JOURNAL DE LA SOCIÉTÉ STATISTIQUE DE PARIS

ALFRED SAUVY

Variations dans le temps d'une population présentant plusieurs caractères

Journal de la société statistique de Paris, tome 102 (1961), p. 224-235

<http://www.numdam.org/item?id=JSFS_1961__102__224_0>

X

VARIATIONS DANS LE TEMPS D'UNE POPULATION PRÉSENTANT PLUSIEURS CARACTÈRES

Application à la population active

Par population, nous n'entendons pas seulement une population humaine, mais tout ensemble d'éléments présentant un caractère commun. Il peut s'agir des arbres d'une forêt, (classés par essence, âge, etc.) des livres d'une bibliothèque (classés par taille, matière, degré d'usure, etc.), du nombre d'actionnaires d'une société selon le nombre d'actions, des corps d'une nébuleuse (classés par volume, poids, etc.) des lois en vigueur, etc. Et l'on pourrait aussi bien examiner une population de statistiques.

Une population est un ensemble d'éléments qui présentent suffisamment de similitude pour pouvoir être additionnés, mais qui ne sont pas nécessairement identiques. Ces éléments peuvent différer selon certains caractères, les différences étant continues ou discontinues.

Dans le cas de discontinuité, on se trouve en présence de plusieurs sous-populations. Si n est le nombre de formes d'un caractère N (par exemple la langue maternelle), la population totale est :

$$P = P_1 + P_2 + ... P_n$$

Dans le cas d'un caractère continu, comme la taille, le revenu, cette somme peut être remplacée par une intégrale. En fait, même lorsqu'il y a continuité on peut toujours diviser la population en sous-populations finies, en considérant des zones dans lesquelles le caractère est compris entre des limites déterminées.

La question peut se poser, en cas de discontinuité bien marquée, de savoir si l'ensemble des sous-populations représente bien une population. Si ces sous-populations n'ont aucun lien entre elles, il faut les considérer comme des populations indépendantes et non totalisables. Par exemple, il ne viendrait à l'idée de personne d'additionner l'ensemble des populations de la France et du Pakistan; on ne saurait d'ailleurs donner de nom à cet ensemble. Par contre, la population de la France et celle du Pakistan seront additionnées avec d'autres pour faire la population mondiale. Elles sont alors des sous-populations. Les 90 populations des départements français peuvent de même être considérées comme des sous-populations de la population habitant le territoire français. Le caractère discriminant est ici, comme le caractère commun, le lieu de résidence.

Le fait que des liens commerciaux de nature spéciale ont été institués ou même simplement conçus entre six pays d'Europe a suffi pour justifier, dans certaines présentations, la totalisation des populations de l'ensemble, totalisation qui eût semblé absurde il y a quinze ans. Et si des mutations se présentent, comme chez Ionesco, on en arrive à additionner des hommes et des rhinocéros.

Chaque sous-population homogène selon le caractère N, peut elle-même se diviser en sous-populations homogènes suivant un autre caractère M. S'il y a m caractères de cette sorte, on a finalement $m\ n$ sous-populations, qui peuvent se grouper soit en n sous-populations à l'intérieur desquelles subsiste le caractère M, soit en m sous-populations, à l'intérieur desquelles subsiste le caractère N.

On peut généraliser pour plus de deux caractères : de multiples répartitions peuvent alors se présenter.

Intervention du facteur temps.

Si le temps n'intervenait pas, si ces ensembles restent invariables, il ne s'agirait que d'une simple classification. En fait, ce sont des ensembles renouvelés que nous visons ici, ce qui fait intervenir les variations dans le temps. Dans le cas de la répartition en n sous-populations, distinguées par le caractère N, nous aurions :

$$P = F(t) = F_1(t) + F_2(t) \ldots\ldots + F_n(t)$$

Cette formule est susceptible d'une décomposition selon plusieurs caractères, comme plus haut. On aborde ainsi la forme la plus générale du problème, si générale, si abstraite, que la théorie n'en a pas, à ma connaissance, été faite.

Rassurez-vous, je ne la tenterai pas ici. En cette matière, l'esprit est très vite attiré par le concret. Dans ma communication, je ne resterai pas longtemps dans l'abstraction et glisserai peu à peu vers des exemples pratiques, comme nous en avons tous les jours sous les yeux.

Liaison d'un caractère avec le temps

Dans certains cas, le caractère d'un individu, d'un élément, ne varie pas avec le temps. C'est, par exemple, le cas du sexe (sauf exceptions infimes) ou le lieu de naissance, dans une population humaine, le cas de la taille dans une population de livres, etc. Dans d'autres cas une liaison existe avec le temps. Le caractère le plus fréquemment rencontré et aussi le plus simple est l'âge, puisqu'il s'identifie avec le temps, à une constante près.

Cette constante ne se confond pas toujours avec la différence entre l'époque examinée et l'époque de la naissance de l'individu. A la notion d'âge peut en effet être, dans certains cas, substituée la notion d'ancienneté, dans le personnel d'une entreprise, les membres d'un club, une cohorte de femmes mariées, les animaux bagués d'une faune régionale, etc. Considérons, par exemple, la population composée de personnes citées dans un petit dictionnaire périodiquement remis à jour; c'est bien un ensemble renouvelé. Mais il s'agit de personnes qui ont vécu à des époques très différentes et ne sont parvenues qu'à un certain âge au degré de notoriété suffisant pour justifier leur introduction ultérieure dans le dictionnaire. La prise en considération de leur âge au décès a, soit dit en passant, conduit certains auteurs à des erreurs notables sur la table de survie qui les concerne. On peut considérer cette population selon un autre aspect : en classant les personnes selon leur ancienneté dans le dictionnaire, car il y a non seulement des entrées, mais aussi des sorties, selon la vogue, le manque de place, etc.

Il y a et on peut imaginer des caractères ayant, avec le temps, une liaison plus complexe que l'âge ou l'ancienneté, soit qu'il s'agisse d'une fonction moins simple, soit que la liaison soit aléatoire, soit les deux.

Selon l'adage populaire, l'homme a l'âge de ses artères et non l'âge de son passeport. Ce qui est certain, c'est que non seulement la senescence est moins rapide pour certains individus que pour d'autres, mais que cette différence varie selon les organes. Supposons que la médecine et la biologie fassent des progrès suffisants pour qu'un praticien puisse estimer, avec une approximation suffisante, l'espérance de vie réelle de chaque individu. Cette évaluation serait, remarquons-le en passant, assez dangereuse, même si elle doit être commode pour les compagnies d'assurances, car nul n'aime entendre dire que ses jours sont comptés; l'idée de la mort n'est rendue supportable que par son aléa. Laissant de côté cet inconvénient social, nous concevons bien que la population pourrait se classer, dans l'optique potentielle de Liebmann Hersh, selon son espérance de vie effective. Le résultat global ne devrait d'ailleurs pas être différent de celui donné par les tables de survie, si certaines conditions sont réalisées.

Voici une liaison avec le temps, plus complexe que l'âge. On dit que les années de campagne comptent double. S'il s'agit d'une influence physiologique, on doit pouvoir constater que certains caractères, liés à l'âge, évoluent d'une façon différente, ce qui ne signifie pas nécessairement deux fois plus vite.

Sur le plan biologique, l'usure de certains organes peut donc être accélérée pour certains individus. Si la population est au préalable répartie selon le degré d'usure, cette répartition est modifiée par les campagnes militaires. Si les médecins sont en mesure de déterminer l'espérance de vie de chaque individu, comme nous l'avons supposé plus haut, la répartition de la population selon son espérance de vie sera, elle aussi, modifiée.

Sur le plan social, un changement peut aussi intervenir, si la législation accorde aux militaires en campagne des avantages supplémentaires en matière de retraite. Il s'agit ici de modifications non plus aléatoires, mais déterminées par la loi, de façon rigoureuse. Le changement peut s'observer sur la population classée selon son nombre d'annuités ou bien selon son espérance de vie active, ou encore selon la valeur actuarielle de chaque individu (valeur négative pour la société, au-dessus d'un certain âge).

Les deux variations, biologique et sociale, peuvent d'ailleurs coexister.

L'âge, variable indépendante

L'âge est relié au temps de façon si directe qu'il doit être considéré comme un caractère particulier. Souvent, d'ailleurs, il est pris pour variable indépendante.

Soit une population P, divisée en n sous-populations, selon le caractère N

$$P(t) = P_1(t) + \ldots\ldots + P_n(t)$$

avec :

$$P_q(t) = \int_0^{\omega} P_q(a, t)\, d\, a$$

a étant l'âge.

Pour chaque sous-population, les naissances N et les décès D sont donnés par les relations :

$$N_q(t) = \int_{15}^{49} F_q(a, t),\, f_q(a, t)\, d\, a \qquad D_q(t) = \int_0^{\omega} P_q(a, t)\, m_q(a, t)\, d\, a$$

P (a) population à l'âge a — $f(a)$ taux de fécondité féminine à l'âge a

F (a) population féminine à l'âge a — $m(a)$ taux de mortalité à l'âge a.

On retrouve les formules classiques qui sont la base de l'analyse de Lotka et d'autres.

Les migrations peuvent être également introduites dans le schéma, à condition de bien distinguer les migrations internes, qui constituent de simples changements de caractère d'un élément et les migrations externes qui concernent des départs hors de la population. Les premières n'affectent que les sous-populations et s'annulent, dans le total. Une migration externe n'affecte qu'une sous-population, mais touche aussi la population totale.

Comme les migrations internes se font le plus souvent selon certaines lois, nous sommes conduits à étudier les liens qui existent entre les sous-populations.

Liaisons entre les sous-populations

Les sous-populations peuvent être tout à fait indépendantes ou bien reliées entre elles par des liens plus ou moins directs, plus ou moins apparents.

Si elles sont tout à fait indépendantes, la signification pratique de la population totale peut ne pas paraître à première vue. Nous avons déjà cité le cas de l'ensemble France-Pakistan. Le plus souvent, lorsqu'on estime utile de considérer le total de deux ou plusieurs sous-populations, réputées indépendantes, c'est qu'il existe en réalité, entre elles, une liaison peut-être vague et mal connue ou tout au moins une possibilité de liaison ultérieure.

Considérons, par exemple, une grande bibliothèque, disons la Nationale, pour fixer les idées. Elle comporte des illustrés et des non-illustrés. Entre eux, il n'y a pas de liaison apparente, puisqu'aucun illustré ne peut devenir non-illustré ou inversement. Et cependant personne ne conteste l'utilité de connaître l'effectif total et d'en suivre la progression. Pourquoi? Parce que le même sujet peut être traité dans un illustré ou un non-illustré. C'est aussi parce que le nombre total est limité par divers obstacles, espace, dépense, etc., sans être, pour autant, fixé une fois pour toutes. Une extension des illustrés peut donc nuire à une extension des non-illustrés et inversement, ce qui crée une certaine liaison concurrentielle. Les populations ne sont pas indépendantes.

Lorsqu'une sous-population ne peut augmenter que par entrée d'un élément venant d'une autre sous-population (migration), la population totale n'est pas affectée par ces changements. C'est le cas, par exemple, de la population par état matrimonial (migrations externes exclues). Les habitants sont d'abord tous célibataires, puis changent d'état civil, selon certaines lois de fréquence qu'on traduit en tables de nuptialité, de viduité et de divortialité.

Nous allons voir quelques exemples très différents de liaison entre sous-populations.

L'espèce prédatrice et l'espèce proie

Plusieurs démographes, biologues ou naturalistes se sont intéressés au problème de la coexistence de deux espèces, le cas des loups et des chèvres étant le plus souvent cité. Dans ce dernier cas, on est plutôt tenté de parler de deux populations, qu'il n'y a pas lieu d'additionner. Mais on peut trouver d'autres exemples où l'addition est légitime, nous en verrons un plus loin. Même dans le cas des loups et des chèvres, on pourrait à la rigueur imaginer un pelletier, un marchand de fourrures qui s'intéresserait au nombre total de têtes. D'autres hypothèses sont possibles : si ces animaux pouvaient à peu près indifféremment servir à une expérience de laboratoire, ou fournir tous deux une substance déterminée, le biologue, l'opothérapeute s'approvisionnant dans cet ensemble compteraient le nombre total de bêtes et en déduiraient le nombre maximal qu'ils pourraient prélever chaque année sur cette faune bimorphe.

Et si ces bêtes n'avaient pas même « poids » au sens statistique du mot, ou même valeur, la notion de population totale se retrouverait par une moyenne pondérée. On peut, par exemple, s'intéresser, dans un ensemble, à sa biomasse et à ses variations. Sous cette forme, plusieurs espèces très différentes peuvent être additionnées de façon significative.

Il arrive en effet fréquemment que l'espèce proie fasse elle-même sa nourriture d'une autre espèce, animale ou végétale, en quantité non illimitée. L'équilibre biologique résulte de cette double liaison qui peut d'ailleurs, contrairement aux apparences, être favorable à l'espèce proie.

Restons-en à deux espèces : la population totale, ainsi que les deux sous-populations proie et prédatrice, tendent vers un équilibre stable; lorsqu'une des deux espèces dépasse le chiffre correspondant à cet équilibre, elle est victime de cet excès : l'espèce prédatrice manque de nourriture et l'espèce proie offre des victimes trop faciles. En réalité, même si les conditions atmosphériques restent invariables d'une année à l'autre, il n'y aurait pas nécessairement constance à la position d'équilibre, mais parfois oscillations autour de cette position.

La coexistence de deux populations ayant des rapports aussi cruels peut prendre aussi un aspect social. Tout d'abord, il pourrait y avoir coexistence de deux tribus cannibales; le démographe, le géographe parleraient de population totale, plus facilement peut-être que l'ethnologue. Mais il y a un autre aspect peut-être plus près de nous. Celui où l'espèce prédatrice est représentée par des maîtres oppresseurs et l'espèce proie par des esclaves ou serviteurs, cruellement exploités. La liaison n'est certes pas aussi directe qu'entre loup et chèvre, mais on peut rappeler cependant la loi d'airain et le refus de Malthus d'aider la sous-population oppressée, ce qui commandait logiquement la limitation de son nombre. Un certain équilibre peut s'établir entre les deux groupes, dans des conditions données de la technique et des rapports sociaux. Peut-être les luttes meurtrières entre seigneurs féodaux n'étaient-elles qu'un des moyens de maintenir l'équilibre du régime.

Quoi qu'il en soit, la notion de population totale échappe, dans de tels cas, aux maîtres, qui n'imaginent pas d'additionner leur nombre à celui de leurs valets. Elle s'impose, cependant, au statisticien, même si, dans le système, aucun oppresseur ne devient oppressé ou inversement, ne serait-ce qu'en raison des rapports sexuels susceptibles d'exister entre les deux groupes.

La notion de population totale peut d'ailleurs s'éveiller chez les maîtres eux-mêmes, à la faveur des circonstances. C'est ainsi qu'aux États-Unis, les États du Sud avaient demandé que les effectifs de députés de chaque État soient proportionnels à la population totale et non à la population blanche, seule électrice. L'affaire se termine par un compromis extravagant, défiant le statisticien le plus imaginatif.

Liaison entre les générations

Le caractère d'un élément nouveau peut être en liaison avec celui d'un élément ancien, mort ou vivant. Dans un sol carrelé, par exemple, la disparition d'un carreau d'une certaine espèce donne lieu à un remplacement à l'identique. On peut imaginer ou observer de nombreux genres de liaisons, mais les plus intéressantes sont celles qui concernent une population vivante, dont les éléments se reproduisent.

Avant même d'aborder, de façon plus générale, le problème de la population active, nous pouvons citer deux exemples différents et même opposés de liaison entre générations :

— liaison avec le passé : les parents et leur progéniture (génétique);

— liaison avec le futur : les élèves et les maîtres (antigénétique).

La génétique de population

Il a fallu longtemps pour que les lois de Mendel soient connues et plus longtemps encore pour que se développe, grâce à elles, la génétique de population.

Pour tous les caractères héréditaires, nous notons une liaison entre un individu et ceux qui lui ont donné naissance. Le caractère peut être continu ou discontinu. L'hémophilie, le diabète appartiennent au second type; la taille, l'intelligence au premier. Lorsqu'un même caractère résulte de plusieurs gènes, le caractère est souvent continu et la liaison moins affirmée ou du moins, moins apparente et, par suite, plus aléatoire.

Nous trouvons dans la génétique de population, une branche importante de la science des ensembles renouvelés à plusieurs caractères. Est-il besoin de mentionner les travaux du Dr Sutter en la matière, tant ils font autorité? Contentons-nous de rappeler la si féconde notion d'isolat géographique ou social, qui fait intervenir la probabilité d'une union consanguine à un degré déterminé. La génétique de population n'est qu'à ses débuts. Saluons, en passant, son brillant avenir.

Les élèves et les maîtres

Voici maintenant le second genre de liaison cité plus haut. Les élèves doivent avoir un maître. Or celui-ci est d'une génération antérieure. De sorte que le caractère « maître » d'une génération doit, à l'inverse de la génétique, résulter de la génération suivante. Expliquons-nous sur des exemples :

La population totale (ou, si l'on veut, la population masculine) est divisée en trois sous-populations :

M les maîtres,

E les élèves,

N les personnes qui ne sont ni élèves, ni maîtres.

Prenons, pour simplifier, l'enseignement primaire élémentaire, parce qu'étant obligatoire il concerne la totalité de plusieurs générations. Si cet enseignement va de 6 ans à 14 ans (non compris), le nombre d'élèves est :

$$E = \int_{6}^{14} f(a)\, d\, a$$

Ce nombre détermine un effectif de maîtres, d'après un coefficient technique approprié. Supposons, par exemple, que les classes sont de 25 élèves, mais que, du fait des absences pour maladie, et de l'inégalité des classes, compte tenu aussi des cadres, le coefficient soit de 20 au lieu de 25. Nous obtenons ainsi le nombre nécessaire de maîtres :

$$M = \frac{1}{20} \int_{6}^{14} f(a)\, d\, a$$

Le nombre M doit être pris parmi les générations ayant, disons, de 20 à 65 ans, il en représente une fraction R, déterminée à un moment donné par la formule :

$$R = \frac{\frac{1}{20} \int_{6}^{14} f(a)\, d\, a}{\int_{20}^{65} f(a)\, d\, a}$$

Si la population est stationnaire, l'équilibre pourra être indéfiniment maintenu.

Encore faut-il que, dans chaque génération, la proportion des recrues soit bien égale à la proportion totale désirable. Sinon la population risque pendant longtemps d'avoir des alternatives d'excès et d'insuffisance de maîtres.

Cette proportion R de jeunes gens qui doivent, chaque année, embrasser la carrière de maître est plus élevée, lorsque la mortalité de 6 à 65 ans est elle-même plus forte (la mortalité au-dessous de 6 ans et au-dessus de 65 ne joue aucun rôle, mais en pratique elle est solidaire de la précédente). Cette différence de mortalité entre les deux populations stationnaires implique entre elles une différence identique de fécondité et de natalité.

Considérons maintenant une population stable : nous retrouvons même constance dans les proportions. Si la population croît ou décroît dans la même proportion, à tous les âges, le numérateur et le dénominateur de la fraction croissent de la même façon et celle-ci reste donc constante. Il en résulte que la proportion R ne dépend pas de la stabilité ou de la stationnarité de la population, et ne dépend pas du rythme de croissance (en cas de stabilité), mais seulement de la forme de la pyramide.

Prenons trois populations stationnaires, de forme différente : l'une cylindrique, jusqu'à 65 ans (sans mortalité), la deuxième correspondant à une population évoluée, la troisième à une population non évoluée. Nous avons le tableau suivant :

	Cylindrique	Évoluée	Non évoluée
0 à 5 ans	79,5	100	180
6 à 13 ans	106	130	200
14 à 19 ans	79,5	100	120
20 à 64 ans	595	540	460
65 ans et plus	140	130	40
	1 000	1 000	1 000
Élèves	106	130	200
Maîtres	5,3	6,5	10
1 000 R	8,9	12,0	21,7

Ainsi, pour assurer l'enseignement dans les mêmes conditions d'âge, une génération de la population évoluée doit fournir un effort presque deux fois plus élevé qu'une génération de la population évoluée. Et dans cet ordre d'idées, l'effort pourrait encore diminuer de 1/4.

M. Bourgeois-Pichat a fait sur trois populations stables un calcul un peu différent, mais non moins éloquent.

Les trois populations sont :

Population A : Non évoluée démographiquement, ni en fécondité, ni en mortalité, comme certaines populations africaines.

Population B : Au début de l'évolution, mortalité plus basse, fécondité maintenue comme Ceylan, le Mexique, etc.

Population C : Évoluée démographiquement comme les États-Unis, ou les Pays-Bas.

Les données sont les suivantes :

	A	B	C
Natalité pour 1 000	53,8	50,3	22,3
Mortalité	34,5	16,0	9,4
Accroissement naturel pour 1 000	19,3	34,3	12,9
Taux brut de reproduction	3,5	3,5	1,5

La pyramide est très obtuse pour A et B, beaucoup moins pour C. Bourgeois-Pichat calcule ensuite la charge de l'enseignement, dans l'hypothèse où celui-ci se poursuit de 5 à

25 ans (enseignement supérieur) et l'applique aux populations A et B le taux d'activité des pays sous-développés, à la population C celui des pays industrialisés.

Les résultats sont les suivants (sexe masculin) :

	A	B	C
— Nombre de maîtres devant être formés annuellement pour 1 000 travailleurs . . .	0,75	0,91	0,27
— Nombre de maîtres à recruter pour 1 000 hommes entrant en activité chaque année .	18	19	9

Les résultats ne sont pas très différents de ceux trouvés plus haut, mais l'éventail est encore plus accentué, quand on compare le nombre de maîtres à former chaque année à la population active totale.

Que la charge de l'enseignement soit plus élevée, dans une population croissante, n'a rien de surprenant; si la population est stable ou stationnaire, des dispositions peuvent être prises à l'avance pour recruter le nombre de maîtres suffisant.

Il n'en est pas de même, lorsque la natalité de la population augmente de façon imprévue, entraînant un rajeunissement de la population, ou que le taux de scolarisation s'accroît.

Cette génétique à rebours donne des mécomptes, car le nombre de maîtres formé a été insuffisant. Si une génération de maîtres est insuffisante, elle le reste pendant toute sa carrière, pendant 45 ans.

Il est alors très difficile de rétablir l'équilibre rompu. M. Pressat avait calculé que pour assurer, dans l'enseignement secondaire et technique, le nombre de maîtres suffisant en 1960, par le seul recrutement dans les classes montantes, il eût fallu en 1957 multiplier par 5 le nombre des admis pendant 6 ans, ce qui eût donné un chiffre supérieur à celui des candidats.

L'équilibre, une fois perdu, est très long à récupérer. Si un effort exceptionnel était fourni pendant plusieurs années, on risquerait d'avoir un effectif de maîtres excédentaire et de se trouver en nouveau déficit, lorsque ces générations fortes arriveraient à l'âge de retraite. Cette permanence du déséquilibre commande une moins grande rigidité tant dans le statut des maîtres que dans l'âge de la retraite.

De tous les secteurs d'une économie, la formation des maîtres est peut-être celui pour lesquels les calculs prévisionnels à moyen ou long terme sont les plus nécessaires.

Le schéma précédent des maîtres et des élèves peut d'ailleurs être généralisé : Les jeunes générations « commandent » non seulement des maîtres, mais des maçons pour construire des classes, des logements, etc. C'est toute la question des investissements de croissance qui est ainsi posée.

Fécondité différentielle et migrations

Lorsque deux sous-populations ont des fécondités différentes, leurs effectifs peuvent varier assez rapidement. C'est le cas, par exemple, pour la religion, les ménages catholiques ayant, dans tous les pays, plus d'enfants que les protestants ou les sans-religion. L'élection de Kennedy a une cause démographique.

Si, par exemple, les familles catholiques ont en moyenne 3 enfants et les sans-religion 1 enfant, ce qui a été souvent observé, deux sous-populations, égales à la première génération, se retrouvent comme 3 et 1 à la deuxième génération et 9 et 1 à la troisième. Ce serait l'extinction rapide de la population à faible fécondité, s'il ne se produisait aucune « migration », c'est-à-dire si les enfants de catholiques conservaient tous leur foi et le comportement qui s'y attache.

La fécondité différentielle donne lieu à de nombreuses explications, insuffisamment étudiées, pour les castes, les races, etc. La population italienne, par exemple, est en train de se modifier ethniquement, parce que la natalité est de 24 p. 1 000 dans le Sud et de 15 p. 1 000 dans le Nord. En Yougoslavie, l'éventail est plus étendu encore, les Musulmans de Macédoine ayant une natalité deux fois plus élevée que les Slovènes de l'Ouest.

La population active

Une population active se compose de sous-populations correspondant aux diverses professions. La composition professionnelle de la population doit se modifier avec le progrès technique, suivant le phénomène classique, décrit par Fisher, Colin Clark et Fourasié. Ce changement de structure peut se faire soit par l'entrée des jeunes, soit par un changement de profession en cours de carrière. Mais ceux-ci, appelés souvent « conversions » ou improprement « reconversions », sont pénibles et coûteux.

Voyons comment peut se faire un changement par l'arrivée des jeunes.

Prenons une population avec 2 professions A et B et supposons que la profession A soit appelée à disparaître en 20 ans, du fait du progrès. Sans migrations, il faudra 50 ans pour que le dernier A, recruté à 15 ans l'année n, quitte la population active à 65 ans, l'année $n + 50$.

Encore ce calcul suppose-t-il que, dès l'année $n + 1$, aucun individu n'adopte la profession A. Or cette éventualité doit être exclue, parce que, pendant l'année $n + 1$, on ne s'aperçoit pas encore que la profession A sera caduque en l'année $n + 20$ et parce que de nombreuses inerties jouent en faveur du maintien de l'état de choses.

Cet exemple, et d'autres aussi, montrent qu'en période de progrès technique assez rapide, la population active est toujours attardée sur la technique, donc sur les nécessités. Le cerveau est plus prompt que les membres. Par suite, tout effort entrepris pour la modifier est payant. En outre, la croissance démographique est un précieux moyen d'adaptation, pour le moment indispensable.

Les notions de population stable, de population stationnaire, etc., peuvent être facilement étendues à la population active, la table de sortie remplaçant la table de mortalité. Si la population active française était stationnaire, c'est-à-dire identique à sa table de sortie, le taux d'entrée annuel serait 23,7 p. 1 000.

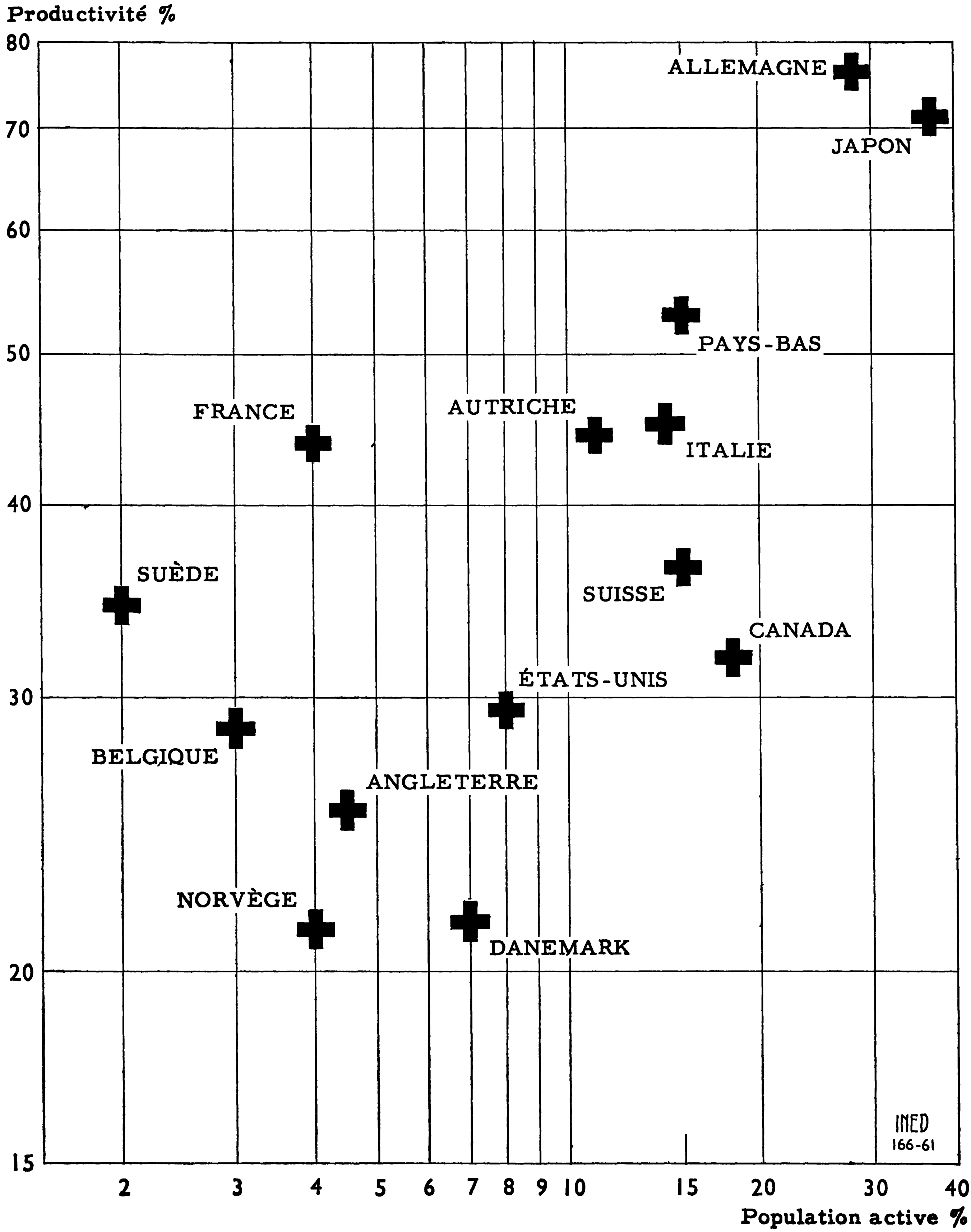
Ce taux passerait à 25,9 p. 1 000 avec une population stable croissant de 0,5 % par an et à 28,4 p. 1 000 avec une croissance de 1 %.

Les taux d'entrée sont donc à peu près comme 1, 1,1 et 1,2. Ces différences ne semblent pas suffisantes à première vue pour influencer sensiblement la capacité de renouvellement ou d'adaptation. Mais il faut tenir compte d'une très grande inertie. Une fraction importante de jeunes gens suivent la profession de leurs parents ou une profession similaire, de sorte que, dans une population stationnaire, la fraction mobile est très réduite. La différence absolue de 2,5 p. 1 000, en faveur de la population croissant de 1 % par an, exerce en fait une influence considérable, parce qu'elle accroît fortement la capacité d'adaptation.

L'Angleterre victorienne doit sa fortune aux cadets. Ce sont eux qui, faute d'emploi tracé à l'avance, ont été de l'avant et ont conquis.

En France, les classes fortes nées à partir de 1946 sont de 30 % environ supérieures aux précédentes. Mais la capacité d'adaptation va augmenter dans une bien plus forte pro-

POPULATION ACTIVE OCCUPÉE ET PRODUCTIVITÉ
Augmentation en % de 1950 à 1960



portion. La population rajeunira en structure professionnelle et si les investissements suffisants sont faits y gagnera une productivité plus élevée.

Ainsi les charges d'investissement et la capacité d'adaptation jouent en sens inverse. Nous en concluons qu'il doit exister *un rythme optimal de croissance*, qu'on ne peut d'ailleurs trouver qu'expérimentalement.

Expérience de 10 ans

Or, pour la première fois depuis un demi-siècle, nous bénéficions justement d'une période « normale », sans grande crise, ni grande guerre, ni reconstruction d'après guerre. Prenant donc les 16 pays industriels (1) : j'ai mesuré, pour chacun d'eux, de 1950 à 1960, le progrès de la productivité depuis 10 ans et le progrès de la population active. D'après toutes les théories actuellement admises et d'après les jugements de l'opinion courante, la corrélation doit être négative. On pense le plus souvent que le progrès technique, l'automation réduisent le nombre des emplois au tout ou moins s'accommodent mal d'une population croissante. Un sondage d'opinion donnerait 95 % en ce sens dans l'ensemble de la population et 80 % parmi les économistes, l'incertitude, selon les dires, ne portant que sur la pente de la courbe de régression.

Or voici le résultat (graphique de la page 233) : Certes ces chiffres ne sont pas d'une rigueur absolue, en particulier pour la population active. D'autre part, on peut toujours trouver des raisons pour invoquer telle ou telle exception.

Il n'en reste pas moins que si l'on avait trouvé le résultat inverse, un nuage effilé et descendant, tout le monde y aurait vu confirmation des idées admises, voire même enfoncement d'une porte ouverte. Et l'angoisse aurait redoublé, devant les 600 000 emplois nouveaux qui doivent marquer en France la décennie 1960-1970.

Il résulte au contraire de cette expérience que le capitalisme actuel a besoin d'une certaine croissance de la population active, d'au moins 0,5 % et sans doute même de 1 % par an. Sans cette croissance, les multiples adaptations ne se font pas suffisamment vite et le progrès économique en est ralenti. On peut remarquer que les deux pays en grande difficulté soient justement la Belgique et l'Angleterre à très faible croissance démographique.

Ces faits appellent une révision générale des idées économiques, surtout en France où elles sont encore marquées par la grande crise de chômage de 1929-1935. Nous refaisons avec obstination la crise précédente. Je ne m'engage pas plus avant dans la doctrine, car j'ai déjà trop quitté le terrain proprement statistique.

D'ailleurs, ces observations ne peuvent servir qu'à notre temps et au type d'économie observé. Elles ne valent ni pour les pays sous-développés, ni pour une époque future assez différente. Peut-être, un jour, le capitalisme apprendra-t-il à s'accommoder d'une population stationnaire. Pour le moment, il ne sait pas et, pour son équilibre, a besoin d'une progression démographique, comme la bicyclette a besoin de mouvement.

Conclusion

C'est un véritable abus de pouvoir que de profiter d'une tribune pour retenir l'attention d'un auditoire, au delà de son désir. Je veux donc conclure :

La théorie générale des populations à plusieurs caractères reste à établir. Je souhaite que cette grande opération tente quelque jeune mathématicien.

---

(1) La Nouvelle-Zélande et l'Australie n'ont pu être retenues toutefois, faute de statistiques appropriées.

Une théorie moins ambitieuse, mais plus concrète si je peux dire, est à construire sur le rythme d'adaptation d'une population active. Ici le mathématicien doit se doubler de l'économiste-sociologue. Le bien-être lui-même doit trouver largement son compte à ce travail, par la dissipation de préjugés séculaires et même millénaires qu'il permettra. En créant, en effet, l'angoisse sur la route même du progrès, ces préjugés retardent celui-ci tout en le rendant moins assimilable et plus douloureux. Voici encore un secteur où la productivité d'un travail statistique peut atteindre des degrés insoupçonnés.

Alfred Sauvy.