



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



Distr.
GENERALE

UNEP/OzL.Pro/ExCom/70/53/Rev.1*
3 octobre 2013

FRANÇAIS
ORIGINAL : ANGLAIS

COMITE EXECUTIF
DU FONDS MULTILATERAL AUX FINS
D'APPLICATION DU PROTOCOLE DE MONTREAL
Soixante-dixième réunion
Bangkok, 1 – 5 juillet 2013

**DOCUMENT D'ANALYSE SUR LA RÉDUCTION DES RÉPERCUSSIONS NÉFASTES POUR
LE CLIMAT DE L'ÉLIMINATION DES HCFC DANS LE SECTEUR DE L'ENTRETIEN DE
L'ÉQUIPEMENT DE RÉFRIGÉRATION (DÉCISION 68/11)**

* La présente révision est émise afin de combiner les documents UNEP/OzL.Pro/70/53 et le Corr.1

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.

Contexte

1. À la 66^e réunion, un membre du Comité exécutif a soulevé la question des incidences sur le climat de l'élimination des HCFC dans le secteur de l'entretien des équipements de réfrigération, dans le contexte de la discussion sur les plans de gestion de l'élimination des HCFC (PGEH) soumis pour approbation. Il a été mentionné que tandis que certaines activités, telles que la formation des techniciens, pourraient conduire à un effet positif sur le climat, les avantages climatiques de la reconversion des équipements de réfrigération dépendraient du potentiel de réchauffement de la planète (PRG) des solutions de remplacement utilisées. Notant que la question des incidences sur le climat dans le secteur avait été abordée dans de nombreux PGEH individuels, il était nécessaire que le Comité exécutif examine une approche plus globale de ces questions interdépendantes.

2. Sur cette base, un projet de recommandation contenant les éléments clés suivants a été proposé¹ :

- (a) Que les pays visés à l'article 5 pour lesquels un PGEH avait été approuvé pour prendre en main le secteur de l'entretien des équipements de réfrigération accordent la priorité aux activités favorisant la réduction des émissions de frigorigènes (par exemple la formation des techniciens, les bonnes pratiques d'entretien et la récupération/réutilisation) plutôt qu'à celles qui encouragent le remplacement ou l'adaptation d'équipements à base de HCFC ; et
- (b) Que là où des produits de remplacement aux HCFC écoénergétiques et à faible potentiel de réchauffement de la planète, utilisés en tant que frigorigènes dans des applications importantes, sont disponibles sur le marché, les pays devraient chercher à comprendre les obstacles à leur introduction, encourager le dialogue entre les parties prenantes clés sur les questions relatives à l'ozone et à l'efficacité énergétique, développer des politiques et/ou des codes et des normes pour vaincre ces obstacles et encourager/promouvoir l'introduction de ces produits de remplacement sur les marchés locaux, développer des activités habilitantes, et sélectionner dans chaque programme incitatif pour la reconversion destinée aux utilisateurs finals ces produits de remplacement lorsque les conditions locales permettent leur durabilité à long terme.

3. Lors des discussions qui se sont ensuivies, il a été suggéré d'inclure des références à des produits de remplacement écoénergétiques, et d'avoir des programmes incitatifs ne se limitant pas uniquement les reconversions destinées aux utilisateurs finals. Des membres ont indiqué qu'ils avaient besoin de plus de temps pour les consultations afin d'examiner les implications pour les PGEH déjà approuvés, les répercussions sur les politiques et les réglementations se rapportant aux substances appauvrissant la couche d'ozone (SAO), ainsi que les incidences financières. Il a également été souligné que des raisons économiques et techniques pourraient entraver certains pays dans leur capacité à utiliser des produits de remplacement des HCFC à faible PRG, même si ceux-ci sont disponibles sur le marché. En l'absence de consensus sur le projet de recommandation, le Comité exécutif l'a reporté à sa 67^e réunion aux fins d'un nouvel examen (décision 66/20).

4. Le Comité a poursuivi ses délibérations sur cette question lors de la 67^e et de la 68^e réunion. Les mêmes problèmes ont été évoqués que lors des discussions précédentes et de nouvelles questions ont été soulevées, incluant les risques potentiels associés aux produits de remplacement des HCFC pour l'utilisation desquels les pays visés à l'article 5 risquent de ne pas disposer de la formation nécessaire, ainsi que leur manque connaissance des autres nouveaux produits de remplacement proposés.

¹ Le texte intégral du projet de recommandation proposé par le coordinateur du groupe de contact figure à l'annexe VI du document UNEP/OzL.Pro/ExCom/67/39.

5. Sur cette base, le Comité exécutif a demandé au Secrétariat, en consultation avec les agences bilatérales et d'exécution, de préparer un document de travail pour la 70^e réunion, lequel présenterait les principales questions et considérations en jeu lorsqu'il s'agit de promouvoir des stratégies, approches et technologies visant à réduire au minimum les répercussions néfastes pour le climat de l'élimination des HCFC dans le secteur de l'entretien des équipements de réfrigération, dans le contexte de la décision XIX/6 de la dix-neuvième Réunion des Parties (décision 68/11).

Portée du document

6. Le Secrétariat a préparé le présent document en réponse à la décision 68/11. Ce document décrit brièvement les considérations principales sur la réduction des incidences négatives sur le climat dans le secteur de l'entretien, fournit une vue d'ensemble du secteur actuel de la réfrigération, décrit dans les grandes lignes les expériences acquises lors de l'élimination des CFC dans le secteur de l'entretien des équipements de réfrigération applicables à l'élimination des HCFC, et propose une recommandation.

7. Lors de la préparation de ce document, le Secrétariat a tenu compte des décisions du Comité exécutif se rapportant au secteur de l'entretien des équipements de réfrigération, de l'expérience acquise au sein du Fonds multilatéral par l'examen d'activités individuelles² et des plans d'élimination³ s'adressant au secteur de l'entretien, les études de cas et les évaluations menés à bien par l'Administrateur principal chargé du suivi et évaluation, ainsi que les rapports d'achèvement de projet (RAP). Le Secrétariat a également examiné les publications importantes publiées par le Programme d'action pour la conformité (PAC) du PNUE, les présentations techniques faites lors des réunions des réseaux régionaux du PNUE, le rapport du Groupe de l'évaluation technique et économique (TEAP) sur les informations supplémentaires au sujet des produits de remplacement des SAO, ainsi que des revues et des publications traitant de la réfrigération et de la climatisation.

8. Ce document est également le fruit de discussions et de consultations importantes avec les agences bilatérales et d'exécution concernées qui ont fourni des informations pertinentes recueillies sur le terrain. Le Secrétariat est reconnaissant des contributions apportées par les agences. Toutefois, du fait de la complexité de la tâche et du temps limité disponible, il n'a pas été possible de partager avec les agences la version finale du présent document.

Considérations principales sur la réduction des incidences négatives sur le climat dans le secteur de l'entretien

Secteur de l'entretien des équipements de réfrigération

9. Le terme « secteur de l'entretien des équipements de réfrigération » décrit avant tout uniquement l'entretien des équipements de réfrigération existants. En réalité, l'expertise des techniciens frigoristes est fréquemment employée pour les tâches supplémentaires d'assemblage, de chargement initial et de mise en service des nouveaux équipements de réfrigération, en particulier lorsque ceux-ci ont été conçus sur mesure pour des installations spécifiques (par exemple pour des supermarchés, des transports réfrigérés, etc.). La charge initiale de frigorigènes dans de nouveaux systèmes représente une part estimée entre 20 et 60 % de la consommation de HCFC dans le secteur de l'entretien pour la plupart des pays. Le Secrétariat ne dispose de pratiquement pas de données concernant la répartition de la consommation du secteur de l'entretien entre l'entretien véritable et l'assemblage/installation/chargement initial/mise en service. En fait, l'utilisation de HCFC-22 se rapportant à l'installation et à la charge initiale des équipements de

² Comprenant entre autres des programmes de formation destinés aux techniciens frigoristes et aux agents des douanes ; programmes de récupération et recyclage ; et reconversion des équipements de réfrigération approuvés depuis la 4^e réunion du Comité exécutif (juin 1991).

³ Notamment, les plans de gestion des frigorigènes (PGF), les plans de gestion de l'élimination finale (PGEF), les plans nationaux d'élimination (PNE) pour des pays ne faisant pas partie des pays à faible volume de consommation, et plus récemment les PGEH.

réfrigération ne figure dans pratiquement aucun PGEH. La principale différence entre les deux groupes de tâches est que, dans de nombreux cas dans lesquels le secteur de l'entretien réalise l'assemblage, l'installation, le chargement initial et la mise en service, le choix de la technologie n'est pas limité par un système déjà existant. Par comparaison, l'entretien véritable des équipements de réfrigération offre seulement une possibilité limitée de changer la technologie sélectionnée lors de l'achat de l'équipement, étant donné que chaque système de réfrigération a été spécialement conçu pour un frigorigène donné.

10. Les tâches d'assemblage, d'installation, de chargement initial et de mise en service d'un nouvel appareil de réfrigération, réalisées par le même personnel que celui chargé de l'entretien des appareils existants, sont reliées à la sélection de la technologie dans de nouveaux systèmes de réfrigération et de climatisation, mais ne seront pas examinées en détail dans le présent document. Dans une certaine mesure, le Comité exécutif a abordé ce secteur dans sa décision se rapportant à l'assemblage, l'installation et le chargement des équipements de réfrigération (décision 31/45) et à l'assemblage des équipements de réfrigération en plus des activités dans les secteurs de la fabrication et de l'entretien (décision 62/14). Bien que le Fonds multilatéral ait approuvé des activités dans certaines entreprises d'assemblage d'équipements de réfrigération, ceci dans le contexte de projets cadres ou de plans d'élimination pour lesquels les conditions spécifiques n'étaient pas connues de manière détaillée, les approches utilisées n'ont jamais été examinées complètement au sein du Comité exécutif et, jusqu'à présent, une analyse de secteur, un feedback sur l'expérience acquise ou encore une stratégie concise font aussi défaut.

Incidences sur le climat du secteur de l'entretien des équipements de réfrigération

11. Les incidences négatives sur le climat, s'agissant de l'élimination des HCFC dans le secteur de l'entretien des équipements de réfrigération, réfèrent à une augmentation des émissions des gaz à effet de serre (GES) (exprimées en équivalent CO₂) se rapportant à la situation actuelle. Dans le secteur de la réfrigération⁴, les émissions de GES peuvent être en relation avec l'approvisionnement en énergie électrique pour actionner le processus de refroidissement, l'énergie électrique étant dans de nombreux pays générée par l'oxydation des combustibles fossiles. En dépit de la possibilité d'accroître dans une certaine mesure l'efficacité d'un cycle de réfrigération au moyen d'une meilleure conception et de composants de qualité supérieure, la consommation d'importantes quantités d'énergie est inhérente au fonctionnement d'un système de réfrigération. Selon les méthodes utilisées pour générer l'énergie et, dans le cas de l'électricité, leur mélange au sein d'un réseau électrique donné, d'importantes émissions de CO₂ sont reliées au fonctionnement des équipements de réfrigération ; ces émissions sont appelées émissions indirectes.

12. En plus de ces émissions indirectes, les frigorigènes, qui sont conçus pour rester au sein d'un cycle hermétiquement fermé, se dégagent néanmoins dans des quantités importantes au cours de la fabrication, de l'installation, du fonctionnement, de l'entretien et de la destruction des équipements. Pratiquement tous les frigorigènes sont des gaz à effet de serre (GES) et en particulier les frigorigènes halogénés ininflammables (CFC-12, HCFC-22, HFC-134a, HFC-125 en tant que composant du HFC-410A, et d'autres) ont souvent une puissance 1000 fois plus élevée que le CO₂, exprimée comme étant leur PRG. Jusqu'à présent, il n'existe que des données historiques fiables limitées sur les émissions directes et indirectes en relation avec le secteur de l'entretien des équipements de réfrigération dans les pays visés à l'article 5.

13. L'entretien des équipements de réfrigération peut avoir une incidence mesurable sur les émissions indirectes. L'efficacité des équipements de réfrigération n'est pas seulement tributaire de la technologie utilisée, des efforts de conception et de la sélection des composants, mais aussi, dans une mesure importante, des réglages appropriés des commandes (souvent réalisés ou ajustés sur place), ainsi que de la propreté des échangeurs de chaleur, assortie d'une bonne circulation d'air. Une efficacité énergétique

⁴ Incluant également les climatiseurs et les pompes thermiques.

détériorée du fait du manque d'entretien courant n'est guère spécifique à une technologie en particulier et peut avoir un plus grand effet sur les émissions indirectes que le choix de la technologie. Les réglages appropriés des dispositifs dépendent de l'expertise du personnel de l'entretien et de la minutie de l'entretien fourni, tandis que le nettoyage des échangeurs de chaleur et le fait d'assurer une circulation d'air appropriée sont liés à la fréquence et au soin apporté à cette tâche en particulier, qu'elle soit réalisée par des techniciens frigoristes ou, en partie, par du personnel moins qualifié, par exemple le propriétaire des équipements. Ces deux pratiques ont un impact important sur l'efficacité de chaque appareil de réfrigération ou de climatisation faisant l'objet de l'entretien. Toutefois cet impact est très difficile à quantifier et à suivre à l'échelle nationale, et n'est pratiquement pas relié à l'élimination des HCFC. Néanmoins, les activités de sensibilisation et de diffusion des informations techniques pertinentes au sujet des étapes nécessaires pour parvenir à la réduction de la consommation d'énergie, mentionnées plus haut, pourraient être mise en œuvre parallèlement au PGEH.

14. L'entretien des équipements de réfrigération a, en particulier, un impact majeur sur les émissions directes. Les émissions directes sont reliées à de petites fuites et fractures ainsi qu'aux émissions durant l'installation, l'entretien et la mise hors service/remplacement des équipements de réfrigération. Les émissions par système ont tendance à augmenter avec l'augmentation de la charge de frigorigènes des équipements et l'augmentation des réparations du cycle de réfrigération. Le tableau 1 fournit une vue d'ensemble de plusieurs causes d'émissions de frigorigènes dans l'atmosphère, et les façons possibles de les prendre en main dans le secteur de l'entretien. Des considérations supplémentaires sur les mesures des incidences sur le climat dans le secteur de l'entretien des équipements de réfrigération sont incluses dans l'annexe I.

Tableau 1 : Causes des émissions de frigorigènes dans le fonctionnement des équipements de réfrigération et manières possibles de les réduire

Cause de l'émission			Manières possibles de réduire des émissions spécifiques ⁵
En général	Détail	En relation avec le volume de la charge	
Petites fuites	Utilisation de composants/raccordements qui fuient		Amélioration de la conception/ abandon de certains composants/ raccordements
	Soudage insuffisant ou raccord insuffisant		Amélioration de la fabrication/ de la qualité de l'assemblage Amélioration des tests de détection des fuites chez le fabricant/ durant l'assemblage Amélioration des procédures et de la qualité de l'entretien Amélioration des tests de détection de fuites lors de l'entretien
Fractures	Vibrations	X	Amélioration de la conception Amélioration de l'assemblage Amélioration de l'installation Amélioration des réglages des commandes
	Accidents	X	Amélioration des procédures et de la qualité de l'installation
Pratique d'entretien	Toutes les émissions durant la réparation du cycle de	X	Amélioration de la qualité des équipements afin de réduire la fréquence de l'entretien

⁵ Exemples ; plusieurs activités coordonnées peuvent être nécessaires pour permettre la réalisation, et certaines activités peuvent prendre en main plusieurs moyens.

Cause de l'émission			Manières possibles de réduire des émissions spécifiques ⁵
En général	Détail	En relation avec le volume de la charge	
	réfrigération		
	Dégagement avant réparation	X	Récupération et régénération (recyclage)
	Nettoyage des résidus de soudage avec des frigorigènes		Utilisation de solvant (et pas du HCFC-141b) Utilisation d'azote durant le soudage (atmosphère inerte)
	Test de fonctionnement avec suivi de dégagement en cas de mauvais fonctionnement	X	Récupération et réutilisation Amélioration de la qualité de l'entretien
	Test de détection des fuites suivi de dégagement	X	Utilisation d'azote (plus dépister le frigorigène) Amélioration de la qualité de l'entretien Récupération (en cas d'utilisation de frigorigène pur)
	Émissions résultant des frigorigènes restés dans les tuyaux		Amélioration des pratiques d'entretien (succession pendant le chargement)
	Émissions résultant des frigorigènes restés dans les bouteilles de frigorigènes jetables		Interdictions des récipients jetables là où c'est faisable
Fin de vie	Pas de récupération	X	Récupération et régénération (recyclage)
s.o.	Réduction du volume de la charge		Amélioration de la conception Amélioration des composants Amélioration de l'assemblage

Approches en vue de réduire au minimum les répercussions néfastes pour le climat de l'élimination des HCFC dans le secteur de l'entretien des équipements de réfrigération

15. Les incidences néfastes pour le climat de l'élimination des HCFC dans le secteur de l'entretien des équipements de réfrigération peuvent être réduites de la façon suivante :

- (a) Encourager un changement dans le choix de la technologie en direction de technologies ayant des incidences plus faibles sur le climat, pour de nouveaux systèmes de réfrigération chargés en usine en tant qu'approche la plus efficace pour réduire au minimum les incidences sur le climat. Les efforts possibles pour traiter de ce problème ne s'adressent pas au secteur de l'entretien et sont donc seulement développés de façon succincte dans le présent document ;
- (b) Encourager un changement dans le choix de la technologie en direction de technologies ayant des incidences plus faibles sur le climat, pour de nouveaux systèmes de réfrigération pour lesquels le secteur de l'entretien réalise, en particulier, le chargement initial et la mise en service, mais souvent se chargent également de l'assemblage et/ou de l'installation. Pour répondre à ce problème, on s'efforcera de développer la sensibilisation ainsi que la formation à l'utilisation et à l'entretien des nouvelles technologies, mesures prises dans le cadre des activités en relation avec l'entretien ;
- (c) Réduire le volume de la charge, réduisant ainsi les quantités de frigorigènes émises selon différents scénarios (voir tableau 1), en particulier pour les systèmes pour lesquels le secteur de l'entretien réalise l'assemblage et/ou l'installation ;

- (d) Réduire les émissions de frigorigènes pendant l'entretien ;
- (e) Améliorer la qualité du produit ainsi que la qualité de l'installation et de l'entretien afin de réduire la fréquence des fuites et des fractures ainsi que des réparations ;
- (f) Améliorer l'efficacité énergétique des équipements par le biais d'un meilleur entretien (par exemple réglage des commandes et nettoyage des composants du système) ; et
- (g) Lorsque ceci est faisable, adaptation des équipements de réfrigération à des technologies ayant un PRG moins élevé, en supposant que les conditions préalables suivantes sont remplies : une reconversion sans risque est possible ; les émissions de frigorigènes au cours de la reconversion, plus les émissions de frigorigènes ayant un PRG moins élevé durant la durée de vie restante, mesurées en tonnes d'équivalent CO₂, sont inférieures à celles associées à la poursuite du fonctionnement du système existant sans changement ; les augmentations d'émissions indirectes dues à l'augmentation possible de la consommation d'énergie en relation avec la reconversion ne surcompensent pas les réductions d'émissions directes ; et suffisamment d'incitatifs (au plan des réglementations ou au plan économique) pour éviter le retour aux HCFC.

Présentation d'ensemble du secteur actuel de l'entretien des équipements de réfrigération

16. L'élimination de l'utilisation des CFC utilisés dans le secteur de l'entretien des équipements de réfrigération a été pendant longtemps l'une des priorités du Comité exécutif. Dès 1991, le Comité a approuvé des programmes de formation destinés aux techniciens frigoristes et des projets de récupération et de recyclage. À mesure de l'avancement du programme d'élimination des SAO, les projets de récupération et de recyclage, et les programmes de formation ont été intégrés au sein des plans de gestion des frigorigènes (PGF) en tant qu'approche plus complète et d'un meilleur rapport coût-efficacité pour réduire la consommation de SAO dans le secteur de l'entretien. Vers la fin de 2010, les PGF ont été remplacés par les plans de gestion de l'élimination nationale/finale (PNE/PGEF), comprenant les engagements et les activités destinés à l'élimination totale des CFC.

17. Pour la majorité des pays visés à l'article 5, le secteur de l'entretien des équipements de réfrigération continue à demeurer le plus important ou l'unique consommateur de SAO. Les informations issues des PGEF approuvés montrent qu'environ 95 pays visés à l'article 5 utilisent uniquement du HCFC-22 pour l'entretien des équipements de réfrigération et de climatisation existants. Pour les 50 pays restants, qui, en plus de l'entretien, ont des entreprises qui utilisent les HCFC dans la fabrication, le secteur de l'entretien des équipements de réfrigération commence aussi à devenir essentiel du fait que les HCFC commencent à être éliminés dans les secteurs de fabrication. De ce fait et du fait de l'émission constante de frigorigènes dans l'atmosphère, les actions destinées à améliorer le secteur de l'entretien dans les pays visés à l'article 5 contribueront grandement à réduire les répercussions sur le climat.

18. Le secteur de l'entretien des équipements de réfrigération utilise actuellement en tant que frigorigène du HCFC-22 pour un grand nombre d'appareils de climatisation variés à usage domestique (climatiseurs portables, de fenêtre, bi-blocs), pour les plus grands systèmes de climatisation à usage commercial (systèmes bi-blocs avec conduits, de toit, monobloc intérieur, centralisé), les systèmes de réfrigération à usage commercial (systèmes individuels, à condensation, centralisés), et d'autres applications de réfrigération (pêche, chambres froides, transports réfrigérés). Le HCFC-22, le HCFC-124 le HCFC-142b sont également des composants de mélanges de frigorigènes utilisés en tant que produits de substitution pour les systèmes de réfrigération à base de CFC-12, le HCFC-123 est utilisé en tant que frigorigène dans de très grands refroidisseurs, et le HCFC-141b sert de solvant (pour le nettoyage des

circuits de réfrigération)⁶. En plus des HCFC, le secteur de l'entretien des équipements de réfrigération utilise parfois une grande variété de HFC, sous forme pure ou dans des mélanges, les plus communs étant le HFC-134a et le HFC-404A dans le secteur de la réfrigération commerciale, et le HFC-410A et le HFC-407C dans le secteur de la climatisation. La part de HCFC-22 importée pour l'entretien des équipements de réfrigération et de climatisation par rapport aux autres frigorigènes dépend entre autres des conditions climatiques, des principales activités (industrielles et agricoles), et de la taille et de la concentration de la population. Pour un pays de taille moyenne, le HCFC-22 pouvait représenter approximativement 50 pour cent de la quantité totale de frigorigènes importés dans le pays⁷.

19. Les pays visés à l'article 5 se trouvent confrontés au défi de sélectionner des solutions de remplacement afin de remplacer le parc existant d'équipements contenant du HCFC-22 dans le contexte de la décision XIX/6. Les HFC sont déjà utilisés dans la plupart des pays visés à l'article 5 et, dans les conditions actuelles, on peut s'attendre à ce que les équipements contenant des HCFC soient remplacés à la fin de leur durée de vie par des équipements à base de HFC, ce qui se passe déjà dans de nombreux pays. Étant donné les technologies disponibles sur le marché ainsi que d'autres facteurs socio-économiques, les systèmes de climatisation à base de HCFC-22 ont été remplacés dans de nombreux pays par le HFC-410A, le HFC-407C et le HFC-134a (dans une moindre mesure), tandis que les refroidisseurs à base de HCFC-123 étaient remplacés par du HFC-134a. Dans la réfrigération commerciale, les transports réfrigérés et dans quelques applications industrielles (chimiques), les technologies à base de HCFC ont été principalement remplacées à l'aide de HFC-134a et HFC-404A, suivis par le HFC-507A, le HFC-407C et le HFC-410A. Les hydrocarbures (HC) et le CO₂ ont été utilisés dans certaines applications, mais à très petite échelle. Plusieurs technologies de nature différente ont été examinées en tant qu'options potentielles avec des résultats très positifs sur le plan de l'efficacité énergétique, et ont été introduites dans certains pays dans les systèmes de refroidissement urbains. Jusqu'à présent, ces technologies n'ont pas été expérimentées dans le cadre du Fonds multilatéral⁸.

20. Selon les descriptions contenues dans le rapport sur les informations supplémentaires sur les produits de remplacement des SAO préparé par le Groupe de l'évaluation technique et économique (GETE) en réponse à la décision XXIV/7 des Parties⁹ :

- (a) Les HFC et les mélanges de frigorigènes à base de HFC (par exemple HFC-134a, HFC-404A, HFC-407A/C/F, HFC-410A), et les équipements les utilisant sont produits à des fins commerciales depuis de nombreuses années. Ils peuvent être immédiatement adoptés afin de remplacer les équipements contenant des HCFC, réduisant ainsi le parc existant d'équipements à base de HCFC et la demande future pour les HCFC dans le cadre de l'entretien. Il existe également de nombreuses expériences au niveau de la conception et de l'installation des équipements et des composants qui les rendent acceptables du point de vue des résultats et de l'utilisation de l'énergie par comparaison aux systèmes contenant du HCFC-22 ; toutefois, l'utilisation des HFC fait que les

⁶ Une analyse de la répartition de l'utilisation de HCFC-22 par sous-secteur dans les pays visés à l'article 5 et des taux les émissions de frigorigènes qui s'y rapportent figure à l'annexe II.

⁷ Exemple s'appuyant sur le PGEH du Pérou. Seuls quelques PGEH contiennent des informations détaillées sur la consommation de HFC dans le secteur de la réfrigération.

⁸ L'évaluation de 2010 du Comité des choix techniques pour la réfrigération, la climatisation et les pompes thermiques indique que des technologies telles que l'absorption, les systèmes de refroidissement à dessiccation, les systèmes à agitateur et les refroidisseurs à évaporation sont techniquement faisables, mais n'ont pas beaucoup progressé en termes de viabilité commerciale. Toutefois, dans certaines applications telles que les refroidisseurs et les grands systèmes de climatisation, les économies d'énergie sont importantes et certaines de ces technologies deviennent plus compétitives. Le PNUD est en train d'examiner dans le cadre de l'un de ses projets l'absorption en tant qu'une des solutions de remplacement possible pour la reconversion d'un refroidisseur.

⁹ SOURCE : Rapport du Groupe de l'évaluation technique et économique (GETE/TEAP) sur des informations supplémentaires sur les produits de remplacement des SAO (décision XXIV/7). Ce rapport contient une vue d'ensemble plus détaillée par substance.

émissions directes des HCFC se trouvent remplacées par les émissions d'autres frigorigènes au PRG élevé. En général, les HFC sont ininflammables, à quelques exceptions près comme le HFC-32 ou plusieurs mélanges avec des HFO, décrits séparément aux paragraphes (b) et (e) ci-dessous ;

- (b) Bien que le HFC-32 soit un composant du HFC-410A, il n'est pas communément disponible sous forme pure en tant que frigorigène. Il existe actuellement une offre limitée d'équipements à base de HFC-32¹⁰ et de composants connexes, notamment les compresseurs. Son efficacité énergétique est comparable à celle du HFC-410A et son PRG est 716, ce qui représenterait des réductions modérées d'émissions de CO₂ par comparaison avec le HCFC-22. Comme il est classé dans la catégorie avec limite inférieure d'inflammabilité¹¹, son introduction requerra l'adoption des réglementations, standards et codes de bonnes pratiques destinés à l'utilisation sans danger des frigorigènes avec limite inférieure d'inflammabilité, et la formation de techniciens frigoristes ;
- (c) Les HC purs (par exemple, HC-290, HC-600a et HC-1270) sont commercialement disponibles. Les résultats et l'efficacité énergétique des équipement fonctionnant avec du HC-290 peuvent être comparables à ceux du HCFC-22, mais l'expérience est plus limitée au niveau de la fabrication. De plus, les équipements à base de HC avec des charges de frigorigène plus élevée qu'une charge donnée sont jusqu'à présent très limités, bien que ceci risque de changer pour les climatiseurs de fenêtre et les climatiseurs bi-blocs à usage domestique¹². Du fait de leur faible PRG, leur utilisation représenterait d'importantes réductions d'émissions de CO₂ en comparaison avec les HCFC et HFC. Étant des substances inflammables¹³, leur introduction requerra l'adoption des réglementations, normes¹⁴ et codes de bonnes pratiques destinés à l'utilisation sans risques des frigorigènes avec limite inférieure d'inflammabilité, et la formation de techniciens frigoristes ;
- (d) Bien que certains HFO et mélanges contenant des HFO (par exemple HFC-1234yf, HFC-1234ze(E), HCFC-1233zd(E)) soient actuellement produits, ils ne sont pas encore disponibles sur le marché dans la plupart des pays visés à l'article 5. Tous ont un PRG inférieur à 10. Comme ils sont tous classés, excepté le HCFC-1233zd(E), dans la catégorie ayant une limite inférieure d'inflammabilité, leur introduction requerra l'adoption des réglementations, normes¹⁵ et codes de bonnes pratiques destinés à

¹⁰ Le Fonds multilatéral a approuvé des projets pour la fabrication d'appareils de climatisation utilisant du HFC-32 en Algérie, Indonésie et Thaïlande (Secrétariat du Fonds multilatéral). Le Japon a également mis en vente des appareils de climatisation utilisant du HFC-32 ; des évaluations de sécurité réalisées par des groupes tels que AHRI et AREP contribueront à la production de nouvelles normes et réglementations à adopter (JARN 528, Vol 45, 25 janvier 2013).

¹¹ Classification 2L pour les frigorigènes en vertu de la norme FDIS ISO 817 (faible toxicité, limite inférieure d'inflammabilité).

¹² En tant qu'élément de son plan sectoriel de la climatisation dans le cadre de son PGEH, la Chine s'est engagée à reconvertir au moins 18 lignes de fabrication pour la production d'appareils de climatisation à usage domestique utilisant une technologie à base de HC. Le projet de démonstration sur l'utilisation de HC-290 dans la production de climatiseurs en Chine a également révélé des résultats positifs.

¹³ Classification A3 (toxicité plus faible, inflammabilité plus élevée).

¹⁴ Par exemple, les concepteurs de systèmes utilisant des frigorigènes inflammables devront respecter les exigences de normes de sécurité applicables. Un exemple de ce type de norme est l'IEC-60335-2-40, qui spécifie les exigences de construction, les limites de charge, les conditions de ventilation et les conditions requises pour les circuits secondaires de frigorigènes (RTOC, Rapport 2010 du Comité pour la réfrigération, la climatisation et les pompes thermiques, section 7.4.7 page 129).

¹⁵ Par exemple, les concepteurs de systèmes utilisant des frigorigènes inflammables devront respecter les exigences de normes de sécurité applicables. Un exemple de ce type de norme est l'IEC-60335-2-40, qui spécifie les exigences

l'utilisation sans risques des frigorigènes avec limite inférieure d'inflammabilité, et la formation de techniciens frigoristes ;

- (e) Des mélanges de HFC et HFO (L-40, L-41, L-20, DR-5, N-13, XP-10, N-40-DR-33) devraient être commercialement disponibles d'ici un à deux ans, certains d'entre eux d'abord en Asie. Leurs coûts devraient être identiques ou plus élevés que ceux des HFC. Leur efficacité peut être comparable à celle du HCFC-22 ou du R-410A selon le mélange, et leur PRG varie entre 330 et 1410. Certains d'entre eux (L-41, L-20 et DR-5) sont classés dans la catégorie avec limite inférieure d'inflammabilité ; et
- (f) Le R-717 (ammoniac) est actuellement disponible et utilisé dans de vastes applications industrielles. Ses coûts sont faibles, il a une grande efficacité et son PRG est de zéro, mais il est limité à de grandes installations, requiert des techniciens extrêmement bien formés et sa haute toxicité restreint son utilisation. Le R-744 (CO₂) est également disponible et peut offrir une bonne efficacité avec des adaptations spécifiques. Le coût du frigorigène est peu élevé, mais le coût des adaptations et du matériel est lui élevé, ce qui limite son utilisation à des systèmes de petites capacités.

21. Dans le cadre du scénario ci-dessus, il semble judicieux pour les pays visés à l'article 5 de commencer à réfléchir sérieusement sur la prise en main des obstacles afin de permettre l'introduction appropriée des technologies ayant un faible impact sur le climat. Certains de ces obstacles peuvent être pris en main au niveau local au moyen d'activités qui sont déjà ou qui pourraient être des composants des PGEH, telles que la formation, les codes de bonnes pratiques, l'élaboration de réglementations, l'adoption de normes, le recours aux incitatifs, les projets de démonstration des technologies et les actions de sensibilisation. Des efforts systématiques d'un grand nombre de pays dans cette direction permettraient le recueil de données sur les performances technologiques dans différentes conditions et créeraient potentiellement une demande assez importante pour stimuler la fabrication de formules, de composants et de frigorigènes.

Expérience acquise lors de l'élimination des CFC dans le secteur de l'entretien des équipements de réfrigération pouvant s'appliquer à l'élimination des HCFC

22. Les PGF représentent la première approche importante pour réduire la consommation de SAO dans le secteur de l'entretien des équipements de réfrigération dans les pays visés à l'article 5. Les principaux grands éléments des PGF étaient liés aux politiques sur les SAO et à la formation du personnel des douanes, à la formation des techniciens frigoristes, à la récupération, au recyclage et à la régénération, et à l'adaptation et au remplacement des équipements. Les mêmes grands éléments se retrouvent actuellement dans les PGEH pour réduire la consommation de HCFC dans le secteur de l'entretien. Plusieurs des approches destinées à réduire les incidences néfastes sur le climat dans le cadre de l'élimination des HCFC dans le secteur de l'entretien décrites dans la section précédente sont aussi actuellement incorporées dans les PGEH, tenant compte de l'expérience acquise pendant la mise en œuvre des programmes d'entretien des équipements de réfrigération pour élimination des CFC¹⁶, et sont présentées dans les paragraphes suivants. Ces approches ne prétendent pas être génériques ou applicables à tous les cas.

de construction, les limites de charge, les conditions de ventilation et les conditions requises pour les circuits secondaires de frigorigènes (RTOC, Rapport 2010 du Comité pour la réfrigération, la climatisation et les pompes thermiques, section 7.4.7 page 129).

¹⁶ L'annexe III présente plus en détails quelques enseignements tirés de l'élimination des CFC.

Cadre réglementaire et politique (notamment la formation du personnel des douanes)

23. Les pays visés à l'article 5 ont été en mesure de réduire leur approvisionnement en SAO en réduisant les importations et/ou les exportations principalement par le biais des systèmes d'autorisation¹⁷ et de quotas, assortis d'autres réglementations sur les SAO. Ces restrictions sont devenues de plus en plus efficaces au cours de ces dernières années, comme en témoignent les rapports de vérification examinés par le Secrétariat qui ont montré des améliorations significatives dans la coordination entre l'Unité nationale de l'ozone (UNO), les organes délivrant les autorisations, les douanes et les importateurs. Le suivi des importations de SAO s'est aussi considérablement amélioré et un nombre sans cesse plus grand de pays utilisent des bases de données informatisées dans les services douaniers.

24. En s'appuyant sur l'expérience acquise dans la mise en œuvre des systèmes d'autorisation et de quotas au cours de l'élimination des CFC, les pays visés à l'article 5 seront capables de respecter leurs obligations d'élimination des HCFC. Conformément aux décisions du Comité exécutif, les systèmes d'autorisation et de quotas sont une condition préalable à l'obtention de fonds pour l'élimination des HCFC dans le cadre des PGEH (décision 54/39 et 63/17).

25. Tandis que les systèmes d'autorisation pour les SAO en vigueur dans les pays visés à l'article 5 sont reliés aux réglementations sur les importations et les exportations des substances réglementées selon la définition du Protocole de Montréal, plusieurs pays ont mis en place (ou sont en voie de le faire) des réglementations sur les importations (et le cas échéant les exportations) d'équipements de réfrigération contenant des SAO (neufs et/ou d'occasion). Étant donné que chaque système tributaire de l'utilisation du HCFC-22 augmentera la demande future de HCFC-22 pour l'entretien jusqu'à la fin de sa durée de vie, il devient essentiel de limiter la croissance et, ultérieurement, de réduire la taille du parc existant des équipements, comme ceci a été réalisé par la plupart des pays visés à l'article 5 au cours de l'élimination du CFC, tout en ne perdant pas de vue que le calendrier et les modalités de ces réglementations influenceront la sélection des technologies introduites pour remplacer les HCFC. Comme nous l'avons vu précédemment, le remplacement immédiat du parc existant des équipements contenant des HCFC par des équipements écoénergétiques à base de frigorigènes au PRG moins élevé semble improbable, à l'exception d'applications spécifiques pour lesquelles l'utilisation de l'ammoniac peut être étendue, l'utilisation du CO₂ qui peut être introduite avec des possibilités de réduire la charge de frigorigène dans les systèmes, ou encore l'utilisation de technologies de nature différente (par exemple, l'absorption) pouvant être introduite dans les refroidisseurs ou autres applications en cas de bon rapport coût-efficacité. Toutefois, au cours de ces dernières années, plusieurs pays visés à l'article 5 ont sélectionné des technologies à base de HC-290 et/ou HFC-32 pour remplacer la technologie tributaire du HCFC-22 dans la fabrication des équipements de réfrigération et de climatisation¹⁸.

26. Comme de nombreux produits de remplacement disponibles ou en développement sont classés comme ayant un certain niveau d'inflammabilité, des réglementations, des codes de bonnes pratiques et des normes (entre autres sur l'entreposage, le transport, la conception des systèmes et de composants, la charge maximale de frigorigène, l'installation, l'entretien et la destruction des équipements) doivent être adoptés afin d'assurer l'introduction de ces technologies. Même si des équipements ayant un PRG peu

¹⁷ L'article 4b du Protocole de Montréal demande à toutes les Parties de mettre en place et en œuvre un système d'autorisation des importations et des exportations des substances réglementées nouvelles, utilisées, recyclées et régénérées des Annexes A, B, C et E.

¹⁸ Le Fonds multilatéral a approuvé des projets pour la fabrication d'appareils de climatisation utilisant du HFC-32 en Algérie, Indonésie et Thaïlande (Secrétariat du Fonds multilatéral (MFS)). Le Japon a également mis en vente des appareils de climatisation utilisant du HFC-32 ; des évaluations de sécurité réalisées par des groupes tels que AHRI et AREP contribueront à la production de nouvelles normes et réglementations à adopter (JARN 528, Vol. 45, 25 janvier 2013). En tant qu'élément de son plan sectoriel de la climatisation dans le cadre de son PGEH, la Chine s'est engagée à reconvertir au moins 18 lignes de fabrication pour la production d'appareils de climatisation à usage domestique utilisant une technologie à base de HC. Le projet de démonstration sur l'utilisation de HC-290 dans la production de climatiseurs en Chine a également révélé des résultats positifs.

élevé peuvent devenir aujourd'hui disponibles sur le marché, les fabricants risquent de ne pas les exporter vers des pays où ces normes ne sont pas en place. Le cadre juridique nécessaire pour adopter, mettre en œuvre et faire appliquer les réglementations, codes de bonnes pratiques et normes se rapportant à l'utilisation de frigorigènes inflammables doit être défini (formation du personnel des douanes, installations d'essais) avant que la mise en fonction des équipements soit autorisée.

27. D'autres mesures de réglementation pouvant avoir des répercussions sur les réductions d'émissions ont déjà été introduites dans plusieurs pays visés à l'article 5¹⁹, et semblent être applicables à court terme dans certains autres pays. Celles-ci incluent la communication obligatoire de données de la part des importateurs et exportateurs de HCFC ; l'interdiction des conteneurs de HCFC « non reremplissables » (à jeter) ; des droits sur les importations de HCFC ; l'extension du système d'autorisation à tous les frigorigènes importés dans le pays (ce qui pourrait aider à réduire le commerce illégal, par exemple du CFC-12 importé dans le passé en tant que HCFC-134a ne nécessitant pas d'autorisation, ou des frigorigènes mal étiquetés) ; mesures de réglementation sur les émissions de HCFC ; et options se rapportant à la tenue de registres (par exemple registres des HCFC et registres des équipements contenant des HCFC).

28. Les mesures de réglementation des émissions de HCFC²⁰ fournissent un support juridique aux bonnes pratiques d'entretien et à la conservation de la réfrigération, mais sont plus difficiles à mettre en application. En fait, la capacité limitée pour la mise en application a un effet dissuasif dans de nombreux pays lorsqu'il s'agit de mettre en place un set de mesures politiques plus vastes pour contrôler les HCFC. Des pays ont réussi à mettre en application des mesures de réglementations commerciales avec l'aide du département des douanes. Toutefois, la mise en application de mesures de réglementation sur les émissions et celles directement reliées au fonctionnement du secteur de l'entretien sur le terrain est une autre question qui mérite un examen plus approfondi. Ces mesures peuvent contribuer à réduire les incidences néfastes sur le climat dans le secteur de l'entretien à mesure que les gouvernements acquièrent une meilleure compréhension de la dynamique des marchés et ont un meilleur contrôle sur les technologies introduites. Même avec les limitations existantes pour la mise en application, les avantages que représente l'obtention de données sur les inventaires des équipements par sous-secteur, les taux de fuites, les types et la fréquence des réparations pour des types spécifiques d'équipements, et les frigorigènes importés seraient d'une grande valeur pour les UNO lors de la mise en œuvre de leurs stratégies d'entretien des équipements de réfrigération.

Formation et certification des techniciens frigoristes

29. La formation aux bonnes pratiques de réfrigération a été dispensée dans pratiquement tous les pays visés à l'article 5²¹. Bien qu'il n'existe pas d'informations quantifiables sur les incidences finales en termes de réduction de la consommation de CFC attribuable à la formation technique, les évaluations du Fonds multilatéral ont conclu que l'introduction des bonnes pratiques dans l'entretien des équipements de réfrigération constitue un facteur important dans la réduction des émissions de CFC dans l'atmosphère²². Quelques résultats qualitatifs de programmes de formation incluent une sensibilisation accrue dans le secteur de la conservation, de l'entretien préventif et des connaissances des technologies de

¹⁹ La publication du PNUE sur les choix politiques et législatifs fournit une analyse approfondie des options en matière de lois et de réglementations que les UNO pourraient prendre en considération lors de la conception et de la mise en œuvre des PGEH. Un résumé des éléments clés est présenté à l'annexe III au présent document.

²⁰ Notamment mais pas exclusivement des amendes pour dégagements intentionnels de HCFC dans l'atmosphère, le contrôle obligatoire de détection de fuites pour des équipements contenant plus qu'une quantité donnée de charge de HCFC, l'exigence de l'installation de détecteurs pour des équipements de grande capacité ou la récupération obligatoire des HCFC des conteneurs et des équipements.

²¹ L'inventaire des projets approuvés comprend plus de 450 entrées pour environ 45 millions \$USD couvrant la formation des techniciens au moyen de projets individuels, dans le cadre de PGF ou en tant que tranches de PGEF, PNE ou PGEH.

²² Rapport final report sur l'évaluation de la mise en œuvre des PGF (UNEP/OzL.Pro/ExCom/41/7)

remplacement, et l'incorporation des connaissances acquises dans les cours réguliers des centres de formation.

30. Le Secrétariat considère que les programmes de formation sur la réfrigération sont actuellement plus pertinents que lors de la période d'élimination des CFC pour au moins les raisons suivantes : En premier lieu, les programmes de formation élargis qui incorporent les considérations sur l'entretien préventif, renforçant la qualité des installations (avec d'autres parties prenantes telles que les ingénieurs civils et les entrepreneurs en bâtiment), et améliorant l'efficacité énergétique des équipements (notamment des actions spécifiques par les techniciens et les utilisateurs finals comme l'indique le paragraphe 13 ci-dessus), pourraient contribuer à réduire les incidences néfastes sur le climat en diminuant la consommation d'énergie des équipements ainsi que les émissions dans l'atmosphère des multiples frigorigènes à PRG élevé qui sont utilisés. En second lieu, du fait de l'inflammabilité de plusieurs des frigorigènes de remplacement du HCFC-22 et les risques d'accidents potentiels associés à leur utilisation, les programmes de formation devront inclure une approche rigoureuse à une manipulation sans danger des frigorigènes inflammables et une bonne compréhension en particulier des réglementations et normes s'y rapportant, du fait de la différence manifeste au niveau des conséquences des mauvaises installations, réparations et mises hors service des équipements utilisant des frigorigènes inflammables.

31. L'évolution des programmes de formation pour les techniciens frigoristes qui, au départ activités individuelles, sont devenues des composants intégraux des plans d'élimination sectoriels et nationaux, s'est poursuivie avec l'élimination des HCFC. Comme on l'a vu dans les PGEH et selon les informations communiquées par le PNUE, les programmes de formation sont mis en œuvre par des centres nationaux professionnels/de formation, et les bonnes pratiques en matière de réfrigération ont été intégrées dans les programmes de cours des instituts locaux. Des efforts supplémentaires devraient être accomplis au cours de la mise en œuvre des PGEH pour permettre aux programmes de formation de devenir autosuffisants. Ce processus permettrait que la formation financée par le Fonds multilatéral puisse se concentrer sur l'amélioration des capacités des instituts de formation et sur l'offre de formations actualisées et spécialisées pour les formateurs ainsi que pour un public ciblé (par exemple, entre autres l'utilisation de CO₂ dans les supermarchés, les gains en matière d'efficacité énergétique du fait du remplacement des refroidisseurs, ou du remplacement des climatiseurs de fenêtre et bi-blocs dans les bâtiments ayant des systèmes centraux, les options de climatisation écoénergétique, et l'installation dans les nouveaux bâtiments). La formation sur l'installation, le fonctionnement, l'entretien et l'élimination des équipements utilisant des substances inflammables devrait être privilégiée dans le cadre des cours de formation durant la phase I des PGEH dans les pays où ces frigorigènes sont déjà sur le marché ou dont l'introduction est prévue.

32. Les évaluations antérieures des programmes de formation ont recommandé de soutenir les systèmes de certification pour les participants ayant suivi avec succès les formations ou même de rendre ces systèmes obligatoires au moyen de réglementations nationales. Alors que l'objectif ultime dans de nombreux pays semble être de rendre les bonnes pratiques de l'entretien obligatoire pour tous les techniciens frigoristes au moyen d'un programme de certification, les UNO se sont trouvées confrontées au défi de rendre la certification obligatoire du fait que souvent cette décision dépasse leur domaine de compétence (il s'agit en effet d'une question reliée aux ministères de l'Éducation et/ou du Travail). Toutefois, étant donné les avantages à long terme qu'apporte un système de certification adéquat en matière d'utilisation sans danger et restrictive des frigorigènes inflammables et de réduction potentielle des émissions de frigorigènes dans l'atmosphère, il serait bon de s'intéresser sérieusement au développement de ces systèmes de certification durant la mise en œuvre du PGEH. Les résultats obtenus jusqu'à présent grâce aux actions de sensibilisation et à la coopération avec les départements des douanes pour contrôler le commerce des SAO, pourraient être étendus aux organes gouvernementaux engagés dans l'introduction des bonnes pratiques de l'entretien dans les programmes des cours des centres de

formation professionnelle et technique, et dans la délivrance des certificats de techniciens, comme cela se passe déjà dans plusieurs pays visés à l'article 5²³.

33. La collaboration avec les associations de réfrigération, dont plusieurs ont été établies ou sont devenues opérationnelles au cours de l'élimination des CFC, a toujours été mentionnée comme étant positive dans les évaluations du Fonds multilatéral ainsi que celles des agences d'exécution. Par exemple, l'évaluation des programmes de formation²⁴ recommandait d'examiner le renforcement des associations et de les impliquer plus étroitement dans la mise en œuvre du projet. Cette recommandation a été incorporée dans les PGEH de nombreux pays visés à l'article 5 assortie de résultats positifs, dans la mesure où certains gouvernements ont désigné et financé les associations de réfrigération pour mettre en œuvre un système de certification pour les techniciens, ce qui pourra potentiellement générer des revenus qui contribueront à leur durabilité. L'extension du rôle des associations de réfrigération à d'autres domaines de travail devrait être également examinée. Par exemple, les associations pourraient se charger de la sensibilisation de leurs membres et leur demander de respecter sur une base volontaire les mesures politiques ayant trait aux émissions et à la tenue de registres.

Récupération, recyclage et régénération

34. La mise en œuvre des programmes de récupération et recyclage (R&R) de CFC s'est trouvée confrontée à plusieurs problèmes qui ont empêché la réalisation de la conservation correcte des frigorigènes ainsi que les mesures adéquates des réductions d'émissions²⁵. Ces questions incluent : les bas prix des CFC qui ont prévalu pendant la plus grande partie de la période de l'élimination des CFC, le manque de réglementations pour empêcher les émissions intentionnelles de SAO ainsi que le manque de sensibilisation au sein des techniciens et des utilisateurs finals, les coûts élevés des équipements de R&R et le manque d'approvisionnements (par exemple pour les filtres) sur les marchés locaux, le poids des équipements, le manque de suivi et de systèmes de communication de données adéquats, et les difficultés à structurer les incitatifs pour garantir que les frigorigènes récupérés étaient amenés aux centres de recyclages puis repris, tout spécialement en cas de bas prix du frigorigène recyclé²⁶. De plus, dans certains pays visés à l'article 5, l'absence d'un frigorigène certifié dans les programmes de R&R a rendu les acheteurs de CFC méfiants quant à la qualité et aux résultats du frigorigène.

35. Sur la base de l'expérience acquise dans le domaine des programmes de R&R, des facteurs spécifiques sont considérés pour améliorer l'efficacité des programmes de régénération, recyclage et régénération, avec réductions ultérieures des émissions de HCFC. Avec l'offre accrue d'appareils de régénération relativement peu chers qui peuvent garantir le retour d'un frigorigène certifié²⁷, la régénération a remplacé le recyclage dans certains pays visés à l'article 5. Les appareils de régénération ont été installés dans des entreprises qui sont engagées dans le commerce des frigorigènes au lieu de l'être dans des centres de formation ou une organisation gouvernementale, selon un modèle d'activités et avec le cofinancement de l'entreprise. Dans d'autres pays, les techniciens peuvent échanger des quantités données de frigorigène impur contre une plus petite quantité de frigorigène pur au centre de régénération, sans qu'il soit question d'argent. Les appareils de régénération sont aussi mis en fonctionnement avec des mélanges²⁸. On prévoit également des taux de récupération plus élevés pour le HCFC-22 du fait du plus

²³ Le PNUE a fourni un exemple présentant la mise à l'essai d'un certificat environnemental pour les techniciens dans un pays d'Asie, et plusieurs exemples en Europe, en Afrique et dans les Caraïbes où des programmes de certification des techniciens liés à des mesures réglementaires ont été mis en place, et où ces systèmes se sont révélés très efficaces.

²⁴ Document UNEP/OzL.Pro/ExCom/31/20.

²⁵ Une analyse des mesures de l'impact du climat par la récupération, le recyclage et la régénération figure à l'annexe I.

²⁶ Paragraphes 31, 32 et 33 du document UNEP/OzL.Pro/ExCom/31/18.

²⁷ ARI Norme 700.

²⁸ Sur la base du feedback du PNUD et de l'ONUDI, qui est présenté plus en détails à l'annexe III à la section consacrée à la Conservation des frigorigènes.

grand volume de la charge des équipements contenant du HCFC comparé aux équipements à base de CFC dans le passé. Ce dernier point pouvait déjà être corroboré par les données de récupération de HCFC-22 et de CFC-12 fournies dans plusieurs plans nationaux d'élimination (PNE).

36. Dans au moins trois pays visés à l'article 5, le programme de récupération et de recyclage (ou de régénération) était associé à des programmes d'efficacité énergétique visant à échanger de vieux réfrigérateurs ménagers inefficaces à base de CFC pour des appareils écoénergétiques, avec des quantités importantes de CFC récupérées (en vue de la réutilisation ou de la destruction selon le cas) qui sinon auraient été dégagées dans l'atmosphère au cours de la destruction de l'équipement. La mise en œuvre de certains de ces programmes est possible si des politiques nationales ou des programmes volontaires de remplacement des équipements contenant des HCFC sont en place (par exemple des programmes de mise au rebut précoce ont été étendus aux climatiseurs de fenêtre pour lesquels le potentiel de récupération du frigorigènes est, par appareil, de 4 à 6 fois plus élevé comparé aux équipements à base de CFC-12, et la logistique est plus simple du fait de la taille des appareils).

37. Étant donné que la conservation des frigorigènes est l'une des principales activités pour la réduction des incidences négatives sur le climat dans l'entretien des équipements de réfrigération, la mise en place de programmes de récupération, de recyclage, de régénération et de réutilisation devrait être soigneusement examinée durant la mise en œuvre du PGEH, en tenant compte de l'expérience acquise lors de projets précédents visant les CFC, et des nouvelles options explorées par les agences d'exécution.

38. Afin de réduire au maximum les émissions provenant de l'ensemble du secteur de l'entretien des appareils de réfrigération, les équipements fournis devraient être capables de récupérer, recycler et régénérer à la fois les HCFC et les HFC déjà présents sur les marchés locaux. Toutefois le recours à la récupération, au recyclage et à la régénération d'équipements utilisant des frigorigènes inflammables devrait être uniquement se faire après approbation du fabricant.

Reconversion et remplacement des équipements

39. L'incidence climatique de la reconversion des équipements de réfrigération existants est très difficile à évaluer²⁹. Les lignes directrices se rapportant aux utilisateurs finals pour la reconversion dans le secteur de la réfrigération à usage commercial adoptées par le Comité exécutif à sa 28^e réunion déterminent les circonstances qui doivent prévaloir avant que les activités de reconversion des utilisateurs finals puissent recevoir la priorité (décision 28/44)³⁰. Les propositions de projet pour des programmes incitatifs destinés à encourager la reconversion des équipements de réfrigération ont été acceptées à la 32^e réunion. Les évaluations du PGEF en 2009 ont montré que les projets stimulant les reconversions marchaient bien là où les prix du CFC-12 augmentaient rapidement, avec en toile de fond des prix stables pour des produits de remplacement également disponibles. Les différences de prix, le niveau des incitatifs et les activités en relation avec les UNO ont également joué un rôle important.

40. Appliquant les principes de la décision 28/44 aux HCFC, les circonstances pertinentes qui doivent prévaloir avant que les activités de reconversion des utilisateurs finals puissent recevoir la priorité sont : (a) des mesures de contrôle de la production et des importations de HCFC et de matériels à base de HCFC sont en place et effectivement appliquées, et limitent le déploiement de nouveaux éléments contenant des

²⁹ Une analyse des mesures des répercussions sur le climat lors de la reconversion est présentée à l'annexe I.

³⁰ (a) des mesures de contrôle de la production et des importations de CFC et de matériels à base de CFC sont en place et effectivement appliquées, et limitent le déploiement de nouveaux éléments contenant des CFC ; (b) la majeure partie de la consommation résiduelle de CFC du pays est destinée aux réparations et à l'entretien des équipements de réfrigération et de climatisation ; (c) Les données détaillées sur le profil de toutes les consommations résiduelles ont été déterminées et mises à la disposition du Comité exécutif, et (d) Soit aucune autre activité possible ne permettrait au pays de s'acquitter de ses obligations de contrôle des CFC, soit le prix de détail des CFC par rapport aux frigorigènes de remplacement a été élevé pendant une période minimale de 9 mois et on prévoit qu'il continuera d'augmenter.

HCFC ; (b) la majeure partie de la consommation résiduelle du pays est destinée à l'entretien équipements de réfrigération et de climatisation ; (c) soit aucune autre activité possible ne permettrait au pays de s'acquitter de ses obligations de contrôle des HCFC, soit le prix de détail des HCFC par rapport aux frigorigènes de remplacement a été élevé et on prédit qu'il continuera d'augmenter ; et (d) les codes de bonnes pratiques et les normes s'appliquant à l'utilisation des frigorigènes inflammables doivent être en place et les techniciens s'occupant de l'entretien des équipements doivent avoir reçu une formation ainsi qu'une certification adéquates.

41. En plus des considérations économiques et de durabilité, les produits de remplacement disponibles convenant à la reconversion sont en principe à l'heure actuelle des frigorigènes à PRG élevé, ce qui ne représentera pas un progrès en matière d'émissions de frigorigènes, ou une amélioration en termes d'utilisation de l'énergie sur la base du principe qu'un système de réfrigération existant est normalement toujours optimisé pour un frigorigène en particulier, par exemple le HCFC-22, et ce qui est d'habitude considéré comme une reconversion ne sera qu'un ajustement du système au frigorigène de remplacement dans la mesure du possible avec des dispositions relativement simples. Le HCFC-22, dans pratiquement tous les cas, a une efficacité inhérente plus élevée en comparaison avec tous les candidats possibles à la reconversion ; on peut donc supposer que dans quelques cas seulement les paramètres conçus pour le système existant seront plus adaptés à la technologie de reconversion qu'ils ne le sont pour le HCFC-22. Selon l'expérience et le point de vue de l'ONUDI sur la disponibilité des frigorigènes de remplacement³¹, une meilleure option serait de prendre en main le secteur de l'entretien au cours des cinq prochaines années en s'appuyant sur la récupération, la régénération et la réutilisation plutôt que sur les reconversions des équipements.

42. Au cours de la mise en œuvre des PGEH, les agences d'exécution ont communiqué dans plusieurs pays visés à l'article 5, principalement en Afrique et dans les Caraïbes, que le HC-290 est utilisé pour la reconversion, le fonctionnement et/ou le remplissage d'équipements à base de HCFC-22. Il semble que les conditions du marché soient peut-être favorables pour cette pratique, car celle-ci a lieu indépendamment des efforts faits dans le cadre des PGEH, dans certains cas par des entreprises qui encouragent cette pratique et fournissent la formation correspondante aux techniciens³². Dans aucun des cas, le Secrétariat n'a reçu de données concrètes en termes de résultats et de consommation d'énergie en comparaison avec le HCFC-22. Point plus important encore, le Secrétariat a de grandes inquiétudes au sujet de l'utilisation sans danger des HC dans des systèmes conçus pour des frigorigènes ininflammables dans des endroits où il n'existe apparemment ni politiques ni réglementations autorisant l'utilisation de frigorigènes inflammables, au sujet des capacités techniques limitées pour entretenir correctement les équipements chargés avec des frigorigènes inflammables, et au sujet des conditions dans lesquelles certaines de ces reconversions ont lieu avec les risques qui en découlent pour les techniciens et les utilisateurs finals³³. En réponse à cette situation, les agences d'exécution devront, au cours de la mise en

³¹ Les seuls produits de remplacement disponibles pour le HCFC-22 ont un PRG élevé (tels que le HFC-407C/F, HFC-404A). Le HFC-32 n'est pas un candidat envisageable pour la reconversion du fait de ses pressions de fonctionnement plus élevées. Le seul produit de remplacement à faible PRG qui se rapproche le plus du HCFC-22 est le HC-290 ; Toutefois son application est limitée du fait de son inflammabilité. De plus, la capacité volumétrique de réfrigération du HC-290 est d'environ 85 % celle du HCFC-22 ; ainsi une reconversion peut également entraîner un manque de résultats dans les conditions de conception initiales. Sur la base de l'expérience issue du secteur chinois de la réfrigération et la climatisation, les fabricants de climatiseurs réduisent la taille du conduit d'échange de chaleur pour assurer un transfert correct de la chaleur (vélocité du frigorigène). Des essais réalisés à Petra/Jordanie avec des échangeurs de chaleur non optimisés ont montré une baisse de l'efficacité. Le HC-1270 (propylène) s'est révélé avoir une meilleure capacité volumétrique, mais les problèmes d'inflammabilité et de modifications des échangeurs de chaleur demeurent. De meilleurs produits de remplacement au PRG moins élevé sont prévus ; des mélanges de HC ainsi que des mélanges de HFO/HFC, mais aucun n'est commercialement disponible.

³² Des informations supplémentaires ont été recueillies et présentées dans l'annexe III du document à la section Reconversion.

³³ Ceci inclut les qualifications des techniciens réalisant les reconversions, la nécessité d'installer des détecteurs de fuite, la nécessité d'étiquettes visuelles indiquant le frigorigène et la taille des équipements étant reconvertis.

œuvre des HCFC, continuer à accorder la priorité aux formations dispensées aux techniciens sur la manipulation sans risque des technologies à base de HC et à l'élaboration de codes et de normes sur l'utilisation des HC. Les pays visés à l'article 5 devront également examiner, à titre de priorité, l'adoption de normes sur le stockage, l'installation, le fonctionnement, l'entretien et la destruction des équipements utilisant des frigorigènes inflammables afin d'assurer une introduction sans danger de ces produits de remplacement.

43. Il est pratiquement impossible de calculer les répercussions sur le climat liées au remplacement du parc existant d'équipements contenant HCFC-22 dans un pays. Une modélisation appropriée permettant l'évaluation de scénarios possibles pourrait aider les pays visés à l'article 5 à orienter des secteurs spécifiques vers des options plus respectueuses du climat pour des sous-secteurs spécifiques. L'annexe I fait référence à un exemple de scénarios simulés afin d'évaluer l'impact sur le climat des changements techniques et des politiques sur les frigorigènes dans le secteur de la réfrigération commerciale. Ce sujet spécifique nécessite toutefois une analyse plus poussée.

RECOMMANDATION

44. Le Comité exécutif pourrait envisager de :

- (a) Prendre note du document UNEP/OzL.Pro/ExCom/70/53 sur la réduction des répercussions néfastes pour le climat de l'élimination des HCFC dans le secteur de l'entretien de l'équipement de réfrigération (décision 68/11) ;
- (b) Inviter les agences bilatérales et d'exécution concernées à tenir compte des informations contenues dans le document UNEP/OzL.Pro/ExCom/70/53 lorsqu'elles aident les pays visés à l'article 5 à préparer et à mettre en œuvre les activités du secteur de l'entretien des équipements de réfrigération incluses dans leur plan de gestion de l'élimination des HCFC (PGEH) ;
- (c) Encourager les pays visés à l'article 5 à prendre en considération durant la mise en œuvre de leur PGEH :
 - (i) L'élaboration de réglementations et de codes de bonnes pratiques, ainsi que l'adoption de normes pour l'introduction sans danger de frigorigènes inflammables étant donné les risques potentiels d'accidents liés à leur utilisation ; et
 - (ii) Des mesures destinées à limiter les importations d'équipements contenant des HCFC et à faciliter l'introduction de solutions de remplacement écoénergétiques et respectueuses du climat.

ANNEXE I

CONSIDERATIONS SUR LA MESURE DES CONSÉQUENCES POUR LE CLIMAT

1. Pour remédier à toute conséquence néfaste de l'élimination des HCFC dans le secteur de l'entretien pour la réfrigération, il serait utile de pouvoir quantifier ces conséquences et évaluer les différentes activités selon leur efficacité par rapport à ces conséquences. Un tel indicateur aurait donc pour but de permettre l'évaluation des activités touchant le secteur de l'entretien, soit directement par du soutien ou indirectement par des activités réglementaires qui affectent le secteur. Dans les paragraphes suivants, le Secrétariat tente de fournir quelques réflexions sur les différentes options qui permettraient de qualifier les conséquences sur le climat à une échelle nationale, englobant à la fois les activités du secteur de l'entretien et les activités reliées aux choix technologiques pour les nouveaux systèmes.

2. Le Fonds multilatéral a calculé les conséquences sur le climat des projets d'investissement dans le secteur de la réfrigération et de la climatisation à l'aide de l'Indicateur des conséquences sur le climat du Fonds multilatéral; ces projets d'investissement portent sur la fabrication d'équipements de réfrigération chargés à l'usine. Cet indicateur vise à informer sur l'effet du choix technologique au moment de la fabrication et il est calculé en utilisant le nombre de systèmes de réfrigération indiqué dans la proposition de projet, à savoir la production connue d'une année précédente, puis en déduisant l'impact de la poursuite de la production avec des HCFC de l'impact de la production avec des alternatives différentes. L'impact représente la somme des émissions directes et indirectes de chaque système fabriqué durant une année de production, pendant son cycle de vie. Cette définition inclut les émissions de frigorigènes pendant le cycle de vie, y compris les émissions associées à l'entretien, étant donné que le choix technologique au moment de la fabrication détermine aussi la technologie utilisée pour l'entretien. Tandis que cette approche permet aussi d'indiquer l'effet des différents choix technologiques sur les émissions globales de GES au moment de l'importation, de la vente ou du chargement initial du système, elle n'appuie pas l'objectif d'évaluation de l'impact des différentes activités concernant l'entretien des systèmes de réfrigération existants. Elle requiert aussi une extension substantielle pour pouvoir donner un aperçu de toute activité à un niveau national.

Évaluation de l'impact des différents choix technologiques pour des systèmes mis en service récemment

3. En préparant ce document le Secrétariat a trouvé lors d'une recherche documentaire un rapport de mars 2009, intitulé "Inventory of Direct and Indirect GHG Emissions from Stationary Air Conditioning and Refrigeration Sources, with Special Emphasis on Retail Food Refrigeration and Unitary Air Conditioning" (Inventaire des émissions directes et indirectes de GES provenant de sources stationnaires de climatisation et de réfrigération, avec une emphase spéciale sur la réfrigération dans l'alimentation de détail et les climatiseurs autonomes)¹. Ce rapport se concentre principalement sur les émissions directes et indirectes des systèmes de réfrigération commerciale, à savoir surtout des systèmes pour lesquels l'assemblage, l'installation, la charge initiale et la mise en service sont effectués par le secteur de l'entretien et il compare différentes alternatives techniques pour de nouveaux systèmes par rapport à un scénario de continuité. Ces comparaisons tiennent compte des équipements existants, du temps nécessaire pour remplacer les technologies actuelles associées aux systèmes existants par des technologies nouvelles lorsque les systèmes existants auront atteint la fin de leur vie utile et l'introduction graduelle de technologies nouvelles, et des hypothèses sur les retards dans la disponibilité de certaines alternatives innovatrices sur les marchés.

¹ Inventory of Direct and Indirect GHG Emissions from Stationary Air Conditioning and Refrigeration Sources, with Special Emphasis on Retail Food Refrigeration and Unitary Air Conditioning: CARB Agreement No. 06-325 – final report; Armines Centre Énergétique et Procédés; Paris, France, 2009

4. La quantité d'informations de base requises pour la modélisation semble être très limitée, l'approche généralement applicable, et les résultats qualitativement exacts même si l'on dispose seulement d'un nombre limité de données d'entrée. Une part importante des informations requises pour une telle modélisation figurait déjà dans les propositions de PGEH bien que dans certains cas la qualité de l'information pourrait s'avérer insuffisante pour servir de base à la modélisation puisque certaines estimations fournies dans les PGEH, notamment concernant les banques et les taux d'émissions, sont difficiles à corrélérer avec les données provenant d'autres sources. L'indicateur des conséquences sur le climat du Fonds multilatéral pourrait livrer d'autres données, notamment l'impact des nouveaux systèmes sur la consommation énergétique. Si le Comité exécutif le souhaite, il serait possible d'explorer davantage dans quelle mesure l'approche adoptée dans le rapport mentionné pourrait être ajustée pour fournir des indications utiles aux pays visés à l'article 5. De telles indications concerneraient l'impact des différentes options technologiques et politiques du choix technologique sur les émissions de GES, en mettant l'accent sur les nouveaux systèmes de réfrigération et de climatisation. Une telle approche fournirait en même temps des informations sur le développement connexe de la consommation de HCFC pour ces utilisations.

Évaluation de l'impact des activités associées aux entreprises du secteur de l'entretien

5. Au moins dans une proposition de projet soumise au Fonds multilatéral, l'agence a inclus une enquête sur les modes d'utilisation des frigorigènes dans le secteur de l'entretien, à savoir quel type de pertes de frigorigènes dans ce secteur causent la demande de frigorigènes, en impliquant *entre autres* des experts des fabricants de systèmes et de compresseurs. L'étude a examiné les différents types de réparations effectuées, l'état de l'équipement avant la réparation, les modes d'utilisation des frigorigènes pendant l'entretien et la qualité de l'entretien, à savoir les pratiques d'entretien qui de façon inhérente entraînent un nombre plus élevé de réparations à l'avenir. Dans une seconde étape, l'étude a évalué le nombre de ces réparations auxquelles il serait possible de remédier par des mesures envisageables dans le cadre du plan pour le secteur de l'entretien.

6. Avec une telle approche, il est possible d'élaborer des hypothèses techniquement réalistes pour réduire l'utilisation des CFC par diverses activités dans le secteur de l'entretien; dans le cas présent, techniquement réalistes fait référence à des réductions techniquement probables, avec une certaine sensibilisation, de la formation et des moyens en équipements. Si le soutien fourni aux entreprises du secteur de l'entretien est sélectionné pour s'assurer que les entreprises bénéficient d'une manière directement reconnaissable, il est probable que ces potentiels peuvent être largement utilisés. La tenue d'une enquête connexe fournissant des renseignements sur la structure du secteur de l'entretien est la condition préalable à une telle approche².

² Selon les caractéristiques des entreprises du secteur de l'entretien, telles que la taille, le degré de formation, le type d'équipements, l'utilisation des frigorigènes, les entreprises ou les techniciens indépendants peuvent être divisés en deux groupes. Pour chaque groupe, il faut fournir le nombre d'entreprises/de techniciens dans le groupe, l'utilisation générale des frigorigènes et les caractéristiques principales. Un certain nombre d'experts du secteur de l'entretien peuvent estimer les émissions provenant des différentes activités dans ce secteur à l'aide d'une liste détaillée prédéfinie. Le croisement des données peut fournir un aperçu du niveau des émissions associées au manque de formation ou d'équipements dans chaque groupe. On peut définir le statut désiré (formation, équipements) pour chaque groupe et déterminer les améliorations nécessaires en regardant les caractéristiques actuelles du groupe. Avec des itérations tenant compte des résultats ainsi que d'autres conditions d'encadrement pertinentes dans le pays, il est possible d'établir une répartition pertinente des fonds disponibles entre les activités désirées.

Possibilités d'une évaluation simplifiée de l'impact des activités dans le secteur de l'entretien

7. Certaines activités dans le secteur de l'entretien soutenues par le Fonds multilatéral ont des conséquences directes, crédibles et parfois mesurables sur le climat. Les résultats de l'ouverture d'un centre de régénération représentent l'activité la plus facilement quantifiable. On peut présumer que le frigorigène qui est régénéré (au lieu d'être réutilisé) présentait un certain degré de contamination qui normalement aurait été libérée dans l'atmosphère. Par conséquent, à titre d'exemple, chaque kg de HCFC-22 régénéré réduira les émissions de 1,78 tonne d'équivalent CO₂³. De même, la réutilisation du frigorigène réduira donc d'autant les émissions; toutefois il est plus difficile de jauger l'impact du soutien fourni par le Fonds multilatéral puisqu'on ignore actuellement le niveau déjà existant de réutilisation. Néanmoins il serait possible d'établir un impact minimum présumé, calculé de manière conservatrice pour chaque machine de récupération/réutilisation, et d'avoir au moins une mesure de l'impact minimum anticipé. Soit avec l'exactitude décroissante ou le besoin croissant d'informations plus détaillées exigées des agences, une approche similaire pourrait être utilisée pour évaluer les effets de la formation et de la fourniture d'outils à ce secteur.

Conversion des équipements de réfrigération et de climatisation

8. L'incidence sur le climat de la conversion des équipements de réfrigération existants est très difficile à évaluer. Pour ce faire, il faut évaluer l'incidence de ces systèmes sur le climat pendant le restant de leur cycle de vie puisque ces systèmes seront probablement mis hors service dans un proche avenir de toute façon. Tout type d'intervention dans un système de réfrigération existant entraîne vraisemblablement des émissions supplémentaires qui n'auraient probablement pas lieu si le système continuait simplement à fonctionner. Une telle considération s'appliquerait à toutes les conversions programmées puisque leur caractéristique inhérente est qu'elles ne sont pas effectuées en réaction à une défaillance subite qui exigerait de toute façon une intervention au niveau du cycle de réfrigération. En raison du fonctionnement spécifique des projets du Fonds multilatéral, on peut présumer que la plupart, voire la totalité, des opérations de conversion sont programmées et donc associées à des émissions supplémentaires de frigorigènes pendant la conversion.

9. Si la conversion a lieu au moment d'une réparation lorsque l'intervention dans le système et les pertes associées sont inévitables, il faut tenir compte uniquement des émissions futures probables de frigorigène et des émissions indirectes reliées à la consommation énergétique; elles seules seraient pertinentes pour le cycle de vie restant de l'équipement. En principe, un système de réfrigération existant devrait toujours avoir été optimisé pour un frigorigène spécifique, par exemple le HCFC-22, et ce qui est habituellement considéré comme une conversion ne ferait que rajuster le système à la substance de remplacement avec des mesures relativement simples, dans la mesure du possible. Dans presque tous les cas, le HCFC-22, par rapport à d'autres candidats possibles pour la conversion, possède un degré d'efficacité inhérente plus élevé et on peut présumer que dans quelques cas seulement les paramètres de conception du système existant correspondraient mieux à une technologie de conversion qu'au HCFC-22. Par conséquent, on peut s'attendre à ce qu'un système de réfrigération ait généralement une efficacité énergétique inférieure après la conversion. Il est possible de renverser cet effet puisqu'une conversion intégrerait habituellement un entretien minutieux du système, incluant le nettoyage des échangeurs de chaleur et le réajustement des contrôles internes, qui pourrait déboucher sur un rendement amélioré par rapport à la situation avant la conversion. Il est certain qu'un entretien minutieux similaire d'un système au HCFC-22 engendrerait aussi des résultats positifs similaires, reste donc à savoir si toute amélioration

³ En supposant que les incitatifs économiques pour fournir des frigorigènes à la régénération soient modérés et ne deviennent pas des incitatifs pervers qui redirigeraient les HCFC neufs ou les HCFC facilement réutilisables vers la régénération.

de l'efficacité énergétique doit être associée à la conversion lors d'une évaluation des conséquences sur le climat. Comme le démontrent les considérations précédentes, il n'existe pas de manière systématique d'évaluer l'impact des conversions puisque le résultat d'une conversion, en termes de conséquences sur le climat, dépend très largement de la situation spécifique et de la manière dont la conversion est effectuée. On ne peut pas présumer d'une amélioration dans les conséquences sur le climat pour la majorité des conversions et la technologie introduite par la conversion pourrait, dans bien des cas, ne pas jouer le rôle le plus important parmi les conséquences d'une telle activité sur le climat.

ANNEXE II

APERCU DU SECTEUR DE LA REFRIGERATION ET DE LA CLIMATISATION

Estimation de la répartition de l'utilisation du HCFC-22 dans le secteur de l'entretien, d'après les PGEH

1. L'analyse d'un échantillon représentatif de 65 PGEH approuvés tant dans des pays à faible volume de consommation (PFV) que dans d'autres pays, a révélé qu'en moyenne, la moitié de la consommation de HCFC-22 dans un pays se retrouve dans le secteur de la climatisation résidentielle et environ 70 pour cent de la consommation est utilisée pour l'entretien des systèmes de climatisation. En moyenne, 24 pour cent de la consommation est absorbée par l'entretien dans la réfrigération commerciale, comme l'indique le tableau 1.1 ci-dessous.

Table 1.1. Consommation moyenne de HCFC-22 dans le secteur de l'entretien pour la réfrigération, par sous-secteur

Sous-secteur	Part moyenne de la consommation de HCFC-22 par sous-secteur (%)		
	PFV	Autres pays	Total
Climatisation résidentielle	52	46	50
Climatisation commerciale	17	12	16
Industrie, transport et refroidisseurs, Autres	5	5	5
Total partiel pour la climatisation	74	63	71
Réfrigération commerciale	23	28	24
Réfrigération industrielle, autres	3	9	5
Total partiel pour la réfrigération	26	37	29
Total	100	100	101

SOURCE: Un échantillon de 65 PGEH approuvés (47 dans des PFV et 18 dans d'autres pays)

2. La répartition de la consommation de HCFC-22 entre les sous-secteurs varie beaucoup d'un pays à l'autre mais, en règle générale, on constate que les plus grands pays tendent à avoir une consommation plus élevée dans le secteur de la réfrigération commerciale que les petits pays. Bon nombre de PFV consomment une part importante de HCFC-22 dans le sous-secteur de la climatisation résidentielle. Sur 47 PFV analysés, dans 34 pays (72 pour cent de l'échantillon) la climatisation résidentielle représentait plus de 30 pour cent de la consommation et plus de 70 pour cent dans 17 de ces pays.

3. Puisque les données de consommation sectorielle étaient présentées selon des formats différents dans les PGEH, il a été impossible d'obtenir une meilleure représentation de la consommation par sous-secteur dans plusieurs grands pays. Il a été impossible aussi de calculer le volume de HCFC utilisé pour l'installation et l'assemblage ou pour la charge des équipements neufs car seuls quelques pays ont fait ces distinctions de catégories.

Taux des émissions de frigorigènes

4. Plusieurs PGEH ont estimé la consommation de HCFC-22 pour l'entretien dans le secteur de la réfrigération à partir de l'inventaire des équipements, multiplié par un taux estimatif des émissions annuelles pour chaque sous-secteur qui correspond au volume de frigorigènes acheté pour entretenir les équipements pendant une année, comme proportion de la charge de frigorigènes des équipements. Le tableau 1.2 présente les taux estimatifs des émissions annuelles par type d'équipement dans les pays visés

à l'article 5 selon une étude mondiale⁴. Le tableau 1.3 contient des informations sur les taux des émissions annuelles, provenant d'un échantillon représentatif de 38 PGEH approuvés dans lesquels ces données étaient disponibles.

Table 1.2: Taux estimatifs des émissions annuelles pour la réfrigération, par type d'équipement

Sous-secteur	Type d'équipement	Pays visés à l'article 5		Pays non visés à l'article 5	
		Taux des émissions annuelles (%)	Taux de récupération à la fin du cycle de vie (%)	Taux des émissions annuelles (%)	Taux de récupération à la fin du cycle de vie (%)
Climatisation résidentielle	Portatif	2	0	2	0-8
	Fenêtre	2	0	2	0-8
	Split < 5 kw	5	5	5	30-55
	Split > 5 kw	10	5	10	30-55
Climatisation commerciale	Monobloc intérieur	6	0	5	50-65
	Unité de toiture	6	30	5	75-87
	Split avec conduit < 17.5	6	5	5	50-65
	Split avec conduit > 17.5	7	10	5	75-87
Réfrigération commerciale	Supermarchés	35-40	18-30	22-30	70-80
	Unités de condensation	15	5-50	15	5-50

SOURCE: Global inventories of the worldwide fleets of refrigeration and air-conditioning equipment in order to determine refrigerant emissions The 1990 to 2006 updating. Final report 2010.

Table 1.3: Taux estimatifs des émissions annuelles pour la réfrigération, par type d'équipement, d'après les PGEH

Sous-secteur	Taux estimatifs des émissions annuelles d'après les PGEH		
	Moyenne (%)	Volume le plus bas (%)	Volume le plus élevé (%)
Climatisation résidentielle	29	4	79
Climatisation commerciale	40	3	70
Climatisation industrielle	40	8	54
Transport	23	8	40
Refroidisseurs	22	14	30
Réfrigération commerciale	38	2	82
Réfrigération industrielle	44	7	100

Source: Un échantillon de 38 PGEH approuvés dans lesquels ces données sont disponibles. Ces données correspondent aux estimations faites par chaque pays et les méthodes peuvent varier d'un pays à l'autre.

5. Il convient de mentionner que la méthodologie utilisée pour estimer le taux des émissions varie d'un pays à l'autre; elle peut s'appuyer sur des observations, les données disponibles sur l'entretien des équipements, des discussions avec les techniciens, le volume de frigorigènes acheté, ou d'autres sources. Il importe donc de garder à l'esprit que ce sont des estimations qui comportent un certain degré d'erreur.

6. À partir des données, on constate que le taux moyen de pertes dans la climatisation résidentielle et commerciale est nettement supérieur dans les PGEH au taux estimé par l'étude. On constate aussi qu'il varie de 4 à 79 pour cent, ce qui pourrait indiquer des inexactitudes dans les données ou un potentiel de réduction des émissions et par conséquent, la consommation dans certains pays pourrait diminuer

⁴ Global inventories of the worldwide fleets of refrigeration and air-conditioning equipment in order to determine refrigerant emissions The 1990 to 2006 updating. (Inventaires généraux des parcs d'équipements de réfrigération et de climatisation à travers le monde pour le calcul des émissions de frigorigènes. Mise à jour 1990 à 2006). Centre Énergétique et Procédés, ADEME. Avril 2010.

simplement avec de meilleures pratiques d'entretien, incluant l'entretien préventif et le contrôle des pertes. On observe la même situation dans le sous-secteur de la climatisation commerciale.

7. Le taux des émissions dans la réfrigération commerciale est généralement plus élevé dans les pays visés à l'article 5 que dans les autres pays, à la fois selon l'étude et d'après les PGEH. Les raisons en sont le volume plus grand de la charge de frigorigènes dans les systèmes et des pertes difficilement accessibles pour effectuer des réparations. Étant donnée la diversité des équipements et des installations classés dans la réfrigération commerciale, il est plus difficile de tirer des conclusions à partir de ces chiffres.

ANNEX III

LESSONS FROM THE PHASE-OUT OF CFCs

Regulatory and policy framework (including customs training)

1. The establishment and implementation of licensing systems⁵, accompanied by quota systems and other ODS control regulations were instrumental in the phase-out of CFCs, especially in the refrigeration servicing sector. While there were CFC reductions expected from training projects, refrigerant recovery, recycle and reclaim projects, and the retirement of older CFC-based equipment, they were difficult to quantify and assumed to be low during the first years of the TPMPs and NPPs before technicians had received training and equipment. This left the appropriate establishment and application of regulations to limit annual CFC imports to the maximum allowed values by the Montreal Protocol, as the most immediate and certain way to ensure compliance with the annual CFC consumption targets. The technical assistance in form of training in good practices in refrigeration, customs training, recovery, recycling and reclamation, retrofits and replacement of equipment, interacted with the set of regulations in helping the consumer sectors to conserve CFCs and encourage the replacement of CFC-based equipment when economic and technical conditions were appropriate, with the ultimate goal of reducing the demand for new CFCs.

2. In recognizing the importance of regulations the Executive Committee established the existence of a licensing system at least in draft form as a prerequisite for customs training, recovery and recycling and retrofits projects. At its 48th meeting the Executive Committee, based on the evaluation of customs officers training and licensing systems projects, reminded Article 5 countries to establish licensing systems for imports and exports of all ODS including HCFCs, and recommended *inter alia* introducing regulations regarding a ban on ODS sales to non-licensed companies, restrictions on the import of ODS-based refrigeration and air-conditioning equipment, and developing electronic licensing systems. At its 49th meeting the Executive Committee recommended National Ozone Units (NOUs) in planning and implementing RMPs and TPMPs updating and complementing ODS-related legislation where additional legal measures were needed and further specification of enforcement mechanisms had been identified, including, for example banning the import and export of CFC-based second-hand refrigeration equipment; mandatory certification of technicians performing professional activities in refrigeration servicing; specification of a system of sanctions in cases of violation of legal regulations; improvement of the mechanisms for import and export quota allocations under the licensing system and the monitoring of their actual use; and enhancement of cooperation between the NOU and the customs authorities.

3. In phasing-out HCFCs, the HCFC licensing and quota systems were established as a pre-requisite for accessing funds under the HPMPs (decision 54/39 and 63/17 respectively). Article 5 countries are currently considering additional regulatory measures to support the phase-out of HCFCs. The UNEP publication “HCFC policy and legislative options” provides a comprehensive analysis of legislative and regulatory options that could be considered in designing and implementing various stages of HPMPs. For example, measures related to monitoring and control trade that could minimize adverse impact on climate include⁶, *inter alia*:

- (a) Mandatory reporting by HCFC importers and exporters in order to monitor the actual use of the licenses issued and ensure the effectiveness of the licensing system. It would allow comparing the customs data with actual data from the importers/exporters helping verify compliance with consumption targets, ensure a better identification of blends (a common issue in HPMPs submitted), and identify potential illegal shipments through

⁵ Article 4b of the Montreal Protocol requests all Parties to establish and implement a system for licensing the import and export of new, used, recycled and reclaimed controlled substances in Annexes A, B, C and E.

⁶ HCFC Policy and Legislative Options, A guide for Developing Countries, UNEP, 2010.

discrepancies among the two sets of data in benefit of the importers/exporters. Linking the annual reporting to the issuance of licenses for the next year would give enough incentive to report. This will also revert in more reliable data reported to the Ozone Secretariat;

- (b) Ban on “non-refillable” (disposable) HCFC containers. It has been implemented in Australia, Canada, the European Union and it is proposed in the HPMP of Saudi Arabia. This measure can assist in a faster phase-out of HCFCs as it will make the illegal trade more difficult, as it is much easier to counterfeit small cylinders than larger ones. In addition, HCFC emissions from almost empty non-refillable containers will be avoided. It will represent additional effort and cost for dealers and servicing companies that will need to re-package the HCFC from big cylinders to smaller ones, but the price of import in larger cylinders or tanks will be smaller. This measure could be extended to a ban of non-refillable cylinders containing alternatives to close the possibility of illegal trade by mislabelling HCFC cylinders as HFCs. UNEP’s feedback from the field indicates that this measure might be possible in some places but more difficult to implement in some regions where most cylinders used are non-refillable and the volumes managed are small. Capacity for local filling would be required and this may require certain volume of operations to be sustainable. It may also increase the price of HCFC, which in some cases may stimulate illegal trade;
- (c) Restrictions on imports/placing on the market of products and equipment containing or relying on HCFCs. Several Article 5 countries have proposed in their HPMPs the ban on imports of HCFC-141b and equipment/products containing HCFC-141b to support the total phase out in the foam manufacturing sector. Others have also included a ban on imports of all HCFC-based equipment at some point during the implementation of stage I of the HPMPs. Given the scenario of technology maturity and availability it is important to keep into consideration the timing and the modalities of these controls, as they would influence the selection of technologies phased in to replace HCFCs. There are options that could provide more flexibility while the scenario of alternatives continues evolving, for example a gradual ban by type of equipment, or an extension of the HCFC licensing system to also cover HCFC-based equipment, which would represent more burden to the authorities but would also allow them to monitor and control the flow of products and equipment relying on HCFC to determine future needs of refrigerant for servicing;
- (d) Fees for HCFC imports provide disincentives for using expensive HCFCs and incentives for using alternatives, therefore it should be considered to extend the fees to high-GWP alternatives. It also improve recovery rates and would collect resources to help fund cost related to ODS phase-out. This measure is being implemented in Australia, Denmark, Norway and other countries. Mauritius also introduced in 2000 zero duty import in ODS-free alternatives and non-ODS equipment, and 30 per cent duties in ODS including HCFC-22. In order to minimize adverse climate impact this measure should be carefully designed to ensure that there are low-GWP alternatives to replace the HCFC-22 and through the measure they will become more competitive, otherwise it could revert on an incentive to increase high GWP alternatives; and
- (e) Extending the licensing system to include the most commonly used refrigerants in the country, namely HFCs and HFC-based mixtures, hydrocarbons (HC-290 and HC-600A), would allow the country to simultaneously achieve ozone and climate benefits as it would limit the use of HFCs, allow a better monitoring and influence on the introduction of alternatives, and reduce the possibility of illegal import of HCFC labelled as HFC. Other monitoring and control trade considered in the study include requirement for proof of

origin for HCFC shipments, electronically operated licensing system and permits for each HCFC shipment.

4. Options related to restrictions on use of HCFCs include *inter alia*:
 - (a) HCFC use bans (whether starting by the HCFC with the highest ODP or by the most emissive uses like flushing) would have an effect in the demand for HCFC allowing a well-controlled HCFC phase-out minimizing the impact on particular subsectors. Several Article 5 countries included the ban in the use of HCFC-141b in flushing in stage I; and
 - (b) Ban on new HCFC installations would promote the introduction of non-HCFC technologies and facilitate the HCFC phase out. It would not stop the use of HCFC in existing installations but would reduce demand for HCFC on new installations and avoid future demand for HCFC to serve them. It would also help prevent the dumping of obsolete HCFC equipment. It could be complemented by incentives and financial support for building new installations based on alternatives and disincentives through taxes. It should be accompanied by the promotion of low-GWP alternatives and its promulgation should take into account the availability of these technologies.

5. UNEP is assisting several countries in introducing standards and codes on installation, servicing, design, emission reductions, and records keeping for importers, dealers and servicing companies. Some options related to record keeping include:
 - (a) Mandatory HCFC logbooks. They could include HCFC importers, exporters and dealers, and HCFC users, and could be complemented with reporting obligation. They could help monitor how legislation is being followed and allow for effective monitoring of HCFCs flow and quantities recovered, recycled and reclaimed; and
 - (b) Mandatory HCFC equipment logbooks. Their contribution to minimize adverse climate impact is substantial as they provide data on HCFC emissions that can help verify compliance with obligations related to HCFC recovery and related leak checking. They facilitate actual calculation of emissions (or annual leakage rate) per type of equipment. The system would require decisions on minimum size and type of equipment to be included and the creation of a National Register of Equipment and a system to report data. Record keeping for equipment containing 3 kg or more of HCFC is mandatory in European Union, and in India all users of ODS, including owners of HCFC equipment must register, but there is no obligation of record keeping or reporting data. According to UNEP's experience record keeping can be introduced initially in large and medium size companies. In small will be more difficult, but many individual technicians will try to comply with the requirements to join medium and large companies. In the long term many small will follow medium and large standards.

6. Limited enforcement capacity is a deterrent in many countries when it comes to establishing a more comprehensive set of policies to control HCFCs. Countries have been successful in enforcing trade measures with the assistance of customs departments. However, enforcing emission control measures and those directly related to the operation of the servicing sector in the field is another issue that merits further consideration.

Training in good practices in refrigeration

7. Guidelines on training in good practices in refrigeration were approved at the 23rd Executive Committee meeting (decision 23/48) and several evaluations compiled important lessons learned on this

activity. Training in good refrigeration practices has been provided to practically all Article 5 countries⁷. Many of them were implemented in cooperation with training institutes and/or included technicians' certification schemes.

8. Although no quantifiable information exists on the final impact in terms of reduction of CFC consumption attributable to technical training, Multilateral Fund evaluations have concluded that the introduction of good practices in refrigeration servicing is an important factor in reducing CFC emissions into the atmosphere⁸. Some of the qualitative outcomes from the training programmes include increased awareness in the sector on conservation, preventive maintenance and knowledge of substitute technologies, and incorporation of knowledge gained into their regular training-centre courses. Some punctual quantitative evidence is available, but is difficult to extrapolate. For instance, recent feedback from the case study undertaken as part of the multi-year agreement (MYA) evaluation in India indicates that all servicing workshops visited confirmed a permanent change in their servicing practices after the training course due to a favourable reaction by their clientele, achieving between 10 and 40 per cent reductions in their refrigerant consumption.

9. One of the lessons learned from the implemented projects is that the training should become sustainable in order to contribute to a permanent change of behaviour after the project is completed. The evaluation of RMPs in 2003 indicated that training had already covered between 30 to 70 per cent of the technicians in registered workshops and informal technicians in some cases, and that training was already a self-sustaining process, as local trainers were trained and the training modules incorporated into the curricula of the refrigeration courses of Technical Colleges. The TPMP evaluation in 2009 reported that in most of the eight countries visited, refrigeration training modules had been incorporated in the curriculums of technical schools and vocational training courses, or respective agreements with universities and other technical canter had been established to prepare training material and to organize courses for refrigeration technicians, ensuring the sustainability.

10. Recommendations from past evaluations also included that certification systems for successfully participating in training programmes should be supported through regulations in the country, or even considering mandatory certification of technicians performing professional activities in refrigeration servicing. Many countries complemented the training with technicians' certifications schemes. The understanding and scope of certification schemes vary from country to country from the issuance of a certificate by the NOU to each participant in the training in good practices, to the establishment of a scheme supported by technical norms to provide different levels of certification by a third body upon the approval of technical tests. While the ultimate goal in many countries appears to be making good servicing practices mandatory for all refrigeration technicians through a certification scheme, UNDP and UNEP indicated that NOUs faced challenges to make certification compulsory as often this decision goes beyond their domain (i.e., is an issue related to the ministries of education and/or labour). This difficulty has been overcome in some countries, but not in all. UNEP has explored alternative ways to tackle the issue, environmental certificate issued by the environmental authorities is currently being tested in Iraq, this certificate would be comparable to the one issued by the United States Environmental Protection Agency, as it is issued by the environmental authorities.

11. There also seems to be evidence supporting the idea that the technician's certification schemes could be further developed and combined with regulations on record keeping. Several concrete examples discussed in UNEP regional network meetings demonstrate how comprehensive strategies combining training, certification schemes and regulations have achieved measureable results on leakage reduction.

⁷ The inventory of projects approved includes more than 450 entries for around US \$45 million covering training of technicians, be it through individual projects, as part of RMPs or as tranches related to TPMPs, NPPs and HPMPs.

⁸ Final report on the evaluation of the implementation of RMPs (UNEP/OzL.Pro/ExCom/41/7)

12. One of them is the certification scheme in Hungary, managed by the refrigeration association, which provides different categories of certification to personnel and companies, according to their level of knowledge, and also registers stakeholders. Under this scheme, non-certified technicians or companies cannot buy refrigerant in the market. The system is enforced by around 30 inspectors in 11 authorities that receive periodic training. In Poland, the certification is handled by the State Office of technical inspection and is complemented by a registry system with reporting obligations to entities importing, exporting, using, recovering, recycling, reclaiming or destroying ODS refrigerant. The system is supported by penalties for intentional venting of ODS, one reclamation centre and one destruction facility.

13. The work with refrigeration associations has been reported as positive. The evaluation on training programmes⁹ recommends that consideration should be given to strengthening of associations and involving them more closely in project implementation. Evaluation on TPMPs found that cooperation with RAC associations is important, most countries have one that covers up to 80 per cent of the population. Sometimes it is an entrepreneurs' association, but it is a private or a private/public body that groups the key stakeholders, technicians, importers, distributors, among others¹⁰. An efficient and operational public-private partnership forum was instrumental in achieving CFC phase out¹¹.

Refrigerant conservation (recovery, recycling and reclaiming):

14. Implementation of CFC recovery and recycling (R&R) schemes faced a number of issues that prevented them from achieving proper refrigerant conservation and adequate measurement of emissions reductions. These issues included: low CFC prices that prevailed during most of the period of CFC phase-out; lack of regulations to prohibit purposeful emissions of ODS as well as lack of awareness among technician and end-user; high costs of R&R equipment and lack of supplies (e.g., filters) on local markets; weight of equipment, lack of a proper monitoring and reporting systems; and difficulty structuring incentives to ensure that recovered refrigerants was taken to recycling centres and back, especially if the price of the recycled refrigerant was low¹².

15. Several Executive Committee decisions¹³ requested not commence R&R projects until incentives or regulatory measures were put in place in order to ensure their sustainability and other prerequisites for success addressing the issues above were in place. The RMP evaluation¹⁴ observed that R&R was better in larger installations, recovered gas was rarely brought to recycling centers, and lighter oil-less equipment with capacity to recover also HCFC-22 was preferred. The evaluation gave recommendations on more pre-requisites for R&R subsequently reflected in decision 41/100. The decision, subsequently reiterated in decision 49/6, requested Article 5 countries and bilateral and implementing agencies to consider concentrating recovery and reuse of CFC on large-size commercial and industrial installations and mobile air conditioner (MAC) sectors, if significant numbers of CFC-12 based systems still exist and the availability of CFC is strongly reduced by the adoption of effective import control measures. It also requested becoming more selective in providing new recovery, and in particular recycling equipment, by establishing during project preparation a sounder estimate of the likely demand for recovery and recycling equipment; delivering equipment to the country only against firm orders and with significant cost participation by the workshops for equipment provided, using locally-assembled machines to the extent possible; procuring, delivering and distributing equipment in several stages, after reviewing the utilization of equipment delivered and verifying further demand; and ensuring that adequate follow-up service and information are available to keep the recovery and recycling equipment in service. It also recommended monitoring the use of equipment and knowledge acquired by the beneficiaries, on an ongoing basis.

⁹ UNEP/OzL.Pro/ExCom/31/20.

¹⁰ UNEP/OzL.Pro/ExCom/58/8.

¹¹ UNEP/OzL.Pro/ExCom/58/8.

¹² UNEP/OzL.Pro/ExCom/31/18.

¹³ Decisions 22/24 and 38/38 among others.

¹⁴ UNEP/OzL.Pro/ExCom/41/7.

16. The TPMP evaluation reported that some countries replaced their R&R projects by the distribution of tools to technicians in their TPMPs and others submitted substantially modified R&R projects based on the lessons learned reflected in decisions 41/100 and 49/6. Allowing the procurement of R&R equipment that could operate with other substances had positive results as it has been historically reported more recovery of HCFC-22 than CFC-12. However, NOUs still had difficulties in receiving the information from beneficiaries despite contractual commitments to report data R&R of refrigerant.

17. Feedback provided by the implementing agencies on the implementation of the HPMPs indicates that there are some factors that can enhance the effectiveness of recovery, recycling and reclaiming, subsequently reducing HCFC emissions.

UNDP identified as major shortcomings in previous recovery/recycling/reclamation projects the absence of a counterpart stake or ownership from the recipients, the absence of a commercial incentive for recovery/recycling or reclamation of CFCs); inadequate size and definition of ownership of reclamation facilities, inadequate logistics for managing the flow of recovered CFCs from technicians to the reclamation facilities and the absence of standards or certification of recycled and reclaimed CFCs (causing apprehension or suspicion in CFC buyers about the quality of such CFCs). With the increased supply of relatively inexpensive reclamation units that can guarantee the return of certified refrigerant (ARI 700), in some countries the recycling is being replaced by reclamation. The reclamation units have been established in enterprises that are involved in the refrigerant sales business following a business model and co-financing by the beneficiary enterprise. In several countries technicians can change certain amount of impure refrigerant by a smaller amount of pure in the reclaiming center, with no money exchange. Reclaiming units are also set to work with blends..

18. According to UNIDO:

- (a) Service sector is approached in the best manner by introducing centralized reclaim in combination with decentralized recycling/re-use (through adding an external filter kit to a recovery unit). Both concepts are technically sound and meet the standards' guidelines (e.g. EN-378). Applying recycling as a centralized operation is not considered; since purity is not guaranteed and equipment is not widely available;
- (b) CFC recovery basically took place from domestic refrigerators and automotive air-conditioning (MAC). As for domestic refrigeration; quantities recovered were very small due to the small refrigerant charge (100-150 g) in combination with handling losses. As for MAC's the approach was typically recovery and direct re-use through a MAC service unit; where the re-use rate may not be logged;
- (c) When recovering HCFC-22, we expect much higher recovery rates due to the larger charge size – in particular from air-conditioning units. Emphasis should also be given – to a larger extent – to push-pull recovery methods; which is applicable for larger charges;
- (d) A recovery, reclaim and re-use scheme should preferably be integrated into the existing refrigerant supply chain. We believe it's important to involve the private sector; possibly through a selection process, where the business model is also a selection criteria.

Retrofit and replacement activities in end-user sector

19. The guidelines for end-user conversion in the commercial refrigeration sector adopted by the Executive Committee at its 28th meeting¹⁵ established that the relevant circumstances which must prevail before priority would be accorded to end-user conversion activities were:

- (a) Production and import control on CFC and CFC-based equipment in place and effectively enforced, and restricts the deployment of new CFC components;
- (b) The country's major remaining consumption is for the servicing of refrigeration and air-conditioning equipment;
- (c) Comprehensive data on the profile of all remaining consumption has been determined and made available to the Executive Committee, and
- (d) Either no other possible activities would allow the country to meet its CFC control obligations, or the comparative consumer price of CFCs, relative to substitute refrigerants, has been high for at least 9 months and is predicted to continue to increase.

20. Under the above circumstances for an initial period of 18 months the retrofitting of commercial refrigeration equipment continued to be assessed on a case by-case basis and priority was given to projects for the conversion of cold stores in the agricultural, fisheries or other food-chain industries which are important for the economies of the countries concerned. Only a few end-user conversion projects were considered and approved by the Executive Committee within the established period.

21. The Executive Committee decided at its 31st meeting that incentive programmes to encourage retrofitting could be submitted under (decision 31/48). At the 32nd meeting UNDP developed the concept of incentive programmes for retrofit/replacement of refrigeration equipment in the commercial and industrial end-user and submitted three projects.

22. The evaluation on the implementation of RMPs conducted in 2003 reported pilot tests on retrofitting domestic and small commercial appliances to HC in several countries visited (Ghana, Senegal, Uruguay), which were seen as a potential option to continue operating CFC-based refrigerators with limited cost after the CFC phase-out. They required intensive safety training for technicians and adaptations of workshops, and claimed that the energy efficiency would improve, although this was not documented. Conversions of refrigerators to HFC-134a were found not economically viable in most cases due to its relative high cost, the cost of ester oil and difficulties to handle the system. Drop-in refrigerants were at the time considered worth it to explore as useful transitional solutions.

23. The limited evidence collected on end-user conversions during this evaluation suggested again that incentive programmes can, in principle, be effective if the following elements are in place: an operational and effective import licensing system with quota allocations, a reliable control of the level of CFC consumption, a narrowing or even inverted price differential between CFCs and alternative refrigerants, the introduction of economic incentives to industrial and commercial companies, and last not least, economic growth which helps to mobilize public and private funds for modernization investments. The evaluation also concluded that it was the anticipation of market developments and not awareness-raising what could induce the private sector to embark upon conversion of technologies implying additional investments, and that further analysis on the factors for success was required.

¹⁵ Decision 28/44.

24. By 2007, twenty refrigeration end-user incentive programmes had been approved and a subsequent desk study on incentive programmes for retrofits was undertaken. The study confirmed that it was possible and also essential for a country to meet the pre-requisites established by the Executive Committee for approval of incentive programmes - i.e production and import controls on CFCs and CFC-based equipment in place and effectively enforced, and restricted development of new CFC components-, and without these pre-conditions being in place, the necessary close cooperation with the potential beneficiaries was very difficult or impossible to realize, as some countries experienced. Project delays observed in this evaluation were attributed primarily to lack of necessary preconditions for the successful start of the incentive projects¹⁶.

25. The study showed that a series of substitutes were considered in the end-user incentive programmes, including retrofitting to HCFC-22, HFC-134a, HFC-404A, hydrocarbon, or dropping in refrigerant HFC-406, HFC-409 and C-10M1. The beneficiary enterprise from the incentive programme confirmed significant economic benefits derived from the conversion due to the lower price of HCFC-22 (in all the cases between 20 and 52 per cent of the price of CFC-12). In cases of conversion to HFC-134a or HFC-404A, owners of refrigeration equipment advised that even though the price per kilogram of new alternatives was currently higher than that of CFC-12, the economic benefits derived from the operational efficiency of the new systems far outweigh the differences in the prices of the refrigerants and should be an incentive for converting to new alternatives. Drop-in conversion using ternary blends containing HCFC had at the time limited applications in Article 5 countries due to their low availability and high cost, especially given the high leakage rate of aging refrigeration equipment. Almost all companies reported that refrigerant leakages and frequent breakdowns have been reduced or completely stopped resulting in drastic reductions of operational expenses and periodic losses of stored products.

26. Some of the factors that motivated the end-users to retrofit their equipment included a limited remaining life time of existing equipment and increased cost of maintenance; increase in price of CFC-12 refrigerant and comparatively low price of HCFC-22; increased awareness of owners regarding ODS phase-out and future shortage of CFC refrigerants; relatively simple procedures for accessing funds under the incentive programme; increased awareness about additional benefits resulting from conversion such as energy savings, lower cost of maintenance, reduced leakages, and emerging business opportunities associated with better performance of the replaced or retrofitted refrigeration equipment. The retrofit of existing equipment resulted in extension of its life span and deferral of otherwise inevitable investments in equipment in the food processing industry; availability of alternative technology and local contractors providing quality service for replacement and retrofit; and good connection of local consultants with servicing technicians and local refrigeration contractors through the national refrigeration association.

27. In 2009, the evaluation of TPMPs concluded that incentive projects in retrofit worked well in places where CFC-12 prices were growing rapidly while the prices of equally available alternatives was stable and that the price difference, the level of the incentive and the NOU related activities also played a significant role¹⁷.

Views on retrofit expressed by UNIDO

28. The only HCFC-22 alternatives available for retrofit are high-GWP (such as HFC-407C/F, HFC-404A). HFC-32 does not qualify as retrofit candidate due to its higher operating pressures. The only low-GWP alternative that comes close to HCFC-22 is HC-290 (propane); however, its application is limited due to the flammability. Furthermore, the volumetric refrigeration capacity of HC-290 is around 85 per cent of HCFC-22; so a retrofit may also lead to lack of performance at design conditions. Also, based on experience from the Chinese RAC sector, A/C manufacturer reduce the heat exchanger pipe size

¹⁶ UNEP/OzL.Pro/ExCom/52/18.

¹⁷ UNEP/OzL.Pro/ExCom/58/8.

to ensure proper heat transfer (refrigerant velocity). Trials made at Petra/Jordan with un-optimized heat exchangers showed drop in efficiency. HC-1270 (propylene) appears to have better volumetric capacity; but concerns about flammability and heat exchanger modifications remain. Better low-GWP replacements are foreseen; both hydrocarbon mixtures as well as HFO/HFC mixtures; but none are commercially available. The only option to address service sector within next 5 years is through recovery, reclaim and re-use.

Feedback on retrofit of HCFC-based equipment to HCs

29. UNEP informed that in some countries in Africa and the Caribbean HC-290 is being used for retrofitting, operating and/or filling HCFC-22-based equipment. It appears that market conditions may be favourable for this practice, as it is taking place independently of efforts under the HPMPs, in some cases by enterprises that are promoting the practice and providing related training to technicians. In response to this practice, during implementation of the HPMPs, UNEP and other agencies that have found a similar situation have given priority to providing training to technicians on safe handling of HC technologies already to some extent in the market and developing codes and standards on their use.

30. In Africa, Malawi is one of the countries where HC-290 is used for retrofitting window and split air conditioners, the price of HCFC-22 is approximately US \$10.20/kg, and the price of HC-290 is approximately US \$15.30/kg. It is estimated that in average, out of ten potential air conditioners, only two could be retrofitted due to inadequate capacity on handling HCs. UNEP's role has been providing training on the proper use of HC technologies to refrigeration technicians; assisting in strengthening of Refrigeration Associations and Certification Programme and providing assistance to develop a code on the use of HCs. In a train-the-trainers national workshop it was demonstrated how to undertake a proper conversion including changes to the electrical system and other modifications operate with a flammable refrigerant.

31. The German bilateral agency Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) informed during discussions on the subject and in the context of submission of HPMP tranche requests, that it is providing assistance to Article 5 countries in ensuring proper introduction of HCs as alternative refrigerants to HCFC-22. For example: in Seychelles, GIZ is providing training on retrofits to HCs following European Standards for the use of flammable refrigerants, and implementing a demonstration project to replace the use of HCFC-based splits air-conditioning units with a HC-based chiller operated by solar energy. The publication Guidelines for the Safe Use of HC Refrigerants by GIZ (2010) provides comprehensive orientation on the safe introduction of HCs and existing international standards.