



HAL
open science

Essai de représentation cartographique des émissions de gaz carbonique dans le monde vers 1995 - Problèmes cartographiques et enjeux politiques

Claude Grasland

► **To cite this version:**

Claude Grasland. Essai de représentation cartographique des émissions de gaz carbonique dans le monde vers 1995 - Problèmes cartographiques et enjeux politiques. *Réalités industrielles. Annales des mines*, 2001, Fev., pp.79-87. halshs-00000818

HAL Id: halshs-00000818

<https://shs.hal.science/halshs-00000818>

Submitted on 5 Nov 2003

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.

ESSAI DE REPRESENTATION CARTOGRAPHIQUE DES EMISSIONS DE GAZ CARBONIQUE DANS LE MONDE VERS 1995 - PROBLEMES CARTOGRAPHIQUES ET ENJEUX POLITIQUES

Claude GRASLAND

Professeur de géographie humaine
Université Paris 7
UMR CNRS 8504 Géographie-cités
13, rue du four
75006 Paris
claude.grasland@parisgeo.cnrs.fr

[Chapô] *La question du réchauffement climatique liée aux émissions de gaz à effets de serre constitue un défi majeur pour l'ensemble des habitants de la planète. Une cartographie des émissions de CO2 dans le cadre habituel des Etats permet de comprendre les tensions politiques internationales que suscite l'application du protocole de Kyoto (refus des Etats-Unis). Mais elle ne permet pas de saisir les enjeux économiques ou écologiques mondiaux qui sont révélés par une cartographie "sans frontière" de la distributions des émissions de gaz carbonique à la surface de la Terre.*

Introduction

Après avoir longtemps fait débat dans la communauté scientifique, la question de la relation entre le réchauffement climatique et l'accroissement de la présence de gaz à effets de serre semble désormais tranchée en faveur des partisans de l'hypothèse d'un lien direct entre les deux phénomènes [1, 3, 8, 9]. Même les gouvernements les plus hostiles aux mesures de restriction des émissions de gaz carbonique (principal gaz à effet de serre) qui ont été proposées dans le protocole de Kyoto reconnaissent la nécessité d'une politique mondiale permettant de stabiliser la quantité des gaz à effets de serre dans l'atmosphère, en application du principe de précaution.

Le recyclage du carbone contenu dans l'atmosphère est en effet un processus extrêmement lent, de sorte que la majeure partie du gaz carbonique actuellement contenu dans l'atmosphère constitue un héritage de période plus anciennes, pouvant remonter jusqu'au XIXe siècle dans le cas de l'Europe, des Etats-Unis ou du Japon. Les 20 à 25 milliards de tonnes de gaz carbonique libérées chaque année dans l'atmosphère par l'activité humaine ne représentent finalement guère plus de 2.5% de l'ensemble des 931 milliards de tonnes de gaz carbonique qui ont été libérées dans l'atmosphère depuis les débuts de la révolution industrielle (*Figure 1 et 2*). Mais elle constituent cependant une quantité bien supérieure aux capacités de recyclage naturel du gaz carbonique par l'écosystème terrestre.

En outre, on ne doit pas perdre le vue que la moitié du gaz carbonique contenu dans l'atmosphère l'a été au cours des 25 dernières années, sous la double influence de la croissance de la population mondiale et de l'industrialisation des pays en voie de développement,

notamment des géants démographiques que sont la Chine, l'Inde, le Brésil, l'Indonésie, ou l'Afrique du Sud.

Si ces pays s'orientaient vers un mode de développement économique aussi dispendieux pour l'environnement que celui qu'ont connu les pays européens et les Etats-Unis au cours des XIXe et XXe siècle, la quantité de gaz à effet de serre contenue dans l'atmosphère connaîtrait une croissance vertigineuse avec des impacts catastrophiques sur le plan climatique. Mais il est bien clair que les pays occidentaux et les ex pays socialistes seraient bien mal venus d'imposer des limitations écologiques à ces pays, alors qu'ils sont eux mêmes historiquement responsables de plus de 90% de la quantité de gaz carbonique actuellement contenue dans l'atmosphère et contribuent encore aujourd'hui à hauteur de plus de 50% aux émissions annuelles de gaz carbonique...

Une analyse géographique de la distribution des émissions de gaz carbonique est indispensable pour mieux comprendre les enjeux politiques et économiques de l'application du protocole de Kyoto et, plus généralement, pour examiner quelles est l'importance des facteurs de localisation de l'activité humaine et de l'activité économique dans la recherche d'une solution négociée acceptable par l'ensemble de l'humanité.

Une lecture internationale : la cartographie des émissions de CO2 par Etats

Parmi les nombreuses hypothèses qui ont été débattues à Kyoto et dans les conférences antérieures pour réduire les émissions de gaz à effets de serre, l'une des plus récurrentes est celle qui consiste à fixer un objectif mondial en matière de production de gaz carbonique puis à attribuer des quotas de production de CO2 proportionnels à la population de chacun des Etats du monde [3].

Sachant que la production annuelle de CO2 est environ de 4 tonnes par habitants, une politique de simple stabilisation des émissions consisterait à demander aux Etats industrialisés qui émettent plus de 4 tonnes par habitants de réduire leurs émissions (point de vue européen) ou d'aider les Etats en développement à développer une industrialisation non polluante (point de vue japonais) ou enfin de se procurer des "permis de polluer" auprès des Etats situés en dessous du seuil de 4 tonnes par habitants, dans le cadre d'un vaste marché mondial auto-régulé (point de vue américain).

Quel que soit le mécanisme de régulation adopté, il est intéressant d'examiner quels sont les Etats qui seraient "créditeurs" ou "débiteurs" dans l'hypothèse d'une répartition des droits d'émission de gaz carbonique proportionnelle à la population. La comparaison de la répartition mondiale de la population (*Carte 1*) et des émissions de gaz carbonique (*Carte 2*) révèle en effet des déséquilibres très profonds entre les Etats (*Carte 3*). Si l'on constate sans surprise que les Etats industrialisés produisent beaucoup plus de gaz carbonique que leur population ne le laisserait prévoir, on demeure néanmoins frappé par l'importance de certains écarts (*Tableaux 1 & 2*)

Parmi les **pays excédentaires en matière de production de gaz à effets de serre**, les *Etats Unis* se détachent très nettement puisqu'ils émettent 22.2% de la production mondiale de gaz carbonique alors qu'ils ne représentent que 4.6% de la population mondiale, soit un écart de 17.6 points. Cet écart considérable s'explique à la fois par la taille du pays et par l'un des taux les plus élevés du monde de production de gaz carbonique par habitant (19.5 t/h.). La *Russie*

qui occupe la seconde place avec un excédent de 4.1 points (6.6% de la production mondiale de CO₂ et 2.5% de la population mondiale) se caractérise à la fois par un monstrueux gaspillage d'énergie et par une obsolescence des structures de production industrielles, totalement indifférentes aux questions écologiques jusqu'à une date récente. Le *Japon* (2.8 points) et l'*Allemagne* (2.2 points) se caractérisent également par des excédents marqués de production de gaz carbonique, mais celui-ci peut être considéré comme une conséquence normale de la taille et du développement de leur économie. Les autres pays à fort excédents sont soit de grands pays industrialisés (*Royaume-Uni, Canada, Australie*), soit d'anciens socialistes ou de nouveaux pays industrialisés ayant basé leur développement énergétique sur l'exploitation de ressources charbonnières (*Ukraine, Pologne, Corée du Nord, Corée du Sud, Afrique du Sud*), soit des pays pétroliers (*Arabie Saoudite*). On remarquera que la *France*, malgré sa taille et le développement de son économie, se caractérise par un excédent très modéré de production de gaz carbonique (+0.5 points), évidemment imputable au choix effectué en faveur de l'énergie nucléaire. Même si cette source d'énergie soulève d'autres problèmes écologiques, elle constitue en tout état de cause un facteur notoire de réduction des émissions de gaz à effets de serre. En tout état de cause, ce tableau montre que les positions politiques des grands Etats par rapport au protocole de Kyoto semblent très clairement liées au coût économique qu'entraînerait pour eux l'application des résolutions...

L'examen des **pays déficitaires en matière de production de gaz carbonique** n'est pas moins intéressant puisqu'il permet de repérer quels seraient les principaux bénéficiaires d'une politique de "quotas" de pollution et surtout quels sont les pays où une croissance industrielle non maîtrisée peut entraîner les plus forts accroissements de production de gaz à effets de serre dans les années à venir. Si l'on se fie aux statistiques disponibles (probablement moins fiables dans les pays en développement que dans les pays industrialisés), c'est l'*Inde* qui possède les plus forts déficits de production de gaz carbonique (-12.4 points) puisqu'elle ne produit que 4.2% des émissions mondiales alors que sa population représente 16.6% du total mondial. La *Chine* qui a développé une industrie beaucoup plus polluante se caractérise par un déficit presque deux fois moindre (-7 points) et totalise 14.1% des émissions de gaz carbonique pour 21.1 % de la population mondiale. Les autres grands pays du Tiers-Monde disposent également de déficits appréciables d'émission de gaz carbonique par rapport à leur population (*Indonésie, Pakistan, Bangladesh, Brésil, Nigéria, ...*), mais sans commune mesure avec ceux que représentent les deux géants asiatiques. La localisation de la majorité de ces pays dans la zone tropicale pourrait contribuer à expliquer une partie de cette faible consommation d'énergie par l'importance plus réduite des besoins de chauffage et d'éclairage en période hivernale.

Un retour sur la carte de localisation des excédents et des déficits de production de gaz carbonique par rapport à la population (*Carte 3*) montre qu'**une politique de régulation fondée sur des quotas de pollution ne pourrait pas s'opérer à l'échelle des continents et impliquerait nécessairement la mise en place d'un organisme mondial**. En effet, si le Japon pourrait trouver largement son content de quotas en Asie, les Etats-Unis ne pourraient trouver une contrepartie à leur excédent dans l'ensemble du continent américain et l'Europe ne pourrait se contenter de l'Afrique pour assurer la contrepartie de ses excédents de gaz carbonique. Seule l'Asie (et plus particulièrement l'Inde et la Chine) pourraient fournir aux Etats industrialisés une quantité suffisante de "permis de polluer", dans l'hypothèse ou un marché de ce type verrait le jour.

"Agir localement, penser globalement" : le défi théorique et politique d'une cartographie mondiale affranchie des limites des Etats.

Il faut tout d'abord rappeler une évidence : à la différence des déchets solides et des déchets liquides, les gaz à effet de serre ignorent les frontières et circulent dans l'ensemble de l'écosystème terrestre une fois qu'ils sont libérés dans l'atmosphère. Ce point n'est pas sans importance dans la mesure où il exclut nécessairement la recherche de solutions locales (à l'échelle d'un pays, d'un continent) et oblige nécessairement les acteurs du système Monde à coopérer pour résoudre globalement le problème qui est posé à l'humanité par le réchauffement climatique. Comme l'indique Olivier Dollfus : *"Dans ce champ de forces qu'est l'espace Monde, les problèmes d'environnement pèsent chaque jour davantage. Ils en montrent l'unité avec la question de la production de gaz à effet de serre ou celle de la diversité biologique même si elle reste mal définie et qu'un très grand nombre d'espèces d'invertébrés et de plantes ne sont pas connues. Ils posent d'intéressantes questions sur le droit qu'un propriétaire privé, une collectivité ou un État peuvent avoir sur un bien naturel, décrété par d'autres comme rare ou menacé. Naît ainsi à partir de la notion de patrimoine commun de l'humanité, une sorte de droit mondial de l'environnement qui peut, dans certains cas, se traduire par des actions d'ingérence écologique pour faire respecter ce droit et les biens qu'il couvre"* [2].

On peut dès lors se demander si la grille de lecture cartographique habituelle des Etats ne constitue pas un obstacle à la compréhension des problèmes environnementaux que posent les gaz à effet de serre à l'ensemble de l'humanité. Cette lecture fragmentée donne en effet l'impression trompeuse que le problème posé pourrait être résolu par de simples négociations bilatérales ou multilatérales entre les acteurs politiques que constituent les Etats, et tend à favoriser une lecture économique du problème en termes d'offre et de demande. Si l'on va jusqu'au bout du raisonnement, on constatera que la lecture dans le cadre de la grille des Etats favorise implicitement le modèle proposé par les Etats-Unis d'un marché des droits d'émission de gaz carbonique où les pays les plus riches pourraient acheter aux plus pauvres leurs déficits de droits à polluer afin de pouvoir maintenir le fonctionnement actuel de leur économie. Et il faudrait être bien naïf pour s'imaginer que le marché sera ici capable d'apporter une réponse adaptée à la question posée, dans la mesure où les relations entre les Etats sont fondamentalement dissymétriques et fondées sur des rapports de puissance où les plus forts militairement et économiquement imposent leur volonté aux plus faibles.

Proposer une cartographie des grandes distributions mondiales qui soit affranchie de la grille de lecture des Etats constitue donc non seulement un défi technique (la plupart des données couvrant le Monde n'étant disponible qu'à l'échelon des agrégats étatiques) mais aussi et surtout un défi politique et épistémologique. Toute action devant se doter d'outils d'observation adaptés à son objet, une action globale en faveur de l'environnement doit construire des outils statistiques et cartographiques qui présentent précisément une vision globale susceptible d'assurer la mise en œuvre de réponses globales [6].

A partir de la mise au point d'une nouvelle méthode de cartographie multiscalaire affranchie des découpages territoriaux [5], nous avons développé un certain nombre d'applications portant sur la cartographie "sans frontières" des grandes distributions mondiales de population, de naissance, de richesse mais aussi de consommation d'énergie et de production de gaz carbonique. Les cartes obtenues présentent la distribution "sans frontière" de ces grandes répartitions dans des voisinages de portées variables (250, 500, 1000, 2000 km de

rayon) et apportent une vision totalement inédite du système mondial. Ces cartes qui ont été publiées dans le CD-ROM "6 milliards d'hommes ... et moi" [7] et qui servent de support à un cours de géographie du Monde de l'Université Paris 7 [6] ont reçu en septembre 2000 le prix de cartographie, catégorie expert, du Festival International de Cartographie de Saint-Dié.

Sans entrer dans des détails trop techniques, il est important de comprendre dans ses grandes lignes la méthode qui a été adoptée ici pour reconstituer la distribution "sans frontière" de la production mondiale de gaz carbonique. La méthode souffre en effet d'un certain nombre d'approximations dont il faut être conscient dans l'interprétation des résultats obtenus.

L'information disponible à l'échelon mondial en matière d'émissions de gaz carbonique est fournie uniquement dans le cadre des agrégats étatiques (e.g. 5.3 Milliards de tonnes pour les Etats-Unis en 1996) sans indications sur la répartition géographique précise des foyers émetteurs à l'intérieur des limites nationales de chaque pays. On sait cependant que la plupart des émissions de gaz carbonique sont le produits de l'activité humaine (transport, chauffage, industrie, ...) et que la distribution des activités humaines est très fortement corrélée avec la répartition des habitants à la surface de la Terre.

On a donc utilisé la distribution de la population mondiale produite par les Nations Unies dans le cadre d'une grille régulière de 1° de latitude et longitude pour affecter les productions de gaz carbonique des différents Etats au prorata des populations concernées. Une agglomération de 10 millions d'habitant telle que New-York se verra donc créditée d'environ 200 millions de tonnes d'émission de CO₂ puisque la production moyenne de gaz carbonique est de 20 tonnes par habitants aux Etats Unis. Le cas des cellules de la grille latitude-longitude traversées par plusieurs pays ne pose pas de difficultés particulière puisque la base de donnée des Nations Unies indique la ventilation précise des habitants de chaque pays à l'intérieur des cellules partagées entre plusieurs pays. Il suffit donc de sommer les contributions de chacun des pays pour trouver le total des émissions de CO₂ de la cellule considérée.

La principale critique que l'on puisse faire à cette méthode réside évidemment dans l'hypothèse de stricte proportionnalité entre le nombre d'habitant et la quantité de gaz carbonique émise. Il ne fait guère de doute que des variations régionales importantes peuvent apparaître à l'intérieur des pays et que certaines activités fortement productrices de gaz carbonique n'impliquent pas nécessairement la présence d'une occupation humaine importante (e.g. torchères dans les régions pétrolières). Ce problème ne doit cependant pas être surestimé dans la mesure où les activités productrices de gaz carbonique et indépendantes d'une occupation humaine dense sont très minoritaires à l'échelle mondiale. Ainsi, les combustions de gaz liées à l'exploitation pétrolière ne représentent guère plus de 4% de la production mondiale de gaz carbonique et moins de 1% en Russie, au Canada et aux Etats-Unis où elles pourraient entraîner des erreurs importantes de localisation.

Ces critiques peuvent toutefois être d'autant plus facilement levées que les cartes produites opèrent ensuite une somme pondérée par la distance dans des voisinages très vastes (250 à 2000 kilomètres) ce qui permet de gommer la plupart des erreurs de localisation situées en dessous de ce seuil. La méthode de pondération retenue pour opérer ce lissage (voisinage gaussien plutôt que simple somme dans un cercle d'un rayon donné) confère d'ailleurs une robustesse particulière aux résultats obtenus [5] puisque les lieux éloignés contribuent, même faiblement, au calcul de la quantité localisée en un point donné de la surface terrestre.

Une lecture globale : la cartographie "sans frontière" des émissions de CO₂

Avec une portée cartographique assez large (voisinage gaussien de 1000 kilomètres), l'image de la distribution mondiale des gaz à effets de serre présente une configuration spatiale très simple, organisée autour de trois pics majeurs de pollution dans l'hémisphère nord et trois pics mineurs dans l'hémisphère sud (*Carte 4*). En première analyse, il apparaît que les trois grands pics de production de gaz carbonique correspondent étroitement aux trois grands foyers économiques mondiaux désignés habituellement sous l'appellation de "Triade" : *Amérique du Nord, Europe, Asie orientale*, et ne correspondent guère à la répartition mondiale de la population (où les deux pics majeurs sont localisés en Chine et en Inde).

Mais une comparaison plus détaillée de la carte du potentiel de richesse et de celle du potentiel d'émission de gaz carbonique, toutes deux établies dans un même voisinage de 1000 kilomètres, montre des décalages assez significatifs. Ainsi, les trois pics qui apparaissent sur la carte des émissions de gaz carbonique ont des intensités sensiblement égales (10 à 12 % des émissions mondiales dans un voisinage de 1000 kilomètres) alors que les pics de richesse établies pour la même portée géographique sont nettement plus hiérarchisés et beaucoup plus concentrés dans l'espace : 24% de la richesse mondiale dans un voisinage de 1000 kilomètres autour du pic européen, 18% autour du pic est-asiatique, 13% pour le pic nord américain. Ces différences d'intensité et de niveau mettent en valeur deux phénomènes importants.

D'une part, on constate que les émissions de gaz carbonique sont beaucoup plus étalées dans l'espace que les foyers d'accumulation de la richesse, ce qui laisse supposer que **la périphérie des zones les plus riches est responsable d'une part notable de la progression récente des émissions de gaz carbonique**. Le Mexique dans le cas des Etats-Unis, la Russie et les pays d'Europe centre-orientale dans le cas de l'Europe, la Chine et la Corée dans le cas du Japon, constituent des espaces d'industrialisation relativement récente qui ont reproduit le modèle industriel peu économe sur le plan énergétique des pays centraux dont ils dépendaient ou avec lesquels ils étaient en concurrence et qu'ils ont imités. On peut donc émettre l'hypothèse qu'il existe ou a existé une diffusion spatiale de proche en proche des méthodes les moins économes en matière d'utilisation des ressources énergétiques sous le double jeu de la concurrence et de l'imitation. Cette diffusion peut également s'expliquer dans certains cas par des relocalisations des activités les plus polluantes des pays centraux de la Triade vers les pays de leur périphérie proche. En d'autres termes, la responsabilité des pays les plus industrialisés dans la production des gaz à effets de serre se double d'une responsabilité indirecte dans la diffusion d'un modèle énergétique dispendieux vers les pays voisins en phase d'industrialisation. Il est à cet égard très significatif de remarquer que l'Inde, éloigné des grands foyers de la Triade, a opté pour un modèle de développement économique qui est demeuré jusqu'à ce jour beaucoup plus économe sur le plan écologique.

D'autre part, on constate **que les trois grands foyers économiques mondiaux se caractérisent par des intensités très différentes de production de gaz à effets de serre par unité de richesse produite**. Le *foyer nord américain* se caractérise par les émissions les plus fortes de gaz à effets de serre par unité de richesse produite ce qui se marque par le niveau relativement voisin de ses pics de richesse et de production de gaz carbonique (environ 12% du total mondial). Le *foyer européen* apparaît beaucoup plus économe sur le plan énergétique dans la mesure où son pic de richesse est pratiquement deux fois plus important que son pic de production de gaz à effets de serre. On ne doit cependant pas minimiser le rôle joué dans ce résultat par les phénomènes de diffusion et de relocalisation vers les espaces périphériques qui

l'entourent (*Méditerranée, Proche-Orient, Europe de l'Est*). Enfin, le *foyer japonais* occupe une situation intermédiaire entre les deux situations précédentes, mais avec probablement une tendance rapide à se rapprocher du modèle nord-américain sous l'influence de l'industrialisation rapide de la bordure orientale de la Chine.

Une analyse plus détaillée de la répartition des émissions de gaz à effet de serre à l'intérieur de ces trois foyers permet d'affiner l'analyse en recourant à une portée de lissage plus réduite (voisinage gaussien de 250 km au lieu de 1000 km).

La structure interne du foyer nord américain est caractérisé par un pic majeur d'émission de gaz carbonique qui demeure localisé dans la *Manufacturing Belt* (Mégalopolis, région des Grands Lacs, vallée du Saint-Laurent). Mais la production de gaz carbonique est également non négligeable dans les nouveaux foyers urbains et industriels de la *Sun Belt*, actuellement en pleine expansion économique (Floride, Texas, Californie, région transfrontalière de Seattle-Vancouver). Deux foyers mineurs, probablement en expansion rapide, apparaissent plus au Sud dans la région métropolitaine de Mexico et dans les zones pétrolières du Venezuela.

La structure interne du foyer européen est beaucoup plus massive et monocentrique, la majorité des émissions de gaz carbonique demeurant concentrée autour de l'axe rhénan avec un maximum centré sur la *Rhur*. Même si l'intensité des émissions de gaz carbonique y est un peu moins intense que dans la *Manufacturing Belt* américaine, elle y concerne des espaces beaucoup plus étendus et se prolonge par des pics remarquables dans les bassins industriels de *Russie* ou d'*Ukraine* ainsi que vers les régions pétrolières du *Proche-Orient*.

La structure interne du foyer est-asiatique apparaît plus complexe que les précédentes et se caractérise par un chapelets de pics de pollution d'intensités assez voisines au *Japon*, en *Corée* et en *Chine côtière* ou en *Chine intérieure*. On notera que le choix de Kyoto comme siège de la conférence mondiale sur le climat apparaît symboliquement justifié par son appartenance à l'un des principaux pics mondiaux de production de gaz à effet de serre ... En dehors de cette dorsale principale, on remarque des chapelets plus réduits de pics de production de gaz carbonique en *Sibérie* (axe du transsibérien) ou en *Asie du sud-est* (Thaïlande, Malaisie, Singapour). Plus à l'est, on observe le début du pic de pollution centré sur le monde indien, mais dont la magnitude est actuellement encore sans commune mesure avec ceux des grands foyers mis en évidence dans les analyses précédentes.

CONCLUSION

Bien qu'approximatives en raison de l'absence de sources fiables à l'échelon infra-étatiques, les cartes sans frontières permettent d'amorcer une réflexion politique nouvelle sur les causes et les conséquences de la production de gaz à effets de serre ainsi que sur les moyens à mettre en œuvre pour contribuer à leur réduction au cours du XXI^e siècle.

Les grands foyers d'émission de gaz carbonique ne correspondent généralement pas à l'assise territoriale des Etats, sauf dans le cas des Etats-Unis (où le Canada et le Mexique contribuent toutefois de façon mineure) et semblent s'organiser comme des pôles de diffusion vers les espaces environnant. Une politique fondée uniquement sur les relations internationales risque donc de s'avérer impuissante à ralentir la progression du phénomène qui ne ferait que se relocaliser dans les périphéries proches ou lointaines des grands foyers économiques mondiaux, sans bénéfice global pour l'ensemble de la planète.

Une politique avisée de réduction des gaz à effets de serre devrait donc se donner une dimension à la fois globale et régionale. Globale, dans la mesure où la circulation des gaz à effets de serre ne se cantonne pas au territoire des États qui en sont responsables. Régionale dans la mesure où l'on peut identifier trois grands systèmes spatiaux à l'intérieur desquels apparaissent des interactions fortes entre les systèmes économiques responsables de la production des gaz à effet de serre. Sans négliger les foyers économiques émergents de l'hémisphère sud et le cas particulier de l'Inde, il convient de faire porter l'effort maximum de réduction des émissions de gaz carbonique sur les trois pôles de la Triade de l'hémisphère nord et leurs périphéries, en définissant des objectifs supranationaux à l'intérieur de chacun des espaces considérés. Ce n'est qu'à ce prix que l'on pourra espérer combiner réalisme et efficacité.

Bibliographie

[1] DEMARCQ, François : "La maîtrise de l'énergie : une réponse aux enjeux internationaux du changement de climat", dans *Annales des Mines*, Novembre 1999, pp. 41-48

[2] DOLLFUS Olivier : *L'Espace Monde*, Géo Poche, Economica, 1994

[3] DOLLFUS Olivier : "Mondialisation et gaz à effet de serre", *Espace Géographique*, 1999, 28, 1, pp. 29-35,

[4] GRASLAND Claude, MADELIN Malika : "Un Monde sans frontières - L'inégale répartition de la population et de la richesse mondiale au début du XXI^e siècle", *Population & Société*, 2001.

[5] GRASLAND Claude, MATHIAN Hélène, VINCENT Jean-Marc, "Multiscalar analysis and gap generalisation of discrete social phenomena - Statistical Problems and political consequences", *Statistical Journal of United nation Economic Conference for Europe*, IOS-Press., 2000, 17, 157-188

[6] GRASLAND Claude, GRATALOUP Christian : *Géographie du Monde contemporain*, Université Paris 7, Cours de licence, 1999-2001.
[<http://ibm2.cicrp.jussieu.fr/grasland/Go312/index.html>]

[7] PISON Gilles (dir.), GRASLAND Claude, CHESNAIS Jean-Claude, ROZENBLAT Céline, al. : *Six milliards d'hommes ... et moi*, CD-ROM, Editions Syrinx, 1999.

[8] UNEP, *Global Environment Outlook-1*, Nations Unies, 1997.
[<http://www.unep.org/unep/eia/geo1/index.htm>]

[9] WRI, *World Ressources 2000-2001 - People and ecosystems*, UNDP-UNEP-World Bank-World Ressource Institut, Nov. 2000.
[<http://www.wri.org/wr2000/index.html>]

Tableau 1 : Pays ayant le plus fort excédent d'émission de CO2 par rapport à leur population vers 1995

Sources : Banque Mondiale, Carbon Dioxide Information Center

PAYS EXCEDENTAIRES	Emissions de CO2		Population		Rapport	Ecart
	Millions t.	% mond.	millions h.	% mond.	t./hab.	points
1 États-Unis	5301	22.2	273	4.6	19.5	17.6
2 Russie	1580	6.6	147	2.5	10.7	4.1
3 Japon	1168	4.9	127	2.1	9.2	2.8
4 Allemagne	861	3.6	82	1.4	10.5	2.2
5 Royaume-Uni	557	2.3	59	1.0	9.4	1.3
6 Canada	409	1.7	31	0.5	13.4	1.2
7 Australie	307	1.3	19	0.3	16.1	1.0
8 Corée du Sud	408	1.7	47	0.8	8.7	0.9
9 Pologne	357	1.5	39	0.7	9.2	0.8
10 Ukraine	397	1.7	50	0.8	8.0	0.8
11 Arabie saoudite	268	1.1	21	0.4	12.8	0.8
12 Italie	403	1.7	58	1.0	7.0	0.7
13 Corée du Nord	254	1.1	21	0.4	11.9	0.7
14 France	362	1.5	59	1.0	6.1	0.5
15 Afrique du Sud	293	1.2	43	0.7	6.9	0.5

Tableau 2 : Pays ayant le plus fort déficit d'émission de CO2 par rapport à leur population vers 1995

Sources : Banque Mondiale, Carbon Dioxide Information Center

PAYS DEFICITAIRES	Emissions de CO2		Population		Rapport	Ecart
	Millions t.	% mond.	millions h.	% mond.	t./hab.	points
1 Inde	997	4.2	987	16.6	1.0	-12.4
2 Chine	3364	14.1	1254	21.1	2.7	-7.0
3 Indonésie	245	1.0	212	3.6	1.2	-2.5
4 Pakistan	94	0.4	147	2.5	0.6	-2.1
5 Bangladesh	23	0.1	126	2.1	0.2	-2.0
6 Brésil	273	1.1	168	2.8	1.6	-1.7
7 Nigeria	83	0.3	114	1.9	0.7	-1.6
8 Viêt Nam	38	0.2	80	1.3	0.5	-1.2
9 Philippines	63	0.3	75	1.3	0.8	-1.0
10 Éthiopie	3	0.0	60	1.0	0.1	-1.0
11 Congo. (Rép.dém.)	2	0.0	51	0.8	0.0	-0.8
12 Myanmar (Birm.)	7	0.0	48	0.8	0.2	-0.8
13 Égypte	98	0.4	67	1.1	1.5	-0.7
14 Tanzanie	2	0.0	31	0.5	0.1	-0.5
15 Soudan	3	0.0	29	0.5	0.1	-0.5

Figure 1 : Emissions mondiales de gaz carbonique entre 1950 et 1995

Source : Source : World Ressource 1998-1999, Table 16.3,

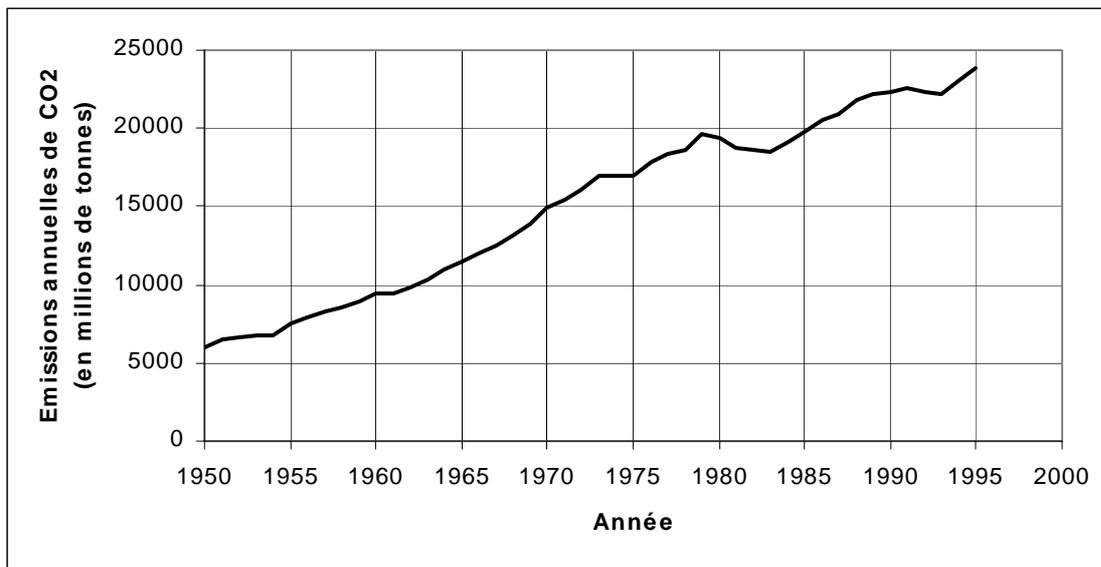
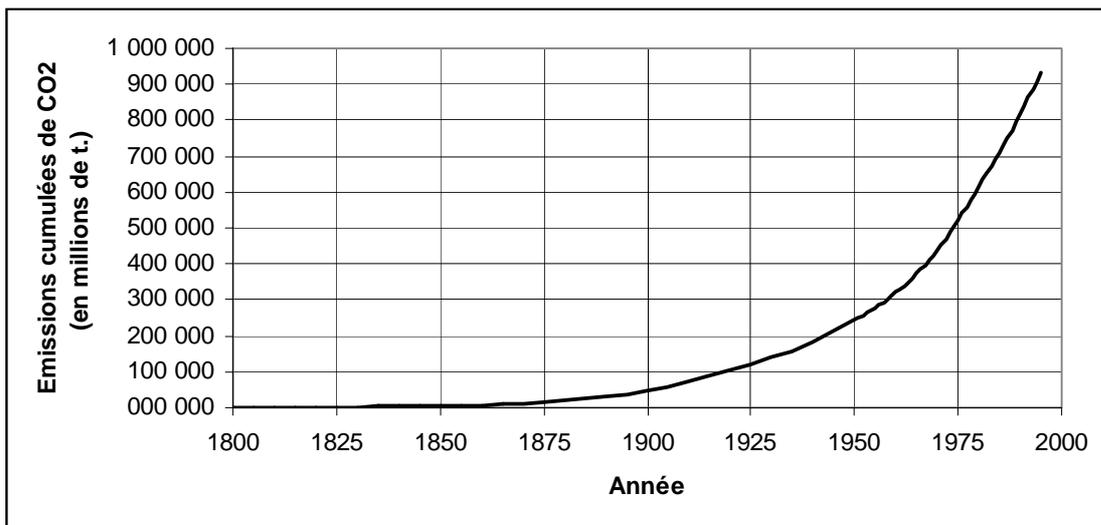


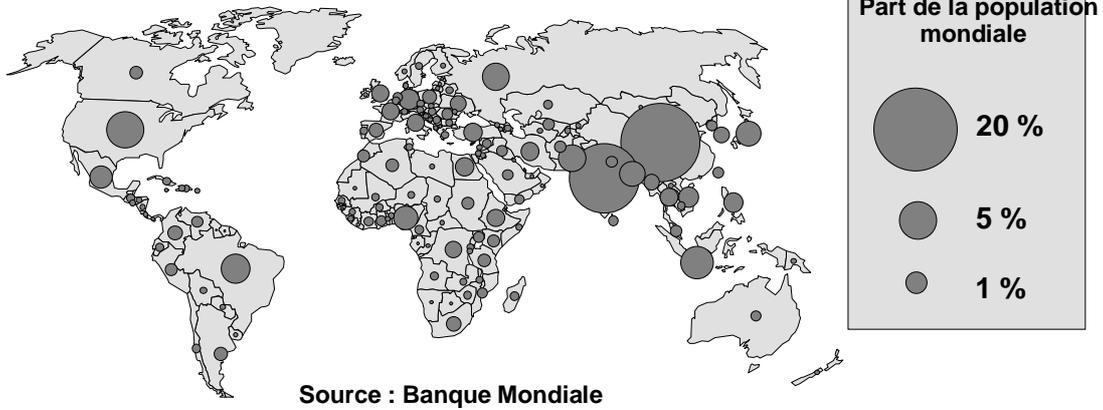
Figure 2 : Quantités cumulées de gaz carbonique émises dans l'atmosphère depuis 1800

Source : Source : World Ressource 1998-1999, Table 16.3,

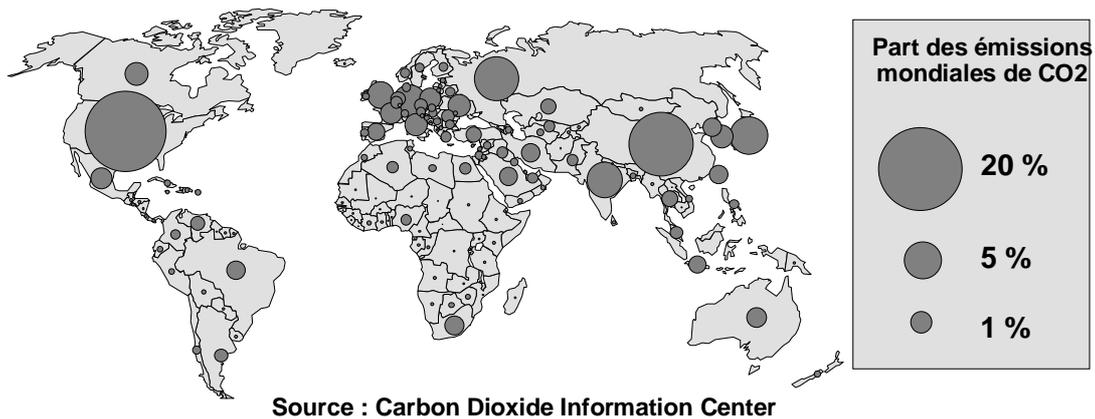


Une lecture politique : le marché des émissions de gaz à effet de serre

Carte 1 : POPULATION MONDIALE PAR ETATS VERS 1995



Carte 2 : EMISSIONS DE GAZ CARBONIQUE PAR ETATS VERS 1995



Carte 3 : ECARTS ENTRE POPULATION ET PRODUCTION DE CO2 VERS 1995

