

OLEG ARKHIPOFF

## **La fin du paradoxe de Condorcet. Quelles conséquences pour la comptabilité nationale ?**

*Journal de la société statistique de Paris*, tome 129, n° 4 (1988), p. 244-268

[http://www.numdam.org/item?id=JSFS\\_1988\\_\\_129\\_4\\_244\\_0](http://www.numdam.org/item?id=JSFS_1988__129_4_244_0)

© Société de statistique de Paris, 1988, tous droits réservés.

L'accès aux archives de la revue « Journal de la société statistique de Paris » (<http://publications-sfds.math.cnrs.fr/index.php/J-SFdS>) implique l'accord avec les conditions générales d'utilisation (<http://www.numdam.org/conditions>). Toute utilisation commerciale ou impression systématique est constitutive d'une infraction pénale. Toute copie ou impression de ce fichier doit contenir la présente mention de copyright.

NUMDAM

Article numérisé dans le cadre du programme  
Numérisation de documents anciens mathématiques  
<http://www.numdam.org/>

## II

### ARTICLES

#### LA FIN DU PARADOXE DE CONDORCET Quelles conséquences pour la comptabilité nationale?

Oleg ARKHIPOFF  
*Administrateur de l'Institut National de la Statistique et des Études Économiques*

*Les paradoxes agrégatifs, comme ceux de Condorcet ou de Quetelet, ne traduisent pas une impossibilité d'agréger; ils sont seulement le signe certain d'un changement de signification, quand on passe d'un niveau d'agrégation à un autre. Aussi la théorie de l'agrégation est l'étude des glissements sémantiques qu'entraîne toute agrégation; elle débouche inévitablement sur le problème central de l'agrégation des significations. La dimension sémantique est donc essentielle pour le statisticien et le comptable national et implique, de leur part, une responsabilité accrue : le chiffre n'est pas neutre.*

*Aggregation paradoxes like the Voting Paradox do not render any impossibility of aggregation: They only are the tokens of a change in meaning when one passes from one aggregation level to another. Aggregation Theory is therefore the study of the semantic shifts implied by every aggregation; it unavoidably leads to the central problem of the aggregation of meanings. Thus, the semantical dimension is essential to the statistician and the national accountant and charges them with an enlarged responsibility: figures are not neutral.*

## I

### INTRODUCTION

Que faire d'une théorie de l'agrégation qui ne peut nous offrir que paradoxes et théorèmes d'impossibilité? En quoi, où et comment, la statistique et, plus particulièrement la comptabilité nationale, sont-elles concernées par une telle théorie, dont on pressent pourtant l'importance? Et plus généralement, — quel pourrait être le véritable objet d'une théorie générale de l'agrégation?

Nous avons défini ici même la théorie de l'agrégation, comme l'étude du passage de l'individuel au collectif, sans tout à fait exclure ces deux autres problèmes, celui de la partie et du tout et celui du singulier et de l'universel [1]. Nous avons souligné alors la communauté formelle chez ces trois grands auteurs Jean-Charles de Borda, Condorcet et Kenneth J. Arrow, — ce que nous avons traduit en un schéma, celui des « Élections particulières », ou « schéma de Borda-Condorcet ». Ce schéma permettait déjà, entre autres, de dégager une typologie générale des procédures d'agrégation, pour isoler la classe particulièrement importante des scrutins, qualifiés de majoritaires pour simplifier. Il devenait alors possible d'analyser systématiquement les scrutins majoritaires selon leurs performances respectives, celles de pouvoir agréger telle espèce de relation logique (ou, disons, de rationalité), sans encourir le risque de voir apparaître des paradoxes agrégatifs, tel celui de Condorcet, par exemple.

Dans notre esprit, cependant, ces développements techniques étaient nécessaires, sans pour autant épuiser à eux seuls toute la question, bien au contraire. Aussi, nous nous proposons ici une ambition plus vaste, celle d'essayer de saisir la véritable nature du fait agrégatif, pour pouvoir en apprécier l'impact exact en statistique et, surtout, en comptabilité nationale. Ambition assurément téméraire, nous en sommes conscients, d'autant plus que, comme nous le verrons, le problème de l'agrégation rencontre inévitablement le problème sémantique. Que le lecteur donc veuille bien ne pas s'arrêter aux inévitables hésitations, lacunes et faiblesses dans ce qui va suivre, pour seulement porter le regard au-delà, sur les grands problèmes qu'il importe à l'évidence de bien cerner, d'étudier et de résoudre.

## 2

### THÉORIE CLASSIQUE DE L'AGRÉGATION Un survol historique

Il existe donc une certaine continuité, une certaine tradition « Borda-Condorcet-Arrow ». Continuité plus de forme que de fond, car aussi des divergences se constatent, qui ne sont pas toujours de simples nuances dans les approches : bref, il faut toujours prendre garde à la manière exacte dont il convient d'énoncer un problème d'agrégation. C'est ce que nous allons maintenant tenter de montrer.

**LE MÉMOIRE DE BORDA** : L'actuelle théorie de l'agrégation commence avec un *Mémoire*, présenté par Borda à l'Académie des Sciences en 1770, mais publié seulement en 1784 [2], soit donc peu de temps avant que ne paraisse le fameux *Essai* de Condorcet [3]. Il faut dire ici que ce *Mémoire*, très bref, ne constitue qu'une parenthèse dans la vaste production scientifique d'un homme remarquable sur tous les plans. Le but en était de proposer à l'Académie un mode d'élection convenable, permettant de désigner les membres de l'illustre Compagnie, de manière honnête et impartiale.

En effet, le *Mémoire* est essentiellement une critique du scrutin uninominal à la majorité relative, suivie d'une proposition de solution alternative (la méthode dite maintenant « des rangs » et qui fut effectivement adoptée). Voyons d'abord la critique. Sur un exemple chiffré, Borda met à jour le fait troublant qu'un candidat, classé bon dernier par une majorité d'électeurs, peut néanmoins être élu au scrutin uninominal, au grand dam des autres concurrents.

Venons-en aux deux grands principes qui sous-tendent le *Mémoire*, dans sa partie critique et dans sa partie constructive. Le premier principe est l'excellence de la règle majoritaire, pierre de touche de la critique du scrutin uninominal et que Borda présente ainsi au tout début de sa communication : « *C'est une opinion généralement reçue, & contre laquelle je ne sache pas qu'on ait jamais fait d'objection, que dans une élection au scrutin, la pluralité des voix indique toujours le voeu des électeurs, c'est-à-dire, que le Candidat qui obtient cette pluralité, est nécessairement celui que les électeurs préfèrent à ses concurrents* ». Il est bon de remarquer que le mot « voeu » doit être pris dans le sens d'assentiment, de suffrage, et non pas, comme nous l'entendons plutôt aujourd'hui, dans celui de souhait plus ou moins chargé d'affectivité.

L'autre principe, et c'est l'innovation du *Mémoire*, est la nécessité de connaître, lors du dépouillement du scrutin, non pas seulement le nom du candidat que l'électeur place en tête, mais encore comment ce dernier classe tous les autres candidats : « *... pour qu'une forme d'élection soit bonne, il faut qu'elle donne aux électeurs le moyen de prononcer sur le mérite de chaque sujet, comparé successivement aux mérites de chacun de ses concurrents* ». Le principe étant acquis, Borda voit, à partir de là, deux méthodes possibles. Celle « des rangs » : dans chaque classement individuel, tout candidat

reçoit une note proportionnelle au rang qu'il occupe. On totalise, par candidat, les notes ainsi obtenues, et celui qui obtient la plus forte note est élu. Et celle, dite « des élections particulières », par Borda, qui consiste à voter à la majorité simple, en une suite d'élections particulières, sur les mérites comparés des candidats considérés respectivement deux à deux. Quoique Borda tienne pour équivalentes ces deux sortes de scrutin, ses préférences vont à la première, parce que, dit-il : « ... *la seconde forme d'élection [...] seroit embarrassante dans la pratique, lorsqu'il se présenteroit un grand nombre de candidats, parce qu'alors le nombre d'élections particulières qu'il faudroit faire, seroit fort grand* ». Remarque digne de l'éminent homme d'action que fut Borda, qui n'a certainement pas retenu toute l'attention qu'elle méritait, à commencer par celle de Condorcet.

Comme il n'est pas d'éloge flatteur sans critique, nous remarquerons, pour terminer, que la perception qu'a Borda de la règle majoritaire est plutôt confuse, puisque le mot « pluralité » est utilisé dans des acceptions différentes dans le *Mémoire*, sans que l'auteur en tire apparemment souci [4].

**L'ESSAI DE CONDORCET** : C'est en 1785 que paraîtra le fameux *Essai* de Condorcet, ouvrage remarquable, aussi volumineux que dense, d'une lecture particulièrement aride en sa seconde partie (l'« Essai » proprement dit) [3]. Ouvrage remarquable tant par la largeur de vue que par l'importance et la variété des questions abordées. Cette fois-ci, loin d'être une œuvre de circonstance, l'*Essai* se présente comme une propédeutique mathématique, s'inscrivant dans une continuité de pensée et d'intention, — dont la célèbre *Esquisse* représente un des grands moments, philosophique cette fois-ci, et, hélas, constitue comme le testament, le couronnement de toute une vie au service de la Raison [5].

Un problème général est au coeur de l'*Essai*, déterminer la probabilité pour qu'une décision collective rendue à la majorité des voix soit bonne, connaissant celle de chacun des électeurs d'émettre un avis qui soit juste. Cela dit, nous nous intéresserons exclusivement aux conséquences de ce parti pris probabiliste de l'*Essai*.

L'exemple le plus simple donné par Condorcet est celui du jugement d'un accusé : celui-ci est-il coupable? Mais ce que Condorcet avait en vue était certainement bien plus général, le vote d'un projet de loi, par exemple. Si le projet est voté, quelle est la certitude pour que la décision soit bonne au regard de la raison? Ont fait ici défaut à Condorcet les outils que met aujourd'hui la logique formelle à notre disposition, puisque le problème est d'exprimer de façon générale une proposition logique combinant un certain nombre de propositions particulières simples, appelant chacune la seule réponse : *oui* ou *non*.

Et c'est ici que se situe la grande découverte de Condorcet : **parmi toutes les combinaisons de réponses particulières possibles, certaines peuvent constituer un système logiquement contradictoire**. Que faire dans de pareilles éventualités? Condorcet, alors, proposera diverses solutions, en fonction des circonstances. Par exemple, s'agissant de justice, la non-décision sera tenue pour favorable à l'accusé. Ou bien encore, on remettra la décision à plus tard, après une nouvelle délibération. Bref, Condorcet est nullement ému par ce qui émeut tant aujourd'hui.

Voulant instruire le lecteur de sa découverte par un exemple bien concret, Condorcet se trouve bien en peine, sur un plan rhétorique. Quel exemple produire, qui frappe l'imagination en restant cependant naturel? Et c'est ici que l'exemple de l'élection de Borda vient à point nommé, tant il est simple et clair. Condorcet va donc, fort laborieusement, imaginer un exemple numérique d'élection avec trois candidats; c'est cet exemple, qui ne doit certainement rien au hasard, qui maintenant nous paraît jurer avec le mouvement général de l'*Essai*, c'est cet exemple qui deviendra le fameux **Paradoxe de Condorcet**, éclipsant ainsi tout l'*Essai*, pour beaucoup [6]. Pour bien saisir l'incongruité de la situation, disons que *nulle part* dans l'*Essai* on ne trouvera le mot « paradoxe » utilisé à propos d'une telle contradiction logique.

Mais quelles critiques ont-elles été adressées par les contemporains à Condorcet et à Borda? Eux non plus n'ont pas relevé de « paradoxe », ni même jugé utile de soulever la question du ballottage. Ce qu'ils ont reproché en revanche, c'est de s'illusionner sur la capacité des hommes à se laisser guider par la seule raison. D'où ce cri du cœur de Borda : « *Mon scrutin n'est fait que pour d'honnêtes gens* » [7] : C'est bien ce que demandait aussi Jean-Jacques Rousseau au citoyen dans la délibération, la vertu qui, faisant taire la passion, ne recherche que le bien commun. Le grand problème était donc alors de trouver une forme d'élection qui garantît la droiture du vote.

C'est bien ce problème qui préoccupait Laplace, peut-être déjà dès 1795, quand il écrivait à propos de la méthode des rangs : « *Ce mode d'élection serait sans doute le meilleur, si des considérations étrangères au mérite n'influaient point souvent sur le choix des électeurs, même les plus honnêtes, et ne les déterminaient point à placer aux derniers rangs les candidats les plus redoutables à celui qu'ils préfèrent, ce qui donne un grand avantage aux candidats d'un mérite médiocre. Aussi l'expérience l'a-t-elle fait abandonner aux établissements qui l'avaient adopté* » [8].

Bref, tout comme le citoyen vertueux de Rousseau recherche seulement la volonté générale, quand il délibère, l'électeur de Borda, de Condorcet, fait taire ses passions dans le vote, regardant seulement à la vérité. Certes, on n'ignore pas les faiblesses de l'âme humaine, mais ose-t-on aller jusqu'à envisager qu'un électeur profitera sciemment des failles dans l'organisation du scrutin pour promouvoir des fins égoïstes soigneusement cachées? Quoi qu'il en soit, Laplace nous ouvre déjà l'éventail des énoncés possibles du problème agrégatif.

**LE SOCIAL CHOICE D'ARROW** : A la lumière de tout ce qui vient d'être dit, on est en mesure de saisir toute l'originalité du problème posé dans *Social Choice*, publié en 1951 par Arrow [9] : Trouver un mode de scrutin évitant le risque du paradoxe de Condorcet (the paradox of voting) et qui, à partir des échelles de préférence individuelles des électeurs, permette de construire une échelle de préférence collective aboutissant au choix social démocratique. On connaît la réponse, le fameux **Théorème d'impossibilité d'Arrow** : on ne peut trouver un tel scrutin [10].

Cette originalité de *Social Choice* tient dans le caractère général et systématique de la recherche, dans la volonté d'échapper au Voting Paradox, et, surtout, dans la nature des votes individuels qui exprimeront les préférences subjectives des électeurs et non la recherche de quelque absolu que ce soit (la Raison chez Condorcet, la Volonté générale chez Rousseau; — Arrow, s'il ignore en 1951 les travaux de Condorcet et de Borda, est néanmoins très au fait de la pensée de Rousseau). C'est bien ce qu'exprime un des tout premiers commentateurs, William J. Baumol : “*The ideal of the democratic state requires a process of compromise whereby the diverse desires of the citizens can be prevented from forcing government into indecision and inaction. The problems involved in setting up such a compromise process, i.e., in arriving at such a social choice function, provide the subject for Professor Arrow's well written little book. Here a social choice function may be defined roughly as a ranking of the alternatives among which a government may have to decide*” [11].

Donc, Arrow, économiste s'intéressant au premier chef à l'*homo oeconomicus*, écarte toute contrainte *a priori* qui pourrait être imposée de l'extérieur sur le vote de l'électeur, toute contrainte transcendante au corps électoral. Il écarte également de son champ d'étude le cas où l'électeur déguise ses préférences et émet un vote tactique : chez Arrow, les préférences individuelles sont censées explicitement être sincères [12]. Ce problème original apparaît-il pour la première fois dans *Social Choice*? Nous avons déjà cité Laplace, mais celui-ci avait en vue le scrutin idéal où l'électeur ne pourrait être qu'objectif. Guilbaud pense le découvrir déjà chez Lacroix, dès 1816 [13] : « *Les élections sont aussi des jugemens lorsqu'on les envisage sous le rapport de la bonté du choix, qui dépend des lumières et de l'impartialité des électeurs [...]. Malheureusement les passions ne dérangent pas moins ici les calculs que dans les témoignages et les décisions [...]. En vain [on a] cherché des formes*

qui puissent ôter à l'intrigue son influence [...]. Mais en renonçant à ce point de vue du problème, et en regardant seulement une élection, ou, ce qui est la même chose, une décision à la pluralité des voix entre plusieurs propositions, comme un moyen de terminer les débats en adhérant au voeu du plus grand nombre, il reste encore beaucoup de difficultés à connaître, dans certains cas, quel est réellement ce voeu » [14].

L'originalité du problème abordé dans *Social Choice* est donc indéniable; mais elle sera voilée, croyons-nous, par la démarche adoptée par Arrow. Tout d'abord, le problème sera étudié d'un point de vue *formel* et *global*. L'analyse étant formelle, se trouvera effacé aussitôt ce qui distingue Arrow de Condorcet et de Borda. Étant globale, on ne cherchera pas, comme l'a fait Condorcet, à étudier chaque scrutin pour lui-même, selon un critère de performance. Ensuite Arrow ne distingue pas la rationalité chez l'individu de celle du collectif : la notion de paradoxe va prendre une coloration nouvelle, et gagnera alors toute sa force. C'est du moins ce qui semble ressortir de ce qu'Arrow écrit au début de *Social Choice* : « Dans une dictature idéale, il n'y a qu'une volonté qui exerce les choix; dans une société idéale régie par la convention, il n'y a que la volonté divine ou peut-être une volonté générale exprimée par tous les individus, relativement aux décisions sociales, si bien que, dans l'un et l'autre cas, aucun conflit de volontés particulières ne peut apparaître ». En note, Arrow ajoute : « L'aptitude à prendre des décisions rationnelles est l'une des caractéristiques d'une personnalité intégrée [...]. L'existence formelle de méthode d'agrégation des préférences individuelle, objet de notre étude, est certainement une condition nécessaire à l'existence d'une société intégrée au sens ci-dessus » [9], éd. française, pp. 20-21. En résumé, Arrow semble vouloir interpréter le paradoxe agrégatif, comme un conflit de volontés et comme le signe d'une moindre intégration de la société. On relèvera encore cette interprétation du paradoxe, par Guilbaud : « Les profondes études de K.J. Arrow ont ramené l'attention sur quelques difficultés logiques de la construction d'une volonté collective » [c'est nous qui soulignons] [13]. Dans cette dernière interprétation, il est légitime de parler du théorème d'*impossibilité* (de construire démocratiquement une volonté collective). L'interprétation d'Arrow, fortement influencé semble-t-il par la notion de Volonté générale, — l'interprétation, elle, va infiniment plus loin et déborde le cadre, devenu étroit, de *Social Choice* : le Théorème d'Arrow conduirait à cette conclusion qu'une société démocratique régie par le scrutin majoritaire est en équilibre instable, car non intégrée, et risque de déboucher sur une dictature ou sur un régime « théocratique ».

**L'APPORT DE LA THÉORIE DES JEUX, LE VOTE COMME STRATÉGIE :** Ainsi que l'a vu Laplace, la méthode des rangs de Borda permettait aux électeurs avisés (mais certainement pas honnêtes au sens de Borda) de faire triompher leurs préférences particulières, en votant autrement qu'en accord avec celles-ci. Par exemple, en classant bon dernier un candidat pour cette seule raison qu'il était dangereux pour le favori, même si en son for intérieur, l'électeur classait spontanément le candidat à un rang beaucoup plus honorable. Si donc le mode de scrutin s'y prête, les électeurs exprimeront non leurs préférences véritables, mais des votes tactiques, des votes « utiles ». Le mode de scrutin peut alors être perçu comme un jeu de lutte et de coopération. C'est dans cette toute nouvelle voie que la littérature s'est en partie engagée, quelque temps après la parution de *Social Choice*.

C'est bien un troisième problème qui vient s'ajouter aux deux précédents, un problème très général, et de ce fait ambigu dans les énoncés qu'on peut en donner. On peut, par exemple, poser le problème de la cohésion du corps social. On peut aussi rechercher la classe des scrutins qui, à la fois, obligent les électeurs à la vertu ou bien à la sincérité, car tout écart par rapport à celle-ci se traduirait pour eux par un désavantage certain, — et soient acceptables, en ce sens qu'ils donneraient une image fidèle du « voeu » des électeurs [15].

Ici, la pratique statistique est éclairante, car, à l'évidence, le problème général est aussi celui de la sincérité, de l'objectivité *et de l'exactitude* des objets individuels qu'on observe et qu'on va agréger.

La solution statistique porte plus sur la rédaction du questionnaire et sur les redressements des observations anormales que sur le calcul agrégatif qui conduira aux résultats publiés. C'est une solution qu'ignore la théorie classique de l'agrégation (mais que connaissent bien les vieux routiers de la politique, mais dans une application quelque peu différente).

Ainsi donc, un problème d'agrégation peut se formuler de diverses façons, — la formulation arrowienne n'étant que l'une de celles-ci, — et, surtout, chaque formulation privilégie tel aspect problématique, pour en délaissier tel autre. On constate enfin que la statistique a déjà élaboré des solutions spécifiques qu'ignore la théorie « classique » de l'agrégation : une théorie générale devra donc englober en un cadre théorique exhaustif cohérent toutes les démarches agrégatives, jusqu'ici dispersées au sein de disciplines diverses.

**LE PARADOXE DE QUETELET :** C'est Guilbaud, semble-t-il, qui, le premier, a opéré un rapprochement fructueux entre le paradoxe de Condorcet et celui de Quetelet (« l'homme moyen n'existe pas ») : « *On reconnaît [dans le Paradoxe de Condorcet] une espèce d'un genre beaucoup plus étendu. Par exemple, on aperçoit tout de suite des analogies avec le très célèbre paradoxe de Quetelet [où il s'agit d'] examiner si le résultat satisfait ou non à certaines exigences internes de cohérences* » [13] pp. 522 et 526. Ce paradoxe, bien connu des lecteurs de ce Journal (où Bertillon critiqua la théorie de Quetelet de l'homme moyen [16]), conduit également, selon Guilbaud, à une impossibilité. Et Guilbaud de citer Cournot : « *L'état du système, dans lequel tous les éléments prendraient à la fois les valeurs moyennes déterminées séparément pour chacun d'eux, serait un état impossible* » [13], p. 522, [17], p. 214. Mais cette conclusion dit-elle l'essentiel, puisque le paradoxe s'évanouit avec l'emploi d'une moyenne, quadratique cette fois-ci, et qu'alors l'impossible devient possible?

Le paradoxe de Quetelet concerne directement la statistique, l'agrégat étant considéré en lui-même, relativement à la cohérence interne des objets individuels agrégés : La question des comportements agrégés tombe sous cette rubrique, pour ce qui concerne la comptabilité nationale, par exemple; si on analyse ce qu'est la volonté, qui décide d'après la raison, on est légitimement amené à se poser également le problème d'agrégation du même point de vue; etc. — Ce paradoxe a donné lieu à la distinction entre moyennes « objective » et « subjective [16], dont on trouve l'écho chez Quetelet, se défendant contre ses critiques [18]. Car, là aussi, l'existence du paradoxe est le fait des critiques; on peut s'étonner de la forme qu'a ainsi prise la critique, car bien que Lottin souligne l'indépendance de Quetelet « *vis-à-vis des grands systèmes qui ont marqué l'avènement de la sociologie* » [19], p. 378, on croit reconnaître la démarche générale de Rousseau, s'agissant de la Volonté générale, voire l'Idée de Platon, telle qu'elle se manifeste dans le monde phénoménal de l'opinion.

Nous reviendrons plus loin sur le paradoxe de Quetelet. Remarquons seulement une différence d'avec le paradoxe de Condorcet, qui est du type logique, alors que celui de Quetelet prend une forme plus mathématique, sous les espèces d'une fonction vérifiée ou non. Notons encore une version proche du paradoxe de Quetelet, où agrégeant des caractéristiques entières, l'agrégat se trouve agrémenté de décimales; mais même le profane ne s'étonne plus de cet effet des moyennes, tant la chose est entrée dans les mœurs.

Le tour d'horizon auquel nous venons de procéder nous a permis de toucher du doigt le fait que, s'il existe une problématique générale de l'agrégation, celle-ci se manifeste sous des formes très différentes les unes des autres. Il nous a également fait percevoir, avec Guilbaud, la très grande généralité et omniprésence de ce qu'on peut appeler maintenant le **paradoxe agrégatif**. L'universalité du paradoxe suggère la conjecture, voire conclusion, que l'opération d'agrégation pourrait être illégitime en droit, sinon en pratique. Une telle conclusion, si elle s'avérait fondée, deviendrait extrêmement troublante; aussi, il convient d'en examiner attentivement la validité et l'étendue d'application.

Mais avant de procéder à cet examen, inéluctable maintenant, interrogeons-nous sur le point de départ de toute l'affaire : la règle majoritaire. Est-elle fondée et, si oui, pourquoi? Est-elle indispensable à une agrégation authentique? Le nombre rend-il bon l'ensemble, même si les individus ne le sont pas toujours? — ce qui constitue un problème d'agrégation en soi, un problème d'agrégation des comportements.

### 3

## LE PRINCIPE MAJORITAIRE

Certaines questions relatives à la signification des agrégats, tels ceux censés appréhender le bien-être national et autres notions similaires, concernent directement la statistique et la comptabilité nationale. Elles sont visiblement liées au problème posé dans *Social Choice* par Arrow. La théorie classique de l'agrégation intéresse donc les statisticiens au moins sous ce rapport. Or, nous avons vu le rôle central joué par le principe majoritaire dans cette théorie. Aussi, vaut-il la peine d'examiner les origines et la nature de ce principe. Ajoutons encore que c'est précisément l'analyse attentive de la règle majoritaire, par Condorcet, qui confère à *l'Essai* toute son originalité.

**LE SCRUTIN A LA MAJORITÉ SIMPLE :** Le vote à la majorité est unanimement considéré comme le paradigme de la consultation démocratique. Il n'en a pas toujours été ainsi. Dans la Grèce antique, on préférerait s'en remettre au sort pour la désignation aux emplois publics, pour assurer l'égalité des chances, quant à la participation à l'administration effective de la cité : la désignation au scrutin était alors jugée d'esprit aristocratique [20]. Il faut encore rappeler Héraclite : « *Quel est leur esprit ou leur compréhension? Ils font confiance à des aèdes de carrefour et prennent comme maître la foule, car ils ne savent pas que la majorité des hommes est mauvaise, qu'il n'y a de bon qu'une minorité* » [21]. Plus près de nous, Hobbes n'en est pas moins sévère : « *... quelques-uns trouvent étrange que Caton [...] ait jugé équitable dans ses citoyens ce qu'il a estimé inique dans la personne des rois; pour moi il y a longtemps que je suis dans cette opinion que les plus belles vérités n'ont jamais agréé au peuple, et qu'il ne saurait connaître une plus grande sagesse que la sienne; car ou il ne peut la comprendre, ou s'il en est capable, il la mesure et l'égalé à son intelligence* » [22].

**LE PRINCIPE MAJORITAIRE DANS LES THÉORIES DU CONTRAT SOCIAL :** Comme on sait, les théoriciens du contrat social, Hobbes, Locke ou Jean-Jacques Rousseau, mettent en avant le principe d'unanimité, qui sera l'acte fondateur de ce contrat [23]. Une fois le Souverain institué, qu'il soit homme ou assemblée (chez Hobbes) ou entité immanente au corps social (chez Rousseau), se pose le problème pratique de l'expression concrète des volontés du Souverain dans l'exécution du contrat social. Ici, ces théoriciens s'en remettent au principe majoritaire, censé être une clause du contrat social, accepté implicitement par tous à l'origine. Dans la mesure où Hobbes et Locke ont voulu trouver un semblant de justification plus convaincante de ce principe, c'est dans une métaphore mécaniste qu'ils l'ont exprimée : Le principe majoritaire permet de composer les diverses forces sociales, la résultante donnant la direction du mouvement que prendra le corps social.

La théorie de Rousseau est autrement plus complexe et ambiguë par endroit (quoique Rousseau n'ait jamais prétendu à l'absolue rigueur, — au contraire de Hobbes). On pourrait peut-être reformuler cette théorie ainsi : lors de l'unanimité fondatrice, les volontés particulières n'en font qu'une, la volonté commune, la volonté générale, âme du corps social ainsi formé, et aussi le Souverain dont Rousseau nous détaillera les qualités et l'infaillibilité [24]. Plus tard, l'unanimité pourra fléchir et les volontés

s'éparpiller. Mais tant que la dispersion se traduira par des plus et des moins qui se compensent, selon l'expression de Rousseau, la volonté générale demeurera en sa pureté. Bref, Rousseau raisonne non plus en mécanicien, mais en métrologue qui étudie la distribution aléatoire de mesures d'une même grandeur autour de la moyenne [25]. A preuve les qualités qu'exige Rousseau du citoyen, considéré isolément et collectivement, et qui sont celles de la mesure correcte d'une grandeur physique [26]. Dès que les divergences s'accusent, dès que la vertu se perd, la volonté générale se brouille et le corps social est près de se dissoudre. Cela pour l'existence de la volonté générale (ce n'est pas cependant tout à fait ce qu'a dit Rousseau, cf. [24]).

Quant à la pratique quotidienne de la délibération, les choses sont beaucoup moins nettes. Rousseau, lui aussi, considère que le principe majoritaire est contenu *de jure* dans le contrat social. Bien sûr, il souhaite, sinon l'unanimité, du moins de fortes majorités; mais il se contentera de la majorité simple, si le temps presse. Toutefois, sorti de l'unanimité, même une forte majorité peut être trompeuse, si les plus et les moins ne se compensent plus : on pourrait peut-être dire ici que la volonté générale ne dépend pas tellement de l'intensité de la majorité que de la forme de la distribution des volontés particulières, laquelle devrait toujours être unimodale. Ce n'est donc que pour une distribution des volontés particulières correcte (disons : unimodale, — à titre d'illustration), qu'on peut trouver une justification d'ordre métrologique au principe majoritaire : *une estimation non biaisée de la Volonté générale*. La justification vaut ce qu'elle vaut; elle a le mérite d'exister (cf. [21]).

**LE PRINCIPE MAJORITAIRE CHEZ CONDORCET :** Borda tenait le principe majoritaire pour une donnée allant de soi, bien que l'image qu'en donne le *Mémoire* soit assez floue. De même, Condorcet considère le principe comme acquis, mais l'analyse qu'il en fait est autrement plus affirmée. Et, surtout, très originale : c'est une des grandes clés de la compréhension de l'*Essai*.

Bien que Condorcet couvre d'éloges Rousseau, dans l'*Esquisse*, la philosophie qu'il a du progrès corrélatif des facultés humaines et des institutions ne laisse aucune place à l'hypothèse d'un contrat social originel. C'est en tant qu'*institution* que sera examiné le principe majoritaire. Dans les temps lointains où elle se constate pour la première fois, l'institution majoritaire apparaît comme un progrès. Voici ce qu'en dit l'*Essai* : « *Lorsque l'usage de soumettre tous les individus à la volonté du plus grand nombre, s'introduisit dans les sociétés, & que les hommes convinrent de regarder la décision de la pluralité comme la volonté commune de tous, ils n'adoptèrent pas cette méthode comme un moyen d'éviter l'erreur & de se conduire d'après des décisions fondées sur la vérité : mais ils trouvèrent que, pour le bien de la paix & l'utilité générale, il falloit placer l'autorité où étoit la force, & que, puisqu'il étoit nécessaire de se laisser guider par une volonté unique, c'étoit la volonté du petit nombre qui naturellement devoit se sacrifier à celle du plus grand.*

« *En réfléchissant sur ce que nous connoissons des constitutions des anciens Peuples, on voit qu'ils cherchèrent beaucoup plus à contre-balancer les intérêts & les passions des différens Corps qui entroient dans la constitution d'un État, qu'à obtenir de leurs décisions des résultats conformes à la vérité.*

« *Les mots de liberté & d'utilité les occupoient plus que ceux de vérité & de justice; & la liaison de ces objets entre eux, aperçue peut-être par quelques-uns de leurs Philosophes, n'étoit pas assez distinctement connue pour servir de base à la politique* ». Hobbes aurait pu souscrire à cette opinion.

Mais Condorcet voit se dessiner peu à peu une nouvelle évolution : « *Dans les Nations modernes, où la Scolastique introduisit un esprit de raisonnement & de subtilité, qui peu-à-peu s'étendit sur tous les objets, on aperçoit, même au milieu des siècles d'ignorance, quelques traces de l'idée de donner aux Tribunaux une forme qui rende probable la vérité de leurs décisions [tout cela semble] annoncer des efforts pour obtenir des décisions conformes à la raison* ».

Évolution qui débouche sur un nouveau progrès, où l'institution majoritaire prend une signification toute nouvelle : « *Les circonstances semblent l'exiger de nous. Chez les Anciens, c'est-à-dire,*

*chez les Romains & les Grecs, seuls peuples dont l'Histoire nous soit bien connue, les grandes affaires se décidoient, ou par l'assemblée générale des Citoyens, ou par des Corps qui s'étoient emparés de la puissance souveraine : leur volonté juste ou injuste, fondée sur la vérité ou sur l'erreur, devoit avoir l'appui de la force; & proposer des moyens d'assujettir leurs volontés à la raison, c'eût été leur proposer des chaînes & mettre des bornes à leur autorité ou à leur indépendance.*

*« Parmi nous au contraire, les affaires sont le plus souvent décidées par le vœu d'un corps de Représentans ou d'Officiers, soit de la Nation, soit du Prince. Il est donc de l'intérêt de ceux qui disposent de la force publique, de n'employer cette force que pour soutenir des décisions conformes à la vérité, & de donner aux Représentans, qu'ils ont chargés de prononcer pour eux, des règles qui répondent de la bonté de leurs décisions ».*

Ainsi, dans la mesure où l'exécutif tendra à se distinguer du délibératif, sinon du législatif, tant qu'à être conseillé, autant l'être de façon avisée, selon les impératifs de la raison. Et c'est le propos même de l'*Essai*, utiliser le calcul pour déterminer la plus ou moins grande certitude de la rectitude de la décision collective : *« En cherchant, d'après la raison seule, quelle confiance plus ou moins grande mérite le jugement d'assemblées plus ou moins nombreuses, assujetties à une pluralité plus ou moins forte, partagées en plusieurs Corps différens ou réunies en un seul, formées d'hommes plus ou moins éclairés, on sent qu'on ne parviendroit qu'à des résultats vagues, & souvent assez vagues pour devenir incertains, & pour nous induire en erreur si nous les admettions sans les avoir soumis au calcul ».* Transparaît dans tout cela cette intuition que *le principe majoritaire est susceptible d'une grande variété dans son application et qu'il importe donc d'examiner tous les modes de scrutin de l'espèce selon les performances de chacun à atteindre la bonté de la décision collective.*

Donc, chez Condorcet, l'institution majoritaire, donnée de fait, constitue toujours un progrès des mœurs, ses valeur et signification ne pouvant être appréciées objectivement qu'en considération du progrès d'ensemble des institutions en général. La force et l'originalité de l'*Essai* viennent de ce que Condorcet ne se borne pas à prendre acte de l'efficacité de l'institution majoritaire à faire accepter par tous la décision du plus grand nombre, mais qu'il examine encore les qualités de la décision obtenue par de tels moyens, moyens susceptibles de réalisations variées.

**LE PRINCIPE MAJORITAIRE CHEZ ARROW :** Nous ne nous intéresserons ici qu'à la définition axiomatique que donne Arrow de la classe des scrutins sur laquelle portera son théorème. A cet égard, l'axiomatique de 1951 est particulièrement intéressante, celle de 1963 visant plutôt à mieux fonder la démonstration du « General Possibility Theorem » et à en étendre le champ d'application. Les axiomes posés dans *Social Choice* le sont *a priori*, pour la seule raison qu'ils sont conformes à l'idée qu'Arrow se fait du bon scrutin (démocratique). En fait, ces normes donnent une image satisfaisante du scrutin à la majorité simple et, aussi, de la Volonté générale de Rousseau. Le principe d'unanimité transparaît déjà dans la condition de souveraineté des électeurs de 1951 et s'affirme très nettement dans le principe de Pareto donné en 1963 (avec cette conséquence remarquable que la rationalité collective, dès lors qu'elle ne sera plus celle de l'électeur, *devra nécessairement être plus faible*).

Mais venons-en au principe majoritaire qui se trouve en filigrane dans la deuxième condition de l'axiomatique 1951. Cette condition, qui disparaîtra de l'axiomatique plus générale de 1963, a un libellé aussi compliqué que son énoncé. Mais le principe directeur en est clair et rend parfaitement l'esprit du principe majoritaire : *les préférences collectives varient dans le même sens que celui des variations de l'ensemble des préférences individuelles*. La clarification de cet énoncé très général (et par là extrêmement vague) doit beaucoup, d'une part, à la notion d'ensemble décisif introduite par Arrow et, d'autre part, à Guilbaud [13]. Dans le schéma Borda-Condorcet donné *in* [1], où nous considérons également cette question, le principe majoritaire prend alors tout son sens. On s'aperçoit alors que cette signification n'existe qu'en association avec d'autres axiomes, — que le principe peut recevoir plusieurs

formulations, en général distinctes, et, enfin, que le principe est inséparable de la notion de **dictatorialité**, et que, de ce fait, existe une certaine contradiction interne au principe entre sa prétention démocratique et sa nécessaire formulation en termes dictatoriaux. D'où l'effet pervers inéluctable, inhérent aux scrutins majoritaires : **les théorèmes d'impossibilité**. Mais cet effet pervers ne nous fait plus souci, comme on le verra un peu plus loin.

On comprend maintenant beaucoup mieux, pourquoi Condorcet, qui a eu l'intuition d'une classe étendue de scrutins, dont le prototype est le scrutin à la majorité, n'a pas su mieux préciser celle-ci, faute de disposer du secours de la théorie des ensembles. Il a pallié cela en imaginant des combinaisons de scrutins à la majorité particuliers, mais il ne percevait pas encore vers quoi devait déboucher ces juxtapositions [27].

En conclusion, d'incontestables progrès ont été réalisés dans la compréhension de la nature intime du principe majoritaire, notamment depuis le célèbre article de Guilbaud [13] et *Social Choice*. Qu'en est-il de la légitimation du principe, cette fois-ci? Ce qui paraît maintenant sûr, c'est que la question ne peut être posée pour un principe majoritaire considéré dans l'absolu, mais seulement dans le cadre d'une théorie d'ensemble. Nous avons vu la théorie de Rousseau, qui vaut ce qu'elle vaut; nous préférons plutôt l'approche de Condorcet : le principe majoritaire est une institution entrée dans les mœurs et qu'on ne saurait ignorer de ce fait. *Mais l'important est ce qu'on fait de cette institution et, surtout, ce qu'un scrutin majoritaire donne au niveau collectif, en termes d'efficacité.*

#### 4

### DE LA SIGNIFICATION DES PARADOXES AGRÉGATIFS : des homonymies criardes

Nous commençons à prendre conscience de la variété des problèmes relevant de la théorie de l'agrégation. Au point même qu'on peut commencer à se demander, si cette théorie est vraiment une quant à son objet. C'est une première question.

La seconde question est celle-ci. Il est également clair maintenant que paradoxes de Condorcet ou de Quetelet ne sont que des réalisations particulières d'un phénomène général : *le paradoxe agrégatif*. On ne peut plus ne pas en tenir compte; que faut-il en penser et quelle position convient-il d'adopter à leur égard?

**LA NOTION DE PARADOXE** : le paradoxe est ce qui est contraire à l'opinion commune (δόξα), c'est-à-dire, plus brutalement, ce qui heurte les idées reçues, — c'est l'étrangeté (παράδοξια), l'incroyable (παράδοξος); c'est le scandale de l'effet pervers, c'est le désappointement de la performance « contre-productive ». Le paradoxe n'est pas la contradiction logique, qui ne trouble pas le logicien, mais disqualifie seulement le discours qui la porte [28].

Il s'ensuit qu'un paradoxe s'analyse à deux niveaux, celui du fait qui matérialise et donne naissance à paradoxe, et celui du métalangage où le paradoxe est affirmé. Par exemple, le niveau du fait est celui où est constaté que l'échelle de préférence agrégée n'est pas une échelle de préférence, parce que la propriété de transitivité n'est pas respectée. Au niveau du métalangage, Guilbaud et d'autres concluent à une contradiction logique; Condorcet, lui, conclut à une non-décision collective. Ou bien le fait est que, par exemple, le triangle-rectangle-moyen n'est en général pas rectangle. Cournot, Bertillon, et d'autres, concluent que ce triangle-rectangle-moyen n'existe pas, ce qui nous renvoie à la métaphysique.

Tirant la leçon des exemples précités, nous dirons plutôt que l'échelle agrégée est autre chose qu'une échelle de préférence individuelle, qu'un choix-collectif peut ne plus être un choix, que le triangle moyen est autre chose qu'un triangle rectangle, de même qu'un homme moyen n'est pas un homme. D'où cette première conclusion que *tout paradoxe agrégatif est un sophisme de composition*. Et la seconde est que *la nature commune des paradoxes agrégatifs est le fait que l'objet agrégé est d'une autre espèce que celle des objets qu'on agrège*. Et, si nous voulons éviter de nous engager dans une controverse sur ce qu'il faut entendre par existence, nous dirons surtout qu'*il y a changement de signification quand on passe d'un niveau d'agrégation à un autre*. Car le langage supporte aussi bien le vrai que le faux, le réel comme l'imaginaire.

**LA NATURE DU FAIT AGRÉGATIF :** Les conclusions qui viennent d'être tirées constituent un réel progrès, croyons-nous, en ce que nous considérons maintenant plus sereinement l'éventualité de rencontrer un paradoxe agrégatif sur notre chemin. Mais elles ne nous permettent pas de répondre à la principale question posée tout à l'heure, s'agissant du véritable objet de la théorie de l'agrégation. Ce qui nous empêche de voir clairement où et comment la comptabilité nationale se trouve concernée par cette théorie, censée être générale. Il nous reste donc encore un pas décisif à franchir, qui est de poser la thèse que *le changement de signification accompagne en règle générale tout saut agrégatif, — même en l'absence d'un paradoxe dûment consacré*.

Allons jusqu'au bout de notre réflexion : *l'existence d'un paradoxe agrégatif est seulement le signe certain qu'il y a effectivement un changement de signification, quand on passe de l'individuel au collectif*.

Reprenons l'exemple de l'agrégation de triangles rectangles par moyenne arithmétique des côtés correspondants, car il nous permet encore mieux de comprendre la situation. Ici, il y a quasiment toujours apparition d'un paradoxe de Quetelet. Si nous nous attendons à trouver pour agrégat un simple triangle, il n'y a plus place pour le « paradoxe ». Mais peut-être que les triangles agrégés, bien qu'en général non rectangles, ne sont cependant pas tout à fait quelconques : le problème est alors de serrer *au plus près* cette classe particulière de scrutin, voire de trouver une définition particulièrement simple de celle-ci. Mais il se pourrait aussi, cas autrement plus préoccupant alors que celui de l'ex-paradoxe de Quetelet, que les trois côtés moyens aient des longueurs ne correspondant à aucun triangle possible (cela n'est évidemment pas le cas pour une agrégation par moyenne).

Ces remarques, très imparfaites, suffisent cependant à formuler le vrai problème : étant donné un certain mode d'agrégation  $f$ , portant sur un ensemble  $E$  de  $n$ -uples d'objets à agréger, quelle est la nature exacte de l'agrégat obtenu ?

Il apparaît alors que la démarche arrowienne qui conduit au Théorème d'impossibilité est peu appropriée pour résoudre le vrai problème, car elle empêche l'étude analytique des scrutins démocratiques. Par contre, le schéma de Borda-Condorcet que nous avons développé *in* [1] se prête infiniment mieux à ce genre d'analyse. La nouvelle conclusion que nous tirons de l'étude effectuée alors par nous est celle-ci : les conditions nécessaires et suffisantes d'agrégation cohérente qui y sont présentées indiquent, *par type de problème, quelle est la nature des procédures d'agrégation qui sont conservatives du genre commun à tous les objets individuels soumis à l'agrégation*. On notera que nous disons « genre commun » et non pas « signification ».

Nous pouvons maintenant réinterpréter le Théorème d'impossibilité d'Arrow, en lui redonnant son appellation d'origine (General Possibility Theorem), comme suit, — et ce n'est plus un artifice rhétorique, *maintenant : le genre commun des objets individuels étant du type préordre total, les seuls modes de scrutin démocratiques au sens d'Arrow, qui sont conservatifs du préordre total sont ceux qui, ou bien comportent un dictateur (au sens d'Arrow), ou bien sont imposés (toujours au sens d'Arrow), — et ceux-là seulement*. Ajoutons : *tous les autres scrutins de la classe définie par Arrow impliquent nécessairement un changement de nature des objets donnés*. Le vrai problème est bien celui-ci : *tirer les conclusions qui*

*s'imposent alors.* Par exemple celle-ci, en forme de boutade : veut-on une démocratie véritable mais non anthropomorphique ou bien une démocratie anthropomorphique mais dictatoriale ou « théocratique » ?

**OBJET DE LA THÉORIE DE L'AGRÉGATION :** Étant maintenant affranchis de la lourde tutelle des paradoxes agrégatifs et des théorèmes d'impossibilité qui les accompagnent, nous sommes plus au clair quant à l'objet central de la théorie de l'agrégation : *La théorie de l'agrégation se propose l'étude générale des glissements sémantiques qui accompagnent les agrégations, pour en tirer les conséquences et pour situer les véritables problèmes.* Une des conséquences, et non la moindre, est la nécessité de réorganiser le discours au niveau collectif, discours primitivement conçu au niveau individuel.

Se trouve ainsi justifié le titre général de cette étude : « la fin du paradoxe de Condorcet » (et du théorème d'impossibilité d'Arrow), puisque maintenant, si paradoxe il y a, ce n'est plus que la signature un peu appuyée d'une rupture sémantique, qui est la règle générale plutôt que l'exception.

Puisqu'il n'est plus besoin d'isoler un paradoxe pour prendre conscience du phénomène d'agrégation, la réponse à la question liminaire : où la comptabilité nationale ou la statistique sont-elles concernées par la théorie de l'agrégation? — est évidente : *partout*, puisque le but, précisément, est d'agréger. A la question : comment? — la réponse est : c'est à chaque fois un cas d'espèce, où ce qui est en jeu est précisément de déterminer le vrai problème qu'on cherche à résoudre et dans quels buts. *Et un problème d'agrégation peut en cacher d'autres.*

Enfin, puisque l'agrégation implique toujours, ou presque, un changement sémantique, quant on passe du niveau individuel au niveau collectif, il devient de plus en plus manifeste que le statisticien, le comptable national, créateurs de langage, de langage pour telle ou telle communauté sémantique, peuvent difficilement se retrancher derrière une neutralité méthodologique illusoire : pour déterminer convenablement le problème, il faut prendre tel ou tel parti pris théorique.

## 5

### LES EFFETS DE TAILLE ET LA NOTION DE NIVEAU D'AGRÉGATION

Nous venons de poser la thèse, selon laquelle toute agrégation s'accompagne *toujours* d'une altération des significations. Il importe de justifier davantage une thèse à l'évidence importante, puisqu'elle implique une certaine opacité sémantique entre les niveaux d'agrégation, ce qui ne peut laisser indifférent le planificateur, par exemple.

Une première raison à cette opacité est l'extrême fréquence et la variété des paradoxes agrégatifs : on ne peut donc espérer trouver une procédure d'agrégation unique, qui serait la panacée à cet égard. Dans ce chapitre, nous nous proposons d'examiner les effets agrégatifs du nombre, rejoignant ainsi l'intuition commune, pour laquelle l'agrégat, c'est « beaucoup ». Cet examen mettra à jour une deuxième raison à l'opacité sémantique : les niveaux d'agrégation concrets (ils sont purement formels, quand étant donnée une fonction quelconque, on appelle niveau individuel l'ensemble des arguments et niveau collectif l'ensemble des valeurs), — ces niveaux se constituent indépendamment et antérieurement à la mise en œuvre de fonctions d'agrégation particulières, et les causes de formation induisent des sémantiques spécifiques.

**LE PARADOXE DU SORITE (PARADOXE D'EUBULIDE) :** Un grain, deux grains, ... ne font pas un tas de blé; combien de grains faut-il pour avoir un tas? [29]. La réponse est évidente : à partir du *moment* où cela n'a plus de sens de *compter* les grains et où il devient nécessaire de les *peser*. Ici nul paradoxe agrégatif, aucune référence à quelque « fonction d'agrégation » que ce soit, mais un

changement radical de contexte et de sémantique : de nouveaux concepts surgissent, d'autres disparaissent ou voient leur signification gauchir. Ainsi le nombre : d'abord une entité dénombrante purement mathématique; puis une grandeur physique, mesurable (donc avec une précision donnée), — le « nombre » des grains du tas.

**UN EXEMPLE, LE TOUR DE TABLE :** La théorie de l'agrégation étant fortement conditionnée par les problèmes de signification, nous allons considérer le modèle de communication simple suivant, le « tour de table ». Un certain nombre  $n$  de personnes sont réunies et dialoguent ainsi : pendant que deux parlent, pendant deux minutes en moyenne par exemple, les autres écoutent. Le tour de table est constitué de tous les dialogues possibles, deux à deux. Sa durée, en minutes, est égale au produit  $n(n - 1)$ . Avec une dizaine de personnes, le tour de table nécessite déjà deux heures, durée raisonnable pour une réunion de ce type qui soit efficace; puis, très rapidement, la durée atteint plusieurs heures, plusieurs jours, plusieurs mois, puis des années, des siècles, ... Bref, au-delà de dix, douze personnes la durée, le « coût » du tour de table devient vite prohibitif, sinon surréaliste. Donc, passé ce seuil de la dizaine, la communication dans le groupe doit nécessairement changer de forme, si l'on veut qu'elle reste « efficace ».

On peut facilement généraliser : à chaque modèle est attaché un « coût » (en temps et/ou en argent et/ou...) qui est fonction de la taille  $n$  du groupe. Certes, la frontière qui sépare un « coût » admissible d'un coût certainement « inadmissible » est plus ou moins floue. Mais si le coût croît très vite avec l'effectif, il se peut que pour  $n$  personnes ce coût soit très supportable, alors que pour  $n + 1$ , il ne le soit plus du tout. D'où un seuil, qui peut être très marqué, caractérisant la structure du groupe [30].

On peut d'ores et déjà retenir ceci, qu'à chaque changement de seuil, une structure de groupe (ici, d'information) devra se substituer à une autre, et cela nécessairement.

Cela est clair, mais ce qui ne vient peut-être pas tout de suite à l'esprit, c'est que si l'on veut rendre compte de l'activité d'un groupe d'une taille donnée, on ne peut poser *a priori* n'importe quel modèle explicatif du groupe. Nous retrouvons ici la remarque faite par Borda à propos de la méthode des élections particulières, dont, comme nous l'avons noté, il ne semble pas qu'on ait tenu beaucoup compte jusqu'ici, en matière d'agrégation.

Aussi, le Théorème d'Arrow, quoiqu'exact en sa forme, tombe certainement à côté du problème réel posé, quand l'échelle de préférence embrasse un grand nombre d'états à comparer. Dans ce cas, non seulement la réponse négative est non pertinente, mais à supposer qu'elle eût été affirmative, le mode de scrutin idéal alors déterminé nous aurait conduits à une perception erronée, pire : gratuite, — de la signification de la décision collective qu'on aurait ainsi obtenue. La grande erreur serait de discourir d'un monde imaginaire; et elle serait aggravée si, en outre, le discours véhiculait une contradiction logique, puisqu'avec un tel discours on pourrait affirmer n'importe quoi.

**LA COMMUNICATION DANS LES GRANDS GROUPES :** Donc le tour de table est un mode de communication qui ne convient certainement pas aux populations nombreuses. Et il est acquis que, passé un certain *seuil*, la structure de groupe — ici un certain mode de communication — doit nécessairement changer. Ainsi, fait remarquable, la nature d'un agrégat (le groupe) change avec le nombre, non pour des raisons logiques (Condorcet) ou mathématiques (Quetelet), mais pour des raisons de *coût*.

Poursuivons l'analyse de la communication, dans les grands groupes. On peut envisager de hiérarchiser cette communication, avec pour corollaire une information ascendante de plus en plus agrégée, de façon à rester intelligible [30]. En effet, supposons une hiérarchie de « tours de table » déléguant un de ses membres à un « tour de table » de niveau hiérarchique supérieur : le délégué devra donc résumer la discussion du tour de table qu'il représente, de lui-même, ou bien simplement

transmettre les conclusions de cette discussion où l'on aurait précisément élaboré ce qui doit être communiqué à l'instance supérieure. Or la synthèse implique un nouveau type de discours. Bref, le nombre, avec ou sans paradoxe, induit naturellement des niveaux de signification agrégée, *de plus en plus agrégée* [31].

Il devient donc évident que l'effet du nombre possède une dimension organisationnelle et une dimension sémantique certaines, ce que laissait bien voir ce que nous avons déjà dit du paradoxe d'Eubulide. Mais il apparaît encore autre chose : au-delà d'un certain seuil, le principe égalitaire (dans la communication du tour de table : n'importe qui communique librement avec n'importe quel autre), — le principe égalitaire ne peut plus être conservé, puisque la communication va se segmenter en se hiérarchisant.

Une autre façon d'interroger les populations nombreuses : recensements, référendums, — retrouve le même problème, celui de la signification agrégée. Avec *le danger de l'homonymie* : le concepteur de questionnaires peut croire que le même mot garde la même signification pour lui et pour le questionné. A propos de conscience collective, Durkheim écrivait : « *Car il n'y a guère que des choses générales qui puissent être communes à tous ces milieux divers. Ce n'est plus tel animal, mais telle espèce; telle source, mais les sources; telle forêt, mais la forêt in abstracto* » [32], p. 272. A-t-on cependant conservation du principe égalitaire? Certainement pas, puisque certains vont définir et imposer aux autres un langage nécessairement agrégé. Comment cela peut-il se faire convenablement? C'est bien là un des aspects fondamentaux du problème d'agrégation, celui où il est particulièrement manifeste qu'un problème d'agrégation peut en cacher un autre, comme nous l'avons déjà remarqué.

Résumons l'essentiel de ce chapitre. Le nombre, à lui seul, fait apparaître naturellement différents niveaux d'agrégation qui s'organisent de telles ou telles manières (et toutes ne sont pas également possibles), compte tenu de certaines finalités proposées et du coût d'exécution (lequel est fonction du nombre). Corrélativement, la sémantique d'un niveau d'agrégation donné se trouve être déterminée par l'activité du niveau considéré, plus ou moins indépendamment des autres niveaux, d'où une raison d'opacité sémantique naturelle : le paradoxe d'Eubulide est particulièrement instructif à cet égard. S'agissant enfin de la transmission d'informations d'un niveau à un autre, se pose le problème d'agrégation proprement dit (constituer des agrégats qui vont ensuite être intégrés dans le discours du niveau d'agrégation supérieur) : bien que cette formation d'agrégats soit certainement tributaire de la sémantique « individuelle », il subsiste visiblement des degrés de liberté dans le choix de la ou les fonctions d'agrégation pertinentes, eu égard aux problèmes à résoudre. Il faut donc concilier plusieurs contraintes, savoir deux sémantiques *a priori* plus ou moins autonomes et un choix de procédures d'agrégation appropriées. La plus ou moins grande opacité sémantique entre les deux niveaux dépendra donc du degré de réussite dans cette œuvre de conciliation (collective, ce qui complique les choses) : d'où une troisième raison d'opacité possible, que nous tenterons de formaliser dans le chapitre suivant.

## 6

### AGRÉGATION : L'ASPECT SÉMANTIQUE

Le problème sémantique est donc au cœur de la théorie de l'agrégation. Et on peut le poser de différentes manières. En effet, ce qui précède suggère tantôt la continuité du phénomène sémantique accompagnant des agrégations successives, cela au travers d'un « glissement sémantique » insidieux (penser au paradoxe du sorite), tantôt la rupture et la discontinuité (idée de seuil, par exemple). On peut donc s'intéresser à la continuité et privilégier, par exemple, les moyens de conserver la

« signification », dans l'agrégation. Ou bien encore, on peut mettre l'accent sur la rupture et considérer plus ou moins que les niveaux d'agrégation successifs sont en quelque sorte *autonomes et opaques les uns aux autres*.

C'est plutôt cette dernière éventualité que nous examinerons, en considérant chaque niveau d'agrégation comme un monde sémantique clos. C'est-à-dire que nous avons aussi à nous poser le problème de l'agrégation sémantique : *comment une signification commune se dégage-t-elle d'une somme de significations particulières?* Une question du même genre se trouve déjà posée quand Ferdinand de Saussure distingue, dans le langage, la langue de la parole. Mais on connaît cette autre distinction faite par Saussure, celle du signifiant et du signifié. C'est donc dans le plan des signifiés, le plan sémantique que nous commencerons à poser le problème de l'agrégation [33].

**POUR UNE SÉMANTIQUE RATIONNELLE :** Nous avons déjà abordé le problème sémantique, il y a quelques années déjà, à propos notamment de la notion de consensus (c'est aussi un « résumé ») [34]. Nous reprendrons les idées exprimées alors, en les précisant sur certains points.

La première idée est qu'on ne peut étudier le sens qu'en présence d'un signifiant, quelle qu'en soit la nature : l'objet de signification. Étant donnés des objets de signification, des textes (des tableaux, des graphiques, etc.), par exemple, nous pouvons supposer que la signification d'un texte A est donnée par un texte B, dont c'est là une traduction, traduction qu'on peut matérialiser par une flèche allant de A à B. Si C est un autre texte, considéré comme une traduction de B, on peut, en composant les deux flèches (comme on compose les applications d'ensembles), obtenir la flèche résultante qui fait de C une traduction de A. Telle est donc l'idée de départ.

A partir de là, moyennant telles ou telles hypothèses, on peut constituer diverses algèbres de flèches, c'est-à-dire des « traductions » ou, plus généralement des « significations ». Un jeu d'hypothèses donne donc une certaine algèbre sémantique possédant des propriétés déterminées [35].

Nous disposons ainsi d'algèbres sémantiques dont nous pouvons étudier les propriétés. Ainsi, et c'est la seconde idée, nous avons accès à une sémantique rationnelle, d'une part d'un point de vue technique (penser à « mécanique rationnelle ») et, d'autre part surtout, parce que la signification n'est intelligible (et, ici, il n'y a de signification que si elle commence à être intelligible) que parce que les significations particulières constituent une certaine algèbre.

*Un exemple d'application : Sémantique d'une base de données.* Une base de données peut être vue comme un ensemble de « fichiers » (les objets de signification), auxquels sont associées diverses « fonctions d'accès » (c'est-à-dire des correspondances au sens mathématique du terme — cf. Bourbaki; ce sont évidemment les flèches). On notera que la nature de cette algèbre est concrètement fonction de l'implémentation effective (si elle existe) d'une certaine loi de composition entre ces correspondances.

**L'AGRÉGATION SÉMANTIQUE, UNE OPÉRATION DE NORMALISATION :** Soit une classe donnée d'objets de signification A, B, C... Chaque individu mis en présence de cette classe va mettre en relation tout ou partie de ces objets à l'aide de flèches qu'il établira pour son propre compte. Par exemple, consultant un dictionnaire, pour l'entrée A, il lira la définition B venant en regard et constituera une certaine traduction de A dans B. Nous dirons, par abus de langage, que l'individu s'est constitué un idiolecte, qui est la classe de toutes les flèches ainsi établies par lui. Il est évident qu'une signification élémentaire (une flèche isolée) ne prend tout son sens, pour l'individu, que considérée comme partie du tout de l'idiolecte. Cette signification sera d'autant plus rationnelle que l'algèbre ainsi constituée sera plus fortement structurée, plus « rationnelle ».

Dès que nous avons affaire à une communauté d'individus mis en présence de notre classe d'objets de signification, se pose le problème de l'agrégation sémantique, savoir comment une langue commune peut s'établir à partir de la masse des idiolectes composants (langue étant, là aussi, prise

dans un sens non technique)? Le mécanisme de l'agrégation sémantique peut se concevoir à partir de cette troisième idée, directement inspirée de Bachelard : « *Tout membre de la cité mathématicienne sait bien qu'il y a des gens avec lesquels on ne discute pas* » [36], p. 25. C'est-à-dire que la langue commune s'obtiendra par un mécanisme de sélection, par élimination de flèches parasites (jugées comme telles), les individus devant se soumettre ou se démettre. Et adjonction de nouvelles, nécessaires pour parfaire la structure sémantique. Bref, l'agrégation est ici *normalisation*.

A nos yeux, donc, l'agrégation sémantique est sélection. Son mécanisme rappelle aussi bien celui du contrat social que la notion de « science normale » au sens de Kuhn. Ici, la théorie de l'agrégation apparaît plutôt comme étude du singulier et de l'universel et également, si on s'intéresse à l'équilibre et à la cohésion de la sous-communauté authentiquement porteuse de la langue commune, comme étude du tout et de la partie. L'aspect « passage de l'individuel au collectif » s'estompe maintenant, car la problématique n'est plus celle qui s'énonce : « trouver une fonction d'agrégation qui... ». En effet, ici, nous avons deux phénomènes sociologique et épistémologique qui vont de pair : constitution de la langue commune et simultanément décantation de la communauté sémantique initiale par élimination des individus exclus de la communauté rationnelle en voie de formation.

**OPACITÉ SÉMANTIQUE ET AGRÉGATION :** Nous allons revenir sur la troisième raison de l'opacité sémantique entre niveaux d'agrégation différents, exprimée cette fois-ci d'une manière plus formelle, mais sans s'exagérer le degré de rigueur d'une formalisation encore prématurée.

Car le schéma sémantique esquissé ici reste de l'ordre d'un paradigme explicatif, donné à titre seulement heuristique. En effet, et par exemple, la notion de « traduction » (flèche) reste inanalysée dans notre schéma; c'est manifestement une notion complexe : en particulier, on se gardera de l'identifier à la relation de synonymie, sans autre forme de procès, ne fût-ce que parce que deux objets peuvent être isomorphes de diverses façons, simultanément, quand ils le sont, et parce qu'il peut y avoir des formes plus faibles d'« isomorphisme » (le « bimorphisme », par exemple).

Cependant, si rudimentaire soit-il, le schéma permet déjà de clarifier l'énoncé de nombreux problèmes. C'est ainsi qu'il apparaît que, quelle que soit la définition qu'on entend donner de certains termes tels que « sens », « signification », etc., la définition sera toujours relative à une algèbre sémantique donnée. Il permet également de mieux sentir la différence entre une « traduction intralinguale (la flèche dans une algèbre sémantique S) et une traduction interlinguale d'une algèbre S dans une autre S'. Cette seconde espèce de traduction est ce qu'on appelle une correspondance fonctorielle mettant en correspondance les objets de S et de S', d'une part, et leurs flèches, d'autre part. La notion de traduction (interlinguale) « fidèle » se traduit par la notion d'homomorphisme fonctoriel, dont le foncteur d'une catégorie S dans une autre S' est un exemple particulièrement intéressant.

Venons en au vif du sujet. Étant données deux algèbres sémantiques, l'ensemble des homomorphismes fonctoriels *possibles* est *ipso facto* déterminé. C'est déjà une première contrainte qui rend possible une certaine opacité sémantique entre deux niveaux d'agrégation donnés, c'est-à-dire, ici, entre les algèbres sémantiques qui leur sont respectivement associées. Voyons une seconde contrainte qui va s'ajouter à la première.

Une agrégation est une correspondance entre objets des algèbres S et S'; par exemple, à l'objet « revenu individuel » de S l'agrégation fera correspondre l'objet « revenu national » de S', sans préjuger de la correspondance entre les flèches de S et de S'. Si donc on se fixe des procédures d'agrégation, on réduit d'autant la possibilité de trouver une traduction « fidèle » de S dans S', parmi toutes celles possibles *a priori*, dans la mesure où cette traduction sera déjà déterminée plus ou moins, pour ce qui concerne la correspondance entre les objets qu'elle doit établir, concurremment à celle qu'elle doit assurer entre les flèches. D'où un facteur d'opacité sémantique potentiel accru. Tout cela dit fort brièvement.

Ce qui conforte d'autant la thèse d'une opacité sémantique naturelle entre niveaux d'agrégation différents.

## 7

### LE PROBLÈME DE LA SIGNIFICATION DES AGRÉGATS

La comptabilité nationale a l'avantage, si l'on ose dire, de présenter spontanément une grande variété de problèmes agrégatifs, sans perception particulière ni de leur spécificité, ni de leur possible unification problématique. De ces problèmes, nous en retiendrons deux, celui de la signification du produit national et celui de la cohérence des comptes nationaux.

Commençons par le premier, retenu sinon parce qu'il serait le plus simple, du moins comme étant le plus immédiat, quant au problème agrégatif : en effet, avec cette question particulière, on rejoint sans heurt ce qui, jusqu'ici, semblait être le seul point de contact entre la comptabilité nationale et la théorie classique avec son incontournable théorème d'Arrow; en outre, et surtout, c'est le problème de la signification de tous les agrégats de la comptabilité nationale qui se trouve ainsi posé.

**LA MESURE DU BIEN-ÊTRE NATIONAL :** Peut-on mesurer le bien-être national à l'aide d'un indicateur numérique unique, tel qu'un produit national (éventuellement corrigé)? [37]. Pour résoudre ce problème, on peut admettre cette définition-ci du bien-être national (et autres notions similaires) : chaque individu établit sa propre échelle de préférence sur l'ensemble des états économiques et il s'agit d'agrèger « démocratiquement » toutes ces échelles. Si l'échelle de préférence est de l'espèce préordre total, on tombe aussitôt sur le *non possumus* du Théorème d'Arrow. La conclusion est alors nette : si le bien-être national est ainsi entendu, un discours qui en fera usage, en ignorant délibérément le Théorème d'Arrow, sera logiquement contradictoire dès le départ.

Comme ici on n'a aucune contrainte de choix collectif, on peut considérer des échelles de préférence qui soient autres que des préordres totaux. On peut également envisager des agrégats ayant une signification qui fasse appel, dans sa définition, à des relations logiques qui ne soient plus de l'espèce « préférence » (une nomenclature, par exemple, est une relation d'équivalence). Tous ces problèmes, ainsi formulés, débouchent en général sur des théorèmes d'impossibilité variés [38] : par conséquent, ce qui va être dit pourrait être redit à propos de n'importe quel agrégat des comptes nationaux.

**SORTIR DES IMPASSES :** Nous avons vu que la manière classique de poser le problème du bien-être national (et celui de la signification des agrégats, en général) débouchait sur le Théorème d'Arrow et autres variantes. On a essayé de forcer ou de contourner cet obstacle de plusieurs façons : en affirmant que, le marché concurrentiel agrégeant sans heurt et convenablement les préférences des consommateurs, le produit national (convenablement corrigé) donnait un reflet fidèle du bien-être collectif, à condition que les prix qui y figurent soient ceux du marché. On a également soutenu que la « Social Welfare Function » de Samuelson-Bergson répondait au problème et n'était absolument pas concernée par les conditions posées par Arrow dans *Social Choice*. Enfin, on a cherché à affaiblir les conditions à la base du Théorème d'Arrow, notamment en faisant sauter la condition IIA (Independence of Irrelevant Alternatives), ce qui ouvrait la possibilité d'utiliser des scrutins du type de celui de Borda; mais cela, semble-t-il, sans grand succès (avec apparition de tous nouveaux problèmes, comme on l'a déjà vu, à propos des votes stratégiques, au § 2.

Nous allons revenir sur certains des points qui viennent d'être évoqués, pour essayer d'en tirer quelques enseignements. Mais concluons sur ces efforts de contournement du Théorème d'Arrow, en montrant que les vrais problèmes se situent sur un tout autre plan.

Tout d'abord, et en tout état de cause, le Théorème n'implique nullement une impossibilité d'agrèger mais seulement ceci : une agrégation de type majoritaire entraîne toujours un changement de signification, quand on passe d'un niveau à l'autre, hormis quelques cas-limites dont celui du scrutin dictatorial. Il est donc plus opportun d'envisager le changement de signification et d'en tirer les conclusions qui s'imposent, plutôt que de rechercher, s'il existe, le scrutin qui conservera la signification.

Cela sans considération aucune pour la taille de l'électorat, ou pour sa nature, ou pour le nombre de questions particulières soumises à l'agrégation. Or, si le nombre de questions est élevé, le scrutin envisagé par Arrow est irréaliste. Et si le nombre d'électeurs est grand, un même mot aura automatiquement une signification agrégée différente de celle que peut en avoir un individu particulier, sauf à considérer un électorat particulier homogène, un électorat de personnes averties (des experts, par exemple), ce qui nous ramène tout droit au problème général de l'agrégation sémantique, dont nous avons parlé plus haut.

Tout cela pour dire que le domaine d'application du Théorème d'Arrow est très limité.

**L'AGRÉGATION DES PRÉFÉRENCES PAR LE MARCHÉ :** Si est vraie l'affirmation que l'agrégation par le marché réalise parfaitement l'agrégation des préférences des consommateurs et que de ce fait le produit national mesure fidèlement le bien-être national, il est clair que, ou bien le Théorème d'Arrow est faux (ce que, depuis 1963, personne ne prétend), ou bien, c'est que l'on ne parle pas des mêmes choses.

Or, il est évident qu'il s'agit de choses différentes. L'agrégation par le marché ne nous donne pas une échelle de préférence collective, mais un prix. A partir de là, c'est-à-dire quand on passe directement au produit national, le problème reste entier. Mais ce n'est pas ce qui nous intéresse ici.

Ce qui nous intéressera plutôt, c'est que sur un an et pour tout le pays, par exemple, il y aura le plus souvent multiplicité des prix pour un bien ou un service donné. Les prix que calculera le statisticien, ceux qu'utilisera le comptable national dans ses comptes ou bien ceux qu'il en déduira seront des prix déjà agrégés. Nous n'insisterons pas davantage sur ces questions, puisque nous avons commencé à les examiner *in* [39]. Disons seulement que l'agrégation par le marché, loin d'être un problème simple, est complexe dans sa compréhension, à commencer par la formulation exacte du problème qu'on se propose de résoudre. En particulier, il faut souligner que la notion de valeur, loin d'être monolithique, change insidieusement de nature, au fur et à mesure qu'on s'élève dans l'échelle des niveaux d'agrégation.

**LA FONCTION DE BIEN-ÊTRE NATIONAL DE BERGSON-SAMUELSON :** Bergson et Samuelson ont affirmé que leur Social Welfare Function n'était pas concernée par les conditions à la base du Théorème d'Arrow et, par voie de conséquence, que l'impossibilité n'était pas opposable à cette fonction. On trouvera l'origine de la notion de Fonction de Bergson in [40]. L'essentiel de l'argument, selon Little, est le suivant [41] : certaines normes arrowiennes ont cette particularité que, lorsque changent les préférences individuelles, les changements corrélatifs des préférences collectives sont rigoureusement déterminés. Or, rien n'impose un tel lien rigide entre les évolutions individuelles et la variation collective; à chaque époque, le problème du bien-être national est posé de façon autonome, à chaque fois de façon originale. Bref, la grande différence serait celle-ci : la fonction d'Arrow est une fonction donnée *a priori*, avec des propriétés explicites bien précises, alors que celle de Bergson est une fonction au sens de Dirichlet, c'est-à-dire une correspondance définie par l'ensemble de tous les couples arguments/résultat (c'est-à-dire un graphe).

S'il en est bien ainsi, l'argument de Bergson-Samuelson est contestable à notre sentiment. Certes, la fonction de Bergson n'est pas du type arrowien; et, par sa définition même et en admettant qu'à chaque époque elle donne bien le bien-être national correspondant, elle échappe effectivement à tout

paradoxe agrégatif. Mais c'est tout ce qu'on peut dire d'utile. En particulier, il y a peu de chance pour qu'on sache donner une formulation mathématique qui permette d'en préciser les propriétés, de par la généralité de la forme de cette fonction. Et, même si cela était, il y aurait encore moins de chance que cette fonction soit calculable (au sens de la fameuse thèse de Church) [42].

Si nous avons accordé une telle place à cette question particulière, c'est qu'un problème tout à fait analogue se rencontre en comptabilité nationale. On sait en effet que les données d'entrée étant déterminées, celles-ci ne vérifient jamais les équations caractéristiques de la comptabilité nationale (voir, plus loin, le § 8). Il faut donc *ajuster* pour que les comptes nationaux soient équilibrés. Deux voies s'offrent alors : soit définir *a priori* la méthode d'arbitrage (de réconciliation des données ou d'ajustement). L'ajustement est alors un algorithme connu une fois pour toutes [43].

Ou bien, arbitrer chaque année, c'est-à-dire pour chaque cas d'espèce. Certainement, la donnée d'un nombre fini de points ne suffit pas en général pour déterminer entièrement une fonction, mais *sub specie aeternitatis*, on peut dire qu'il existe bien une fonction d'ajustement à la Dirichlet, rigoureusement déterminée. Ce que nous avons dit de la fonction de Bergson-Samuelson reste également valable ici.

Ajoutons, pour en finir avec cette dernière fonction, que, toujours *sub specie aeternitatis*, l'évolution de la préférence collective apparaît comme parfaitement déterminée par celle des préférences individuelles. La seule différence d'avec le cas Arrow, c'est qu'on ne sait absolument pas comment. Mais peut-être que le bonheur est toujours inséparable d'un certain flou artistique.

## 8

### QUELLE COHÉRENCE POUR LA COMPTABILITÉ NATIONALE?

Le problème de l'ajustement nous conduit naturellement au second point que nous nous sommes proposé d'examiner, celui de la cohérence des comptes nationaux. Le problème d'agrégation que pose la cohérence est évidemment central, parce que l'agrégation est ici complexe, car mettant en jeu une pluralité d'agrégats reliés les uns aux autres et débouchant sur le paradoxe essentiel de la comptabilité nationale : *la comptabilité nationale n'est pas une comptabilité*.

**LE CONCEPT DE COMPTABILITÉ NATIONALE :** La comptabilité à partie double est le paradigme de la comptabilité nationale, paradigme étant pris ici au sens de Kuhn [44], d'où il ne s'ensuit nullement que le concept de comptabilité nationale soit monolithique [45]. En fait, nos comptes nationaux actuels résultent de deux courants de pensée bien distincts. Le premier envisage les comptes nationaux comme la somme des comptes ordinaires individuels (citons au hasard Quesnay, Foville, Lénine,...). Le second part de la notion *économique* de flux et conçoit les comptes nationaux comme une comptabilité à partie double des flux d'une économie pour une période donnée [46].

Dans l'optique des comptes nationaux comme somme des comptabilités particulières, l'égalité entre les recettes et les dépenses (*lato sensu*), pour un agent donné, découle directement de la règle de la double écriture. Dans celle des comptes nationaux comme comptabilité de flux, découle l'égalité des ressources et des emplois, par type d'opération économique. Mais il est clair que ces deux approches sont duales et, surtout, *irréductibles* : si l'on met l'accent sur les comptabilités particulières, ce sont les flux qui s'accordent de plus en plus mal; si, cette fois-ci, on met l'accent sur les flux, ce sont les égalités de la partie double par agent qui éclatent. C'est dire qu'on a littéralement une sorte de relation d'incertitude à la Heisenberg (laquelle, soulignons-le s'appuie sur des considérations de théorie *métrologique*). Nous n'insisterons pas davantage sur cette évidence, puisque nous en avons parlé de

diverses manières dans de nombreux écrits dont le récent [47]. Bref, les équations constitutives de la cohérence de la comptabilité nationale, dites parfois bien à tort « identités comptables », ne peuvent être vérifiées simultanément. Il s'ensuit que la prétendue cohérence des comptes nationaux est seulement *postulée*. Cette cohérence n'est donc que *relative*, — ajoutons : *spécifique d'un niveau d'agrégation donné*.

**LE PARADOXE CENTRAL DE LA COMPTABILITÉ NATIONALE** : Dans tout cela, le problème de l'agrégation se présente dans toute son ampleur et sa complexité. Prenons nos raisons de loin et donnons une illustration fort instructive, tirée de la Gestalttheorie. Dans les temps héroïques, les pionniers de la comptabilité nationale, fascinés par l'image qu'ils brossaient de l'économie nationale, écrivaient quelquefois qu'ils se sentaient par moment pareils à des artistes, dans leur pratique. Aujourd'hui, aucun comptable national n'oserait s'exprimer ainsi. Pourtant, considérons la classique dualité de la figure et du fond : la signification du tableau est concentrée dans la figure, et le fond reste plutôt indistinct, insignifiant. Or, le peintre habile, s'appuyant sur l'indifférence des fonds possibles, en extrait un parmi plusieurs, qui vient renforcer la signification de la figure centrale et par-là devient significatif à son tour. C'est dire que la comptabilité nationale n'est certainement pas un simple cliché de l'économie, comme on le prétend parfois, mais constitue bel et bien un « tableau » de celle-ci.

La cohérence comptable des comptes nationaux pose donc un problème d'agrégation authentique (et complexe), puisque on peut parler à son sujet de « Paradoxe central de la cohérence comptable ». Ce paradoxe, à certains égards ressemble à celui de Quetelet, puisque une cohérence comptable élémentaire (supposée) ne se conserve pas par addition.

Nous venons de parler d'« addition » : apparaît ainsi une spécificité problématique des comptes nationaux, puisqu'à l'inverse de ce qui se passe dans les problèmes arrowiens, le mode d'agrégation est donné une fois pour toutes (en théorie, car le facteur « ajustement » brouille cette vision simple et réconfortante des choses), — c'est l'addition. Le mode d'agrégation, étant une donnée, n'a donc pas à être remis en question par le comptable national. Il faut bien plutôt identifier les différents niveaux d'agrégation, pour en étudier les sémantiques spécifiques et les articulations entre celles-ci. Ces articulations, n'étant pas additives du fait de l'incontournable ajustement, sont évidemment complexes. Aussi, chaque niveau (le secteur, la région, le trimestre,...) constitue un univers sémantique clos, plus ou moins opaque aux autres.

L'analyse du phénomène agrégatif gagne en profondeur. Dans la formule : « passage de l'individuel au collectif », — ce qui fait question, c'est la nature exacte de l'individuel, quand on désagrège. On voit alors que l'« individu » ne dérive pas toujours de l'observation directe mais bien plutôt de l'idée qu'on se fait *a priori* du résultat de l'agrégation, du résultat d'ensemble de toutes les agrégations; car l'entité qu'on est tout naturellement conduit à considérer, le *biflux* — le flux et sa contrepartie — est visiblement une construction théorique. Faut-il en conclure que la cohérence des comptes nationaux, loin d'être le produit de l'agrégation, est bien plus facteur constitutif de celle-ci?

Examinons maintenant la fonction sémantique de l'*ajustement pur*, celui qui subsiste *nécessairement*, une fois éliminées par la pensée toutes les erreurs d'observation (*ajustement pratique*).

Le fait primordial est le paradoxe comptable : la cohérence d'ensemble des agrégats n'est qu'approximative (dans une mesure qu'il convient d'apprécier exactement, ce qui conduit à la question de la fiabilité des comptes nationaux — autre problème d'agrégation, puisque la fiabilité est entendue comme précision globale des précisions particulières des agrégats; d'où le paradoxe de la fiabilité : *la fiabilité n'augmente pas nécessairement, quand croît chacune des précisions particulières*). Une alternative s'offre alors à nous : entériner le paradoxe comptable ou le nier.

Entériner le paradoxe, c'est accepter des comptes nationaux déséquilibrés : les emplois ne sont plus égaux aux ressources, ni les recettes aux dépenses. La sémantique des agrégats se dilue et perd de sa force rationnelle.

Nier le paradoxe, c'est ajuster pour équilibrer les comptes. La négation a aussitôt pour effet de libérer des significations nouvelles, inscrites dans une sémantique rationnelle des agrégats; et, dans le même temps, elle consacre la rupture sémantique d'avec le niveau microéconomique, en brouillant de façon définitive la signification additive première de chacun des agrégats considéré en lui-même : simple addition de quantités individuelles au départ, l'agrégat devient maintenant une totalité entachée d'un facteur correctif, dû à un ajustement dont la raison est exclusivement macro-économique.

Ainsi, l'ajustement pur permet de comprendre directement et simplement ce que nous avons appelé l'opacité sémantique des niveaux d'agrégation, considérés lés uns relativement aux autres.

Le comptable national, plus que le statisticien, est créateur de langage. A première vue, l'affirmation reste banale et ne semble pouvoir déboucher que sur la seule question de la légitimité sociale d'un tel langage (avant même de s'interroger sur sa légitimité scientifique). Faut-il dépasser ces constats banals, en s'interrogeant sur la nature, l'étendue et la spécificité de ce rôle créatif du comptable national? On peut déjà remarquer que, si une bonne méthodologie est à l'évidence nécessaire, la définition méthodologique ne donne que des indications sur la signification de l'agrégat, signification au départ indéterminée, parce qu'elle se borne à expliquer comment l'agrégat se relie au niveau d'agrégation inférieur. Une définition authentique ne peut être donnée que par un dictionnaire unilingue, où l'agrégat ne se définit que par d'autres agrégats. Un des mots-clés du dictionnaire des comptes nationaux est bien certainement le mot « cohérence d'ensemble ».

## NOTES ET RÉFÉRENCES

- [1] ARKHIPOFF Oleg : *Pour une théorie générale de l'agrégation* — Journal de la Société de Statistique de Paris, tome 126, 1985 (pp. 145 à 167), Première partie, tome 127, 1986 (pp. 27 à 43), Deuxième partie.
- [2] BORDA Jean-Charles de : *Mémoire sur les élections au scrutin* — Histoire de l'Académie des Sciences de Paris pour 1781; Paris 1784 (pp. 657 à 665). La communication originale est du 16 juin 1770.
- [3] CONDORCET : *Essai sur l'application de l'analyse à la probabilité des décisions rendues à la pluralité des voix* — Imprimerie Royale, Paris 1785. L'ouvrage se compose de deux parties : un « Discours préliminaire » (publié séparément in « Condorcet », *Sur les élections et autres textes*) — Corpus des œuvres de philosophie en langue française, Fayard, Paris 1986) et de l'« Essai » proprement dit.
- [4] Pluralité signifiait majorité, ce dernier terme étant du français avant la lettre.
- [5] CONDORCET : *Esquisse d'un tableau historique des progrès de l'esprit humain* — Éditions sociales, Paris 1971.
- [6] Rappelons sur une version simplifiée ce qu'est le « Paradoxe de Condorcet » : trois électeurs ont à choisir entre trois candidats A, B, C et cela à la majorité simple, compte tenu de leurs préférences strictes (la notation  $A > B$  signifie « A est strictement préféré à B »). L'issue du scrutin est résumée dans le tableau suivant :

|                  |           | A > B? | B > C? | C > A? |
|------------------|-----------|--------|--------|--------|
| Préférences      |           |        |        |        |
| Électeur 1       | A > B > C | oui    | oui    | non    |
| Électeur 2       | B > C > A | non    | oui    | oui    |
| Électeur 3       | C > A > B | oui    | non    | oui    |
| Issue du scrutin |           | oui    | oui    | oui    |

Le paradoxe saute aux yeux : collectivement, A est strictement préféré à B, B à C, et C à A, alors qu'il serait logique d'avoir A collectivement préféré à C.

- [7] MASCART Jean : *La vie et les travaux du chevalier Jean-Charles de Borda (1733-1799); épisodes de la vie scientifique au XVIII<sup>e</sup> siècle* — Annales de l'Université de Lyon; A. Rey, Lyon et A. Picard, Paris 1919.
- [8] LAPLACE Pierre-Simon : *Œuvres* — Tome 7; Imprimerie Royale, Paris 1847 (3<sup>e</sup> éd.). La première édition date de 1812. Laplace y fait état d'un cours donné en 1795, dont l'ouvrage serait le développement.
- [9] ARROW Kenneth J. : *Social Choice and Individual Values* — Cowles Commission for Research in Economics Monograph n° 12, Wiley & Sons 1951. Une seconde édition a été publiée sous le même titre en 1963, toujours par Wiley & Sons; elle reprend intégralement le texte de 1951, avec un supplément donnant un théorème généralisant celui donné en 1951 (cela en réponse aux critiques adressées par Blau à la démonstration du théorème de 1951). Une traduction française, complétée par différentes notes, est parue en 1974, sous le titre : *Choix collectif et préférences individuelles* — Calmann-Lévy, Paris.
- [10] Le libellé exact du Théorème d'Arrow est : *General Possibility Theorem*. Une note du traducteur dans l'édition française de *Social Choice* (p. 93) regrette l'usage qui veut que ce théorème soit dit « d'impossibilité ». Sur un plan formel, le traducteur a parfaitement raison, mais les raisons avancées ne nous ont pas paru vraiment nettes. Car dans la perception actuelle et générale qu'on a du théorème, il s'agit bien d'une impossibilité (et, dans ce contexte, le libellé d'Arrow peut faire croire à un artifice rhétorique, qui serait alors plutôt maladroit. Nous reviendrons sur cette question.
- [11] BAUMOL William J. : *Note bibliographique* sur *Social Choice* 1951, in *Econometrica*, vol. 20, n° 1, janvier 1952 (pp. 110-111).
- [12] Arrow suppose cependant l'électeur rationnel dans ses choix, quelle qu'en soit la motivation.
- [13] GUILBAUD G. Th. : *Les théories de l'intérêt général et le problème logique de l'agrégation* — Économie Appliquée, tome 5, 1952, n° 4 (« L'avantage collectif », pp. 501 à 584). Le texte est repris in *Éléments de la théorie des jeux* — Monographie de recherche opérationnelle n° 9, AFIRO, Dunod, Paris 1968. A noter que Guilbaud a entrepris sa recherche dès 1948, indépendamment de celle d'Arrow, comme il nous l'a confirmé récemment, lors du Colloque « Condorcet », tenu à Paris, début juin 1988, dans le cadre de la commémoration du Bicentenaire de la Révolution française. Ce point méritait d'être souligné, car l'article de 1952 est à l'origine d'une série de recherches spécifiques à la France, se situant directement dans le prolongement direct de l'*Essai* et non pas dans la mouvance arrowienne de 1951.
- [14] LACROIX S.F. : *Traité élémentaire du calcul des probabilités* — 3<sup>e</sup> édition (la première édition est de 1816),

- cf. p. 280. En note de bas de page, Lacroix ajoute : « *il ne paraît pas qu'on ait fait cette distinction avant M. Daunou dans l'excellent Mémoire qu'il a lu en l'an X (1803), sur ce sujet, à la Classe des Sciences morales et politique de l'Institut* ». — L'ouvrage de Daunou est « *Mémoires sur les élections au scrutin* » (1803; 79 p.). Il existe à la Bibliothèque Nationale sous la cote 4° Le 476; il peut également être consulté à l'Institut. Cela pour le lecteur intéressé par ce point d'histoire de la pensée.
- [15] L'exemple de la méthode des rangs est ici instructif : la méthode, écartée par Arrow de son champ d'étude, — est considérée comme très « acceptable ». Mais elle se prête aux manipulations de vote de façon évidente. La célèbre condition IIA d'Arrow, notre condition de simplicité énoncée in [1], conditions qu'on pourrait encore baptiser de « conditions de sincérité », montrent comment le vote non sincère devient insignifiant. Mais, il semble bien que les scrutins, qui obéissent à de telles conditions, tombent presque directement dans la catégorie des « scrutins majoritaires », avec les difficultés que l'on sait.
- [16] BERTILLON Alphonse : *La théorie des moyennes en statistique* — Journal de la Société de Statistique de Paris, tome 16, 1876 (pp. 265 à 271 et pp. 286 à 308). Pour une défense de Quetelet voir Maurice Fréchet : *Réhabilitation de la notion statistique de l'homme moyen* — Université de Paris, Conférence faite au Palais de la Découverte le 15 octobre 1949 — Conférences du Palais de la découverte, Paris.
- [17] COURNOT A.A. : *Exposition de la théorie des chances et des probabilités* — Hachette, Paris 1843.
- [18] QUETELET Adolphe : *Physique sociale ou essai sur les développements des facultés de l'homme* — Bruxelles, Paris, Saint Petersburg 1869, tome 1. Le point de départ des théories de Quetelet est de 1835 : *Sur l'homme et le développement de ses facultés ou essai de physique sociale* — Bachelier, Paris (2 tomes).
- [19] LOTTIN Joseph : *Quetelet, Statisticien et Sociologue* — Alcan, Paris 1912.
- [20] TOUCHARD Jean : *Histoire des idées politiques* — tome 1 : *des origines au XVIII<sup>e</sup> siècle*; Thémis, PUF, Paris 1975 (5<sup>e</sup> édition).
- [21] VOILQUIN Jean : *Les penseurs grecs avant Socrate. De Thalès de Milet à Prodicos* — Classiques GF n° 31; Garnier-Flammarion, Paris 1964. Bien entendu les mots « majorité » et « minorité » ne figurent pas dans le texte grec : ...οἱ πολλοὶ κακοί, ὀλίγοι δὲ ἀγαθοί.
- Ce point d'exégèse recouvre un intéressant problème d'agrégation : Héraclite, l'Obscur, aurait-il voulu dire que les individus mauvais sont légions ou bien que le nombre rend collectivement mauvais? Il serait intéressant ici de mettre Rousseau au rouet : l'homme naturellement bon se corrompt; — ce qui est sûr, c'est que l'unanimité est toujours bonne, mais on peut hésiter pour la majorité! On pourrait encore ici noter le fameux Problème d'Adam Smith, où, par la magie de la main invisible, une somme d'égoïsmes particuliers se transmue en une vertu collective. En tout état de cause, il y a bien un changement de signification.
- [22] *Épître dédicatoire à Monseigneur le Comte de Devonshire in Hobbes. Le citoyen ou les fondements de la politique* — Classiques G.F. n° 385; Flammarion, Paris 1982.
- [23] Avec des nuances pour Hobbes : c'est bien l'unanimité qui fonde le « Common-Wealth by Institution ». Pour le « Common-Wealth by Acquisition », c'est encore l'unanimité, mais quelque peu contrainte, les réfractaires étant éliminés d'une manière ou d'une autre de ce commonwealth, créé par la force (*Leviathan* — Everyman's Library n° 1691; Dent, London, éd. 1976).
- [24] *Du contrat social*, Livre deuxième. Peut se poser ici la question de l'existence de la volonté générale, en tant que personne (intégrée, ajouterait peut-être Arrow). Henri Duprat, lui, parle d'une « hypostase indue », vigoureusement dénoncée par Schumpeter dans son *Capitalisme, socialisme et démocratie* (cf. Journal de la Société de Statistique de Paris, tome 94, 1954, pp. 152-153). Et il est vrai que Rousseau tient pour « indestructible » la volonté générale, une fois constituée celle-ci : si même l'homogénéité du corps social se trouble, cela n'atteint pas la volonté générale dans son être, mais en brouille seulement la perception.
- [25] Le siècle était résolument métrologique. Rappelons les travaux célèbres de Borda. Rappelons encore que le mot « métrologie » apparaît pour la première fois chez Paucton, dans l'ouvrage qu'il publia en 1780 : *Métrologie ou traité des mesures, poids et monnoies Des anciens Peuples & des Modernes*. N'oublions pas, enfin, le mouvement qui conduisit au Système métrique, auquel participèrent Borda et Condordet, entre autres.
- [26] Quelques années avant la parution du *Contrat social* (1762), paraissait à Londres, en 1757, les *Miscellaneous Tracts in Some Curious...* de Thomas Simpson, dans lequel figure le fameux traité : *An Attempt to shew the Advantage arising by Taking the Mean of a Number of Observations, in practical Astronomy* (pp. 64 à 75). Simpson y écrit ceci : « *Through the method practised by Astronomers, in order to diminish the errors arising from the imperfection of instruments and of the organs of sense, by taking the mean of several observations, is of very great utility, and almost universally followed, yet has it not, that I know of, been hitherto subjected to any kind of demonstration* ». Et c'est cette démonstration que va donner Simpson. Il est bien peu vraisemblable que Rousseau ait eu connaissance de ce travail, alors tout récent, mais les idées directrices devaient déjà être dans l'air du temps.

- [27] La combinaison de ce qu'on appelle maintenant des *comités* conduit également à la généralité des scrutins majoritaires, mais par une voie détournée et peu évidente. Voir d'article de Robert Bartoszyński : *Power Structure in Dichotomous Voting* — *Econometrica*, vol. 40, n° 6, novembre 1972 (pp. 1003 à 1019).
- [28] Le logicien envisage également et ce qu'il appelle les tautologies, et les antitautologies.
- [29] σωρός : tas. A partir de combien de grains a-t-on un tas de blé? Ce paradoxe est attribué à Eubulide de l'École de Mégare (IV<sup>e</sup> siècle avant Jésus-Christ). Voir notre : *Un, deux, trois beaucoup; ou comment l'imprécision vient aux comptables* — *Économies et Sociétés. Sciences de gestion; Cahiers de l'ISMEA, série SG, n° 6, juin 1985, tome XIX (pp. 185 à 199). Presses Universitaires de Grenoble 1985. En revenant sur le problème d'agrégation posé plus haut, en note [21], si le nombre est bon (ou mauvais), à partir de combien les ὀλίγοι deviennent-ils πολλοί? Nous touchons là une difficulté rencontrée par Rousseau.*
- [30] La fonction de coût et la notion de seuil associée peut également servir à mesurer la notion de *complexité* d'une structure. Le coût étant entendu de façon large, cela pourrait aussi aider à définir le *degré d'intelligibilité*, en termes de capacité de « mémoire » : un raisonnement, par exemple, est d'autant plus clair qu'il est contenu dans un seul état de conscience. Voir aussi notre : *L'économie nationale. Un au-delà des sciences de gestion?* — in Actes du colloque ISEOR 1985 : « Méthodologie fondamentale en gestion, l'implicite et le normatif dans les modèles » FNEGE, ISEOR 1986 (pp. 210 à 224).
- [31] L'exemple des cahiers de doléances de 1789 est ici typique : Les historiens continuent à ce jour à étudier leur « signification d'ensemble ».
- [32] Durkheim, Émile : *De la division du travail social* — Quadrige n° 84, PUF, Paris 1986 (11<sup>e</sup> édition). Pour Durkheim, la conscience collective a une existence concrète. Cette conscience collective s'oppose à l'émergence de l'individu.
- [33] SAUSSURE, Ferdinand de : *Cours de linguistique générale* — Coll. Étude et Documents Payot, Payot, Paris 1969.
- [34] ARKHIPOFF, Oleg : *Pour une analyse conceptuelle de l'économie politique ou un essai de sémantique rationnelle* — *Revue de Science Financière*, tome LXIX, n° 4, 1977 (pp. 939 à 974), Libraire Général de Droit et de Jurisprudence, Paris.
- [35] Techniquement, ce sont des algèbres non partout définies, en règle générale. L'algèbre la plus générale est la classe multiplicative (si elle était partout définie, on aurait ce que Bourbaki appelle un magma). A partir de là, on peut considérer des algèbres plus fortes : graphes multiplicatifs, catégories, etc. Voir, par exemple : Charles Ehresmann, *Catégories et structures* — Coll. Travaux et recherches mathématiques, Dunod, Paris 1965.
- [36] BACHELARD, Gaston : *Le rationalisme appliqué* — PUF, Paris 1970.
- [37] On connaît deux études célèbres sur la question : la *Measure of Economic Welfare*, de Tobin et Nordhaus (in *Economic Growth* — NBER, Columbia University Press, 1972) et le *Net National Welfare (Measuring Net National Welfare of Japan)* — NNW Measurement Committee, ECJ, Tokyo 1974). On en trouvera une analyse critique dans notre : *Peut-on mesurer le bien-être national?* — Les Collections de l'INSEE, série C, n° 41, INSEE, Paris 1976.
- [38] Pour les relations logiques conçues en termes de classement (transitivité) nous renvoyons à nos études : *Le problème de l'agrégation dans la mesure de la qualité de la vie : reformulation et généralisation du Théorème d'Arrow* — *Revue de Science Financière*, tome LXVI, 1974 (pp. 879 à 934); LGDJ, Paris. *Problems in Welfare Measurement* — *Review of Income and Wealth*, series 23, 1977 (pp. 173 à 190). Et : *Reformulation du théorème d'Arrow et généralisations* — *Annales de l'INSEE* n° 18 (pp. 3 à 44), INSEE, Paris 1975. Pour des relations logiques quelconques, voir *Peut-on mesurer le bien-être national?* déjà cité [33], et aussi : *An Introduction to the Axiomatics of Procedures of Aggregation* — *Mathematical Social Science* tome 1, 1980 (pp. 69 à 83) et [1]. L'optique adoptée dans toutes ces études est analytique et on étudie les modes de scrutin selon leurs performances à éviter le paradoxe agrégatif, c'est-à-dire, en dernière analyse, selon leur performance de conservativité de la « signification » pour un type de relation logique donné.
- [39] ARKHIPOFF, Oleg : *Valeurs, réel économique et mouvements de prix* — Communication présentée au Deuxième Colloque ACN 1986, publiée in *Nouveaux aspects de la comptabilité nationale*, Edith Archambault et Oleg Arkhipoff (éd.), Economica, Paris 1988.
- [40] BURK, Abram (Bergson) : *A Reformulation of Certain Aspects of Welfare Economics* — *The Quarterly Journal of Economics*, Vol. LII, fév. 1938, n° 2 (pp. 310 à 334).
- [41] LITTLE, I.M.D. : *Social Choice and Individual Values* — *The Journal of Political Economy*, vol. LX 1952 (pp. 422 à 432). L'analyse de Little de la Social Welfare Function Bergson-Samuelson relativement au Théorème d'Arrow est approuvée par Bergson in *On the Concept of Social Welfare* — Abram Bergson, *The Quarterly Journal of Economics*, vol. LXVIII, 1954 (pp. 233 à 252).

- [42] Voir, par exemple, Maurice Gross et André Lentin : *Notions sur les grammaires formelles* — Coll. Programmation; Gauthier Villars, Paris 1970 (2<sup>e</sup> édition). Intuitivement, une fonction est calculable si et seulement si son graphe est énumérable. Or, pour les ensembles infinis dénombrables, l'énumérabilité constitue l'exception.
- [43] Par exemple, ajuster par les moindres carrés généralisés, cf. notre *The Synthesis and the Reliability of National Accounts by Means of Electronic Data Processing*, in « *Models and Decision Making in National Economies*, edited by Janssen, Pau, Straszak, North Holland 1979. Cet article est un compte rendu d'une expérience « grandeur nature », réalisée par nous au Cameroun en 1969. Depuis, plusieurs auteurs se sont intéressés à ce problème, ici ou là. Toutes ces recherches vont dans la bonne direction. Cependant, si le choix de la « meilleure » procédure d'ajustement constitue un problème en soi, il semble qu'on n'ait toujours pas vu le problème préjudiciel, savoir l'existence nécessaire de l'ajustement *pur* et les conséquences importantes qui en découlent.
- [44] KUHN, Thomas S. : *La structure des révolutions scientifiques* — Coll. Nouvelle bibliothèque scientifique, Flammarion, Paris 1972. Voir aussi notre *De quelques paradigmes en science économique*, — communication présentée au Colloque de l'Association Charles Gide pour l'étude de la Pensée Économique (Montpellier, 1985), publié en espagnol sous le titre *Sobre algunos paradigmas de la ciencia económica* — Información Comercial Española, Revista de Economía, n° 634, junio 1986 (pp. 9 à 19), Ministerio de Economía y Hacienda, Madrid.
- [45] ARKHIPOFF Oleg : *Formalisme comptable : de la comptabilité d'entreprise à la comptabilité nationale* — Journal de la Société de statistique de Paris, tome 125, n° 3, 1984 (pp. 164 à 185).
- [46] On pourrait ici citer la théorie du circuit de Quesnay, la balance dite de Gotha de Karl Marx (*Critique des programmes de Gotha et d'Erfurt* — Éditions sociales, Paris 1972).
- [47] ARKHIPOFF, Oleg : *La qualité de l'information et sa précision* — in « *Qualité des informations scientifiques en Gestion* » — Colloque ISEOR 1986, Fondation Nationale pour l'Enseignement de la Gestion des Entreprises (FNEGE), Paris, et Institut de Socio-Economie des Entreprises et Organisations, Lyon 1986 (pp. 46 à 67).