

La loi de la métropolisation et la notion de système urbain.

François MORICONI-EBRARD
CNRS / Université d'Avignon

La "loi de la métropolisation" a été mise au jour dans l'un de nos précédents ouvrages (Moriconi-Ebrard, 1994), puis nous avons tenté d'en modéliser la genèse sur un plan théorique dans un article publié dans le Revue de Géographie de Lyon (ibid., 1998).

Sa formulation est :

$$P_m = 6,55 P_u^{0,815}$$

où P_m représente la population métropolitaine, et P_u représente la population urbaine du pays¹. La population urbaine est définie comme celle qui réside dans les agglomérations de 10 000 habitants et plus. La population métropolitaine est celle des agglomérations dont la taille présente une forte primatie par rapport à celle des autres agglomérations du même système urbain.

A travers quelques exemples donnés à l'échelle nationale, voyons tout d'abord comment s'applique cette loi.

En 2000, l'effectif de population totale de la France et de l'Ethiopie sont à peu près comparables (près de 60 millions d'habitants). Cependant, la population urbaine (P_u) de l'Ethiopie atteint seulement 8,5 millions d'habitants, car le taux d'urbanisation n'est que de 14%. En France la popu-

¹ Quel que soit r, cet instant correspond au moment où $P_m = P_u$, c'est-à-dire où :

$$0,815 \cdot \text{Log } P_u + 1,88 - \text{Log } P_u = 0$$

$$\Leftrightarrow \text{Log } P_u = 1,88 / 0,185$$

$$\Leftrightarrow P_u \sim 25\,900 \text{ habitants.}$$

lation urbaine (P_u) s'élève à 37,8 millions, car le taux d'urbanisation est très supérieur (63,4%)².

Effectuons le calcul avec ces chiffres à partir de l'équation de la loi de la métropolisation.

Remplaçons maintenant (P_u) par le chiffre de population urbaine de chacun des deux pays. Le résultat donne 2 908 000 habitants pour Addis Abeba et 9 815 000 pour Paris. La loi de la métropolisation prédit donc presque parfaitement la taille des métropoles de ces deux pays. Même constat pour le Kenya, le Soudan, le Zaïre, pays pauvres et faiblement urbanisés, mais où la loi de la métropolisation fonctionne aussi bien que dans les pays riches ou à forts taux d'urbanisation.

Par ailleurs, dans un certain nombre de pays, on constate qu'il n'existe pas une seule mais plusieurs métropoles. Dans la méthode que nous avons utilisée, elles ont été identifiées sur des critères très précis, qui font appel à la notion théorique de "système de villes".

La notion de "système de villes" est définie par l'intensité des relations qu'elles entretiennent entre elles, et en particulier par leurs liens hiérarchiques. Si cette règle est vérifiée et admise comme une loi, on admet alors implicitement que le "système" surdétermine la position de chaque ville. Bien qu'il existe différentes échelles d'organisation des systèmes urbains, on peut considérer que le niveau le plus marquant est celui des Etats : c'est à ce niveau d'organisation que l'on trouve en principe le plus grand nombre de conditions nécessaires à une certaine unité (pouvoir politique central, monnaie unique, liberté de mouvement dans les migrations des habitants, etc.). A l'échelle internationale, par exemple, les relations et les échanges entre les grandes agglomérations sont parfois importants, mais comparés au volume total des échanges que l'on observe à l'intérieur d'un même pays, ils restent le fait d'une petite minorité d'habitants et d'activités. En revanche, à des échelles infra-nationales, on constate qu'il existe des sous-systèmes relativement marqués. Ceci se produit dans de très vastes pays, ou dans des territoires qui procèdent d'une réunification tardive et dont l'histoire n'a pas effacé les structures. Enfin, pour des raisons diverses qu'il ne nous appartient pas de développer ici, certains pays présentent une structure qui juxtapose plusieurs systèmes de villes, correspondant à des logiques économiques différentes. Ainsi, nous l'avons vu, on trouve deux grandes agglomérations de population comparable en Espagne (4,7 et 4 millions d'habitants pour Madrid et Barcelone), tandis que la troisième agglomération du pays (Valence) n'en a que 1,3 millions. De même, l'Italie compte trois agglomérations comptant entre 3 et 4 millions d'habitants (Milan, Naples et Rome), alors que la quatrième (Turin) n'atteint que 1,4 million. Or, lorsqu'on applique la formule de la "loi de la métropolisation",

² Ces valeurs ont été calculées à partir de la base de données GEOPOLIS, c'est-à-dire en définissant la population urbaine des agglomérations dont la population dépasse 10 000 habitants.

le calcul restitue presque exactement la somme de la population de ces métropoles. Ainsi, au total, Milan, Rome et Naples comptent ensemble 9,7 millions d'habitants, soit l'équivalent de la population de Paris, ce qui renvoie au fait que l'effectif total de population urbaine de l'Italie est approximativement équivalent à celui de la France. La somme des deux "métropoles" de l'Espagne atteint 8,7 millions, et ainsi de suite. Les "métropoles" ont donc été identifiées sur la base d'un continuum statistique : dans 80% des pays, la plus grande agglomération s'impose comme une évidence (par exemple, en France ou en Ethiopie) par sa très grande primatie. Dans les 20% restants, la population métropolitaine (P_m) ainsi définie comprend deux, voire trois grandes agglomérations comme en Espagne et en Italie.

La découverte de la "loi de la métropolisation" résulte de l'analyse d'un immense échantillon de données. L'indice (0,815) permet de prédire dans 95% des cas, la valeur de la population métropolitaine d'un système urbain avec une marge d'erreur de 10%. En l'état actuel des recherches, personne ne sait pas à quoi correspond la valeur de ce chiffre³, et si elle change sur la longue durée de l'histoire. Toujours est-il que ces résultats ont été obtenus par des mesures systématiques portant sur tous les pays du Monde (soit environ 200 systèmes urbains) et à 5 dates différentes (à chaque décennie, de 1950 à 1990) et qu'on obtient toujours la même valeur. Partant, l'existence de cette loi ne saurait être remise en question, mais à quel phénomène correspond-elle ?

D'un point de vue théorique, c'est un géographe allemand, Zipf (1941, 1949), qui ouvrit le premier la voie des recherches théoriques sur les systèmes de villes. La fameuse "règle rang-taille" (Rank-Size rule) qu'il proposa reliait la taille de chaque ville à son rang, par la formule :

$$\text{Log (population)} = a. \text{log (rang)} + b$$

Cette équation donne une droite où :

- le rang est donné par un classement de la population de l'ensemble des villes du système par ordre décroissant de leur nombre d'habitants
- 'a' représente la pente de la distribution : sa valeur est généralement proche de -1
- 'b' représente la population de la plus grande ville (c'est-à-dire lorsque : $a. \text{log (rang)} = 0$)

Zipf en donna une interprétation théorique peu convaincante qu'il appela la "loi du moindre effort". Plus tard, Denise Pumain a présenté une explication théorique de sa genèse en invoquant les hypothèses probabilistes des lois de Gibrat (Pumain 1982). Toutefois, ces approches théoriques

³ De même que personne ne sait à quoi correspond la valeur du nombre p , celle du nombre "g" de la loi de la gravitation universelle, du nombre d'Avogadro, etc.

de la distribution ne sont d'aucun secours pour comprendre la concentration dans les grandes villes dans la hiérarchie de leur systèmes urbain :

— concernant la situation des grandes villes, le principal problème de ces travaux est qu'ils n'expliquent jamais le "haut" de la distribution de la hiérarchie des systèmes urbains. Plus précisément, dans plus de 8 cas sur 10, la population de la plus grande ville échappe totalement aux prévisions du modèle, qui prévoit que la plus grande ville devrait être deux fois plus peuplée que la deuxième. Or ce rapport (coefficient de primatie) mesuré empiriquement au niveau mondial sur près de s'élève en moyenne à 5,3 (Moriconi-Ebrard, 1993, p.291).

— de même les travaux de France Guérin-Pacé (1993, pp.131) suggèrent que le système d'interprétation probabiliste et aléatoire ne permet pas de comprendre la concentration de la population dans les grandes villes : à partir des hypothèse de Gibrat, les simulations effectuées sur la croissance des villes françaises de plus de 2 000 habitants de 1831 à 1982 donnent des résultats très médiocres, ce qui amène l'auteur à conclure " que le phénomène de primatie parisienne, qui a provoqué la croissance excessive de la capitale par rapport aux autres villes du système, est un phénomène peu probable ". Au contraire, les simulations théoriques construites par la "loi de métropolisation" aboutissent à une prévision de la distribution par taille des villes beaucoup plus proche de la réalité empirique que l'on peut observer partout dans le Monde (figure 3) ;

— comme le souligne Jean-Paul Hubert (1994), "l'importance prêtée au hasard [...] représente une abdication fâcheuse de la raison qui renonce à trouver du sens dans la structuration de l'espace géographique". Si ces travaux ont ouvert une voie décisive dans la recherche, celle de l'analyse des systèmes urbains, cette voie peut être poursuivie à condition de ne pas considérer que la hiérarchie urbaine est le produit de processus aléatoires issus d'une loi "naturelle" et universelle gaussienne-parétienne des chiffres.

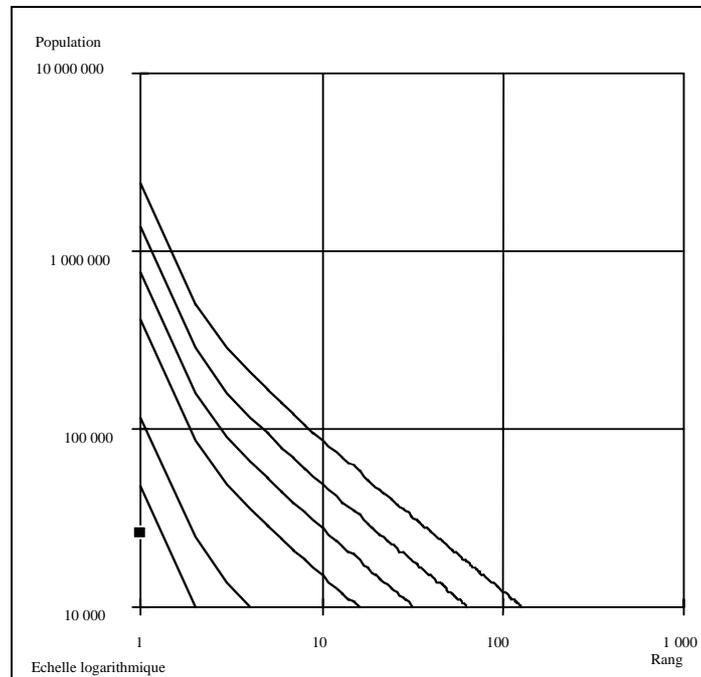


Figure 3 - Simulation de l'évolution de la distribution rang-taille d'un système urbain à une métropole.

Note : la simulation consiste à partir d'une ville (point en bas et à gauche du graphique). En supposant que la population urbaine P_u augmente, on introduit une nouvelle ville à chaque fois que le déséquilibre entre les termes de l'équation $P_m - 6,55 P_u^{0,815}$ l'exige. Le graphique montre quelques "instantanés" du système au fur et à mesure que la population augmente. (voir : Moriconi-Ebrard, 1998).

Dans les pays riches, on observe des taux d'urbanisation désormais très élevés. Plusieurs géographes, sociologues, économistes considèrent aujourd'hui qu'ils sont en voie d' "urbanisation généralisée" (Bassand et Schuler, 1987, et Joye et Leresche, 1993, pour la Suisse ; Jacques Lévy, 1999 pour l'Europe...). Pour nous, ceci signifie que les territoires et réseaux sont de plus en plus imbriqués⁴. D'ailleurs, nous avons vu qu'avec le phénomène de la péri-urbanisation, les limites externes des espaces urbanisés deviennent elles-mêmes de plus en plus floues. A terme, la population ur-

⁴ A cet égard le taux d'urbanisation de la France est relativement faible, par comparaison avec ses voisins européens (généralement plus de 80%), le Japon (90%), l'Amérique du Nord (72%) et les pays du Mercosur (75%).

baine devrait donc correspondre de plus en plus à la population totale. Dans la "loi de la métropolisation", on pourrait remplacer le chiffre de la population urbaine (P_u) par celui de la population totale (P_t).

Dans les pays pauvres, le fait que la loi de la métropolisation s'applique aux agglomérations et seulement aux agglomérations suggère qu'il y a une déconnexion entre les systèmes territoriaux et les systèmes de réseaux : les réseaux urbains possèderaient une logique d'organisation propre, qui se manifeste par la constance de cette loi qui s'applique dans tous les pays du Monde. Or pourquoi ce pouvoir d'organisation s'arrête-t-il au réseau contrairement à ce qu'on observe dans les pays riches ?

La population des métropoles d'un territoire et l'ensemble de sa population urbaine suggère qu'il existe une dichotomie qui existe entre territoires et réseaux (Moriconi-Ebrard, 2000). En effet, pourquoi la "loi de la métropolisation" relierait-elle la taille démographique des grandes villes à la population urbaine, et non pas à la population totale des pays si ce n'est parce que les dynamiques des réseaux sont liées aux intérêts capitalistes impérialistes, étrangers aux intérêts territoriaux des populations locales ? Ainsi, si la "loi de la métropolisation" s'appliquait à la population totale des territoires, Addis Abeba, qui est la seule grande agglomération d'Ethiopie⁵, devrait avoir autour de 9-10 millions d'habitants car la population de l'Ethiopie est comparable à celle de la France en 2000. Or Addis Abeba ne compte que 2,9 millions d'habitants : la différence est donc importante.

DISTRIBUTION RANG-TAILLE ET LOI DE LA METROPOLISATION

En géographie urbaine, la règle rang-taille souffre de plusieurs exceptions. En particulier :

1) elle ne s'applique pas lorsque le nombre de villes est insuffisant (généralement moins de 30) ;

2) elle décrit très mal le haut des distributions. Ainsi, à l'échelle du Monde, le rapport de taille entre les deux plus grandes agglomérations de chaque pays (indice de primatie) est de 5,3. Ceci signifie que la plus grande agglomération est en moyenne 5,3 fois plus peuplée que la deuxième, au lieu de 2 fois, comme le prédit la règle statistique (Moriconi-Ebrard, 1994).

3) "toutes choses étant égales par ailleurs", elle ne s'ajuste très bien qu'aux territoires soumis à un régime économique libéral, d'où, sans doute, son succès aux Etats-Unis et, à l'appui des idéologies, la dérive normative dont la règle rang-taille a fait l'objet.

Au contraire, la loi de la métropolisation s'applique partout, même lorsqu'un système n'est constitué que par une seule agglomération (elle est alors la métropole).

⁵ La deuxième ville d'Ethiopie est Dire Dawa, qui a 29 000 habitants en 2000.

Selon les principes élémentaires de la statistique, la distribution rang-taille des villes n'est qu'un cas particulier des distributions universelles gaussiennes. Cette règle relève donc de processus aléatoires, ce qui n'apporte aucune explication concrète quant aux causes et aux facteurs de la croissance des villes, ni sur le plan historique, ni sur le plan fonctionnel ou social. Lorsque la distribution rang-taille des villes d'un territoire donné ne respecte pas cette règle, plusieurs interprétations sont possibles, et elles sont recherchées en dehors du domaine même de la statistique :

1) Les causes de la croissance des villes n'ont pas été aléatoires : un ou quelques facteurs l'ont emporté sur les autres, conduisant à favoriser certaines villes et à en défavoriser d'autres.

2) Les villes ne font pas "système" : autrement dit, l'ensemble des objets considérés ne relève pas du bon découpage territorial ;

3) La définition des objets spatiaux — les villes — n'est pas appropriée à la mesure statistique ou manque d'homogénéité.

Aujourd'hui, on peut objecter les arguments exactement inverses :

1) Localement, les causes de la croissance d'une ville ne sont ni aléatoires, ni abstraites. Chacun des facteurs est réel, connu et vérifiable empiriquement (accroissement démographique global, industrialisation, choix politiques, etc.). Il en résulte que c'est en mélangeant plusieurs systèmes de villes, dont chacun possède sa propre dynamique et ses propres contraintes de développement, qu'une distribution devient aléatoire. En effet, sa dynamique procède alors de la somme de plusieurs facteurs indépendants les uns des autres. Dans ce cas, la conformité d'une distribution à la règle rang-taille est la preuve que l'ensemble ne fait pas "système".

2) Quelle que soit la définition de la ville que l'on considère (politique, géographique ou fonctionnelle), la taille des villes renvoie au fardeau des contraintes et des conditions naturelles, à l'extrême diversité des situations, des histoires et des particularismes locaux, tout spécialement lorsqu'on considère des échantillons vastes d'objets (par exemple : l'ensemble des villes des Etats-Unis). C'est cette diversité de causes externes au développement des villes elles-mêmes qui fait que la distribution tend à être "normale" : elle n'est alors explicable que par les lois purement statistiques, dont les seules lois de la géographie ne constituent qu'une petite partie.

3) Au contraire, on peut en déduire que si certaines distributions ne sont pas conformes à la règle rang-taille, c'est justement parce que les villes font système : c'est probablement la raison pour laquelle la loi de la métropolisation "fonctionne" si bien, et que l'indice de primatie d'un système urbain est la plupart du temps supérieur à 2.

On assiste donc à des interprétations diamétralement opposées selon que l'on considère que les lois naturelles pré-existent ou non aux lois de la croissance urbaine. En effet, la loi de la métropolisation procède d'une démarche inductive (des faits à la loi), tandis que la formulation de la règle

rang-taille procède de manière inverse, par une démarche déductive (de la loi au faits) : la règle universelle des statistiques pré-existe à l'objet géographique et il s'agit alors de vérifier qu'elle s'applique dans différentes régions du Monde.

Au delà des résultats théoriques et opérationnels que suggèrent l'utilisation de la loi de la métropolisation, notre démarche montre peut-être que les géographes inaugurent un nouveau stade de l'approche quantitative, que l'on peut ici brièvement situer dans la logique de sa propre évolution.

1) Toute approche en géographie tend à quantifier les faits ou les phénomènes : la mesure est l'une des raisons d'être de la discipline.

L'emploi d'expressions telles que : "la plupart des villages", "souvent, les paysans...", "un grand nombre de citadins...", "en général, les montagnards...", "les distances parcourues étant immenses..." tend implicitement à quantifier un fait ou un phénomène. C'est en effet la quantité relative ou absolue, l'importance accordée au nombre, qui légitiment la suite de la proposition qui est annoncée par de telles expressions. L'objectif de la géographie quantitative est d'abord de tenter de donner une mesure objective à cette partie implicite d'un discours, dont certains auteurs eurent parfois tendance à abuser.

2) En tentant de quantifier l'implicite, les méthodes statistiques de construction de l'information géographique visent à donner plus de scientificité au discours en géographie.

Forts de cette position, certains géographes ont consacré la quasi totalité de leurs travaux à ce problème scientifique. Cependant, le risque de cette approche était de déboucher sur une longue série descriptive en forme de catalogue. Or, ce stade était difficile à dépasser car la géographie ne possédait pas de méthodes propres quant à l'interprétation de résultats statistiques.

3) La géographie quantitative s'inspire de méthodes utilisées par d'autres disciplines scientifiques.

Il s'agit en particulier des sciences qui étudient de la distance et des formes (physique, géométrie) ou des groupes d'individus (biologie, économie) et possèdent depuis longtemps des méthodes adaptées à leurs objets et à leur démarche.

A partir de ce stade de développement, la géographie quantitative possédait suffisamment de spécificités et de forces intellectuelles pour se constituer en école. L'école de géographie quantitative a connu son essor aux Etats-Unis. Elle a pénétré en Angleterre dans les années 1960-1970 et en France dans les années 1970-1980, notamment en géographie urbaine. La géographie quantitative est totalement rejetée par de nombreux géographes, qui considèrent que l'espace géographique est la production de la société humaine : accepter la primauté et l'immanence des lois "naturelles" sur l'organisation d'une société revient à nier les postulats fondamentaux de la sociologie. La géographie quantitative est donc irréductible aux sciences

sociales. Si certains phénomènes statistiques ressemblent à des phénomènes connus des sciences dures, il s'agit d'une simple analogie qui n'autorise en rien à assimiler les phénomènes observés en géographie à des lois universelles de la matière.

Dans sa forme la plus radicale, la géographie quantitative se distingue par cette démarche hypothético-déductive dont il convient de cerner les limites. L'horizon de la recherche est constitué par la modélisation des phénomènes géographiques.

Le modèle étant une représentation construite et simplifiée de la réalité, on peut reprocher à cette démarche de chercher à accommoder le monde réel à celui de l'abstraction théorique, en montrant systématiquement ce qui est régulier et conforme aux lois (formes, distributions statistiques, etc.) ou encore, invariant.

Dès lors que l'horizon de la recherche devient la théorie, l'approche quantitative se voit alors logiquement dans l'obligation de chercher à systématiser tous ses résultats : en effet, si un modèle, une loi ou une théorie ne s'applique qu'à un nombre limité d'objets géographiques ou à une portion de l'espace terrestre, c'est la validité même du postulat de la démarche qui est remise en cause, invalidant du même coup l'opération de transfert depuis une autre discipline.

D'où l'importance accordée à l'opération scientifique appelée "validation empirique" de la théorie. En réalité, cette opération est toujours délicate et conduit les auteurs à limiter le nombre d'expérimentations et de tests. Du reste, la plupart des modèles ont été initiés par des observations empiriques (théorie des lieux centraux, modèle gravitaire, règle rang-taille) faites sur de très petites portions de l'espace terrestre.

Lorsque les tests échouent ou ne donnent pas les résultats escomptés, deux types de recours sont possibles : ou bien remettre en cause la qualité des données ou leur adéquation à la problématique, ou bien repartir de la théorie elle-même en modifiant les paramètres ;

Si le premier recours échoue, la théorie est remise en question par l'impossibilité même de sa validation empirique : c'est donc un échec.

Avec le deuxième recours, la manipulation des paramètres d'une loi universelle pour l'adapter à une démonstration en géographie pose des problèmes épistémologiques importants. Tout d'abord, une loi universelle cuisinée à la sauce géographique n'est plus une loi universelle "pure". Ensuite, il faut justifier ces modifications par une série d'explications qui ne peuvent être que cantonnées dans le domaine de la métaphore ou du mythe.

En définitive, la géographie n'a pas trouvé sa scientificité dans un rapprochement de ses horizons avec ceux des sciences dites "dures", dont elle ne reste à tous égards que le parent pauvre, pour ne pas dire la caricature.

D'un autre côté, la généralisation de l'utilisation de l'informatique et de systèmes d'exploitations toujours plus puissants et rapides, l'explosion de

la quantité d'informations disponibles, les progrès des capacités de stockage, de traitement, de classement et de représentation permettent aujourd'hui de remettre en question de nombreuses théories de la géographie quantitative en les confrontant à d'immenses échantillons de données empiriques. Ainsi, en développant des méthodes d'analyse originales et propres aux questionnements de la discipline, en utilisant des techniques qui permettent de construire de véritables objets géographiques, en réorientant la réflexion sur des problématiques en prises avec le monde réel des territoires et des réseaux, les géographes devraient donc sortir de l'impasse intellectuelle dans laquelle les ont conduit les dérives de l'école quantitative. Mesurer et quantifier reste l'un des objectifs fondamentaux de la discipline, mais modéliser ne peut se concevoir qu'à partir d'objets et de théories construits par et pour les géographes.

Au-delà de la critique, c'est par cette démarche inductive que les géographes pourraient prétendre à la généralisation et la systématisation de leurs travaux : la notion d'universalité de la portée d'un modèle ou d'une théorie est alors entendue au sens de l'écoumène, et non des lois immanentes de la matière.

© François Moriconi-Ebrard

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- GUERIN-PACE, F. (1990) : Deux siècles de croissance urbaine, *Economica-Anthropos*, Collection "Villes", Paris, 197 p.
- PUMAIN, D. (1995) : "Le système des villes", *Encyclopédie de Géographie*, Paris: Economica, p. 645-663.
- (1982) : La dynamique des villes, *Economica*, Paris, 231 p.
- ZIPF, G.K. (1941) : *National Unity and Disunity*, Bloomington (Indiana): Bloomington Principia Press.
- (1949) : *Human Behavior and the principle of least effort*, Cambridge (Massachusetts): Addison Wesley Press.
- MORICONI-EBRARD, F. (1993) : "L'urbanisation du Monde depuis 1950", *Economica-Anthropos*, Collection Villes, Paris, 372 p.
- (1994) : *GEOPOLIS, pour comparer les villes du Monde*, *Economica-Anthropos*, Collection Villes, Paris, 246 p.
- (1998) : "La loi de la métropolisation : un modèle pour la croissance des systèmes urbains", *Revue de Géographie de Lyon - Géocarrefour* 73, I, p. 55-70.
- (2000) : *De Babylone à Tokyo*, Ophrys, Editions Géophrys, 312 p.