

Inventaires nationaux des émissions atmosphériques : fiabilité des préestimations des années historiques

National atmospheric emissions inventories: how reliable are pre-estimations in relation to past emission values?

Jean-Pierre FONTELLE*, Jean-Pierre CHANG*, Élodie GODET*

Résumé

Le besoin de préestimation des niveaux d'émissions de substances dans l'atmosphère et notamment des gaz à effet de serre répond à une attente forte de suivi des politiques et mesures déployées par les pouvoirs publics et intéressant aussi l'ensemble des acteurs économiques. Un faible délai entre la fin de l'exercice étudié et la disponibilité de la préestimation est un facteur d'intérêt pour des réactions rapides visant à corriger les politiques et mesures engagées.

Le système national d'inventaire des émissions de polluants atmosphériques effectue des corrections rétrospectives qui conduisent à des résultats finaux tendant asymptotiquement vers la valeur consolidée au cours des années. Les préestimations produites et les estimations révisées au cours des cinq années suivantes sont généralement contenues dans une fourchette de 10 % (gaz fluorés mis à part) ; leur convergence est généralement constatée après les deux premières années. En ce qui concerne les préestimations, plusieurs exercices ont été réalisés à des périodes différentes de l'année. Il est donc utile d'examiner si ces exercices de préestimations conduisent à des résultats suffisamment fiables comparés aux valeurs finales, si l'une d'elles s'avère plus fiable et si elles répondent aux attentes.

Malgré le faible recul, il est mis en évidence, dans le cas des gaz à effet de serre direct, que les écarts sont relativement limités mis à part les gaz fluorés. Considérant l'ensemble des gaz contribuant au pouvoir de réchauffement global, le processus de préestimation peut donner un résultat proche de la première estimation « normale » relative à l'année considérée à ± 1 à 3 % près (incertitudes intrinsèques dans la détermination des émissions mises à part).

L'intérêt de telles préestimations est développé au regard des enjeux et des besoins des pouvoirs publics. Plusieurs pistes sont proposées pour améliorer ces préestimations dont l'intérêt est fortement lié au contexte dans lequel elles sont utilisées. Un recul plus important permettra de conforter les premiers résultats présentés dans cet article.

Mots clés

Émissions. Inventaire. Indicateur. Gaz à effet de serre. Préestimation.

Abstract

Pre-estimating emission levels of substances in the atmosphere, particularly greenhouse gases, meets a strong need for monitoring policies and measures implemented by public authorities and concerning all economic operators. A short space of time between the end of the period under study and the availability of the pre-estimation is a significant factor for rapid response aimed at correcting policies and measures put in place.

The national atmospheric pollutant emissions inventory system (known as SNIEPA) makes retrospective corrections which lead to final results with an asymptotic tendency towards the consolidated value over the years. The pre-estimations produced and the estimations revised in the following five years generally come within a 10% range (except for fluorinated gases). After the first two years, their convergence is generally observed. Several exercises were carried out at different periods during the year. It is thus useful to ascertain whether these pre-estimations lead to sufficiently reliable results compared to final values, if one particular pre-estimation proves to be more reliable than others and if they come up to expectations.

Although it is still early to draw conclusions, the work shows that, in the case of direct greenhouse gases, the discrepancies are relatively limited with the exception of fluorinated gases. If all gases contributing to the global warming potential are taken into account, the process of pre-estimating can yield a result close to the first "normal" estimation relative to the year under study give or take ± 1 to 3% (excluding intrinsic uncertainties in determining emissions).

The relevance of such pre-estimations is shown in relation to the challenges and needs of the public authorities. Several proposals are put forward to improve these pre-estimations, their significance being closely linked to the context in which they are used. Greater hindsight will enable the preliminary results presented in this article to be consolidated.

Keywords

Emissions. Inventory. Indicator. Greenhouse gas. Pre-estimation.

* Tous trois du CITEPA : respectivement Directeur, Responsable « inventaires » et Chargée de développement d'indicateurs. CITEPA – 7, Cité Paradis – 75010 Paris – Tél. : 01 44 83 68 83 – Fax : 01 40 22 04 83 – E-mail : infos@citepa.org – site Internet : www.citepa.org

1. Introduction

Les politiques et mesures de prévention et de réduction de la pollution atmosphérique et des impacts du changement climatique qui visent entre autres aspects à réduire les émissions de polluants afin d'en limiter les impacts environnementaux (santé humaine, écosystèmes, changement climatique, développement durable, etc.) font l'objet d'un suivi par les pouvoirs publics qui en sont les instigateurs et les gestionnaires tout autant que les différents agents économiques impliqués.

Dans ce contexte et notamment pour ce qui est de la Convention cadre des Nations unies sur les changements climatiques (CCNUCC) et de la Convention sur la pollution atmosphérique transfrontalière de la Commission économique pour l'Europe des Nations unies, le besoin d'évaluation des émissions est constant.

Le bilan annuel des émissions est donc très attendu et sa disponibilité dans un délai « court » comparé au processus « normal » qui prend de 12 à 16 mois après la fin de l'année considérée, permet :

- d'apprécier, à partir de données observées, la position effective des émissions, de la comparer et d'analyser les tendances au regard des objectifs fixés et des prévisions résultant des politiques et mesures déployées ;
- d'adapter et/ou de modifier les mesures (par exemple : accentuation des efforts, des aides, renforcement du suivi, de la réglementation, etc.) et le cas échéant de réorienter tout ou partie de la politique précédemment définie ;
- de ne pas attendre pour prendre des décisions et réduire l'inertie de l'effet des mesures.

Bien entendu, selon les substances considérées et le positionnement par rapport aux objectifs, cette préoccupation revêt une acuité plus ou moins grande.

Dans le cadre de la CCNUCC, cette problématique prend toute sa dimension dans la mesure où l'objectif fixé pour la période 2008-2012 (protocole de Kyoto) n'est actuellement atteint par la France que par un faible écart (~ 2 % d'avance en 2005) et que le Plan Climat s'efforce de suivre aussi précisément que possible l'impact des politiques et mesures mises en œuvre pour lutter contre le changement climatique.

2. Phasage des estimations préliminaires d'émissions de polluants atmosphériques

Le SNIIEPA* produit des estimations d'émissions de polluants atmosphériques à des échéances pré-

déterminées. Le décalage temporel entre la fin d'une année N étudiée et la disponibilité de l'estimation est de :

- 4 mois pour une préestimation globale ;
- 12 mois pour la disponibilité d'éléments synthétiques globaux ;
- 13 à 16 mois pour ce qui concerne la disponibilité des éléments détaillés et des rapports.

Plus récemment, des sollicitations sont apparues pour disposer d'une préestimation des émissions de gaz à effet de serre à N + 10 mois (préestimation hors procédure habituelle du SNIIEPA).

Ainsi, à titre d'illustration, l'estimation des émissions de l'année 2005 fait l'objet de travaux principalement au cours du deuxième semestre 2006. Les résultats synthétiques sont produits en décembre 2006 et les rapports et autres éléments connexes sont diffusés au cours du premier trimestre 2007.

Ce délai est dû à celui de la disponibilité des données (statistiques énergétiques, industrielles, agricoles, etc.), au temps nécessaire au traitement des données et à la vérification.

La détermination des émissions s'accompagne d'incertitudes intrinsèques aux données et aux méthodes utilisées. Les niveaux d'incertitude et la méthode d'évaluation sont présentés dans les rapports produits dans le cadre du SNIIEPA. Le présent article ne traite pas des incertitudes ; la production de pré-estimations préliminaires engendre cependant des écarts qui donnent une idée de la précision des pré-estimations par rapport aux estimations finales. Il convient donc de considérer ces incertitudes indépendamment des propos présentés dans cet article.

2.1. Première préestimation à N + 4 mois

Ce souci trouve une réponse dans le rapport SECTEN** dans lequel est produit à cet effet chaque année une préestimation de la dernière année écoulée, soit avec un décalage de seulement environ quatre mois (préestimation de 2005 diffusée en avril 2006, préestimation de 2006 en mai 2007). Cet exercice d'anticipation est basé sur :

- l'observation de séries statistiques mensuelles, publiées à la date de l'exercice (portant sur 10 ou 11 mois de l'année écoulée en général ou sur une année glissante) ;
- la connaissance au fil de l'eau des évolutions de certains secteurs, si possible ceux à faible inertie vis-à-vis des émissions ;
- l'extrapolation de tendances dans les domaines dont l'inertie est forte ;

* *Système national des inventaires d'émissions de polluants dans l'atmosphère (cf. arrêté du 29 décembre 2006) qui produit chaque année les inventaires de la France dans le cadre des conventions internationales et directives européennes (changement climatique, pollution transfrontalière à longue distance, directive plafonds d'émissions nationaux, grandes installations de combustion, etc.). www.citepa.org/publications/inventaires.htm*

** *Le rapport SECTEN (Secteurs économiques et énergie – www.citepa.org/publications/inventaires.htm#inv1) dont la structure et le contenu ne sont pas conditionnés par des exigences internationales, vise à fournir une information à la fois générale sur de multiples aspects (secteurs, polluants, etc.) et spécifiques au travers d'analyses plus fines pour certains sujets.*

- un report de la dernière année connue dans les autres cas.

Compte tenu de « l'alchimie » assez complexe déployée dans les inventaires, cet exercice introduit un risque d'approximation relativement élevé, d'autant que les statistiques font elles-mêmes généralement l'objet de modifications rétrospectives par rapport à leur première année de publication.

2.2. Seconde préestimation pour les GES à N + 10 mois

Le suivi des actions de prévention et de réduction des émissions assuré par les pouvoirs publics (MEDAD*, MIES**, etc.) tend à créer le besoin de disposer d'une préestimation suffisamment précise disponible dans un délai intermédiaire de N + 10 mois environ (au lieu de N + 12) pour les gaz à effet de serre (GES) dans le cadre du Plan Climat.

Cette précocité de deux mois par rapport à l'échéance habituelle de disponibilité des éléments synthétiques finalisés et validés dans le processus

d'élaboration des inventaires constitue un véritable défi. Cette exigence implique de faire abstraction d'une part considérable du temps de compilation dans la mesure où les données nécessaires à l'établissement des inventaires ne sont pas pour autant disponibles plus tôt (Figure 1).

Cette seconde préestimation intervient environ dix mois après celle évoquée précédemment. Elle peut se baser en outre :

- sur des séries statistiques couvrant l'année N étudiée intégralement pour certains secteurs ;
- sur des données spécifiques de l'année N pour des cas particuliers dont le poids et/ou les fluctuations interannuelles sont relativement importants (par exemple, la production d'acide glyoxylique pour le N₂O).

Cette opération s'accompagne également d'approximations pour des raisons similaires à celles déjà mentionnées. Contrairement à la préestimation SECTEN à N + 4 mois, la préestimation GES à N + 10 mois n'est pas réalisée systématiquement jusqu'à présent dans le cadre du SNIEPA.

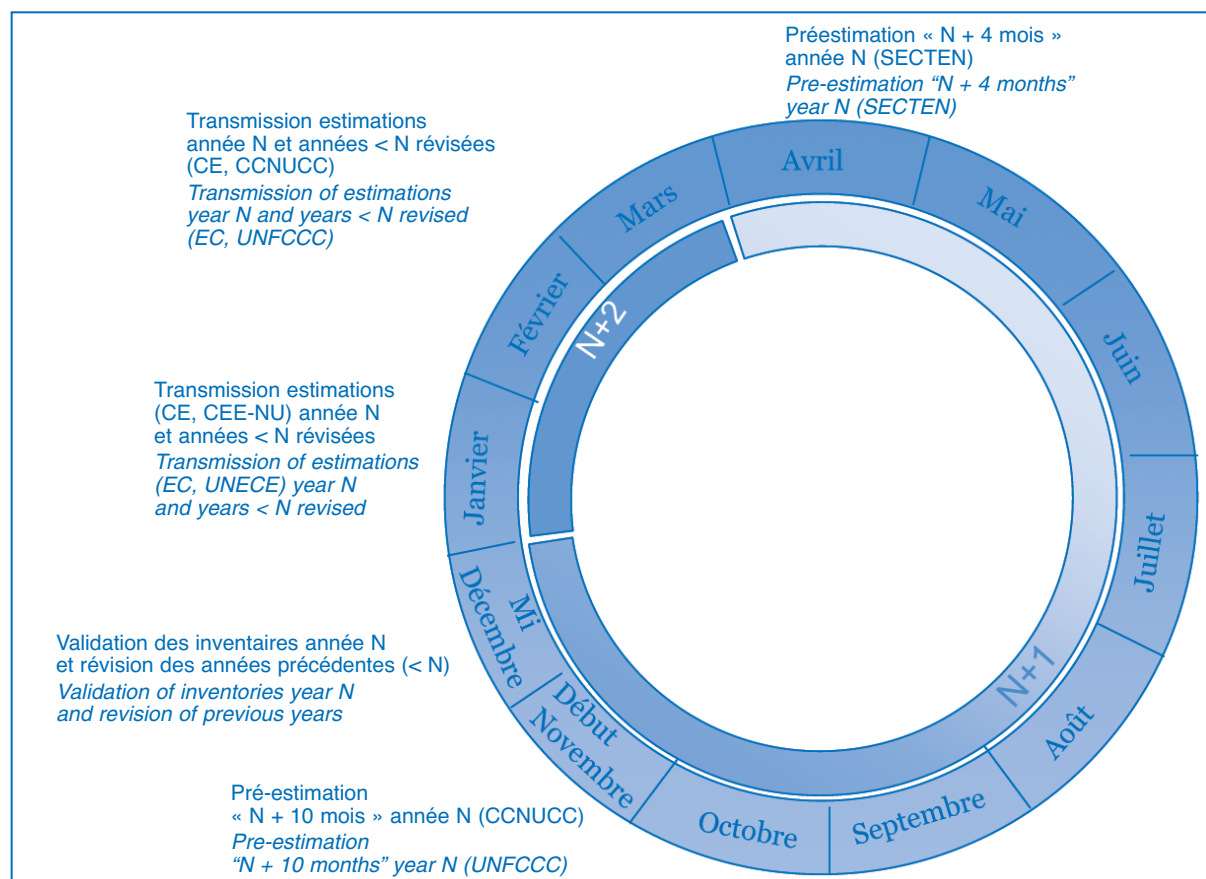


Figure 1.

Éphéméride des différentes phases d'estimation et de préestimation des émissions d'une année N.
Calendar of the different phases of estimation and pre-estimations of a year N.

* Ministère de l'Écologie, du Développement et de l'Aménagement Durables.

** Mission interministérielle sur l'effet de serre.

Chaque année, les estimations relatives aux années antérieures ($N - 1$, $N - 2$... jusqu'à l'année de référence*) font éventuellement (de fait presque toujours) l'objet de modifications rétrospectives induites principalement par des améliorations méthodologiques et parfois par des actions correctives (donnée erronée, incohérence...).

Pour cette raison, les séries complètes sont publiées chaque année, écrasant les précédentes afin de disposer de séries cohérentes conformément aux exigences internationales (Nations unies, Commission européenne) dans le cadre des conventions, protocoles et directives (changement climatique, Kyoto, pollution transfrontalière, Göteborg, directives NEC**, GIC***, etc.).

3. Fiabilité et adéquation des estimations et préestimations

Plusieurs questions viennent légitimement à l'esprit :

- les estimations finales et validées sont-elles robustes ?
- quel est l'ordre de grandeur des approximations liées aux préestimations ?
- les préestimations sont-elles suffisamment précises au regard des attentes de leurs utilisateurs ?
- quelles dispositions sont envisageables pour amélioration ?

La figure 2 illustre l'évolution des estimations relatives à l'année 2000 publiées au cours de cinq éditions d'inventaires ayant actuellement couvert cette année pour les GES.

Les variations constatées tiennent compte de l'amélioration des connaissances, des consolidations statistiques rétrospectives et d'éventuelles corrections d'anomalies.

Les estimations restent, sauf exception (cas des gaz fluorés), dans une fourchette équivalente à 10 % des émissions en valeur absolue par rapport à la première estimation et dans un domaine encore plus restreint dès la deuxième ou troisième estimation. Ce résultat traduit le niveau de maturité du système d'inventaire qui est effectivement moindre sur les gaz fluorés et reflète, tout au moins pour les HFC, les très fortes évolutions des émissions. Le résultat global (PRG****) se situe dans une fourchette de ± 7 %, valeur qui peut être considérée comme trop élevée dans le cas d'espèce en comparaison avec la courte

avance de la France par rapport à son objectif de stabilisation des émissions à l'horizon 2008-2012 par rapport à 1990 (protocole de Kyoto).

Les raisons de ces écarts que d'aucun considéreraient comme très satisfaisants en dehors de ce contexte viennent de plusieurs causes :

- l'amélioration des connaissances pour certains types d'émetteurs et des méthodes associées (typiquement les gaz fluorés) ;
- la grande variabilité d'une année sur l'autre de l'activité considérée (typiquement les HFC***** en croissance exponentielle, la production d'électricité, les DOM*****, etc.) ;
- la qualité des données intermédiaires qui parfois ne peuvent être aussi bien validées que dans le cadre d'un exercice complet faute de disposer de certains bilans consolidés lors des préestimations ;
- la méthode d'extrapolation elle-même.

La figure 3 met en évidence les écarts très limités entre les préestimations à $N + 4$ mois et les estimations à $N + 12$ mois, exception faite des gaz fluorés qui ne représentent environ que 3 % du PRG. Par suite, comme peu d'occurrences de dépassement du seuil de plus ou moins 5 % sont observées, le PRG préestimé peut être jugé comme fiable (moins de 3 % de différence). Les écarts importants tels que ceux notés pour le SF₆ en 2002 ou pour les PFC en 2004 proviennent de modifications méthodologiques importantes ou de la prise en compte de nouvelles sources non répertoriées précédemment.

Si le risque d'écart relativement élevé vise n'importe quel polluant de n'importe quelle année, que ce soit en surestimation ou en sous-estimation, il apparaît que les écarts d'une année donnée ne sont pas corrélés entre polluants. Les assez faibles écarts relatifs constatés sur les polluants prépondérants (CO₂, CH₄, N₂O) conduisent à des écarts relatifs sur le PRG de quelques pourcents tout au plus (< 3 %). Toutefois, comme précédemment, ces résultats sont du même ordre de grandeur que l'écart entre la position courante de la France et son objectif vis-à-vis du protocole de Kyoto ou que l'incertitude sur la tendance depuis 1990 (cf. rapport relatif à la Convention cadre des Nations unies sur les changements climatiques – CCNUCC).

Si le système de détermination anticipée fournit des estimations fiables, ce n'est pas, dans le cas d'espèce, suffisant pour en déduire une certitude vis-à-vis de l'atteinte de l'objectif Kyoto.

* Les années de référence prises en compte varient selon les polluants et le cadre considéré (1990 pour les GES ; 1980, 1988 et 1990 pour d'autres polluants, etc. selon les protocoles internationaux). Les inventaires doivent inclure systématiquement des révisions historiques rétrospectives afin de disposer de séries cohérentes.

** National Emission Ceilings (Plafonds d'émissions nationaux).

*** Grandes installations de combustion.

**** Pouvoir de réchauffement global (Global Warming Potential).

***** Hydrofluorocarbures (Hydrofluorocarbons).

***** Départements d'Outre-Mer (Overseas departments).



Figure 2.

Évolution des estimations des émissions de GES pour l'année 2000 au cours des différentes années d'édition (en base 100 de février 2002 – Format SECTEN).

Estimations of GHG emissions for the year 2000 during the different years of publication of the inventory (base 100 February 2002 – SECTEN format).

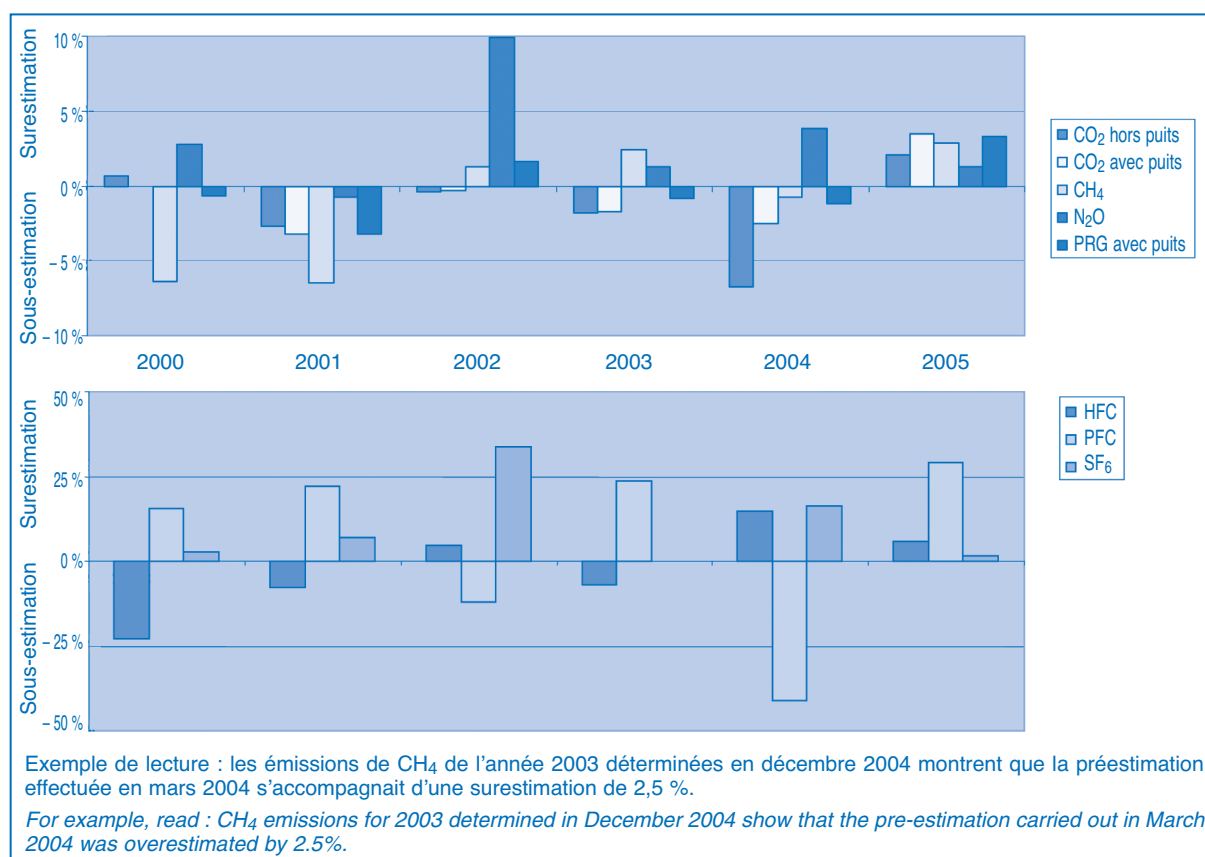


Figure 3.

Différences entre les estimations des émissions de GES d'une année N aux échéances N + 4 mois (préestimation) et N + 12 mois (format SECTEN).

Differences between estimations of GHG emissions from year N made at N + 4 months (pre-estimation) and N + 12 months (SECTEN format).

Les considérations précédentes portent sur le format SECTEN pour lequel une préestimation est effectuée en mars de l'année $N + 1$. Dans le cadre du suivi du Plan Climat, les autorités françaises et la MIES en particulier recherchent une préestimation au format CCNUCC Kyoto. Sans entrer dans le détail technique des deux formats, les résultats ne sont pas directement comparables par suite de différences sectorielles et géographiques*. Ceci engendre également des différences dans la manière de préestimer la dernière année écoulée. Pour le format CCNUCC, des préestimations ont été réalisées début novembre de l'année $N + 1$ en 2005 et 2006.

Du fait de sa postériorité chronologique, la préestimation au format CCNUCC à $N + 10$ mois qui inclut l'intégration de davantage de données spécifiques à l'année N , devrait logiquement fournir un meilleur résultat que celle au format SECTEN à $N + 4$ mois.

Les résultats des deux exercices disponibles (2004 et 2005) confirment cette attente pour le CO₂ et le PRG (Figure 4).

À titre d'exemple de lecture, l'estimation de l'émission de CO₂ relative à l'année 2004 effectuée en mars 2005 (dans le cadre du rapport SECTEN) s'est avérée être une sous-estimation de 2,5 % par rapport à la valeur déterminée en décembre 2005 ; pour le PRG la sous-estimation était de 1,2 %. L'estimation effectuée en octobre 2005 (format CCNUCC) fait apparaître une sous-estimation de 0,8 % pour le CO₂ et une surestimation de 0,3 % pour le PRG. Un recul plus important sur plusieurs années devrait permettre de déterminer le niveau de fiabilité de ces préestimations.

Pour les autres GES, cette logique n'est pas systématiquement respectée. Dans quelques cas, la préestimation la plus tardive donne un résultat plus éloigné de l'estimation finale. Cependant, l'écart-type des différences entre « préestimation » et « estimation finale » est plus faible pour la préestimation à $N + 10$ mois (seulement deux occurrences d'écart supérieur à 7 %).

Les préestimations présentées ici ne fournissent que des valeurs relatives à l'ensemble des sources

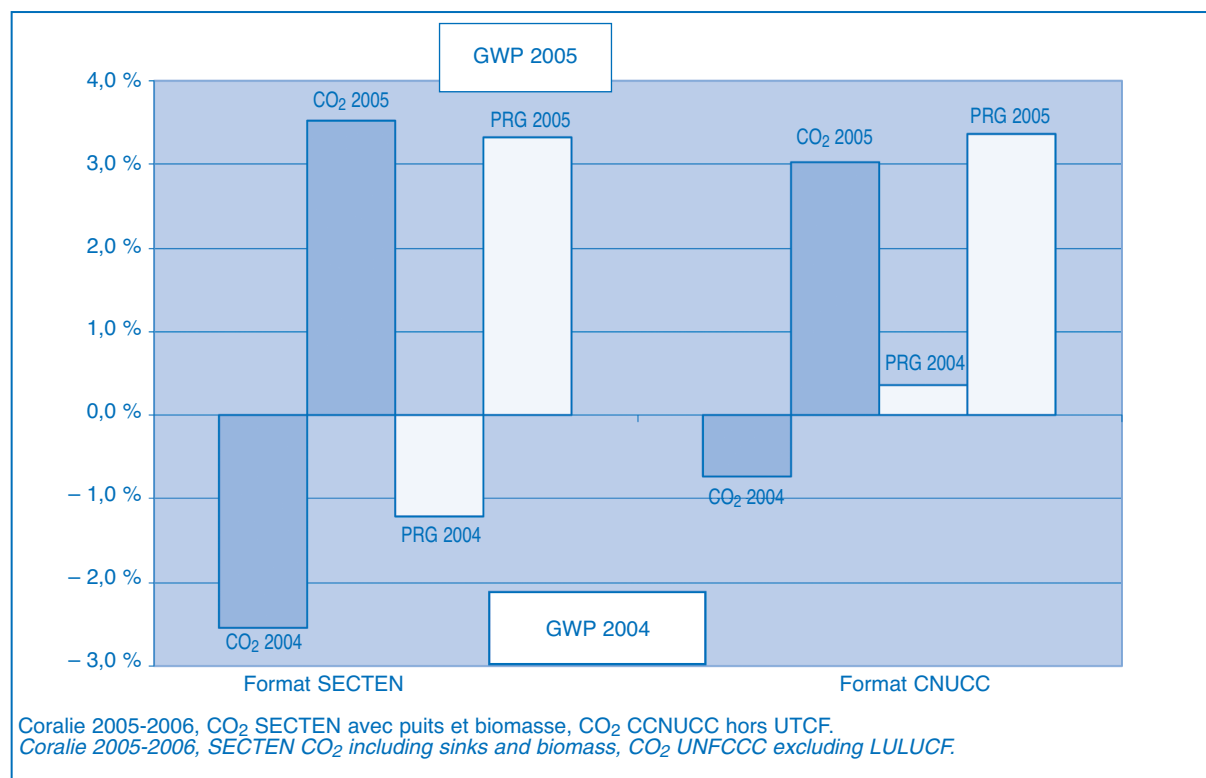


Figure 4.

Variabilités comparées des préestimations des émissions de GES des formats SECTEN et CCNUCC pour 2004 et 2005.
Variabilities in pre-estimations of GHG emissions between the SECTEN and UNFCCC formats for the years 2004 and 2005.

* Les deux formats présentent des différences dans la classification des sources émettrices bien que la couverture globale soit identique. Le format SECTEN ne couvre que la métropole, tandis que le format CCNUCC inclut les DOM. La différence de structure sectorielle interfère dans la mesure où cette dernière impacte sur les méthodes utilisées pour déterminer, d'une part, les émissions et, d'autre part, les préestimations des deux formats.

de CO₂ et au PRG. L'idéal serait de produire des informations similaires pour les principaux secteurs, ce qui permettrait d'affiner l'analyse des tendances.

Le fait que la structure sectorielle « inventaire » diffère sensiblement de la structure « statistique »* rend les préestimations beaucoup moins précises qu'elles ne pourraient l'être si ces deux structures étaient plus harmonisées. C'est une condition importante pour progresser au plan des préestimations sectorielles.

4. Conclusion et perspectives

Les estimations des émissions d'une année donnée font l'objet de réactualisations au cours des années suivantes impliquant des révisions de l'ordre de 3 à 10 %. Cette variabilité n'élué pas la demande de résultats d'inventaire d'émissions par anticipation qui s'est accrue avec le besoin de pilotage des programmes d'action visant à réduire ou limiter les émissions de certains polluants et de certains secteurs.

Les procédures de préestimation mises en place dans le cadre du SNIEPA ou réalisées en dehors de celui-ci (N + 10 mois pour les gaz à effet de serre) sont performantes et conduisent à des estimations anticipées globales du PRG à 4 et 10 mois après la fin de l'année écoulée ne différant que de quelques pourcents par rapport à l'estimation finale de l'année considérée produite avec un an de décalage.

Par ailleurs, les valeurs finales consolidées sont toujours sujettes à ajustement par suite des corrections rétrospectives liées aux améliorations successives. Toutefois, les niveaux d'émission consolidés deviennent relativement stables au bout de deux ou trois ans au moins pour les polluants les mieux connus, comme énoncé précédemment.

Certaines substances plus récemment inventoriées telles que les gaz fluorés n'atteignent pas encore ce niveau de performance et présentent des écarts relativement importants qui heureusement sont compensés par les quantités émises faibles (3 % environ seulement du PRG malgré des pouvoirs de réchauffement intrinsèques très élevés).

Il reste que les préestimations portent sur des ensembles importants (total et/ou quelques grands secteurs) ; un axe de développement serait de parvenir à un degré de fiabilité équivalent sur des ensembles sectoriels plus fins. Cet objectif passe certainement par une harmonisation plus poussée des statistiques, notamment relatives à l'énergie.

Enfin, un recul plus important sur une période couvrant davantage d'années fournira sans doute une indication intéressante sur la fiabilité de ces préestimations.

L'enjeu autour des préestimations pourrait s'amenuiser si le niveau des émissions s'éloignait sensiblement de la ligne de base constituée par l'objectif, ce qui devrait être le cas grâce aux mesures de réduction mises en œuvre dans le Plan Climat. Cependant, le processus de préestimation garde tout son intérêt dans la mesure où dans l'avenir de nouveaux objectifs seront fixés, pour le changement climatique ou pour d'autres thèmes, et qu'il est probable que les écarts entre les situations observées et ces objectifs seront de plus en plus ténus. D'autre part, la même préoccupation existe au niveau sectoriel.

Il convient donc d'encourager la production de ces préestimations comme outil de mesure des indicateurs dont les décideurs sont, à juste titre, particulièrement friands.

* À titre d'exemple : le chauffage urbain se rattache à la transformation d'énergie pour les inventaires et au résidentiel/tertiaire dans le bilan énergétique national de l'Observatoire de l'énergie. D'autres difficultés statistiques existent avec les autoproducteurs, le transport dont une partie est à considérer hors total national, la biomasse, etc.

