



**HAL**  
open science

## Les émissions de CO<sub>2</sub> et autres gaz à effets de serre

François Durand-Dastès

► **To cite this version:**

François Durand-Dastès. Les émissions de CO<sub>2</sub> et autres gaz à effets de serre: Quelques documents pour tenir compte des masses démographiques. *Cybergeo: Revue européenne de géographie / European journal of geography*, 2010. hal-02501987

**HAL Id: hal-02501987**

**<https://hal.science/hal-02501987>**

Submitted on 8 Mar 2020

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# Les émissions de CO2 et autres gaz à effets de serre

## Quelques documents pour tenir compte des masses démographiques.

Référence : François Durand-Dastès, « Les émissions de CO2 et autres gaz à effets de serre Quelques documents pour tenir compte des masses démographiques », Cybergéo, Rubrique « Débats », Mis en ligne le 20 juillet 2010 : <http://www.cybergegeo.eu/index20143.html>

**MOTS CLEFS : Gaz à effets de serre – Monde - Protocoles de Kyoto - GIEC. Interactions – Simulations - Inégalités.**

**(Voir résumés in fine)**

**« La Chine et les Etats-Unis ont des niveaux d'émission de CO2 très proches et très élevés. »**

Une affirmation dont on peut dire qu'elle est incontestable : en 2006, la Chine a émis 6,103 Milliards de tonnes de CO2, les Etats-Unis 5,975; les deux pays ont été responsables d'environ 40% des émissions mondiales. L'Inde et la Russie qui venaient ensuite dans le classement étaient loin derrière, avec chacune des pourcentage des ces émissions mondiales autour de 5%.

Mais que peut on penser de cette proximité de la Chine et des Etats-Unis ? En fait leur cas relève de problématiques très contrastées, ce qui ressort clairement d'une différence qu'on aurait tort de négliger, bien mise en évidence par le tableau 1.

Tableau 1	Emissions Millions de tonnes	Populations Millions h	Emissions Tonnes par habitant
Chine	6103	1321	4.62
Etats Unis	5975	303	19.70

Le produit d'une valeur d'émission par habitant assez faible par une population considérable, comme dans le cas de la Chine donne une valeur équivalente au produit d'une population beaucoup plus faible pour des émissions par tête beaucoup plus fortes, c'est arithmétiquement incontestable, et on sait bien que la multiplication est une opération commutative.

Mais quand on passe du point de vue de l'arithmétique élémentaire à celle de la logique, les choses changent assez nettement.

Il y a une différence fondamentale, en tant que composante d'une situation, entre les masses de population et les niveaux d'émissions par habitant. Et d'abord, du point de vue de la dynamique, essentiel quand on traite des problèmes des gaz à effet de serre, puisqu'on cherche avant tout à proposer des politiques, donc des actions sur les évolutions, donc encore sur ces dynamiques. Les masses démographiques possèdent une inertie beaucoup plus forte que l'ensemble des facteurs techniques et économiques qui déterminent les émission de gaz par les activités humaines. Non que ces derniers soient dépourvus d'un certain degré d'inscription à long terme dans les caractères de notre monde ; mais il y a une différence d'ordre de grandeur dans les temporalités à prendre en compte.

Si bien qu'on peut considérer qu'il est à la fois tout à fait vrai et très insuffisant de dire que la Chine et les Etats-Unis ont les mêmes niveaux d'émissions ; vrai, bien sûr à la fois du point de vue de la simple arithmétique et de celui des conséquences sur les volumes de CO2 dans notre atmosphère ; insuffisant quand on passe de l'arithmétique à la logique, de la constatation d'une situation à la prise en compte des dynamiques, et plus encore quand on envisage des possibilités d'action.

Cette remarque peut évidemment paraître relever, du rappel d'une évidence, voire d'un truisme quelque peu monstrueux; certes ; mais ce rappel semble ne pas être sans intérêt, quand on constate à quel point le poids des masses démographiques est souvent faiblement pris en compte, voire à peu près totalement négligé dans une partie assez importante de la littérature sur les émissions de gaz à effet de serre, sur l'effet de serre lui-même, sur les problèmes plus ou moins connexes posés par les possibilités de changements climatiques et par les effets prévisibles de l'épuisement, à terme, des ressources en combustibles fossiles.

Cette note a pour simple but de procéder à ce rappel, de le documenter, par la constitution d'un modeste dossier, essentiellement sous forme cartographique.

On peut remarquer avant d'aller plus loin, que des problèmes analogues à ceux que nous avons évoqués à propos des masses démographiques se posent aussi pour les masses des activités humaines, plus particulièrement pour les activités de production. Celles-ci sont, de façon plus ou moins pertinentes, évaluables par les calculs des produits intérieurs bruts. Il est intéressant de confronter ceux-ci aux niveaux d'émission de CO2. Symétrique du tableau 1, le tableau 2 montre un premier aspect des effets de structure qui jouent ici : une symétrie avec inversion, d'ailleurs, puisque c'est la Chine qui a ici une masse plus faible, avec un coefficient unitaire (par dollar de PNB en l'occurrence) plus fort, et réciproquement pour les Etats-Unis.

Tableau 2	Emissions Millions de tonnes	PNB Millions de dollars	Emissions en Kg par dollar PNB
Chine	6103	2 657 800	2.296
Etats Unis	5975	13 178 000	0.453

C'est donc l'ensemble des rapports entre les émissions d'une part, les effectifs et les activités des hommes qu'il s'agit d'envisager ici. Leur répartition à l'échelle globale peut être le point de départ de toute réflexion sur le sujet.

### **La carte brute.**

La carte des émissions, calculées pour 2006 par les services des Nations Unies, (Figure 1) montre une évidente relation entre les quantités émises et la population des pays. La disparité entre ces quantités sur l'ensemble de la planète est telle qu'il a fallu adopter une échelle de taille pour les cercles proportionnels qui aboutit à effacer les pays aux émissions très faibles ; sans quoi les cercles représentant les principaux émetteurs auraient envahi l'essentiel de la carte.

On perçoit aussi une relation entre le niveau de développement économique et le volume des émissions : On retrouve nettement sur la carte le monde « développé ».

Ces deux relations essentielles sont précisées et mieux mises en évidence grâce à deux graphiques, (Figures 2 et 3) liant les volumes d'émissions avec, d'une part la population totale des pays, et d'autre part le Produit National Brut.

Ces deux graphiques montrent que les corrélations sont nettes entre la variable « volume des émissions », prise comme variable expliquée, et les deux variables explicatives, la population et le PNB.

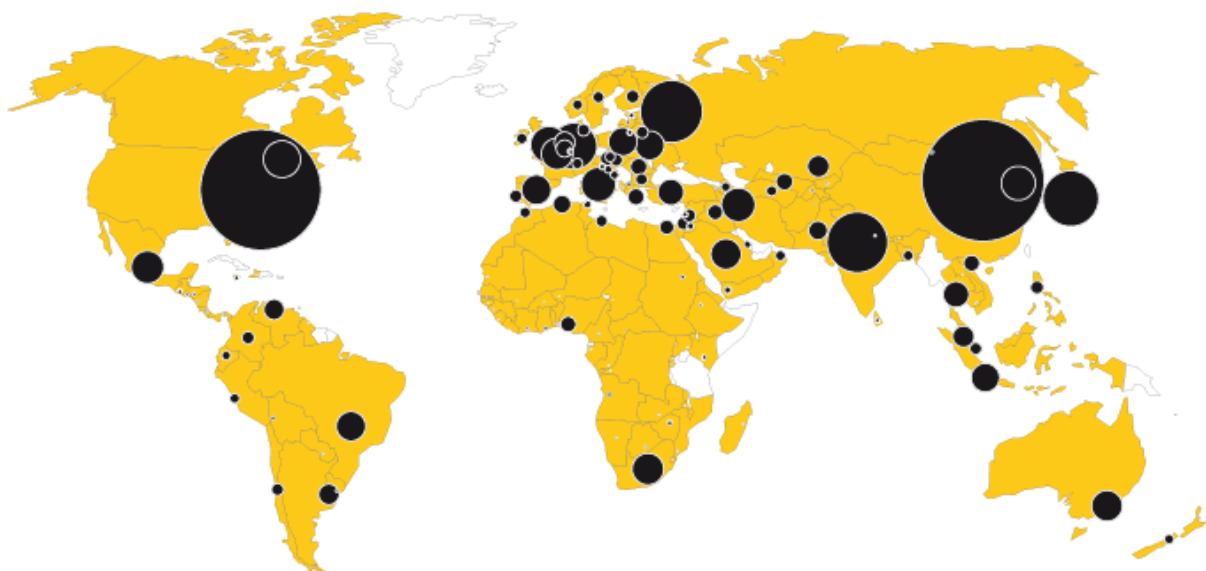
Le coefficient de détermination, (R carré) est égal à

0,62 pour la relation avec la population et

0,90 pour la relation avec le PNB

La représentation sur un même graphique de tous les pays du monde a rendu nécessaire l'utilisation d'une échelle logarithmique. Les graphiques et les valeurs des coefficients de détermination (R2) montrent clairement qu'il existe une relation linéaire significative entre les logarithmes des variables prises en considération, ce qui implique que

## Emissions totales de CO<sub>2</sub>. Millions de tonnes 2006



F. Durand-Dastès

Em tot



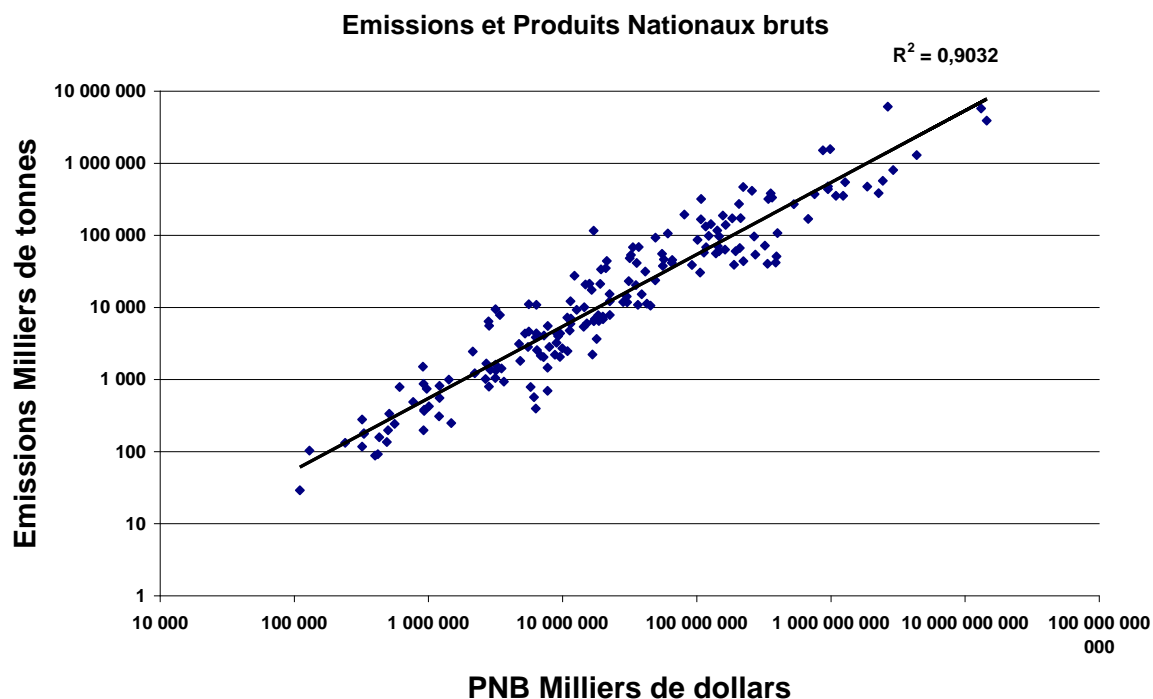
6103 405

5975 112

143 426

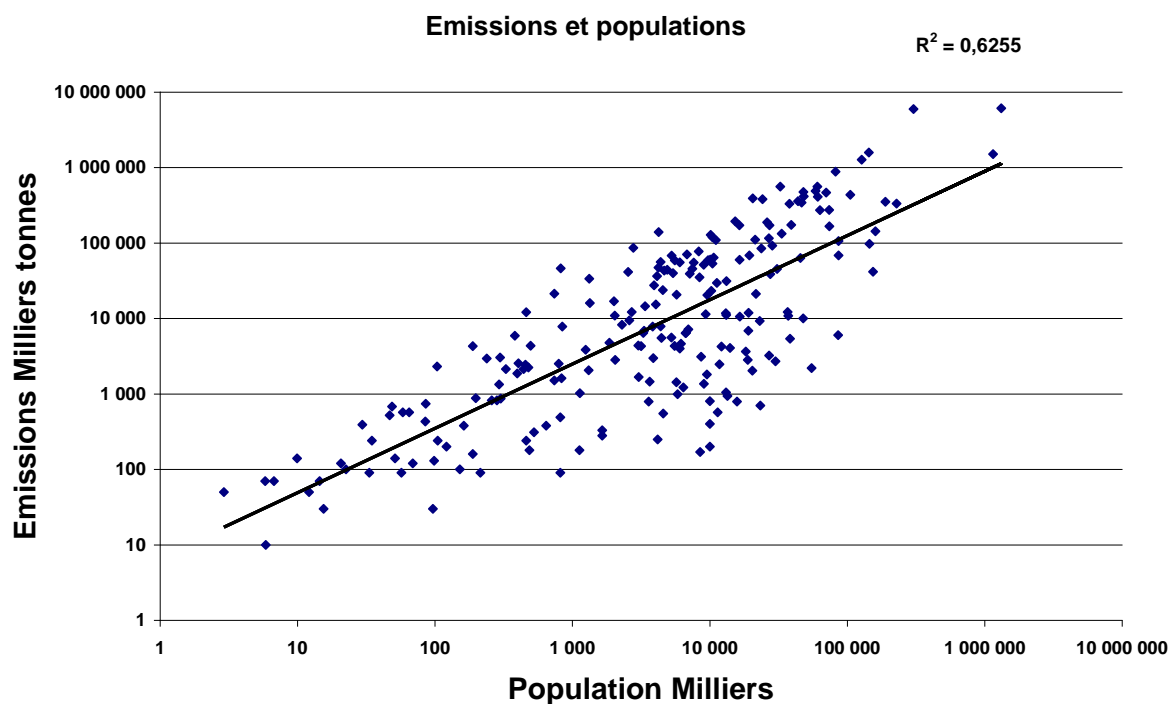
Fait avec Philcarto \* 12/05/2010 16:26:07 \* <http://philcarto.free.fr>

**Figure 1**



**Equation :**  $\text{Log Emissions} = 1,031 \text{ Log PNB} - 0,2676$

**Figure 2**



**Equation :**  $\text{Log Emissions} = 0,893 \text{ Log population} + 0,3467$

**Figure 3**

les volumes d'émission sont liés par des fonctions de puissance aux effectifs de la population, d'une part, et aux montants des PNB de l'autre. La pente de la droite d'ajustement est

supérieure à 1 dans le cas du PNB, inférieure à 1 dans celui de la population, ce qui indique que la nature de la relation est sensiblement différente dans les deux cas ; (Une « loi d'échelle » différente).

L'utilisation des logarithmes pour la construction des graphiques rend moins visibles les différences entre les pays les plus importants. Pour pallier cet inconvénient, on a inséré un graphique en coordonnées arithmétiques ( Figure 4 ) croisant les pourcentages respectivement de la population et des émissions dans les totaux mondiaux de ces grandeurs, en se limitant aux pays qui, au total, représentent ensemble 80% des émissions de 2006.

Ce graphique a l'intérêt de bien mettre en valeur les différences entre quatre pays très grands producteurs de CO<sub>2</sub>. La Chine et les Etats-Unis, avec des niveaux également élevés, diffèrent profondément par leur poids démographique; On trouve une différence de nature comparable entre l'Inde et la Russie, avec des niveaux d'émission proches, mais plus faibles que ceux de la Chine et des Etats-Unis, et de grandes différences entre les populations

### **Ecarts et spécificités**

Comme c'est souvent le cas, les calculs de régression, (linéaire ou non linéaire), mettent en évidence des relations de base qu'on peut qualifier de « banales », à condition de ne pas considérer que ce terme connote une importance secondaire : ces relations banales sont le plus souvent fondamentales. Mais pour aller plus loin, il est indispensable de s'intéresser aux écarts aux tendances de base, donc, ici, aux spécificités des différents pays. Ces spécificités sont traduites sur les graphiques par le fait que les points représentant les pays s'écartent plus ou moins de la droite de régression. Elles introduisent des facteurs explicatifs des niveaux d'émission, autres que ceux qui ont été pris en compte dans la régression, c a d les volumes de population et de PNB . Ces ensembles de facteurs de spécificité sont exprimés quantitativement par deux coefficients : d'une part les valeurs des émissions par habitant (en tonnes par habitant par exemple) et d'autre part les émissions par unité monétaire du PNB, (en kilogrammes ou en grammes émis par dollar de produit national brut par exemple)

Ces deux coefficients, très couramment utilisés, peuvent en fait être considérés comme des substituts des résidus des régressions des figures 2 et 3.( les différences pour chaque pays entre les valeurs observées et les valeurs estimées par l'équation de la droite d'ajustement). Cette relation, dont on peut déduire l'existence de l'examen des figures, est bien démontrée par le fait que les valeurs des coefficients d'une part, des résidus de l'autre, sont liées par des relations fonctionnelles avec des coefficient de corrélation et de détermination très peu différents de 1.

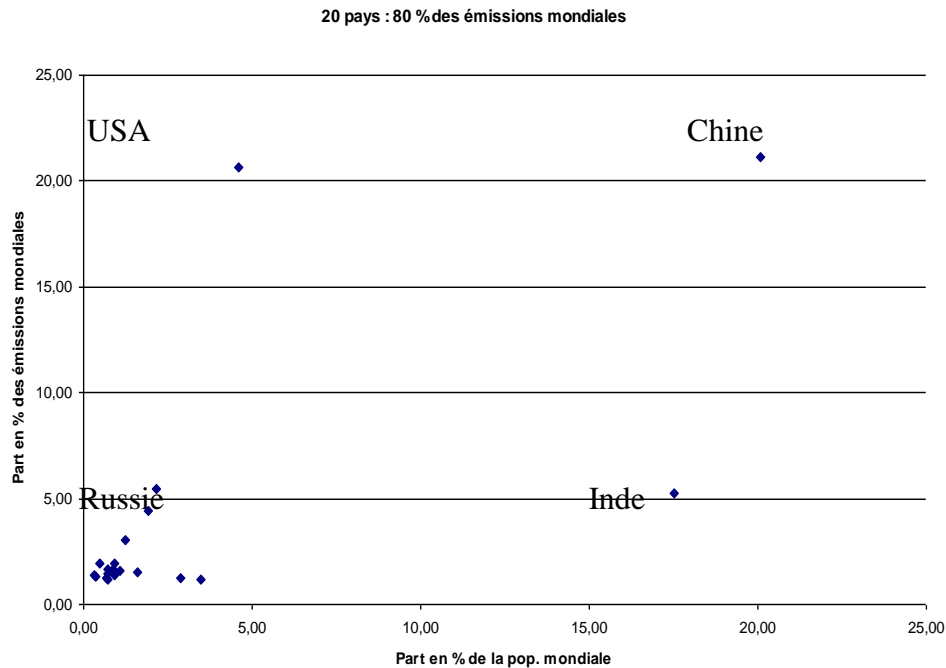


Figure 4

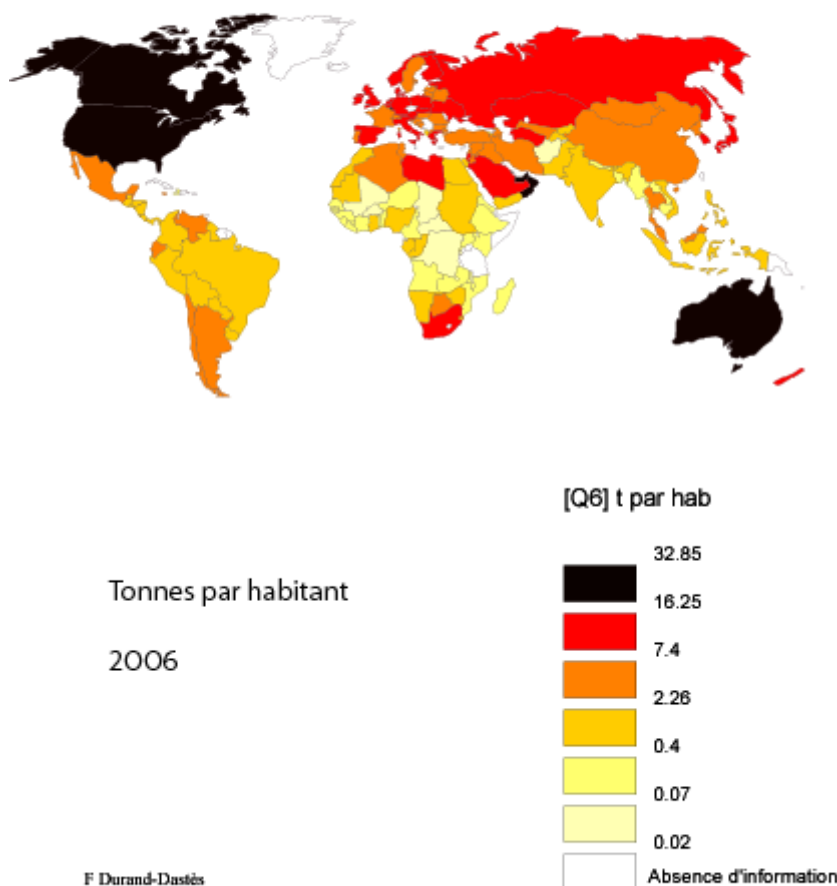
Nos coefficients par habitant et par dollar, comme les résidus, expriment « ce qu'il reste à expliquer » quand on a fait intervenir les facteurs pris en compte par le modèle, ici par la relation forte entre les émissions, les effectifs des populations et les masses des produits nationaux.

Il est bon de souligner que nous avons affaire à des expressions des écarts par rapport à des tendances fondamentales, celles qui lient les niveaux d'émissions à des effets de masse. En effet, quelle que soit l'importance de ces écarts, il est toujours dangereux de perdre de vue les faits de base mis en valeur par le modèle. C'est malheureusement ce qui arrive dans une partie de la littérature sur les émissions de CO<sub>2</sub>, et conduit aux oublis et dérives dont nous sommes partis.

### **Interpréter les écarts : sobriétés et efficacités.**

La cartographie des valeurs des deux coefficients retenus offre des images sensiblement différentes. Celle que donne la représentation des émissions par habitant (Figure 5) est assez familière : elle évoque la classique opposition du « nord » et du « sud », autrement dit les niveaux de développement. Elle montre quelques nuances sensibles, avec par exemple l'opposition dans les « sud » entre d'une part des parties importantes de l'Asie orientale et méridionale et de l'Amérique du sud, et, d'autre part, la grande majorité des pays de l'Afrique au sud du Sahara, avec des niveaux bien plus bas. Dans le « nord », les très fortes consommations des

## Emissions de CO2 par habitant



Fait avec Pihlicarto \* 22/12/2009 17:59:07 \* <http://pihlicarto.free.fr>

**Figure 5**

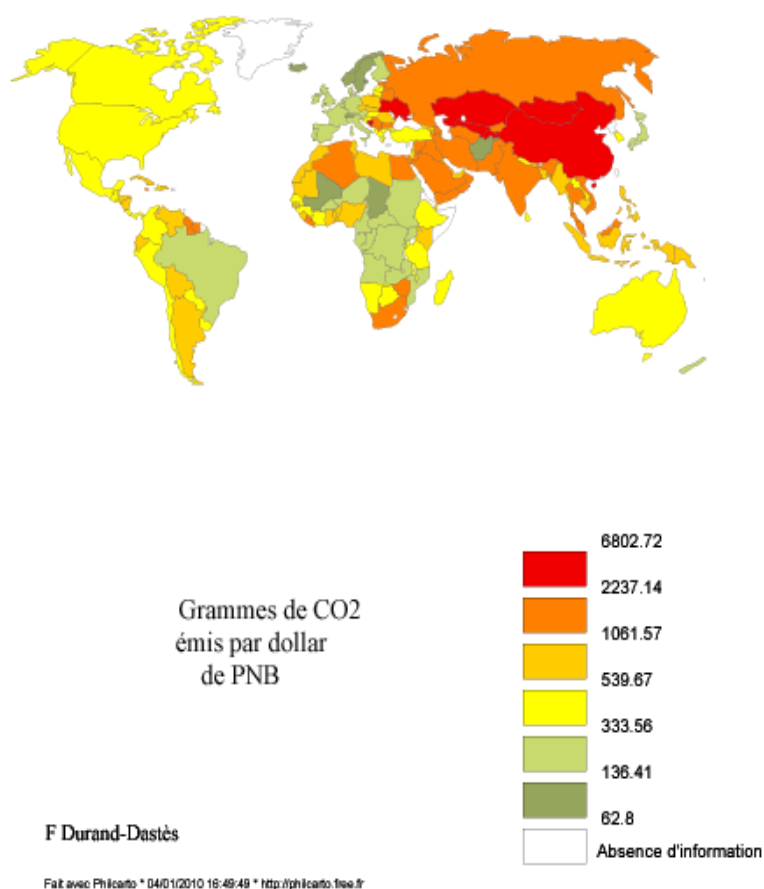
Etats-Unis et de l'Australie sont frappantes. Il faut ajouter que les pays producteurs de pétrole se distinguent aussi nettement par des coefficients élevés, qui sont dus en grande partie aux émissions massives directement liées aux activités d'extraction du pétrole ou du gaz.

La relation ainsi mise en valeur entre développement et émissions par habitant est liée à des niveaux de vie et des types de consommation qui impliquent, dans les conditions actuelles, de fortes productions d'énergie, sources de gaz à effet de serre. Le lien avec les comportements peut revêtir des aspects que l'on considère comme à la fois récents et modifiables, « conjoncturels » en quelque sorte ; mais d'autres modes de consommation sont bien plus profondément enracinés dans des structures pérennes ; c'est le cas par exemple de la dissociation entre les lieux de résidence et de travail qui est un facteur fort contraignant du recours aux déplacements en automobile.

Une image tout autre est donnée par la carte (Figure 6) des émissions par unités monétaires de PNB. (Ici : Grammes de CO2 par dollar de PNB). On y retrouve évidemment les valeurs importantes des pays producteurs de pétrole, et les coefficients faibles pour les pays les plus « pauvres », notamment ceux de l'Afrique au sud du Sahara. Mais l'opposition majeure apparaît entre les pays industriels de l'Amérique du Nord et de l'Europe de l'Ouest, (ainsi que le Japon) et une masse de pays en situation intermédiaire du point de vue économique. Les



## Emissions de CO2 et PNB



**Figure 6**

coefficients les plus élevés sont observés dans la partie orientale de l'Eurasie, aussi bien dans les pays de l'ex-URSS qu'en Inde et en Chine. Cette opposition majeure est généralement mise en rapport avec « l'intensité énergétique », autrement dit l'efficacité de l'utilisation qui est faite de l'énergie dans les processus de production. S'il faut dépenser beaucoup d'énergie pour obtenir un certain niveau de production – si donc l'efficacité du processus est faible –, le coefficient est élevé, chaque dollar produit demande beaucoup d'énergie, donc en définitive, produit des émissions importantes.

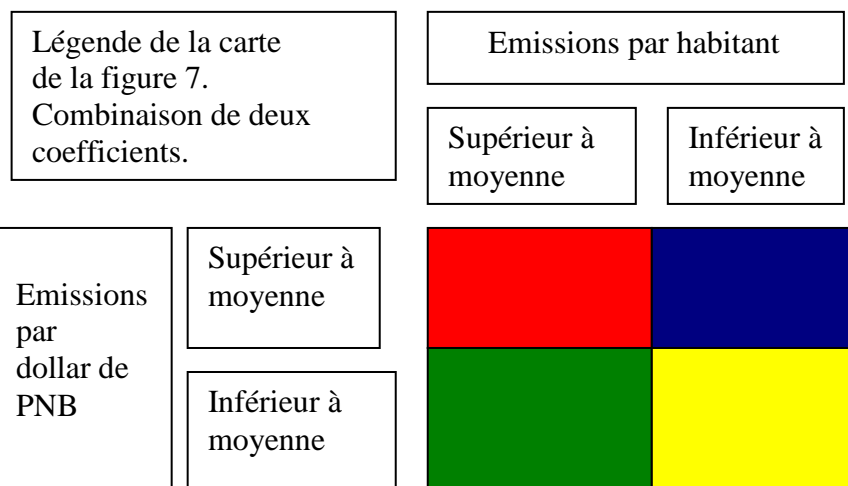
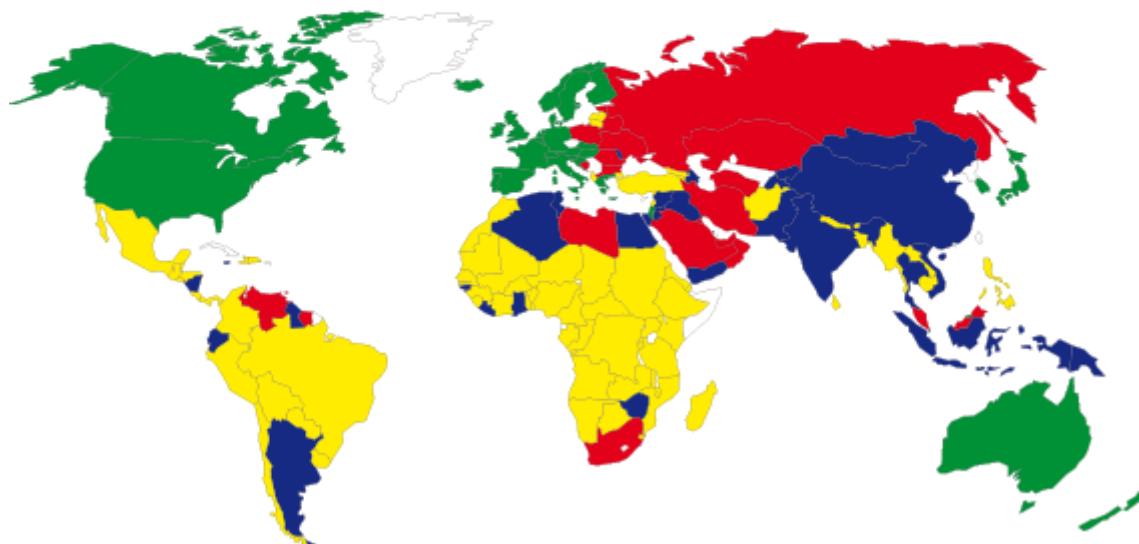
Finalement, on peut résumer la signification des deux coefficients en empruntant les termes utilisés par les auteurs d'un ouvrage sur « le carbone et les nations » (Criqui P et al. 2009), qui écrivent que le coefficient fondé sur le PNB est une affaire d'efficacité, celui qui est fondé sur la population, une affaire de « sobriété » - ou de non sobriété. Incidemment, il convient de ne pas oublier qu'une très – trop – forte sobriété confine à la misère, à des situations telles que les populations ne peuvent profiter des avantages des technologies développées dans le monde moderne, avantages dont il est fort imprudent de nier l'existence.

Ces deux coefficients traduisent des aspects de la réalité qui obéissent à des logiques différentes, si bien que leur combinaison produit une image originale du monde.

## Combinaisons : un monde en quatre parties.

Comme le donne à penser la comparaison des cartes 5 et 6, les deux coefficients ne sont pas corrélés entre eux (le coefficient de corrélation est inférieur à 0,10...), bien qu'ils soient tous

### Emissions de CO<sub>2</sub> , population et PNB ( Combinaison de deux coefficients )



**Figure 7**

deux liés au PNB par tête (voir annexe). Comme chacun d'eux exprime un aspect significatif de la réalité, il est assez naturel de chercher à produire une image mondiale intégrant ces aspects en combinant la valeur des coefficients en une seule carte. La figure 7 distingue quatre catégories selon que la valeur de chaque coefficient est pour chaque pays supérieure ou inférieure à la moyenne mondiale. Cette technique assez élémentaire fournit une image cohérente, qui n'est pas sans intérêt. La définition des catégories peut se fonder sur le vocabulaire de Criqui et al. Cité plus haut.

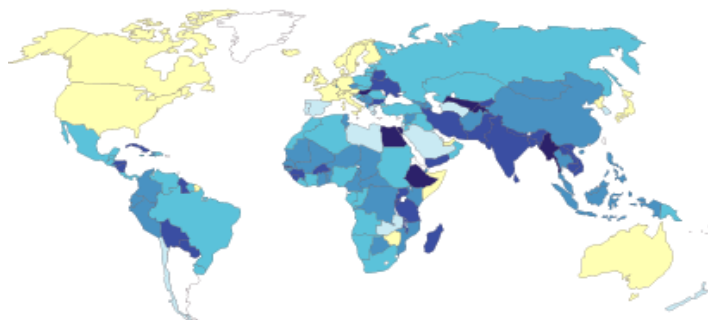
- Le monde des pays les plus industriels (combinaison 2 . 1) est nettement caractérisé par une faible sobriété et une forte efficacité, (relatives, s'entend).
- Egalement peu sobres, mais peu efficaces, les anciens pays du bloc soviétique (combinaison 1 . 1) forment un ensemble cohérent, auquel viennent s'ajouter l'Afrique du Sud et des pays producteurs de pétrole. (La situation de ces derniers s'explique davantage par le gonflement des émissions dû à l'activité même de l'extraction que par un niveau d'efficacité énergétique).
- Les pays caractérisés par une faible efficacité et beaucoup de sobriété ( 1 . 2) forment aussi un groupe dominé par l'ensemble Inde-Chine, auquel s'ajoutent quelques pays dispersés, tous plus ou moins dotés d'un poids significatif dans le monde et des économies assez fortes.
- Les pays du dernier groupe, caractérisés par la combinaison 2 . 2 sont condamnés à des « sobriétés » confinant à la misère. Les valeurs très faibles tant de leurs émissions que de leurs PNB produisent des valeurs faibles du rapport émissions / PNB. C'est, comme on pouvait l'attendre, le cas des pays les moins avancés, très souvent des pays de l'Afrique au sud du Sahara. Mais on y trouve aussi des pays beaucoup moins démunis, mais que l'on peut qualifier de sobres et efficaces, comme les grands pays latino américains, notamment le Mexique et le Brésil.

L'image donnée par la carte 7 est certes simplifiée ; mais elle fournit une image plus riche que celle de la simple opposition « nord-« sud ». Associée aux effets de masse, elle offre des possibilités de réflexion sur les conditions des actions politiques envisageables en matière de régulation des émissions. Mais l'image du monde ainsi produite, comme bien d'autres, doit beaucoup à des choix en matière de traitement de l'information, qui font apparaître des artefacts ; il n'est pas possible de les passer sous silence.

### **Artefacts**

Le rapport entre les émissions et les Produits Nationaux pose des problèmes assez particuliers en raison des options possibles pour l'évaluation de ces derniers. Calculés en monnaies nationales ils sont généralement rendus comparables entre eux par conversion en une monnaie de référence, le plus souvent le dollar des Etats-Unis. Si cette conversion est fondée sur les taux de change, les résultats sont très influencés par le cours des devises sur les marchés financiers et donc largement tributaires de la position des pays dans les échanges mondiaux, et notamment de faits de conjoncture. Les PNB ainsi obtenus reflètent donc bien le volume de production et les biens disponibles, mais aussi la plus ou moins grande solidité des monnaies. Pour apprécier les différences de niveau de vie, il est donc utile de corriger les données brutes en tenant compte du pouvoir d'achat des monnaies sur les marchés intérieurs. Ce PNB corrigé pour tenir compte des parités de pouvoir d'achat, (le PNB PPA) est très souvent supérieur au PNB – taux de change, notamment pour bien des pays du « sud ». L'introduction de ce PNB corrigé augmente donc le dénominateur du rapport entre émissions et PNB, et diminue donc la valeur du rapport. Or, celui-ci, on l'a vu, est une traduction de l'efficacité du système de production. L'utilisation, assez légitime, du PNB PPA a donc pour effet une « augmentation » de cette efficacité, que l'on peut considérer comme étant largement un artefact. Il est utile d'en être conscient. La carte de la figure 8 mesure l'effet du changement de mesure du PNB sur le rapport entre les émissions et les unités monétaires. Ils sont importants, bien sûr, pour les pays à monnaie faible, essentiellement des pays en voie de développement.

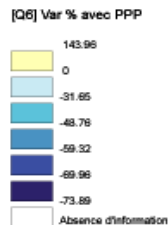
## Effets d'un mode de calcul sur un niveau d'émissions



Variation en % des émissions en grammes par dollar de PNB avec les passage du PNB-taux de change au PNB-Parite de Pouvoir d'achat.

Bleu : Taux de diminution

Jaune : Pas de variation ou faible augmentation.



Fait avec Phlcarto \* 24/03/2010 17:31:32 \* <http://phlcarto.free.fr>

**Figure 8**

### Expérimentations.

Pour tester les effets des masses de population et de production sur les évolutions possibles des émissions de gaz à effet de serre, il nous a paru utile de procéder en quelque sorte à des expérimentations à partir des données acquises et à des extrapolations à partir des situations connues. Il ne s'agit ni de fixer de objectifs, ni de faire des prévisions, puisque les données à notre disposition sont beaucoup trop élémentaires pour que nous puissions procéder à l'élaboration de modèles de sérieux en la matière. Il s'agit simplement de montrer quelques effets des variations des coefficients mettant en rapport les émissions d'une part, et respectivement les populations et les masses de production d'autre part. Evaluer quelques ordres de grandeur peut permettre de relativiser un certain nombre de jugements et de projets, voire de les apprécier, et, encore une fois, de revenir sur l'utilité de la prise en compte des effets de masse.

Il convient évidemment d'introduire dans la mesure du possible le facteur temps. Mais les possibilités d'effectuer cette prise en compte ne sont pas les mêmes dans les deux domaines qui nous intéressent.

Pour les rapports à la population, le travail est facilité par l'inertie relative des phénomènes démographiques, qui permet aux démographes de faire des prévisions assez fiables à l'échelle de la décennie, voire de quelques décennies. Nous avons donc choisi de calculer des volumes d'émissions « possibles » dans l'avenir à partir des effectifs de populations prévisibles, en faisant différentes hypothèses sur les taux d'émission par habitant. (Tableau 3). Puisque l'incertitude augmente avec l'éloignement dans le temps, nous avons privilégié les calculs relatifs à 2020, avec un seul exemple pour 2050.

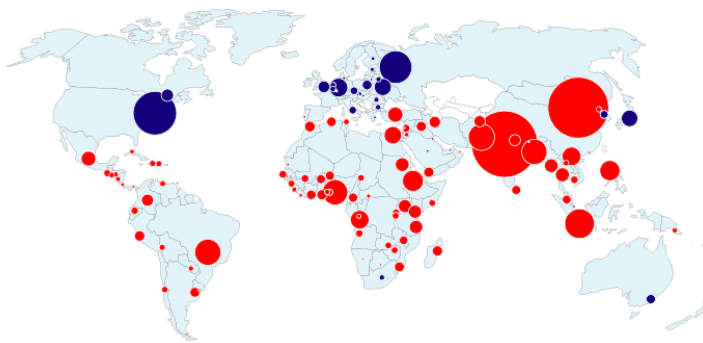
**Tableau 3 Simulations à partir des rapports émissions/population.**

Taux d'émission par Habitant	Date finale	Emission mondiale estimée. M t	Différence par rapport à Valeur observée 2006
Taux des pays de l'annexe 1* en 1990 diminué de 30%	2020	43 611	+ 15 524
Taux de 2006	2020	31 255	+ 3 168
Taux de 2006 diminué de 40 %	2020	18253	- 9 334
Taux de 2006 diminué de 40 % seulement pour pays de l'annexe 1*	2020	25 159	- 2 828
Taux de 2006	2050	33 917	+ 5 830

\* Il s'agit de l'annexe 1 du protocole de Kyoto, qui donne la liste des pays tenus par des engagements précis de restriction des émissions. Il s'agit surtout des pays les plus industriels. Voir la carte A1 *in fine*. Les Etats-Unis n'ayant pas ratifié leur signature du protocole, leur présence sur l'annexe1 est devenue sans pertinence.

Les calculs ont été faits pour 160 pays. Comme les valeurs globales sont d'une importance décisive et retiennent largement l'attention, nous ne donnons que ces valeurs pour toutes les hypothèses. Mais les répartitions mondiales ont aussi un intérêt certain, et nous avons choisi de cartographier les résultats de la simulation pour la première hypothèse, la plus « pessimiste ». Voir Figure 9

Emissions : Des valeurs de 1990 à des valeurs simulées pour 2020

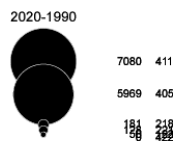


Hypothèse de la simulation:  
Population de 2020 selon  
estimation des Nations  
Unies.

Emissions par tête en 2020:  
égales aux émissions de  
1990 pour les pays de  
l'annexe 1 diminuées de  
30%

F Durand-Dastès.

Fait avec Phlicarto \* 12/05/2010 15:45:18 \* <http://phlicarto.free.fr>



Cercles  
proportionnels à la  
variation simulée  
des émissions.

Rouge :  
Augmentation de  
1990 à 2020 ;  
Bleu : diminution.

## Figure 9

La croissance démographique maintenue dans une large partie de monde fait plus que compenser un taux de réduction des émissions universel, qui peut paraître modeste, mais qui est considéré comme satisfaisant et réaliste dans une partie des accords internationaux.

Les incertitudes sont bien plus grandes en matière de PNB, les renversements de conjoncture économique étant dans la nature des choses. Pour expérimenter tout de même, nous avons procédé de deux manières différentes. (Tableau 4). D'une part, en partant des données de 2006 sur les PNB, nous avons testé les effets qu'auraient sur les émissions les seules modifications des taux d'émissions par unité monétaire de PNB. Une affaire, en quelque sorte, de dynamique instantanée. Pour aller un peu plus loin, nous avons tenté ensuite de voir quels seraient les effets d'une modification non seulement de ces taux, mais aussi des volumes de PNB, au prix d'une extrapolation dont le caractère aventureux est évident. Nous avons calculé pour chaque pays un PNB « possible » dans 15 ans, en appliquant la formule de l'intérêt composé, en prenant comme point de départ le PNB de 2006 et en introduisant des taux de croissance différents d'un pays à l'autre. Pour choisir ces taux, on s'est appuyé sur des évaluations des Nations Unies de taux de différents pays ou groupes de pays, en gros dans les dernières années avant la crise commencée en 2007. Il nous a semblé que cette procédure, certes très critiquable permettait tout de même de donner quelques idées sur des ordres de grandeur, ce qui est notre but.

**Tableau 4. Simulations à partir des rapports Emissions / PNB**

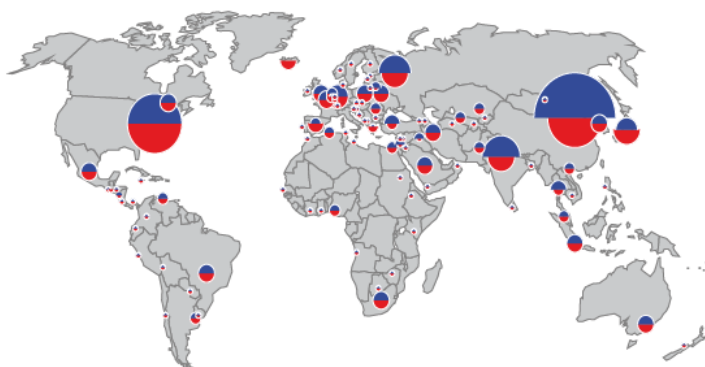
Année de PNB base du calcul	Taux émissions /PNB	Total des émissions mondiales Estimé Mt	Différence par rapport à Valeur observée 2006
2006	Taux médian de 2006 (= 0,520 Kg /\$)	25 227	- 2 860
2006	Taux de l'Allemagne en 2006 (=0,276 Kg/\$)	13 189	- 14 898
2006	Taux de 2006 diminué de 30%	16 942	- 11 145
2006 plus 15 ans de croissance à taux variés. Voir tableau A3 in fine pour détail.	Taux de 2006	62 990	+ 34 903
2006 plus 15 ans de croissance à taux variés. Voir tableau A3 pour détail	Taux des Etats-Unis en 2006	36 663	- 24 424
2006 plus 15 ans de croissance à taux variés. Voir tableau A3 pour détail	Taux de 2006 diminué de 40%	37 794	+ 9 707

Ici encore, nous avons choisi de présenter la cartographie des résultats d'une seule simulation, celle qui se fonde sur l'hypothèse probablement la plus vraisemblable en matière de réduction des taux d'émission. Voir figure 10.

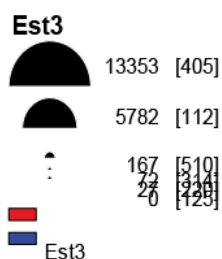
Si imparfaites soient-elles, ces simulations permettent de mettre en évidence quelques faits qui paraissent significatifs. Le maintien des taux de 2006 pour les périodes ultérieures, pour les deux coefficients, ne peut que conduire à des augmentations considérables de la masse des émissions.

Si l'on applique les diminutions de taux aux seuls pays considérés comme « industriels » et de ce fait responsables des principales masses d'émissions au moment de la conception du protocole de Kyoto à la fin du XX<sup>e</sup> siècle, connus sous le nom de « pays de l'annexe 1 », on obtient les réductions les plus faibles parmi celles qui figurent sur le tableau relatif aux populations. C'est évidemment dû au fait que la liste de l'annexe 1 ne comprend pas les pays émergents très gros émetteurs, particulièrement l'Inde et la Chine, auxquels les réductions de taux les plus fortes ne sont pas appliquées dans la simulation. Les conséquences sont spectaculaires.

Simulation sur 15 ans à partir des valeurs de 2006 ;  
influence de l'évolution du PNB



Bases de la simulation :  
PNB: Evolution sur 15 ans à partir  
des valeurs de 2006 avec des taux  
variés selon les pays (Voir tableau).  
Emissions par dollar : Pour chaque  
pays valeurs de 2006 diminuées de  
40%.



1/2 cercle rouge:  
Emissions 2006  
1/2 cercle bleu:  
Valeurs simulées

F Durand-Dastès

Fait avec Philcarto \* 18/03/2010 15:51:31 \* <http://philcarto.free.fr>

Figure 10

Les réductions des taux relatifs aux PNB, dont on a vu qu'ils sont largement des traductions du degré l'efficacité – ou d'inefficacité – énergétique à des valeurs déjà observées pour des pays « efficaces », comme l'Allemagne ou les Etats-Unis permet aux calculs de « produire » des réductions spectaculaires des émissions mondiales. Mais l'introduction d'hypothèses sur l'évolution des PNB, -la croissance économique- modifie considérablement les perspectives. Le cas de la Chine traité ci-dessous montre que, si les taux de croissance de 9 ou même de « seulement » 7% se maintiennent, des baisses très fortes des taux par unité de PNB (40%, une valeur souvent mentionnée comme très souhaitable et qui tend à être reconnue comme acceptable par la Chine) ne permettent pas d'éliminer la croissance des émissions chinoises. (Voir tableau 6 ). C'est seulement lorsque la Chine est atteinte par la



diffusion mondiale de l'efficacité relativement forte des Etats-Unis, qu'elle voit ses émissions diminuer (Voir tableau 4, ligne 5 ). Une diminution forte des taux, considérée comme souhaitable et possible dans beaucoup de prévisions permet de stabiliser, voir de diminuer les émissions dans une grande partie des pays du monde, mais pas en Chine comme le montre la carte Figure 10. (C'est évidemment l'hypothèse de taux de croissance important du PNB de ce pays qui explique ce résultat. La tableau 6 apporte quelques nuances à cette hypothèse, mais en montre les effets limités).

**Tableau 6 : Une intention chinoise.**

	PNB Milliards \$	Taux d'émission retenu Kg/\$	Emissions Millions t
2006 Valeurs observées	2 657	2 294	6 103
Estimation après 15ans Taux 9%	9 681	1 379*	13 353
Estimation après 15 ans Taux 7%	7 333	1379*	10 114

\* Correspond à une réduction de 40% des émissions par dollar de PNB, un taux mentionné comme possible voire souhaitable par des responsables chinois après la conférence de Copenhague.

### **Perspectives indiennes.**

En raison du poids mondial de l'Inde, de la masse de sa population et du rythme de sa croissance économique, il a paru intéressant pour finir de reproduire les déclarations de certains de ses responsables les plus importants, et de tester les effets possibles des perspectives qu'ils tracent.

#### **Déclarations.**

Pendant la période précédant la conférence de Copenhague, des responsables indiens de haut niveau ont fait des déclarations d'intention qui offrent des perspectives de réduction des émissions, mais fixent des limites.

- **Rajendra Pachauri**, de nationalité indienne et Président du GIEC, à ce titre prix Nobel de la Paix 2007: « Il faut que les pays du G8 arrêtent d'exiger que les pays émergents partagent le fardeau de la réduction des gaz à effets de serre. L'Inde est une économie en pleine expansion, comment peut-on vouloir nous imposer cet effort quand des millions de personnes vivent encore dans une pauvreté absolue ? »
- **Manmohan Singh, Prime Minister**: « Aucun accord significatif sur la lutte contre le changement climatique ne pourra être conclu si l'on ne tient pas compte de la sécurité alimentaire et énergétique. *Notre première priorité est l'éradication de la pauvreté qui requiert une croissance économique rapide* » (Juillet 2008).

- Une déclaration plus précise, celle du **Ministre de l'environnement**, juste avant la conférence de Copenhague: « L'Inde est prête à accepter tout accord l'engageant à maintenir ses émissions par tête au dessous de celles [actuelles] des pays développés. Ses émissions par tête sont maintenant autour de 1,2 tonnes de CO<sub>2</sub> et on prévoit qu'elles atteindront 2 à 2,5 t en 2020 et 3 à 3,5 t en 2030. Cette limite est une limite coûteuse et difficile, que l'Inde s'est imposée à elle-même. »

### Chiffrages

Si en 2020 l'Inde atteint cet objectif mentionné juste avant la conférence de Copenhague par le Ministre de l'environnement, celui d'une émission de 2 à 2,5 t de CO<sub>2</sub> par habitant, son émission totale sera cette année là de 2650 à 3 320 millions de tonnes, selon l'hypothèse retenue, avec une population estimée à 1 327 millions.

En 2035, avec des émissions par habitant de 3 à 3,5 t, les totaux émis seraient de 4 400 à 5 110 Mt.

Pour référence, les émissions mondiales totales de 2006 étaient estimées à 28 930 Millions de tonnes.

Les croissances en valeur absolue prévisibles dans l'état actuel des choix annoncés par les autorités indiennes sont donc considérables. (Voir tableau 6).

**Tableau 7**

Estimation Inde selon données Ministre de l'environnement fin 2009					
Inde	2006	Hypothèse 2020 basses	Hypothèse 2020 haute	Hypothèse 2030 basse	Hypothèse 2030 haute
Population	1 258	1 327	1 327	1 461	1 461
Emissions tonnes par hab.	1,20	2,00	2,50	3,00	3,50
Emissions totales Mt	1 510	2 654	3 318	4 383	5 114
Pour référence :% des émissions mondiales de 2006	5,22	9,17	11,47	15,15	17,68

### Conclusion

Cette note n'a pas pour but de prendre position sur l'intérêt de la réduction des émissions. Incidemment, l'argumentation en faveur de l'utilité ou de la nécessité de celle-ci met l'accent soit sur des changements climatiques considérés comme une menace, soit sur les conséquences prévisibles de l'épuisement des réserves de combustibles fossiles. Deux questions très controversées, pas tout à fait dans les mêmes termes et avec des arguments sensiblement différents, faisant d'ailleurs appel à des temporalités hétérogènes.

Notre but a été simplement d'insister sur des aspects des problèmes, dont on a l'impression qu'ils sont sous-estimés, voire négligés dans une grande partie des discours courants, en dépit de leur caractère assez évident.

Il s'agit en premier lieu de rappeler le rôle des effets de masse, qu'ils portent sur les populations ou les productions matérielles. Mais aussi de mettre en valeur la nécessité d'enrichir sur un point fondamental le tableau de la diversité du monde, tel qu'il ressort des traités et des commentaires dont ils sont l'objet. Ce tableau repose sur l'opposition de base entre « nord » et « sud », parfois nuancée par une distinction des pays de l'annexe 1 du protocole de Kyoto, des pays « émergents », ou encore de ceux qui ont des masses boisées forestières importantes ou des territoires particulièrement peu élevés au dessus du niveau de la mer. Ne serait-il pas essentiel d'ajouter des critères explicites fondés sur les effets de masse ou sur la différenciation des quatre catégories qui ont été mises en évidence ci-dessus par la combinaison de coefficients mesurant des réalités assez différentes. (figure 7).

Ies documents présentés suggèrent deux remarques générales supplémentaires.

1/ D'abord, un jugement sur « l'échec » de la conférence de Copenhague. L'idée qu'on peut considérer comme un progrès le fait d'obtenir des engagements généraux et vagues, mais tout de même des engagements, souscrits par les acteurs majeurs, par rapport à un système avec des engagements certes précis, mais pris par un groupe de pays qui ne comprend pas ces acteurs majeurs n'est pas totalement absurde. (On peut rappeler que la Chine, l'Inde, le Brésil, bien qu'ayant ratifié le protocole de Kyoto n'étaient tenus à aucun engagement précis dans le cadre de celui-ci, comme ils ne figuraient pas sur l'annexe 1 ; les Etats-Unis, signataires du protocole et figurant sur l'annexe 1, n'ayant pas ratifié leur adhésion au traité étaient dans le même cas). Ce type d'argumentation n'est pas totalement assimilable à ce qui est largement considéré comme une justification « éminemment discutable » (voire « lamentable ») de leurs choix par les « responsables de l'échec ». Après tout, des personnalités que l'on ne peut guère considérer comme « climato-sceptiques » ont porté sur la question des jugements nuancés. Par exemple, Jean Jouzel. Membre du GIEC. : « (A propos de la conférence de Copenhague) le terme de fiasco est relatif. Ce qui est positif dans l'accord, c'est que pour la première fois tous les pays ont reconnu que tout doit être fait pour que le réchauffement n'excède pas deux degrés. C'est inscrit pour la première fois dans un accord. Là où cela déraile, c'est que c n'est pas très ambitieux pour stabiliser les gaz à effet de serre. » (Entrevue publiée dans le bulletin du SNESup.Mars 2010) Ou encore, Amartya Sen « Copenhague a été considéré comme un échec ; pour moi c'est un succès ».

2/ Ensuite, on peut se demander pourquoi il est si fréquent de voir le problème des émissions traité sans référence, ou avec des références très pauvres, aux aspects démographiques.

On peut faire une hypothèse, qui se fonde sur le fait que nous avons affaire à trois temporalités différentes.

Une dynamique relativement rapide, celle de l'évolution des taux liant aux émissions les volumes de production, fonction de technologies très évolutives ; une dynamique bien plus lente, celle des caractères des sociétés, des habitudes de consommation, voire des organisations spatiales, où les tendances lourdes sont importantes, malgré la rapidité relative de certaines évolutions comme celle des fameux « miracles » (japonais, trente glorieuse, dragons asiatiques..), voire des « émergences » ; une dynamique encore plus lente, celle des modifications de la répartition des masses de population ; même les modifications actuellement assez notables des taux de croissance n'ont d'effets qu'à bien plus long terme sur les effectifs totaux .

On comprend que les politiques, membres des parlements et des gouvernements, mais aussi responsables d'associations militantes, valorisent ce qui relève des temporalités les plus courtes, puisque ces temporalités sont celles de leur action. Ils sont moins à l'aise avec les temporalités les plus longues, qui relèvent de domaines dont ils sentent qu'ils leur échappent.

La demande des politiques doit, à son tour, influencer les attitudes de leurs conseillers, des experts qu'ils constituent et écoutent. On peut souhaiter que les études scientifiques permettent d'échapper à ces limitations des perspectives. Même si elles révèlent des complexités que l'on préfère négliger ou des niveaux de difficulté qu'il est rassurant d'occulter.

Il est bien vrai qu'on voit mal comment mener des analyses pertinentes et surtout comment élaborer des politiques efficaces sans une prise en compte de toutes les dimensions, spatiales et temporelles, économiques, démographiques et sociales des problèmes liés aux gaz à effet de serre, et, plus généralement, aux besoins énergétiques de l'humanité.

## Annexes

### Précisions techniques et compléments.

#### A 1 Les régressions.

Signification de la variable Y	Signification de la variable X	Equations	
Emissions	Population	$\text{Log } Y = 0,893 \text{ lo g } X + 0,3467$	$R^2 = 0,53$
Emissions	<b>P N B</b>	$\text{Log } Y = 1,031 \text{ log } X - 0,2676$	$R^2 = 0,90$
Emissions	Population	$Y = 2,222 X^{0,293}$	$R^2 = 0,53$
Emissions	<b>P N B</b>	$Y = 0,5396 X^{1,031}$	$R^2 = 0,90$
Emissions par habitant	Résidus régression log émissions sur log population	$Y = 1,834 e^{2,30 X}$	$R^2 = 0,99$
Emissions par dollar PNB	Résidus gression log émissions sur log PNB	$Y = 0,5932 e^{2,28 X}$	$R^2 = 0,99$

#### A2 Relations entre les coefficients utilisés.

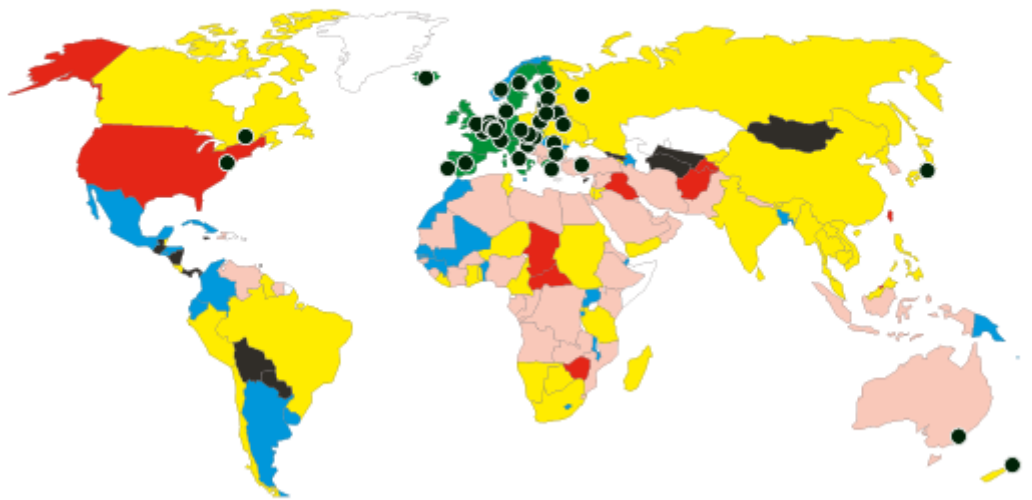
$(\text{Emissions} / \text{Population}) / (\text{Emissions} / \text{PNB}) = (\text{PNB} / \text{Population})$

#### A3. Taux de croissance utilisés dans les simulations du tableau 4

Groupes de pays	Taux de croissance %	Pays hors groupes	Taux de croissance %
Zone euro	2	Brésil	4
NPI Asie	4,5	Canada	3,5
Afrique sud-sahara	5	Etats-Unis	3,5
Europe centre-est	5	Mexique	3,1
CEI	6	Union Sud Africaine	4
Moyen Orient	5,5	Chine	9
Amérique Latine	4	Inde	7
« Reste Asie »	4,5	Japon	2
Europe Ouest hors zone euro	2		

## A 4 Position des acteurs : le protocole de Kyoto.

### Mise en place du protocole de Kyoto.



- 1 / Premiers signataires  
1998 et 1999
- 2 / Janvier 2 000 à mai 2002  
Atteint les 55 signataires
- 3 / Union européenne Entrée  
groupée. Mai 2002
- 4 / juillet 2002 à novembre  
2004. Clause des 55%  
d'émissions de 1990 est  
satisfaite. Le traité peut entrer  
en application
- 5 / Entrée après 2005 (date d'entrée  
en application du traité )
- 6/ Pays à l'écart à des titres divers

#### dates

	1*1 N= 13
	2*2 N= 28
	3*3 N= 17
	4*4 N= 50
	5*5 N= 44
	6*6 N=11

Absence d'information

Points : pays figurant dans  
l'annexe 1 du protocole

## **Annexe 5. Sources**

Les données proviennent des agences internationales :

**CDIAC** = Carbon dioxide Information centre UNO.

<http://cdiac.ornl.gov>

**UNFCCC** = United Nations framework convention on climatic change

Notamment pour le texte du protocole de Kyoto : <http://unfccc.int/resources/docs/convkp/>

Les données sont reprises sous forme commode sur les sites de l'encyclopédie Wikipedia.

Notamment : [http://en.wikepedis.org/wik/list\\_of\\_countries\\_by\\_carbon\\_dioxide\\_emissions](http://en.wikepedis.org/wik/list_of_countries_by_carbon_dioxide_emissions)

On trouvera une synthèse claire sur les traités principaux , qui montre nettement la faible part qui est laissée aux faits de masse par les classifications en usage dans :

Tsayem Demaze M ; (2009) Le protocole de Kyoto, le clivage nord-sud et le défi du développement durable. L'Espace Géographique t 38, N° 2 p 139-156.

L'usage des notions de sobriété et efficacité est suggéré dans :

Criqui P. ; Faraco B ; Gradjean A. (2009) Les Etats et le carbone. Paris PUF 329 p

## **Résumé.**

Cette note envisage les composantes explicatives des émissions de Gaz à effet de serre : coefficients d'émissions par habitant et par unité monétaire de PNB, effets des masses de population et de production. La part de ces derniers est parfois curieusement sous estimée dans la littérature, et il semble nécessaire d'insister sur leur rôle majeur. Après une présentation cartographique et graphique de quelques données essentielles, on se livre à une expérimentation prospective à partir de ces données et des objectifs couramment mentionnés dans les accords internationaux. On cherche à en tirer quelques leçons.

## **Abstract**

This short paper takes into account the main components of the explanation of emissions of green house gases : emissions coefficients by inhabitant and by GPO monetary unit, and mass effects, demographic and production related. The latter are sometimes curiously under valued, and it has seemed useful to emphasize the part that they play. Following a presentation based on maps and graphs of available data, we present some "prospective experiments" based on these data and on the aims most often mentioned in recent international agreements.

