

La contribution de la démographie au réchauffement climatique

Mots clés associés : gouvernance mondiale, mondialisation | climat et énergie | changement climatique | démographie | environnement | G.I.E.C. | gaz à effet de serre | population | transition

Résumé

Selon les derniers rapports du **Giec**, l'augmentation de la population mondiale a été, au cours de la période 2010-2019, et après la croissance du PIB par habitant, le moteur le plus important de l'augmentation des émissions de CO₂ issues de la combustion de combustibles fossiles. Pourtant, la contribution de la démographie aux émissions de gaz à effet de serre n'est pas évoquée dans les « résumés pour les décideurs » du dernier rapport d'évaluation du **Giec**, alors que le corps de ce rapport apporte des informations intéressantes à ce sujet.

Quelques travaux sur la corrélation entre les évolutions de la population et les émissions de CO₂ d'origine « fossile » permettent de penser que dans de nombreux pays la contribution de la démographie à ces émissions serait plus importante que ce qui résulte de l'identité de Kaya. La croissance de la population a une influence importante sur la croissance des émissions associées aux changements d'usage des terres et à la déforestation dans beaucoup de pays à faible revenu dont la croissance économique par habitant est restée souvent très faible ou même inexistante.

Les politiques et mesures susceptibles d'agir sur la démographie en vue de réduire les émissions n'ont jamais fait l'objet d'évaluations par le **Giec**, alors qu'elles seraient susceptibles de contribuer substantiellement à l'atténuation du réchauffement climatique, notamment dans de nombreux pays en développement dont les émissions associées à la déforestation sont fortement corrélées à la croissance de la population. Le **Giec** prend actuellement en compte dans ses projections l'évolution démographique comme une variable exogène, ce qui obère la possibilité de tester des politiques portant sur la démographie.

Au vu de l'impact considérable de la population sur la nature et le climat, et par conséquent sur la dégradation de la vie de la plupart des humains, il apparaît important et urgent que la communauté socioéconomique et le Giec s'intéressent aux incidences sur le climat de politiques et de mesures portant sur la démographie.

Auteurs

Gillet Marc

Consultant en météorologie et climat, Ingénieur général des Ponts, des Eaux et de Forêts, a été point focal du Giec pour la France, Directeur de l'Observatoire national des effets du réchauffement climatique et Directeur des relations internationales à Météo-France.

Texte

Introduction

Dans le résumé à l'attention des décideurs de sa contribution au cinquième rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (Giec, voir IPCC, 2014), le groupe de travail 3 du Giec, dont l'objet est l'atténuation du changement climatique, indiquait qu' « au niveau mondial la croissance économique et celle de la population continuaient à être les moteurs les plus importants des augmentations des émissions de CO₂ provenant de la combustion de combustibles fossiles ». Cette affirmation n'est pas reproduite dans le résumé pour les décideurs de la contribution du Groupe 3 au sixième rapport d'évaluation (IPCC, 2022). Elle figure pourtant dans le résumé technique et dans le corps de ce rapport, sous la forme suivante : « Au niveau mondial, la croissance du produit intérieur brut (PIB) par habitant et celle de la population sont restées au cours de la dernière décennie les moteurs les plus importants des émissions de CO₂ à partir de la combustion de combustibles fossiles », ce résultat étant présenté avec un degré de confiance élevé. Malgré tout, les moteurs des variations des émissions de gaz à effet de serre (GES) que sont la croissance économique et de la population ne sont pas même mentionnés dans le rapport de synthèse du sixième cycle d'évaluation (IPCC, 2023).

Nous rappelons ici les principales conclusions que le Giec a pu tirer dans ses deux derniers rapports sur le sujet de la contribution de la démographie au réchauffement climatique. On présente tout d'abord la méthode utilisée pour estimer cette contribution, sur la base de l'équation de Kaya, qui s'applique aux émissions de CO₂ de combustibles d'origine fossile. Certains travaux fondés sur des méthodes de régression produisent toutefois des contributions plus élevées pour ce même type d'émissions. On examine ensuite les émissions de CO₂ provenant de l'utilisation des terres et de ses changements, qui ne peuvent pas être évaluées avec l'équation de Kaya, et qui sont susceptibles d'être fortement influencées par les évolutions démographiques dans un certain nombre de pays en développement. Il en ressort dans l'ensemble que l'influence de la démographie sur les émissions de GES (Gaz à effet de serre) pourrait être encore plus forte qu'estimé par le Giec.

On rappelle que les modélisations socioéconomiques réalisées par le Giec utilisent la démographie comme une variable exogène, ce qui obère la possibilité d'estimer les effets sur le climat de politiques et mesures portant sur la démographie.

Afin d'apporter une vue d'ensemble des émissions de GES dont il sera question, l'encadré qui suit rappelle certaines précautions à prendre lors de l'examen de données d'émissions. Le Tab. 1 résume les chiffres que nous avons pu trouver dans les rapports du Giec et des publications récentes pour les principales sources d'émissions évoquées dans cet article.

Les chiffres disponibles sur les émissions de GES ne sont pas toujours exhaustifs ni comparables et peuvent prêter à confusion. Très souvent, ils ne portent que sur le CO₂ produit par la combustion de combustibles fossiles (pétrole, gaz, charbon, ...), comptabilisé notamment par l'Agence internationale de l'énergie (AIE). Les GES issus de processus industriels autres que la combustion (ciment, chimie, acier, ...) sont souvent considérés à part, comme les gaz provenant de l'agriculture, de la foresterie et d'autres utilisations des terres (AFOLU pour Agriculture, Forestry and Other Land Uses). Le Giec (IPCC, 2023) a estimé qu'en moyenne sur la période 1990-2019 les émissions nettes de CO₂ de l'AFOLU représentaient 22% des émissions totales de GES, soit environ 5,9 Gt_{éq}CO₂/an, alors que seulement moins de 0,8 tonnes étaient communiquées à la Convention cadre des Nations-unies sur le changement climatique (CCNUCC). Par ailleurs, dans le cas du secteur dit UTCATF (Utilisation des terres, changement d'affectation des terres et foresterie), qui est inclus dans l'AFOLU, il faut distinguer entre « émissions » et « émissions nettes ». Ce dernier terme correspond aux émissions diminuées de la quantité carbone captée par la végétation. Les émissions nettes de l'UTCATF sont le plus souvent négatives pour les pays de l'hémisphère Nord, et positives pour les pays situés entre les tropiques (Houghton et Nassikas, 2017). Le Giec estime (IPCC, 2019) que les émissions brutes de l'AFOLU (un tiers du total mondial des émissions de GES) sont plus révélatrices du potentiel d'atténuation de réductions de déforestation que les émissions nettes (13 % des émissions mondiales), qui comprennent la compensation apportée par le boisement (degré de confiance élevé). Le flux « net » de CO₂ de l'AFOLU est composé de deux flux « bruts » opposés : (i) les émissions brutes (20 GtCO₂/an) dues à la déforestation, à la culture des sols et à l'oxydation des produits ligneux, et (ii) les absorptions brutes (-14 GtCO₂/an), provenant en grande partie de la croissance forestière après une récolte de bois et de la déprise agricole (degré de confiance moyen). Friedlingstein et al., 2022, obtiennent des valeurs plus faibles, mais néanmoins élevées : au cours des dix dernières années, les émissions brutes mondiales dues à la déforestation auraient selon eux été en moyenne de 6,6 Gt_{éq}CO₂/an, dont 3,3 Gt auraient été séquestrées, avec par conséquent un résultat net 3,3 Gt_{éq}CO₂/an dû à la déforestation.

Il est donc très important de s'assurer précisément à chaque fois de la signification précise des chiffres auxquels on a affaire. Les méthodes recommandées par le Giec pour établir les inventaires sont établies par l'Équipe spéciale pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre (voir notamment IPCC, 2006). On notera que les incertitudes étant parfois très importantes, surtout en ce qui concerne l'AFOLU, certaines incohérences entre les évaluations peuvent subsister.

Les estimations des émissions des principales sources et puits évoqués dans le présent article sont fournies dans le Tableau 1.

Tableau 1: Évaluation des principales sources d'émissions de GES évoquées dans cet article. Les quantités sont exprimées en Gt_{éq}CO₂ émises en 2019 (sauf pour l'AFOLU estimé en moyenne sur la période 1990-2019) et sont issues du rapport du Giec IPCC (2022) et de Friedlingstein et al., 2022.

Évaluations des principales émissions annuelles mondiales de GES évoquées dans cet article	Gt _{éq} CO ₂	% du total
Total des GES émis :	59	100
Dont : CO ₂ (total)	44,6	75
CO ₂ issu de la combustion de combustibles fossiles	38	64
GES issus de l'AFOLU (net)	13	22
Dont : CO ₂ de l'AFOLU net (= CO ₂ de l'UTCATF net)	5,9	10
Dont : CO ₂ net issu de la déforestation	3,3	6
CO ₂ brut émis par la déforestation	6,6	11

Les premiers travaux sur le lien entre démographie et climat

Le lien entre démographie et réchauffement climatique, ou plus généralement entre démographie et dégradation de l'environnement, a fait l'objet de quelques publications marquantes depuis Ehrlich et Holdren (1971). On pourra consulter notamment l'ouvrage de O'Neill et al. (2001), qui présente déjà une vision très complète de la question, et celui de Pont (2023).

Une étape importante dans la compréhension du sujet a été l'article de O'Neill et al. (2010). À l'aide d'un modèle socioéconomique élaboré, ils estiment qu'un ralentissement de la croissance démographique correspondant au scénario bas de l'ONU de l'époque (UNFPA, 2004) pourrait apporter, selon le scénario d'atténuation suivi par ailleurs, 16 à 29 % des réductions cumulées d'émissions de CO₂ considérées comme nécessaires entre 2000 et 2050 pour éviter un changement climatique dangereux. Entre 2000 et 2100 ce potentiel de réduction cumulée de réductions se situerait entre 37 et 41%. Ils concluent aussi que même si la réduction de la croissance de la population pourrait ne pas constituer la mesure d'atténuation la plus efficace, elle pourrait cependant apporter une contribution substantielle, plus particulièrement à long terme.

Le rôle de la démographie vu par le Giec

Bien que cela n'apparaisse pas dans le résumé à l'attention des décideurs de son sixième rapport d'évaluation (IPCC, 2022), le Groupe 3 du Giec évalue cependant dans le chapitre 2 de ce rapport le rôle de la croissance de la population dans l'augmentation des émissions de GES, sur la période 1990-2019. La dernière ligne du Tableau (c) de la Fig. 1, extraite de ce rapport, indique qu'en moyenne annuelle, pour le monde et sur cette période, les émissions de CO₂ hors UTCATF ont cru de 1,1%, avec des contributions positives s'élevant à 1,2% pour la croissance de la population et à 2,3% pour celle du PIB par habitant. En sens inverse, les améliorations de l'intensité énergétique auraient inversement contribué à réduire les émissions mondiales de 2%, et la décroissance de l'intensité carbone de 0,3%. Au vu de ces résultats, la croissance de la population contribuerait donc pour 34% à l'augmentation des émissions, le reste étant attribuable à la croissance du PIB par habitant.

Ces estimations sont déduites de l'identité dite de Kaya (Kaya, 1990). Cette identité s'applique uniquement aux émissions de CO₂ issu de la combustion de combustibles fossiles, notées ici F, et s'écrit :

$$F = P \times (G/P) \times (E/G) \times (F/E) \quad (1)$$

Elle exprime F comme le produit de quatre fonctions du temps :

- Le nombre d'habitants, noté P.
- Le revenu moyen par personne, (G/P), où G désigne le PIB. On remarquera que rien n'oblige à retenir le PIB dans cette équation. D'autres indices de développement pourraient être utilisés, comme l'indice de développement humain (IDH) qui tient compte de l'accès à la santé et au savoir.
- L'intensité énergétique, (E/G), où E représente la quantité d'énergie consommée. Cette intensité énergétique dépend notamment des techniques industrielles et du prix des carburants.
- L'intensité carbone, (F/E), correspondant au CO₂ émis par la production d'une unité d'énergie. Ce terme peut être réduit par exemple en développant les énergies nucléaire et renouvelables, par les économies d'énergie, par la captation et l'enfouissement du gaz carbonique dégagé par la combustion des ressources fossiles.

Il est possible de démontrer que les variations relatives des émissions sont la somme des variations

relatives des quatre facteurs de l'équation de Kaya.

L'identité de Kaya peut s'appliquer à toute population pour laquelle on dispose de données statistiques suffisantes (monde, région, pays, ...). Sur le plan mondial (voir Tab. 1), les émissions de CO₂ provenant de combustibles fossiles étaient en 2019 de 38 Gt. Ce montant correspond à 64 % du total des émissions nettes (c'est-à-dire prenant en compte l'absorption par la foresterie) de GES, évaluées à 59 Gt en équivalent CO₂ (IPCC, 2022). La prise en compte dans la formule de Kaya des émissions provenant de l'AFOLU n'est pas possible, puisque l'intensité énergétique n'a pas de sens dans ce cas. De même, les GES autres que le CO₂ ne sont pas compris. Nous verrons que pour de nombreux pays en développement les émissions de GES provenant de l'AFOLU sont beaucoup plus élevées que les émissions de CO₂ provenant de la combustion de combustibles fossiles. Les émissions de l'AFOLU sont prédominantes en Afrique, en Amérique du Sud et en Asie du Sud-Est (IPCC, 2022).

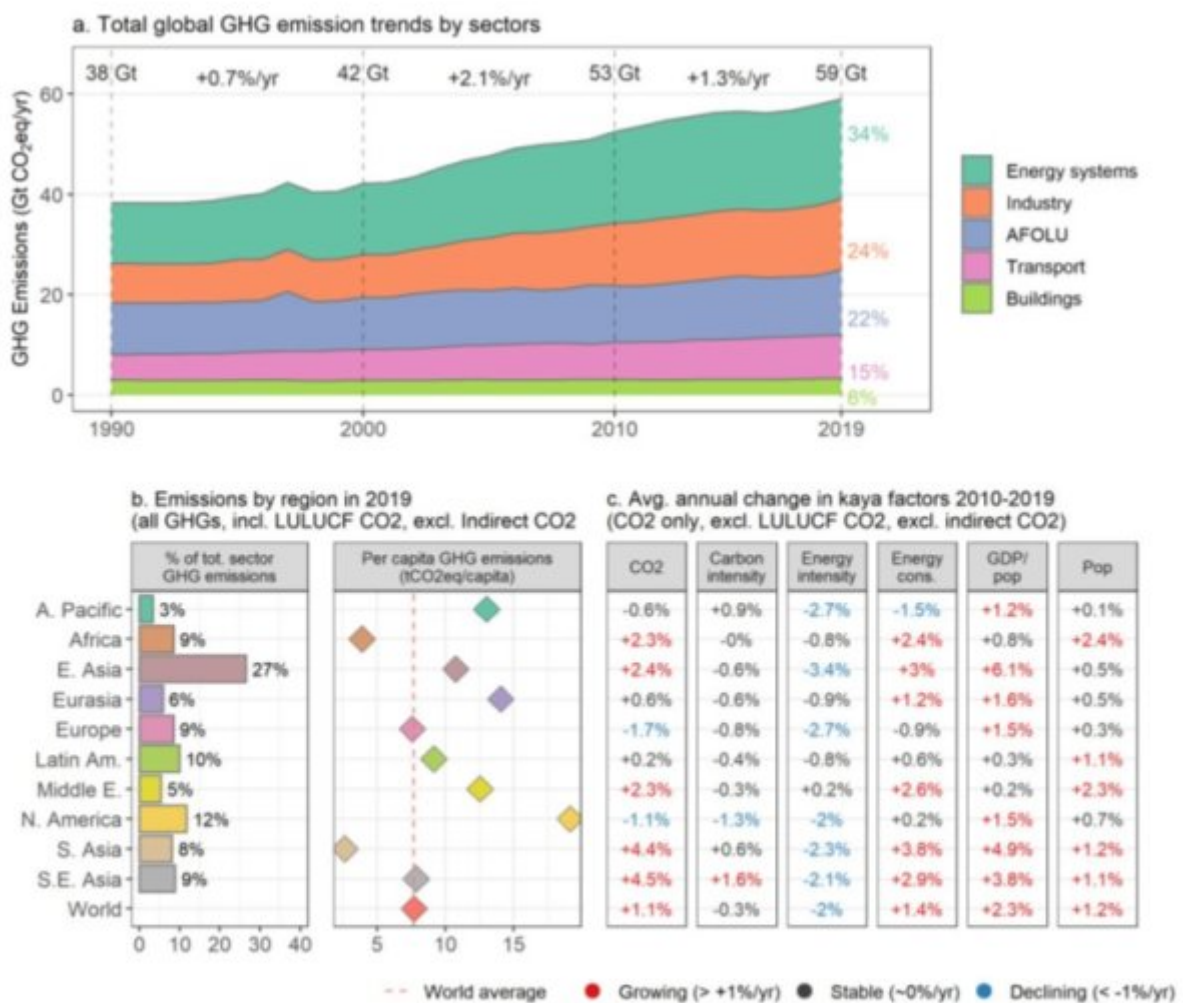


Figure 1 (extraite de IPCC, 2022, Fig. 2.16). Le Tableau (c) donne la décomposition des facteurs de l'identité de Kaya pour 10 régions du monde, ainsi que pour l'ensemble du monde, pour le CO₂ issu de la combustion de combustibles fossiles. En revanche, le Tableau (b) inclut aussi les autres GES ainsi que le CO₂ issu de l'UTCATF.

Le précédent rapport d'évaluation du groupe 3 du Giec (IPCC, 2014) apportait des précisions sur l'évolution dans le temps de l'influence des 4 facteurs de l'identité de Kaya au cours des quatre décennies antérieures à 2010. Les résultats sont présentés sur la Fig. 2. On observe une tendance régulière à la diminution du taux de croissance annuel de la population mondiale depuis les années 1963, où ce taux [1] était de 2,1 %. Toutefois, au vu de la Fig. 2, la contribution de l'augmentation de

la population aux émissions de CO₂ dues à la combustion de combustibles fossiles apparaît comme stable depuis les années 1970.

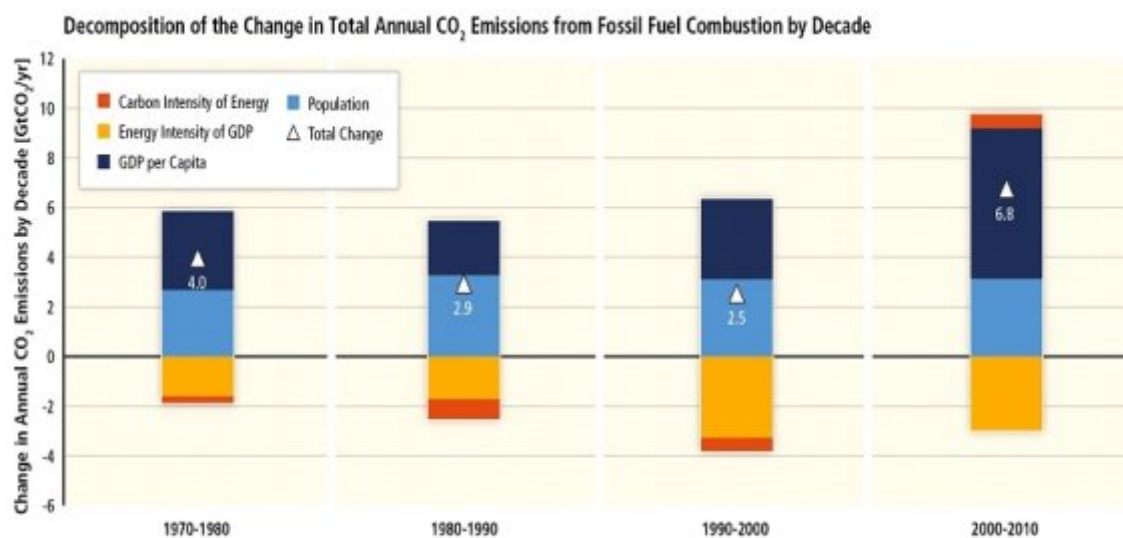


Figure 2 (extraite de IPCC, 2014) : Décomposition des modifications des émissions mondiales annuelles de CO₂ issues de la combustion de combustibles fossiles, moyennées par décennie, selon quatre éléments moteurs : population, revenu (PIB par habitant), intensité énergétique du PIB et intensité carbone de l'énergie. Les rectangles colorés représentent les modifications dues à chaque élément moteur pris isolément, en supposant les autres éléments moteurs constants. Les variations totales des émissions sont représentées par les triangles. Les variations d'émissions totales par décennie sont exprimées en Gt de CO₂ par an.

Le principal reproche qui a été fait à l'utilisation de l'équation de Kaya, notamment dans les rapports du Giec, est que l'on utilise des moyennes appliquées à des situations très inhomogènes. Le Giec signale ne pas utiliser cette équation pour en déduire des liens de causalité (IPCC, 2000).

On notera qu'il est indiqué au chapitre 5.3.2.1 du cinquième rapport d'évaluation du Giec (IPCC, 2014) que la littérature présente des résultats contradictoires quant à savoir si c'est dans les pays riches ou dans les pays pauvres que la croissance démographique contribue le plus à l'augmentation des émissions de GES. Le rapport cite les travaux de Poumanyong et Kaneko (2010), qui estiment les élasticités entre population et émissions de CO₂ d'origine fossile à 1,12 pour les pays à revenu élevé, à 1,23 pour ceux à revenu intermédiaire et à 1,75 pour ceux à faible revenu. Jorgenson et Clark (2010) trouvent des valeurs de 1,65 pour les pays développés et de 1,27 pour les pays en développement. D'après ces résultats de ces deux études, l'identité de Kaya, qui correspond à une élasticité de valeur 1 seulement, sous estimerait donc fortement la corrélation entre la croissance de la population et celle des émissions de CO₂. Par ailleurs, rappelons que ces estimations se sont limitées aux données d'émissions nationales de CO₂ provenant de combustibles fossiles. Si les émissions de l'AFOLU et celles des autres GES étaient prises en compte, les élasticités obtenues pourraient être encore différentes, notamment dans le cas des pays sujets à une déforestation importante.

Des projections démographiques très contrastées selon les continents

Les évolutions démographiques, constatées et projetées, sont très contrastées selon les continents, selon les pays, et même à l'intérieur des pays, notamment entre les villes et les campagnes. On trouvera un tableau détaillé des perspectives démographique mondiale dans Pison, 2018. Les

projections démographiques sont étroitement liées aux projections de fécondité. De ce point de vue, la transition démographique est constatée depuis plusieurs années dans les pays développés, et une surprise a été la baisse plus rapide que prévue de la fécondité en Asie et Amérique Latine, mais que ne connaît pas l'Afrique. Plusieurs facteurs peuvent expliquer que la baisse de la fécondité y soit pour l'instant plus lente que celle observée il y a quelques décennies en Asie et en Amérique latine.

L'un des grands changements démographiques à venir est le formidable accroissement de la population de l'Afrique qui, Afrique du Nord comprise, pourrait plus que quadrupler en un siècle, passant d'un milliard d'habitants en 2010 à 4,5 milliards en 2100 d'après le scénario moyen des Nations-unies comme déjà mentionné (Fig.3).

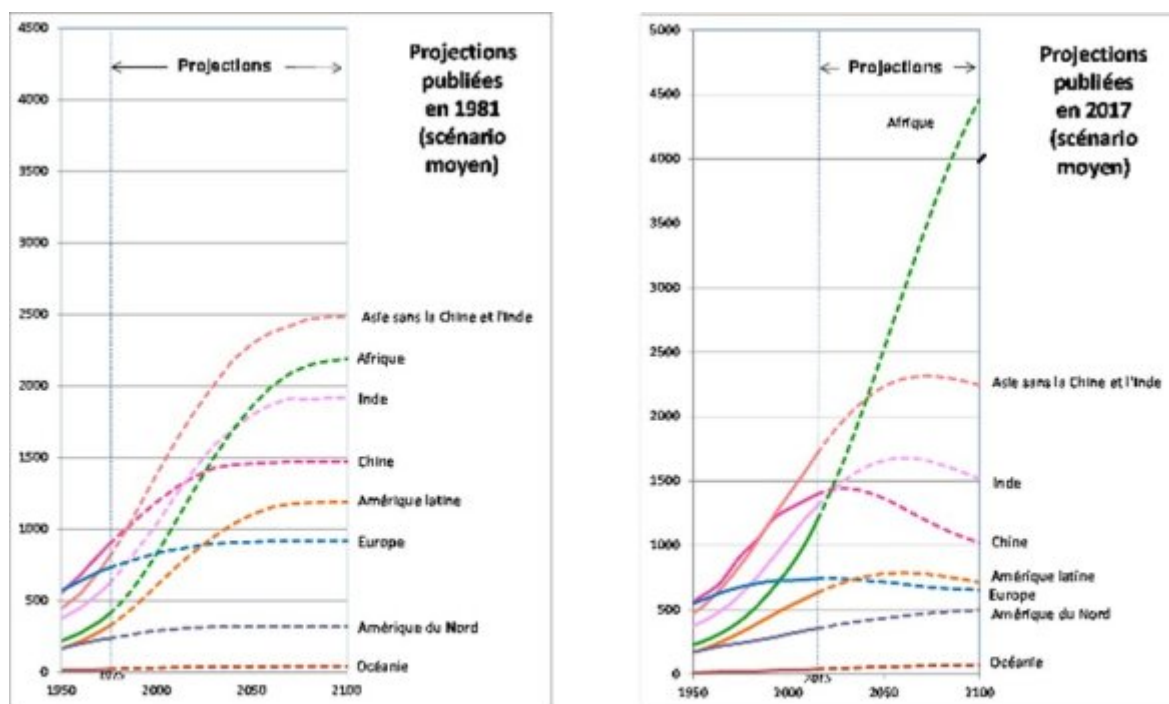


Figure 3 : Comparaison des projections de population publiées par les Nations-unies en 1985 et en 2017 (D'après Pison, 2018, à partir des données des Nations-Unies.)

La satisfaction des besoins essentiels et la croissance démographique des populations de l'Afrique impliquera de fortes croissances de besoins en énergie et pourrait être un foyer de production important de production de GES à l'avenir, comme il en sera la croissance des émissions associées aux changements d'usage des terres et à la déforestation (comme il en sera de nombreuses autres pressions environnementales (eau, biodiversité, etc.).

Dans la Convention Climat ces problèmes de divergences de développement sont cités au titre des « responsabilités communes mais différenciées », formule périodiquement rappelée par les pays en développement, mais formule dont les conséquences restent encore mal définies.

Le Tableau (c), contenu dans la Fig. 1, présente une décomposition selon 10 régions du monde des facteurs intervenant dans l'identité de Kaya appliquée à chacune de ces régions. La liste des pays composant ces dix régions se trouve dans l'Annexe 2 du rapport IPCC, 2022. Le Giec a en effet pour principe de ne nommer aucun pays, et a utilisé ce regroupement tout au long de sa sixième période d'évaluation. Cette approche masque souvent des inhomogénéités très importantes à l'intérieur des régions.

On remarquera que ce Tableau (c), inclus dans la Fig.1, concerne uniquement les émissions de CO2 hors AFOLU, alors que l'illustration (b) juxtaposée présente la répartition des émissions de tous les

GES selon les 10 régions définies par le Giec. Cette figure met en évidence des différences importantes par rapport aux émissions de CO₂ issues de la combustion. Ainsi, pour le total des GES, les émissions de l'Amérique latine atteindraient 10% des émissions globales, et celles de l'Afrique 9 %. Il apparaît donc utile d'examiner de plus près les moteurs des émissions de l'AFOLU à un niveau désagrégé, en particulier si l'on s'intéresse à l'influence de la démographie sur ces émissions.

Le cas des pays pauvres confrontés la déforestation

La contribution au changement climatique de certains pays pauvres et peuplés peut être beaucoup plus élevée que ce qu'indique l'examen des émissions du seul CO₂ issu de la combustion de combustibles fossiles. Sans procéder une analyse exhaustive, nous présentons ici quelques données, relatives à certains pays faisant partie des PMA (Pays les Moins Avancés). Ces exemples suffisent à mettre en lumière les lacunes actuelles dans la prise en compte de l'influence des évolutions démographiques sur le réchauffement climatique. La liste des PMA, tenue à jour par les Nations-Unies, comporte 46 pays et inclut la plupart des pays d'Afrique intertropicale. La population totale des PMA s'élève au total à environ 1 milliard d'habitants. Les PMA ne constituent pas une « région » pour le Giec, mais se trouvent dispersés principalement entre les régions Afrique et Asie du Sud.

La Fig. 3 montre que les émissions des PMA liées à l'AFOLU seraient environ six ou sept fois supérieures à leurs émissions dues à la combustion de combustibles fossiles [2]. En 2019, les émissions totales de GES des PMA, sans le CO₂ de l'UTCATF, ont été estimées à 3.3% des émissions mondiales, soit 1,95 Gt (IPCC, 2022). Si on y ajoute le CO₂ de l'UTCATF de ces pays, estimé ici, en supposant les proportions constantes d'un pays à l'autre, à 50% des émissions de l'AFOLU qui sont de l'ordre de 2 Gt, la contribution totale des PMA aux émissions mondiales serait au moins de 3 Gt_{éq}CO₂, soit 5% des émissions mondiales.

Le Giec précise que les principales activités relatives à l'AFOLU dans les PMA sont la culture, l'élevage de subsistance et l'utilisation de bois pour la cuisine et le chauffage (voir IPCC, 2022, Box 5.23 et Figure 4). Selon la FAO [3] , dans l'ensemble, l'utilisation du bois de feu (Fig.4) croît au rythme de la population, c'est à dire entre 3 et 4 pour cent par an suivant les pays (Amous, 2000). C'est ainsi qu'en République Démocratique du Congo par exemple le charbon de bois fabriqué par les charbonniers dans les forêts, le plus souvent au voisinage des villes qui constituent leur marché, produit l'essentiel de l'énergie consommée dans les foyers. C'est le cas notamment à Kinshasa, la ville francophone la plus peuplée au monde, où l'on croise en permanence sur les routes des véhicules de toutes sortes, surchargés de sacs de charbon de bois, et se dirigeant vers la ville [4] . Par ailleurs, plusieurs pays émergents et disposant de superficies forestières importantes, comme l'Indonésie ou le Brésil, affichent également des niveaux d'émissions de GES très élevés dans le domaine de l'AFOLU, mais liés plutôt à l'extension de l'élevage et de l'agriculture. Cependant les populations pauvres de ces pays utilisent aussi largement le bois comme combustible.

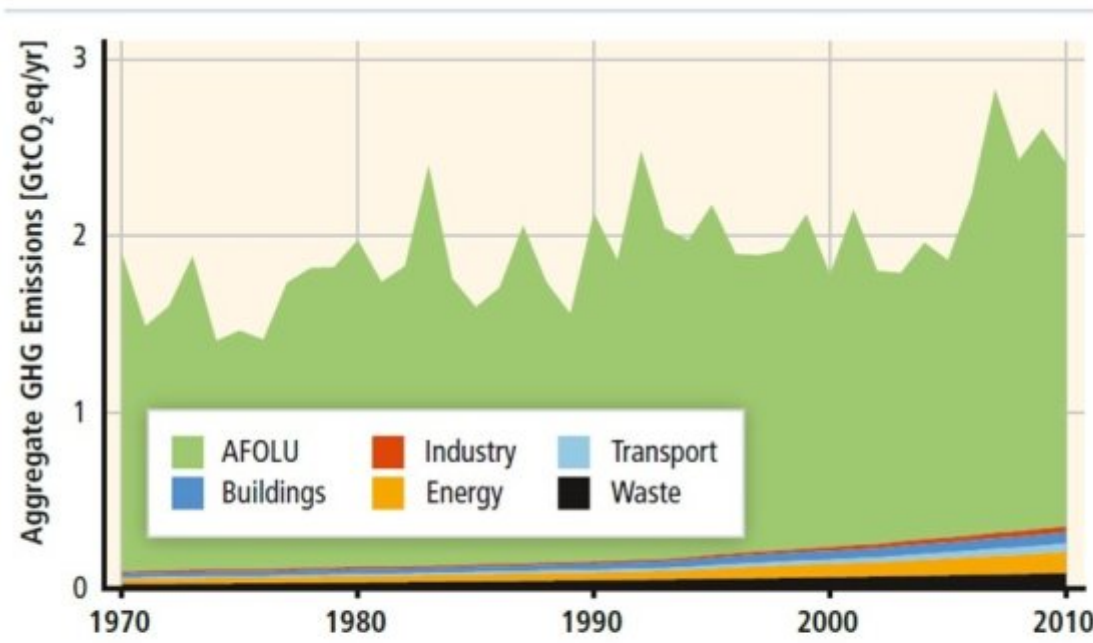


Figure 4 : Émissions de GES des PMA par secteur, mettant en évidence la part largement prépondérante des émissions associées à l'AFOLU (IPCC,2014, Box 5.3). Selon cette figure, l'AFOLU apportait en 2010 environ 2 Gt CO₂ eq de GES. Si l'on estime que la moitié seulement était constituée de CO₂, l'ordre de grandeur des émissions annuelles provenant de l'UTCATF dans les PMA serait de l'ordre d'une Gt de CO₂.

Selon le Giec (IPCC,2022, chapitre 7), le bois de feu traditionnel et le charbon de bois continuent de représenter la plus grande part de la consommation totale de bois dans les pays à faible revenu (Barger et al., 2018). À l'échelle régionale, le pourcentage du bois total récolté utilisé comme bois de feu varie de 90% en Afrique, 62% en Asie, 50% en Amérique à moins de 20% en Europe, Amérique du Nord et Océanie.

On voit donc l'importance de la lutte contre la déforestation et pour la reforestation, telle que promue notamment par le programme REDD+ [5], qui peut apporter des réductions d'émissions substantielles à travers une meilleure gestion des forêts. Et à plus long terme, une population moins nombreuse utilisatrice des ressources de ces forêts ne pourra que renforcer les acquis d'un tel programme.

Pour de nombreux PMA, et pour d'autres pays plus avancés dont les forêts se trouvent sous pression, la prépondérance des émissions de l'AFOLU sur celles des bâtiments, de l'industrie et des transports (Fig. 4) suggère que la croissance démographique pourrait être le premier contributeur à la croissance des émissions dans ces pays (IPCC, 2022). Les trois pays qui ont déforesté les superficies les plus importantes entre 1990 et 2020 sont le Brésil (356.287 km²), l'Indonésie (101.977 km²) et la République Démocratique du Congo (94.495 km², qui fait partie des PMA) [6]. Les activités responsables de la déforestation varient selon les continents et selon les pays. Selon Tyukavina et al. (2018), dans le cas du bassin du Congo, les forêts sont défrichées principalement par des moyens manuels. Ce déboisement à petite échelle pour l'agriculture est responsable de 84% de la perte totale de forêt entre 2000 et 2014. Toujours selon ces auteurs, en République Démocratique du Congo et au Cameroun cette déforestation est fortement corrélée à la croissance démographique.



Figure 5 : Deux femmes vendent du charbon de bois sur le marché de Lusaka en Zambie, le 9 mars 2016.
(BRITTA PEDERSEN / ZB)

Le Giec (IPCC, 2022) a estimé que l'AFOLU contribuait aux émissions mondiales nettes à hauteur de 22%, dont la moitié pour le CO₂ de l'UTCATF, avec une prépondérance de la déforestation. Il précise que « Les projections montrent que le potentiel d'atténuation sur l'AFOLU, entre 2020 et 2050 et à des coûts inférieurs à 100 USD par tonne éqCO₂, est de 8 à 14 Gt_{éq} CO₂ par an (confiance élevée). 30 à 50 % de ce potentiel est atteignable pour moins de 20 USD par tonne éq.CO₂ et pourrait être réalisé à court terme dans la plupart des régions (confiance élevée) ». Ces coûts sont très inférieurs aux coûts de réductions d'émissions dans le domaine de l'énergie.

Ces exemples montrent que la forte croissance démographique observée dans certaines régions forestières de pays en développement peut avoir une influence importante sur les émissions de CO₂, à travers la déforestation et la dégradation des forêts. Par ailleurs, il est également à craindre que cette forte natalité ait des conséquences négatives sur le niveau de vie des populations concernées. En effet, il ne paraît malheureusement pas acquis que le revenu par habitant des pays les moins avancés soit en passe de s'améliorer. Alors que l'extrême pauvreté diminue à l'échelle mondiale, le nombre de personnes vivant dans le dénuement est actuellement en augmentation en Afrique subsaharienne [7]. Il est permis de se demander si la très forte croissance démographique actuellement observée dans ces contrées ne joue pas un rôle important dans cette stagnation économique.

La démographie dans les projections climatiques du Giec

Les résultats à attendre de politiques et mesures de réduction des émissions de gaz à effet de serre sont évalués de multiples façons. Les méthodes les plus élaborées s'appuient sur la modélisation socioéconomique, à l'aide de modèles d'évaluation intégrés (MEI), qui sont décrits par exemple dans l'Annexe III d'IPCC, 2022. De tels modèles sont développés et exploités par des dizaines de centres de recherches en économie et en sciences sociales, qui ont défini dans un cadre consensuel des règles à suivre pour que leurs résultats soient comparables. Le Giec a créé une équipe spéciale sur les scénarios socioéconomiques, et un consortium sur les modèles d'évaluation intégrés s'est constitué, l'IAMC (*Integrated Assessment Models Consortium*). De nombreux organismes intergouvernementaux ou académiques renommés en font partie, comme l'Institut international pour l'analyse des systèmes appliqués (IIASA), l'OCDE, la Banque mondiale, le Centre commun de

recherches de la Commission européenne, le Cired et des universités de différents pays. La démarche suivie est transparente, puisqu'on trouve facilement la plupart des publications des membres de l'IAMC dans les centres de documentation, sur Internet ou en en faisant la demande aux auteurs [8]

Malgré cet investissement considérable en recherche socioéconomique, les rapports du Giec n'apportent aucune information sur l'effet que pourraient avoir sur les changements climatiques des politiques visant à réduire la natalité. Quand on consulte les listes de politiques et mesures d'atténuation examinées par le Giec, on cherche en vain toute action sur la démographie. Dans le cadre des scénarios du Giec, la population est en effet prise en compte comme une variable « exogène », c'est à dire donnée à priori et non modifiable par les modèles MEI.

Le Giec n'est d'ailleurs pas le seul groupe intergouvernemental à demeurer silencieux sur les possibilités d'action à travers la démographie. La Plateforme intergouvernementale scientifique et politique sur la biodiversité et les services écosystémiques (IPBES) a rangé la démographie parmi les « indirect drivers » (que nous traduirons ici par « moteurs indirects ») de la dégradation de la nature, dont les conséquences seraient difficilement quantifiables (IPBES, 2019).

On se trouve selon toute apparence en présence d'un consensus politique et scientifique pour ne pas évoquer les possibilités d'atténuation du changement climatique à travers des mesures de contrôle de la population. Sans doute les sujets de désaccord entre pays riches et pays pauvres sont-ils suffisamment nombreux pour que d'aucuns hésitent à ouvrir une discussion sur le rythme de reproduction des populations. Les Nations-unies ont récemment déclaré (UNFPA, 2023a) : « Au lieu de s'intéresser au rythme auquel les êtres humains se reproduisent, les dirigeants doivent se demander si les individus, en particulier les femmes, sont libres de faire leurs propres choix en matière de procréation - une question qui appelle encore trop souvent une réponse négative », et « Nous ne parviendrons pas à responsabiliser les pays qui émettent le plus de carbone en imputant le changement climatique aux taux de fécondité ». Le dernier rapport de cet organisme (UNFPA, 2023b) va dans le même sens. Nous ne nous engagerons pas ici dans un argumentaire sur les contradictions possibles entre la liberté des femmes d'aujourd'hui et les graves difficultés qui pourraient se poser aux générations futures en situation de surpopulation. En tant que groupes intergouvernementaux, les missions du Giec et de l'IPBES sont d'apporter un éclairage scientifique aux questions posées par les gouvernements. Sans doute évitent ils par conséquent d'insister sur des questions que les gouvernements ne souhaitent pas voir débattues.

Les hypothèses sur les « variables exogènes » que sont les « moteurs indirects » sont clairement présentées par le Giec. Outre la population, le PIB par habitant (le revenu), l'intensité énergétique du PIB et l'intensité carbone de l'énergie (IPCC, 2014, Chapitre 2, et IPCC, 2022, Annexe 3) font partie de ces variables exogènes. Leurs évolutions temporelles sont estimées par différentes méthodes, censées donner des résultats cohérents avec les cinq visions du futur du Giec (dites *Illustrative mitigation pathways*). Chacun de ces canevas s'appuie sur une vision générale (storyline en anglais), décrivant qualitativement les principales caractéristiques de l'évolution anticipée, et une analyse quantitative fournissant des valeurs numériques cohérentes des moteurs indirects. L'évolution future de la population et celle du PIB sont ensuite utilisées par les MEI en tant que variables exogènes.

Les tendances de la démographie sont donc prises en compte par le Giec, mais en tant qu'évolutions de fond, qui ne sont pas modifiées en fonction des politiques et mesures d'atténuation testées par les MEI. Ces tendances ont été retenues par consensus d'experts, au cours de vastes réunions organisées par l'IIASA et le centre Wittgenstein pour la démographie et le capital humain mondial. Ces scénarios démographiques, détaillés par pays, se situent dans la fourchette des estimations de l'ONU, avec une population mondiale comptant entre environ 7 et 13 milliards d'habitants en 2100.

Chacun de ces scénarios démographiques est associé à une des cinq familles d'évolution générale des conditions socioéconomiques (ou SSP pour Shared Socioeconomic Pathway), qui diffèrent principalement par le degré de « durabilité » du développement et le niveau de mondialisation des échanges commerciaux (O'Neill et al., 2017). Le Tab. 2 présente quelques caractéristiques générales des cinq canevas qui ont été retenus.

Tableau 2 : Quelques caractéristiques générales des cinq canevas sous-tendant les scénarios SSP.

Canevas	Caractère principal	Prosperité générale	Développement des pays à faible revenu	Facilité pour l'adaptation	Facilité pour l'atténuation
SSP1	Durabilité	Elevée et convergente	Rapide	Forte	Forte
SSP2	Poursuite des tendances	Moyenne	Moyen	Moyenne	Moyenne
SSP3	Rivalités entre régions et fragmentation	Faible	Faible	Faible	Très faible
SSP4	Inégalités entre classes et entre régions	Faible	Moyen	Faible	Moyenne
SSP5	Développement basé sur les combustibles fossiles	Très forte	Rapide	Forte	Faible

Chacune de ces cinq familles de scénarios s'appuie donc sur une courbe d'évolution démographique unique (Fig. 6), censée être cohérente avec les hypothèses socioéconomiques générales retenues. En résumé, le consensus des experts qui ont choisi ces scénarios a été qu'une croissance démographique faible devrait correspondre à un degré de mondialisation avancé avec un enrichissement rapide des populations,

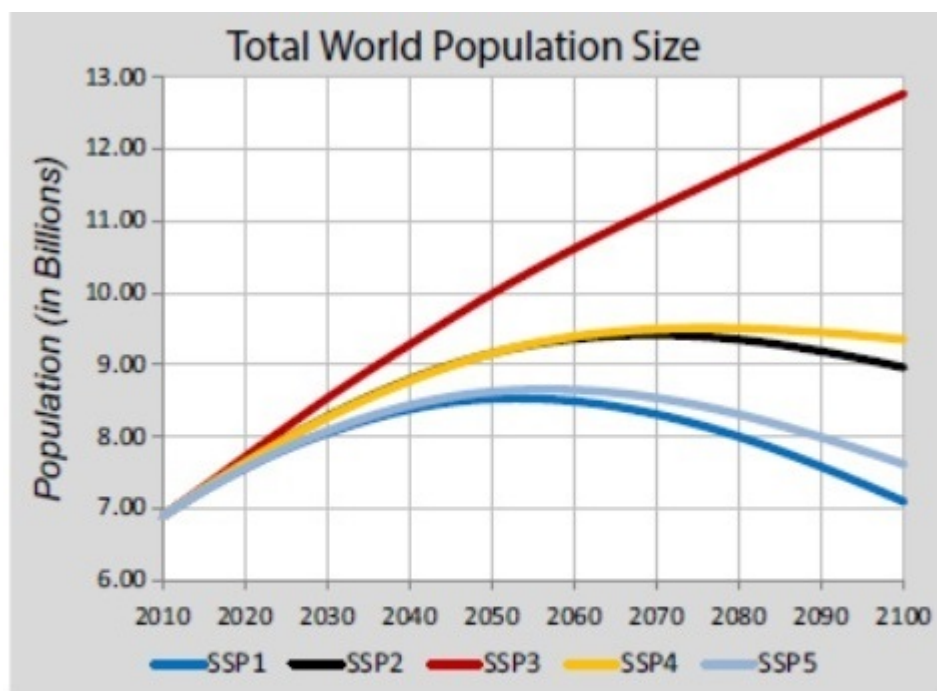


Figure 6 : Évolution de la population mondiale pour chacune des cinq familles de scénarios démographiques utilisées par le Giec (IPCC, 2022)

ou à un mode de développement durable. On trouvera des descriptions plus précises de la conception des scénarios du Giec dans Gillet, 2021. De manière schématique, outre les deux scénarios « au fil de l'eau » SSP2 et SSP4, nous avons deux scénarios « vertueux » : SSP1 correspondant à la vision européenne d'un avenir durable et SSP5 correspondant à la vision nord-américaine d'un avenir utilisant pleinement les combustibles fossiles. Le scénario SSP3 correspond à un monde fragmenté, avec peu de commerce international, et c'est celui auquel le Giec a attribué la plus forte croissance démographique et le plus d'émissions de GES (courbe rouge sur la Fig. 6).

Les hypothèses retenues sur l'évolution future du revenu, qui sont issues de modèles macroéconomiques tels qu'utilisés par l'OCDE ou le FMI sont également retenues par consensus d'experts en tant que variables exogènes. On observe par exemple dans les scénarios les plus « optimistes » SSP1 et SSP5 des croissances exponentielles du revenu global, qu'on pourrait mettre en doute dans un monde aux ressources naturelles limitées et soumis à des incertitudes politiques et économiques. Le Giec lui-même précise que si les scénarios SSP facilitent l'harmonisation des travaux, ils ne sont pas uniques et n'explorent pas entièrement l'espace des possibilités (IPCC, 2022, Annexe 3).

Il existe très peu d'études ayant testé différentes projections démographiques dans une même famille de modèles socioéconomiques. Deux d'entre elles concluent par exemple qu'en suivant la variante basse des projections démographiques de l'ONU, plutôt que leur variante moyenne, on pourrait obtenir à la fin du siècle une réduction des émissions mondiales annuelles de carbone de 40 % (O'Neill et al., 2010) et 35 % (Casey et Galor, 2017).

Sur la base d'une modélisation moins élaborée et appliquée uniquement au cas de la France, Pont (2023) conclut que même des politiques de limitation des naissances sévères auraient un effet cumulatif faible sur le CO₂ émis. Une natalité de type « enfant unique » contribuerait à hauteur de 3% au total des réductions d'émissions entre 2020 et 2100 dans le cas où le rythme annuel de réduction des émissions résultant des autres mesures d'atténuation serait de 6% (proche de la trajectoire de neutralité carbone en 2050). Dans le cas, plus proche de la situation actuelle, où le rythme de la réduction dû à ces autres mesures ne serait que de 2% par an, la contribution cumulée d'une politique enfant unique serait de 11%. Toujours avec une politique « enfant unique », les émissions annuelles de CO₂ seraient diminuées de 7% en 2050 et de 52% en 2100.

Ce résultat, qui reflète le fait bien connu que l'effet d'une diminution du nombre de naissances sur les émissions est faible pendant les deux ou trois décennies suivant cette réduction, est inférieur à ce qu'obtiennent O'Neill et al. (2010), qui se situent entre 16% et 29% des réductions d'émissions de CO₂ considérées comme nécessaires avant 2050 pour éviter un changement climatique dangereux. La raison principale de cette différence est certainement que le point de départ des projections de O'Neill est en 2000 alors que Pont commence à prendre en compte la réduction de la natalité 20 ans plus tard : il n'est donc pas étonnant que l'effet en 2050 soit nettement moins important dans son cas. Par ailleurs, le scénario « zéro carbone » correspondant à 6% de réduction annuelle des émissions pour la France retenu par Pont est beaucoup plus rigoureux que le scénario B2 retenu par O'Neill et al. Pont montre surtout que si presque toutes les émissions se trouvaient déjà abolies par d'autres mesures, une réduction de la natalité aurait moins d'intérêt. En effet, à un rythme de réduction annuel de 6% par an débutant en 2020, les émissions de 2050 ne représenteraient plus que 16% de celles de 2020. Il conviendrait donc de comparer des choses comparables, en tenant compte aussi du fait que les chiffres de l'un sont pour le monde et de l'autre pour la France, et en s'appuyant sur une description détaillée de la méthode utilisée comme le font O'Neill et al., 2010.

On notera en outre que ces estimations de O'Neill et de Pont ne portent que sur les émissions de CO₂ d'origine énergétique, et excluent notamment les émissions issues de l'AFOLU. Nous avons montré plus haut que celles-ci sont importantes et fortement liées à l'évolution démographique,

notamment celle de nombreux pays en développement.

Politiques et mesures démographiques pour l'atténuation

Depuis que la communauté scientifique s'intéresse à l'atténuation du changement climatique, une très large panoplie de politiques et mesures d'atténuation a été étudiée, notamment dans les domaines de l'énergie, de l'agriculture, des forêts, de l'utilisation des terres, des systèmes urbains, des transports, de l'industrie. Toutefois, l'efficacité de politiques d'atténuation portant sur la natalité a rarement fait l'objet d'évaluations scientifiques, comme l'indiquent Dodson et al. (2020), et il semble qu'aucun État n'ait mis en œuvre de telles politiques.

Diverses mesures sont envisageables en vue de freiner ou d'inverser l'évolution démographique, qui permettraient d'améliorer les conditions de vie des générations à naître sans détériorer celles des humains actuellement vivants. Les causes de la fécondité varient sans aucun doute selon les pays, les cultures ou les religions, les modes de production, les ressources financières, la protection sociale, l'accès à l'assurance vieillesse, ... Il est possible, selon les contextes, de mettre en œuvre des mesures respectant les libertés individuelles et les principes d'égalité devant la loi. En France par exemple l'ONG Démographie responsable [9] propose que tout en maintenant l'aide apportée par la collectivité pour le deuxième enfant, aucune majoration de ces allocations ne soit consentie pour les enfants suivants. Concrètement les allocations seraient plafonnées à 2 enfants.

Plusieurs pays en développement ont mis en œuvre avec succès des mesures visant à réduire les naissances, comme la Tunisie, l'Égypte, l'Éthiopie, le Bangladesh. Il est démontré que l'amélioration du planning familial dans les pays où il est peu présent peut fortement contribuer à réduire la natalité. La Tunisie a appliqué dès 1964 une politique de planification familiale qui a produit des effets très positifs. Les pays développés pourraient favoriser ce type d'action par des mesures non coercitives, par exemple en exigeant que l'aide au développement soit conditionnée à une diffusion large du planning familial.

Nous nous limiterons ici à ces quelques exemples en matière de politiques de réduction de la natalité, en souhaitant que les recherches futures puissent évaluer les contributions possibles de telles mesures à la lutte contre le changement climatique.

Conclusions

Nous avons évoqué plusieurs raisons pour lesquelles l'influence de la croissance démographique sur le réchauffement climatique devrait être évaluée plus précisément et prise en considération dans les politiques d'atténuation du changement climatique. Si personne ne soutient que faire des enfants puisse être bon sur le climat, d'aucuns minimisent cette influence ou la passent sous silence en mettant en avant d'autres priorités politiques, au point que cette question n'est pas même évoquée dans les résumés pour décideurs du dernier rapport d'évaluation du Giec. Dans ce domaine, il convient de distinguer entre le court terme et le long terme, et entre pays développés en pays en développement, parmi lesquels ceux qui mènent une déforestation importante constituent un cas particulier.

Considérant le cas de la France, Pont (2022) conclut que « plus on réduit rapidement les émissions (ce qu'on devrait faire), moins le levier démographique est utile ». Même si ses calculs minorent fortement l'effet de la démographie, sa conclusion demeure valide à une échéance de moins de vingt ou trente ans. Mais à plus longue échéance, l'effet d'une diminution du nombre de naissances va croissant. En supposant qu'un train de réduction des émissions de 6% par an par d'autres moyens soit réalisable, ce qui n'est pas certain, ceci demanderait des efforts considérables à la population.

Une réduction de la natalité allègerait cette contrainte, et pourrait permettre aux générations qui vivront dans les décennies à venir de tempérer l'obligation de sobriété et de jouir de davantage de liberté. L'objectif zéro carbone exigera en effet beaucoup de discipline dans les modes de vie, qui pourrait être un peu tempérée à long terme si la population est moins nombreuse. Par ailleurs, les habitants des pays actuellement en forte croissance démographique pourraient dans le futur obtenir un meilleur revenu par habitant si ceux-ci étaient moins nombreux.

Pont (2023) estime qu'une « réduction de la natalité dans les pays pauvres serait peu efficace et injuste ». Toutefois les émissions totales de GES représentent plus de 5% de l'ensemble des émissions mondiales pour les seuls PMA, qui ne contiennent qu'une partie des populations pauvres du monde, et on constate que les pays soumis à une déforestation importante émettent de fortes quantités de CO₂ lié à cette activité, elle-même liée à la population. Busch et Ferretti-Gallon (2017) ont conduit une analyse statistique sur les circonstances conduisant à la déforestation, qui sont, dans l'ordre : la montée des prix agricoles, le soutien aux revenus agricoles, la proximité de l'agriculture, une population plus importante, et la proximité d'une ville et de routes. C'est bien sûr aux habitants de ces pays de juger si une natalité plus faible irait dans le sens d'une amélioration de leurs conditions de vie et de celles de leur descendance. Mais il convient pour cela de les informer des avantages et inconvénients de mesures éventuelles portant sur la démographie. Nous avons là un vaste champ de recherche et d'information.

Dans l'attente d'indicateurs et de résultats plus précis sur la contribution de la croissance de la population aux émissions de GES, il apparaît en conclusion que les évaluations faites par le Giec à l'aide de l'identité de Kaya sont sous-estimées, notamment en présence d'activités importantes dans le domaine de l'AFOLU, mais même pour les émissions de CO₂ issu de la combustion de combustibles fossiles. Il ressort aussi de cet examen que le taux de croissance de la population a une influence relative importante sur la croissance des émissions dans beaucoup de pays à faible revenu, présentant de fortes émissions au niveau des forêts et de l'utilisation des terres, et dont la croissance économique par habitant est restée très faible ou même inexistante et risque de le demeurer si des mesures vigoureuses ne sont pas appliquées.

La croissance démographique, ou même le maintien du nombre d'humains au-dessus des 8 milliards d'individus comptabilisés en 2022, constituent un sujet de préoccupation pour un très large public, et qui attire régulièrement l'attention des médias. Les rares publications existant sur le lien entre population et climat indiquent que toute variation relative de la population entraîne à terme une variation au moins égale des émissions de GES. Elles sont souvent ignorées, ou accusées sans autre forme de procès de malthusianisme et d'incitation à la décroissance.

L'inertie du Giec dans ce domaine est compréhensible, puisqu'il s'agit d'un groupe de travail intergouvernemental fonctionnant sur la base du consensus, en vue d'informer les gouvernements. Ceux-ci n'ont pas jusqu'à présent demandé à la communauté des chercheurs ni au Giec d'évaluer les effets possibles de mesures d'ordre démographique sur le réchauffement du climat. Il en est de même en ce qui concerne les effets de la démographie sur la perte de biodiversité que pourrait examiner l'IPBES.

On peut imaginer comment un consensus a pu se constituer pour éviter ce sujet politiquement délicat. D'un côté, il est compréhensible que les pays à forte croissance démographique ne souhaitent pas se voir accuser d'augmenter les émissions de GES (ou le saccage de la biodiversité) du fait de leur démographie qu'ils ont des difficultés à contrôler. De l'autre, les gouvernements des pays développés n'ont pas d'intérêt particulier à court terme à voir se stabiliser la population des pays en développement, ni pour eux-mêmes ni pour leurs entreprises. Sachant que par ailleurs ce sujet peut interpeller certaines sensibilités sur le plan culturel, et venir s'ajouter à d'autres sujets de négociations considérés comme plus urgents, il a pu être jugé préférable de l'éviter. Et tant pis pour

les conséquences à long terme, même si elles doivent être catastrophiques.

Au vu de l'impact évident et considérable de la population sur le climat et sur la nature, et par conséquent sur la dégradation de la vie de la plupart des humains, et surtout des générations futures, il apparaît important et urgent que la communauté socioéconomique et le Giec s'intéressent aux incidences sur le climat de politiques et de mesures portant sur la démographie.

°0°

Remerciements

L'auteur est profondément reconnaissant envers MM. Jean-Luc Redaud, Régis Juvanon du Vachat et Philippe Waldteufel pour les commentaires et conseils qu'ils ont pris le temps d'apporter lors de la préparation de cet article.

°0°

Notes

[1] Voir <https://data.worldbank.org/indicato...>

[2] www.francetvinfo.fr/monde/environne...

[3] www.fao.org/3/y4450f/y4450f10.htm

[4] Voir par exemple l'émission www.francetvinfo.fr/monde/afrique/r...

[5] Programme des Nations Unies sur la réduction des émissions dues à la déforestation et à la dégradation des forêts dans les pays en développement, comprenant la conservation, la gestion durable des forêts et le renforcement des stocks de carbone forestier.

[6] <https://worldpopulationreview.com/c...>

[7] World Bank Group, 2022, <https://pip.worldbank.org/home>

[8] Voir par exemple : www.iamcdocumentation.eu/index.php/...

[9] www.demographie-responsable.org/

Bibliographie

* Amous, S. 2000. *Review of wood energy reports from ACP African countries. EC-FAO Partnership*

Programme working document, Rome.

- * Barger, N.N., et al., 2018. Chapter 3 : *Direct and indirect drivers of land degradation and restoration*. In : *The IPBES assessment report on land degradation and restoration*, Secretariat of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services, Bonn, Allemagne, pp. 137-218.
- * Busch, J., K., Ferretti-Gallon, 2017. *What drives deforestation and what stops it ? A meta-analysis*. *Review of Environmental Economic and Policy*, 11, 3-23, doi:10.1093/reep/rew013.
- * Casey, G., Galor, O., 2017. *Is faster economic growth compatible with reductions in carbon emissions ? The role of diminished population growth*, *Environmental Research Letters*, 12, <https://doi.org/10.1088/1748-9326/1...>
- * Dodson, J., Dérer, P., Cafaro, P., Götmark, F., 2020. *Population growth and climate change : Addressing the overlooked threat multiplier*, *Science of the Total Environment*, 748, 141346.
- * Ehrlich, P. R., Holdren, J.P., 1971. *Impact of population growth*. *Science* 171, 1212 - 1217, doi : 10.1126 / science.171.3977.1212.
- * Ferretti-Gallon, K., Busch, J., 2014. *What Drives Deforestation and What Stops it ? A Meta-Analysis of Spatially Explicit Econometric Studies*, Working Paper 361, Center for Global Development., <https://EconPapers.repec.org/RePEc:...>
- * Friedlingstein, P., et al., 2022. *Global Carbon Budget 2022*, *Earth Systems Science Data*, 14, 4811-4900, <https://doi.org/10.5194/essd-14-481...>, 2022.
- * Gillet, M., 2021. *Les scénarios du Giec : Liens entre l'évolution du climat et d'autres déterminants socio-économiques ou environnementaux*. *Encyclopédie du Développement Durable*, N°277, <http://encyclopedie-dd.org/gillet-m...> .
- * Houghton, R. A., Nassikas, A.A., 2017, *Global and regional fluxes of carbon from land use and land cover change 1850-2015*, *Global Biogeochemical Cycles*, 31, 456-472, doi:10.1002/2016GB005546.
- * IPBES, 2019. *Global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*. IPBES secretariat, Bonn, Germany. 1148 pages. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3831673>
- * IPCC, 2000. *Special report on emission scenarios*, Cambridge University Press.
- * IPCC, 2006. *IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. and Tanabe K. (eds). Published : IGES, Japan.
- * IPCC, 2014. *Climate Change 2014 : Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- * IPCC, 2019. *Climate Change and Land : an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems* <https://doi.org/10.1017/97810091579...>
- * IPCC, 2022. *Working Group III contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge, UK and New York, NY, USA, Cambridge University Press, www.ipcc.ch/report/ar6/wg3/.
- * IPCC, 2023. *Synthesis Report of the IPCC Sixth Assessment Report (AR6), Summary for Policymakers*, IPCC, Genève. www.ipcc.ch
- * Jorgenson, A. K., Clark, B., 2010. *Assessing the temporal stability of the population / environment relationship in comparative perspective : a cross national panel study of carbon dioxide emissions, 1960 - 2005*. *Population and Environment*, 32, 27 - 41. doi : 10.1007 / s11111-010-0117-x, ISSN : 0199-0039-1573-7810.
- * Kaya, Y., 1990. *Impact of carbon dioxide emission control on GNP growth : interpretation of proposed scenarios*, Paper presented to the IPCC Energy and Industry Subgroup, Response Strategies Working Group, Paris.
- * O'Neill, B. C., MacKellar, L. F., Lutz, W., 2001. *Population and Climate Change*. Cambridge

University Press, Cambridge, 288 pp. ISBN : 0521018021.

* O'Neill, B.C., Dalton, M., Fuchs, R., Jiang, L., Pachauri, S., Zigova, K., 2010. *Global demographic trends and future carbon emissions*, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107, 17521-17526. <https://doi.org/10.1073/pnas.1004581107> .

* O'Neill, B. C., Liddle, B., Jiang, L., Smith, K. R., Pachauri, S., Dalton, M., Fuchs, R., 2012. *Demographic change and carbon dioxide emissions*, *Lancet*, 380, 157 - 164. doi : 10.1016 / S0140-6736(12)60958-1.

* O'Neill, B.C., Jiang, L., Gerland, P., 2015. *Plausible reductions in future population growth and implications for the environment*, *Proceedings of the National Academy of Science*, 112, E506. <https://doi.org/10.1073/pnas.1421989112> .

* O'Neill, B.C., Ebi, K.L., Kemp-Benedict, E., Kok, K., Kriegler, E., Levy, M., Riahi, K., Rothman, D., van Ruijven, B., van Vuuren, D.P., 2017. *The roads ahead : narratives for the Shared Socioeconomic Pathways*. *Global Environmental Change*, 42, 169-180.

* Pison, G., 2018. *Les perspectives démographiques mondiales*. *Encyclopédie du Développement Durable*, N°252, Septembre 2018 <https://encyclopedie-dd.org/encyclo...>

#pourquoi_la_fecondite_ne_baisse_t_elle_pas_plus_vite_en_afrique_intertropicale

* Pont, E., 2023. *Faut-il arrêter de faire des enfants pour sauver la planète ?* Paris, Payot et Rivages.

* Poumanyong, P., Kaneko S., 2010. *Does urbanization lead to less energy use and lower CO2 emissions ? A cross-country analysis*, *Ecological Economics*, 70, 434 - 444.

* Tyukavina, A., Hansen, M.P., Potapov, P., Parker, D., Okpa, C., Stehman, S.V., Kommareddy, I., Turubanova, S., 2018. *Congo Basin forest loss dominated by increasing smallholder clearing* *Science Advance*, 4 (11), eaat2993. DOI : 10.1126/sciadv.aat2993

* UNFPA, 2004. *World Population to 2300*, New York, United Nations.

* UNFPA, 2023a. *Communiqué de presse du Fonds des Nations-unies pour la population en date du 19 avril 2023, à propos du rapport Huit milliards d'humains, un horizon infini de possibilités : Défendre les droits et la liberté de choix.*

* UNFPA, 2023b. *Huit milliards d'humains UN HORIZON INFINI DE POSSIBILITÉS défendre les droits et la liberté de choix*, New-York, 192p, www.unfpa.org/sites/default/files/s...

Lire également dans l'encyclopédie

* Marc Gillet : {[Les scénarios du GIEC : Liens entre l'évolution du climat et d'autres déterminants socio-économiques ou environnementaux->374]}, N° 277 , 08/12/2021. * Jacques Theys : {[Prospective, Collapsologie et « Panne de futurs » : Faut-il croire à un possible effondrement ?->380]}, N° 281 , 06/06/2022. * Jean Luc Redaud : {[L'adaptation aux changements climatiques, un processus international institutionnel chaotique->369]}, N° 274 , 04/12/2020. * Iddri : {[Neutralité carbone : Relever le défi mondial pour une action climatique ambitieuse->349]}, N° 262 , 21/06/2019. * Gilles Pison : {[Les perspectives démographiques mondiales->335]}, N° 252 , 13/09/2018.