrons plus loin — l'équation (6) fournit la couverture de la méthode a . Algébriquement, nous obtenons ce résultat en combinant l'équation (3) et l'équation (6) dans la suivante :

$$\frac{N_a}{N} = \frac{M}{N_b} , \quad (7)$$

et la même procédure nous conduit pour l'autre méthode à :

$$\frac{N_b}{N} = \frac{M}{N_a} . \quad (8)$$

Les équations (7) et (8) signifient que le taux de couverture de chaque méthode dans la collecte ERAD est égal au taux de rencontre de l'autre méthode. Plus directement nous dirons que le taux de rencontre de l'une fournit le taux de couverture de l'autre*.

Comme il a déjà été indiqué dans les paragraphes introductifs, nous obtenons aussi une estimation du nombre total d'événements, incluant les événements omis par les deux méthodes, à partir des estimations de couverture de chaque méthode fournies par les équations (7) et (8). L'estimation du total d'événements est obtenue en transformant les termes des équations (7) et (8) comme suit :

$$N' = \frac{N_a \cdot N_b}{M} , \quad (9)$$

N_a , N_b et M ayant les mêmes significations que dans les équations (3), (4) et (5), tandis que :

N' = nombre total estimé d'événements.

Il doit être clair maintenant que l'estimation dérivée de l'équation (8) n'est en aucune façon un ajustement statistique nouveau, spécial ou unique. Il y a été fait appel depuis longtemps et pour de nombreux buts. Pour convenir aux besoins des estimations en matière de statistiques d'état civil, la dernière équation doit être encore transformée.

* Il a été rapporté (SELTZER, 1969, p. 401) que d'après 19 études ERAD, la couverture médiane était de 77 % pour les naissances (range de 28 à 96) et 69 % pour les décès (23 à 91). Cette variabilité reflète des différences réelles de couverture aussi bien que des biais. Comme il est indiqué plus loin dans le texte, l'indépendance surestime habituellement la couverture, les erreurs de recoupement peuvent avoir un effet de biais dans les deux directions ; les événements hors-champ, s'ils ne sont pas inclus par l'autre méthode, sous-estiment la couverture de l'autre méthode.

$$\text{Posons :} \quad N_a = M + U_a \quad (10)$$

$$N_b = M + U_b \quad (11)$$

où N_a , N_b et M ont toujours leurs significations précédentes et

U_a = événements saisis seulement par la méthode a

U_b = événements saisis seulement par la méthode b

L'équation (9) peut alors s'écrire :

$$N' = \frac{(M + U_a)(M + U_b)}{M}, \quad (12)$$

et par de simples transformations :

$$N' = \frac{M^2 + U_a M + U_b M + U_a U_b}{M} \quad (13)$$

$$N' = M + U_a + U_b + \frac{U_a U_b}{M}. \quad (14)$$

L'équation (14) convient parfaitement à notre but. Les quatre termes de la droite correspondent aux quatre catégories de base des enquêtes ERAD : événements saisis à la fois par les deux méthodes, événements saisis par l'un et non par l'autre, événement omis par les deux méthodes. Ce dernier terme est la « quatrième catégorie » mentionnée dans la littérature PGE.

Historiquement, l'origine des idées présidant à cette méthode remonte à un passé récent. La première application à des événements d'état civil semble être l'estimation du sous-enregistrement des naissances aux Etats-Unis (GROVE, 1943). Cette procédure particulière et quelques travaux liés ont été rapportés en détail dans des ouvrages techniques (par exemple SHAPIRE, 1950). Un pas important a été franchi par CHANDRA-SEKAR et DEMING dans leur article de 1949 lorsqu'ils sont passés à des équations, numérotées ici : (9) à (14). Ils ont également apporté d'utiles contributions au développement des techniques ERAD, sur lesquelles nous reviendrons. Dans les années quarante des exercices furent entrepris sur ce thème général, souvent limités à la fourniture d'estimations de sous-enregistrement (nos équations (7) et (8), c'est-à-dire sans tenter d'estimer la « quatrième catégorie » de l'équation (14). Pendant une douzaine d'années l'article de CHANDRA-SEKAR et DEMING n'a soulevé que de faibles échos jusqu'à ce que l'attention se porte sur lui à l'occasion de la conférence de New York de l'Union Internationale pour l'étude scientifique de la population (COALE, 1961). A la conférence suivante de l'Union (Ottawa), le premier rapport sur une application pratique des techniques ERAD (KROTKI, 1963) a été présenté à une session organisée par un démographe français (Louis HENRY). Depuis lors, un grand nombre d'exercices ont été entrepris dont certains furent rapportés dans des ouvrages techniques et des journaux professionnels.

A cette date, quelque quarante enquêtes employant les techniques ERAD ont été ou vont être entreprises. Ce nombre dépend de la définition de l'enquête pour ce qui est de ses dimensions temporelles et spatiales (SELTZER, 1969, p. 395). Les pays concernés comprennent : Pakistan, Thaïlande, Turquie, divers Etats de l'Union Indienne, Corée, Malawi, Tunisie, Algérie, Liberia, Sierra Léone, Brésil et Chili. Les techniques PGE interviennent de manière importante dans les travaux des Laboratoires du Programme international pour les statistiques de population entrepris par l'Université de Caroline du Nord, et la première tâche du premier laboratoire qui sera établi en Colombie sous ce programme, est la mise au point de diverses alternatives de collecte de données dans l'optique ERAD.

Pour les deux méthodes requises par la technique ERAD les suivantes sont couramment utilisées — l'état civil officiel, un enregistrement spécial (c'est-à-dire spécial au ERAD) une enquête à un passage, une enquête à plusieurs passages —. Il est notable que les estimations de couverture soient proportionnellement plus élevées pour les naissances que pour les décès, mais non en valeur absolue (par exemple un taux réel de natalité de 50 observé à 40 sera accompagné d'un taux réel de mortalité de 20 observé à moins de 16 mais pas à moins de 10 ; ainsi le taux réel d'accroissement naturel de 30 sera observé entre 24 et au plus 30. La conséquence de ce phénomène est qu'en l'absence de techniques PGE, il y a tendance à sous-estimer le taux d'accroissement. La préférence de l'auteur va à la combinaison d'un enregistrement spécial ERAD et d'enquêtes à plusieurs passages à intervalles réguliers une fois par an. Toutefois, il ne peut être suggéré de préférence définitive : cela dépend dans une trop large mesure de circonstances locales et de la durée de l'enquête ERAD. Une discussion étendue de quelques considérations touchant ce point, est fournie dans le manuel ERAD référencié plus haut.

Pour parvenir rapidement à ce stade de la discussion nous avons volontairement omis certains sujets importants que nous examinerons maintenant. Le premier et le principal sujet est la question d'indépendance entre les deux méthodes. La base théorique de la technique ERAD repose entièrement sur lui et cependant comporte deux dangers. Le premier est qu'il est vraisemblable que des types similaires d'événements tendront à être omis par les deux méthodes à la fois à cause de caractéristiques propres à l'événement, par exemple la mortalité des passagers, la fécondité et la mortalité de cas sujets à une mortalité néo-natale. CHANDRA-SEKAR et DEMING pensent que cet inconvénient peut être réduit grandement en répartissant les événements disponibles et la population selon de telles caractéristiques. L'estimation ERAD est alors établie séparément pour chaque groupe de population ainsi isolé. CHANDRA-SEKAR et DEMING ont pu améliorer de cette façon leurs estimations mais des tentatives analogues dans deux autres pays (Pakistan, Thaïlande) n'ont pas fourni d'amélioration notable des estimations ERAD. Il est possible que la population n'ait pas été répartie selon les caractéristiques les plus pertinentes.

L'autre danger de l'indépendance supposée est le risque de coopération entre les deux méthodes. Pour prendre un cas extrême : une parfaite collusion conduira à un recoupement parfait (et à des estimations faibles des taux concernés) (1) ; tous les événements tomberont dans la première catégorie et chacune des trois autres catégories sera nulle. Une tentative est faite au Liberia pour contrôler les enquêteurs d'un système sur les événements vérifiés qu'ils ont saisis et qui ont été omis par les enquêteurs de l'autre système. On peut imaginer la sorte de coopération qui pourrait s'instaurer entre les deux groupes d'enquêteurs. Par courtoisie, ils diviseraient scrupuleusement leurs cas entre eux : la première catégorie serait nulle, la seconde et la troisième catégories contiendraient chacune exactement la moitié des événements enregistrés et la quatrième catégorie serait encore nulle. Assez étrangement, le résultat final produirait une estimation parfaite si les deux parties s'exerçaient réellement à récupérer tous les événements, mais on peut penser ce qu'il arriverait alors au budget de l'opération. Le point de vue de l'auteur est qu'aucune enquête spéciale ne devrait être montée sans que l'on soit assuré de l'indépendance entre les deux méthodes par des arrangements administratifs : les deux systèmes devraient avoir des organisations distinctes, tout à fait indépendantes l'une de l'autre de telle sorte que le superviseur commun en chef soit le directeur général au quartier général national ; durant la période d'expérimentation, les leçons tirées sur les imperfections d'une méthode, y compris le manque de soins des enquêteurs, ne devraient pas être introduites dans le système par l'autre méthode, comme des erreurs de la première. Le directeur général, s'il est suffisamment apte à se dédoubler, pourrait dans ses plus secrètes réflexions, examiner les moyens d'améliorer l'une quelconque des méthodes à partir de son expérience acquise par l'autre méthode, mais en définitive la qualité de chacune d'elles ne peut-être appréciée que par la supervision interne de chaque système.

(1) Ceci est un cas extrême de l'effet de manque d'indépendance indiqué dans une note précédente.

Les désaccords constatés entre les événements rapportés par les deux méthodes nécessitent la mise en œuvre sur le terrain, d'un procédé de réconciliation, par une troisième unité placée sous le directeur général, ne disposant d'aucun moyen d'intervention dans les deux autres unités. Les consignes données aux enquêteurs des deux méthodes doivent être très structurées.

Le manuel ERAD fait un grand nombre de suggestions élaborées. Les responsabilités ne doivent pas se borner à des consignes générales telles que « vous devez essayer de repérer toutes les naissances et tous les décès dans votre zone », « les sage-femmes, les salons de thé, les coiffeurs sont de bonnes sources d'informations locales », « travaillez dur » et ainsi de suite. Et naturellement, dans le même ordre d'idées, les investigations menées dans le pays par les inspecteurs venant du quartier général raisonnant à partir d'une méthode et cherchant à découvrir pourquoi l'autre méthode ne fournit pas les événements notés par la première, ne peuvent conduire qu'au désastre.

Nous avons dit aussi que la qualité des estimations ERAD dépendait de la qualité de M , de N_a ou de N_b (ou leurs compléments U_a et U_b), c'est-à-dire des événements recoupés ou non recoupés, qui ne sont pas — comme il est facile de le reconnaître — les mêmes catégories que les événements saisis ou non saisis par l'une des deux méthodes. Les valeurs de M et de N_a ou N_b reposent sur l'exactitude du système de recoupement et sur l'incidence des événements hors-champ. Dans le cas de recoupement, une estimation ERAD dépend de l'erreur nette, c'est-à-dire qu'il est nécessaire de bâtir de telles règles de recoupement que la différence nette entre les recoupements erronés et les non-recoupements erronés soit minimum. L'erreur nette peut être soit positive, soit négative. Les règles dépendent du pouvoir discriminatoire des caractéristiques utilisées pour le recoupement et, évidemment, ce pouvoir varie, pour une même caractéristique, selon les cultures. L'incidence des événements hors-champ dépend de certaines considérations, mais essentiellement du concept de temps des enquêtés et de leurs souvenirs à l'égard des hors-champs temporels du nombre de zones-échantillon et par conséquent de la longueur des environs dans lesquels des cas de hors-champ spatial se produisent. Des recoupements douteux et des non-recoupements douteux, particulièrement lorsque l'on craint la possibilité de hors-champ, doivent être contrôlés, conciliés et confirmés sur le terrain par des enquêteurs travaillant directement à partir du quartier général (ou tout au moins pour lui), sans aucune responsabilité à l'égard de l'une ou l'autre des deux méthodes. Au début, ceci sera vraisemblablement une partie coûteuse de l'expérience car une proportion élevée, probablement la totalité des cas douteux devra être élucidée. Toutes les erreurs grossières doivent être examinées. A la longue, le système de recoupement étant mis au point au niveau des erreurs nettes les plus fines, l'importance et le coût de la réconciliation sur le terrain seront l'un et l'autre diminués et même supprimés.

Pour préserver l'indépendance la précaution minimum consisterait à donner à la troisième unité des instructions portant sur l'identité des documents, sans égard à la méthode par laquelle l'événement douteux s'était manifesté. Au cours de la conversation avec les enquêtés, un membre de la troisième unité peut découvrir la méthode par laquelle l'événement a été rapporté, mais tant que cette information n'a de conséquence ni pour lui ni pour un collègue, elle ne doit créer ni excitation, ni commentaire.

Une enquête, de la complexité et du coût d'une enquête ERAD dépend, pour son succès, d'un grand nombre de services et de considérations (1). Il est exact de dire : qu'il dépend plus du mode d'application d'une méthode que du choix de la méthode, que les résultats dépendent de l'erreur totale et non pas seulement de l'erreur de sondage.

L'auteur a ressenti pleinement les problèmes de hors-champ et d'environnement. Il est par conséquent en faveur des grappes de taille élevée et est prêt à payer le prix d'erreurs de sondage importantes.

(1) Par exemple, nous n'avons pas abordé dans ce propos tous les problèmes relatifs à l'établissement de la population de base appropriée aux événements démographiques estimés par l'enquête ERAD.

D'après les données disponibles sur les variances constatées dans diverses expériences, une enquête ERAD couvrant 100 000 personnes dans quelque 30 grappes, fournira des estimations des taux de natalité et de mortalité avec des coefficients de variation situés autour de 4 % dans le cas des naissances, et de 6 % dans le cas des décès, ce plus grand coefficient tenant non pas à une plus grande variabilité des décès, mais au plus petit nombre de ces événements dans une zone de même population. Il ne faut qu'une petite entorse à l'orthodoxie des techniques statistiques pour abaisser ces erreurs de sondage lorsque les données sont accumulées par une opération qui dure depuis plus d'un an. Dans certains cas, ces erreurs de sondage seront petites en comparaison avec les autres erreurs. Naturellement, cela dépend pour beaucoup, de circonstances locales mais si la patience et la foi du lecteur le permettent, on peut suggérer que l'ensemble du coût d'une enquête ERAD s'élèvera annuellement à 1 million de francs (nouveaux). Encore faut-il le répéter, cela dépend des conditions locales, notamment du système de comptabilité des organisations concernées. A 40 ou 50 francs (nouveaux) par ménage la facture ne semble pas exorbitante pour un système relativement valable, et ce qui est le plus important, possédant son auto-contrôle et produisant des erreurs mesurables (1).

RÉFÉRENCES

- CALDWELL (J.C.) *et al.*, 1970. — A manual for surveys of fertility and family planning ; Knowledge Attitudes and Practice. New York : The Population Council.
- CHANDRA-SEKAR (C.) & DEMING (W.E.), 1949. — On a method of estimating birth and death rates and the extent of registration. *J. amer. Statist. Soc.* 44 (245) : 101-115.
- COALE (A.J.), 1963. — The design of an experimental procedure for obtaining accurate vital statistics. *Internation. Popul. Conf.*, New York, 1961. London : Union Internationale pour l'étude scientifique de la population, 1963, pp. 372-375.
- GROVE (R.D.), 1943. — Studies in the completeness of birth registration : Part I. Completeness of birth registration in the United States ; December 1, 1939 to March 31, 1940. U.S. Bur. Census, Vital Statistics, Special Reports, vol. XVII, n° 18.
- KROTKI (K.J.), 1963. — First report on the Population Growth Estimation experiment. *Internation. Popul. Conf.*, Ottawa, 1963. Liège : Un. internation. Et. sci. Popul., 1963, pp. 159-174.
- MARKS (E.S.), KROTKI (K.J.) & SELTZER (W.), 1971. — Population Growth Estimation. A handbook for vital statistics measurement. New York : The Population Council. Forthcoming.
- N.U. N° 39. — Département des affaires économiques et sociales. Etudes démographiques, n° 39. Le concept de population stable. Application à l'étude des populations des pays ne disposant pas de bonnes statistiques démographiques. New York : Nations-Unies, 1966.
- ROSS (J.A.), STEPHAN (F.F.) & WATSON (W.B.), 1968. — A handbook for service statistics in family planning programs. New York : The Population Council.
- SELTZER (W.), 1969. — Some results from Asian population growth studies. *Popul. Stud.* (London), 23 (3) : pp. 395-406, November.
- SHAPIRO (S.), 1950. — Development of birth registration and birth statistics in the United States. *Popul. Stud.* (London), 4 (1) June.

(1) Il va sans dire qu'aucun analyste ne prendrait les estimations ERAD comme le mot de la fin. Elles doivent être considérées comme complémentaires avec des estimations dérivées d'analyses démographiques effectuées à partir de telles autres données disponibles (y compris les répartitions par âge obtenues comme sous-produit de l'une et de l'autre des deux méthodes employées dans l'opération ERAD).

COMPTÉ RENDU

La discussion a porté sur deux problèmes soulevés par l'application de la méthode de CHANDRA-SEKAR et DEMING :

celui — théorique — de l'indépendance entre les deux sources de données et celui — pratique — du couplage des observations provenant des deux sources.

(a) Indépendance des deux sources de données : il est tout d'abord rappelé que le défaut probable d'indépendance, entraîne une sous-estimation des événements observés ; des analyses approfondies des données recueillies par les deux sources devraient permettre de motiver cette sous-estimation ; il est également possible de poursuivre l'observation, de manière à « rattraper » les événements omis ou de mettre en œuvre une troisième méthode considérée comme plus efficace (par exemple le devenir des grossesses). Une stratification appropriée devrait, elle aussi, permettre d'apprécier l'indépendance à l'intérieur de chaque strate et par conséquent d'en aborder l'étude explicative.

(b) Couplage des observations provenant des deux sources : le risque est double car l'erreur concerne aussi bien des événements couplés à tort que des événements laissés à tort non couplés ; en pratique si l'on prescrit des règles trop strictes de concordance, il y aura un résidu excessif d'événements non couplés, dans le cas contraire, une proportion importante d'événements sera couplée à tort.

Le retour sur le terrain est certes possible, mais exige du personnel particulièrement compétent et des consignes étudiées ; la taille de la grappe peut, elle aussi, poser des problèmes.

Finalement cette troisième observation, obligatoirement indépendante et de meilleure qualité que les deux premières, rend la procédure coûteuse.