



INSTITUT
POUR QUE L'AVENIR AIT BESOIN DE NOUS
SAPIENS



Démographie et climat : l'impossible équation

À propos de l'auteur

Philippe Charlez



Ingénieur des Mines de l'École Polytechnique de Mons (Belgique) et Docteur en Physique de l'Institut de Physique du Globe de Paris. Expert internationalement reconnu en énergie, Charlez est l'auteur de plusieurs ouvrages sur la transition énergétique dont « Croissance, énergie, climat. Dépasser la quadrature du cercle » paru en Octobre 2017 aux Editions De Boek supérieur et « L'utopie de la croissance verte. Les lois de la thermodynamique sociale » paru en octobre 2021 aux Editions JM Laffont.

Philippe Charlez enseigne à Science Po, Dauphine, l'INSEAD, Mines Paris Tech, l'ISSEP et le Centre International de Formation Européenne. Il est éditorialiste régulier pour Valeurs Actuelles, Contrepoints, Atlantico, Causeur et Opinion Internationale. Il est l'expert en Questions Energétiques de l'Institut Sapiens. Pour plus d'informations sur l'auteur consultez www.philippecharlez.com et <https://www.youtube.com/energychallenge>

À propos de l'Institut Sapiens

L'Institut Sapiens est un laboratoire d'idées (*think tank*) indépendant et non partisan réfléchissant aux nouvelles conditions d'une prospérité partagée à l'ère numérique. L'humanisme est sa valeur fondamentale. Son objectif est d'éclairer le débat économique et social français et européen par la diffusion de ses idées.

Il fédère un large réseau d'experts issus de tous horizons, universitaires, avocats, chefs d'entreprise, entrepreneurs, hauts fonctionnaires, autour d'adhérents intéressés par les grands débats actuels. Sapiens s'attache à relayer les recherches académiques les plus en pointe.

Les travaux de Sapiens sont structurés autour de **sept observatoires thématiques** : développement durable ; IA et éthique ; science et société ; santé et innovation ; travail, formation et compétences ; politiques, territoire et cohésion sociale ; innovation économique et sociale.

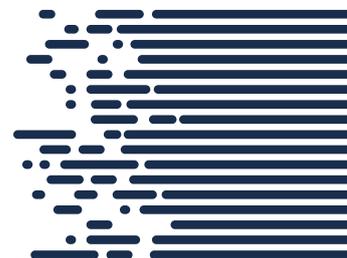
Sa vocation est triple :

Décrypter — Sapiens aide à la prise de recul face à l'actualité afin d'aider à la compréhension des grandes questions qu'elle pose. L'institut est un centre de réflexion de pointe sur les grands enjeux économiques contemporains.

Décloisonner et faire dialoguer — Sapiens met en relation des mondes professionnels trop souvent séparés : universitaires, membres de la sphère publique, praticiens de l'entreprise ou simples citoyens. L'institut est un carrefour où ils peuvent se rencontrer pour réfléchir et dialoguer.

Se former — Le XXI^e siècle est celui de l'information ; il doit devenir pour l'individu celui du savoir. Les immenses pouvoirs que donnent les technologies appellent un effort nouveau de prise de recul et d'analyse. Grâce à ses publications, événements et rencontres, Sapiens se veut un lieu de progression personnelle pour ceux qui veulent y prendre part.

Pour en savoir plus, visitez notre site internet : institutsapiens.fr



Résumé

Les hasards du calendrier font parfois bien les choses. Alors que la COP27 se terminait en Egypte, l'Humanité dépassait le mardi 15 novembre 2022 les huit milliards d'individus.

Depuis le début des années cinquante, la population mondiale a été multipliée par trois passant de 2,5 milliards à 8 milliards d'habitants. Selon le scénario central prospectif de l'ONU, elle devrait frôler les 10 milliards d'habitants en 2050 pour finalement stagner à 11 milliards en 2100. Dans les pays de l'OCDE la population devrait rester stable autour de 1,25 milliards d'individus. En revanche elle va continuer de croître significativement dans les pays émergents (incluant Inde et Chine). En 2050, ces derniers représenteront 90 % de la population mondiale.

Cette énorme disparité démographique est **le** facteur prépondérant pesant sur la transition énergétique. Notre étude montre que les efforts considérables engagés dans les pays de l'OCDE, Europe en tête, pour décarboner le mix énergétique à l'horizon 2050 (renouvelable, voitures électrique, pompes à chaleur, isolation de l'habitat) seront insignifiants si un effort de même ampleur n'est pas engagé dans les pays émergents.

Depuis le début du siècle, l'intensité carbone (rapport entre les émissions et la consommation d'énergie) des pays de l'OCDE et des pays émergents s'est grosso modo réduite de 1% par an. Les projets de décarbonation (i.e. le Green Deal européen) devraient permettre aux pays de l'OCDE de passer à un rythme de 4% par an. En supposant maintenir le taux de déclin à 1% par an dans les pays émergents, les émissions ne déclineraient que 10% passant des 35 milliards de tonnes actuelles à 31 milliards de tonnes. Dans ce cas, les émissions des pays émergents qui comptaient au début du siècle pour 45% des émissions atteindraient...92%. La décarbonation du MWh des pays de l'OCDE est donc du second ordre par rapport à celui des pays émergents. En revanche, si les investissements massifs dans les pays OCDE étaient transférés vers les pays émergents (intensité carbone réduite de 4%/an dans les pays émergents mais maintien du trend de réduction de 1% par an dans les pays de l'OCDE), les émissions à l'horizon 2050 seraient réduites de moitié passant de 34 milliards de tonnes en 2021 à 18 milliards de tonnes en 2050. Dans ce second scénario, les parts relatives émergents/OCDE resteraient pratiquement constantes par rapport à la situation actuelle.

Les pays de l'OCDE seraient-ils prêts pour autant à oublier leur transition (qui en relatif est terminée !) pour financer celle des pays émergents ? L'économiste britannique Nick Stern confirme nos conclusions : le chemin vers une société bas carbone nécessiterait un transfert de 2000 milliards de dollars par an des pays OCDE vers les pays émergents. 2000 milliards de dollars c'est environ 3,7 % du PIB des pays de l'OCDE. Une solution politiquement et socialement impossible à envisager.

L'autre solution serait de réduire le flux démographique actuel (particulièrement en Afrique où il est le plus élevé). Sur la période 2022 à 2050, une réduction de 25% du flux démographique permettrait d'économiser 3,3% d'émissions cumulées tandis que le réduire de moitié économiserait seulement 6,6% d'émission. Ces résultats confirment de façon très claire que **l'impact de la démographie est avant tout un effet de stock (la population déjà existante) et non un effet de flux (accroissement démographique futur).**

L'avancement des transitions démographiques dans la plupart des continents ne laisse donc que peu de marge pour impacter significativement les émissions de gaz à effet de serre. Les tendances actuelles laissent peu d'espoir de réaliser les réductions requises pour atteindre l'objectif des 2° des Accords de Paris.

Introduction

Avec son interminable mise en scène, ses absents et ses présents et ses lobbystes de tous bords, les COPs sont devenues des rites un peu vides dont on attend bien peu.

Comme chaque année, l'idéologie et les petits intérêts nationaux l'ont largement emporté sur le pragmatisme climatique . La COP 27 a confirmé un catalogue de bonnes intentions qui ne seront jamais respectées. Présente en masse comme à chaque édition, l'Europe n'en a récolté aucun avantage d'autant que ses principaux compétiteurs chinois, russe, indien et américain étaient une fois encore aux « *abonnés absents* ». Comme chaque année, l'objectif de 1,5° a été remis sur la table alors qu'il est obsolète depuis bien longtemps dans la mesure où les 400 ppm de CO₂ associés ont été dépassés depuis quatre ans !

Les hasards du calendrier font parfois bien les choses. Alors que la grande messe annuelle du climat se terminait en Egypte, l'Humanité dépassait le mardi 15 novembre 2022 les huit milliards d'individus. On sait que le problème démographique des pays émergents est le principal levier des émissions de gaz à effet de serre.

Les émissions individuelles des baby-boomers européens sont certes très supérieures à celles de l'Africain moyen. La bonne morale devrait donc conduire les premiers à réduire leurs émissions au profit des seconds. Excepté que raisonner en émissions individuelles comporte un énorme biais. Le dérèglement climatique est le résultat d'émission globales et non d'émissions individuelles. Au total, la démographie galopante des petits émetteurs l'emporte largement sur le comportement des gros émetteurs.

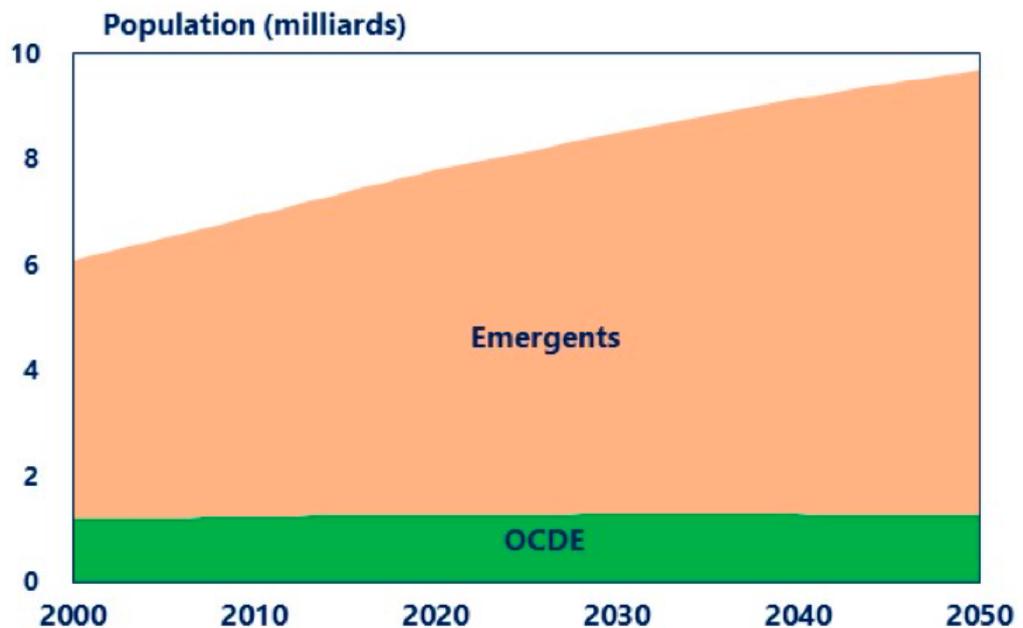
Croissance économique et démographie : des liaisons dangereuses

Depuis le début des années cinquante, la population mondiale a été multipliée par trois passant de 2,5 milliards à 8 milliards d'habitants. Selon le scénario central prospectif de l'ONU¹, la population mondiale devrait frôler les 10 milliards d'habitants en 2050 pour finalement stagner à 11 milliards en 2100. Cette stagnation est due d'une part à une baisse du taux de natalité (il devrait passer de 80 millions par

1 <https://population.un.org/wpp/Download/Standard/Population/>

an aujourd'hui à 50 millions en 2050) mais aussi à un accroissement de la mortalité principalement dû au vieillissement de la population mondiale davantage sensible à des épidémies du type COVID19². Les conséquences du réchauffement climatique pourraient aussi avoir un impact sur la hausse de la mortalité. Vers 2100, les valeurs de natalité et de mortalité se rejoindraient conduisant à une population stationnaire de l'ordre de 11 milliards d'habitants

*Figure 1 – Accroissement de la population mondiale
(Source des données – ONU)*



Cette vue globale est évidemment très différente suivant que l'on s'intéresse aux pays de l'OCDE ou aux pays émergents (**Figure 1**). Dans les pays de l'OCDE la population devrait rester stable autour de 1,25 milliards d'individus. En revanche dans les pays émergents (incluant Inde et Chine) elle va continuer de croître significativement. En 2050, les pays émergents représenteront 90 % de la population mondiale.

D'une façon générale, richesse et démographie sont étroitement corrélés. D'une part, la production de richesse réduit la mortalité dû notamment aux progrès de la médecine mais aussi à l'amélioration significative des conditions d'hygiène et de sécurité (au travail notamment). Par ailleurs, le développement économique induit à terme une baisse des naissances. Cette tendance est liée d'une part à la réduction de la mortalité infantile ne justifiant plus de multiplier la procréation par stratégie de survie, mais aussi à l'évolution culturelle des sociétés développées. L'accès facile à la contraception

2 file:///C:/Users/J0006540/Downloads/POPSOC_573_0001.pdf

et l'accroissement considérable de la durée d'éducation induisent un recul significatif de l'âge de la première maternité : en France, il est passé de 24 ans en 1970 à 28,5 ans aujourd'hui³.

De la baisse de la natalité et de l'accroissement de l'espérance de vie découle un vieillissement progressif de la population dans les pays développés. Il a pour effet d'accroître la mortalité mais agit aussi sur la croissance économique⁴. Il impacte à la fois la capacité à entreprendre et la productivité. Ainsi la propension à créer une entreprise est deux fois plus élevée pour les moins de 45 ans tandis que les facultés d'assimilation et d'adaptation baissent avec l'âge. Bien que l'âge bénéficie généralement à l'expérience, le vieillissement de la société est reconnu comme un facteur de perte de compétitivité.

Démographie et croissance économique entretiennent donc des liaisons complexes⁵. Elles ont conduit au concept de « *transition démographique* » (**Figure 2 - gauche**) stipulant que la croissance économique déplace un régime démographique initial préindustriel caractérisé par des taux de mortalité et de natalité élevés avec une faible croissance de la population (phase 1) vers un régime démographique stationnaire caractérisé par des taux de mortalité et de natalité faibles (phase 4). Entre ces deux régimes, la population croît continuellement d'abord avec un taux de croissance positif (phase 2) puis avec un taux de croissance négatif (phase 3). Durant cette phase 3, le taux de mortalité bien que faible finit par croître et avoir raison du taux de natalité.

La transition démographique mondiale se situe aujourd'hui dans la phase 3, le pic de croissance ayant été atteint au milieu des années 1990 (**Figure 2 - droite**). Historiquement la phase 2 correspond à la révolution industrielle et se situe du début du XIX^e siècle à la fin du XX^e siècle alors que la Phase 3 s'amorce avec la révolution numérique au début du XXI^e siècle.

3 <https://www.insee.fr/fr/statistiques/2668280#:~:text=En%20France%2C%20l'%C3%A2ge%20moyen,ans%20%C3%A0%2024%2C0%20ans.>

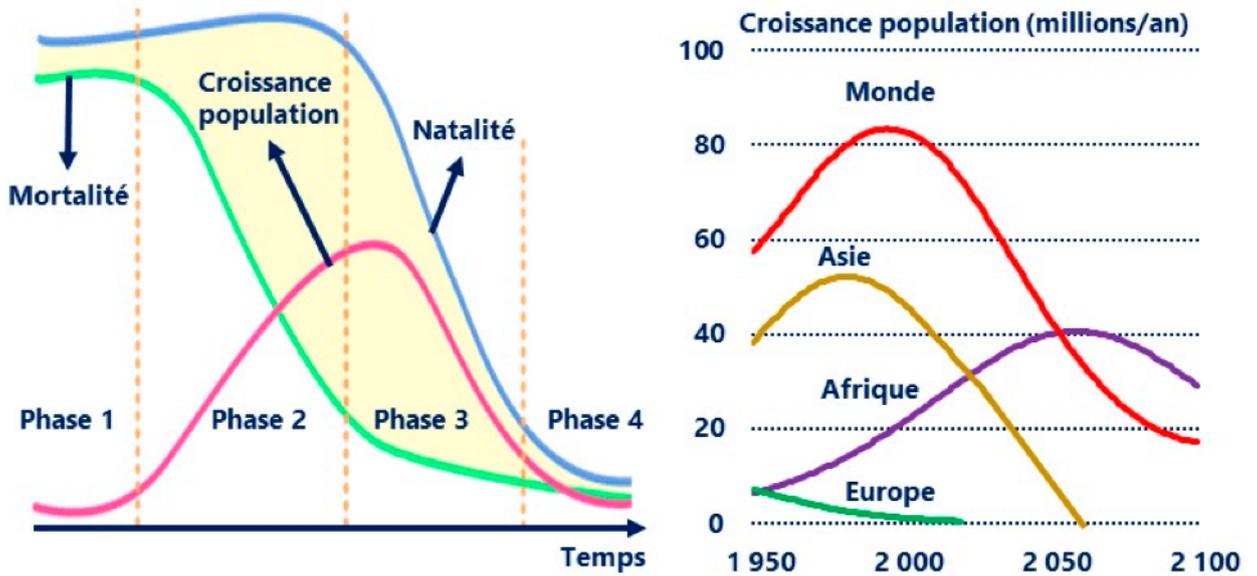
4 <https://www.melchior.fr/etude-de-cas/demographie-et-croissance>

5 https://www.persee.fr/doc/pop_0032-4663_1989_num_44_3_3484

Figure 2 – Gauche - Concept de transition démographique ⁶

Droite – Données historiques et prospectives mondiales

(Source des données ONU)



Toutes les régions du monde ne se situent pas pour autant au même niveau. En phase 4 depuis le début du XXI^{ème} siècle, l'Europe et les autres pays de l'OCDE voient leur population stagner. Après avoir passé son pic de croissance au début des années 1980, l'Asie se trouve en phase 3. Quant à l'Afrique elle est seulement en phase 2 et ne devrait atteindre son pic de croissance que dans les années 2060. Responsable de la moitié de la croissance démographique mondiale, le continent Africain est aussi le plus pauvre du monde.

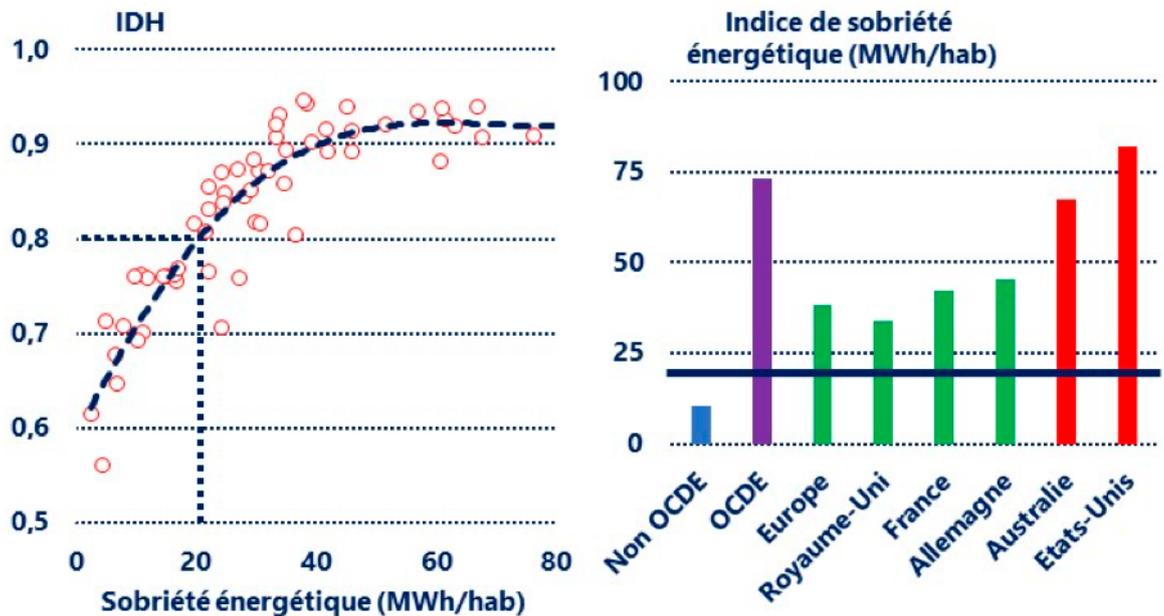
Sobriété énergétique et intensité carbone

Instrumentalisé au profit d'autres causes souvent totalement déconnectées du climat et ne rendant aucunement compte de la problématique globale, les émissions par habitant sont aussi très dépendantes du mix énergétique national. Aussi, traduisent-elles davantage la politique énergétique d'un pays que le comportement individuel de ses citoyens. Ainsi, un Allemand faisant preuve de sobriété énergétique émettra toujours plus qu'un Français « *gaspilleur* ». Et pour cause, l'électricité allemande est quatre fois plus carbonée que l'électricité Française. En revanche, un individu peut réellement contrôler sa consommation individuelle d'énergie. Aussi est-il largement préférable d'utiliser l'indice de sobriété énergétique égal à la consommation d'énergie annuelle

6 P. Jacquemot (2013) « Economie politique de l'Afrique contemporaine » pages 79 à 94 Editions Armand Colin

moyenne par habitant. Il s'exprime en MWh par an et par habitant toutes énergies et toutes applications confondues.

*Figure 3 - Evolution de l'IDH en fonction de l'indice et du seuil de sobriété énergétique
(Source des données : UNDP & BP Statistical Review 2020)*



L'énergie étant le principal « *aliment de la croissance* » est aussi, par construction, un ingrédient majeur du développement humain. Sans énergie, il ne peut y avoir de système de santé ou d'éducation performants. Aussi existe-t-il une relation étroite entre l'IDH ⁷ et l'indice de sobriété énergétique mettant en évidence un « *seuil énergétique au développement* ». En considérant un IDH de 0,80, on peut estimer ce seuil à environ 20 MWh/an (**Figure 3 - Droite**).

Quand on compare différents pays et différentes régions du monde, les résultats sont évidemment très hétérogènes. Sans surprise, le citoyen OCDE (50 MWh/an) consomme en moyenne 3,5 fois plus d'énergie que le citoyen non OCDE dont la valeur (15 MWh/an) se situe en-dessous du seuil de développement (**Figure 4 - gauche**). Mais, c'est au sein des pays de l'OCDE que la comparaison est la plus éclairante. La plupart des pays européens (**Figure 3 - Droite**) excèdent raisonnablement le seuil. Ainsi, l'Européen consomme annuellement 38 MWh, le français 42 MWh et le britannique « *champion toutes catégories* » seulement 33 MWh. En revanche, pour des niveaux de développement équivalents, l'Australien et l'Américain consomment annuellement entre 3 et 4 fois le seuil énergétique au développement.

⁷ IDH = Indice de développement humain. Il concatène la richesse par habitant, l'espérance de vie et la durée d'éducation.

Le développement optimal se situe donc entre un « *socle de pierre* » de 20 MWh en-dessous duquel l'entrée dans le sous-développement peut s'avérer très rapide et un « *plafond de verre* » de 40 MWh au-dessus duquel la société consomme de l'énergie sans apport réel au développement. Au-dessus de ce plafond de verre, on entre dans une société de gaspillage énergétique : le surcroît de consommation n'accroît pas pour autant le niveau de vie des citoyens. Il existe donc dans les sociétés développées une marge importante d'optimisation énergétique

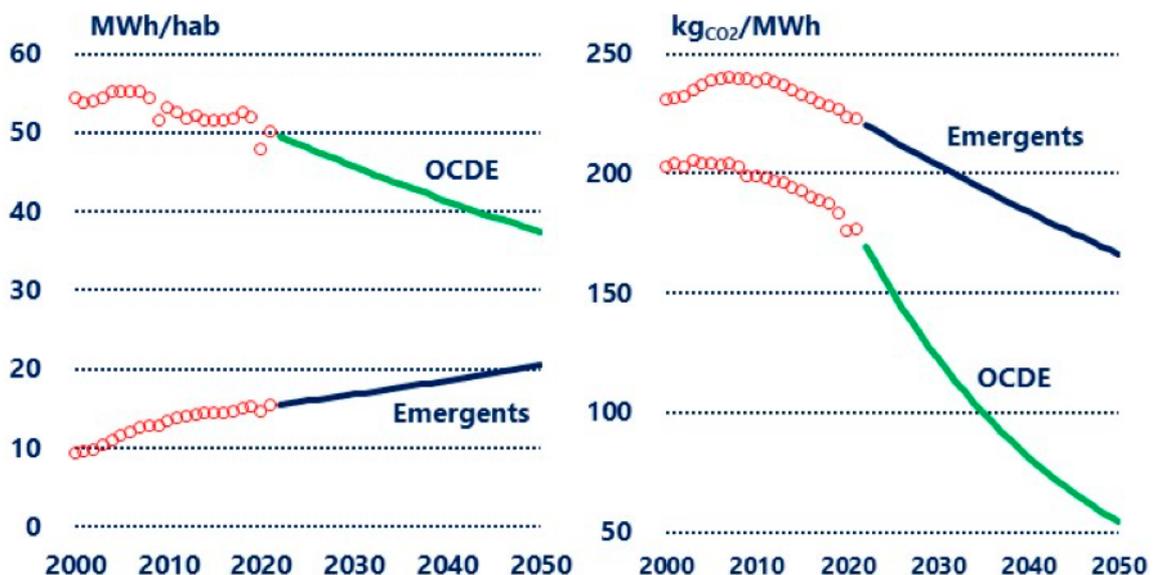
Pour calculer les émissions globales d'une population donnée, il faut introduire un second paramètre : l'intensité carbone qui rapporte les émissions d'un pays ou d'une région à sa consommation d'énergie. Une intensité carbone élevée correspond à un pays dont le mix énergétique est très carboné. Contrairement à l'indice de sobriété énergétique, il n'existe pas de corrélation franche entre l'indice de développement et l'intensité carbone. Pour se développer un pays a besoin d'énergie peu importe son niveau de décarbonation. Contrairement à l'indice de sobriété énergétique, la différence d'intensité carbone reste actuellement assez faible entre les pays de l'OCDE (177 kg_{CO2}/MWh) et les pays émergents (223 kg_{CO2}/MWh) (**Figure 4 - droite**).

Figure 4 – Evolutions historiques et prospectives

Gauche – Indice de sobriété énergétique

Droite – Intensité carbone

(Sources de données : ONU et BP Statistical review 2022)



Emissions et accroissement de la population

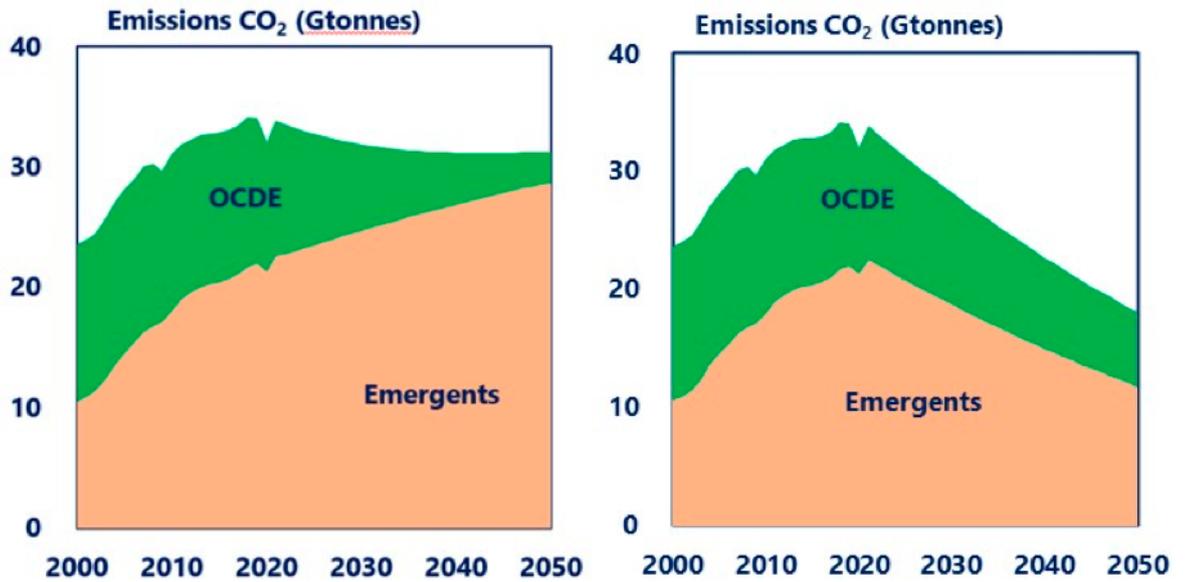
L'indice de sobriété énergétique et l'intensité carbone permettent alors aisément de calculer les émissions globales de CO₂ d'un pays ou d'une région grâce à la relation :

$$CO_2 = \frac{CO_2}{MWh} \times \frac{MWh}{hab} \times hab$$

Les estimations prospectives des émissions de gaz à effet de serre à l'horizon 2050 ont été calculées à partir des hypothèses suivantes :

- ◇ Croissance de la population en ligne avec la **Figure 1** (schéma prospectif médian de l'ONU),
- ◇ Réduction de l'indice de sobriété énergétique de 1% par an dans les pays de l'OCDE. Ce déclin est celui observé au cours des 20 dernières années. Il est compatible avec une faible croissance économique inférieure à 1% par an (**Figure 4 - gauche**)
- ◇ Accroissement de l'indice de sobriété énergétique de 1% par an dans les pays émergents ce qui les amènent en 2050 à la valeur seuil de 20 MWh/hab (**Figure 4 - gauche**)
- ◇ Réduction agressive de l'intensité carbone de 4% par an dans les pays de l'OCDE en ligne avec le programme de décarbonation du « *new deal* » européen mais en rupture complète avec les 1% observés en moyenne depuis le début du siècle (**Figure 4 - droite**). Les émissions résiduelles seront éventuellement compensées via la bio-séquestration (plantation d'arbres) ou la séquestration du carbone dans le sous-sol (CCS ⁸) pour atteindre « *Net Zero Emissions* »
- ◇ Réduction de 1% par an de l'intensité carbone dans les pays émergents en ligne avec ce qui est observé depuis le début du siècle (**Figure 4 - droite**). Cette valeur peut paraître faible. Mais compte tenu des stratégies chinoises et indiennes considérant que leur pic d'émission ne sera pas atteint avant 2035, cette valeur est probablement optimiste.

Figure 5 – Emissions OCDE & émergents
Gauche – Cas de base (investissements OCDE)
Droite – Transfert massif vers les émergents

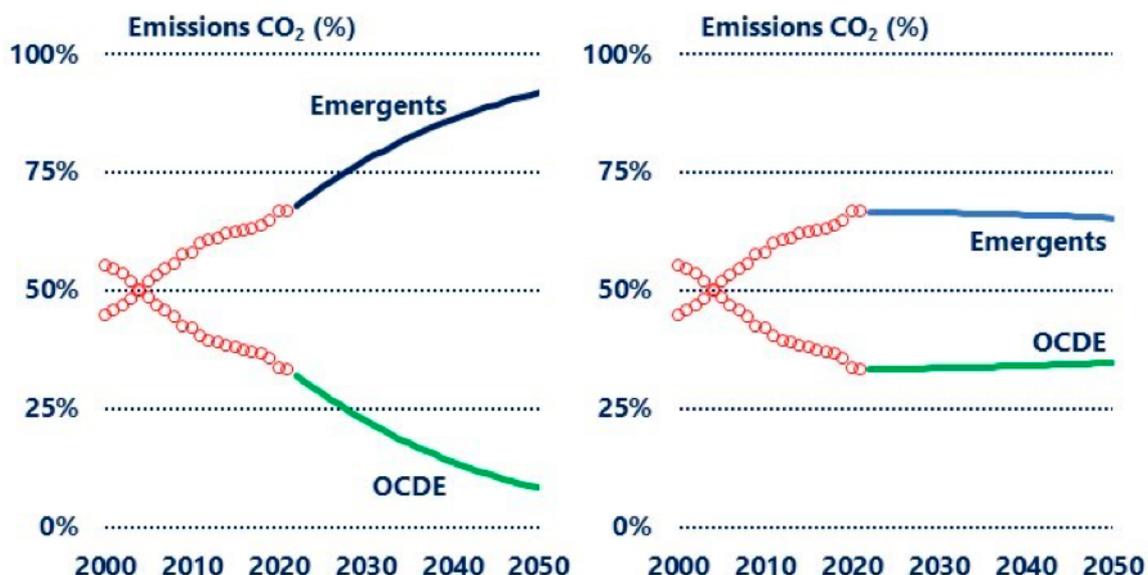


Les résultats des simulations sont présentés dans la **Figure 5 - droite**. Malgré les efforts considérables des pays de l'OCDE, la démographie des pays émergents couplée à l'accroissement de l'indice de sobriété énergétique ne permet pas de réduire significativement les émissions globales. A l'horizon 2050, elles ne déclinent que de 10% passant des 35 milliards de tonnes actuelles à 31 milliards de tonnes. A l'horizon 2050, les émissions des pays émergents qui comptaient au début du siècle pour 45% des émissions atteindront...92% (**Figure 6 - gauche**). La décarbonation du MWh des pays de l'OCDE est donc du second ordre. En concentrant ses investissements dans les voitures électriques, les pompes à chaleur et les énergies renouvelables européennes, le Green Deal se trompe clairement de cible.

Figure 6 – Pourcentage des émissions OCDE & émergents

Gauche – Cas de base (investissements OCDE)

Droite – Transfert massif vers les émergents



Dans une seconde simulation, nous avons inversé la situation en transférant massivement les investissements des pays de l'OCDE vers les pays émergents. Ce transfert permet une réduction de l'intensité carbone de 4% dans les pays émergents alors que les pays de l'OCDE poursuivent jusqu'en 2050 leur trend de réduction de 1% par an. Les résultats (**Figure 5 - gauche**) sont sans appel : les émissions à l'horizon 2050 sont réduites de moitié passant de 34 milliards de tonnes en 2021 à 18 milliards de tonnes en 2050. En 2050, les parts relatives émergents/OCDE restent pratiquement constantes par rapport à la situation actuelle.

Les pays de l'OCDE sont-ils prêts pour autant à oublier leur transition (qui en relatif est terminée !) pour financer celle des pays émergents ? C'est dans ce sens que le Président Français est monté au créneau lors de la COP27 en disant « vouloir mettre la pression sur les pays riches et notamment les États-Unis et la Chine afin qu'ils payent leur part pour aider les pays pauvres davantage sensibles aux effets dévastateurs du réchauffement climatique »⁹. Lors de la COP21 les pays riches s'étaient engagés à mobiliser un « fonds vert pour le climat » de 100 milliards de dollars par an en faveur des pays pauvres. Force est de constater que ces promesses n'ont pas été tenues. Mais, même si cette condition avait été remplie en totalité, la somme de 100 milliards de dollars ne représentent qu'une partie infime des besoins réels. Selon l'économiste britannique Nick Stern ¹⁰, le chemin vers

9 COP27 : Macron veut «mettre la pression», l'ONU parle d'un «choix» entre «coopérer ou périr» - Le Parisien

10 https://www.bu.edu/eci/files/2019/06/Economie_du_changement_climatique.pdf

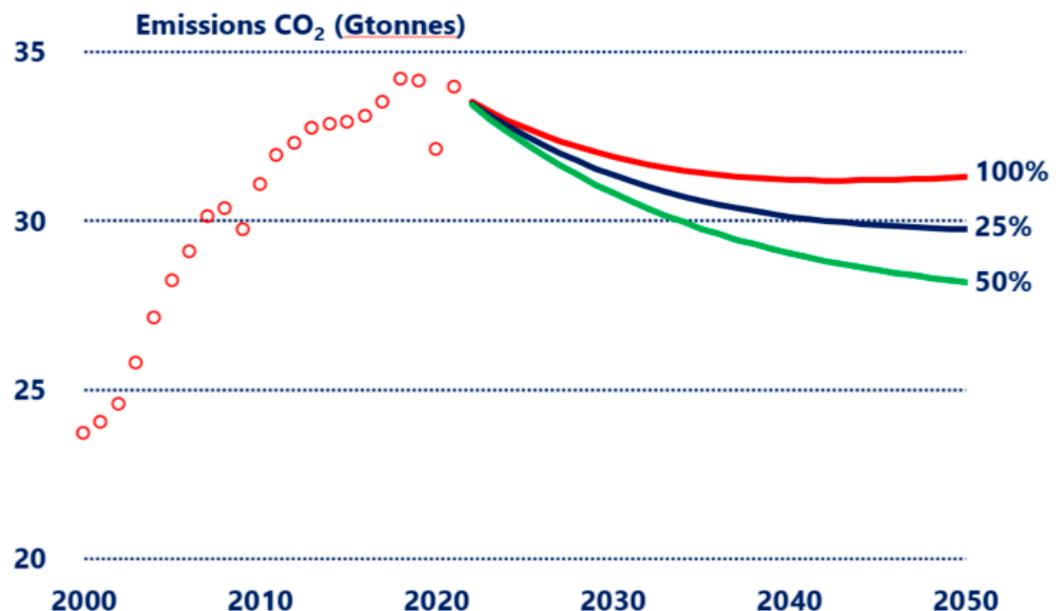
une société bas carbone nécessiterait un transfert d'au moins 2000 milliards d'euros par an des pays riches vers les pays pauvres. 2000 milliards de dollars c'est environ 3,7 % du PIB des pays de l'OCDE. Une solution politiquement et socialement impossible à envisager.

Les pays de l'OCDE, Europe en tête, se contenteront donc de se donner bonne conscience en investissant des sommes pharaoniques dans une transition énergétique quasi inutile qui ne résoudra en rien la problématique climatique.

Emissions et limitation démographique

Limiter le flux démographique existant peut-il pour autant solutionner en partie le problème ? Pour ce faire, nous avons comparé le cas de base de la **Figure 5** (courbe rouge de la **Figure 6**) avec une réduction de 25% et de 50% de la croissance démographique. Bien que non négligeables, les résultats sont limités. Sur la période 2022 à 2050, réduire le flux démographique de 25% permet d'économiser 3,3% d'émissions cumulées tandis que le réduire de moitié économise 6,6% d'émission. Des valeurs sans aucune comparaison avec celles obtenues en réduisant massivement l'intensité carbone des pays émergents.

Figure 7 – Impact de la limitation démographique



Ces résultats confirment de façon très claire que **l'impact de la démographie est avant tout un effet de stock (la population déjà existante) et non un effet de flux (accroissement démographique futur)**. L'avancement des transitions démographiques dans la plupart des continents ne laisse donc que peu de marge pour impacter significativement les émissions de gaz à effet de serre.

Les objectifs Net Zéro Carbone à l'horizon 2050 reposent donc essentiellement sur la décarbonation du mix énergétique des pays émergents. Les tendances et investissements actuels montrent de façon très claire que l'équation climat démographie est pratiquement insoluble et qu'en pratique, l'objectif des 2° est inatteignable.

