



**Programme des  
Nations Unies pour  
l'environnement**



Distr.  
GENERALE

UNEP/OzL.Pro/ExCom/63/58  
21 mars 2011

FRANÇAIS  
ORIGINAL : ANGLAIS

COMITE EXECUTIF  
DU FONDS MULTILATERAL AUX FINS  
D'APPLICATION DU PROTOCOLE DE MONTREAL  
Soixante-troisième réunion  
Montréal, 4-8 avril 2011

**RAPPORT SUR L'INDICATEUR DES CONSÉQUENCES SUR LE CLIMAT  
DU FONDS MULTILATÉRAL (DÉCISIONS 59/45 ET 62/62)**

Les documents de présession du Comité exécutif du Fonds multilatéral aux fins d'application du Protocole de Montréal sont présentés sous réserve des décisions pouvant être prises par le Comité exécutif après leur publication.

## Introduction

1. La 59<sup>e</sup> réunion du Comité exécutif, dans sa décision 59/45, demande, à l'alinéa g), que le Secrétariat remette à la 62<sup>e</sup> réunion, un rapport sur les expériences acquises dans l'application des alinéas c) et d) de la même décision. Dans l'alinéa c), le Comité exécutif charge le Secrétariat de « démontrer l'application de l'indicateur des conséquences sur le climat du Fonds multilatéral aux projets proposés à partir de la 60<sup>e</sup> réunion, afin d'informer les agences et les pays des conséquences des choix technologiques sur le climat » et de « recueillir de plus amples données sur l'utilisation de l'indicateur des conséquences sur le climat du Fonds multilatéral, aux fins d'examen par le Comité exécutif ». À l'alinéa d) de la même décision, le Comité exécutif charge le Secrétariat de mettre au point l'indicateur des conséquences sur le climat du Fonds multilatéral.

2. Au cours de sa 62<sup>e</sup> réunion, le Comité exécutif a débattu brièvement de la question de l'indicateur des conséquences sur le climat du Fonds multilatéral et a pris la décision 62/62, dans laquelle il reporte l'examen de l'expérience acquise dans l'application de l'indicateur des conséquences sur le climat du Fonds multilatéral à sa 63<sup>e</sup> réunion. Ce document est présenté en réponse aux décisions 59/45 et 62/62. À la lumière de la décision de reporter les débats à la 63<sup>e</sup> réunion, le Secrétariat n'a pas développé plus loin le document UNEP/OzL.Pro/ExCom/62/56 et son addendum proposés à la 62<sup>e</sup> réunion, à l'exception des changements suivants, dans le but de permettre au Comité exécutif d'analyser la question de manière plus approfondie :

- a) Le texte a été modifié afin d'y inclure l'information reçue depuis la 62<sup>e</sup> réunion, et l'échéancier pour informer le Comité exécutif a été adapté en conséquence;
- b) L'annexe III au document 62/56, qui fournit les résultats des calculs de l'application de l'indicateur des conséquences sur le climat du Fonds multilatéral aux projets en Chine, en Indonésie, au Nigéria et en Serbie, n'est pas jointe à ce document car les calculs valides à la 62<sup>e</sup> réunion ont été appliqués aux projets de ces pays dont le Comité exécutif est de nouveau saisi, notamment les plans de gestion de l'élimination des HCFC de la Chine, de l'Indonésie et de la République islamique d'Iran;
- c) Les observations et les contributions des membres du Comité exécutif aux débats du forum en ligne qui se sont déroulés du 4 décembre 2010 au 14 mars 2011, ainsi que les réponses du Secrétariat, ont été regroupés et sont présentés à l'annexe I au présent document.

## Contexte

3. Dans le document UNEP/OzL.Pro/ExCom/55/47, le Secrétariat présente une « Analyse révisée des questions pertinentes relatives aux coûts de financement de l'élimination des HCFC ». Ce document comprend une section sur les questions environnementales et une annexe qui décrit les propositions pour une méthode fondée sur les unités fonctionnelles pour évaluer les émissions pouvant affecter le climat au cours de la vie utile d'un produit à base de HCFC. Dans sa décision 55/43, le Comité exécutif charge le Secrétariat d'effectuer une analyse approfondie de la question afin de déterminer si une approche telle que celle proposée dans le document constituerait une méthode satisfaisante et transparente d'établir la priorité des technologies d'élimination des HCFC d'une manière qui minimise les autres conséquences sur l'environnement, et sur climat, comme le voulait à l'origine la décision XIX/6 de la dix-neuvième Réunion des Parties.

4. Dans le document UNEP/OzL.Pro/ExCom/57/59, le Secrétariat soumet un rapport de situation sur l'analyse plus poussée des travaux sur les indicateurs. Ils ont été déclarés un moyen satisfaisant et

transparent d'établir la priorité des technologies d'élimination des HCFC de manière à minimiser les conséquences sur le climat. Le Comité exécutif a pris note du rapport de situation et a chargé le Secrétariat de préparer un document présentant des exemples de l'application afin de faciliter l'examen plus poussé de la méthode, et a décidé d'aborder d'autres questions liées aux types de mesures d'encouragement qui seront associées aux indicateurs en développement et autres questions pertinentes (décision 57/33).

5. Le document UNEP/OzL.Pro/ExCom/59/51 informe le Comité exécutif sur les questions liées à « L'établissement des priorités des technologies d'élimination des HCFC afin de minimiser les autres conséquences pour l'environnement ». Dans ce document, le Secrétariat définit provisoirement le champ d'application de l'indicateur qui s'appliquera à la reconversion de la capacité manufacturière, son remplacement ou la fermeture de cette capacité. Le modèle a subi plusieurs simplifications, mises au points et différenciations, et des efforts ont été déployés afin d'améliorer la transparence et l'utilité des résultats. L'expression « indicateur des conséquences sur le climat du Fonds multilatéral » a remplacé l'expression « méthode des unités fonctionnelles », lors de ces efforts.

#### Développement de l'indicateur des conséquences sur le climat du Fonds multilatéral depuis la 59<sup>e</sup> réunion

6. Le concept de l'indicateur des conséquences sur le climat du Fonds multilatéral a été développé davantage et élargi depuis la 59<sup>e</sup> réunion. L'indicateur a pour objectif d'attribuer une valeur aux conséquences d'un projet sur le climat, de la même manière que l'indicateur « élimination des SAO » établit un chiffre correspondant aux conséquences d'un projet sur la couche d'ozone, et d'uniformiser les calculs des conséquences sur le climat de façon à obtenir des résultats comparables dans tous les secteurs et tous les pays. Simultanément, le Secrétariat axera ses travaux de développement sur l'utilisation des données recueillies pendant la période de préparation du projet seulement.

7. Le Secrétariat a élargi le champ d'application proposé dans le rapport soumis à la 59<sup>e</sup> réunion en ajoutant les secteurs des solvants et de l'entretien, tout en maintenant le principe de ne tenir compte que des changements dans les conséquences sur le climat directement attribuables aux activités financées par le Fonds multilatéral. Les descriptions techniques relatives aux secteurs de la réfrigération, de la climatisation, des mousses, des solvants, des agents de transformation et de l'entretien de l'équipement de réfrigération sont présentées à l'annexe II.

#### Démonstration de l'application

8. Un modèle de transmission et de présentation des données a été conçu et présenté dans le document UNEP/OzL.Pro/ExCom/59/51/Add.1, en préparation pour la 59<sup>e</sup> réunion. À cette époque, et encore aujourd'hui, les calculs étaient surtout faits à la main dans des délais très courts et comportaient un risque élevé d'erreurs de calcul. Le modèle presque entièrement automatisé utilisé pour le calcul de l'indicateur des conséquences sur le climat du Fonds multilatéral du secteur de la réfrigération n'a vu le jour que lors des derniers préparatifs en vue de la 62<sup>e</sup> réunion. Ce modèle a rendu possible les calculs connexes. L'information à cet égard est présentée à l'annexe III aux présentes.

9. Des calculs simplifiés ont été effectués à la main pour le secteur des mousses depuis la 59<sup>e</sup> réunion, selon l'hypothèse que le tonnage de mousse gonflée avant et après la reconversion serait le même. Bien que cette méthode ne tienne pas compte de l'efficacité énergétique, elle propose une approximation raisonnable. Une hypothèse des émissions totales de la mousse gonflée pendant la durée de vie utile du produit est également entrée en ligne de compte.

### Situation actuelle

10. L'indicateur des conséquences sur le climat du secteur de la réfrigération est maintenant entièrement programmé aux fins d'utilisation dans Microsoft Excel (Excel) et subit actuellement des essais afin d'en vérifier l'exactitude. L'indicateur des conséquences sur le climat du Fonds multilatéral du secteur des mousses est aussi en voie d'être mis au point pour utilisation sur Excel, tout comme les indicateurs des secteurs des solvants et des agents de transformation. L'indicateur des conséquences sur le climat du Fonds multilatéral du secteur de l'entretien en est encore à l'étape de la conceptualisation. Le Secrétariat doit encore effectuer des travaux sur la définition et la qualité de la saisie des données pour la proposition de plans de gestion de l'élimination des HCFC de grande envergure.

11. La première version de l'indicateur des conséquences sur le climat du Fonds multilatéral pour la réfrigération et la climatisation, programmé en tant qu'outil Excel, est disponible sur le site Web du Secrétariat depuis la 62<sup>e</sup> réunion. Des versions ultérieures seront disponibles selon les progrès accomplis dans la conceptualisation et la programmation. Les agences et les membres du Comité exécutif pourront télécharger la version finale à partir du site Web du Secrétariat, en tout temps. L'outil aidera le Secrétariat et le Comité exécutif à comprendre les conséquences sur le climat des activités proposées à partir d'une évaluation comparable et juste, et à assurer le suivi des conséquences des activités d'élimination du Fonds multilatéral sur le climat.

12. Une fois le modèle Excel mis au point de façon définitive, des experts effectueront un examen plus élargi de l'indicateur des conséquences sur le climat du Fonds multilatéral afin que cet outil puisse être utilisé comme plan directeur pour l'intégration de ces mêmes calculs dans la base de données des accords pluriannuels. Cette utilisation est entrée en ligne de compte lors du développement du concept des tableaux des accords pluriannuels pour les plans de gestion de l'élimination des HCFC. Cette dernière étape réduira énormément le besoin de saisir des données et facilitera un suivi plus étroit et l'analyse continue des données. Il n'est pas possible, à l'heure actuelle, de fournir un échéancier définitif pour l'achèvement du modèle Excel et des tableaux des accords pluriannuels en raison des incertitudes entourant le temps dont disposera le Secrétariat pour la préparation des prochaines réunions du Comité exécutif et du grand nombre de plans de gestion de l'élimination des HCFC qui devront être analysés.

13. À l'origine, le développement de l'indicateur des conséquences sur le climat du Fonds multilatéral avait pour objet de fournir un outil qui :

- a) Soutiendrait les pays lors du développement des plans de gestion de l'élimination des HCFC et de l'examen des différentes solutions de remplacement des HCFC, notamment au chapitre du choix de la technologie pour les différentes applications;
- b) Permettrait au Comité exécutif de déterminer le bien-fondé d'utiliser des mesures d'encouragement pour l'utilisation de solutions de remplacement écologiques des HCFC et favoriserait le recours à de nouvelles sources de financement pour les activités écologiques, telles que les activités d'efficacité énergétiques;
- c) Offrirait au Comité exécutif et au Secrétariat la possibilité de mesurer objectivement et de comparer les conséquences sur le climat des différents choix technologiques proposés dans les soumissions;
- d) Permettrait au Comité exécutif de surveiller et de tenir compte des conséquences sur le climat des projets profitant de l'appui du Fonds multilatéral.

14. Deux années se sont écoulées depuis la 55<sup>e</sup> réunion, lorsque la question a été soulevée pour la première fois. Elles ont donné lieu à des changements dans les conditions du cadre de travail de l'utilisation de l'indicateur des conséquences sur le climat du Fonds multilatéral depuis cette date :

- a) La 60<sup>e</sup> réunion du Comité exécutif est convenue, dans sa décision 60/44, de plusieurs mesures d'encouragement pour remplacer les HCFC par des solutions plus écologiques, indépendamment de l'indicateur des conséquences sur le climat du Fonds multilatéral. Alors que les alinéas v), viii) et ix) de cette décision découragent l'utilisation de solutions à potentiel élevé de réchauffement de la planète en subventionnant les coûts différentiels d'exploitation, les alinéas iv) et vii) offrent des mesures d'encouragement claires favorisant l'utilisation de technologies à faible potentiel de réchauffement de la planète;
- b) Les délibérations sur la création d'un mécanisme qui accorderait un soutien financier supplémentaire dépassant le montant admissible du Fonds multilatéral n'ont pas été menées à terme, et aucune date de reprise ni moyen d'achever les délibérations n'est encore prévu;
- c) Les difficultés à réaliser une mobilisation à grande échelle et dans de courts délais en sollicitant des sources telles que le FEM afin de financer les activités d'efficacité énergétique sont connues et limitent les perspectives d'offrir des mesures d'encouragement pour les activités liées à la réduction des émissions affectant le climat. Ces mesures d'encouragement pourraient ajouter un volet supplémentaire sur les changements climatiques aux activités admissibles au financement du Fonds multilatéral.
- d) Le virement entrepris par le Fonds multilatéral par rapport aux projets d'élimination antérieurs, qui consistaient en des projets autonomes ou en l'élimination d'une consommation restante après des activités précises de grande envergure déjà entreprises, a acquis sa propre dynamique et possède son propre besoin de ressources. Il n'a pas été possible de consacrer suffisamment de temps aux questions liées à l'indicateur des conséquences sur le climat du Fonds multilatéral assez tôt pour que les progrès se réalisent au rythme prévu à l'origine en raison des courts délais entre les réunions du Comité exécutif.

15. Il est devenu très clair au cours des 18 derniers mois que l'hypothèse de la centralisation du processus de choix technologique pourrait ne pas convenir à la réalité du processus décisionnel dans les pays visés à l'article 5. Les projets proposés à ce jour révèlent que certains pays ont choisi une technologie avancée écologique avant même de régler toutes les questions (telles que la disponibilité des composants), tandis que d'autres pays hésitent à imposer à leur industrie l'utilisation de technologies n'étant pas encore couramment utilisées, ce qui a souvent entraîné le choix de technologies ayant des conséquences importantes sur le climat. L'indicateur des conséquences sur le climat du Fonds multilatéral n'aura sans doute pas un poids important dans ces décisions, qui semblent être fondées sur des éléments beaucoup plus fondamentaux, à savoir si le choix d'une technologie doit tenir compte des conséquences sur le climat et comment évaluer les risques et les possibilités économiques qu'offre la technologie à l'étude. L'étendue des conséquences sur le climat, que peut déterminer l'indicateur des conséquences sur le climat du Fonds multilatéral, ne semble avoir qu'une importance secondaire. Plusieurs facteurs exacerbent cette situation, à savoir que l'admissibilité au soutien du Fonds multilatéral semble déjà avoir pris en considération, directement ou indirectement, certains enjeux climatiques, que le Comité exécutif a clairement fait connaître ses préférences pour ces projets et que le financement des activités qui ne sont pas admissibles au soutien financier du Fonds multilatéral se concrétise rarement. De plus, le futur financement des activités d'atténuation dans des pays en voie de développement demeure très incertain.

### Conclusion

16. L'intention était, à l'origine, de développer un indicateur des conséquences sur le climat qui soutiendrait les travaux des pays, des agences et du Secrétariat des quatre façons suivantes :

- a) Dans la prise de décisions sur le choix des technologies;
- b) En donnant la possibilité d'offrir des mesures d'encouragement de la part du Fonds multilatéral tout en permettant de trouver d'autres sources de financement en fonction de conséquences sur le climat quantifiables;
- c) En aidant à mieux comprendre les conséquences sur le climat des propositions de projets soumises au Comité exécutif;
- d) Dans la surveillance continue des conséquences des travaux du Fonds multilatéral sur le climat.

17. Les buts principaux de l'indicateur des conséquences sur le climat du Fonds multilatéral semblent être les deux derniers points, à l'heure actuelle, pour les raisons énumérées au paragraphe 15. Ces buts sont d'informer le Comité exécutif des conséquences du financement des différentes solutions de remplacement des HCFC et d'assurer le suivi des conséquences des travaux du Fonds multilatéral sur le climat. Au cours de la préparation de la deuxième étape, l'indicateur des conséquences sur le climat du Fonds multilatéral permettra d'offrir tout le soutien envisagé à l'origine, dans le but précis d'aider les pays à évaluer les différents choix technologiques dès le début du processus décisionnel. L'expérience acquise par les pays et les agences au cours de la première étape du plan de gestion de l'élimination des HCFC facilitera l'application de l'indicateur des conséquences sur le climat du Fonds multilatéral.

18. Les données exigées seront les mêmes que les données requises pour évaluer l'admissibilité et l'apport différentiel, et seront recueillies sensiblement de la même façon. Un concept sera préparé et développé pour le calcul des conséquences sur le climat du secteur de la lutte contre les incendies. Le transfert de l'indicateur des conséquences sur le climat du Fonds multilatéral aux tableaux d'accords pluriannuels sera effectué lorsque le modèle Excel sera entièrement développé et fonctionnel. L'intégration de l'indicateur des conséquences sur le climat du Fonds multilatéral aux tableaux des accords pluriannuels simplifiera énormément l'utilisation de cet outil par les agences et le Secrétariat, car les données ne devront être saisies qu'une seule fois pour calculer à la fois l'admissibilité, le PAO et l'indicateur des conséquences sur le climat du Fonds multilatéral, et pour fournir de l'information globale sur le pays. Le Secrétariat informera le Comité exécutif à sa 65<sup>e</sup> réunion de l'état de la situation et des efforts déployés pour assurer le transfert.

### Recommandation

19. Le Comité exécutif pourrait souhaiter :

- a) Prendre note du rapport sur l'expérience acquise dans l'application de l'indicateur des conséquences sur le climat du Fonds multilatéral;
- b) Charger le Secrétariat de mener à terme le développement de l'indicateur des conséquences sur le climat du Fonds multilatéral des différents secteurs, comme indiqué dans le document UNEP/OzL.Pro/ExCom/62/56;
- c) Charger le Secrétariat d'informer le Comité exécutif des progrès accomplis et de

l'expérience acquise dans l'application de l'indicateur des conséquences sur le climat du Fonds multilatéral aux projets proposés avant la 64<sup>e</sup> réunion;

- d) Charger le Secrétariat d'appliquer l'indicateur des conséquences sur le climat du Fonds multilatéral aux projets et sous-projets pertinents proposés afin que les conséquences sur le climat des choix technologiques présentés dans les propositions puissent être mesurées;
- e) Charger le Secrétariat de présenter un indicateur des conséquences sur le climat du Fonds multilatéral entièrement développé à la 66<sup>e</sup> réunion, au plus tard, afin qu'il puisse être déterminé s'il peut être utilisé en tant qu'outil entièrement intégré pour la préparation et l'évaluation des projets proposés et de calculer les conséquences sur le climat des projets sur la consommation de HCFC du Fonds multilatéral.

## Annexe I

### **RÉTROACTION DU COMITÉ EXÉCUTIF CONCERNANT L'INDICATEUR DES CONSEQUENCES SUR LE CLIMAT DU FONDS MULTILATERAL (documents 62/56 et Add.1)** (Extraits du forum de discussion en ligne du Secrétariat)

#### Observations du gouvernement de l'Australie

Document 62/56

1. Le paragraphe mentionne un examen par des experts. Nous aimerions obtenir plus d'information sur l'examen de l'expert prévu. Porterait-il uniquement sur les calculs?

#### Réponse du Secrétariat du Fonds

Le Secrétariat du Fonds estime qu'il est important d'obtenir un vaste consensus à l'effet que les calculs effectués au moyen de l'indicateur des conséquences sur le climat du Fonds multilatéral fournissent des renseignements sur les conséquences sur le climat des activités financées par le Comité exécutif. Le Secrétariat est d'avis qu'il faut maximiser la transparence afin d'obtenir l'acceptation générale et suggère d'offrir aux parties prenantes et aux experts la possibilité de contribuer à la dernière étape du développement de l'indicateur des conséquences sur le climat du Fonds multilatéral. Toutefois, il serait utile de faire la distinction entre les débats portant sur les caractéristiques fondamentales de l'indicateur des conséquences sur le climat du Fonds multilatéral et les débats sur les détails techniques influençant les calculs.

En ce qui a trait aux questions techniques, le Secrétariat estime que le dialogue fondé sur des suggestions concrètes de changement représente le meilleur moyen de faciliter les communications et l'acceptation de l'outil. Le Secrétariat s'intéresse actuellement à la collecte de réponses écrites. Celle-ci pourrait être réalisée en regroupant l'information à obtenir dans un dossier pour examen et en demandant aux membres du Comité exécutif de fournir eux-mêmes leurs observations et/ou en fournissant au Secrétariat les adresses des experts compétents auxquels le Secrétariat pourrait acheminer ce dossier. Le Secrétariat aurait ensuite la tâche de réunir les réponses et de traiter des différents points.

L'examen par les experts s'étendrait sans doute au-delà des calculs, mais ces derniers seraient le point d'intérêt principal. L'examen aborderait :

- Les remarques relatives à la définition de l'indicateur des conséquences sur le climat du Fonds multilatéral
- Le concept des calculs
- Le champ d'application de l'indicateur des conséquences sur le climat du Fonds multilatéral en ce qui a trait aux solutions de remplacement
- L'algorithme
- Les données sous-jacentes
- Les incertitudes

Il ne servirait à rien d'étendre davantage les débats car les questions portant sur l'objet, les définitions générales, l'applicabilité et les conséquences semblent être des questions non techniques, que devra aborder le Comité exécutif.



2. Le paragraphe 14 laisse entendre que l'indicateur des conséquences sur le climat du Fonds multilatéral pourrait être superflu car les pays visés à l'article 5 choisissent leur technologie indépendamment de l'information sur l'indicateur des conséquences sur le climat du Fonds multilatéral, et les lignes directrices sur les HCFC définissent les conditions dans lesquelles un financement sera accordé au-delà du seuil de coût-efficacité afin d'offrir plus d'avantages connexes. L'indicateur des conséquences sur le climat du Fonds multilatéral a comme rôle principal de mieux informer le Comité exécutif des conséquences des décisions technologiques sur le climat, et s'il s'acquitte bien de ce rôle, l'information sera utile lors de l'approbation des projets et des plans de gestion de l'élimination des HCFC au cours de la prochaine année. Elle servira aussi à déterminer la mesure dans laquelle les lignes directrices sur le financement réalisent leur objectif d'encourager l'utilisation de solutions de remplacement écologiques. En dernier lieu, l'information sur les avantages possibles des différentes technologies sur le climat pourrait aider aux efforts pour la mobilisation d'un financement supplémentaire pour les projets individuels, que le coût de ces technologies respecte ou non les paramètres établis dans les lignes directrices sur les HCFC.

Réponse du Secrétariat du Fonds :

Le Secrétariat est d'accord avec l'observation dont il est question dans le paragraphe ci-dessus. L'ancien paragraphe 16 du document UNEP/OzL.Pro/ExCom/62/56 présente une conclusion semblable, c.-à-d., la nécessité de préciser et de surveiller les conséquences sur le climat. L'indicateur des conséquences sur le climat du Fonds multilatéral pourrait également servir à évaluer l'intérêt des autres mécanismes de financement à participer au cofinancement. Compte tenu du délai pour le développement de cet indicateur ou de tout autre indicateur, il est bon que les travaux aient déjà débuté car ils pourraient s'avérer utiles pour mobiliser un futur financement supplémentaire. Le Secrétariat estime que l'indicateur des conséquences sur le climat du Fonds multilatéral pourrait jouer un rôle dans l'évaluation des possibilités de financement lors de la deuxième étape des plans de gestion de l'élimination des HCFC.

Document 62/56/Add.1

3. Nous sommes d'accord, de façon générale, avec la proposition du paragraphe 6 a) (à savoir que les émissions de CO<sub>2</sub> liées à la consommation d'énergie calculée au moyen de l'indicateur des conséquences sur le climat du Fonds multilatéral doivent essentiellement reposer sur l'hypothèse qu'il n'y aura pas de mise à niveau technologique au-delà de ce qui est nécessaire à la reconversion); par contre, dans certains cas, il serait utile que le modèle précise les conséquences sur le climat d'une certaine mise à niveau technologique pendant la reconversion, afin que cette information puisse aider à mobiliser du cofinancement. Par exemple, serait-il possible que l'indicateur des conséquences sur le climat du Fonds multilatéral produise deux résultats pour un projet proposé, à savoir un résultat qui préciserait les conséquences de l'absence de mise à niveau technologique sur le climat et un autre résultat précisant les conséquences d'une mise à niveau technologique clairement définie sur le climat ?

Réponse du Secrétariat du Fonds :

Cette observation est conforme à la démarche que le Secrétariat a déjà développée en grande partie. De façon générale, quatre moyens sont utilisés afin d'améliorer la consommation énergétique de l'équipement de climatisation : des échangeurs de chaleur de plus grand volume, un meilleur compresseur, une commande à vitesse variable et une relation plus précise des caractéristiques des composants les uns par rapport aux autres. Les effets des trois premières mesures ainsi que leurs conséquences sont assez faciles à modéliser. Cependant, ces calculs soulèvent plus d'incertitudes que le simple fait de remplacer un liquide par un autre, car cette solution suppose que les caractéristiques du composant demeurent inchangées, et que le seul

changement se situe au niveau du liquide. Ce calcul n'est nullement affecté par la qualité actuelle de l'équipement et de ses composants, car il repose sur l'hypothèse que la qualité est la même pour les deux calculs. Par contre, s'il y a amélioration de la qualité, le logiciel devra reposer sur des hypothèses concernant un certain niveau de qualité (comme c'est actuellement le cas) ou l'information concernant la qualité actuelle devra être recueillie selon une procédure normalisée. La différence entre les deux méthodes est que les résultats obtenus à l'aide des hypothèses du logiciel sont plus indicatifs et moins précis, alors que la deuxième méthode exige plus d'efforts pour recueillir les données et comporte un risque plus élevé de manipulation des données en vue d'obtenir un certain résultat. Le Secrétariat prévoit offrir la possibilité de calculer les mises à niveau technologiques en appliquant la méthode du « niveau de qualité standard ».

4. L'hypothèse voulant que tout l'agent de gonflage de la mousse soit émis (paragraphe 8) dans l'atmosphère comporte-t-elle certaines limites? Il a été débattu que lorsque la mousse est placée dans les sites d'enfouissement, les émissions provenant de l'agent de gonflage sont négligeables, même à long terme.

#### Réponse du Secrétariat du Fonds :

Cette question porte sur deux points. Le premier a rapport aux effets des activités, et dans ce cas-ci, de l'élimination définitive sur l'émission des gaz, et le caractère généralisé des activités d'exploitation et d'élimination définitive dans les pays en développement. Le deuxième point porte sur la façon de définir l'indicateur des conséquences sur le climat du Fonds multilatéral.

- En bref, les calculs effectués dans le cadre de l'indicateur des conséquences sur le climat du Fonds multilatéral peuvent facilement être réalisés pour différentes quantités d'émissions, si l'on tient compte de deux facteurs : la situation réelle dans les pays visés à l'article 5 et le moins d'information possible à recueillir. Ainsi, la question devient : quelle quantité de mousse fabriquée dans les pays visés à l'article 5 aboutit dans des sites d'enfouissement gérés de façon à limiter les émissions?
- Cette situation doit être examinée de concert avec un autre facteur : la définition même de l'indicateur des conséquences sur le climat du Fonds multilatéral est une approximation de la quantité totale d'émissions du produit fabriqué, sur une période d'un an (y compris les émissions produites pendant la fabrication et à l'élimination définitive), c.-à-d., les émissions globales sur plusieurs années du nombre d'équipements fabriqués en un an. D'autres définitions des conséquences sur le climat, notamment les mesures prises en vertu de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques, examinent les conséquences à partir des émissions produites chaque année, sur une période globale de 7 ou 10 ans, mais elles regroupent aussi les conséquences de la production pendant plusieurs années. En ce qui a trait à l'indicateur des conséquences sur le climat du Fonds multilatéral, une émission lente aboutit éventuellement à une émission complète, ce qui est important, car dans un scénario d'utilisation constante, si les émissions ne prennent fin qu'après 50 ans, les émissions annuelles de l'ensemble de la mousse après 50 ans (représentant 50 années de production de mousse) sont égales à l'utilisation annuelle de la substance. Par conséquent, en supposant que la définition actuelle de vie entière s'applique dans le contexte de l'indicateur des conséquences sur le climat du Fonds multilatéral, il faudra se déterminer si les émissions provenant des sites d'enfouissement cessent réellement après un certain nombre d'années et si une certaine quantité de HCFC demeure confinée en permanence dans le site d'enfouissement, ou si les bactéries transforment une part des HCFC contenus dans la mousse en autre chose. Si

ces effets sont répandus dans les pays visés à l'article 5, les calculs peuvent alors être facilement adaptés.

5. Pouvez-vous préciser dans quelles situations l'indicateur des conséquences sur le climat du Fonds multilatéral tient compte du facteur de l'efficacité énergétique dans les projets de reconversion des mousses et la façon dont il entre en ligne de compte? Le paragraphe 9 semble indiquer que les changements dans la consommation d'énergie et les émissions de CO<sub>2</sub> connexes causées par un changement d'agent de gonflage n'entrent en ligne de compte que lorsque la mousse isolante se retrouve en milieu réfrigéré confiné. Est-ce exact? Le cas échéant, les résultats de l'indicateur des conséquences sur le climat du Fonds multilatéral pourraient-ils être trompeurs dans d'autres projets de mousses parce qu'ils ne tiennent pas compte des questions énergétiques? Suppose-t-on que dans la plupart des cas, les changements dans la consommation d'énergie ne sont pas assez importants pour justifier une analyse plus détaillée?

Réponse du Secrétariat du Fonds :

Les conséquences sur le climat indiquées dans les documents d'examen des projets de mousses du Secrétariat ne tiennent pas compte des conséquences liées au facteur énergétique. Elles ne consistent qu'en la différence sur les changements climatiques associés au potentiel de réchauffement de la planète de l'agent de gonflage et la quantité utilisée, entre l'agent de gonflage utilisé pour une certaine quantité de mousse gonflée à l'aide de HCFC et l'agent de gonflage de remplacement utilisé pour la même quantité de mousse.

Le Secrétariat du Fonds a tenté de trouver des moyens de traiter du facteur de la conservation de l'énergie dans le contexte des mousses. Un des plus gros obstacles a été l'impossibilité d'obtenir de l'information sur l'utilisation réelle des mousses, alors que celle-ci est essentielle pour comprendre les conséquences des mousses sur la conservation de l'énergie. L'information sur l'utilisation consiste, entre autres, en l'épaisseur et la qualité de l'isolant, la différence de température et les conséquences de la consommation d'énergie sur les émissions de gaz à effet de serre, selon le type d'énergie primaire utilisée pour compenser le transfert d'énergie par l'isolant. En dernier lieu, l'information doit être liée à des choix secondaires très restreints que doit faire l'utilisateur de l'indicateur des conséquences sur le climat du Fonds multilatéral et/ou un nombre d'hypothèses significatives à la base du programme.

Dans certains cas, les conséquences énergétiques de la reconversion d'un agent de gonflage de la mousse à un autre sont simplement nulles. Par exemple, la mousse à pellicule externe incorporée est presque toujours utilisée à d'autres fins que l'isolation, de sorte que les caractéristiques isolantes des différentes technologies n'ont pas d'importance.

Les utilisations dans lesquelles la qualité isolante a de l'importance se divisent en deux groupes : les utilisations où l'épaisseur de l'isolant peut être modifiée afin de compenser les changements dans la qualité isolante, et les utilisations dans lesquelles l'épaisseur de l'isolant est un fait établi. Cette dernière situation s'applique habituellement à l'isolant pour les réfrigérateurs domestiques et le transport frigorifique. Le Secrétariat ne connaît pas d'autres utilisations d'isolants où une faible augmentation de l'épaisseur de la mousse poserait d'importants problèmes techniques ou que la perte de qualité isolante ne peut pas être compensée par une épaisseur accrue. Voici quelques précisions :

- Dans les situations où il est possible de modifier l'épaisseur, le calcul proposé, mais pas encore réalisé, ne servirait qu'à calculer le changement dans l'épaisseur et, par conséquent, le changement dans le volume de la mousse nécessaire pour obtenir la même

qualité isolante; l'augmentation du volume entraînerait un changement proportionnel dans l'utilisation de l'agent de gonflage et les conséquences connexes de l'agent de gonflage serviraient à calculer la valeur pour l'indicateur des conséquences sur le climat du Fonds multilatéral. Le changement d'épaisseur de l'isolant et les changements d'agent de gonflage qui en découlent serviraient à calculer les conséquences des efforts pour compenser le changement dans la qualité isolante associé à la modification de l'épaisseur.

- Un calcul de la consommation d'énergie sera effectué pour les réfrigérateurs domestiques et le transport frigorifique, et la différence entre la consommation d'énergie avant et après la reconversion servira à calculer la valeur de l'indicateur des conséquences sur le climat du Fonds multilatéral.

6. Le paragraphe 11 indique qu'il ne faut pas tenir compte des conséquences sur le climat associées aux accords de politique qui mènent à l'élimination des HCFC dans le secteur de l'entretien car elles ne sont pas liées à des activités financées, mais plutôt à un engagement des pays à éliminer les HCFC. Cependant, tout comme dans le cas des CFC, les engagements des pays à éliminer les HCFC dans le secteur de l'entretien sans assistance supplémentaire du Fonds multilatéral sont une conséquence directe des plans de gestion de l'élimination des HCFC approuvés par le Fonds multilatéral. Il y a donc lieu d'affirmer que toutes les conséquences sur le climat associées à l'élimination complète des HCFC dans le secteur de l'entretien sont liées aux travaux du Fonds multilatéral et devraient, en théorie, être prises en compte. Cependant, dans les faits, nous estimons qu'il serait très difficile de prévoir ces conséquences sur le climat car il n'est pas possible de prévoir les technologies de remplacement qui seront choisies dans les différents sous-secteurs, et en quelles quantités.

#### Réponse du Secrétariat du Fonds :

Il est tout à fait exact que les limites de ce qui entre en ligne de compte pour l'indicateur des conséquences sur le climat du Fonds multilatéral doivent être évaluées avec soin, et le Secrétariat peut faire des suggestions à cet égard, mais le Comité exécutif devra décider d'une définition valable.

Le Secrétariat craint qu'une définition plus vaste nuise à la régularité des résultats des calculs de l'indicateur des conséquences sur le climat du Fonds multilatéral. En général, plus les règles sont sévères et contraignantes, plus les résultats sont réguliers. Voici deux exemples concernant ce point :

- Les pays réduiront leur consommation en important des climatiseurs sans HCFC de fabricants qui ont reçu l'assistance du Fonds multilatéral. Ces importations entraîneront une réduction de la demande d'entretien aux HCFC. Si ces réductions dans le secteur de l'entretien devaient être considérées comme des conséquences positives, il faudrait trouver un moyen de ne pas tenir compte de ces réductions car elles sont déjà entrées en ligne de compte lors de la reconversion de l'usine. Les émissions pour la vie entrent en ligne de compte lors de la reconversion de l'usine car les décisions techniques entourant le remplacement au moment de la reconversion déterminent les émissions dans l'atmosphère provenant de l'équipement au cours de sa vie utile, de sorte que l'indicateur des conséquences sur le climat du Fonds multilatéral devrait être appliqué au moment où le choix se fait.

- Il existe un lien entre la réduction de la consommation et le Protocole de Montréal, mais il n'explique pas à lui seul la réduction de la consommation. La conjoncture économique, l'accession à une union possédant des lois environnementales plus sévères et des activités nationales supplémentaires pour lutter contre les changements climatiques sont d'autres raisons qui pourraient entraîner une réduction de l'utilisation de SAO.

Ces explications illustrent clairement qu'une définition plus large risque de réduire la crédibilité des résultats, notamment en raison du double comptage. Cette situation pourrait nuire à l'objectif général de l'indicateur des conséquences sur le climat du Fonds multilatéral.

Le Secrétariat reconnaît que les calculs pour le secteur de l'entretien entraîneront un niveau d'incertitude plus élevé que les calculs du secteur de la fabrication. L'accent pourrait plutôt être mis sur les économies associées à de meilleures pratiques (réutilisation et recyclage des frigorigènes, pratiques exemplaires...), mais le Secrétariat ne veut pas s'aventurer à déterminer si cette approche est efficace lorsqu'on compare l'information obtenue aux efforts déployés.

7. Il serait aussi très difficile de mesurer, ou même de faire une estimation assez approximative, des conséquences de la récupération et du recyclage, et des pratiques exemplaires en réfrigération (paragraphe 12 a et b) sur le climat. Les évaluations des plans de gestion des frigorigènes et des plans de gestion de l'élimination des HCFC n'ont pas réussi à quantifier les CFC directement éliminés grâce à ces activités. Cette quantification, lorsqu'elle a été faite (dans les rapports d'achèvement de projet et dans d'autres documents), a révélé des différences importantes entre les pays qui pourraient être attribuables à des facteurs difficiles à contrôler dans le cadre de projets, tels que le prix des SAO, le niveau de sensibilisation et d'engagement des parties prenantes du secteur de l'entretien (association des techniciens, etc.), les moteurs politiques, les facteurs du marché, etc.

Nous reconnaissons que les conséquences sur le climat peuvent être évaluées (paragraphe 12 c)) dans le contexte des activités pour remplacer l'équipement dans le secteur de l'entretien. Nous entrevoyons toutefois deux difficultés possibles. Premièrement, comment éviter le problème du double comptage mentionné au paragraphe 12 c) ii), c'est-à-dire, comment peut-on savoir à l'avance si le nouvel équipement qui sera utilisé a été fabriqué ou non par des entreprises ayant reçu l'assistance du Fonds multilatéral? Deuxièmement, le fait que le Secrétariat ne voit pas comment il sera possible de tenir compte de l'efficacité énergétique est un inconvénient de taille. Le Secrétariat indique que la différence dans la consommation énergétique d'un équipement avant et après la reconversion est plutôt faible. Les applications de l'indicateur des conséquences sur le climat du Fonds multilatéral à l'annexe III révèlent, cependant, d'importantes différences dans les émissions de CO<sub>2</sub> liées à l'énergie d'une technologie à l'autre. En fait, l'application de l'indicateur des conséquences sur le climat du Fonds multilatéral au plan du secteur de la réfrigération commerciale et industrielle en Chine (annexe III) semble indiquer que les conséquences indirectes sur le climat de la reconversion de l'équipement à une technologie à base de HFC-410a (c.-à-d., le changement dans les émissions de CO<sub>2</sub> liés à la consommation d'énergie) sont supérieures aux conséquences directes sur le climat. Par conséquent, l'indicateur des conséquences sur le climat du Fonds multilatéral fournira-t-il encore une bonne indication des avantages des activités sur le climat si l'on ne tient pas compte du facteur de la consommation énergétique dans le remplacement de l'équipement dans les projets du secteur de l'entretien ?

Réponse du Secrétariat du Fonds :

Nous sommes d'accord avec les observations de l'Australie concernant le niveau d'incertitude associé aux tentatives de cerner les avantages pour le climat dans le secteur de l'entretien. Le résultat serait très approximatif. Il est relativement courant pour ces méthodes, en cas de doute, de réduire les conséquences sur le climat à un niveau de certitude assuré. Voici un exemple simplifié : une analyse pourrait révéler qu'un appareil de recyclage recycle 500 kg par année, en moyenne, mais que 95 pour cent des appareils de recyclage recyclent plus de 100<sup>1</sup> kg par année. En utilisant le 100 kg comme base, le calcul des avantages sur le climat pourrait offrir une sous-représentation des résultats sur le terrain tout en offrant une certitude assurée que les conséquences sont au moins aussi élevées que l'indique le résultat présenté.

L'efficacité énergétique de l'équipement adapté est difficile à calculer. Outre les caractéristiques inhérentes aux frigorigènes, les facteurs suivants influenceraient les différences d'efficacité énergétique avant et après la reconversion : le niveau de conception propre au frigorigène et les marges de sécurité de l'équipement avant sa reconversion au HCFC-22, et le fait qu'il y a eu optimisation lors de la reconversion ou encore que l'entreprise a profité de l'occasion pour faire la révision complète de son système. Ces facteurs entraînent habituellement une efficacité énergétique plus basse, ou même parfois meilleure. De plus, les données obtenues dans la documentation sur les machines adaptées sur le terrain ne favorisent pas toujours les déclarations générales à cause des lacunes dans la couverture des systèmes, dans la précision des mesures et dans la possibilité de comparer les résultats avant et après la reconversion en raison des conditions de fonctionnement. Il n'est pas possible d'effectuer des prévisions suffisamment précises sans posséder beaucoup plus de données sur l'installation, et les résultats varieront énormément selon la qualité des données fournies. Compte tenu des effets de la reconversion d'une seule usine de réfrigération par rapport à l'ensemble des conséquences sur le climat, les résultats d'une telle approche ne semblent pas justifier les efforts à entreprendre.

8. Le secteur des solvants et le secteur de la lutte contre les incendies à base de HCFC semblent relativement petits en comparaison aux autres secteurs auxquels l'indicateur des conséquences sur le climat du Fonds multilatéral sera appliqué. La valeur ajoutée d'étendre l'indicateur des conséquences sur le climat du Fonds multilatéral à ces secteurs pourrait être négligeable. Cette question pourrait être examinée plus tard. Le Secrétariat mentionne aussi l'application de l'indicateur des conséquences sur le climat du Fonds multilatéral au secteur des agents de transformation. Le Comité exécutif n'a été informé d'aucune consommation de HCFC dans le secteur des agents de transformation dans les pays visés à l'article 5 à ce jour. Y a-t-il de l'information qui suggère que ce secteur est un grand ou même un petit consommateur de HCFC ?

Réponse du Secrétariat :

Il n'y a pas d'information concrète révélant que le HCFC est utilisé comme agent de transformation.

9. Pourriez-vous apporter des précisions sur ce qui suit en ce qui a trait à l'application de l'indicateur des conséquences sur le climat du Fonds multilatéral aux plans sectoriels pour la Chine ?

- a) Pour quelle raison les 2 plans pour le secteur des mousses ont-ils été exclus de l'analyse ?
- b) Quel est le lien entre les 4 catégories de « type de système » sur les chiffriers du plan

---

<sup>1</sup> Ces chiffres ont été choisis de façon arbitraire aux fins d'illustration seulement.

sectoriel du secteur de réfrigération commerciale et industrielle (dont 3 appelées « assemblage des climatiseurs en usine » et l'autre catégorie intitulée « assemblage de congélateurs commerciaux ») et les sous-secteurs identifiés dans le plan, c'est-à-dire : compresseurs, climatiseurs individuels, climatiseurs/pompes à chaleur à raccords multiples, refroidisseurs/pompes à chaleur industriels et commerciaux, petits refroidisseurs d'eau/pompes à chaleur, chauffe-eau à pompe à chaleur, et réfrigérants congélateurs et entreposage sous froid ?

Réponse du Secrétariat :

Pour la question a), l'évaluation des deux plans du secteur des mousses comprenait des paragraphes sur le climat, dans les documents présentés aux 62<sup>e</sup> et 63<sup>e</sup> réunions, et l'information était aussi présentée dans les documents de projet (documents UNEP/OzL.Pro/ExCom/62/26/Add.1 et UNEP/OzL.Pro/ExCom/63/26). L'information sur le sous-secteur de la mousse de polystyrène extrudé est fournie au paragraphe 99 du document 63/26 et l'information sur le sous-secteur de la mousse de polyuréthane est fournie au paragraphe 84 et dans le tableau 12 du même document.

Pour la question b), le concept de l'indicateur des conséquences sur le climat du Fonds multilatéral est d'offrir un choix entre les différents systèmes de réfrigération et de climatisation pour 6 différents types. Chacun de ces types repose sur des hypothèses particulières de conditions d'utilisation (températures...), de caractéristiques de conception (qualité du compresseur, ...) et de taux de fuite. Les types offerts sont la réfrigération/refroidissement commercial, la réfrigération et congélation commerciales, et la climatisation, ces trois types pouvant être assemblés sur place ou en usine, ce qui donne 6 types.

Les compresseurs et les réfrigérants ne sont pas des systèmes et sont comptés comme des composants. Ils ne sont donc pas représentés. Les climatiseurs individuels, les climatiseurs/pompes à chaleur à raccords multiples, les refroidisseurs/pompes à chaleur industriels et commerciaux, et les petits refroidisseurs d'eau/pompes à chaleur sont compris dans la catégorie de la climatisation. Les climatiseurs individuels, et les climatiseurs/pompes à chaleur à raccords multiples sont assemblés sur place. Les appareils des autres catégories mentionnées dans le plan sectoriel du secteur de la réfrigération commerciale et industrielle de la Chine sont assemblés en usine. Les chauffe-eau à pompe à chaleur appartiennent à la catégorie climatisation/assemblage en usine, les congélateurs appartiennent à la catégorie de la congélation commerciale assemblage en usine, l'entreposage sous froid appartient à la catégorie refroidissement commercial assemblage sur place. Le Secrétariat reconnaît qu'il serait utile d'offrir un guide ou un éventail plus limité afin de faciliter le choix du système qui convient.

Observations du gouvernement de l'Argentine

10. Le modèle suppose-t-il que la charge complète de l'appareil sera perdue au cours de la vie utile lors du calcul des émissions de frigorigènes pour les conséquences directes ?

Réponse du Secrétariat du Fonds :

Le modèle est fondé sur les émissions pendant la vie utile, comprenant les émissions lors de l'élimination définitive. À l'heure actuelle, les activités dans les pays visés à l'article 5 ne comprennent pas la récupération des SAO dans l'équipement et les mousses. Bien que le modèle offre la possibilité d'établir différents scénarios pour l'élimination définitive en fin de vie, les paramètres sont actuellement établis en fonction de l'émission dans l'atmosphère de toutes les

SAO contenues dans l'équipement. Cependant, le taux de fuite des applications de réfrigération/climatisation à taux de fuite élevé (p. ex., les appareils de réfrigération commerciale assemblés sur place) sont si élevés qu'il ne reste que 40 pour cent de la charge de frigorigène avant que l'appareil n'arrive en fin de vie. Le cas échéant, l'équipement est réputé avoir reçu une charge d'appoint pour atteindre la charge complète de frigorigène et la quantité de la charge d'appoint est ajoutée à l'utilisation globale du frigorigène au cours de la vie utile de l'appareil. Par conséquent, les émissions de frigorigène au cours de la vie utile sont toujours d'au moins 100 pour cent de la charge initiale, et même supérieures dans plusieurs cas. Cette situation révèle que le modèle comme tel est capable de calculer les conséquences de différents taux de récupération à la fin de la vie utile, si nécessaire.

11. En ce qui concerne le R-410a, nous avons constaté une augmentation des émissions de 5 pour cent, qui est représentée. Les conséquences globales sur le climat des appareils contenant ce frigorigène devraient toutefois être inférieures en raison de sa plus grande efficacité et de la plus petite quantité de frigorigène contenue dans les appareils comparativement au HCFC-22.

Réponse du Secrétariat du Fonds :

Il est exact que les conséquences calculées par l'indicateur des conséquences sur le climat du Fonds multilatéral pour le HFC-410A sont souvent plus élevées que pour le HCFC-22. Cette situation est attribuable, en partie, à un potentiel de réchauffement de la planète plus élevé, mais aussi à une consommation énergétique plus élevée, selon les définitions utilisées pour l'indicateur des conséquences sur le climat du Fonds multilatéral. Examinée de façon indépendante, votre observation de « consommation énergétique plus faible » est partiellement vraie car le transfert du HCFC-22 au HFC-410A exige plusieurs optimisations, dont un changement dans la technologie des compresseurs, dans plusieurs cas, et une augmentation de la surface des échangeurs de chaleur, sans oublier la reprise générale de la conception, qui s'accompagne souvent d'une mise au point des caractéristiques du composant. Autrement dit, les systèmes à base de HFC-410A sont souvent plus sophistiqués et si ces systèmes étaient aussi utilisés pour le HCFC-22, ils augmenteraient aussi considérablement l'efficacité énergétique du système à base de HCFC-22. Par conséquent, il est difficile d'établir une norme sur la façon d'effectuer une comparaison juste d'un modèle de climatiseur avant et après la reconversion.

La norme établie repose sur l'hypothèse que les composants sont de qualité égale. À l'heure actuelle, ce calcul est effectué en utilisant un rendement isentropique constant pour le compresseur et une valeur constante pour le produit de la surface de l'échangeur de chaleur et du coefficient de transfert de chaleur de l'échangeur de chaleur<sup>2</sup>.

12. Les données laissent entendre que les calculs ne tiennent pas compte des améliorations dans la conception de l'équipement à base de HFC-410A, à part le changement de compresseur, ni d'aucune autre amélioration telle que le changement de l'échangeur de chaleur.

13. Par exemple, dans notre cas (Argentine), les trousseaux offerts à nos fabricants sont plus éconergétiques, compte tenu de la température moyenne en Argentine, de sorte que les fabricants l'ont adoptée afin de se conformer aux nouvelles lois sur l'efficacité énergétique en Argentine.

---

<sup>2</sup> Le modèle effectue le calcul selon l'hypothèse de la grande prédominance des échangeurs de chaleur air à frigorigène. Le modèle expliqué donne des résultats quelque peu inférieurs pour les échangeurs de chaleur de liquide à frigorigène.



Réponse du Secrétariat du Fonds :

Le Secrétariat estime que cette question soulève deux points, à savoir la définition générale de l'indicateur des conséquences sur le climat du Fonds multilatéral et les caractéristiques supplémentaires qu'il doit offrir.

Dans le paragraphe 11, nous avons abordé la difficulté à comparer différents niveaux de sophistication de façon juste. L'indicateur des conséquences sur le climat du Fonds multilatéral définit la reconversion d'une façon assez simple, comme si le fabricant entreprenait la reconversion la plus économique de son propre chef. Cette norme de comparaison offre les avantages suivants :

- Elle est assez facilement définie;
- Elle est juste en ce sens qu'elle compare des niveaux de sophistication semblables;
- Elle est conforme aux lignes directrices du Comité exécutif relatives aux coûts admissibles.

Elle peut toutefois être trompeuse, comme lorsque le gouvernement souhaite documenter le choix retenu, y compris la sophistication accrue de l'équipement, comme cela semble être le cas ici. Le cas échéant, on s'attend à ce que plusieurs paramètres du système contenus dans le modèle, notamment la surface des échangeurs de chaleur, le rendement isentropique du compresseur et même le remplacement d'une commande à vitesse fixe par une commande à vitesse variable, puissent être mis à niveau par rapport à la reconversion initiale, ce qui entraînerait une réduction considérable de la consommation d'énergie. La question de l'Argentine indique toutefois que plusieurs produits à base de SAO ont une efficacité énergétique inférieure aux valeurs de la réglementation. La reconversion n'avait pas uniquement pour but d'éliminer l'utilisation des HCFC, mais aussi de passer, par la même occasion, à des produits plus éconergétiques. Compte tenu des choix offerts, l'indicateur des conséquences sur le climat du Fonds multilatéral séparerait les deux étapes et effectuerait les calculs pour l'une d'elles seulement, la reconversion des SAO; la mise à niveau des composants et, par voie de conséquence, l'efficacité énergétique, pourraient être présentées en plus de la reconversion. L'indicateur des conséquences sur le climat du Fonds multilatéral pourrait, par exemple, être adapté afin de calculer séparément la contribution du changement de frigorigène et la mise à niveau des composants/efficacité énergétique et les présenter visiblement dans les résultats, si le Comité exécutif le souhaite.

14. Ceci dit, nous croyons que cet indicateur fournit des conséquences sur le climat qui ne peuvent être que générales, et qu'il ne tient pas compte de l'efficacité énergétique de la solution de remplacement. Le rendement des appareils peut comporter d'importantes variantes selon le modèle.

15. Les conséquences supplémentaires du potentiel de réchauffement de la planète plus élevé du HFC-140A peuvent être compensées par la charge réduite requise, l'amélioration de la conception des composants et l'efficacité accrue du frigorigène, comme mentionné précédemment.

Réponse du Secrétariat du Fonds :

Il est vrai que l'indicateur ne fournit que des indications et non des résultats précis; cela ne devrait pas être son objectif. En particulier, l'indicateur des conséquences sur le climat du Fonds multilatéral n'est sans doute pas l'instrument de comparaison idéal pour obtenir une évaluation climatique exacte lorsqu'on connaît les caractéristiques particulières de l'équipement avant et après la reconversion. L'évaluation du climat pendant le cycle de vie conviendrait davantage lorsque l'information est connue.

Ces situations constituent l'exception plutôt que la norme. Le cas de l'Argentine est unique et atypique car les manufacturiers de l'Argentine connaissent l'efficacité énergétique de leur futur équipement qui sera construit et peuvent même la choisir. En Argentine, les manufacturiers peuvent choisir la trousse qui leur convient le mieux parmi les troussees préfabriquées comportant des caractéristiques de rendement particulières qui peuvent être évaluées par les manufacturiers avant même qu'ils n'assemblent un appareil. Cette situation est rarement le cas dans les nombreuses reconversions effectuées avec l'assistance du Fonds multilatéral. Les manufacturiers ont souvent peu d'information et s'intéressent peu à la consommation énergétique de leur futur équipement. Plusieurs d'entre eux ne connaissent même pas l'efficacité énergétique de l'équipement qu'ils utilisent actuellement. Le Secrétariat suggère donc de faire preuve de prudence lorsque vous tirez des conclusions sur cette question en particulier, car le cas présenté par l'Argentine s'applique assez rarement.

L'indicateur des conséquences sur le climat du Fonds multilatéral permet d'effectuer des prévisions à partir de quelques données seulement et a pour but d'offrir une comparaison juste des différentes solutions à l'intérieur des limites fournies. Il ne peut pas se comparer aux données mesurées, qui servent de fondement pour les caractéristiques de rendement des troussees préfabriquées, et n'est pas conçu pour tenir compte de la sophistication accrue et ce, principalement parce que la mise à niveau technique est spécifiquement inadmissible selon les critères du Fonds multilatéral. Il est essentiel de limiter les attentes à l'égard de l'indicateur des conséquences sur le climat du Fonds multilatéral à une tâche pouvant être exécutée grâce à l'effort que fourniraient typiquement les Bureaux nationaux de l'ozone, et les agences bilatérales et d'exécution.

Le Secrétariat souhaite préciser que la documentation n'indique pas vraiment que le frigorigène possède une efficacité accrue inhérente, et que les agences d'exécution du Fonds multilatéral prétendent souvent que l'efficacité est inférieure, dans les faits, et que par conséquent, les composants doivent être mis à niveau. Il y a toutefois des signes importants à l'effet que les nouveaux modèles à base de HFC-410A possèdent souvent la même efficacité ou une efficacité supérieure aux modèles à base de HCFC-22 qu'ils remplacent. Les deux faits ne sont pas du tout incompatibles.

16. Quant à la dernière colonne « Indicateur de conséquences », nous estimons que le libellé peut être changé afin de mieux mettre en évidence les conséquences. Par exemple, à votre avis, si une réduction de 11 pour cent des émissions est « considérable », une réduction de 50 pour cent serait « très considérable » et une réduction de 3 pour cent serait « modérée ».

Réponse du Secrétariat du Fonds :

L'échelle actuelle offre un choix « sans conséquences sur le climat » qui représente la bande d'erreur supposée à la gauche et à la droite du zéro. Les frontières des autres écarts ont été choisies en fonction de la fréquence apparente des différents résultats. Bien que ce système offre un résultat relatif acceptable, il n'est pas parfait et il est possible d'obtenir d'autres marges en utilisant d'autres méthodes. Il nous fera plaisir d'accueillir les suggestions de l'Argentine et des autres parties intéressées.

17. En guise d'observation générale, nous aimerions ajouter que le développement d'une méthode pour cet indice a été difficile car il a exigé une approche très technique qui ne peut être respectée que par des experts.

Réponse du Secrétariat du Fonds :

Nous sommes d'accord que le modèle distribué doit être amélioré afin d'être plus facile à utiliser. L'important, à l'heure actuelle, est d'offrir aux membres du Comité exécutif la possibilité de comprendre son fonctionnement et de faire part de leurs observations afin que les dernières mises au point fournissent une plus grande orientation, si nécessaire. L'application de l'indicateur des conséquences sur le climat du Fonds multilatéral à plusieurs propositions a déjà permis de repérer plusieurs améliorations.

Le Secrétariat a dû surmonter la difficulté de s'assurer que la méthode est transparente, d'une part, et facile à comprendre, d'autre part. Malheureusement, ces deux critères sont presque incompatibles. Le Secrétariat a donc tenté de replacer une part importante de l'information purement technique dans les annexes. Comme nous l'avons mentionné précédemment, nous nous efforçons de rendre le modèle facile d'utilisation, surtout en ce qui a trait à la classification de l'équipement par les utilisateurs. Nous reconnaissons que les résultats aussi pourraient être simplifiés et nous essayons de trouver les moyens d'y arriver. La classification des résultats de la manière indiquée au paragraphe 16 pourrait être une des solutions envisagées.

Finalement, selon le concept de l'indicateur des conséquences sur le climat du Fonds multilatéral, l'utilisateur n'aurait qu'à saisir des données simples et faire confiance aux calculs de l'outil afin de recevoir des commentaires relativement simples tout en ayant la possibilité d'examiner les données sous-jacentes de manière plus approfondie, si désiré. Quelques étapes supplémentaires pourraient s'avérer nécessaires pour atteindre cet objectif.

## Annex II

### MULTILATERAL FUND CLIMATE IMPACT INDICATOR TECHNICAL DESCRIPTIONS OF DIFFERENT CONSUMPTION SECTORS

1. Decision XIX/6 of the Meeting of the Parties requested the impact of energy consumption on the climate to be taken into account. The Secretariat focussed its work on achieving progress with the MCII for the refrigeration and air-conditioning manufacturing sectors first, since it is assumed that in these two sectors the effects of energy consumption on the climate are more prevalent than in other sectors.

#### MCII for refrigeration and air-conditioning manufacture conversion activities

2. The MCII has been developed to allow an indication of the effect on the climate of future conversion projects to be funded by the Multilateral Fund. The MCII is therefore a tool operating on the basis of data available during the preparation and/or review of Multilateral Fund project submissions. Consequently, data related to the characteristics of products using the current technology is often only sketchily documented, information about the conversion and the characteristics of the converted project are not available at all. On this basis, the MCII is meant to help indicating the climate impact of the activities. It is not meant to replace any possibly desired subsequent analysis undertaken on the basis of more detailed data, and maybe detailed performance information of specific models for baseline and alternative, such as a life cycle climate performance (LCCP) or a life cycle analysis (LCA).

3. The MCII for refrigeration and air-conditioning activities takes into account:

- (a) the emissions of refrigerant during manufacturing, operation and at the end of life, called the direct emissions; as well as
- (b) the energy consumption of products using HCFC and their alternatives as refrigerants, called the indirect emissions.

4. In a first step the model used calculates the emission of one refrigeration or air-conditioning unit over its lifetime as a sum of direct and indirect effects, and multiplies the result with the amount of units produced in one year. This interim result represents the climate impact of the annual production for a given technology. For a qualitative comparison of different alternatives, the ratio between the baseline (HCFC) and the alternative is used (percentage values). For aggregated, sector-or country-wide figures, the difference between the two is being used (absolute values in tonnes of CO<sub>2</sub> equiv.). Negative values for the MCII denote a reduction in the climate impact as compared to the baseline, positive values an increase,

5. The direct emissions of HCFCs and alternatives take into account a large number of factors related to the lifetime of each unit manufactured, and aims to use general assumptions to quantify them. This quantification is carried out for the lifetime of the equipment and relates to:

- (a) The HCFC charge, being an input value, and the potentially different charge of the alternatives<sup>1</sup>;

---

<sup>1</sup> Charge differences are generalized assuming same inner volume of the components, and using the ratio of the liquid densities of the different refrigerants in reference to the baseline (e.g. HCFC-22). The liquid density is assumed as the mean of the values for 42°C and, depending on the application, for -32°C, -4°C and 0°C.

- (b) A 2 per cent emission at the time of manufacturing for systems assembled and charged in a factory;
- (c) Typical annual emissions for an average unit, depending on the type of refrigeration or air-conditioning equipment and on assembly in a factory or on site, as shown in Table 1;
- (d) An average lifetime for each unit depending on the various types of refrigeration and air-conditioning equipment as well as on assembly in a factory or on site, as shown in Table 1;
- (e) Recovery at the end of life, currently, in line with practices typical for Article 5 countries assumed to be zero, as shown in Table 1; and
- (f) The climate impact of the substance, calculated on the basis of the substances Greenhouse Warming Potential (GWP) for a 100-year time horizon.

Table 1: Values used as assumptions for annual emissions and lifetime

Type of application	AC, factory assembly	AC, on site assembly	Commercial Cooling, factory assembly	Commercial Cooling, on site assembly	Commercial Frozen, factory assembly	Commercial Frozen, on site assembly
Baseline refrigerant	R22	R22	R22	R22	R22	R22
Product lifespan	10	10	10	14	10	14
Leakage at manufacturing	2%	0%	2%	0%	2%	0%
Annual leakage	2%	5%	2%	25%	2%	25%
Recharge level	55%	55%	55%	55%	55%	55%
Recovery fraction	0%	0%	0%	0%	0%	0%

6. The carbon dioxide emissions related to energy consumption of refrigeration equipment depends on the size, quality of the components, quality of design, application and the operating conditions (chiefly the ambient temperature), and, finally, the CO<sub>2</sub> emission related to the production of electricity. In order to take the different factors into account, a number of assumptions were made and procedures were developed:

- (a) It is assumed that the principle quality of components and quality of the design remain constant; reflecting the content of decision 61/44 of the Executive Committee, asking the Secretariat to “maintain the established practice when evaluating component upgrades in HCFC conversion projects for the refrigeration and air-conditioning sectors, such that after conversion the defining characteristics of the components would remain largely unchanged or, when no similar component was available, would only be improved to the extent necessary to allow the conversion to take place [...]”<sup>2</sup>;

<sup>2</sup> For heat exchangers decision 61/44 was reflected assuming constant product of heat exchange surface and heat transfer coefficient, based on the values calculated for an HCFC baseline system at the design temperature of the system. For compressors, decision 61/44 of the Executive Committee was reflected by using a constant isentropic efficiency while adapting the swept volume to the compressor to provide the specified capacity at the design temperature of the system. The design temperature of the system is either 32°C or 40°C, the selection of which depends on the country of production and, for export, a generalised figure of 32°C.

- (b) The parameters entered as input values are also assumed to remain constant; in particular the capacity of the system, the application and whether a unit is factory assembled or assembled in the field, as well as the country and the share of export;
- (c) The load of the system is estimated depending on the design load = capacity of the unit, and an estimated deviation for different temperatures. A more detailed description can be found in Annex III;
- (d) The energy efficiency varies, depending on the refrigerant used, for different outdoor temperatures; two refrigerants having the same energy efficiency at one outdoor temperature and otherwise identical operating conditions will show a difference in energy consumption at other conditions. In order to reflect this important effect, the Secretariat has attempted to collect the frequency of occurrence of temperatures for each Article 5 country in steps of 2 deg C. The energy efficiency is accordingly calculated for these outdoor temperatures and multiplied with the occurrence and the number of hours per year. In case of countries with several climate zones, the occurrence has been calculated by weighting the different climate zones according to the population living in them, as a proxy to the number of refrigeration systems used<sup>3</sup>;
- (e) The emission of carbon dioxide are published for a number of Article 5 countries and have been estimated for the remainder according to information found in literature; however, for most countries with refrigeration manufacturing capacity, i.e. larger Article 5 countries, information has been published<sup>4</sup>.

7. Major challenges encountered by the Secretariat were related to the lack of precedent as to how countries and implementing and bilateral agencies would address the issue of data collection for refrigeration and air-conditioning equipment, due to a significant amount of submissions for projects covering more than one enterprise coming forward only to the 61<sup>st</sup> and 62<sup>nd</sup> Meetings of the Executive Committee. The formats used by the agencies to collect data lead to the need for significant changes in data management as compared to the original concept. It is assumed that these challenges faced by the Secretariat can be largely reduced in the next round of submissions by providing sufficiently detailed yet still practical data formats for submission.

#### MCII for foam manufacture conversion activities

8. For products manufactured in the foam sector, the direct effect caused by the foam blowing agent used over the lifetime of the product is relatively easily determined for the current use of HCFCs, since the entire foam blowing agent is emitted<sup>5</sup>. For post conversion emission, the case is more complex, since the amount of foam blowing agent used to produce a pre-defined quantity of foam will change; in addition, in some cases this quantity is defined based on mass of foam, in others on the volume of the foam. Additional variations are possible by using more than one blowing agent, e.g. in case of the common practice of adding water to HFC-245fa. Finally, in the case of insulation foams, the thickness of the insulation foam might be changed to accommodate changes in the insulation properties of the foam; a different foam thickness would be equivalent to a higher volume of foam, leading to a respective increase in foam blowing agent used.

---

<sup>3</sup> For example, Algeria shows both Mediterranean climate as well as hot and arid climate. However, the population is predominantly concentrated at the more temperate coast; consequently the coastal conditions have a higher relative weight than the conditions in the centre of the country.

<sup>4</sup> The Secretariat is still in the process of assessing the quality of the related data and improving it, where necessary.

<sup>5</sup> While the indicator is being set-up in a way which allows accounting for collection and destruction of the substance at the end of life of the product, at this time there is little indication to assume that in Article 5 or non-Article 5 countries a significant portion of foam blowing agent will be collected from products containing such foam.

9. Based on these considerations, a concept was developed on how to incorporate energy efficiency in the calculation of the MCII. After consultation with experts, the current concept is to distinguish between several different scenarios:

- (a) Use of polyurethane foam for applications which require constant insulation effect. The related calculation model is meant to use some basic information and standardized properties of polyurethane foam to determine the change in wall thickness necessary to provide the same insulation effect when changing the foam blowing agent from an HCFC to an alternative technology from a pre-defined list. The change in wall thickness, in combination with the different amount of blowing agent per volume of foam needed and the change in density, will allow a calculation of the amount of alternative foam blowing agent needed. Typical applications would be all types of insulation with a defined insulation effect: e.g. based on regulatory requirements;
- (b) Applications requiring the same volume of polyurethane foam, calculating the different amounts of blowing agent for the various technologies needed to produce a given volume of foam. This would be for example applicable to integral skin foam products for automotive use;
- (c) Insulation foam used in confined refrigerated spaces, where the wall thickness cannot be changed to accommodate different insulation properties and where the insulated space is refrigerated. This option can be used for the insulation of refrigerators, commercial refrigeration equipment etc. where an increase in insulation thickness is often not possible due to space constraints<sup>6</sup>;
- (d) Use of extruded polystyrene foam for applications which require constant insulation effect. The calculations are performed similar those in the case indicated in sub-paragraph (a) above for the manufacture of polyurethane foam. This is a likely occurrence in the building industry;
- (e) Use of extruded polystyrene foam in confined spaces, for applications where the wall thickness cannot be changed. The calculations are carried out similar to those in sub-paragraph (c) above manufacture of polyurethane foam.

#### MCII for conversion activities in other manufacturing sectors

10. In preparation for the 62<sup>nd</sup> Meeting, the Secretariat has also received projects and activities in the solvent and fire fighting sectors. The concept of the MCII can be extended to those sectors by assuming a certain release pattern. For solvent as well as for process agent uses, an assumption of a complete release in a short period of time after consumption is certainly meaningful. For the fire fighting sector, a more differentiated approach is necessary, since large quantities of fire fighting agents are simply stored and typically not released or released only after many decades of storage in fire fighting systems. The Secretariat has not yet developed a methodology for the MCII for the fire fighting sector.

---

<sup>6</sup> The cycle calculation model and country-specific data from the refrigeration model is meant to be used to calculate a change in energy consumption and related emissions of CO<sub>2</sub> related to electricity generation, which is added to the climate impact of the blowing agents. The reason for the calculation of energy related emissions only in cases where the energy use is refrigeration, and not for heating is that the difference is in energy used for heating, from sun powered over electricity, gas, oil, and coal as well as heat pumps is so diverse that no meaningful assumptions can be made for the emissions of carbon dioxide related to the additional heating needs of e.g. a building caused by a change in the insulation properties used.

### MCII for the servicing sector

11. The Secretariat has attempted to extend the concept of the MCII to the servicing sector by addressing specific activities that are undertaken as part of the funded service sector activities in HPMPs. The basis for a methodology considered for submissions is that only those emission reductions are taken into account which are directly and quantifiably linked to activities funded by the Multilateral Fund, and that double counting with manufacturing sector activities is avoided. Consequently, changes in the climate impact caused by political agreements, for example the phase-out of HCFCs, are not covered since they are not linked to funded activities but to a commitment of the country to phase-out HCFCs. Accordingly, activities such as awareness and customs training will not contribute positively to the climate impact, since they are supporting compliance with a political agreement and are not directly causing reductions in climate relevant emissions. The remaining activities have in common that they are meant to reduce the consumption of HCFCs through reducing inefficient use of refrigerant. However, should the demand for HCFCs in the country be larger than the supply, any HCFC saved by reducing inefficient use of refrigerant would be used to satisfy the demand. The likely reasons why the supply would be smaller than the demand are import restrictions caused by the need to comply with the reduction schedule of the Montreal Protocol. If the activity leads to a better distribution of refrigerant away from inefficient use towards servicing more existing refrigeration systems, this would help the country to remain in compliance with the provisions of the Montreal Protocol. It would, however, not reduce the absolute amount of HCFC refrigerant used. Consequently, it would be difficult to assign under these circumstances a reduction in climate-relevant emissions directly related to the activity. However, the effect of this provision is likely to be very small, since according to reported data most countries consume less than their compliance target.

12. The attempt to calculate the value for the MCII for the servicing sector focuses on three types of activities in the servicing sector:

- (a) Activities related to recovery can reduce the amount of refrigerant used by recovering, possibly recycling and reclaiming refrigerant during service and end-of-life of the equipment. For recovery, recovery and recycling and reclamation equipment, the existing experience of the Multilateral Fund allows for some broad assumptions regarding the amount of substance recovered, recycled, or reclaimed per year. The amount of refrigerant recovered, recycled or reclaimed will reduce the amount of new HCFCs to be used, and will consequently have a climate impact for those cases where otherwise new HCFC could have been used. The available data will allow this climate impact to be quantified depending on the number of machines to be used. A problem yet unresolved is how to determine a maximum meaningful number of machines for a given country in order to take into account the law of diminishing returns for increasing effort to recover refrigerant from existing systems.
- (b) Servicing practices can be improved to some extent through training and provision of better tools for servicing. It is possible to assume that training of a refrigeration technician (as compared to no training) has some impact in terms of a reduction in refrigerant consumption. However small the effect might be for each technician, the relatively large training programmes supported by the Multilateral Fund are likely to show a noticeable positive effect in reduction of use of refrigerant during the service of refrigeration and air-conditioning equipment. Since every kilogramme of reduced consumption is reducing the impact on the climate accordingly, a figure for the climate impact of these measures can be calculated for those cases where otherwise new HCFCs could have been used.



- (c) Activities related to replace HCFC-22 in existing refrigeration systems:
- (i) The precondition of a positive impact on the climate for any replacement of HCFC-22 in existing systems is the recovery of the remaining refrigerant and its destruction or, for those countries with HCFC consumption below the compliance requirements, possibly its recycling. In all other cases, the impact of a replacement on the climate is most probably negative;
  - (ii) The replacement of existing HCFC-22 systems in refrigeration or air-conditioning with new systems using an alternative technology might lead to an impact on the climate. In order to avoid double-counting, such replacements would only be accounted for under the MCII for systems which would not be covered by a manufacturing sector phase-out project under the Multilateral Fund, i.e. the impact would only be calculated for custom-made systems, typically assembled, installed and charged at the owners location; an example would be a supermarket system. The implementing agency would have to provide the number of systems to be replaced, their approximate refrigeration capacity<sup>7</sup>, whether the system is assembled and charged locally, and the alternative technology. The impact indicator would use this data to estimate the charge of HCFC-22 per refrigeration system, and extend this information to all systems covered by this specific activity. Based on an average remaining charge of HCFC-22 in the system at the time of replacement, and the design charge for the replacement, the difference in climate impact between the two can be determined. In those cases, the energy efficiency is not taken into account since the specific conditions of systems assembled on site do not allow the meaningful use of the relatively small differentiation in energy consumption between the system before conversion and afterwards.
  - (iii) After some consideration, the Secretariat has decided not to propose retrofit of existing systems in the activities which lead to a climate impact. The reason is that for existing systems, the typical retrofit technology would be the refrigerant with the closest match in thermodynamic and thermophysical properties, i.e. HFC-407C. Other than certain efforts related to exchanging the refrigeration oil and possibly replacing some controls, chiefly the expansion valve, the retrofit would be very simple to undertake. The difference in GWP between HCFC-22 and HFC-407C is fairly small (2.0 per cent) with HFC-407C having the lower GWP, further amplified by the density difference leading to a difference in climate impact based on the amount of fluid within the system of 5.43 per cent. However, the energy consumption in an existing system is more likely to increase than decrease with a conversion to HFC-407C. In combination, the climate impact is likely to be marginal, and should be assumed zero. While in terms of refrigeration characteristics HC-290 (propane) could be used in a similar way as HFC-407C, the flammability of HC-290 should in the vast majority of cases prevent HC-290 from being used for retrofits. Should a large retrofit programme be submitted to address this particular issue in an attempt to overcome the barrier for using HC-290 safely in systems designed for non-flammable refrigerants, the related calculations could be established based on principles explained above.

---

<sup>7</sup> The refrigeration capacity would be used to calculate the likely charge of these systems, since at the time of project submission such an approach might be the most accurate one.

13. The Secretariat is presently in the conceptual phase and wanted to present the above considerations regarding the service sector to the Executive Committee and the bilateral and implementing agencies; the Secretariat welcomes any feedback on these considerations. Some modelling calculations done by the Secretariat have shown that even using conservative assumptions and despite the limitations spelled out above, the effect that the activities in the servicing sector have on the climate might in some cases be significant.

### Annex III

## BACKGROUND INFORMATION REGARDING THE CALCULATION OF THE MCII (REFRIGERATION PART)

### Introduction

1. The refrigeration model described in this document is part of the Multilateral Fund Climate Indicator (MCII) developed by the Multilateral Fund Secretariat; this model has been developed by Re/gent, a Research & Development centre in The Netherlands specialised in refrigeration, air conditioning and heat pumps. It has been integrated into a Microsoft Excel shell for data entry and, in particular, data management by Mr. Anton Driesse from Canada. The model can at this time be used to assess the environmental impact of HCFC-22 and its alternatives under different climatic conditions. It is still in a state of development, and therefore details described in this annex might be subsequently changed and documented accordingly. This annex concentrates mainly on the description of the model used for the calculation of the refrigeration cycle.
2. This version of the model is entirely developed as a spreadsheet tool, which is able to calculate refrigeration and AC system performances under a variety of ambient conditions and compare the results with an HCFC-22 base case. This comparison does include both energy consumption as well as the related CO<sub>2</sub> emissions for which regional data is included in the model.
3. The spreadsheet model is structured as follows:
  - (a) A main sheet which contains the user input data (such as refrigeration system to be studied, country of application, etc.). Also the main output data is shown here, such as annual energy consumption and CO<sub>2</sub> emission for all the HCFC-22 alternatives included. The results are shown in tabular format;
  - (b) A transfer sheet into the actual refrigeration model, which is contained in a separate Excel file. This second Excel file contains also the other refrigeration-relevant information, such as
    - (i) A detail sheet which contains some of the main results calculated. It shows the system performance at the design point as well as a diagram of system efficiencies and compressor run time over the various ambient temperatures;
    - (ii) A set of cycle x sheets containing the refrigeration cycle calculations<sup>1</sup>, based on ideal loop calculations extended with isentropic efficiencies of the compression process. The cycle calculations are automatically performed for all relevant ambient temperatures (using a bin approach with temperature intervals);
    - (iii) A settings sheet which contains predefined data for the refrigeration/AC systems which can be assessed; and
    - (iv) A work area sheet where some background calculations, intermediate results etc. are placed.

---

<sup>1</sup> With "x" representing the name of the refrigerant.

- (v) The spreadsheet model further contains some code modules (using VBA programming language), which is used for the necessary user interfacing.
- (c) The spreadsheet model does require refrigerant property data. The data included in the model has been derived from the refrigeration property software (Refprop 6) from the National Institute for Standards and Technology in Boulder, United States of America. The Refprop data is included in the model by using tabular data and using interpolation methods to find intermediate data points. This avoids that a real property model needs to be installed along with the spreadsheet model, in order to be able to distribute the spreadsheet model without issues related to intellectual property.

#### Model description

4. Within the cycle model the refrigeration system is calculated using various refrigerants and for various ambient conditions. The ambient conditions are taken from the country specific occurrence of temperatures, which is for the purpose of the calculation converted to 20 different ambient temperatures where for each temperature the number of hours is known.

5. In a first step, a calculation of the base system is performed using HCFC-22 in the design condition. This generates some system data which is then used to calculate the cycle in the various ambient conditions in the off-design point calculations. For each of the operating temperatures this results in a system cooling capacity and the energy consumption. By multiplying the consumption with the number of hours in each temperature interval, it is possible to establish the total annual energy consumption of the system.

6. There are some special cases in the cycle calculations:

- (a) If the compressor run time exceeds 100 per cent in general the system will not maintain the product temperature any more (e.g. the cooling unit will start to increase in temperature). In the model this is not compensated for, i.e. it is assumed that the compressor runs 100 per cent of the time, and the product or room is actually increasing in temperature. However, this is only the case at temperatures very significantly higher than the design temperature, and has not been reached in the simulations carried out;
- (b) At very low ambient temperatures the condensation temperature may drop below the evaporation temperature (e.g. for the cooling application). This is prevented in the programme by setting a minimum temperature differential between condenser and evaporator and assuming for all temperatures below 10°C constant conditions similar to 10°C outdoor temperature. This is the simulation equivalent of the reality of a condenser fan control or a condensation pressure regulator; and
- (c) The model has been extensively tested and rewritten to improve both running times and convergence of the result.

#### Design calculation

7. After the selection of the type of refrigeration or air-conditioning system, and the country with its climate data in the background, it is necessary to specify the required thermal load for which the system was designed (the amount of heat the cooling system must extract at design condition). This is equal to the capacity to be provided by the user. By the selection of the refrigeration and air-conditioning system and the country, a large number of parameters are preset; those are partially referred to already in Annex I

of this document. With these parameters being set the following calculation structure is applied for the base refrigerant HCFC-22:

- (a) First the main refrigerant loop parameters are calculated, condensation and evaporation temperatures and outlet conditions of the evaporator as well as the condenser;
- (b) From the system cooling capacity, an evaporator analysis is carried out leading to the evaporator conductance used for further calculations at off-design conditions;
- (c) The refrigerant mass flow is determined;
- (d) From the compression process the exit conditions at the compressor, which are equal to the inlet conditions of the condenser are derived; and
- (e) Finally a condenser analysis can be made leading to the condenser conductance and the condenser air flow rate.

8. After the analysis of the HCFC-22 system at design condition, the evaporator and condenser sizes (conductance or UA values) are known as well as the air flows through evaporator and condenser. In addition also the compressor size needed for HCFC-22 to match the thermal load supplied is calculated. The evaporator and condenser information (UA and flow rate) is then applied to calculate the operation of the selected system with all alternative refrigerants. For each of these refrigerants a compressor size is selected which matches the thermal load at the design condition. After these preliminary calculations the off-design point calculations can start.

#### Main circuit parameters

9. It is possible to derive the evaporation temperature from the air inlet temperature to the evaporator and the temperature differential given by the user. From the refrigerant properties the evaporation pressure can be calculated. As the evaporator superheat is defined by the system selection, it is possible to calculate the evaporator exit enthalpy using the appropriate refrigerant relations.

10. For the condenser side, the condensation temperature can be derived from the air temperature entering the condenser and the temperature differential given by the user. Also here the condensation pressure is derived from refrigerant properties. The condenser exit temperature can be found by subtracting the sub-cooling supplied by the system selection from the condensation temperature. Using the appropriate refrigerant relations it is possible to calculate the condenser exit enthalpy.

11. Assuming isenthalpic expansion in the throttling device in the circuit, the evaporator inlet enthalpy can be set equal to the condenser exit enthalpy.

#### Evaporator calculation at design

12. The cooling capacity of the system can be calculated from the thermal load given and the compressor run time:

$$Q_r = \frac{Q_L}{R_p}$$

13. For the evaporator air side, the temperature differential is specified during system selection. As the cooling capacity is known, it is possible to calculate the air mass flow (and hence also the air volumetric flow):

$$\dot{m}_{e,air} = \frac{Q_r}{c_{p,air}(T_{e,air,in} - T_{e,air,out})}$$

14. As all temperatures are defined it is further possible to calculate the logarithmic mean temperature difference for the evaporator. It is then simply possible to calculate the evaporator conductance by:

$$(UA)_e = \frac{Q_r}{LMTD_e}$$

This implies that the evaporator heat transfer characteristics at design conditions are fixed and can be used later for other temperature conditions.

#### Refrigerant mass flow at design

15. The refrigerant mass flow can be calculated from:

$$m_r = \frac{Q_r}{h_{e,out} - h_{e,in}}$$

#### Compression process at design

16. The compressor exit conditions can be calculated using the isentropic efficiency and the inlet conditions. These are typically taken equal to the exit conditions of the evaporator. This allows calculating in the next step the compressor exit enthalpy as follows:

$$h_{comp,out} = \frac{h_{isentropic} + h_{comp,in}(\eta_i - 1)}{\eta_i}$$

17. From the compressor volumetric relations it is possible to derive the compressor displacement volume.

#### Condenser calculation at design

18. For the warm side (the condenser) it is now possible to perform the heat transfer calculations. First it is assumed that the air entering the condenser coil is at ambient temperature (so the design ambient temperature). As the condensation temperature is known and the temperature efficiency is supplied by the user, it is possible to calculate the air exit temperature:

$$T_{c,air,out} = \eta_c(T_c - T_{c,air,in})$$

Knowing all temperatures also the logarithmic temperature difference can be calculated.

19. The condenser reject heat can be calculated as the refrigerant mass flow has already been established and the refrigerant state points at inlet and exit of the condenser are already known from the previous analysis:

$$Q_c = \dot{m}_r (h_{c,in} - h_{c,out})$$

Knowing the condenser heat flow, it is possible to calculate the condenser conductance:

$$(UA_c) = \frac{Q_c}{LMTD_c}$$

It is further possible to resolve the condenser air mass flow from:

$$\dot{m}_{c,air} = \frac{Q_c}{c_{p,air}(T_{c,air,out} - T_{c,air,in})}$$

### Compressor

20. The compressor mass flow can be calculated as follows:

$$\dot{m} = \rho_{comp,in} \eta_v \phi_v$$

With the compressor volumetric efficiency defined as follows (using the clearance volume ratio CL):

$$\eta_v = 1 - CL \left[ \left( \frac{p_c}{p_e} \right)^{1/k} - 1 \right]$$

and the compressor displacement is typically found as the product of the compressor swept volume and the operating frequency. In the model the compressor displacement is used rather than swept volume in order to make systems independent on operating frequency as this is generally linked to the main supply frequency.

The compressor outlet conditions can typically be found using the isentropic efficiency given by the selection of the system:

$$\eta_i = \frac{h_{isentropic} - h_{comp,in}}{h_{comp,out} - h_{comp,in}}$$

if the inlet enthalpy to the compressor is known. The isentropic enthalpy is typically found using the appropriate refrigerant property relations.

Condenser

21. Basically three heat transfer relations are relevant for the condenser, for the air side, refrigerant side and the heat transfer between air and refrigerant, respectively:

$$\begin{aligned} Q &= \dot{m}_{c,air} c_{p,air} (T_{c,air,out} - T_{c,air,in}) \\ Q &= \dot{m}_r (h_{c,in} - h_{c,out}) \\ Q &= (UA)_c LMTD_c \end{aligned}$$

which must result in the same heat transfer in a stationary situation.

In this relation the logarithmic mean temperature difference is defined as:

$$LMTD_c = \frac{T_{c,air,in} - T_{c,air,out}}{\ln\left(\frac{T_c - T_{c,air,in}}{T_c - T_{c,air,out}}\right)}$$

To evaluate the heat transfer for a coil type of heat exchanger, it is possible to use the classical number of transfer units approach. This requires first the definition of the heat exchanger temperature efficiency:

$$\eta_c = \frac{T_c - T_{c,air,out}}{T_c - T_{c,air,in}}$$

It is possible to express the number of transfer units as the ratio of the conductance and the flow capacity:

$$NTU_c = \frac{(UA)_c}{\dot{m}_{c,air} c_{p,air}}$$

Assuming a cross flow heat exchanger, it is now possible to relate the number of transfer units and the heat exchanger efficiency with

$$\eta_c = 1 - e^{-NTU}$$

In total this is a set of seven equations, with the following 11 variables:

$$Q, \dot{m}_{c,air}, T_{c,air,in}, T_{c,air,out}, \dot{m}_r, h_{c,in}, h_{c,out}, (UA)_c, T_c, NTU_c, \eta_c$$

In general it requires therefore that four variables needs to be specified in order to solve the remaining parameters. Typically the mass flow of air is a given parameter as well as the air inlet temperature. If also the UA-value of the condenser coil is supplied and the refrigerant inlet enthalpy is supplied the remaining parameters can be calculated.

Note that the above only holds for the single fluid refrigerants. For the mixed refrigerants using a temperature glide, an extended model for the heat transfer effectiveness is integrated.



### Evaporator

22. Basically three heat transfer relations are relevant for the evaporator, for the air side, refrigerant side and the heat transfer between air and refrigerant, respectively:

$$\begin{aligned} Q &= \dot{m}_{e,air} c_{p,air} (T_{e,air,in} - T_{e,air,out}) \\ Q &= \dot{m}_r (h_{e,out} - h_{e,in}) \\ Q &= (UA)_e LMTD_e \end{aligned}$$

which must result in the same heat transfer in a stationary situation.

In this relation the logarithmic mean temperature difference is defined as:

$$LMTD_e = \frac{T_{e,air,out} - T_{e,air,in}}{\ln \left( \frac{T_{e,air,in} - T_e}{T_{e,air,out} - T_e} \right)}$$

To evaluate the heat transfer for a coil type of heat exchanger, it is possible to use the classical number of transfer units approach. This requires first the definition of the heat exchanger temperature efficiency:

$$\eta_e = \frac{T_{e,air,out} - T_e}{T_{e,air,in} - T_e}$$

It is possible to express the number of transfer units as the ratio of the conductance and the flow capacity:

$$NTU_e = \frac{(UA)_e}{\dot{m}_{e,air} c_{p,air}}$$

Assuming a cross flow heat exchanger, it is now possible to relate the number of transfer units and the heat exchanger efficiency with

$$\eta_e = 1 - e^{-NTU_e}$$

In total this is a set of seven equations, with the following 11 variables:

$$Q_r, \dot{m}_{e,air}, T_{e,air,in}, T_{e,air,out}, \dot{m}_r, h_{e,in}, h_{e,out}, (UA)_e, T_e, NTU_e, \eta_e$$

In general it requires therefore that four variables needs to be specified in order to solve the remaining parameters. Typically the mass flow of air is a given parameter as well as the air inlet temperature. If also the UA-value of the evaporator coil is supplied and the refrigerant inlet enthalpy is supplied the remaining parameters can be calculated.

Note that the above only holds for the single fluid refrigerants. For the mixed refrigerants using a glide, an extended model for the heat transfer effectiveness is integrated.

Off-design point calculation

23. Once the system has been selected and the calculation of the refrigeration system in the design point has been completed, it is possible to calculate the refrigeration cycle at other conditions. From the design point the air flow and thermal conductance (UA) of both the evaporator and condenser have been derived and are assumed to be the same in other operating conditions. Other parameters, such as superheat, sub-cooling and isentropic compressor efficiency are all supposed to remain constant when the operating conditions of the system changes.

24. With this given set of data an iterative calculation of the system is needed. This is due to the fact that only the air entrance temperatures are given for both the condenser and evaporator, but the condensation temperature and evaporation temperature are unknown. In fact the set of relations described under the compressor, condenser and evaporator topics are all applied and calculated. This requires first some assumptions for certain parameters, here the evaporation and condensation temperature are applied. Once assumed, it is possible to derive an error in the set of equation, which is used for revising the assumed evaporator and condenser temperature, this until convergence is achieved. In the cycle sheets, the off-design calculations are performed for different external ambient conditions, which generally impact the condenser performance.

-----