



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



Distr.  
GENERALE

UNEP/OzL.Pro/ExCom/72/40  
17 avril 2014

FRANÇAIS  
ORIGINAL : ANGLAIS

COMITE EXECUTIF  
DU FONDS MULTILATERAL AUX FINS  
D'APPLICATION DU PROTOCOLE DE MONTREAL  
Soixante-douzième réunion  
Montréal, 12 - 16 mai 2014

**RÉCAPITULATIF DES PROJETS DE DÉMONSTRATION APPROUVÉS SUR LES HCFC ET  
OPTIONS POUR UN NOMBRE DE PROJETS SUPPLÉMENTAIRES AFIN DE DÉMONTRER  
DES TECHNOLOGIES DE REMPLACEMENT DES HCFC RESPECTUEUSES DU CLIMAT  
ET ÉCO-ÉNERGÉTIQUES (DÉCISION 71/51 a))**

**Contexte**

1. Par la décision XXV/5, le Comité exécutif du Fonds multilatéral a été prié d'examiner les données présentées dans le rapport sur les informations supplémentaires relatives aux solutions de remplacement des substances qui appauvrissent la couche d'ozone établi par le Groupe de l'évaluation technique et économique (GETE) en application de la décision en XXIV/7<sup>1</sup> de la vingt-cinquième Réunion des Parties, et dans d'autres rapports, pour déterminer si des projets de démonstration supplémentaires tendant à valider des produits et techniques de remplacement à faible potentiel de réchauffement global (PRG), ainsi que de nouvelles activités destinées à maximiser les bienfaits climatiques, pourraient aider les Parties visées à l'article 5 à réduire davantage l'impact environnemental de l'élimination des hydrochlorofluorocarbones (HCFC).

2. Au cours des discussions menées à ce sujet lors de la 71<sup>e</sup> réunion, il a été mentionné que le Secrétariat, en consultation avec les agences bilatérales et d'exécution, serait prié de préparer un document de travail en vue d'utiliser l'information renfermée dans le document dont il est question dans la décision des Parties pour décider s'il faut aller de l'avant et si oui, comment il faudrait procéder. Il conviendrait de tenir compte des documents UNEP/OzL.Pro/ExCom/71/6/Add.1<sup>2</sup> (parties IX et XII) et UNEP/OzL.Pro/ExCom/71/56<sup>3</sup> pour un certain nombre d'initiatives liées à l'adoption de technologies de remplacement des SAO en cours ou lancées dans plusieurs pays. À l'issue du débat, le Comité exécutif a prié le Secrétariat de préparer pour la 72<sup>e</sup> réunion :

<sup>1</sup> La décision XXIV/7 a demandé au Groupe de l'évaluation technique et économique de préparer un rapport à partir des informations actualisées sur les solutions de remplacement et les techniques disponibles dans divers secteurs aux fins d'examen par la vingt-cinquième Réunion des Parties.

<sup>2</sup> Rapports périodiques et conformité.

<sup>3</sup> Document d'analyse sur la réduction au minimum des répercussions néfastes sur le climat de l'élimination des HCFC dans le secteur de l'entretien et de l'équipement de réfrigération.

- a) Un récapitulatif des projets de démonstration approuvés sur les HCFC, incluant les pays, les régions couvertes et les technologies sélectionnées;
- b) Un document de travail, en consultation avec les agences bilatérales et d'exécution, sur les options pour un nombre de projets supplémentaires afin de démontrer les technologies de remplacement des HCFC respectueuses du climat et éco-énergétiques, incluant des technologies de nature différente, en tenant compte de la discussion lors de la 71<sup>e</sup> réunion (décision 71/51 a)).

3. Conformément à la décision 71/51 a), le Secrétariat a préparé le présent document, fondé sur les rapports d'évaluation détaillés et les rapports périodiques réalisés par les agences bilatérales et d'exécution portant sur des projets de démonstration visant à valider des technologies de remplacement des HCFC pour les secteurs de la mousse, de la réfrigération et de la climatisation, et des solvants. Le Secrétariat a également examiné cette question au cours de la réunion de coordination interagences tenue à Montréal du 11 au 13 février 2014. Il a ensuite mené des discussions avec les agences bilatérales et d'exécution. Les agences d'exécution ont fourni des informations supplémentaires, parfois sous forme de concepts de projet, comme cela est récapitulé à l'annexe I.

4. Le document de travail se compose des parties suivantes :

- Partie I : Récapitulatif des projets de démonstration approuvés sur les HCFC
- Partie II : Incidence des projets de démonstration sur la pénétration des solutions de remplacement
- Partie III : Options pour des projets de démonstration supplémentaires visant à valider des technologies de remplacement respectueuses du climat et éco-énergétiques
- Partie IV : Conclusions
- Partie V : Recommandations

5. Il renferme également les annexes suivantes :

- Annexe I : Informations fournies par les agences d'exécution sur les projets en cours ou supplémentaires visant à démontrer des technologies respectueuses du climat et éco-énergétiques
- Annexe II : Sommaire des résultats obtenus jusqu'ici avec les projets de démonstration approuvés sur les HCFC<sup>4</sup>
- Annexe III : Conditions cadre potentielles pour les projets de démonstration

## **Partie I. Récapitulatif des projets de démonstration approuvés sur les HCFC**

### Contexte

6. Dans le cadre de l'examen des coûts associés au financement de l'élimination des HCFC, le Comité exécutif à sa 55<sup>e</sup> réunion a décidé notamment d'inviter les agences bilatérales et d'exécution à préparer et soumettre des propositions de projets pour les utilisations de HCFC dans le secteur de la mousse, y compris les sociétés de formulation et/ou les fournisseurs de produits chimiques intéressés, afin

---

<sup>4</sup> Cette annexe est une mise à jour de l'annexe V du document sur les critères de financement de l'élimination des HCFC dans le secteur de la consommation adoptés à la décision 60/44 (UNEP/OzL.Pro/ExCom/70/52).

de développer, d'optimiser et de valider les formules chimiques utilisées pour des agents de gonflage sans HCFC, et dans les sous-secteurs de la réfrigération et de la climatisation, pour que le Comité exécutif puisse choisir les projets qui mettent le plus en valeur les technologies de remplacement et facilitent la collecte de données exactes sur les coûts différentiels d'investissement et les coûts ou économies différentiels d'exploitation, de même que toute autre donnée sur l'application des technologies (décision 55/43).

7. Conformément à la décision 55/43, le Comité exécutif a approuvé 14 projets de démonstration récapitulés au tableau 1. Ces projets ont été approuvés entre les 56<sup>e</sup> et 64<sup>e</sup> réunions du Comité exécutif, pour un montant total de 17 864 172 \$US et un impact associé de 57,73 tonnes PAO. L'annexe II du présent document donne un bref aperçu des résultats obtenus jusqu'ici avec chacun de ces projets.

**Tableau 1. Projets de démonstration approuvés sur les HCFC par le Comité exécutif**

Secteur/projet	Agence	Pays	SAO	Technologie de remplacement	Rapport final
<b>Fabrication de mousse PU*</b>					
Validation du formiate de méthyle comme agent de gonflage dans la fabrication de mousse PU (BRA/FOA/56/DEM/285)	PNUD	Brésil	HCFC-141b	Formiate de méthyle	Décembre 2010
Validation du formiate de méthyle dans les applications de mousse PU micro-cellulaire (MEX/FOA/56/DEM/141)	PNUD	Mexique	HCFC-141b	Formiate de méthyle	Décembre 2010
Validation du méthylal comme agent de gonflage dans la fabrication de mousse PU (BRA/FOA/58/DEM/292)	PNUD	Brésil	HCFC-141b	Méthylal	Avril 2012
Démonstration de conversion des polyols prémélangés à base de HCFC-141b aux polyols prémélangés à base de cyclopentane dans la fabrication de mousse PU rigide à Guangdong Wanhua Rongwei Polyurethane Co. Ltd (CPR/FOA/59/DEM/491)	Banque mondiale	Chine	HCFC-141b	Cyclopentane prémélangé	Prévu novembre 2014
Conversion de la composante mousse de Jiangsu Huaiyin Huihuang Solar Co. Ltd du HCFC-141b au cyclopentane (CPR/FOA/59/DEM/492)	Banque mondiale	Chine	HCFC-141b	Cyclopentane	Décembre 2012
Validation de l'utilisation de CO <sub>2</sub> supercritique dans la fabrication de mousse PU rigide pulvérisée (COL/FOA/60/DEM/75)	Japon/PNUD	Colombie	HCFC-141b	CO <sub>2</sub> supercritique	Décembre 2013
Validation/démonstration d'options à faible coût pour l'utilisation d'hydrocarbures** intervenant comme agent de gonflage dans la fabrication de mousse PU (EGY/FOA/58/DEM/100)	PNUD	Égypte	HCFC-141b	HC**	Achèvement partiel avril 2012
<b>Fabrication de mousse XPS***</b>					
Validation de l'utilisation de HFO-1234ze comme agent de gonflage dans la fabrication de panneaux de mousse XPS (TUR/FOA/60/DEM/96)	PNUD	Turquie	HCFC-22 /HCFC-142b	HFO-1234ze	Juin 2012
Conversion de la technologie à base de HCFC-22/HCFC-142b au CO <sub>2</sub> à une technologie de cogonflage au	PNUD	Chine	HCFC-22 /HCFC-142b	CO <sub>2</sub> /formiate de méthyle	Prévu novembre 2014

Secteur/projet	Agence	Pays	SAO	Technologie de remplacement	Rapport final
formiate de méthyle dans la fabrication de mousse XPS à Feininger (Nanjing) Energy Saving Technology Co. Ltd. (CPR/FOA/64/DEM/507)					
<b>Fabrication d'équipement industriel de réfrigération pour conditionnement alimentaire et entreposage</b>					
Conversion de la technologie à base de HCFC-22 à la technologie à base d'ammoniac/CO <sub>2</sub> dans la fabrication de systèmes de réfrigération à deux étages pour des applications d'entreposage frigorifique et de congélation à Yantai Moon Group Co. Ltd. (CPR/REF/60/DEM/499)	PNUD	Chine	HCFC-22	Ammoniac/CO <sub>2</sub>	Mai 2014
<b>Élaboration d'équipement de climatisation</b>					
Conversion de compresseurs de climatisation de salle à base de HCFC-22 à une technologie au propane à Guangdong Meizhi Co. (CPR/REF/61/DEM/502)	ONUDI	Chine	HCFC-22	HC-290	Décembre 2013
<b>Fabrication d'équipement de climatisation</b>					
Conversion de la technologie à base de HCFC-22 à des technologies à base de HFC-32 dans la fabrication de refroidisseurs à source d'air froid et de thermopompes à Tsinghua Tong Fang Artificial Environment Co. Ltd. (CPR/REF/60/DEM/498)	PNUD	Chine	HCFC-22	HFC-32	Mai 2014
Conversion de la technologie à base de HCFC-22 à la technologie au propane à Midea Room Air-conditioning Manufacturing Company (CPR/REF/61/DEM/503)	ONUDI	Chine	HCFC-22	HC-290	Mai 2014
<b>Applications de solvants</b>					
Conversion de la technologie à base de HCFC-141b à une technologie à base d'iso-paraffine et de siloxane (KC-6) comme agent de nettoyage dans la fabrication d'instruments médicaux à Zhejiang Kindly Medical Devices Co. Ltd. (CPR/SOL/64/DEM/506, CPR/SOL/64/DEM/511)	Japon/PNUD	Chine	HCFC-141b	Iso-paraffine/siloxane (KC-6)	Prévu novembre 2014

\*PU : Polyuréthane.

\*\*HC : Hydrocarbures.

\*\*\*XPS : Polystyrène extrudé.

8. Le tableau 2 récapitule les projets de démonstration approuvés, y compris les technologies sélectionnées et la distribution géographique.

**Tableau 2 : Récapitulatif des projets de démonstration approuvés sur les HCFC**

Paramètres	Mousse PU	Mousse XPS	Conditionnement alimentaire et entreposage frigorifique	Compresseur	Fabrication d'équipement de climatisation	Solvants	Total
Nombre de projets	7	2	1	1	2	1	14
Coûts (\$US)	4 072 904	2 138 300	3 964 458	1 875 000	5 255 843	557 667	17 864 172
Incidence (tonnes PAO)	11,98	12,30	13,75	s.o.	16,60	3,10	57,73
Technologies démontrées	Formiate de méthyle Méthylal HC prémélangés CO <sub>2</sub> supercritique	HFO-1234ze CO <sub>2</sub> /Formiate de méthyle	NH <sub>3</sub> /CO <sub>2</sub>	HC-290	HC-290 HFC-32	Iso-paraffine/ siloxane (KC-6)	
<b>Distribution régionale*</b>							
Afrique	Égypte						1
Asie et Pacifique	Chine (2)	Chine	Chine	Chine	Chine (2)	Chine	8
Europe et Asie centrale		Turquie					1
Amérique latine et Caraïbes	Brésil (2) Colombie Mexique						4

\*Aucun projet de démonstration n'a été mis en œuvre conformément à la décision 55/43 dans des pays à faible volume de consommation (PFV).

### État d'avancement des projets de démonstration sur les HCFC

9. Sur les 14 projets approuvés, sept ont été achevés jusqu'ici et un rapport final a été présenté au Comité exécutif; trois rapports ont été soumis à la 72<sup>e</sup> réunion<sup>5</sup>; trois rapports devraient être soumis à la 73<sup>e</sup> réunion, et l'un d'entre eux est partiellement achevé et sa finalisation dépendra de l'évolution de la situation dans le pays (à savoir l'Égypte).

10. Le temps moyen d'achèvement des projets est de 38 mois, le premier ayant été complété en décembre 2010, et les autres de 2012 à 2014. Ces délais sont principalement attribuables aux raisons suivantes : signature des documents de projet; retard dans la livraison de l'équipement; nécessité d'optimiser l'utilisation des technologies pour améliorer le rendement; et priorité donnée aux projets de conformité sur les projets de démonstration. Dans de nombreux cas, les pays visés à l'article 5 n'avaient pas accès aux résultats des projets de démonstration car ceux-ci n'étaient pas disponibles au moment où ils formulaient la phase I de leur PGEH. Toutefois, la clause de flexibilité de leurs accords avec le Comité

<sup>5</sup> Sous-projet de démonstration sur la conversion de la technologie à base de HCFC-22 à la technologie au propane à Midea Room Air-Conditioner Manufacturer Company; projet de démonstration sur la technologie à base de HCFC-32 dans la fabrication de petits refroidisseurs commerciaux à source d'air froid et de thermopompes à Tsinghua Tong Fang Artificial Environment Co., Ltd., et projet de démonstration sur la conversion de la technologie à base de HCFC-22 à la technologie à base d'ammoniac/CO<sub>2</sub> dans la fabrication de systèmes de réfrigération à deux étages pour des applications d'entreposage frigorifique et de congélation à Yantai Moon Group Co. Ltd. (UNEP/OzL.Pro/ExCom/72/11/Add.1).

exécutif leur permettait d'envisager et de réaliser des changements de technologie lorsque de nouvelles solutions étaient rendues possibles.

11. En se fondant sur cette expérience, s'attendre à ce qu'un projet de démonstration technologique soit achevé en moins de 18 mois semble quelque peu irréaliste. De plus, la phase préparatoire aurait ajouté au moins six mois.

## **Partie II. Incidence des projets de démonstration sur la pénétration des solutions de remplacement**

12. Par le biais de projets de démonstration, les technologies de remplacement ont été indépendamment évaluées en menant une analyse approfondie de leur performance et de leurs coûts selon les conditions locales prévalant dans les pays visés à l'article 5. Les résultats de ces projets de démonstration figurent dans les rapports finals soumis au Comité exécutif, et ont été diffusés par des ateliers organisés à l'intention des représentants des gouvernements et des secteurs de la Région dans laquelle les démonstrations ont été réalisées.

13. Plusieurs des technologies démontrées ont été intégrées aux PGEH, comme on peut le voir au tableau 3. Les principaux exemples sont les suivants :

- a) Le projet de démonstration sur l'utilisation du formiate de méthyle pour plusieurs applications de mousse de polyuréthane a mené à l'introduction de cette technologie dans 12 pays visés à l'article 5, avec la participation de 15 sociétés de formulation locales et de centaines d'utilisateurs en aval et une consommation globale d'environ 5 000 tonnes métriques (tm) de HCFC-141b. D'autres technologies dans le secteur de la mousse ont eu moins de pénétration jusqu'ici, mais leur utilisation s'accroît, comme les HC prémélangés qui seront employés par des sociétés de formulation en Chine, en Égypte et au Mexique;
- b) Le projet de démonstration sur les climatiseurs de salle à base de HC-290<sup>6</sup> (propane) a conduit à l'utilisation de HC-290 à titre de substance de remplacement du HCFC-22 dans le plan sectoriel des climatiseurs de salle en Chine, en vertu duquel neuf activités de conversion totalisant une consommation de 3 741 tm sont en cours; de plus, trois fabricants de compresseurs sont en train de se reconvertir à la technologie du HC-290;
- c) Le projet de démonstration du HFC-32<sup>7</sup> a conduit à l'introduction de cette technologie pour le remplacement du HCFC-22 dans le plan de la Chine relatif aux secteurs de la réfrigération et de la climatisation industrielles et commerciales, en vertu duquel la reconversion de six entreprises avec une consommation globale d'environ 3 000 tm est en cours. De plus, un fabricant de compresseurs est en train de passer à la technologie à base de HFC-32. Un deuxième fabricant de compresseurs et six autres fabricants d'équipements devraient se reconvertir plus tard à la technologie à base de HFC-32. Le HFC-32 a également été sélectionné en Indonésie, où trois fabricants d'équipement de réfrigération et cinq fabricants d'équipement de climatisation utilisant plus de 550 tm de HCFC-22 sont actuellement en cours de reconversion au HFC-32; Algérie (8,3 tm de HCFC-22); et Thaïlande (1 036 tm de HCFC-22).

---

<sup>6</sup> Sous-projet de démonstration pour la conversion de climatiseurs de salle à base de HCFC-22 à la technologie au propane à Midea Room Air Conditioner Manufacturer Company, approuvé lors de la 61<sup>e</sup> réunion.

<sup>7</sup> Projet de démonstration pour la conversion de la technologie à base de HCFC-22 à la technologie à base de HFC-32 dans la fabrication de refroidisseurs commerciaux à source d'air froid et de thermopompes à Tsinghua Tong Fang Artificial Environment Co. Ltd., approuvé lors de la 60<sup>e</sup> réunion.

**Tableau 3 : Pénétration des technologies démontrées**

Secteur	Technologie	Pays où des projets sont en train d'introduire la technologie	Élimination de HCFC estimée (tm)
Mousse	Formiate de méthyle	Brésil, Bosnie-Herzégovine, Cameroun, République dominicaine, Égypte, El Salvador, Indonésie, Jamaïque, Mexique, Nigéria, Afrique du Sud, Trinidad-et-Tobago	5 000
	Méthylal	Brésil, Mexique	300
	CO <sub>2</sub> supercritique	Philippines	43
	HC prémélangé	Chine, Égypte et Mexique	*s.o.
Réfrigération et climatisation	Ammoniac/CO <sub>2</sub>	Chine, Indonésie	*s.o.
	HC-290	Arménie, Chine, Serbie	3 741
	HFC-32	Algérie, Indonésie, Thaïlande	4 594
Solvant	Iso-paraffine/siloxane (KC-6)	Chine	*s.o.

\*Pas encore disponible.

14. Indépendamment des résultats finals des évaluations technologiques, les projets de démonstration menés en conformité avec la décision 55/43 ont rempli le mandat consistant à démontrer la validité des technologies de rechange et à faciliter la collecte de données précises sur leurs coûts et leurs applications. Aucun des projets n'a été annulé. Les projets ont permis d'accroître le savoir-faire en termes de technologies de remplacement; les concepts ou approches adoptés ont été concrètement décrits et justifiés dans les propositions initiales; certains d'entre eux ont été associés à d'autres activités ou possédaient le potentiel d'être reproduits dans un nombre important d'activités financées dans le même sous-secteur; et ils ont été mis en œuvre dans des entreprises déjà identifiées et engagées à entreprendre l'évaluation. Pour assurer la planification future et l'utilisation efficace des fonds, il importe de veiller à ce que les projets semblables respectent au minimum tous ces paramètres.

15. Les principaux facteurs empêchant une plus large pénétration de ces technologies dans le secteur de la mousse sont les suivants : les utilisateurs ne sont pas assez bien renseignés sur les façons d'avoir accès aux technologies et sur les coûts associés (permis, redevances ou frais de transfert de technologie); de nombreux utilisateurs ne disposent pas du savoir-faire voulu pour appliquer les technologies; les agents de gonflage et les composants compatibles ne sont pas disponibles sur le marché local; et certaines technologies de remplacement ont des coûts d'exploitation élevés. De plus, l'absence de sociétés de formulation locales dans plusieurs pays visés à l'article 5, surtout les pays à faible volume de consommation, complique l'introduction d'une technologie viable respectant les exigences en matière de disponibilité, de coût, de performance, de sécurité et d'environnement, en particulier les petites et moyennes entreprises concernées par les applications de mousse pulvérisée. Ainsi, plusieurs de ces pays ont décidé de reporter la reconversion des entreprises de mousse jusqu'à ce que ces technologies soient disponibles.

16. Dans les technologies démontrées dans les secteurs de la fabrication d'appareils de réfrigération et de climatisation, l'une des contraintes est que l'utilisation de frigorigènes inflammables nécessite l'évaluation des procédures appliquées pour l'entreposage, le transport, l'entretien et l'élimination des

systèmes de réfrigération et de climatisation, généralement définies dans les normes<sup>8</sup>. L'absence de normes sur les bonnes pratiques relatives à l'utilisation de substances inflammables empêche les systèmes fondés sur ces technologies d'avoir accès aux marchés. Cela est également le cas des pays visés à l'article 5 qui ne fabriquent pas de climatiseurs mais qui ont indiqué dans leur PGEH qu'ils introduiraient des systèmes de réfrigération et de climatisation à faible PRG pour remplacer les systèmes à base de HCFC-22. Les fabricants ne pourront exporter les équipements qu'une fois l'adoption des normes pertinentes dans le pays.

### Autres projets

#### *Sociétés de formulation*

17. Le Fonds multilatéral a également approuvé plusieurs projets destinés à aider les sociétés de formulation à adapter leurs formules aux technologies nouvelles et émergentes à faible PRG (y compris les HFO, le formiate de méthyle et le méthylal) afin d'approvisionner un grand nombre d'utilisateurs en aval, dont de nombreuses PME.

18. La phase I des PGEH pour l'Afrique du Sud, l'Arabie saoudite, le Brésil, la Chine, l'Égypte, l'Inde, la Malaisie, le Mexique, le Nigéria et la Thaïlande comporte des projets visant à aider les sociétés de formulation à participation locale à introduire des formules de remplacement à faible PRG. Par exemple, la Chine fournira des polyols prémélangés à base de HC par le biais des sociétés de formulation en vue d'aider les entreprises qui ne peuvent établir de stations d'entreposage et de prémélangeage de HC pour des questions de sécurité et d'ordre financier et technique. En Malaisie, quatre sociétés de formulation ont déjà mis au point et testé une formule à base de formiate de méthyle, et deux d'entre elles ont aussi élaboré une formule à base de HFO-1233zd. Au Mexique, dix sociétés de formulation ont déjà entièrement conçu des formules à base de formiate de méthyle (et certaines à base de méthylal et de HC prémélangés), qui sont en train d'être mises à l'essai chez des utilisateurs en aval et commercialisées. En Afrique du Sud, les six premiers utilisateurs en aval, avec le concours de leurs sociétés de formulation, se sont reconvertis au formiate de méthyle.

#### *Promotion des frigorigènes à faible PRG dans les secteurs de la climatisation de pays d'Asie occidentale à température ambiante élevée*

19. Ce projet vise à démontrer l'applicabilité de technologies de substitution à faible PRG dans le secteur de la climatisation de pays chauds, où la climatisation correspond à plus de 50 pour cent de la demande énergétique. Les principaux objectifs du projet sont les suivants : faire face aux défis liés à la disponibilité à long terme de frigorigènes de remplacement à faible PRG; prendre en charge les questions techniques se rapportant notamment aux produits finaux, aux composants et accessoires; évaluer les normes et codes relatifs à l'efficacité énergétique; et voir comment il serait possible de faciliter le transfert de technologies à faible PRG.

20. Afin de gérer correctement ces questions, 65 prototypes ont été élaborés en association avec sept fabricants locaux, un fabricant international oeuvrant à l'échelle locale et sept fournisseurs de technologies (Daikin, Honeywell, DuPont, Emerson, GMCC, et Highly), afin de mesurer les différentes technologies potentielles. Les fabricants locaux procéderont à des essais avec quatre différents HFO, du HFC-32 et des HC dans des appareils de climatisation à fenêtre, bibloc, bibloc à canalisation et monobloc. Les prototypes devraient être prêts d'ici le troisième trimestre de 2014. Le projet permettra également de préparer une étude sur les technologies applicables à long terme dans le secteur de la climatisation régional, y compris le refroidissement urbain.

---

<sup>8</sup> Cette question est examinée dans le document du Secrétariat UNEP/OzL.Pro/ExCom/71/18.

*Refroidissement urbain en Colombie et aux Maldives*

21. Deux projets de refroidissement urbain en Colombie et aux Maldives sont associés au plan d'élimination des SAO dans ces pays. En Colombie, le projet est issu du projet de démonstration sur la gestion intégrée du sous-secteur des refroidisseurs centrifuges, mettant l'accent sur l'application de technologies sans CFC et à haute efficacité énergétique pour le remplacement des refroidisseurs à base de CFC, approuvé lors de la 47<sup>e</sup> réunion. Il devrait générer au moins 31 pour cent d'économie d'énergie par rapport aux refroidisseurs centrifuges standard et réduire d'environ 35 pour cent les émissions d'équivalent-CO<sub>2</sub> chaque année. Le budget du projet se monte à 13,4 millions \$US, dont 0,5 million provient du Fonds multilatéral. Le processus destiné à élaborer le projet de refroidissement urbain et à assurer le cofinancement a pris plus de deux ans, et deux autres années devraient être nécessaires pour le mettre en œuvre. La description du projet figure à l'annexe I.

22. Le projet de refroidissement urbain aux Maldives propose de remplacer les climatiseurs à base de HCFC et HFC par des technologies de nature différente, notamment des systèmes à absorption de vapeur, à eau de mer et à énergie marémotrice, dans un contexte urbain/communautaire. Celles-ci utilisent d'autres sources d'énergie (p. ex. chaleur résiduaire, vapeur, chaleur directe, électricité), sont potentiellement plus éco-énergétiques et présentent une empreinte carbone globale plus réduite que les technologies à base de HFC. L'étude de faisabilité est financée par la Climate and Clean Air Coalition. On peut trouver des informations plus détaillées à l'annexe II.

*Démonstration de technologies de remplacement des HCFC destinées au secteur de l'entretien et aux utilisateurs finals*

23. Plusieurs PGEH ont proposé, dans le cadre de leurs activités dans le secteur de l'entretien de l'équipement de réfrigération, des projets pilote visant à démontrer et évaluer la performance de technologies émergentes pour des systèmes de réfrigération et de climatisation (p. ex. Chili, Géorgie, Kenya, Mexique (phase II), Turquie), en vue de faciliter la production de solutions de remplacement (p. ex. Nigéria) ou de contribuer à l'élaboration de normes relatives à l'utilisation de substances de remplacement inflammables (Ghana, Géorgie, Indonésie, Kenya, Koweït, Mexique (phase II) et Oman). Par exemple :

- a) Le Chili a intégré dans la phase I de son PGEH un programme visant à démontrer des technologies à faible PRG et à efficacité énergétique élevée dans le secteur des supermarchés, qui consomme 45 pour cent de tout le HCFC-22 employé pour l'entretien. Le projet aidera plusieurs supermarchés, qui envisagent déjà d'investir dans ces reconversions, à faire face aux problèmes techniques et financiers liés au manque d'expertise et à l'absence des composants nécessaires pour mettre en place ces technologies;
- b) Le Mexique a proposé dans la phase II de son PGEH un projet de démonstration destiné à distribuer à titre d'essai 1 000 nouveaux systèmes de climatisation à base de HC à des utilisateurs souhaitant aider le gouvernement à recueillir les données nécessaires sur la consommation énergétique et le fonctionnement des équipements pendant une période de 12 mois. Les données concernant les réductions d'émissions et l'efficacité énergétique serviront à diverses fins;
- c) Le Nigéria a intégré dans son PGEH un projet de démonstration visant à mettre en place une usine vouée à la production locale de HC de catégorie frigorigène, à valider la technologie pour la fabrication de systèmes de réfrigération commerciaux et à assurer les formations voulues sur l'utilisation sans danger des HC. La construction de l'usine est maintenant terminée, les mesures de contrôle qualité des produits ont été mises en place,

des vérifications de sécurité complète ont été réalisées et l'usine est actuellement soumise à des essais pour parvenir au niveau de production attendu en 2014;

- d) La Turquie a incorporé dans son PGEH des activités visant à démontrer l'applicabilité du passage aux technologies à faible PRG (CO<sub>2</sub>/ammoniac, HC) pour des systèmes de réfrigération utilisés dans les supermarchés, afin que les plus importants utilisateurs finals s'engagent à éliminer la consommation de HCFC-22.

### **Partie III. Options pour des projets supplémentaires visant à valider des technologies de remplacement respectueuses du climat et éco-énergétiques**

24. À partir de l'analyse des 14 projets de démonstration approuvés jusqu'ici et de l'information contenue dans le rapport du Groupe de l'évaluation technique et économique conformément à la décision XXIV/7<sup>9</sup>, le Secrétariat a fait les observations suivantes :

#### Projets supplémentaires destinés à démontrer des technologies dans le secteur de la mousse

25. Le rapport du GETE sur les informations supplémentaires relatives aux solutions de remplacement des substances qui appauvrissent la couche d'ozone (SAO) a établi cinq catégories de technologies de remplacement : HC; HFC saturés; HC oxygénés (HCO ); HFC non saturés (HFO); et CO<sub>2</sub>.

26. Le rapport du GETE a conclu que les technologies à base de HC sont dominantes à l'échelle mondiale car plusieurs des problèmes associés ont été résolus; elles ont été optimisées au niveau de leur performance thermique, et sont éprouvées et commercialisées pour la plupart des applications de mousse de polyuréthane, à l'exception de la mousse pulvérisée considérée comme non sûre, et de la mousse à pellicule externe incorporée, qui n'est pas rentable pour les PME. Les facteurs qui pourraient empêcher la plus grande pénétration des HC sont les suivants : risques d'inflammabilité associés au procédé de production, installation et utilisation des produits, coûts d'investissement élevés pour la sécurité, réglementation locale en matière de santé et sécurité, règlements relatifs à la gestion des composés organiques volatils et des déchets. Le Comité exécutif a financé des projets destinés à démontrer dans deux pays visés à l'article 5 l'applicabilité de la technologie des polyols prémélangés à base de cyclopentane pour la fabrication de mousse rigide de polyuréthane. De plus, le Comité exécutif a approuvé un grand nombre de projets dans plusieurs pays préconisant le remplacement d'agents de gonflage de mousse à base de CFC-11 et de HCFC-141b par des HC.

27. Les HFO semblent offrir un bon niveau de performance avec le minimum d'investissement, ou des investissements nuls. Le HFO-1234ze semble notamment offrir des promesses dans le secteur de la fabrication de la mousse de polystyrène extrudé, qui a recours à des agents de gonflage gazeux. Toutefois, les coûts et la disponibilité générale des HFO ne sont pas encore bien définis. Le rapport du GETE indique que selon les fabricants, les HFO seraient commercialisés entre la fin 2013 et 2015, mais présume que leur utilisation sera limitée à des applications spécifiques dans les pays non visés à l'article 5. Même dans ces marchés, on prévoit que les HFO seront mélangés à d'autres agents de gonflage en vue d'obtenir un meilleur rendement et/ou de réduire l'augmentation des coûts. Le Comité exécutif a déjà approuvé un projet pilote destiné à démontrer l'applicabilité du HFO-1234ze comme agent de gonflage dans la fabrication de panneaux de mousse de polystyrène extrudé. Plusieurs sociétés de formulation établies dans certains pays ont également reçu du financement destiné à élaborer des formules à base de HFO.

28. Dans le rapport du GETE, le formiate de méthyle et le méthylal sont considérés comme moins inflammables que les HC, précisant que l'importance de ces écarts peut souvent dépendre des codes de

---

<sup>9</sup> Rapport de l'équipe spéciale du GETE sur les informations supplémentaires relatives aux solutions de remplacement des SAO, septembre 2013.

produit et des cadres réglementaires locaux régissant les fabricants de mousse. On a de plus en plus tendance à les utiliser dans des mélanges adaptés aux besoins lorsqu'ils peuvent contribuer à satisfaire les critères de performance généraux. Le Comité exécutif a approuvé trois projets de démonstration du formiate de méthyle et du méthylal pour la fabrication d'au moins 15 produits de mousse de polyuréthane, ainsi qu'un projet visant à démontrer l'applicabilité d'un mélange renfermant du CO<sub>2</sub> et du formiate de méthyle pour la fabrication de mousse de polystyrène extrudé. Depuis lors, plusieurs entreprises de mousse dans un certain nombre de pays visés à l'article 5 ont introduit des formules à base de formiate de méthyle et/ou de méthylal.

29. Les technologies à base de CO<sub>2</sub> sont disponibles sur le marché, présentent un PRG faible, sont ininflammables et offrent des coûts en capital différentiels bas pour plusieurs applications. Toutefois, leur emploi dans la mousse de polyuréthane est limité à certains usages, comme la mousse à pellicule externe incorporée, en raison des propriétés moyennes qu'elles présentent pour d'autres utilisations, notamment une conductivité thermique élevée, une forte densité et un vieillissement rapide. Dans le secteur de la mousse de polystyrène extrudé, le CO<sub>2</sub> est la solution présentant le meilleur rapport coût-efficacité mais ne peut servir à toutes les applications vu les difficultés inhérentes au procédé, les exigences en matière de conductivité thermique, le coût de la reconversion, y compris les contraintes de permis résultant des brevets, et la perte de souplesse de traitement. Le Comité exécutif a approuvé un projet destiné à démontrer l'applicabilité du CO<sub>2</sub> à l'état supercritique dans la fabrication de mousse de polyuréthane pulvérisée, car dans cet état, la substance peut surpasser les principales limites de la technologie à base de CO<sub>2</sub>, à savoir une faible stabilité dimensionnelle, une mauvaise adhésion aux substrats et une conductivité thermique élevée.

30. Le tableau 4 tiré du rapport du GETE récapitule les solutions de remplacement des HCFC existantes et émergentes dans les secteurs de la fabrication de mousse de polyuréthane et de polystyrène extrudé.

**Tableau 4. Solutions de remplacement existantes et émergentes dans le secteur de la mousse\***

Secteur	HCFC	HFC	HC	HCO	HFO	CO <sub>2</sub>
PU pour appareils	HCFC-141b HCFC-22	HFC-245fa (C) HFC-365mfc/227ea (C)	Cyclopentane (C) Cyclo-/iso-pentane (C) Options à faible coût (D)	Formiate méthyle (D)	HFO-1233zd (U) HFO-1336mzzm (U) AFA-1 (non divulgué) (U)	CO <sub>2</sub> (eau) (C)
Carton PU	HCFC-141b		n-pentane(C) cyclo-/iso-pentane (C) Options à faible coût (D)	Formiate méthyle (D)		CO <sub>2</sub> (eau) (C)
Panneau PU	HCFC-141b			Formiate méthyle (D)		CO <sub>2</sub> (eau) (C) Supercritique CO <sub>2</sub> (D)
PU pulvérisée	HCFC-141b			Formiate méthyle (D)		CO <sub>2</sub> (eau) (C)
PU <i>in situ</i> /bloc	HCFC-141b		n-pentane (C) cyclo-/iso-pentane (C)	Formiate méthyle (D)		CO <sub>2</sub> (eau) (C)
Pellicule extérieure intégrée PU	HCFC-141b HCFC-22	HFC-245fa (C) HFC-134a (C)		Formiate méthyle (D) Méthylal (D)		CO <sub>2</sub> (eau) (C)
Carton XPS	HCFC-142b HCFC-22	HFC-134a (C) HFC-152a (C)		DME (C)	HFO-1234ze (U)	CO <sub>2</sub> (C) CO <sub>2</sub> /éthanol (C)
Phénolique	HCFC-141b	HFC-245fa (C) HFC-365mfc/227ea(C)	n-pentane (C) cyclo-/iso-pentane (C)		HFO-1233zd (U) HFO-1336mzzm (U) AFA-1 (non divulgué) (U)	

\*Source : Rapport du GETE conformément à la décision XXIV/7; C : utilisé; D : démontré; U : commercialisé

31. L'utilisation potentielle des HFC à faible PRG (HFO) est en train d'être examinée. Plusieurs pays (p. ex. Arabie saoudite, Inde et Malaisie) ont reçu, en vertu de leur PGEH, une assistance pour permettre à

leurs sociétés de formulation locales d'élaborer et d'introduire des formules renfermant des HFO. Le PNUD a transmis une note d'orientation au Secrétariat concernant un projet de démonstration éventuel destiné à étudier les mélanges de HFO avec d'autres agents de gonflage (détails à l'annexe I). Il semble, toutefois, que selon le rapport de l'équipe spéciale du GETE, les agents de gonflage à base de HFO ne seront pas entièrement commercialisés avant 2015. De plus, l'acceptation de cette technologie dans les différents sous-secteurs n'est pas encore bien définie, étant donné la nécessité d'équilibrer les avantages sur les autres technologies disponibles par rapport à l'augmentation substantielle présumée des coûts de l'agent de gonflage. C'est pourquoi il n'apparaît pas judicieux pour le moment de poursuivre les projets de démonstration, mais ceux-ci pourraient être envisagés lorsque la technologie sera disponible sur le marché.

### *Secteur de la réfrigération et de la climatisation*

#### Remarques générales

32. Les systèmes de réfrigération et de climatisation ont des répercussions sur le climat par les émissions de frigorigène pendant leur durée de vie utile ainsi que par la consommation énergétique, qui provoque généralement le rejet de CO<sub>2</sub>, notamment par le brûlage de combustibles fossiles pour la production d'électricité. Alors que le présent document renferme suffisamment d'information sur les solutions respectueuses du climat utilisant des frigorigènes de remplacement, il en est autrement de l'efficacité énergétique, car l'amélioration du rendement énergétique des systèmes n'est pas considérée comme une source d'augmentation des coûts dans les projets financés par le Fonds multilatéral. De manière générale, les différentes technologies de frigorigène évaluées présentent une efficacité énergétique assez semblable. Les écarts peuvent être plus grands lorsqu'il s'agit de concepts différents; par exemple, les très gros systèmes de réfrigération ont tendance à avoir un meilleur rendement énergétique que les petits systèmes.

33. Le secteur de la réfrigération et de la climatisation comporte un grand nombre de sous-secteurs<sup>10</sup>. Le rapport du GETE sur les informations supplémentaires relatives aux solutions de remplacement des SAO se réfère à cinq catégories de technologies de refroidissement : ammoniac, CO<sub>2</sub>, HC, HFC à PRG moyen et élevé, et HFC à faible PRG (souvent appelés HFO). Outre ces technologies, qui appartiennent toutes au groupe de frigorigènes pour les cycles de compression de vapeur, d'autres solutions ont été mises au point; mais une seule d'entre elles a atteint le niveau où l'on peut envisager des produits et/ou une production acceptables pour le marché. Il s'agit des systèmes à bromure de lithium/absorption d'eau, où l'énergie est apportée par la chaleur au lieu de l'électricité et qui sont employés pour les usages de climatisation de grande à très grande envergure; chacun de ces systèmes sert de solution de remplacement d'un ou plusieurs refroidisseurs centrifuges. D'autres technologies, comme celles du cycle d'air, de la réfrigération magnétique et des machines sterling, n'ont pas démontré pour le moment qu'elles pourraient remplacer une quantité importante de HCFC-22 dans un avenir prévisible.

34. Alors que la méthodologie employée dans le rapport du GETE couvre toutes les applications en réfrigération et climatisation, dans le contexte du présent document de travail, on ne considère que celles où l'on utilise généralement des HCFC. Les tableaux 5 à 7 tirés du rapport du GETE<sup>11</sup> récapitulent les technologies de remplacement existantes et émergentes dans les secteurs de la réfrigération et de la climatisation.

<sup>10</sup> Pour l'évaluation des besoins relatifs aux projets de démonstration, le rapport périodique du GETE a recours à une classification légèrement différente de celle employée généralement par le Fonds multilatéral.

<sup>11</sup> Le Secrétariat a retiré du tableau du rapport les substances non associées aux catégories « C » ou « L », aux fins de clarté.

**Tableau 5. Applications actuelles des substances de remplacement dans le secteur de la climatisation\***

PRG	0	1	3 – 5	4	490	716
Substance	R-717 (ammoniac)	R-744 (CO <sub>2</sub> )	HC-290, HC-1270	HC-600a	« L-41 »	HFC-32
Petits systèmes autonomes		L	C [D]			L
Mini-systèmes bibloc (sans canalisation)		L	C, D		L	C
Systèmes multibloc		L			L	L
Systèmes bibloc (avec canalisations)						L
Systèmes commerciaux bibloc (avec canalisations) et systèmes monobloc			L			L, D
Thermopompes à eau chaude	C	C	C	C		L
Thermopompes pour le chauffage	C	L	C	L		L, D

\*Source : Rapport du GETE conformément à la décision XXIV/7. C : usage commercial; L : usage limité; D : projets de démonstration du Fonds; [D] Résultats des projets de démonstration du Fonds dans différents sous-secteurs potentiellement pertinents

**Tableau 6. Applications actuelles des substances de remplacement dans le sous-secteur des refroidisseurs\***

PRG	0	1	3 – 5	4	6	6	490	600	630	716
Substance	R-717 (ammoniac)	R-744 (CO <sub>2</sub> )	HC-290, HC-1270	HFC-1 234yf	HFC-123 4ze(E)	HCFC-12 33zd(E)	« L-41 »	« N-13 »	« XP-10 »	HFC-32
Volumé- trique	C	C	C	L	L		L	L	L	L, [D]
Centrifuge			L	L	L	L				

\*Source : Rapport du GETE conformément à la décision XXIV/7. C : usage commercial; L : usage limité; D : projets de démonstration du Fonds; [D] Résultats des projets de démonstration du Fonds dans différents sous-secteurs potentiellement pertinents

**Tableau 7. Applications actuelles des substances de remplacement dans divers sous-secteurs de la réfrigération\***

PRG	0	1	3 – 5	4	4	630	1330
Substance	R-717 (ammoniac)	R-744 (CO <sub>2</sub> )	HC-290, HC-1270	HC-600a	HFC-1234yf	« XP-10 »	« N-40 »
Réfrigération commerciale	Équipement autonome		C	C	C	L	L
	Unités de condensation		L	L			L
	Systèmes centralisés	L	C	L		L	L
Transport frigorifique		C	C				
Systèmes de réfrigération de grande taille	C	C, D	L				

\*Source : Rapport du GETE conformément à la décision XXIV/7. C : usage commercial; L : usage limité; D : projets de démonstration du Fonds; [D] Résultats des projets de démonstration du Fonds dans différents sous-secteurs potentiellement pertinents

35. Le Secrétariat a noté qu'un certain nombre de mélanges de frigorigène sont en cours d'élaboration, souvent composés de HFC à PRG moyen ou élevé et de HFC à faible PRG (HFO), et résultant en des PRG situés entre 490 et 1 330 (les mélanges deviennent inflammables à un PRG inférieur à 500). Actuellement, aucun HFC à faible PRG (HFO) n'a été mis au point pour remplacer directement le HCFC-22, et il n'y a aucune indication à l'effet qu'un HFC pur à faible PRG (HFO) soit en train d'être

élaboré pour remplacer le HCFC-22 ou être utilisé dans des applications où le HCFC-22 est le premier choix de frigorigène.

### Utilisateurs finals

36. Le Secrétariat note que les activités concernant directement les utilisateurs finals n'ont jamais dans le passé donné d'autres bénéfices que ceux liés à la conversion ou l'achat d'un équipement particulier. La demande émanant de ces utilisateurs qui pourrait être générée avec le soutien du Fonds multilatéral est trop réduite pour amener les fabricants à mettre au point de nouveaux produits à base de frigorigène de remplacement. La consommation éliminée par ces projets correspond à l'entretien annuel nécessaire pour l'équipement visé, valeur généralement très réduite en comparaison avec les coûts des projets.

37. Un type différent de projet pour les utilisateurs finals porterait sur les utilisations de HCFC non directement liées à un produit chargé de HCFC à convertir. Il serait alors possible d'avoir recours à un type d'équipement totalement différent. Cela couvre, par exemple, l'utilisation de refroidisseurs et de systèmes de refroidissement urbain, qui offrent la possibilité de réduire les émissions de frigorigène, et l'introduction de frigorigènes à faible PRG. Le Fonds multilatéral a, dans le passé, directement soutenu les efforts dirigés vers les gros équipements, notamment par le biais de projets de démonstration, mais aussi par le PGEH aux Maldives. Dans le cadre de projets de démonstration de refroidisseurs, on a appuyé une application de refroidissement urbain en Colombie, laquelle est actuellement utilisée. Toutefois, l'expérience acquise avec les projets sur les refroidisseurs suggère aussi que ce type de soutien ne permet pas de générer des commentaires à court terme pour la conception d'autres activités liées aux PGEH, comme cela est décrit dans plusieurs documents précédents, p. ex. UNEP/OzL.Pro/ExCom/71/6/Add.1, partie IX : Rapport périodique sur la mise en œuvre des projets sur les refroidisseurs. L'appui du Fonds multilatéral a été, au mieux, modéré par rapport au financement total de tous les projets. Pour le moment, l'approche la plus sensée serait de suivre de près et documenter les activités du Fonds déjà en cours, et de les utiliser activement pour démontrer les avantages des systèmes secondaires dans le secteur du refroidissement urbain et des refroidisseurs. Même s'il est concevable que des projets dans le secteur des utilisateurs finals en général et des projets de remplacement de grosses installations de refroidissement en particulier puissent être utiles dans certains cas, le Secrétariat ne voit pas la nécessité de mener un projet de démonstration dans un avenir rapproché.

38. Suite aux discussions menées sur les projets de démonstration lors de la réunion de coordination interagences, l'ONUDI a soumis deux concepts de projet associés au secteur des utilisateurs finals. L'un de ces concepts suggère un projet de démonstration de technologies non conventionnelles pour des applications de climatisation centrale dans le secteur du bâtiment au Moyen-Orient, tandis que l'autre propose un projet de démonstration pour la reconversion de refroidisseurs à base de HCFC-22 au HC-290 dans le sous-secteur de la climatisation des hôtels. Une brève description de ces concepts figure à l'annexe I.

### Climatisation

39. Dans le secteur de la climatisation, l'applicabilité du propane (HC-290) a été démontrée dans les petits climatiseurs bibloc, et éventuellement dans les petits climatiseurs autonomes, à savoir principalement les appareils à fenêtre. Les deux applications sont les plus gros consommateurs de HCFC du secteur. Pour les systèmes de climatisation de taille moyenne, la reconversion au HFC-32 a fait l'objet d'un projet de démonstration, qui pourrait également s'appliquer à une gamme d'usages de ce type (p. ex. multibloc, bibloc, petits appareils monobloc). Les projets de démonstration des systèmes de climatisation comprenaient également les thermopompes air-air. Le Secrétariat n'est pas au courant d'une demande pour des projets de thermopompe touchant d'autres systèmes que les pompes air-air, et ne sait pas non plus si ces autres applications pourraient être largement reproduites dans les pays visés à l'article 5. Des

thermopompes utilisant de l'ammoniac (gros systèmes) et des HC (petits systèmes) ont déjà été commercialisées.

40. Pour donner suite aux discussions portant sur les projets de démonstration menées lors de la réunion de coordination interagences, et dans le contexte du projet PNUE/ONUDI en cours sur la promotion des frigorigènes à faible PRG dans les secteurs de la climatisation des pays à température ambiante élevée, l'ONUDI a soumis un concept de projet touchant ces secteurs. Il est proposé de mener un projet de démonstration sur la technologie à base de HFO dans le secteur de la fabrication des climatiseurs dans la région du Golfe. Une brève description du concept figure à l'annexe I.

#### Refroidisseurs

41. Dans le sous-secteur des refroidisseurs, le Secrétariat ne connaît aucun pays visé à l'article 5 dont le secteur de la fabrication de refroidisseurs centrifuges pourrait bénéficier d'un projet de reconversion. Il existe toutefois un grand nombre de fabricants qui produisent des refroidisseurs à eau de différents types et de différentes tailles fonctionnant au moyen de compresseurs à vis ou de compresseurs rotatifs. Selon l'emplacement de l'équipement, l'ammoniac et les HC peuvent être et sont largement utilisés (l'ammoniac est employé pour de grandes capacités dans ces applications depuis plus de 100 ans). Le Secrétariat est d'avis qu'il n'est pas nécessaire de procéder à des projets de démonstration dans le secteur des refroidisseurs en vue de permettre le passage aux technologies à base de HC ou d'ammoniac. Il pourrait toutefois être utile de mener des activités visant à mettre au point des concepts de sécurité liés à l'utilisation de ces équipements, en particulier dans les zones à forte population.

#### Gros systèmes de réfrigération et transport frigorifique

42. L'applicabilité du remplacement du HCFC-22 dans les gros systèmes de réfrigération a été démontrée dans un projet utilisant du CO<sub>2</sub> et de l'ammoniac. Il ne semble pas nécessaire de réaliser d'autres projets de démonstration dans ce secteur. Pour ce qui est du sous-secteur du transport frigorifique, le Secrétariat indique qu'aucun projet de reconversion n'a été présenté, et que les PGEH ne donnent pas la liste des entreprises de fabrication. De plus, il semble que ce sous-secteur n'introduit des frigorigènes inflammables à faible PRG qu'à un stade ultérieur en raison des risques accrus liés à la nature même du transport frigorifique. Vu le manque de bénéficiaires éventuels, il n'apparaît pas utile d'entreprendre des projets de démonstration dans ce sous-secteur. Toute activité ou tout projet potentiel susceptible d'être soumis pourrait être considéré au cas par cas, sans que l'on envisage nécessairement un projet de démonstration.

#### Réfrigération commerciale

43. Le Secrétariat note que pratiquement aucun projet n'a été présenté au Fonds multilatéral en ce qui a trait à l'utilisation de HCFC dans la fabrication de systèmes de réfrigération commerciale; de plus, les PGEH approuvés jusqu'ici ne comportent pas de liste d'entreprises dans ce secteur. Il semble que les fabricants d'équipements de réfrigération commerciale chargés sur place, comme les systèmes autonomes, utilisent soit du HFC-134a, soit du HFC-404A comme frigorigène, mais jamais de HCFC. Il s'avère aussi qu'une quantité substantielle de HCFC-22 est utilisée dans les systèmes chargés sur place, notamment les systèmes de supermarché et les unités de condensation. Toutefois, comme les composants des systèmes de supermarché et des unités de condensation ne sont pas chargés sur le site du fabricant, les entreprises concernées n'ont aucune consommation liée à la fabrication. Le Comité exécutif pourrait considérer les projets de démonstration de ce type comme des projets de démonstration sur la reconversion de fabricants de compresseurs. Le Secrétariat n'est au courant pour le moment d'aucun plan se rapportant à de tels projets, et les échanges avec les agences bilatérales et d'exécution portant sur certaines possibilités de ce type n'ont donné aucun résultat concret. Il n'y a, par conséquent, aucun besoin de réaliser des projets de démonstration dans le sous-secteur commercial. Toute activité ou tout projet

potentiel susceptible d'être soumis pourrait être considéré au cas par cas, sans qu'il ne soit nécessaire d'envisager des projets de démonstration.

#### Secteur de l'entretien

44. Il pourrait être utile d'inclure également, dans les projets de démonstration futurs éventuels, les activités dans le secteur de l'entretien. Si l'on envisage de passer aux frigorigènes à faible PRG pour la fabrication de systèmes de réfrigération et de climatisation, le secteur de l'entretien devra, à un moment ou à un autre, s'occuper de ces équipements. De plus, même si la substance de remplacement du HCFC-22 prédominante, à savoir le HFC-410A, est utilisée plus largement, le secteur de l'entretien pourrait encore avoir besoin de compétences supplémentaires afin de réduire au minimum les fuites de ce frigorigène à PRG élevé causées par les fortes pressions de fonctionnement. Le Secrétariat est d'avis que la conversion des équipements de réfrigération et de climatisation aux solutions à faible PRG, qui sont très inflammables, et/ou aux frigorigènes haute pression, nécessitera l'organisation d'un nombre beaucoup plus élevé de formations dans le secteur de l'entretien que lors de la précédente transition liée au remplacement des CFC. Comme cette dernière était surtout caractérisée par des changements très réduits au niveau des procédures de manipulation des frigorigènes, les besoins en formation étaient plutôt modérés. Les formations doivent maintenant porter sur différentes questions se rapportant à la sécurité, à la rapidité, à la fiabilité et à la qualité du travail. Cela conduira probablement à de nouvelles approches en matière d'élaboration de normes; à l'adoption et à l'application de celles-ci; à l'établissement de pratiques exemplaires; à l'élaboration de ressources et de cours de formation; et à la nécessité de disposer d'équipements de formation adéquats et suffisants, de mettre à niveau les capacités des écoles professionnelles et de ne pas se limiter à l'enseignement théorique en favorisant les travaux pratiques. Le Secrétariat est d'avis que l'expérience acquise dans la mise en œuvre des PGEH devrait être dégagée de manière à mettre l'enseignement tiré à disposition des agences bilatérales et d'exécution. Pour le moment et tant que cet enseignement n'est pas disponible, rien n'indique qu'il soit nécessaire de réaliser des projets de démonstration, en complément du processus de collecte d'information sur l'expérience acquise. Cette suggestion est partiellement couverte par les propositions faites par le PNUE à la 57<sup>e</sup> réunion, et par les concepts présentés par l'ONUDI et le gouvernement du Japon (voir l'annexe I).

45. Pour donner suite aux discussions portant sur les projets de démonstration menées lors de la réunion de coordination interagences, l'ONUDI a présenté un concept proposant un projet de démonstration sur l'introduction et l'actualisation de normes de sécurité relatives aux frigorigènes, plus particulièrement en rapport avec la question des frigorigènes inflammables à faible PRG. L'ONUDI, au nom du gouvernement du Japon, a aussi soumis un deuxième concept concernant les formations sur les technologies des solutions de remplacement éco-énergétiques à faible PRG destinées à éliminer les HCFC utilisés dans les secteurs de la fabrication et de l'entretien d'équipement de réfrigération et de climatisation. Une brève description de ces concepts figure à l'annexe I.

#### *Secteur des solvants*

46. Le rapport du GETE sur les informations supplémentaires relatives aux solutions de remplacement des SAO examine un certain nombre de substances de remplacement des HCFC comprenant des technologies de nature différente, comme le nettoyage aqueux et semi-aqueux, les solvants à base de HC et d'alcool, et des solutions de même nature, comme les solvants chlorés, bromés et fluorés à divers niveaux d'acceptation. Le rapport souligne aussi qu'aucune option unique ne semble vouée à remplacer entièrement les HCFC, et que les HFO, les HFO composés de chlore et de fluor, et d'autres solvants sont en cours d'élaboration. Le rapport conclut qu'il convient de trouver des solutions particulières pour chaque situation de remplacement, et qu'il n'est pas sûr que la totalité d'entre elles possède un faible PRG. Un projet de démonstration a été réalisé dans le secteur des solvants, touchant plus particulièrement l'utilisation de solvants dans la production d'instruments médicaux, notamment les aiguilles; celui-ci a été reproduit dans le plan sectoriel de la Chine sur les solvants.

47. À l'heure actuelle, il semble qu'aucune information disponible ne suggère l'existence, pour tout usage de solvant à base de HCFC autre que les instruments médicaux, d'applications suffisamment semblables pour justifier la reproduction de l'approche adoptée dans un projet de démonstration. On peut en conclure qu'il convient de considérer au cas par cas tout projet susceptible d'être présenté dans le secteur des solvants, et de ne pas prévoir de projets de démonstration dans le secteur.

#### **Partie IV : Conclusion**

48. Le Secrétariat a tenté par ce document de travail de fournir de l'information susceptible d'aider le Comité exécutif à mener des délibérations avisées sur les possibilités de réaliser d'autres projets de démonstration des technologies de remplacement des HCFC respectueuses du climat et éco-énergétiques. Le document montre que les projets de démonstration menés en vertu de la décision 55/43 ont été très fructueux et ont donné des résultats très utiles dans le cadre d'une approche ciblée. Parallèlement, le Secrétariat en est venu à la conclusion que les besoins actuels en matière de projets de démonstration et d'activités de même nature étaient limités.

49. Le Secrétariat pourrait, en fonction des résultats attendus du projet « Promotion des frigorigènes à faible PRG pour les secteurs de la climatisation des pays à température ambiante élevée » mis en œuvre par le PNUE et l'ONUDI, décider qu'il serait utile de mener un projet de démonstration sur la reconversion des capacités de fabrication de climatiseurs dans des conditions de température ambiante élevée.

50. Il pourrait être aussi utile de dégager et évaluer les enseignements des activités actuellement menées dans le cadre des PGEH ou s'il y a lieu, des projets sur les refroidisseurs, en ce qui a trait aux aspects suivants :

- a) Inflammabilité des frigorigènes : normes de sécurité, formation des techniciens sur la manipulation des frigorigènes inflammables et établissement de codes de bonne conduite. À partir des résultats d'une telle activité, on pourrait évaluer les besoins potentiels en matière de projet, qu'il s'agisse d'un projet de démonstration, d'un projet global ou d'une approche différente;
- b) Recueil, évaluation et publication des résultats des activités de démonstration menées dans le cadre des PGEH existants;
- c) Recueil, évaluation et publication des enseignements tirés des projets de refroidissement urbain en Colombie et aux Maldives, et possibilité de poursuivre la promotion du concept.

51. Si le Comité exécutif envisage d'appuyer l'utilisation de substances de remplacement à faible PRG dans le sous-secteur des refroidisseurs, où seul l'ammoniac est disponible pour le moment, il pourrait être utile de réaliser une étude sur les concepts de sécurité et les approches assurant la sécurité opérationnelle des installations de réfrigération à l'ammoniac dans des zones à forte population, afin de permettre aux utilisateurs finals de considérer cette option.

52. Dans l'éventualité où le Comité exécutif envisage de mener des projets de démonstration dans un avenir rapproché, le Secrétariat a dégagé des enseignements de l'information contenue dans le présent document, ainsi que dans l'annexe III, en vue d'établir des critères de base pouvant être appliqués à ces projets préalablement à leur approbation :

- a) Le projet permet d'augmenter sensiblement le savoir-faire actuel sur les technologies, concepts ou approches de remplacement et leur application dans un pays en développement, représentant une grande avancée technologique;
- b) La technologie, le concept ou l'approche doit être décrit de manière concrète, associé à d'autres activités dans le pays et avoir le potentiel d'être reproduit à moyen terme (c'est-à-dire dans un délai de cinq ans) dans le cadre d'un nombre significatif d'activités financées dans le même sous-secteur;
- c) Pour les projets de reconversion, une entreprise admissible a été identifiée pour mener à bien la conversion du procédé de fabrication à la nouvelle technologie, confirmant qu'elle cesserait d'utiliser des HCFC après l'opération;
- d) Les obligations en matière de communication de l'information liées au projet de démonstration font partie du processus régulier d'établissement de rapports en vertu des PGEH, et le respect de ces obligations est exigé pour la soumission d'une tranche;
- e) Les demandes de financement pour les projets de préparation doivent traiter également des critères susvisés, et donner une assurance raisonnable que ceux-ci peuvent être satisfaits dans le cadre de la proposition de projet.

#### **Partie V : Recommandation**

53. Le Secrétariat recommande que le Comité exécutif :

- a) Prenne note du récapitulatif des projets de démonstration approuvés sur les HCFC et des options pour des projets supplémentaires afin de démontrer des technologies de remplacement des HCFC respectueuses du climat et éco-énergétiques (décision 71/51 a)) figurant dans le document UNEP/OzL.Pro/ExCom/72/40;
- b) Prenne en compte l'information et les propositions figurant dans le présent document dans ses futures délibérations sur les options pour des projets supplémentaires visant à démontrer des technologies de remplacement des HCFC respectueuses du climat et éco-énergétiques.

## Annexe I

### RENSEIGNEMENTS SUR DES PROJETS ADDITIONNELS OU EN COURS EN VUE DE LA DÉMONSTRATION DE TECHNOLOGIES RESPECTUEUSES DU CLIMAT ET À HAUT RENDEMENT ÉNERGÉTIQUE ÉMANANT DES AGENCES D'EXÉCUTION

#### PNUD

Quelques idées de projets de démonstration, portant notamment sur la technologie de remplacement, les avantages supplémentaires par rapport au statu quo, et la manière dont cela permettrait d'aborder ce qui ne l'a pas été dans les projets de démonstration précédents

#### *Secteur des mousses*

1. “Il n’a pas été financé d’examen de l’efficacité des hydrofluorocarbones (HFC) dans les mousses de polyuréthane sur le réchauffement global et les coûts de formulation par le Comité exécutif. Entre-temps, les successeurs de ces substances, les hydrofluorooléfines (HFO) sont devenus de sérieux concurrents dans la technologie des polyuréthanes à partir de 2015 environ et de grandes entreprises chimiques ont décidé de les développer industriellement. Alors que de récents rapports indiquent de très bons résultats physiques, ces substances chimiques sont très onéreuses. Par ailleurs, des études et essais industriels effectués sur le formiate de méthyle (FM) et le méthyle (ML) – appelés également hydrocarbures oxygénés (HCO) – font état de préoccupations concernant leur inflammabilité à certaines concentrations, lorsqu’elles sont utilisées comme unique substance de remplacement des HCFC, et également de problèmes relatifs à leurs propriétés physiques dans le cas du FM. Ces deux aspects (prix élevé des HFO et absence de sécurité et (ou) de résultats physiques satisfaisants pour les HCO), suscitent de l’intérêt pour des mélanges des deux substances. En réalité, des travaux sont déjà en cours en vue de mélanges HFC/HCO mais, à cause du niveau élevé du potentiel de réchauffement global (PRG) des HFC, cela ne peut pas constituer un objectif final satisfaisant pour le Fonds multilatéral aux fins d’application du Protocole de Montréal. Ces travaux pourraient être analysés en étroite coopération avec le secteur de l’approvisionnement en polyuréthane, puis être étendus aux mélanges HFO/HCO, ce qui permettrait des projets d’une étape (HFO/HCO) ou de deux étapes HFC/HFO -> HFO/HCO/ et de faire en sorte d’atteindre l’objectif du Comité exécutif de transformations à faible PRG. Ce projet nécessitera d’être préparé de manière approfondie de façon à garantir l’examen adéquat de tout le processus actuel mais sa mise en œuvre effective serait ensuite relativement peu onéreuse. Le secteur de l’approvisionnement en polyuréthane devrait être très intéressé par ces travaux et aidera donc à la mise à disposition des travaux actuels de mise au point et est désireux d’entreprendre tout travail futur dans ce sens une fois celui-ci (éventuellement) défini comme nécessaire. Le PNUD agirait comme 1) organisme centralisateur, évitant ainsi les préoccupations d’ordre juridique sur le plan des comportements anticoncurrentiels, 2) garantirait que l’accent continuerait d’être mis principalement sur des solutions efficaces par rapport aux coûts dans le cadre d’un pays en développement et 3) guidera les essais industriels. Les coûts relatifs au Fonds multilatéral aux fins d’application du Protocole de Montréal pourraient être limités à la partie du PNDF.”

*Initiatives en cours concernant le refroidissement urbain mises en œuvre actuellement par le PNUD*

#### *Refroidissement urbain en Colombie*

2. “L’Unité nationale de l’ozone (UNO) de Colombie, le Gouvernement suisse (par le biais du SECO) et “Empresas Públicas de Medellín” (EPM) (Entreprises publiques de Medellín) encouragent

actuellement la mise en place d'un projet de refroidissement urbain pour le centre administratif La Alpujarra, à Medellin, à titre de remplacement alternatif des anciens et inefficaces refroidisseurs centrifuges individuels à base de CFC. Cette initiative a vu le jour dans le cadre de la Direction du gaz de l'EPM, à partir de programmes destinés à promouvoir l'utilisation du gaz naturel, recoupant les questions d'efficacité énergétique dans les secteurs du commerce et de l'industrie. La principale source d'énergie qui sera utilisée est le gaz naturel. La combustion du gaz naturel doit générer une capacité installée de 600 kW pour fournir de l'énergie électrique pour l'exploitation des dispositifs auxiliaires (pompes, tours de refroidissement, suivi et contrôles) et un équipement de générateur de glace à base de NH<sub>3</sub>. L'air chaud résiduaire doit être utilisé dans un refroidisseur à absorption indirecte de chaleur, qui procurera la puissance de base pour fournir l'eau froide distribuée dans des conduits souterrains à quatre bâtiments du complexe administratif (dans cette phase I du projet). Le budget de ce projet est de 13,4 million USD, cofinancé comme suit: 6,6 millions USD de l'EPM, 5,8 millions USD de SECO, 0,5 million USD du Fonds multilatéral aux fins d'application du Protocole de Montréal et 0,25 million USD du ministère de l'Environnement et du Développement durable de la Colombie. Ce projet devrait générer au moins 31% des économies d'énergie en comparaison de l'application de base des refroidisseurs centrifuges et réduire d'environ 35% des émissions d'équivalent - dioxyde de carbone par an.

3. Tout le cofinancement a été obtenu et le projet devrait être mis en œuvre en deux ans. Il est important de préciser que le processus d'élaboration du projet spécifique de refroidissement urbain et de cofinancement a duré plus de deux ans.”

#### *Refroidissement urbain aux Maldives*

4. “Les technologies inspirées de la nature sont des technologies de remplacement des technologies conventionnelles dans le secteur de la climatisation. Ces technologies alternatives incluent les systèmes d'absorption de la vapeur, les systèmes de refroidissement de l'eau de haute mer, les systèmes marémoteurs et autres dispositifs de refroidissement, etc., dans une configuration de refroidissement urbain/communautaire. Ils n'utilisent pas les frigorigènes conventionnels comme les HCFC, HFC et HC. Ils peuvent utiliser une multitude de sources d'énergie comme la chaleur résiduelle, la vapeur, la chaleur directe, l'électricité, etc. Ces systèmes sont potentiellement plus économes en énergie et ont une empreinte carbone générale faible. Ce sont semble-t-il de prime abord des candidats appropriés pour remplacer les climatiseurs à base de HCFC/HFC. Cela permet de recourir à une approche de refroidissement respectueuse de l'environnement au lieu d'effectuer une transition vers des technologies HFC à PRG élevé, aux Maldives.

5. La mise en application de ces options nécessite de structurer un modèle économique viable comprenant différentes parties prenantes (par exemple, consommateurs de ce type d'équipements, fournisseurs de services (actuels / nouveaux), Gouvernement, exploitants des technologies, etc.). Dans le cas des Maldives, cela inclurait l'Unité nationale de l'ozone, le ministère du Développement économique, STELCO, la Société de coopération pour le développement de l'habitat, le Conseil municipal de Malé, Malé; la compagnie de l'eau et des eaux usées, la Société de coopération FENAKA, en plus des consommateurs. Cela impliquerait également une approche systématique par étapes en vue de la mise en œuvre car des investissements dans les infrastructures au niveau communautaire sont nécessaires - il importe donc que ces installations et opérations soient mises au point étape par étape.

6. Cette ébauche de projet d'accord a été examinée par le PNUD et des observations ont été adressées au Secrétariat de la CCAC. Elles ont été insérées dans l'accord. L'accord final est en attente de signature, puis les prochaines mesures liées à la mise en œuvre du projet seront prises par le PNUD. Le financement total par la CCAC concernant l'étude de faisabilité est de 118 800 US \$. L'activité de préparation du projet devrait être achevée au cours d'une période de 12 à 18 mois.

7. Au cours de la mise en œuvre du projet, celui-ci fera l'objet d'une combinaison de diverses sources de financement, par exemple, Gouvernement, institutions financières, fonds de donateurs et fonds d'institutions internationales. Il est trop tôt pour avancer quoi que ce soit de concret pour l'instant. Des observations précises seront formulées seulement lors des dernières phases du projet. Le calendrier de la mise en œuvre du projet sera connu après la préparation de celui-ci. ”

## UNIDO

Quelques idées de projets de démonstration, portant notamment sur la technologie de remplacement, les avantages supplémentaires par rapport au statu quo, et la manière dont cela permettrait d'aborder ce qui ne l'a pas été dans les projets de démonstration précédents

*Concepts de projets partagés, liés au secteur de la réfrigération et de la climatisation :*

*Projet de démonstration – reconversion des refroidisseurs utilisant le HCFC 22 au HC 290 dans le secteur de la climatisation des hôtels (Colombie)*

8. Un grand nombre d'hôtels de pays tropicaux d'Amérique latine dépendent de refroidisseurs utilisant le HCFC 22 pour rafraîchir leurs locaux, en particulier dans les zones côtières, où un pourcentage élevé de charge thermodynamique est destiné à la déshumidification. Ces refroidisseurs peuvent varier entre 25 TR et 200 TR. Les administrateurs des hôtels, hôtels de taille réduite et moyenne en particulier, ont de plus en plus tendance à dépendre de l'utilisation d'unités individuelles compactes mais il est évident qu'un système centralisé d'eau de refroidissement est beaucoup plus efficace, s'il est entretenu convenablement.

9. Il s'agit de démontrer l'utilisation correcte des hydrocarbures (HC-R290) comme frigorigènes dans les systèmes d'eau de refroidissement utilisés pour la climatisation dans le secteur hôtelier en Colombie, afin de contribuer à supprimer les barrières et obstacles empêchant l'adoption de ce type de frigorigène en tant qu'alternative aux HCFC (R-22) et par conséquent de générer des avantages techniques dans les sociétés de services travaillant avec ces systèmes.

*Projet de démonstration relative à la technologie des HFO dans le secteur de la fabrication de climatiseurs en Arabie saoudite*

10. Au royaume d'Arabie saoudite, une nouvelle réglementation prescrivant l'adoption d'un équipement de climatisation économe en énergie aux fins du marché national entrera en vigueur à compter de 2015. Avec l'adoption de cette nouvelle réglementation, il sera d'autant plus nécessaire de trouver des solutions de remplacement à court terme.

11. Le projet "Promotion de frigorigènes à faible potentiel de réchauffement de la planète pour les secteurs de la climatisation dans les pays d'Asie occidentale à température ambiante élevée" (PRAHA), approuvé à la 69<sup>ème</sup> réunion, évalue les technologies de remplacement adaptées pour le HCFC-22.

12. L'utilisation des HFO comme technologie de remplacement du HCFC-22 en vue de la conversion des fabricants d'équipements de réfrigération/climatisation reste à démontrer. La mise au point d'un prototype pour les technologies utilisant les HFO est en cours dans le cadre du projet PRAHA. Au royaume d'Arabie saoudite, plusieurs fabricants d'équipements de climatisation ont opté pour la mise à l'essai de quatre mélanges HFO (DR3, DR5, L20, et L41) et ces essais seront effectués dans le courant de l'année 2014.

13. Dans ce contexte, l'UNIDO propose d'élaborer un projet de démonstration de la technologie HFO dans le secteur de la climatisation au royaume d'Arabie saoudite. Ce projet de démonstration proposé sera fondé sur les résultats de la mise à l'essai du prototype susmentionné et consiste en la conversion intégrale au HFO de la chaîne d'assemblage de la société participante qui utilise actuellement le HCFC-22.

*Démonstration des technologies non conventionnelles dans les applications CAC dans le secteur*

*du bâtiment dans la région du Moyen-Orient (Bahreïn, Égypte et Koweït)*

14. Le secteur du bâtiment représente près de 40% de la consommation énergétique mondiale et est une source d'émission de CO<sub>2</sub> de même ampleur. Actuellement, le chauffage et refroidissement des espaces ainsi que l'eau chaude doivent représenter environ la moitié de la consommation énergétique mondiale des bâtiments. Ces utilisations finales représentent une possibilité importante de réduction de la consommation énergétique, d'amélioration de la sûreté énergétique et de réduction des émissions de CO<sub>2</sub> du fait que la fourniture de chauffage des espaces et de l'eau est dominée par les combustibles fossiles alors que la demande de refroidissement augmente rapidement dans les pays dont les systèmes électriques consomment beaucoup de carbone.

15. C'est pourquoi, en même temps que la préparation d'une proposition détaillée et la mise en œuvre de démonstrations de physique, le projet proposé tente de fournir des réponses concernant les aspects économiques de la technologie ; l'efficacité, la disponibilité des ressources naturelles et (ou) renouvelables ; la disponibilité de l'appui technique local/régional et la disponibilité des appuis nationaux pertinents visant à ce que les résultats des projets puissent être concrétisés et à en appeler aux gouvernements et décideurs du secteur du bâtiment. Ce projet comportera ainsi essentiellement un examen du déploiement des technologies ci-dessous compte tenu de leur potentialité dans la région du Moyen-Orient.

16. Il existe plusieurs technologies de compression n'utilisant pas la vapeur, lesquelles ont été mises en place au fil des années en de nombreux endroits du monde. Toutefois, l'adoption d'une technologie pour améliorer dans une large mesure les secteurs respectifs dépend de nombreux facteurs.

17. La phase préparatoire du projet comportera l'évaluation de la faisabilité de chaque technologie de chaque pays.

18. Le but du projet régional de démonstration est de permettre d'examiner et d'encourager plus avant les technologies non conventionnelles dans les applications CAC dans le secteur du bâtiment dans une région où ces dernières sont utilisées très fréquemment et sur une grande échelle. La démonstration des technologies non conventionnelles dans le CAC sera effectuée en vue de la réalisation d'études de cas pouvant orienter le secteur du bâtiment dans au moins quatre pays du Moyen-Orient dans le but d'étendre encore davantage les effets positifs et résultats des démonstrations dans les autres pays du Moyen-Orient étant donné leurs similarités en termes de conditions socio-économiques et climatiques.

*Projet de démonstration sur l'adoption et l'actualisation des normes de sécurité des frigorigènes en Afrique (Kenya, Ouganda, Tanzanie et Zambie)*

19. La disponibilité sur le marché de nombreuses alternatives et technologies à faible potentiel de réchauffement de la planète est étroitement liée à des politiques et initiatives relatives à l'adoption et à la mise en œuvre de normes de sécurité et d'exigences environnementales applicables aux technologies de la réfrigération.

20. Les normes ISO intitulées "Désignation et la classification de sécurité" (ISO 817) et "Sécurité et exigences environnementales" (ISO 5149) ont été actualisées de manière à classer et normaliser l'utilisation des nouvelles alternatives à faible potentiel de réchauffement de la planète, y compris les normes concernant la quantité autorisée de frigorigène, les mesures à adopter en vue de taxes plus importantes et, comme cela a été mentionné auparavant, l'assouplissement des prescriptions.

21. Ce projet de démonstration sur l'adoption de normes sur la sécurité et les exigences gouvernementales des technologies de la réfrigération est essentiel pour les pays visés à l'article Article 5 s'agissant d'adopter intégralement les alternatives à faible potentiel de réchauffement de la planète et

continuer de réduire au minimum l'impact sur l'environnement de l'élimination des hydrochlorofluorocarbures, comme cela est énoncé dans la Décision XXV/5 et les décisions pertinentes du Comité exécutif.

22. En fait, en raison de la modification récente de la classification internationale pour les normes ISO des frigorigènes et l'adaptation relative à la sécurité du traitement des frigorigènes, il est devenu nécessaire d'envisager une révision des normes nationales pertinentes. En effet, plusieurs frigorigènes classés ISO 2L sont déjà disponibles commercialement et les fournisseurs de technologie sont disposés à mettre les produits contenant ces frigorigènes sur le marché mondial. C'est la raison pour laquelle la norme de réfrigération doit être modifiée et (ou) adaptée au cours des années à venir afin de permettre la pleine commercialisation des frigorigènes et des produits les contenant, y compris ceux classés ISO 2L.

23. Dans ce contexte, l'UNIDO propose d'élaborer un projet de démonstration visant à fournir un appui technique, stratégique et de coordination aux autorités nationales pertinentes en vue de la mise en œuvre de ces nouvelles prescriptions de normes ISO et, enfin, de mesures plus rigoureuses. Ainsi guidées de manière appropriée par l'UNIDO, les autorités nationales, y compris les unités nationales de l'ozone et le Bureau des normes, devraient être en mesure de compléter, d'adopter et de mettre en vigueur une norme adéquate sur les frigorigènes et leur traitement sûr dans leur pays.

24. Ce projet devrait définir et surmonter les principaux obstacles à la commercialisation des frigorigènes et technologies inflammables; permettre le plein accès aux technologies nouvelles, à faible potentiel de réchauffement de la planète et consommant peu d'énergie, une fois élaborées des normes correspondantes dans ces pays; élaborer un terrain d'entente le plus élevé possible, qui soit accessible de manière égale à tous les pays de la région; et relier les secteurs de la fabrication, de l'entretien et du recyclage et empêcher toute altération à quelque niveau que ce soit du cycle du frigorigène.

*Formation aux technologies de remplacement à haut rendement énergétique et à faible potentiel de réchauffement de la planète en vue de l'élimination des HCFC dans les secteurs de la fabrication des appareils de réfrigération, de climatisation, et de l'entretien, mises en œuvre par le Japon avec l'UNIDO en tant qu'agence de coopération.*

25. L'objectif de ce projet de formation proposé est de soutenir les efforts d'un certain nombre d'unités de l'ozone et d'unités de gestion de projet en fournissant des renseignements actualisés sur les solutions de remplacement à faible potentiel de réchauffement de la planète et à haut rendement énergétique dans le secteur de la fabrication d'appareils de réfrigération et de climatisation, disponibles au Japon en réponse à la Décision XXV/5.

26. Le Japon estime que cette proposition est opportune actuellement du fait que les pays visés à l'article 5 ont progressé dans la mise en œuvre de la phase II des PGEH. Contrairement à la phase I, la phase II des PGEH, devra tenir compte du secteur de la fabrication des appareils de réfrigération et de climatisation pour le contrôle/la réduction du nombre de nouvelles installations au R22, qui feront à l'avenir l'objet d'une demande de R22 pour leur entretien. De plus, tous les pays visés à l'article 5 devront entreprendre des activités d'élimination dans le secteur de l'entretien des équipements de réfrigération. Le Japon possède une infrastructure très efficace de récupération et recyclage et, dans le cadre de stages de formation et d'étude, pourrait fournir des renseignements très utiles sur le système japonais. Les pays visés à l'article 5 pourraient adopter quelques unes ou la totalité des bonnes pratiques mises en œuvre au Japon.

27. Les activités proposées aideront les unités nationales de l'ozone et les unités de gestion des projets à élaborer leur propre stratégie pour la phase II de leur PGEH par le biais de l'adoption de solutions de remplacement nouvelles, à faible potentiel de réchauffement de la planète, à haut rendement énergétique, et des meilleurs pratiques dans l'entretien des équipement de réfrigération.

28. Des systèmes sociaux connexes au Japon seront mis en place pour aider les pays visés à l'article 5 à envisager la façon de gérer leur propre système dans un avenir proche.

-----

## ANNEXE II

### RÉSUMÉ DES RÉSULTATS OBTENUS À CE JOUR DANS LE CADRE DES PROJETS DE DÉMONSTRATION DE HCFC APPROUVÉS

1. Le Comité exécutif a approuvé les projets suivants, conformément à la décision 55/43 relative à la soumission d'un nombre limité de projets capables de proposer des démonstrations de technologies de substitution ne nécessitant pas l'usage des HCFC :

- (a) Projet pilote pour la validation du formiate de méthyle comme agent de gonflage dans la fabrication de mousse en polyuréthane (PNUD) (BRA/FOA/56/DEM/285) ;
- (b) Projet pilote pour la validation du formiate de méthyle dans les applications de polyuréthane micro-cellulaire (PNUD) (MEX/FOA/56/DEM/141) ;
- (c) Projet pilote pour la validation du méthylal comme agent de gonflage dans la fabrication de mousse en polyuréthane (PNUD) (BRA/FOA/58/DEM/292) ;
- (d) Projet de démonstration visant à valider l'utilisation de CO<sub>2</sub> super critique dans la fabrication de mousses rigides en polyuréthane pulvérisé (Japon) (COL/FOA/60/DEM/75) ;
- (e) Validation/démonstration d'options à faible coût pour l'utilisation d'hydrocarbures intervenant comme agent de gonflage dans la fabrication de mousse en polyuréthane (PNUD) (EGY/FOA/58/DEM/100) ;
- (f) Démonstration de conversion des polyols pré-mélangés à base de HCFC-141b aux polyols pré-mélangés à base de cyclopentane dans la fabrication de mousse rigide en polyuréthane à Guangdong Wanhua Rongwei Polyurethane Co. Ltd (Banque mondiale) (CPR/FOA/59/DEM/491) ;
- (g) Conversion de la composante mousse de Jiangsu Huaiyin Huihuang Solar Co., Ltd. du HCFC-141b au cyclopentane (Banque mondiale) (CPR/FOA/59/DEM/492) ;
- (h) Validation de l'utilisation du HFO-1234ze comme agent de gonflage dans la fabrication de panneaux de mousse de polystyrène extrudé (PNUD) (TUR/FOA/60/DEM/96) ;
- (i) Projet de démonstration sur la conversion de la technologie à base de HCFC-22/HCFC-142b au CO<sub>2</sub>, par une technologie de co-gonflage au formiate de méthyle dans la fabrication de mousses de polystyrène extrudée chez Feininger (Nanjing) Energy Saving Technology Co. Ltd. (PNUD) (CPR/FOA/64/DEM/507) ;
- (j) Projet de démonstration de la reconversion de la technologie à base de HCFC-22 à la technologie à base d'ammoniac/CO<sub>2</sub> dans la fabrication de systèmes de réfrigération à deux étages pour des applications d'entreposage frigorifique et de congélation à Yantai Moon Group Co.Ltd. (PNUD) (CPR/REF/60/DEM/499) ;
- (k) Projet de démonstration de la reconversion de la technologie à base de HCFC-22 à la technologie à base de HFC-32 dans la fabrication de refroidisseurs à source d'air froid et

de thermopompes à Tsinghua Tong Fang Artificial Environment Co. Ltd. (PNUD) (CPR/REF/60/DEM/498) ;

- (l) Élimination du HCFC-22 de la fabrication de climatiseurs résidentiels chez Midea et conversion des compresseurs de climatisation résidentielle chez Meizhi (ONUDI) (CPR/REF/61/DEM/502) ;
- (m) Sous-projet de démonstration sur la conversion des HCFC-22 au propane chez Midea, société de fabrication de climatiseurs résidentiels (ONUDI) (CPR/REF/61/DEM/503) ;
- (n) Promotion d'éventuels frigorigènes de substitution à faible potentiel de réchauffement de la planète pour les secteurs de la climatisation dans les pays d'Asie occidentale à température ambiante élevée (PNUD, ONUDI) (ASP/REF/69/DEM/56, ASP/REF/69/DEM/57) ; et
- (o) Projet de démonstration sur la conversion d'une technologie à base de HCFC-141b à une technologie à base d'iso-paraffine et de siloxane (KC-6) comme agent de nettoyage dans la fabrication d'appareils médicaux chez Zhejiang Kindly Medical Devices Co. Ltd. (PNUD) (CPR/SOL/64/DEM/511).

2. Plusieurs projets de démonstration du secteur des mousses ont été achevés et des rapports complets soumis au Comité exécutif. Les autres projets sont en cours de mise en œuvre et les résultats finaux devraient être communiqués prochainement.

3. Etant donné que plusieurs technologies de substitution proposées dans le cadre des projets de démonstration ont été sélectionnées par divers pays visés à l'Article 5 pour remplacer les HCFC utilisés dans le secteur de la fabrication, et que d'autres technologies pourraient être introduites avant la fin de la mise en œuvre de la phase I ou lors des prochaines phases du PGEH, la présente annexe comprend une synthèse des résultats des projets de démonstration déjà achevés.

### **Le formiate de méthyle<sup>1</sup> comme agent de gonflage de la mousse de polyuréthane rigide**

4. L'utilisation de systèmes à base de formiate de méthyle a été évaluée à Purcom Quimica<sup>2</sup> (Brésil) et à Quimiuretanos Zadro<sup>3</sup> (Mexique) afin de mesurer et de comparer leur performance par rapport aux systèmes à base de HCFC-141b et d'envisager leur utilisation dans les projets appuyés par le Fonds multilatéral.

5. L'analyse des résultats issus des évaluations a abouti aux conclusions suivantes :

- (a) l'utilisation du formiate de méthyle comme agent de gonflage à la place du HCFC-141b dans les applications de mousse de polyuréthane peut être envisagée pour les applications de mousse flexible/ à peau intégrée et un certain nombre d'applications de mousse rigide. Pour certaines applications de mousse rigide, surtout pour les appareils électroménagers, cette technologie n'est pas recommandée pour le moment, parce que la densité nécessaire pour cette utilisation ne peut être obtenue avec le formiate de méthyle actuellement (en effet, ces technologies devraient être encore améliorées). Les autres

---

<sup>1</sup> UNEP/OzL.Pro/ExCom/62/9.

<sup>2</sup> Lorsque le projet a été approuvé par le Comité, Purcom était le seul institut visé à l'Article 5 autorisé à utiliser cette technologie, il a donc été sélectionné pour mettre en œuvre le projet pilote.

<sup>3</sup> Pour évaluer l'utilisation du MF pour la fabrication de semelles de chaussures.

utilisations potentielles doivent faire l'objet d'analyses au cas par cas et pourraient nécessiter des mesures d'optimisation ;

- (b) afin de minimiser les risques liés à la sécurité pour les utilisateurs en aval, ces projets devraient être mis en œuvre de préférence chez les fournisseurs à partir de substances intégrées à une formulation prête à l'emploi ; et
- (c) les concepteurs des projets devraient veiller à la vérification de la compatibilité des produits chimiques utilisés, au respect de la valeur minimale fixée pour la masse volumique tassée, au respect des précautions sanitaires, à la communication des recommandations relatives à la sécurité et à l'environnement ainsi qu'à la prise en considération de l'incidence de l'acidité des substances chimiques.

6. L'évaluation par les pairs a établi que de nombreux inconvénients apparents concernant la performance du formiate de méthyle peuvent être résolus grâce à l'optimisation de la formulation. Cependant, à l'heure actuelle, ce processus d'optimisation n'a pas été appliqué par les sociétés de fabrication de polyuréthane à l'échelle internationale comme cela a été fait pour les anciens agents de gonflage. L'évaluation a aussi mis en évidence des aspects qui devraient être réexaminés : l'information et le retour sur expérience concernant l'utilisation du formiate de méthyle par type d'usage (sous-secteurs) ; la prévention des risques éventuels liés à la combustibilité des substances lors du traitement des mousses mais aussi celle du produit fini (ou de la mousse) dans certains cas ; les données relatives à l'utilisation de l'élastomère pulvérisable et de l'élastomère destiné aux semelles de chaussures ; la production à long terme de données d'essais approfondies sur la stabilité dimensionnelle ; en particulier pour les mousses isolantes rigides et les essais à long terme sur la performance de la conductivité thermique.

7. Plusieurs essais probants avec le formiate de méthyle et le méthylal ont été effectués dans les sociétés de fabrication en Egypte, au Mexique et au Brésil. Les essais réalisés avec les applications de mousse pulvérisable en Egypte et à la Jamaïque ont également été réussis ainsi que les applications pour l'isolation des chauffe-eau en Egypte. Les informations concernant les sociétés de fabrication de mousses seront disponibles vers la fin de l'année 2013, lorsqu'elles recevront les polyols pré-mélangés à base de formiate de méthyle. Le PNUD a constaté que l'assistance de techniciens hautement qualifiés est indispensable à la réalisation des tests avec le formiate de méthyle car l'optimisation des formules est un élément clé. Par conséquent, les coûts liés aux essais ne varieront pas tant que l'optimisation de la formulation des différentes mousses impliquant l'utilisation de formiate de méthyle ne sera pas effective.

### **Le méthylal comme agent de gonflage en mousse de polyuréthane rigide**

8. Le PNUD a conçu un certain nombre de projets pilotes afin d'évaluer l'utilisation en toute sécurité du méthylal en substitution au HCFC-141b dans les applications de mousse de polyuréthane (PU). L'utilisation des dispositifs à base de méthylal a été évaluée à Arinos Química, Ltd (Brésil), afin de mesurer la performance de ces substances par rapport aux systèmes à base de HCFC-141b. Cela permettrait de déterminer si cette technologie pourrait être employée dans le cadre des projets appuyés par le Fonds multilatéral. Seize types d'applications de mousse de PU contenant du HCFC-141b en tant que agent de gonflage ont été évalués pour une conversion éventuelle au méthylal<sup>4</sup>.

9. Les résultats de l'évaluation ont montré que le méthylal est la solution la mieux adaptée aux applications de mousses flexibles ou à peau intégrée. Sachant que les comparaisons sont faites entre les

---

<sup>4</sup> UNEP/OzL.Pro/ExCom/66/17.

systèmes à base de HCFC-141b optimisés et les nouveaux systèmes à base de méthylal, les résultats relatifs aux applications de mousse rigide (pour l'isolation) ont fait état d'une pénalité de la valeur d'isolation de l'ordre de 10 pour cent. Par conséquent, l'utilisation et l'optimisation des systèmes à base de méthylal pour ces applications devraient être évaluées individuellement par les entreprises.

10. Le réviseur technique a conclu que «l'utilisation du méthylal pour remplacer les formulations au HCFC-141b dans la fabrication de mousse de polyuréthane dans les pays visés à l'Article 5 semble une solution faisable qui répond aux objectifs d'une technologie de remplacement rentable, sans SAO et avec un faible PRG. Les propriétés finales de la mousse sont comparables aux mousses à base de HCFC-141b.» Le réviseur technique a également recommandé que le rapport définisse entre autres les paramètres des résultats d'essais et donne une orientation quant à la pertinence des résultats liés aux mesures de densité pour les conditions d'exploitation réelles sur le terrain. Le rapport devrait également fournir une estimation des coûts d'exploitation cumulés sur la base des résultats obtenus, continuer à communiquer sur les résultats des études à long terme de la stabilité des propriétés des mousses et plus particulièrement sur la stabilité dimensionnelle et considérer la surveillance des équipements comme une composante à part entière de chaque projet afin d'assurer la sécurité des opérations et du personnel.

### **Technologie à base de CO<sub>2</sub> supercritique dans la fabrication de mousse à vaporiser**

11. Le PNUD a présenté à la 71<sup>e</sup> réunion, un rapport d'évaluation sur l'utilisation de la technologie à base de CO<sub>2</sub> supercritique dans la fabrication de mousse à vaporiser<sup>5</sup>. Les résultats de cette technologie utilisée au Japon depuis 2004 ont été évalués chez Espumlatex, la plus grande société de formulation appartenant à des intérêts locaux en Colombie. La technologie à base de CO<sub>2</sub> supercritique a été évaluée par rapport à la technologie à base de HCFC-141b dans deux types de conditions environnementales différentes, notamment au niveau de la mer à Barranquilla et à une altitude de 2 600 m à Bogota. La formule a été utilisée sur le terrain, dans des entrepôts industriels dans les deux villes, et des échantillons de la mousse vaporisée ont été préparés et analysés à la société Achilles (propriétaire de la technologie brevetée à base de CO<sub>2</sub> supercritique et des laboratoires Espumlatex) en fonction des normes de l'ASTM<sup>6</sup> et de JIS<sup>7</sup>, afin de vérifier l'aptitude au traitement de la mousse. De plus, quelques échantillons de mousse à base de polyisocyanurate (PIR) et de polyuréthane rigide (PUR) ont été réalisés aux laboratoires QAI aux Etats-Unis, aux fins de vérification de la norme de comportement à l'incendie E-84<sup>8</sup>.

12. L'analyse des résultats de l'évaluation a mené aux conclusions suivantes :

- (a) La technologie à base de CO<sub>2</sub> supercritique est ininflammable et n'entraîne aucun risque accru en matière d'hygiène industrielle et de danger. La technologie démontre une aptitude au traitement semblable à celle des formules à base de HCFC-141b utilisées à l'heure actuelle dans des conditions climatiques tropicales et à différentes altitudes. Les polyols et l'isocyanate des deux technologies sont demeurés stables au cours des six mois qu'ont durés le projet ;

<sup>5</sup> UNEP/OzL.Pro/ExCom/71/6.

<sup>6</sup> ASTM International, anciennement l'American Society for Testing and Materials (ASTM), est un chef de file mondial en matière de développement et d'application de normes volontaires de consensus international.

<sup>7</sup> L'organisme japonais des normes industrielles (JIS) se spécialise dans les normes utilisées dans les activités industrielles au Japon.

<sup>8</sup> La norme E-84 de l'ASTM est la méthode d'évaluation utilisée pour les caractéristiques de brûlage en surface des matériaux de construction.

- (b) En ce qui concerne les propriétés physiques de la mousse de polyuréthane, la technologie à base de CO<sub>2</sub> supercritique a révélé : une conductivité thermique accrue, mais un meilleur vieillissement (la différence en valeur lambda entre les deux technologies a diminué au fil du temps) ; un comportement de vieillissement semblable dans des conditions de résistance à la compression (les valeurs sont demeurées stables au fil du temps, une stabilité dimensionnelle semblable à des températures sous les 20°C, une stabilité dimensionnelle accrue à 60°C et une humidité relative de 96 pour cent, et une force d'adhésion semblable à l'acier galvanisé) ;
- (c) Quant aux propriétés physiques de la mousse à base de polyisocyanurate, la technologie à base de CO<sub>2</sub> supercritique a révélé : une conductivité thermique accrue, mais un meilleur vieillissement ; un comportement de vieillissement semblable dans des conditions de résistance à la compression ; une stabilité dimensionnelle semblable à des températures sous les 20°C ; une stabilité dimensionnelle semblable à 60°C et une humidité relative de 96 pour cent en valeurs absolues, mais bien que des changements négatifs de volume aient été observés dans la mousse produite à partir de la technologie à base de CO<sub>2</sub> supercritique, les changements manifestés ont été positifs dans la mousse à base de HCFC-141b : et une force d'adhésion réduite à l'acier galvanisé ;
- (d) L'essai de comportement à l'incendie de la norme E84-12c de l'ASTM réalisé sur un seul échantillon par formule a révélé que l'Association nationale de protection contre les incendies classerait respectivement les mousses de polyuréthane et de polyisocyanurate fabriquées à partir de formules à base de CO<sub>2</sub> supercritique dans les classes A et B ;
- (e) Le coût de l'adaptation d'une machine à vaporiser typique à une formule à base de CO<sub>2</sub> supercritique varie de 9 800 \$US à 13 700 \$US pour la mousse de polyuréthane et de 11 800 \$US à 15 700 \$US pour la mousse de polyisocyanurate; et
- (f) La technologie à base de CO<sub>2</sub> supercritique est une technologie brevetée appartenant à la société Achilles et est fondée sur des formules de marque de polyol et d'isocyanate. Le prix franco à bord de la formule à base de CO<sub>2</sub> supercritique est de 7 \$US/kg au Japon. Les entreprises intéressées doivent en venir à un accord avec la société Achilles concernant les droits de transfert.

### **Systèmes de polyols pré-mélangés à base d'hydrocarbures**

13. Le PNUD avait soumis un rapport technique concernant les solutions à bas coût pour l'utilisation des hydrocarbures dans la fabrication de mousse de polyuréthane<sup>9</sup> lors de la 66<sup>e</sup> réunion du Comité exécutif. Au cours de la phase de mise en œuvre du projet, le PNUD a identifié des options permettant de réduire les coûts lors du processus de pré-mélange chez les fournisseurs. Ces solutions permettraient de procéder à la fabrication sans utiliser de pré-mélangeur ni d'autres équipements connexes (citernes de stockage, conduites). L'injection directe d'hydrocarbures permet aussi de contourner l'utilisation de pré-mélangeurs. L'introduction de mélanges d'hydrocarbures de dernière génération contribuent par ailleurs à diminuer la densité des mousses.

14. Un distributeur de haute pression à trois modules a été sélectionné pour la transformation des systèmes entièrement formulés. Ces équipements permettent l'injection directe d'agents de gonflage aussi bien inflammables qu'ininflammable. Lors des essais, le processus s'est révélé probant en

---

<sup>9</sup> UNEP/OzL.Pro/ExCom/66/17.

association avec les systèmes à base de HCFC (référence), les systèmes pré-mélangés et l'injection directe. La pompe distributrice présentait entre autres les avantages suivants : une excellente reproductibilité, un bon mélangeur à trois flux (des ajustements pourraient optimiser la performance) et une grande efficacité de la compression de l'agent de gonflage, ce qui permet d'obtenir des mousses de plus faible densité.

15. Les résultats des essais ont montré que : la stabilité physico-chimique des systèmes à base de cyclopentane est conservée dans des conditions de manipulation normales sur une période pouvant aller jusqu'à six mois. Une économie de près de 100 000 \$ US pourrait être réalisée puisque le processus ne nécessite pas l'utilisation de pré-mélangeurs. Bien qu'il n'y ait pas de baisse de coûts pour les équipements permettant l'injection directe, le format plutôt compact de ces équipements permet de gagner de l'espace en termes d'agencement et de stockage. Les coûts d'exploitation pourraient baisser de 6 à 8 pour cent (voire 10 pour cent dans le cas de l'injection directe) par rapport aux systèmes à base de HCFC-141b (toutefois, les coûts de transport pourraient subir une hausse). Un facteur  $K^{10}$  légèrement supérieur (entre 5 et 8 pour cent) et une baisse de la réactivité montrent que la tête mélangeuse a subi des impacts dus à l'introduction d'un troisième flux.

16. Selon le réviseur technique, l'étude a permis de vérifier que les propriétés physiques des produits à base de mousse rigide étaient satisfaisantes pour la réfrigération dans le secteur commercial ainsi que les chauffe-eau et les panneaux de fabrication de lamines stratifiés en discontinu avec l'utilisation de systèmes à base d'hydrocarbures pré-mélangés ou le comptage des hydrocarbures. L'étude a par ailleurs permis de vérifier la stabilité des systèmes à base de cyclopentane pré-mélangés sur une période de 5 mois. Les études confirment de manière constante une durée de conservation de 6 mois pour ces substances. Elles ont également démontré que les systèmes à base de n-pentane ne conviennent pas aux pré-mélanges notamment à cause de l'instabilité (lors de la séparation des phases) résultant du mélange des substances.

17. Toutefois l'étude n'a pas permis de confirmer avec certitude l'innocuité de l'ensemble des opérations des nouveaux systèmes et équipements. Des études complémentaires permettront de générer des données capables d'établir clairement que le mélange des trois composants est conforme aux normes de sécurité, surtout en ce qui concerne leur combustibilité lors de la transformation des deux systèmes à base de pré-mélange et de la mesure directe des hydrocarbures. Des informations complémentaires devraient également être fournies sur les exigences de sécurité pour la ventilation et la surveillance lors du transport et du stockage des systèmes à base de polyols pré-mélangés mais aussi sur les coûts prévisionnels liés à ces opérations. Une analyse des estimations de coûts pour la conversion de ces systèmes pré-mélangés/à injection directe devrait être réalisée afin de déterminer le niveau d'utilisation approximatif qui permettrait d'optimiser cette technologie.

18. Selon l'analyse préliminaire des coûts réalisée par le PNUD, ces systèmes pourraient générer une économie de près de 100 000 \$ US dans la mesure où les entreprises n'auront pas besoin d'investir dans des équipements de pré-mélange et d'autres équipements connexes. Bien qu'il n'y ait pas de baisse de coûts pour les équipements permettant l'injection directe, le format plutôt compact des équipements permet de gagner de l'espace en termes d'agencement et de stockage. Les coûts d'exploitation pourraient baisser de 6 à 8 pour cent (voire 10 pour cent dans le cas de l'injection directe) par rapport aux systèmes à base de HCFC-141b, toutefois, les coûts de transport pourraient augmenter.

19. La Banque mondiale est également en train de mettre en œuvre un projet de démonstration sur l'utilisation de polyols pré-mélangés à base de cyclopentane dans la fabrication de mousse de rigide en polyuréthane. L'objectif du projet est de démontrer la possibilité d'associer les polyols au cyclopentane,

---

<sup>10</sup> Mesure de la conductivité thermique pour une unité d'épaisseur de matériel électrique.

de fournir les polyols pré-mélangés aux fabricants de mousse et de tester cette approche dans quatre sociétés de fabrication de mousses<sup>11</sup>. L'évaluation de la faisabilité technique de la conversion au cyclopentane est envisagée surtout en termes de compatibilité du cyclopentane avec le polyéther. Les tests de stabilité de 16 échantillons représentatifs de formules à base de polyols solides pré-mélangés réalisés par *Jiangsu Research Institute of Product Quality Supervision and Inspection* (l'Institut de recherche, de contrôle et d'inspection de la qualité des produits de Jiangsu) ont établi que la plupart des polyols ont une stabilité satisfaisante et sont compatibles avec le cyclopentane. Ces résultats indiquent que les fournisseurs locaux de polyéther ont trouvé une solution au problème de compatibilité entre le cyclopentane et le polyéther. Un autre aspect crucial qui nécessite une évaluation est l'inflammabilité du mélange, en effet ce paramètre a une incidence sur la détermination des conditions et normes de transport, stockage et utilisation au sein de l'entreprise. Les tests du point d'éclair pour l'évaluation des risques liés à la sécurité des 16 formulations à base de polyols pré-mélangés et de cyclopentane ont permis de constater que ces formulations à base de polyols appartiennent à la classe II des liquides inflammables. Elles peuvent être transportées sur une distance courte à moyenne, lorsque les normes relatives à la réglementation spécifique du transport de matières dangereuses sont respectées.

20. Selon le rapport de la Banque mondiale, la livraison de polyols pré-mélangés contenant des hydrocarbures stockés dans des fûts, comparé au cyclopentane livré en vrac, permet de réaliser des réserves de capitaux puisque les entreprises ne sont pas tenues d'investir dans des citernes pour le stockage du cyclopentane, ni dans des équipements pour la livraison (pompes, conduites) ou des équipements de sécurité. De plus, les entreprises n'ayant pas besoin d'investir dans des équipements de mélange ni dans d'autres dispositifs de sécurité et puisqu'il n'est pas non plus nécessaire de créer des accès séparés pour l'acheminement des fûts vers le site de stockage, des économies supplémentaires seront réalisées (de plus d 200 000 \$ US par rapport à un dispositif classique de fabrication de mousse à partir du cyclopentane avec réalisation des mélange sur site). Enfin, les polyols pré-mélangés à base d'hydrocarbures pourraient être utilisés par les fabricants de mousse avec une consommation de HCFC-141b bien inférieure à 5,5 tonnes PAO (50 tonnes métriques).

### **Le HFO-1234ze utilisé dans les mousses de polystyrène extrudé (XPS)**

21. Le PNUD a soumis un rapport technique sur le HFO-1234ze utilisé comme agent de gonflage dans la fabrication de panneaux en mousse de polystyrène extrudé<sup>12</sup> lors de la 67<sup>e</sup> réunion du Comité exécutif. En effet, le PNUD a mené une série de tests à partir de différentes formules à base de HFO-1234ze et d'éther diméthylque (DME), qui est un gaz extrêmement inflammable. Selon les données de validation collectées à ce jour, la technologie du HFO-1234ze est considérée comme une solution d'avenir car elle remplace avantageusement les HCFC et/ou des HFC dans les applications à base de XPS tout en fournissant une isolation thermique satisfaisante. Le HFO-1234ze est par ailleurs doté de propriétés structurelles. Cependant, pour rendre cette technologie viable sur le plan commercial, certains ajustements concernant la densité et la surface sont indispensables. Les essais ont montré qu'il est possible de réduire l'inflammabilité du mélange HFO-1234ze/DME et d'améliorer les propriétés d'isolation thermique en réduisant la quantité de DME. Des essais supplémentaires sont nécessaires pour stabiliser cette formule.

---

<sup>11</sup> UNEP/OzL.Pro/ExCom/63/15

<sup>12</sup> UNEP/OzL.Pro/ExCom/67/6.

### **Le HC-290 utilisé comme frigorigène dans les systèmes de climatisation**

22. L'ONUDI a fait rapport, dans les rapports périodiques, sur les différents aspects du projet de démonstration portant sur une reconversion, du HCFC-22 au HC-290 (propane), chez un fabricant d'équipements de climatisation mais n'a pas remis de rapport final; le rapport final est attendu à la 73<sup>e</sup> réunion. Toutefois, l'ONUDI a souligné que l'introduction d'hydrocarbures, en particulier le R-290, dans les systèmes de climatisation résidentielle jouera un rôle important dans l'évolution du marché. La faisabilité de cette technologie a déjà été démontrée à la fois par le projet de démonstration et par des projets supplémentaires en cours de mise en œuvre. Par ailleurs, des informations détaillées ont été fournies sur les concepts de sécurité de la fabrication, l'analyse du capital différentiel et les coûts différentiels d'exploitation. Le potentiel de pénétration des marchés est, pour l'instant, difficile à évaluer puisque les codes et les normes autorisant la commercialisation des équipements à base de HFC-290 sont encore incomplets; certains codes nationaux relatifs au système de climatisation ont été fixés récemment (début mai 2013) mais les normes concernant les systèmes de réfrigération sont généralement encore défaut, ce qui engendre une incertitude juridique. Les rapports sur les projets de démonstration seront finalisés avant que de l'information sur le marché puisse être fournie; toutefois, l'agence poursuivra le projet jusqu'à ce qu'un nombre suffisant de climatiseurs équipés de la technologie à base de HC-290 ait été vendu pour justifier le versement des coûts différentiels d'exploitation aux entreprises.

### **Le HFC-32 utilisé comme frigorigène dans les systèmes de climatisation**

23. Le PNUE a remis un rapport final sur le projet de démonstration visant la reconversion de climatiseurs et de thermopompes de taille moyenne, du HCFC-22 au HFC-32. Le PNUE avait déjà indiqué précédemment que l'introduction du HFC-32 dans les thermopompes et les climatiseurs air-air de capacité moyenne jouerait un rôle important dans l'évolution des marchés connexes. La faisabilité de cette technologie a déjà été démontrée à la fois par le projet de démonstration et par des projets supplémentaires en cours de mise en œuvre. Des informations détaillées ont été fournies sur les concepts de sécurité de la fabrication, l'analyse du capital différentiel et les coûts différentiels d'exploitation; le rapport est joint au document 72/11/Add.1 à cette réunion. Comme pour les enjeux mentionnés ci-dessus à propos du HC-290, il est difficile à propos du frigorigène inflammable HFC-32, pour l'instant, d'évaluer le potentiel de pénétration du marché puisque les codes et les normes autorisant la commercialisation des équipements à base de HFC-32 sont encore incomplets.

### **Les frigorigènes à faible PRG pour la climatisation dans les pays à température ambiante élevée**

24. L'objectif de ce projet (mis en œuvre par le PNUE et l'ONUDI) est de faciliter le transfert de technologie et l'échange d'expérience sur les solutions de substitution à faible potentiel de réchauffement de la planète (PRG) dans le secteur de la climatisation dans les pays à température ambiante élevée. Le projet vise à réunir des données du *Air-Conditioning, Heating, and Refrigeration Institute (AHRI)* afin d'identifier et d'évaluer les frigorigènes de substitution à fort potentiel pour les principales catégories de produits, à travers le programme AREP (*Alternative Refrigerants Evaluation Programme* – Programme d'évaluation des frigorigènes de remplacement à faible PRG). Le projet devrait évaluer les frigorigènes et systèmes de climatisation à usage commercial disponibles en déterminant si les conditions d'exploitation sont compatibles avec les hautes températures qui caractérisent ces pays chauds, en mesurant l'efficacité des normes et des codes applicables, en comparant sur le plan économique les solutions de substitution dans une perspective de fabrication, et en consultant les acteurs du secteur, fabricants comme clients. Le projet tentera par ailleurs d'identifier des opportunités susceptibles de faciliter le transfert des technologies à faible PRG et de déterminer leurs implications fiscales et leurs contraintes commerciales et se penchera sur les questions relatives aux brevets et aux droits de propriété intellectuelle.

### Annexe III

## CONDITIONS-CADRES POTENTIELLES POUR LES PROJETS DE DÉMONSTRATION

1. Le corps de ce document contient des informations techniques substantielles destinées à faciliter la discussion sur les différentes options technologiques et la nécessité d'en faire la démonstration. Dans le même temps, la discussion pourrait aussi bénéficier des considérations sur les méthodologies de préparation et de mise en œuvre des projets de démonstration, puisqu'elle pourrait soutenir le Comité exécutif dans l'opérationnalisation de toute invitation possible de projets de démonstration.

#### *Réplication des projets de démonstration*

2. Un grand nombre de projets de démonstration pour le remplacement des HCFC ont été financés dans le passé et par ailleurs, un certain nombre de PGEH ainsi que de projets de démonstration sur les refroidisseurs ont aussi servi à démontrer des technologies de remplacement des HCFC. Le Secrétariat constate que tandis qu'une part importante des projets de démonstration entrepris visaient à démontrer la viabilité du principe de la nouvelle technologie ou même à la développer, le Comité exécutif pourrait, dans certains cas particuliers, encore envisager d'entreprendre des projets de démonstration sur la même technologie dans d'autres régions afin de faciliter l'adoption des technologies et, dans une moindre mesure, d'envisager des évolutions propres à ces régions et des validations plus larges. Dans ce contexte, le Secrétariat aimerait plus particulièrement attirer l'attention sur le projet conjoint du PNUE et de l'ONUDI « Promouvoir les frigorigènes à faible PRG pour les secteurs de la climatisation dans les pays à température ambiante élevée » qui a testé des prototypes de différentes technologies pour les climatiseurs dans les climats chauds. Après la conclusion des tests et la sélection des technologies possibles, des projets de démonstration de reconversion pourraient s'avérer valables même pour les technologies qui ont déjà fait l'objet de démonstrations dans d'autres parties du monde avec des climats plus modérés.

3. À l'exception du projet mentionné ci-dessus, ce document ne s'attardera pas davantage sur la possibilité de répliquer des projets de démonstration existants pour une plus ample diffusion et acceptation de la technologie puisqu'il n'existe pas de base technique solide permettant une évaluation générique des avantages d'une telle approche. Toute évaluation devrait plutôt refléter le besoin actuel dans une région donnée, la pérennité de ce besoin par rapport à la durée de la mise en œuvre du projet et la priorité attribuée à une telle réplique par rapport à d'autres activités. Cette remarque est sans préjudice de l'évaluation de l'utilité d'une telle activité.

#### *Caractère ponctuel des évaluations de la nécessité des projets de démonstration*

4. Un projet de reconversion mené dans le cadre du Fonds multilatéral a pour but d'éliminer l'utilisation d'une SAO dans la fabrication d'un produit et de convertir, de manière durable, l'entreprise qui fabrique ce produit à une nouvelle technologie. Cet objectif est valable pour les projets de reconversion, les plans et aussi pour les projets de démonstration. Pour de tels projets de démonstration, cela implique généralement que les différents éléments de la technologie, telle que la solution de remplacement elle-même, d'autres produits chimiques requis par le procédé, tels que les polyols ou les huiles frigorigènes, ainsi que d'autres composantes comme les compresseurs soient disponibles

immédiatement ou dans un proche avenir et que la technologie s'imposera vraisemblablement sur le marché<sup>1</sup>.

#### *Échéancier des projets de démonstration*

5. Des demandes initiales pour le financement de la préparation de la phase II des PGEH ainsi que pour la mise en œuvre d'une phase II de PGEH ont été présentées à cette réunion. La préparation de la phase II des PGEH débutera bientôt dans plusieurs pays. Pour permettre aux résultats de projets de démonstration d'informer la prise de décision sur la sélection et la reconversion à de nouvelles technologies de remplacement, les informations connexes doivent être élaborées rapidement. Dans le même temps, il semble que certaines technologies candidates potentielles ne sont pas encore tout à fait disponibles commercialement pour être déjà des candidats solides pour un projet de démonstration. Par conséquent, toute activité potentielle du Comité exécutif relative à des projets de démonstration supplémentaires devrait inclure des mesures pour accélérer l'approbation de projet et garantir une mise en œuvre rapide. Parmi les mesures envisageables, on pourrait permettre aux agences d'exécution de remettre avec leur prochain plan d'activités des données pour des projets de démonstration dans des sous-secteurs sélectionnés; et leur permettre de présenter une demande de financement de préparation de projet parallèlement à une demande pour inscrire une activité dans le plan d'activités. Afin de faciliter une mise en œuvre ciblée et rapide, le Comité exécutif pourrait aussi limiter la période de temps disponible pour la préparation de projet à un intervalle d'une réunion (calendrier de deux réunions par an) ou de deux réunions (calendrier de trois réunions par an) à la fin duquel les agences ne seraient plus autorisées à contracter d'autres obligations, les fonds restants devraient être retournés et un bref rapport sur les activités financées devrait être remis. Par ailleurs, le délai pour la mise en œuvre de projet devrait être limité à deux ans, sauf entente contraire au moment de l'approbation, après quoi les agences ne seraient plus autorisées à contracter d'autres obligations, les fonds restants devraient être retournés et un rapport détaillé sur la mise en œuvre, les coûts, les enseignements tirés et autres constatations pertinentes devrait être remis à la prochaine réunion.

#### *Critères généraux pour les projets de démonstration*

6. Afin d'être considéré comme un projet de démonstration dans le secteur de la fabrication, toute proposition de projet devrait offrir une amélioration significative du savoir-faire actuel au niveau de la technologie de remplacement ou de son application. La technologie utilisée doit être répliquable dans un délai d'environ cinq ans à partir de la date d'approbation, avec la possibilité d'être utilisée dans plusieurs activités. Étant donné qu'un bref délai pour la mise en œuvre est essentiel pour les projets, une société admissible devrait avoir été identifiée. Cette société devrait s'engager à reconvertir ses procédés de fabrication à la nouvelle technologie et cesser d'utiliser des HCFC. Enfin, les critères devraient inclure une solide assurance de communication ponctuelle des résultats et des constatations.

----

---

<sup>1</sup> Dans ce contexte, il convient de noter que toute évaluation pour savoir si une technologie émergente sera disponible durant la mise en œuvre d'un projet de démonstration et si elle s'imposera sur le marché, est ponctuelle. Le Secrétariat ne peut que fournir un portrait de la situation actuelle dans ce document.