

Population et environnement : une analyse de l'impact de la croissance démographique sur les émissions de CO₂ à différentes échelles géographiques

Lénaïg Le Berre
Institut de démographie
Université catholique de Louvain

1. PROBLÉMATIQUE GÉNÉRALE ET CONTEXTE

L'objectif général du protocole de Kyoto, entré en vigueur en février 2005, est de stabiliser les concentrations de gaz à effet de serre - dioxyde de carbone, méthane, protoxyde d'azote, ozone, vapeur d'eau...- dans l'atmosphère à un niveau qui évite toute perturbation anthropique dangereuse du climat. Ce principe pose la question des responsabilités, directes ou indirectes, des différents facteurs impliqués dans la pollution atmosphérique et notamment celles des populations et de leurs modes de vie. Les activités humaines influent sur la concentration des gaz à effet de serre, lesquels interagissent avec le climat. La population est l'un des caractères majeurs des niveaux d'émission de l'un des principaux gaz à effet de serre : le dioxyde de carbone - CO₂ -.

Par essence multidisciplinaire, la relation entre population et environnement s'inscrit dans un cadre de recherche potentiellement riche, mais où les études démographiques et les outils méthodologiques appropriés semblent être en nombre insuffisant (Bartiaux et Van Ypersele, 2004, Ouharon, 2000, Tabutin, 1995). Codur et Véron corroborent en 2005 en expliquant que si les spécialistes des sciences humaines et sociales appréhendent les sociétés sous une très grande variété d'aspects - politique, économique, sociale...-, ils se sont peu intéressés aux « changements écologiques et environnementaux liés aux dynamiques des populations étudiées ». Les auteurs de l'article concluent que les scientifiques spécialistes des sciences humaines et sociales ne se sont intéressés à l'environnement que très tardivement¹.

Plusieurs cadres d'analyse et différents concepts méthodologiques ont été développés par des spécialistes des sciences exactes : l'équation de Barry Commoner² lie la population (P), la richesse (A), et la technologie (T), à l'impact environnemental (I) de la façon suivante : $I = P * A * T$ (1972). Codur et Véron (2005) définissent cette relation comme suit : « Chaque impact environnemental I (...), peut se décomposer en trois facteurs, démographique (population P), socio-économique (richesse, niveau de consommation par tête - *affluence* - A) et technologique (T, effet environnemental par unité de consommation). Largement inspirée des travaux réalisés par Ehrlich et Holdren (1971), elle a constitué une base de réflexion et de recherche pour plusieurs études. Ainsi, Dietz et Rosa ont analysé en 1997 la relation entre population et environnement en reformulant le modèle originel de Commoner et en calculant, à l'aide de cette nouvelle équation, le poids des différents facteurs susmentionnés. Elles s'accordent sur la complexité de la relation entre population et polluants. Notons que ces analyses ont été réalisées à une échelle nationale avec certaines des données les plus récentes à la disposition de leurs auteurs.

¹ Il suffit en effet de consulter les thèmes des séances des grands congrès de population pour constater que l'intérêt des démographes pour les études sur l'environnement est relativement récent. Ainsi, en 1997, seule une séance du XXIII^{ème} Congrès International de la Population était consacrée à l'environnement. Cette séance, intitulée « Population, environment and sustainability », a réuni des communications aux sujets très variés - impact des politiques environnementales, perception de l'environnement...-. Le XXVI^{ème} Congrès, organisé en 2001, a proposé deux séances liées à l'environnement. Chacune de ces séances concernait deux échelles géographiques différentes : le niveau local pour la première¹, le niveau global pour la seconde¹. En 2005, les organisateurs du XXV^{ème} Congrès International programmaient cinq séances sur la thématique « population - environnement » - « Environnement, climat et population », « Urbanisation, environnement et développement », « Population, environnement et développement »...-. En l'espace de huit ans, le nombre de communications s'inscrivant dans une séance sur l'environnement est passé de 10 à 23 au Congrès International de la Population. Cette augmentation illustre l'intérêt croissant, mais néanmoins récent, des chercheurs en démographie pour cette thématique.

² Biologiste américain connu pour son engagement contre les tests nucléaires.

Peu d'études ont été réalisées à une échelle plus fine. En 1998, Cramer a employé une forme additive du modèle $I = P \cdot A \cdot T^3$ - sa version logarithmique - pour estimer l'impact de la croissance démographique sur la qualité de l'air en Californie. Les données utilisées dans le cadre de cette étude sont issues, pour le volet « pollution de l'air », du California Air Resources Board. L'une des originalités de cette étude, outre son cadre géographique, est l'emploi dans le modèle 'IPAT' de variables « étendues » : nombre de ménages, part des personnes âgées de moins de 18 ans et celle des personnes de plus de 65 ans. Il conclut notamment que les émissions de CO sont fortement affectées par la croissance de la population.

Plusieurs articles ont mis en avant certaines des limites et l'aspect systématique du modèle 'IPAT'. Malgré cela, il est demeuré l'approche méthodologique la plus employée dans la littérature relative à la relation « population - environnement ». D'autre part, notons à nouveau que les analyses inspirées par les travaux de Commoner ont été réalisées, dans la grande majorité des cas, à l'échelle des nations et que l'on compte peu d'études ayant appliqué l'équation $I = P \cdot A \cdot T$ à d'autres ensembles géographiques. De la même façon, peu d'auteurs ont porté attention à l'intérêt - méthodologique notamment - que pourrait constituer une étude structurée autour de plusieurs échelles spatiales.

2. OBJECTIFS

L'objectif global du projet duquel est issue cette communication est l'étude de la relation entre démographie et environnement, entendue ici en termes d'incidence de la croissance démographique sur la dégradation de l'environnement. En raison du faible nombre d'études articulant leur problématique autour de plusieurs échelles géographiques, on tentera de travailler à plusieurs niveaux : la grande région - le continent - et le pays.

Ce travail vise à répondre à **trois questions principales** :

- 1) Quel est le poids des trois facteurs de l'équation $I = P \cdot A \cdot T^4$ sur l'environnement (I) ?
- 2) Comment le poids de ces facteurs a-t-il évolué dans les zones les plus développées de la planète d'une part et dans les territoires émergents d'autre part ?
- 3) Quelles sont les principales limites du modèle $I = P \cdot A \cdot T$ aux différentes échelles géographiques retenues ?

Une synthèse des travaux effectués ainsi qu'un bilan de leurs conclusions seront exposés. Cette étape servira de base à une application du modèle 'IPAT' à plusieurs pays dits 'développés' : les Etats-Unis et le Canada puis l'Union Européenne⁵ dans son ensemble et les pays la composant ; l'échelle temporelle choisie est la période 1980-2005. On tentera également d'estimer le rôle de chacun des facteurs de l'équation $I = P \cdot A \cdot T$ dans quelques pays émergents comme la Chine, l'Inde et le Brésil. En raison de la moindre accessibilité des données, on limitera l'étude de ces pays à la période 2000-2005.

Ce travail inclut une analyse critique du modèle 'IPAT' et des études utilisant celui-ci. Dans ce cadre, deux doctrines semblent se distinguer : la 1^{ère} considère que la croissance démographique constitue à terme un risque quant à la disponibilité des ressources, et, par conséquent, pour l'environnement dans sa globalité. La 2^{de} pense que la croissance de la population représente une opportunité d'enrichissement et une source de progrès. Ainsi, certaines des interprétations faites à partir d'une application de l'IPAT témoignent en filigranes des opinions de leurs auteurs sur la croissance démographique. Ehrlich, l'initiateur du concept 'IPAT', se positionnait clairement en faveur du 1^{er} courant, alors même que Commoner se déterminait à l'opposé de cette conception⁶. Leurs écrits mettent en relief la « controverse théorique » (Ouharon, 2000)

³ Dit également modèle 'IPAT'.

⁴ Population (P), richesse (A) et technologie (T).

⁵ Union Européenne avant élargissement (15 pays).

⁶ Ehrlich écrivait en 1968 : « La chaîne causale de la détérioration (de l'environnement) se remonte facilement jusqu'à sa source. Trop de voitures, trop d'usines, trop de détergents, trop de pesticides, la multiplication des dégagements de vapeur, des stations d'épuration inadéquates, trop peu d'eau, trop de dioxyde de carbone. Tout cela peut se ramener à trop d'individus » (Commoner, 1991). Tout en citant ce passage dans un article daté de 1991, Commoner⁶ se positionne à l'opposé de Paul Ehrlich et réfute en ces termes : « Si cette affirmation était exacte, le problème posé

que constitue la relation entre environnement et population. On reviendra dans ce travail sur ce débat et sur l'apport qu'il a constitué à la compréhension de ce lien.

3. SOURCES ET MÉTHODOLOGIE

Les méthodes envisagées sont quantitatives. Elles se basent sur l'exploitation de données existantes aux différentes échelles géographiques mentionnées ci-dessus.

On appliquera le modèle $I = P \cdot A \cdot T$ aux différents territoires étudiés. Les variables définissant les différents membres de l'équation varient dans les études selon la problématique choisie. Dans cette étude, on se propose donc d'utiliser les caractères suivants :

- le volume de CO₂ émis pour I⁷,
- la taille de la population pour P,
- le PIB par tête (PIB sur taille de la population) pour A,
- T va correspondre au rapport du volume de CO₂ sur le PIB par habitant.

Les données employées sont les plus récentes à disposition. Elles sont issues des bases des Nations Unies, et notamment de l'UN-ECE - United Nations Economic Commission for Europe -, de la Banque Mondiale, du World Resources Institute, d'Eurostat et de l'Agence Européenne de l'Environnement. Le modèle 'IPAT' consistant à estimer le poids de l'impact des différents facteurs - population, richesse et technologie - sur l'environnement, ce travail permettra de tester le lien entre croissance démographique et environnement - considéré ici en terme de volume de CO₂ émis -.

4. RÉSULTATS

Parmi les résultats, une attention toute particulière est portée sur l'influence du facteur 'P' (population), le type, et l'intensité de sa relation avec les émissions de CO₂.

Des difficultés méthodologiques variables apparaissent aux différentes échelles d'application de l'équation - le continent et le pays -. De la même façon, il apparaît que la taille du territoire influence la qualité des résultats obtenus avec 'IPAT'. Dans quel sens, pour quelles raisons ? Est-il possible d'améliorer globalement la qualité des résultats ? Plusieurs simulations ont été menées dans ce sens, et il s'avère que les résultats sont contrastés.

D'autre part, l'utilisation d'un modèle systématique ne permet pas l'intégration de certaines dimensions du problème, et notamment de celles qui s'appliquent plus spécifiquement à l'une ou l'autre échelle. Le modèle 'IPAT' peut produire des indications intéressantes sur la dégradation de l'environnement, mais à la condition de l'appliquer à des territoires relativement 'homogènes' (Bartiaux et Van Ypersele, 1993) : son application à l'ensemble d'un continent pourrait par exemple masquer de grands écarts de richesse entre les pays le composant si l'on remplaçait le facteur 'A' (richesse) par la valeur moyenne de la richesse de ces pays. Ces contraintes différentielles seront listées selon le niveau géographique.

Les résultats préliminaires d'une étude empirique menée à une échelle très fine ont montré une interaction entre la périurbanisation, la mobilité et les émissions de CO₂. On peut donc raisonnablement penser que dans les zones où la croissance urbaine et l'extension spatiale des villes ont sensiblement crû au cours des dernières années, le volume de CO₂ émis a augmenté, et ce même à l'échelle d'un pays ou d'un continent. Il faut alors s'interroger sur l'évolution du poids des différents facteurs : est-ce alors 'P' (population) le plus déterminant, ou les facteurs 'T' (technologie) et 'A' (richesse) ? Est-ce plutôt la croissance

serait résolu et sa solution opératoire serait identifiée : la croissance rapide de la population implique une dégradation accentuée de l'environnement ; cette dernière sera donc atténuée grâce à une baisse du taux de croissance de la population ».

⁷ Le choix du volume de CO₂ comme sujet d'étude a notamment été justifié par la disponibilité des données.

démographique, ou l'évolution des comportements en terme de mobilité et l'équipement de la population en véhicules motorisés ? Ces questions sont particulièrement critiques pour les pays émergents.

Les résultats mentionnés devraient permettre enfin de déterminer la pertinence d'une étude employant un modèle simple et articulant sa problématique autour de différentes échelles sur l'étude de la relation entre population et environnement.

5. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BARTIAUX, F., VAN YPERSELE DE STRIHOU, J-P., (2004), "Les relations entre population et environnement", *Population et société VI, Démographie : Analyse et synthèse*, INED, 13 p.
- BARTIAUX, F., VAN YPERSELE DE STRIHOU, J-P., (1993), "The role of population growth in global warming", *Congrès international de la population*, vol. 24, 21 p.
- BERGOUIGNAN, C., DELMEIRE, Y., (2005), "Vieillesse nationale et hétérogénéité territoriale des compositions par âge", *Colloque Vieillesse et Territoire de la DATAR*, 26 p.
- CODUR, A-M., VERON, J., (2005), "Les méthodes d'analyse de la relation entre population et environnement : des nombres aux systèmes", *Congrès international de la population*, 27 p.
- COLE, M.A, NEUMAYER, E., (2004), "Examining the impact of demographic factors on air pollution", *Population and environment*, vol. 26, n°1, 16 p.
- COMMONER, B., (1991), "Croissance démographique rapide et pression sur l'environnement", *Congrès et colloques n°5*, INED, 30 p.
- CRAMER, J., (1998), "Population growth and air quality in California", *Demography*, vol. 35, n°1, 11p.
- DAILY, G., EHRLICH, P., (1996), "Socioeconomic equity, sustainability, and Earth's Carrying Capacity", *Ecological applications*, 10 p.
- DALTON, M., O'NEILL, B., FUERNKRANZ-PRSKAWETZ, A., LEIWEN, J., PITKIN, J., (2005), "Population aging and future carbone emissions in the United States", *XXV^e congrès international de la population*, Tours, 38 p.
- DIETZ, T., ROSA, E., (1997), "Effects of population and affluence on CO2 emissions", *Ecology*, vol. 94, 5 p.
- DOMENACH, H., PICOUET, M., (2002), "Pression démographique et environnement", *Les cahiers français*, n°306, Paris, p.86.
- OUHARON., A., (2000), *Population, croissance économique et changement climatique*, 245 p.
- STERN, P., (1993), "A second environmental science : human-environment interactions", *Science*, vol. 260, 3 p.
- TABUTIN, D., (1995), "Relations entre démographie et environnement", *Population et environnement au Maghreb*, Academia, L'Harmattan, 19 p.
- TABUTIN, D., (1995), "Démographie et environnement", *Population et environnement au Maghreb*, Academia, L'Harmattan, 13 p.