

Repères

Colloques et documents : comptes rendus

« La ville face aux changements climatiques »
(Forum, Paris, 20-25 octobre 2009)

Le 6^e Forum international de météorologie (FIM), organisé du 20 au 25 octobre 2009 par la Société météorologique de France (SMF) avec le soutien de la mairie de Paris, avait pour thème la ville face aux changements climatiques. Diverses manifestations étaient au programme : pour le grand public, expositions scientifiques, techniques, pédagogiques et ludiques (20-25 octobre, parc André Citroën) ; pour les enseignants, formation sur la météorologie et le climat (21 octobre, siège de la Banque populaire) ; et pour les professionnels, colloque sur la ville et les changements climatiques (23 octobre, siège de la Banque populaire), ateliers météo et média (24 octobre) et ballade verte dans Paris (25 octobre). Ce compte rendu¹ porte sur la formation et le colloque.

La formation

La formation, destinée essentiellement aux enseignants des lycées et collèges, a été dispensée par des intervenants de l'École nationale de la météorologie (ENM), de Météo-France, de l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME) et du Centre national de la recherche scientifique (CNRS). Trois sujets ont été traités.

– La circulation de l'atmosphère, les échelles de temps et d'espace de la prévision (2 présentations). La première a porté sur l'atmosphère (épaisseur, composition, profil thermique, profil vertical, etc.) et la deuxième sur les fronts et les dépressions (exemples de perturbations, types de fronts, tempêtes, etc.).

– Connaître et prévoir la qualité de l'air (deux présentations). La première a traité de la qualité de l'air (problématique de la pollution atmosphérique, enjeux environnementaux aussi bien à l'échelle locale et urbaine qu'à l'échelle globale, principaux polluants de l'air, pro-

blèmes de modélisation, de prévision et d'imprévision, réseau de dispositifs de surveillance, qualité de l'air observé en France). Quant à la deuxième communication, elle a porté sur les sources d'émission de gaz polluants, les réglementations, les réseaux de surveillance et les évolutions de la qualité de l'air. Il s'agit des domaines dans lesquels l'ADEME apporte ses compétences en France.

– Météorologie et changement climatique : ce que l'on sait et ce que l'on ne sait pas (deux présentations). La première était consacrée au bilan énergétique de la Terre et au rôle de l'effet de serre (avec une évocation des modèles climatiques et des rétroactions) et la deuxième à la météorologie et aux changements climatiques (observations et caractéristiques des changements climatiques, détermination et attribution des causes, responsabilité humaine dans le réchauffement climatique, scénarios des changements climatiques futurs aux échelles planétaire, européenne et française, phénomènes météorologiques ou climatiques extrêmes).

Toutes ces interventions, richement illustrées et documentées, notamment à partir des travaux du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), sont disponibles sur le site internet de la SMF (http://www.smf.asso.fr/fim09_gp_formation.html). Elles peuvent être réutilisées par les enseignants pour alimenter leurs cours sur les changements climatiques.

Le colloque

Le colloque, réservé aux professionnels (experts du climat et acteurs du développement durable), a été ouvert officiellement par Chantal Jouanno, alors secrétaire d'État chargée de l'Écologie, et par Jean Jouzel, président de la SMF et membre du GIEC. Il s'est déroulé sous forme de quatre ateliers (ou tables rondes) donnant lieu à des communications riches et rigoureuses, suivies de débats avec l'auditoire. Animés par des journalistes qui présentent les bulletins météorologiques dans des médias (TF1, BFM TV, etc.), ces ateliers ont fait preuve d'originalité et ont livré au public des informations et des données permettant de faire le point des connaissances,

¹ La participation de l'auteur de ce compte rendu à ce forum a été rendue possible grâce au soutien du programme PIRVE (Programme interdisciplinaire de recherche ville et environnement) financé par le CNRS (projet « Vulnérabilité et résilience aux changements climatiques en milieu urbain : vers de nouvelles stratégies de développement urbain durable ? »).

d'une part, sur les manifestations urbaines du réchauffement de la Terre et, d'autre part, sur les changements climatiques globaux et les réponses politiques en vue de lutter contre ou de réduire ces changements.

Le premier atelier était consacré à la météorologie urbaine et à l'énergie dans la ville. Il a consisté en un tour d'horizon et en un tour du monde de la problématique des villes face aux changements climatiques et, en particulier, à l'augmentation des températures. Il s'est agi essentiellement de la question du développement urbain durable (transports, logements, efficacité énergétique, îlots de chaleur urbaine, canicules, etc.). Les cinq intervenants de cet atelier, exerçant dans divers organismes ou entreprises (Météo-France, Gaz de France SUEZ, ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de la Mer, Électricité de France, Centre scientifique et technique du bâtiment), ont tour à tour exploré des « solutions pour rafraîchir la ville » : doublement des surfaces végétales, toits plus verts ou plus blancs, écohabitat, écovilles, écoquartiers, énergies renouvelables en ville, changement de la structure de la ville, réduction de l'étalement urbain, etc. Le projet du Grand Paris 2030 a été évoqué à plusieurs reprises.

Le deuxième atelier, portant sur les extrêmes climatiques en milieu urbain (quelle prévention ? quels coûts ?), a réuni des intervenants de Météo-France, du Centre international de recherche sur l'environnement et le développement (Cired), du Conseil général de l'environnement et du développement durable, du CNRS et du Centre national d'études spatiales (CNES). Ils ont abordé la problématique de l'évaluation et de la mesure de l'impact des changements climatiques et de la vulnérabilité des villes, essentiellement du point de vue technique (modélisation climatique aux échelles régionales, indices de canicules estivales, télédétection). De l'avis des météorologues (comme Robert Vautard, Laboratoire des sciences du climat de l'environnement [LSCE], CNRS) ou des spécialistes du suivi de la qualité de l'air (comme Christian Eligacheray de l'ADEME), il faut se préparer aux phénomènes extrêmes du type de la canicule de l'été 2003 en France, qui sera probablement désormais la moyenne ou la norme dans les années à venir si les prévisions de l'évolution du réchauffement climatique se confirment. Les conséquences sur la population humaine ont été évoquées : effets sur la santé, mortalité. Il a été rappelé la nécessité d'étudier conjointement la qualité de l'air, la météorologie et la climatologie, afin de mieux comprendre les interactions entre pollution de l'air et changement climatique. La contribution des satellites à la mesure, au suivi et à l'alerte en matière d'extrêmes météorologiques ou climatiques a été présentée (Pascale Ultré-Guérard, responsable du programme d'observation de la Terre au CNES) : quantification des émissions polluantes – par exemple, du gaz carbonique –, mesure des températures de surface de la mer, mesure

des aérosols, projets de construction et de mise sur orbite de nouveaux capteurs, etc. De nombreuses interrogations relatives à l'atténuation et à l'adaptation ont été posées (notamment par Stéphane Hallegate, Cired) : quelles modifications faut-il apporter aux plans locaux d'urbanisme ? Quelles sont les morphologies urbaines résistantes ou résilientes face aux changements climatiques ? Dans quel intervalle de temps doit-on modifier la structure urbaine ? Comment prend-on en compte le métabolisme des villes (besoins et dépenses énergétiques des villes) pour l'intégrer dans les modifications des structures urbaines ? Faut-il cloisonner les quartiers, les rendre autonomes pour économiser l'énergie et pour éviter les effets « boule de neige » (comme la propagation des incendies et des feux) ? Quels sont les besoins précis en termes de météorologie et de climatologie urbaine (dispositifs de mesures, observatoires, niveaux de précisions et de prévisions, etc.) ? Comment prend-on en compte l'incertitude ?

Consacré aux enjeux de la pollution de l'air en milieu urbain dans 50 ans, le troisième atelier a réuni des intervenants de l'ADEME, du CNRS, du ministère de l'Enseignement supérieur, et un ancien expert auprès de la Commission européenne (programme GMES²). La première communication a évoqué les dimensions réglementaires, avec notamment les directives européennes et le programme GMES. Le deuxième orateur (C. Eligacheray), après avoir esquissé l'évolution de la population mondiale à l'horizon 2050, a discuté des liens entre qualité de l'air urbain (pollution urbaine) et vulnérabilité des populations urbaines (morbidity et mortalité). Il a indiqué :

- qu'en 2050, il y aura autant d'urbains que de terriens en 2010 (6,9 milliards de personnes) ;
- que la diminution de l'espérance de vie due à la pollution urbaine est de l'ordre de 10 mois ;
- que les niveaux de pollution baissent mais que la morbidité et la mortalité liées à cette pollution reposent sur l'exposition continue aux polluants ;
- que la qualité de l'air urbain dans 50 ans dépendra des facteurs comme la mobilité, l'étalement urbain, les technologies utilisées pour répondre aux besoins en énergie ;
- qu'il est probable, compte tenu de l'augmentation des températures, que des risques de nuisances soient cumulés, que les populations soient plus sensibles, que des exigences de sécurité environnementale soient plus fortes, que de nouvelles méthodes de surveillance (micro-capteurs, satellites, modèles) soient nécessaires.

La 3^e communication (Claire Granier, Institut Pierre-Simon-Laplace, CNRS), qui portait sur la surveillance de

² Global Monitoring for Environment and Security ; il s'agit d'un programme de recherche sur la surveillance et la gestion de l'environnement à diverses échelles (nationale, continentale, globale), notamment à l'aide des données acquises par des satellites d'observation de la Terre.

la qualité de l'air par satellites, a rappelé le problème des incertitudes relatives à la mesure des émissions polluantes passées, actuelles et futures, les difficultés de prédire/prévoir les quantités d'émissions futures, et la nécessité de dispositifs de mesure au sol pour l'aide à la prise de décisions en matière de gestion de la qualité de l'air dans les villes. La 4^e intervention de cet atelier a abordé la question du mélange des émissions de gaz à effet de serre naturels et anthropiques en soulignant les problèmes de mesure des émissions émises et/ou réduites ainsi que les effets de ce mélange en termes de modifications de la végétation et de la chimie de l'atmosphère en milieu urbain. La notion d'écosystème urbain a été abordée (Didier Hauglustaine, LSCE, CNRS). Paolo Laj (Laboratoire de glaciologie et de géophysique de l'environnement, Université Joseph-Fourier de Grenoble) a évoqué le fait que la pollution urbaine à Paris aurait entraîné une réduction de 36 mois de l'espérance de vie. De même, il a indiqué que le monde va enregistrer 2,5 millions de décès anticipés – dont 2/3 dans les villes asiatiques et, notamment, Pékin – suite à la pollution atmosphérique (d'après l'Organisation mondiale de la santé).

Traitant des réponses politiques aux changements climatiques, le quatrième atelier a d'abord fait le point des connaissances scientifiques et des recommandations formulées dans le 4^e rapport du GIEC publié en 2007 (communication de Jean-Pascal van Ypersele, professeur à l'Université catholique de Louvain en Belgique et vice-président du GIEC). Le débat qui a suivi a associé Denis Baupin, maire adjoint de Paris en charge du développement durable, Karim Lapp, membre du conseil régional d'Île-de-France, et Jean Jouzel. Après avoir rappelé que le GIEC existe depuis 20 ans et qu'il est la meilleure source d'informations sur les changements climatiques, le vice-président du GIEC a réaffirmé que le problème du changement climatique est réel et sérieux, que des réductions importantes des émissions de gaz à effet de serre (GES) doivent être faites, que des politiques d'adaptation doivent être mises en place, surtout dans les pays en développement. Reprenant les données du 4^e rapport du GIEC, il a indiqué que sans politique de baisse des émissions de GES, il y aura une augmentation de 1,1 à 6,4 °C de la température moyenne de la Terre d'ici 2100. Pour stabiliser le réchauffement climatique – éviter qu'il ne s'aggrave –, le GIEC préconise de diviser les émissions actuelles par 2 d'ici 2050 afin de contenir l'augmentation de la température moyenne entre 1,5 et 1,8 °C. J.-P. van Ypersele a en outre évoqué la valeur de 2 °C fixée par l'Union européenne en 1996 comme seuil³ que l'augmentation de la température moyenne de la Terre ne doit absolument pas franchir. Pour atteindre cet objectif, les

modèles du GIEC montrent qu'il faut diminuer de 50 à 80 %, d'ici 2050, les émissions mondiales de GES. D'après le rapport du GIEC, le prix du CO₂ dans les mécanismes internationaux prévus par le protocole de Kyoto est un facteur important pouvant inciter les pays à baisser leurs émissions de GES. La taxe « carbone » a été évoquée comme outil allant dans le même sens. Pour le GIEC, une taxe de 100 € par tonne de CO₂ à l'horizon 2030 permettrait de stabiliser les concentrations de CO₂ dans l'atmosphère autour de 470 ppm. Les négociations en prélude à la conférence de Copenhague en 2009 visaient à obtenir des pays développés l'engagement de diminuer de 25 à 40 %, d'ici 2020, leurs émissions par rapport au niveau de 1990⁴. Dans le cadre du protocole de Kyoto, dont la première période d'application arrive à terme en 2012, l'objectif est de réduire les émissions de GES de 5,2 % par rapport à 1990.

Le débat a souligné la nécessité que les villes soient des acteurs-clés dans la lutte contre les changements climatiques. Dans ce domaine, le retard de la France par rapport aux pays nordiques a été évoqué. D'après plusieurs orateurs, les nouveaux bâtiments à Paris représentent moins de 1 % de l'ensemble du parc, ce qui signifie que des efforts colossaux doivent être faits en matière de rénovation urbaine. Lyon a été citée comme étant une des villes françaises ayant beaucoup investi dans les énergies renouvelables, ce qui lui permettrait de satisfaire 15 % de ses besoins énergétiques. Un des participants a signalé que le schéma d'aménagement du territoire de la région Île-de-France prévoit de réduire de 25 % les émissions de GES à l'horizon 2030.

Contrairement à ce qu'on pouvait attendre, cet atelier n'a pas abordé de manière structurée les politiques publiques mises en œuvre pour lutter contre les changements climatiques. Les élus qui ont participé à l'atelier ont évoqué des actions ou des initiatives à l'échelle locale ou régionale ; ils ont aussi abordé les difficultés relatives aux clivages entre les partis politiques, ainsi que celles liées à la résistance des populations face aux changements (pouvoir électoral à préserver). Il aurait été utile

³ Ce seuil a été pris en compte par le GIEC, et la communauté internationale l'a quasiment entériné.

⁴ L'accord de Copenhague, élaboré in extremis à la fin de la COP 15 (15^e conférence des pays qui ont ratifié la convention des Nations unies sur le changement climatique) en décembre 2009, est largement interprété comme un échec, essentiellement du fait qu'aucun engagement global chiffré de réduction des émissions de GES n'a été fixé. En outre, la faiblesse juridique de l'accord, ainsi que son statut international mis en cause en raison de l'absence de son adoption à l'unanimité dans le cadre des Nations unies, n'augurent pas d'une perspective claire en termes de réduction des émissions de GES par les États. En adhérant à cet accord, l'Union européenne, par exemple, a annoncé qu'elle s'engage à réduire ses émissions de 20 à 30 % d'ici 2020 par rapport à 1990. L'accord de Cancun, adopté en décembre 2010 à l'issue de la COP 16, ne précise pas non plus les engagements chiffrés de réduction des émissions de GES des États.

que fût présenté un (ou des) exemple(s) de décision(s) prise(s) en vue de la réduction ou de l'atténuation des changements climatiques, aussi bien au niveau national qu'au niveau international. On aurait aussi aimé avoir un éclairage sur les options et les alternatives en débat pour l'après-Kyoto, en particulier en ce qui concerne la lutte contre les changements climatiques dans les villes (réductions des émissions de GES engendrées par l'existence des villes). De même, les aspects économiques (taxes, marchés carbone, croissance verte, etc.) et technologiques (ingénierie écologique, technologies vertes, etc.) n'ont pas été véritablement abordés.

Néanmoins, ce colloque, original dans son organisation, a fourni des connaissances riches et à jour sur la problématique des changements climatiques et spécifiquement sur la manière dont elle concerne les villes.

Comme pour la formation, les communications présentées durant le colloque sont disponibles sur le site de la SFM (http://www.smf.asso.fr/fim09_pro_programme.html).

Moïse Tsayem Demaze

(Université du Maine, UMR6590, Le Mans, France)

Moise.Tsayem_Demaze@univ-lemans.fr

« Changements climatiques, changements de modes de vie ? »
(Workshop, Paris, 12 novembre 2009)

Organisé à Paris le 12 novembre 2009 par Amy Dahan (historienne des sciences, CNRS, Centre Alexandre Koyré) et Edwin Zaccai (Université libre de Bruxelles [ULB]) avec le soutien du CNRS, le workshop « Changements climatiques, changements de modes de vie ? » avait pour objectif, sur cette question, de croiser les regards de plusieurs disciplines (sociologie, histoire des sciences, sciences politiques, économie, philosophie et sciences de l'information)⁵.

Se saisir de la problématique des modes de vie dans leurs relations aux enjeux du changement climatique a suscité l'intérêt d'un public relativement large, puisque l'auditoire était composé, outre des chercheurs, de gestionnaires, de responsables d'associations ou de professionnels du conseil. Cette problématique conduit en effet à articuler plusieurs niveaux d'analyse : les modes de vie se trouvent ainsi au carrefour des négociations internationales, au travers des contraintes que celles-ci peuvent faire peser sur les habitants des pays qui contribuent le plus au phénomène (G.W. Bush n'a-t-il pas rejeté la ratification du protocole de Kyoto au motif que le « mode de vie des Américains n'est pas négociable ? »), des politiques locales mais aussi des initiatives citoyennes, notamment à travers la diffusion des « écogestes ». De même, l'analyse des changements dans les modes de vie peut convoquer des approches théoriques et conceptuelles très différentes, issues de l'écologie industrielle, de la sociologie de la consommation ou des politiques publiques, voire dans un autre registre encore, des théories de la justice et des valeurs.

Dans cet esprit, les quatre sessions d'exposés de la journée se présentaient comme différentes modalités de combinaison des niveaux d'analyse et des approches théoriques.

La première session, intitulée « Changements climatiques, développement durable et comportements sociaux », était consacrée à une analyse des logiques et des contradictions dans les conduites individuelles. Après une présentation de l'évolution des opinions des Français vis-à-vis de l'écologie et des changements climatiques par Alexis Roy (ministère de l'Écologie), Edwin Zaccai s'est livré à un exercice de projection dans l'avenir, posant comme advenues les modifications liées au changement climatique. Les comportements des consommateurs seraient alors fortement remis en question, notamment du fait de l'augmentation du prix de l'énergie. Sa communication soulignait le fait que transformer les comportements à la hauteur des nécessités ne peut s'effectuer uniquement en « bout de chaîne », au niveau des individus consommateurs, qui sont en partie prisonniers des offres et des infrastructures⁶. Agir sur la responsabilisation des consommateurs ne peut représenter, dans ces circonstances, qu'une partie de la réponse au problème du changement climatique. Si les mouvements environnementalistes s'en méfient, les gestes de consommation engagée ne peuvent pas pour autant être négligés car ils traduisent des innovations pratiques et une évolution culturelle. Cependant, l'enjeu est de parvenir à les combiner à l'action politique et aux transformations de l'appareil productif, qui font intervenir d'autres catégories d'acteurs.

Il s'agit bien d'un type nouveau d'interaction à mettre en œuvre, une certaine synergie qui allie différentes réponses. L'action collective des consommateurs, seule, ne suffit pas, tout comme les innovations technologiques. Dans de nombreuses circonstances, ce n'est que sous la contrainte des pouvoirs publics que les consommateurs ou les industriels en viennent à modifier leurs pratiques.

⁵ Le programme du workshop est disponible en ligne (http://www.gisclimat.fr/sites/default/files/workshop12nov_pgr.pdf).

⁶ L'offre de transports collectifs présente un exemple d'incompatibilité entre les contraintes économiques, qui limitent les possibilités de desserte et maillage, et la variabilité et la complexité des rationalités (ou contraintes) individuelles.

E. Zaccai plaide pour rendre visibles les évolutions auxquelles on peut s'attendre pour démocratiser les connaissances et pour informer chacun des choix possibles. La hausse des prix pouvant aller de surcroît avec une limitation des libertés, il s'agit donc de penser des mécanismes qui préservent la démocratie. Il en appelle également à la mobilisation des corps intermédiaires pour sortir d'un faux face-à-face entre les individus et les pouvoirs publics.

Françoise Bartiaux (sociologue, Fonds national de la recherche scientifique et Université catholique de Louvain), discutante de cette session, a souligné que les différentes modalités de problématisation du consommateur, comme une figure idéale typique, déterminent à la fois des problématiques de recherche mais aussi des orientations politiques définies. Lorsque les sciences sociales mettent en évidence les individus consommateurs contraints par les systèmes sociotechniques, ce sont alors leurs difficultés à changer qui sont mises en exergue. Comment, dans ce cas, ne pas en déduire la nécessité de politiques contraignantes ? Au-delà des oppositions de principe, F. Bartiaux observe que ce type de politiques peut éviter aux individus d'avoir à rendre des arbitrages impossibles entre désir de consommation et désir de sobriété. La prolifération dans la sphère publique des discours de justification, des « états d'âme » au sens de Martuccelli (2002)⁷, reflète bien selon elle l'état de contradiction entre la norme et la pratique, et le sentiment d'incapacité d'action dans lequel les individus se sentent pris aujourd'hui.

La deuxième session était consacrée aux interférences entre les injonctions de changement liées au réchauffement climatique et d'autres valeurs sociales et politiques, en particulier l'égalité. Grégoire Wallenborn (économiste et sociologue, ULB) s'est livré à une réflexion sur les politiques d'efficacité énergétique, à partir d'une approche conceptuelle des notions de « dépense » et de « sobriété » inspirée de la thermodynamique. L'efficacité énergétique est conçue généralement comme une moindre dépense d'énergie pour un même service, et envisagée avant tout du point de vue des innovations technologiques. Or, le constat des gains d'efficacité énergétique compensés par les pratiques de consommation (par exemple le fameux « effet rebond ») montre la nécessité de repenser le lien entre efficacité énergétique et consommation. On a tendance à opposer sobriété et efficacité, mais il faudrait plutôt penser autrement leur complémentarité. G. Wallenborn a souligné que la recherche de l'économie du côté des comportements (la sobriété) comme du côté des technologies (l'efficacité énergétique) a également un coût : il y a une dépense dans la retenue. Il a incité à développer une « métaphysique de l'énergie », c'est-à-dire à revoir notre conception du monde. La

sobriété n'est pas le contraire de la dépense, mais une dépense qui se fait au moment opportun.

L'intervention de Bruno Villalba (politiste, Université Lille 2) a permis de revenir sur les discussions qui se sont engagées entre la salle et les intervenants autour des questions de choix démocratique et d'imposition par des politiques volontaristes. Préserver les libertés et les fonctionnements démocratiques passe par l'enjeu de construction du bien commun. Or, construire celui-ci ne peut pas se limiter à une collection d'écogestes : ceux-ci symbolisent d'une certaine manière le décalage existant entre notre capacité à cerner l'ampleur du problème et celle à construire des réponses adaptées. Le déni de la situation peut ainsi prendre plusieurs formes : disqualification théorique chez les élites ou les entrepreneurs de la morale politique ou bien « félicisme » qui consiste à croire dans la capacité d'innovation technologique pour dépasser la crise climatique. D'une certaine façon, l'observation de l'histoire longue vient en appui à cette croyance : ne sommes-nous pas aujourd'hui la résultante de toutes les crises que nous avons su dépasser ? La crise climatique n'est-elle pas un simple épisode de plus, dont nous pourrions sortir en dynamisant la croissance économique et les fonctionnements sociaux ? Reste cependant l'hypothèse de l'irréversibilité et du délai : n'y a-t-il pas un point de non-retour au-delà duquel toute possibilité de surmonter la crise deviendrait impossible (B. Villalba s'est référé aux thèses de Jean-Pierre Dupuy⁸ ou Hannah Arendt⁹), et combien de temps reste-t-il pour éviter l'effondrement total comme l'a envisagé Günther Anders¹⁰ ? La crise peut susciter deux réactions principales de la part des gouvernements : soit ils gèrent l'adaptation et favorisent toutes les innovations qui permettent une continuité et un maintien de l'existant ; soit ils dérivent vers des systèmes de gestion plus ou moins intrusifs et contraignants des comportements individuels. La crise devient ainsi l'élément légitimant des décisions coercitives (Giorgio Agamben¹¹), ou de la prise de pouvoir par une élite « verte », ce qui pourrait déboucher sur une redéfinition des « inclus » et des exclus, et sur des confrontations violentes, y compris sous la forme des « guerres du climat » telles qu'envisagées par Harald Welzer¹². B. Villalba s'est interrogé alors sur notre capacité à maintenir la liberté, l'autonomie, la possibilité de choix. Si de nouvelles contraintes commencent à peser sur nos sociétés, comment se répercuteront-elles sur les

⁸ Dupuy, J.-P., 2002. *Pour un catastrophisme éclairé*, Paris, Le Seuil.

⁹ Arendt, H., 1995. *Qu'est-ce que la politique ?*, Paris, Le Seuil.

¹⁰ Anders, G., 2002. *L'Obsolescence de l'homme*, Paris, Éditions de l'encyclopédie des nuisances ; Anders, G., 2008. *Hiroshima est partout*, Paris, Le Seuil.

¹¹ Agamben, G., 2003. *État d'exception*, Paris, Le Seuil.

¹² Welzer, H., 2009. *Les Guerres du climat. Pourquoi on tue au XXI^e siècle*, Paris, Gallimard.

⁷ Martuccelli, D., 2002. *Grammaires de l'individu*, Paris, Gallimard.

inégalités sociales et écologiques actuelles ? Plus généralement, la détermination du présent par le futur et l'introduction de la temporalité sous la forme de la contrainte contiennent en germe des dérives extrêmement attentatoires aux libertés. Il en a appelé à exercer une « imagination politique », qui néanmoins semble largement ankylosée par la description des innombrables dangers qui nous menacent du fait de la crise climatique.

La troisième session, intitulée « Risque climatique, diffusion des savoirs et espace public » était plus hétéroclite. Le point commun des interventions peut être rapporté à la façon dont les différents acteurs communiquent sur la question du changement climatique, quelles sont les informations qui sont soulignées, relayées, par qui et comment. Amy Dahan a abordé dans un premier temps la formation d'un « espace public mondial » à l'occasion des Conférences des parties (CoP)¹³. En l'absence de conférence internationale sur le développement durable depuis Johannesburg en 2002, les conférences internationales sur le climat sont devenues la scène principale d'expression de toute une série de questions environnementales ou sociales. Ainsi, les arènes climatiques ont reconfiguré le champ du développement durable et sont devenues « des enceintes privilégiées de discussion sur le développement ». Cependant, les CoP se veulent très pragmatiques, elles sont dominées par des agencements techniques, que ce soit dans les modes d'élaboration des diagnostics ou dans les solutions proposées. La « décarbonisation de l'économie » ou la séquestration du carbone en sont quelques exemples. Leur grammaire est constituée sur la base des mécanismes de marché : c'est sur cette base que sont envisagés les questions d'adaptation ou les mécanismes de compensation. La présentation d'A. Dahan a fait percevoir à la fois les logiques de mise à l'agenda des négociations internationales, avec une certaine tendance à privilégier les approches techniques (notamment sur l'énergie), et les jeux des acteurs internationaux, en particulier les nouveaux venus comme la Chine ou les pays en développement, qui chamboulent les négociations et les hiérarchies établies. C'est de ces interactions multiples et complexes entre acteurs politiques, et entre ces derniers et les scientifiques que le discours international sur la question climatique est issu.

Emmanuel Paris (sciences de l'information et de la communication, Université Paris 13) a porté son attention, entre autres, sur les ONG, un autre de ces acteurs qui entendent jouer un rôle central dans la fabrique d'une opinion à travers différents supports de communication. Journaux, blogs, vidéos sur Internet, etc. sont utilisés par tous les courants et toutes les ONG du Nord comme du Sud, tout particulièrement à l'occasion des conférences. Cette fabrique de l'opinion est l'objet

d'affrontements entre thèses divergentes, voire opposées, qui utilisent les mêmes procédés de diffusion de leur « récit de l'état du monde ». Deux points, en particulier, méritent d'être soulignés, qui constituent deux formes « d'émiettement » selon E. Paris. Le premier est que le régime dominant de la communication est celui de la polémique. La stratégie de communication revient invariablement à démontrer que l'on est mû par une conscience du « bon » développement, du long terme. Deux versions opposées d'un même récit peuvent ainsi emprunter les mêmes outils (notamment la vidéo) et les mêmes canaux de diffusion (les réseaux électroniques). Depuis l'avènement d'Internet, on assiste à un élargissement des personnes aptes à dire les problèmes en public ; l'expertise n'est plus aux mains de quelques groupes ou ONG, un anonyme peut lui aussi mettre en ligne ses propres visions et opinions et tenter d'influer sur le cours des négociations internationales. De même, les réactions des lecteurs à un article de presse participent, peut-être encore davantage que le contenu de ce dernier, à la formation de l'opinion.

La question des taxes comme instrument des politiques publiques pour faire évoluer les comportements a été rapidement évoquée par Stefan Aykut et Hélène Guillemot (doctorant et post-doctorante, Centre A. Koyré) qui, dans leur communication, se sont davantage intéressés à l'évolution du débat sur le changement climatique dans les médias qu'aux stratégies des politiques publiques elles-mêmes. Ils ont analysé la construction du discours des médias qui recourent d'abord à la pédagogie et à la sensibilisation, à travers la vulgarisation de quelques « faits » scientifiques et l'évocation des « petits gestes du quotidien ». Comme les organismes publics, ils fondent toujours leur démarche sur l'idée qu'une meilleure connaissance conduit à une meilleure mobilisation. Or, nombre de travaux des sciences sociales ont montré l'absence de relation linéaire. À partir des années 2000, les climatologues sont davantage appelés à s'exprimer. Le discours tend alors à gommer les incertitudes scientifiques pour insister sur la nécessité des changements.

Hervé Kempf (journaliste, *Le Monde*), discutant de cette session, a déploré le manque de contextualisation et d'historisation des communications précédentes. Il a rappelé qu'il n'existe pas « une » opinion publique, mais des groupes sociaux qui prennent conscience de leur distance dans une société devenue plus inégalitaire qu'avant ; une société où il n'y a plus d'affrontement idéologique depuis que le capitalisme et le libéralisme sont devenus hégémoniques et ont promu l'individualisme contre la solidarité. De plus, les médias ne sont ni libres ni transparents, ils appartiennent à des groupes capitalistes : pour H. Kempf, leurs messages relèvent de l'idéologie (au sens marxiste). De même, il n'adhère pas à l'idée qu'Internet élargit le débat démocratique. Internet ne constitue pas un véritable espace public, tant que se pose la question de savoir

¹³ Ces conférences annuelles ont commencé à être de plus en plus médiatisées à partir de la conférence de Bali (2007), suivie de Poznan (2008) puis Copenhague (2009).

« qui » est connecté : les pauvres et les analphabètes en sont exclus de fait. Le journaliste a invité à réfléchir plus sérieusement aux différents scénarios du chaos, à la suite d'auteurs comme Lester Brown et James Lovelock. Si l'on veut échapper à ces scénarios, il faut poser la question des inégalités, en utilisant les grilles d'analyse mises au point par les sciences sociales.

La dernière session portait sur l'écologie industrielle, les villes et les utopies. Nicolas Buclet (économiste, Université de technologie de Troyes) a d'abord exposé les fondements conceptuels de l'écologie industrielle et territoriale. L'objectif de celle-ci est d'abord de prendre acte que nous vivons dans un monde fini, aux ressources limitées. L'entrée par le territoire permet de souligner l'interdépendance qui peut exister entre les bouclages de flux de matières et les synergies d'acteurs, ne serait-ce que parce que les choix techniques et les options d'utilisation des ressources sont des choix de société.

Olivier Coutard (socio-économiste, CNRS), quant à lui, a questionné la pertinence de la représentation actuellement dominante qui fait de la « ville compacte » la ville capable de répondre aux défis environnementaux et sociaux contemporains. Le péri-urbain, avec son étalement, ses logements plus grands et plus consommateurs, est désormais stigmatisé comme l'emblème de l'aberration énergétique et de l'inadaptation écologique. Mais cette disqualification tant « écologique » que sociale, se justifie d'autant moins que tous les potentiels d'adaptation n'ont pas été aussi bien explorés que pour les centres-villes. L'équation « ville dense = ville sobre » ne se vérifie pas dans tous les cas. Sur le plan de la mobilité, la densification ne s'accompagne pas toujours d'une modification substantielle des pratiques et peut conduire à un effet d'engorgement des centres urbains. De plus, c'est dans les centres-villes que l'on observe le plus fréquemment le phénomène de « pic » (ou rebond) lors des déplacements de loisirs : sobres la semaine, ils deviennent très énergivores les fins de semaine et lors des vacances. Sur le plan des logements, là encore, la réponse technique – améliorer

les performances énergétiques des bâtiments – n'est pas suffisante, dans la mesure où les consommations d'énergie de ménages d'un même type d'habitation peuvent varier du simple au double, sans que l'on en connaisse les déterminants. O. Coutard a invité à réfléchir davantage sur les liens systémiques entre les pratiques et les systèmes sociotechniques dans lesquels elles s'insèrent.

Pierre Matarasso (Institut Écologie et environnement, CNRS), discutant, en rapportant les discussions au thème des modes de vie, a conclu cette journée par une vision assez optimiste : pour lui, l'ensemble des « éco-gestes » et des pratiques diverses qui se revendiquent d'une responsabilité environnementale traduisent une prise de conscience globale et une transition vers une société « à bas impact ». Il voit de nombreux signes de cette société nouvelle en gestation : ce ne sont pas seulement les mobilisations de citoyens ou de quelques entreprises (quelles qu'en soient les motivations) ; il y a également une mobilisation considérable des institutions (internationales, nationales, locales) pour inventer les dispositions institutionnelles favorables à l'émergence d'une « société du facteur 4 », de même qu'une mobilisation des sciences qui, au-delà des réponses techniques, cherchent par leurs contributions théoriques à formuler de nouveaux concepts, de nouvelles visions.

Pour conclure, on peut observer que les sciences sociales se sont emparées assez récemment de la problématique du changement climatique ; si les travaux commencent à s'accumuler (notons un certain engouement chez les jeunes chercheurs, perceptible dans les thèses soutenues récemment), les angles d'approche et les niveaux d'analyse sont encore relativement disparates. Un véritable cadre commun d'analyse reste donc à construire, et la notion de « mode de vie » pourrait offrir un support en ce sens, comme l'a suggéré ce workshop.

Laurence Granchamp Florentino

(LCSE, Université de Strasbourg, France)

laurence.granchamp@misha.fr

« Une expertise de l'empreinte écologique »

(Document, Service de l'observation et des statistiques, 2010)

L'objet de ce texte est de proposer une analyse critique du document du Service de l'observation et des statistiques¹⁴ *Une Expertise de l'empreinte écologique*¹⁵. Le docu-

¹⁴ Le Service de l'observation et des statistiques (SOeS) est un service du Commissariat général au développement durable (CGDD) du ministère de l'Écologie, du Développement durable, des Transports et du Logement. Il a notamment repris les fonctions de l'Institut français de l'environnement (Ifen). Le CGDD a pour objectif de promouvoir le développement durable tant au sein de toutes les politiques publiques que dans les actions de l'ensemble des acteurs socio-économiques (<http://www.developpement-durable.gouv.fr/Commissariat-general-au.html>).

ment, divisé en quatre parties, contient une brève présentation du contexte politique en faveur du recours à l'empreinte écologique. Suivent une présentation des principes sous-jacents à cette notion ainsi que de l'expertise menée par le SOeS. Une réaction du Global Footprint

¹⁵ Service de l'observation et des statistiques, 2010. *Une Expertise de l'empreinte écologique*, Études et documents, 16 (consultable en ligne à l'adresse http://www.stats.environment.developpement-durable.gouv.fr/uploads/media/etudes_documents-N16.pdf).

Network¹⁶ aux conclusions du SOEs est publiée en fin de document.

L’empreinte écologique : un indicateur physique de la soutenabilité des sociétés

L’empreinte écologique est définie comme la quantité de surfaces terrestres et aquatiques nécessaires pour produire les ressources qu’une population consomme et pour absorber les déchets générés par cette consommation. Pour calculer l’empreinte écologique d’une population, on additionne les quantités de matières consommées et la production de déchets engendrées (exprimées en volume ou en tonnes) grâce à leur traduction en une unité de compte commune, l’« hectare global ». On obtient alors une surface totale de sols nécessaires à cette consommation (ou assimilation pour ce qui concerne les déchets), qui peut aussi être exprimée par habitant¹⁷. Afin de convertir les tonnes d’un produit en hectares, des « facteurs de rendement » sont calculés à partir du rendement moyen mondial (en tonnes par hectare) du produit en question, rapporté ensuite aux productions nationales, afin d’obtenir des surfaces.

Le principe fondateur de cet indicateur est la mise en rapport de cette « demande » humaine sur les ressources de la biosphère (l’empreinte écologique proprement dite) avec la capacité de la planète à régénérer les ressources naturelles et à assimiler les déchets (appelée « biocapacité »). Si l’empreinte excède la biocapacité, on est en situation de déficit écologique. Sinon, on est dans une situation de soutenabilité écologique.

Ainsi, pour la France, l’empreinte écologique a augmenté de 85 % entre 1961 et 1975, passant de 3,5 à 5 hectares globaux (hag) par habitant, et reste relativement stable depuis. Elle est à mettre en relation avec une biocapacité un peu supérieure à 3 hag/habitant.

Le concept d’empreinte écologique a connu, en quelques années, un succès phénoménal, à tel point qu’il est en passe d’entrer dans le langage commun. Ce succès tient à au moins trois raisons : l’empreinte écologique est un des rares indicateurs non monétaires actuellement existant ; elle prétend évaluer le caractère soutenable des sociétés humaines ; elle peut être comprise intuitivement par les citoyens, au moins dans son principe de base.

Un indicateur non monétaire

Selon le Global Footprint Network, l’empreinte écologique constitue le premier indicateur non monétaire global de développement durable, ayant pour vocation à devenir un indicateur phare de développement, aux côtés

des indicateurs monétaires comme le produit intérieur brut (PIB). En remplacement de la monnaie, l’hectare global constitue l’unité commune. L’hypothèse selon laquelle la quantité de ressources naturelles utilisées par les humains est directement liée à la quantité de surfaces biologiquement productives permet une représentation finale simple et très parlante. Elle implique néanmoins de surmonter les difficultés de calcul liées à l’hétérogénéité des surfaces réellement existantes, qui n’ont ni les mêmes fonctions ni la même productivité. Pour ce faire, les concepteurs de l’outil prennent en compte six types de surfaces, correspondant chacun à certains secteurs d’activités humaines (par exemple, les terres cultivées correspondent aux produits de l’activité agricole), exprimé en une unité fictive ayant une productivité moyenne mondiale. Pour tenir compte des différences de productivité des surfaces réelles, chaque hectare réel est converti en hectare global, via des facteurs d’équivalence reflétant les différences de productivité entre types de surface, et via des facteurs de rendement reflétant les différences de productivité dans les récoltes entre les différents pays.

Un indicateur de soutenabilité des sociétés

L’empreinte écologique ne se limite pas à évaluer le stock de ressources naturelles nécessaires à notre consommation, elle met en balance cette demande en ressources et la quantité limitée de ces ressources mises à disposition par la biosphère. La comparaison de quantités physiques rendues disponibles par une biosphère aux capacités non extensibles à l’infini s’inscrit dans l’hypothèse de « soutenabilité forte », selon laquelle il existe un seuil au-delà duquel les ressources naturelles seraient trop utilisées et le maintien des équilibres écologiques menacé. Cette hypothèse, pourtant étayée par de nombreux travaux en écologie, est néanmoins difficile à accepter par les tenants de l’hypothèse concurrente, dite de « soutenabilité faible », majoritaires actuellement, notamment parmi les économistes. En effet, selon cette conception, le capital naturel et d’autres formes de capitaux, notamment économiques, sont substituables, une diminution du capital naturel pouvant être compensée par une augmentation des autres formes de capitaux.

Un indicateur parlant aux citoyens

La notion d’empreinte écologique, à caractère métaphorique, « parle » à un grand nombre de citoyens. Ainsi, la traduction de l’empreinte écologique d’un pays en nombre de planètes nécessaires si le mode de vie de ce pays était généralisé au monde entier a frappé les esprits, de même que l’annonce le 21 août 2010 qu’à cette date, le monde avait épuisé les ressources renouvelables que la biosphère produit en un an.

Un indicateur au champ d’investigation limité

Pour autant, l’empreinte écologique fait également l’objet de critiques, en particulier en raison de son champ

¹⁶ Le Global Footprint Network (GFN) est un réseau qui regroupe les concepteurs et promoteurs de l’empreinte écologique (<http://www.footprintnetwork.org/>).

¹⁷ Wackernagel, M., Rees, W., 2009 [1ère éd. : 1999]. *Notre empreinte écologique*, Montréal, Éditions Écosociété.

d'investigation limité, alors que sa prétention est d'être un indicateur global. En effet, l'empreinte écologique ne décrit qu'une part des dimensions du développement durable, la dimension environnementale, celle-ci étant elle-même réduite à la part en ressources naturelles utilisées par l'économie humaine. Il s'agit en fait des ressources issues de la biomasse produite par photosynthèse (produits agricoles, élevages, produits forestiers et de la pêche) et des capacités à absorber nos déchets. Par ailleurs, les déchets pris en compte sont à l'heure actuelle uniquement les émissions de CO₂ résultant de la combustion de matières fossiles. En outre, l'empreinte écologique ne décrit ni les modes d'utilisation et de gestion des surfaces (intensité, pesticides), ni les conséquences en termes de pollution ou de destruction des habitats, ni les pertes en biodiversité qui en découlent, contrairement à ce que son nom pourrait laisser entendre. Néanmoins, il est considéré que les effets nocifs de ces modes de gestion se traduiront dans le temps par une diminution des surfaces productives, et donc de biocapacité. Enfin, l'empreinte écologique ne donne pas d'indication directe sur le bien-être humain associé aux services écologiques issus de la biosphère, laissant complètement hors jeu la dimension sociale du développement durable.

En France, l'empreinte écologique a fait l'objet de nombreuses discussions dans le cadre du Grenelle de l'environnement, aussi bien dans les groupes de travail préparatoires que lors des débats sur le texte à l'Assemblée nationale. Suite à l'adoption de la Loi Grenelle I qui fixait notamment pour objectif de disposer de nouveaux indicateurs de développement durable, une commission de concertation a été mise en place en 2009, conjointement par le Commissariat général au développement durable (CGDD), le Conseil économique, social et environnemental (CESE) et le Conseil national de l'information statistique (CNIS). Les travaux de cette commission ont débouché sur la proposition d'un tableau de bord d'indicateurs, présentés le 20 janvier 2010 lors de la Conférence nationale sur les indicateurs de développement durable. L'empreinte écologique n'a finalement pas été retenue dans ce tableau de bord. Seule l'empreinte carbone, définie comme les émissions de CO₂ liées à la demande finale nationale, a été retenue.

Ce rejet est notamment justifié par les résultats de l'expertise de l'empreinte écologique appliquée au cas de la France, effectuée par le SOeS, objet du présent compte rendu.

Les résultats de l'expertise du SOeS

L'expertise du SOeS a consisté en l'examen des fondements conceptuels, des outils et des sources de la méthode utilisée par ses concepteurs. Cette étude a été réalisée dans une logique d'appréciation des avantages et inconvénients de l'outil et dans l'optique d'une éventuelle utilisation dans les politiques publiques. Un

comité de suivi, composé de membres de l'administration (SOeS, ADEME, CESE), d'ONG (WWF et GFN) et de la communauté scientifique, a accompagné le SOeS dans cette démarche.

L'expertise a notamment testé la reproductibilité et la transparence de la méthode de calcul de l'empreinte, critères indispensables à une adoption de la démarche par divers acteurs. Les résultats du test établi à partir des données et algorithmes fournis par le GFN indiquent un bon niveau de reproductibilité du calcul, bien que les évolutions apportées soient trop peu explicitées.

Le rapport a ensuite soulevé le manque de robustesse de la méthodologie proposée par le GFN, qui préside à la conception même de l'indicateur. Ce n'est pas étonnant a priori, du fait de la quantité et du caractère hétérogène des données à mobiliser et à mettre en cohérence pour créer un tel système de comptes. Plusieurs types d'erreurs sont identifiés, d'ordre conceptuel (omission de certaines données, prise en compte d'éléments inexacts ou incomplets) ou d'ordre technique (erreurs dans les feuilles de calcul). Des distorsions ont été repérées concernant certaines données issues des statistiques onusiennes, ainsi que dans la façon d'estimer celles qui manquent.

Par ailleurs, l'approche générale de la méthode est mécaniste, ce qui, en l'absence de modèles systémiques, empêche de tester des scénarios alternatifs (par exemple, l'impact sur l'empreinte de la réduction des émissions de CO₂ ou du passage à une agriculture biologique).

Un résultat particulièrement intéressant du rapport est que l'évolution de l'empreinte écologique est particulièrement erratique d'une année à l'autre, reflétant en fait la conjoncture économique (le niveau du PIB). Selon les rédacteurs, il serait donc hasardeux d'interpréter les variations à court terme de l'empreinte comme le reflet de changements des comportements humains, ces changements étant plutôt à rechercher dans les tendances de long terme de l'empreinte.

Le principal point de désaccord entre les membres du groupe de travail du SOeS a concerné l'interprétation de l'analyse des contributions des différentes « sources » de l'empreinte écologique. Cette analyse a montré une contribution majoritaire (52 %) de l'empreinte carbone sur la période 1961-2005. Cela signifie que le déficit écologique de la France repose essentiellement sur le surplus d'émissions de CO₂. Pour la majorité des membres du groupe, il convient en conséquence de privilégier le choix de l'indicateur « empreinte carbone », jugé plus simple et plus rigoureux que l'empreinte écologique.

Pour les autres, l'empreinte carbone ne suffit pas car elle ne permet pas de montrer qu'il y a un dépassement global du seuil de soutenabilité, du fait non seulement du surplus d'émission de CO₂, mais aussi de la compétition entre les surfaces naturelles quant à leur usage. Ce raisonnement prend tout son sens dans l'hypothèse du développement des agrocarburants. À l'aune de la seule

empreinte carbone, ce développement pourrait être jugé soutenable, alors que si on prend en compte également l'empreinte liée aux sols cultivés pour produire ces agro-carburants, leur impact écologique global est supérieur à celui de l'essence.

La préférence pour l'empreinte globale a aussi du sens dans l'optique de comparer divers pays. Si la France dépense son crédit écologique majoritairement au travers de ses rejets de CO₂, il en va autrement des pays moins industrialisés, pour lesquels la composante carbone est encore très minoritaire. Dans ces cas, seule l'empreinte écologique totale (usage des terres pour les cultures et le bois notamment) permet de montrer un dépassement de la biocapacité.

L'empreinte écologique, un indicateur partiel mais incontournable

L'expertise du SOeS arrive à une conclusion compréhensible en regard de la mission qui lui était confiée, à savoir évaluer la pertinence scientifique de l'empreinte écologique pour la France. En particulier, sa préférence pour l'empreinte carbone au détriment de l'empreinte écologique globale apparaît tout à fait justifiée dans la mesure où la première constitue le principal élément de fluctuation de la seconde, et par le fait que l'élaboration de l'empreinte carbone est plus robuste et plus opérationnelle, donc plus pertinente dans une logique d'outil d'aide à la décision.

Ces considérations sont sans doute celles qui ont orienté le choix de la Commission de concertation CGDD/CESE de rejeter l'empreinte écologique au profit de l'empreinte carbone comme indicateur de la Stratégie nationale de développement durable.

Néanmoins, on pourrait regretter que l'expertise du SOeS ne s'attache qu'à la qualité scientifique, et notamment statistique, de l'outil (transparence, reproductibilité et robustesse méthodologique) et n'étudie pas d'autres paramètres qu'il est pourtant intéressant de prendre en compte lors de la sélection d'un indicateur. Au-delà la pertinence scientifique, l'évaluation de la qualité d'un indicateur doit également tenir compte des objectifs qu'on lui assigne sur le plan politique et des catégories d'usagers qui sont visées. Certains pays, comme la Suisse, semblent avoir privilégié une appréciation plus large de l'empreinte écologique en l'incluant dans leur batterie d'indicateurs, tout en collaborant aux travaux du GFN afin d'en améliorer la méthode¹⁸.

C'est ce point de vue plus global qui avait été défendu par le CESE dans son rapport sur l'empreinte écologique remis au Premier ministre en 2009¹⁹.

Il convient, dès lors, de considérer l'expertise du SOeS comme un travail, complémentaire d'autres études, qui a permis de détailler les atouts et les faiblesses méthodologiques de l'empreinte écologique.

Jean-Christophe Vandeveld

(Institut de recherche pour le développement, Orléans, France)
jean-christophe.vandeveld@ird.fr

¹⁸ Voir, par exemple, sur le site de la Statistique du gouvernement fédéral suisse : <http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/index/themen/21/03/01.html>.

¹⁹ Conseil économique, social et environnemental, Le Clézio, P., 2009. *Les Indicateurs du développement durable et l'empreinte écologique*, Paris, Journaux officiels.