



Distr. générale
6 mai 2015

Français
Original : anglais



Programme des Nations Unies pour l'environnement

Atelier sur la gestion des hydrofluorocarbones : questions techniques
Bangkok, 20 et 21 avril 2015

Rapport de l'atelier sur la gestion des hydrofluorocarbones : questions techniques

Additif

Résumés des sessions par les rapporteurs

I. Généralités

1. Le présent additif rassemble les rapports établis par les rapporteurs des cinq premières sessions de l'atelier consacré aux questions techniques concernant la gestion des hydrofluorocarbones (HFC), tenu à Bangkok les 20 et 21 avril 2015. C'est sur la base des rapports des sessions que les rapporteurs ont établi le résumé des principales conclusions de l'atelier (UNEP/OzL.Pro.WG.1/35/5), présenté au Groupe de travail à composition non limité à sa trente-cinquième réunion, qui a eu lieu à Bangkok du 22 au 24 avril 2015, immédiatement après l'atelier. Les rapporteurs des sessions étaient les suivants :

Première session : M. Ullrich Hesse

Deuxième session : M. Richard Abrokwa-Ampadu

Troisième session : M. Gursaran Mathur

Quatrième session : M. Enshan Sheng

Cinquième session : M. Chandra Bhushan

2. Le programme final de l'atelier figure en annexe au présent additif.

II. Première session

Défis et opportunités présentés par les HFC à fort potentiel de réchauffement global dans le secteur de la réfrigération

A. Introduction

3. Au cours de la session consacrée à la réfrigération, quatre principaux secteurs ont été examinés, à savoir la réfrigération commerciale, la réfrigération industrielle, la réfrigération dans les transports et la réfrigération domestique. En termes d'équivalent dioxyde de carbone (CO₂) la part revenant aux différents secteurs s'établit comme suit : réfrigération commerciale (73 %) ; réfrigération industrielle (20 %) ; réfrigération dans les transports (5 %), et réfrigération domestique (2 %). La nécessité de refroidir les aliments et les boissons rend nécessaire une importante réfrigération dans ces quatre principaux secteurs. La réfrigération des aliments nécessite : a) une température moyenne (de 0 à 8 °C) et b) une basse température (de -18 à -25 °C). La réfrigération industrielle, qui comporte une grande variété d'applications, suppose différentes températures.

4. Des exposés liminaires ont été faits par M. Paulo Vodianitskaia et M. Reinhard Radermacher, qui ont décrit les diverses solutions de remplacement des hydrofluorocarbones (HFC) à faible potentiel de réchauffement global (PRG) actuellement utilisés dans chacun des différents sous-secteurs de la réfrigération. Les exposés portaient sur l'efficacité, les PRG et le pouvoir de refroidissement, outre des considérations sur la viabilité des différentes options et la nécessité de s'intéresser à la question de l'énergie correspondant aux émissions de CO₂.

5. Les exposés de 11 présentateurs portaient sur les questions concernant la disponibilité des composants, les options à faible PRG pour les systèmes commerciaux et industriels de grande capacité, les options pour les systèmes commerciaux et systèmes externes de faible capacité ainsi que les systèmes commerciaux montés sur place. La question des systèmes en cascade et des caractéristiques de fonctionnement des systèmes des supermarchés à faible PRG a également été débattue ainsi que celle des produits de substitution aisée et de la conversion des systèmes existants. Des explications ont été données au sujet des solutions de remplacement à faible PRG et des normes des transports frigorifiques. Pour la plupart, des présentateurs étaient issus de l'industrie ou d'associations industrielles; deux d'entre eux étaient des consultants. Près de la moitié d'entre eux provenaient de pays Parties visés au paragraphe 1 à l'article 5 (se reporter à l'annexe du présent additif pour de plus amples informations sur les présentateurs).

B. Aperçu des technologies à faible PRG dans le secteur de la réfrigération

6. Les systèmes de réfrigération correspondant à tous les sous-secteurs examinés étaient des systèmes de réfrigération à compression de vapeur. Les principaux points abordés ont été les suivants :

a) **La réfrigération domestique** englobe les réfrigérateurs, les congélateurs et des systèmes associant les deux types d'appareils. Il s'agit de systèmes fabriqués en usine hermétiquement clos utilisant de faibles charges et dont les risques de fuites sont réduits au minimum. Pour les systèmes domestiques, le choix s'est porté sur le HC-600a dont le PRG est très faible et qui est commercialisé depuis plus de 15 ans. Les réfrigérateurs utilisant ce produit se sont avérés être fiables et très efficaces, la question de l'inflammabilité ayant été résolue. Plus de 500 millions de réfrigérateurs domestiques utilisant les hydrocarbures (HC) sont déjà en service dans le monde entier. Certains pays, dont les États-Unis d'Amérique, utilisent encore le HFC-134a, principalement en raison de la réglementation concernant la sécurité.

b) **La réfrigération commerciale** qui peut être divisée en trois sous-secteurs :

- i) **Les systèmes externes** de faible capacité techniquement comparables aux réfrigérateurs domestiques. Le choix d'un réfrigérant à faible PRG s'est porté sur les hydrocarbures tels que le HC-290. La charge des réfrigérants est souvent plus importante que celle des réfrigérateurs domestiques. Les HFC à faible PRG et les hydrofluorooléfines (HFO) sont également des solutions viables à faible PRG. Certains appareils tels que les refroidisseurs de bouteilles et les distributeurs utilisent le CO₂;
- ii) **Les appareils de réfrigération par condensation** qui sont fabriqués en usine et associent un condenseur et un compresseur connectés sur place par une tuyauterie conduisant à travers le bâtiment (un supermarché, par exemple) à un ou plusieurs évaporateurs dans le cas des vitrines du commerce de détail. D'ordinaire les réfrigérants hautement inflammables ou toxiques sont considérés comme ne pouvant convenir pour un supermarché fréquenté par un grand public. Certains HFC et HFO à faible PRG sont considérés comme des solutions viables. Rien n'est encore clair s'agissant de l'acceptation de réfrigérants de faible inflammabilité (2L), même si ces solutions à faible PRG pourraient s'avérer sûres et efficaces. En tant que substance non inflammable, le CO₂ est une option mais il conviendrait d'indiquer que les investissements initiaux dans le cas des appareils à condensation de faible capacité l'utilisant sont actuellement assez lourds;
- iii) **Les systèmes de réfrigération centralisés**, d'ordinaire installés dans une salle des machines séparée et reliés par une tuyauterie à un condenseur externe comportant un vaste réseau de tuyaux contenant du réfrigérant aboutissant à des évaporateurs de nombreuses vitrines réfrigérées différentes et de chambres froides. Pour un supermarché les réfrigérants inflammables ou toxiques ne peuvent être une solution. Par contre, les HFC à faible PRG et non inflammables le sont. Le CO₂ est une solution tant en ce qui concerne les systèmes à cycle transcritique que les systèmes en cascade. Plusieurs milliers

de supermarchés utilisent déjà des systèmes employant le CO₂. Des réfrigérants inflammables tels que HC-290 ou l'ammoniac peuvent être employés conjointement dans un système utilisant un fluide de refroidissement secondaire (tel qu'un glycol ou une pompe à CO₂). Des appareils externes de faible capacité utilisant le HC-290 et comportant un circuit de refroidissement à eau sont également employés par certains supermarchés;

c) **La réfrigération industrielle** qui est constituée de systèmes de capacités fort diverses fonctionnant à des températures variées. Pour la plupart, des systèmes, l'ammoniac, qui est un réfrigérant à faible PRG intéressant, est déjà amplement utilisé. Les systèmes industriels de grande capacité commencent aussi à adopter le CO₂. Les systèmes industriels ont pour une bonne part une trop faible capacité pour pouvoir utiliser de manière rentable l'ammoniac. Au nombre des solutions à faible PRG pour les systèmes industriels petits et moyens figurent des HFC, des mélanges de HFC/HFO, des HFO ou du CO₂. Dans certains cas, il sera encore nécessaire d'employer des HFC à PRG élevé.

d) **Les transports frigorifiques** qui comprennent les sous-secteurs des transports routiers, des conteneurs réfrigérés et des navires qui opèrent souvent dans une grande variété de milieux. Le CO₂ et les mélanges de HFC/HFO sont au nombre des solutions de remplacement à faible PRG. L'utilisation de réfrigérants inflammables est envisagée pour les transports routiers et les conteneurs réfrigérés. Pour les navires, les solutions, qui dépendent des applications, sont semblables à celles des systèmes industriels.

C. Résumé des solutions à faible PRG

7. Comme cela est indiqué dans les fiches descriptives, le CO₂, l'ammoniac, les HFC à faible PRG, les HFO et les mélanges de HFC/HFO sont au nombre des solutions à faible PRG :

a) Le CO₂ est une solution disponible sur le marché s'agissant de la réfrigération industrielle et des installations frigorifiques centralisées. Il est utilisé dans des systèmes à cycle transcritique ou des systèmes en cascade. L'efficacité des systèmes à cycle transcritique est très grande dans les milieux où les températures sont fraîches et de nouvelles améliorations permettent un fonctionnement efficace dans des milieux chauds. Là où les températures sont les plus élevées il est plus efficace de recourir aux systèmes en cascade. Dans un premier temps, les investissements initiaux étaient plus importants que les investissements nécessaires dans le cas des HFC mais ils commencent à diminuer. On met au point des appareils fonctionnant au CO₂ pour des applications moins importantes, y compris dans le cas des transports routiers, des conteneurs réfrigérés et des condenseurs, mais ces systèmes n'ont pas encore vraiment fait leurs preuves, qu'il s'agisse de leur coût ou de leur efficacité énergétique;

b) L'ammoniac est une solution éprouvée, en matière d'efficacité énergétique en ce qui concerne la réfrigération industrielle. On expérimente aussi l'ammoniac et des réfrigérants secondaires dans des installations frigorifiques centralisées commerciales. La tendance en matière d'améliorations concernant l'ammoniac oriente vers l'utilisation d'échangeurs de chaleur compacts, de compresseurs semi-hermétiques et de systèmes nécessitant de très faibles charges;

c) Les HC sont une solution pour les systèmes à faibles charges. Ils sont d'un usage courant dans la réfrigération domestique. En ce qui concerne les installations frigorifiques centralisées du commerce, on les utilise en association avec des réfrigérants secondaires ou le CO₂ lorsqu'il s'agit de systèmes en cascade fonctionnant à de faibles températures;

d) Des mélanges de HFC à PRG modéré (tels que le R-407F) peuvent remplacer des HFC à PRG très élevé (tels que le R-404A) dans les nouveaux appareils et peuvent être adaptés aux systèmes existants. Ces solutions de remplacement permettent souvent d'économiser de l'énergie bien que l'on connaisse des cas où l'efficacité a diminué. Sur le plan stratégique, il importe d'éviter d'utiliser le R-404A car son PRG est près de deux fois plus élevé que celui des HFC communément utilisés à fort PRG;

e) Depuis peu, des HFC à PRG modérés et faibles, des mélanges de HFC/HFO et des HFO sont adoptés mais l'expérience acquise dans le commerce est limitée.

D. Débat

8. La disponibilité de technologies à faible PRG varie en fonction du sous-secteur de la réfrigération commerciale considérée. Les conclusions auxquelles ont abouti les débats de l'atelier sont les suivantes :

- a) Les HC sont disponibles en ce qui concerne les appareils domestiques et les systèmes commerciaux externes de faible capacité. On procède actuellement à l'évaluation de la sécurité des transports frigorifiques fonctionnant aux HC dont l'introduction sur le marché pourrait intervenir aux alentours de 2018;
- b) L'utilisation du CO₂ dans les installations frigorifiques centralisées ou les systèmes industriels est courante, qu'il s'agisse de systèmes à cycle transcritique ou de systèmes en cascade. Il est actuellement procédé à la mise au point de petits appareils fonctionnant au CO₂ pour les secteurs de la condensation et des transports;
- c) L'ammoniac est couramment utilisé par l'industrie et des améliorations techniques visant à en réduire les risques pourraient accroître sa part de marché;
- d) Il existe actuellement des solutions de remplacement du R-404A par des HFC à PRG modéré;
- e) On s'attend à ce qu'entre 2016 et 2020 des HFC à faible PRG et des mélanges de HFC/HFO soient disponibles dans le commerce pour diverses applications telles que celles concernant les condenseurs et les systèmes de transports réfrigérés. Une meilleure compréhension de l'utilisation sans danger de réfrigérants de faible inflammabilité (2L) est nécessaire.

9. Les obstacles dont il a été fait état au cours des débats sont les suivants :

- a) Les systèmes centralisés de la réfrigération commerciale auront le plus grand impact sur la totalité des émissions en équivalent CO₂. Les principaux obstacles s'opposant à l'utilisation généralisée des technologies à faible PRG, telles que les systèmes à cycle transcritique ou en cascade utilisant le CO₂, les HC ou l'ammoniac associé à un fluide secondaire, sont les dépenses d'équipement, la formation des techniciens, les normes et les codes de sécurité;
- b) Une plus grande utilisation de l'ammoniac et de réfrigérants de moindre inflammabilité dans les appareils industriels suppose une meilleure formation des concepteurs, des installateurs et des techniciens de maintenance;
- c) Actuellement, pour des applications à très basses températures (au-dessous de -50 °C) on utilise des HFC à PRG élevé (tels que le HFC-23) dans des systèmes en cascade. Il n'existe aujourd'hui aucune solution à faible PRG pour la majorité de ces systèmes qui ne représentent qu'une très petite partie du marché de la réfrigération.

E. Adaptations nécessaires pour rendre la transition technologique viable

10. Pour rendre viable une transition technologique, il est nécessaire de traiter les questions suivantes :

- a) Les codes et normes en matière de sécurité doivent être actualisés, notamment en ce qui concerne l'utilisation des réfrigérants inflammables;
- b) Pour les milieux à températures élevées les questions à traiter concernent :
 - i) Les températures de vidange élevées des HFC à faible PRG et les options concernant les HFO (une modification technique peut être nécessaire comme l'injection de liquides);
 - ii) Les systèmes fonctionnant au CO₂ qu'il est nécessaire d'améliorer pour parvenir à une efficacité saisonnière soutenant la concurrence sous des climats chauds;
- c) La nécessité d'assurer une formation et une éducation :
 - i) Pour concevoir et entretenir des systèmes étanches, car la plus grande partie des réfrigérants utilisés le sont pour une remise à niveau;
 - ii) Pour développer les connaissances nécessaires à la conception de systèmes fonctionnant au CO₂ convenables et à leur entretien sans danger et conforme aux prescriptions;
 - iii) Pour concevoir et entretenir sans danger et conformément aux prescriptions des systèmes utilisant l'ammoniac et les HC, y compris la conception de systèmes utilisant des fluides secondaires;
- d) La sensibilisation aux effets des émissions de HFC et à l'importance de leur réduction;

e) S'agissant des fabricants, il leur faut prendre en compte au premier chef l'élaboration de codes et de normes en matière de sécurité et la formation des personnels chargés de la conception, de la fabrication et de l'entretien des appareils dont la technologie repose sur le CO₂ et l'ammoniac.

F. Obstacles et problèmes à prendre en considération pour aller de l'avant

11. Les obstacles et problèmes identifiés qu'il convient de prendre en considération pour aller de l'avant sont les suivants :

a) En ce qui concerne l'application d'une nouvelle technologie, les contraintes sont constituées par la disponibilité des HFC à faible PRG, qui est limitée, et le fait que les charges de HC sont également limitées;

b) Il est nécessaire de développer la recherche-développement pour réduire les charges de réfrigérants, de procéder à de nouvelles vérifications en ce qui concerne l'efficacité des systèmes fonctionnant au CO₂ dans des climats chauds, et de mettre au point des codes de bonnes pratiques pour les versions améliorées de ces systèmes;

c) S'agissant des applications dans le secteur des transports, le coût plus élevé du CO₂ constitue un obstacle, ce qui n'est pas actuellement le cas pour la réfrigération commerciale. Pour que cette technologie soit rapidement introduite au niveau mondial, il est nécessaire d'améliorer la conception et la sécurité des appareils et de former le personnel de maintenance. Cela vaut également pour les réfrigérants inflammables et l'ammoniac;

d) Des directives réglementaires claires assorties de scénarios concernant l'élimination progressive sont nécessaires pour entreprendre la commercialisation des innovations en se fondant sur l'expérience acquise dans le cadre de la réglementation de l'Union européenne relative aux gaz fluorés.

G. Mesures pouvant faire l'objet de la mise en œuvre la plus rapide possible pour favoriser des changements à brève échéance pour réduire la consommation de HFC

12. Les mesures pouvant faire l'objet de l'application la plus rapide pour favoriser à brève échéance les changements nécessaires pour réduire la consommation de HFC seraient les suivantes :

a) Adopter les HC pour les nouveaux appareils externes étanches de faible capacité du commerce une fois que l'incidence des normes aura été clairement déterminée;

b) Éviter d'utiliser le R-404A dans tous les nouveaux systèmes; procéder à la conversion des systèmes commerciaux et industriels fonctionnant au R-404A de plus grande capacité si possible (par exemple, de grands appareils à turbo);

c) Adopter le CO₂ et d'autres solutions à faible PRG pour les nouvelles installations frigorifiques centralisées du commerce;

d) Adopter l'ammoniac, le CO₂ et d'autres solutions de remplacement à faible PRG pour les nouveaux systèmes industriels chaque fois que cela est possible;

e) Mettre à disposition des scénarios et calendriers d'élimination précis;

f) Former le personnel afin qu'il soit davantage sensibilisé à l'importance de l'étanchéité, à la conception de systèmes hermétiques et à la récupération des réfrigérants.

III. Deuxième session

Défis et opportunités présentés par les HFC à faible potentiel de réchauffement global dans le secteur des climatiseurs et des pompes à chaleur fixes

A. Introduction

13. Les questions techniques ont été présentées par deux conseillers techniques, M. Daniel Colbourne et M. Roberto Peixoto, en qualité d'orateurs principaux chargés de ces questions. Un groupe constitué de neuf fournisseurs et utilisateurs de technologies issus de sociétés et d'organisations de différents pays, dont l'Arabie saoudite, la Chine, l'Égypte, les États-Unis d'Amérique, l'Inde, le Liban, la Norvège et la Suède, a fourni une contribution sous forme d'exposés et de débats. Un dixième présentateur, japonais, n'a pu assister à la session. On trouvera en annexe au

présent additif les noms et les contributions des présentateurs. Les débats durant la séance ont été organisés de façon à permettre aux orateurs principaux de faire des exposés sur la situation actuelle du secteur et des sous-secteurs tandis que les présentateurs ont brièvement développé les questions retenues avant d'assister aux débats. Le programme de l'atelier figure en annexe au présent additif.

14. M. Colbourne a examiné la question du secteur de la réfrigération air-air (qui fait l'objet des fiches descriptives 7, 8 et 9). Il a décrit les sous-secteurs du marché et présenté les divers réfrigérants à faible PRG qui pouvaient être utilisés. M. Peixoto a expressément traité la question des solutions de remplacement disponibles pour les refroidisseurs et les pompes à chaleur utilisées pour le chauffage (fiches descriptives 10 et 11). M. Saurabh Kumar a fait un exposé concernant l'évolution prévisible en matière d'efficacité énergétique.

B. Aperçu concernant les technologies à faible PRG du secteur des climatiseurs et pompes à chaleur fixes

15. On a souligné que la disponibilité des solutions de remplacement à faible PRG variait considérablement d'un secteur et d'un sous-secteur à l'autre du marché de la climatisation fixe. Au cours des débats auxquels a donné lieu l'atelier, les climatiseurs et pompes à chaleur ont été classés comme suit :

- a) **Climatiseurs air-air (y compris les pompes à chaleur air-air réversibles) :**
 - i) Climatiseurs multibloc et monobloc :
 - a. Climatiseur monobloc sans conduit (2 à 12 kW; charge de 0,5 à 3 kg);
 - b. Climatiseur monobloc de taille moyenne sans conduit (10 à 30 kW, charge de 3 à 10 kg);
 - c. Climatiseur multibloc (20 à 150 kW; charge de 10 à 100 kg) :
 - i. Multibloc;
 - ii. Flux de réfrigérants variable;
 - d. Climatiseur multibloc avec conduit (10 à 200 kW; charge de 5 à 100 kg) :
 - i. Climatiseur résidentiel;
 - ii. Climatiseur commercial;
 - ii) Climatiseur scellé en usine :
 - a. Climatiseur plafonnier gainé (20 à 200 kW; charge de 5 à 30 kg);
 - b. Petit climatiseur autonome (2 à 7 kW; charge de 0,2 à 2 kg) :
 - i. Portatif;
 - ii. Vitrine réfrigérée/unité terminale gainée/unité murale;
- b) **Refroidisseurs :**
 - i) Refroidisseur à déplacement positif;
 - ii) Refroidisseur centrifuge;
- c) **Pompes à chaleur uniquement destinées au chauffage.**

1. Options mentionnées pour les nouveaux appareils

16. Les fiches descriptives portent sur une grande variété de solutions de remplacement à faible PRG qui ont été examinées au cours de l'atelier. Certaines d'entre elles sont déjà couramment commercialisées dans certains pays Parties non visés au paragraphe 1 de l'article 5, tandis que d'autres en sont encore au stade initial de leur mise au point. Pour l'heure, ces solutions de remplacement à faible PRG sont moins accessibles dans les pays Parties visés à l'article 5, même si selon toute vraisemblance un profond changement surviendra au cours des prochaines années lorsque les technologies utilisées dans les pays non visés à l'article 5 seront plus largement mises à disposition.

17. S'agissant des applications concernant des sous-secteurs déterminés, les options ci-après, parmi toutes celles qui étaient disponibles, ont été examinées :

- a) Climatiseurs de faible capacité scellés en usine, qui utilisent les réfrigérants suivants : HC-290, HFC-32, R-446A, R-447A;
- b) Climatiseurs monoblocs sans conduits qui utilisent les réfrigérants suivants : HC-290, HFC-32, R-444B, R-446A, R-447A;
- c) Climatiseurs multiblocs avec conduit qui utilisent les réfrigérants HFC-32, R-444B, R-446A, R-447A, HC-290;
- d) Climatiseurs plafonniers gainés avec conduit qui utilisent les réfrigérants R-744, HC-290, HFC-32, R-444B, R-446A, R-447A;
- e) Climatiseurs multiblocs qui utilisent les réfrigérants HFC-32, R-444B, R-446A, R-447A, (HC-290);
- f) Refroidisseurs qui utilisent les réfrigérants R-717, R-744, HC-290, HC-1270, HFO-1234ze, HFO-1233zd, HFO-1336mzz, HFC-32, R-444B, R-446A, R-447A;
- g) Pompes à chaleur exclusivement destinées au chauffage, qui utilisent les réfrigérants R-744, HC-290, HC-1270, HC-600a, HFO-1234ze, HFO-1234yf, HFO-1233zd, HFO-1336mzz, HFC-32, R-444B, R-446A, R-447A.

2. Résumé de la situation en ce qui concerne les milieux aux températures ambiantes faibles et moyennes

18. Il est probable que d'ici à 2020 les solutions de remplacement à faible PRG seront largement disponibles pour :

- a) Les climatiseurs autonomes de faible capacité;
- b) Les climatiseurs monoblocs et multiblocs de petite et moyenne capacité;
- c) Les refroidisseurs.

19. La plus grande difficulté concerne les climatiseurs air-air de plus grande capacité dont les charges de réfrigérants sont de l'ordre de 50 à 100 kg. On ignore encore s'il sera possible d'utiliser des réfrigérants de moindre inflammabilité pour ces applications.

3. Considérations relatives aux milieux à température ambiante élevée

20. Nombre de pays où la température ambiante est élevée utilisent encore le HCFC-22 pour les appareils de climatisation. En ce qui concerne les nouveaux appareils, on assiste déjà à un important changement en faveur de solutions de remplacement des HFC à PRG élevé. Pour les climatiseurs air-air, le produit de remplacement est principalement le R-410A (PRG 2088). Pour les refroidisseurs le produit de remplacement est le HFC-134a (PRG 1430).

21. **Obstacles au choix des réfrigérants** : à températures ambiantes élevées, la quantité de chaleur par unité de surface est bien plus élevée que dans des climats plus doux. Cela signifie que des systèmes ayant une plus grande capacité de refroidissement sont nécessaires, ce qui entraîne l'accroissement des charges de réfrigérants pour une salle de dimension donnée. Cela peut limiter la possibilité d'utiliser des réfrigérants d'une plus grande inflammabilité (tels que le HC-290) pour les climatiseurs multiblocs de petite capacité et les réfrigérants de moindre inflammabilité (2L) (tels que le HFC-32) pour les systèmes air-air de plus grande capacité.

22. **Importance de l'efficacité énergétique** : au cours des débats, il a été constaté que dans les pays à températures élevées, il importe davantage de parvenir à une grande efficacité énergétique plutôt que de recourir à des solutions de remplacement à PRG moins élevé. Une efficacité énergétique satisfaisante a plus d'effets sur la réduction des émissions de CO₂ et soulève moins de problèmes. Les normes en matière d'efficacité énergétique concernant les pays à températures élevées sont souvent fixées très haut. Respecter ces normes peut aussi rendre nécessaire l'emploi de charges de réfrigérants plus importantes (par exemple, pour permettre l'utilisation d'échangeurs de chaleur de plus grande capacité dans le cas de petites différences de température). Cela rend encore plus difficile l'utilisation de réfrigérants inflammables.

23. **Solutions à PRG moins élevé pour les appareils air-air** : pour ces appareils les solutions de remplacement à PRG moins élevé, qui conviennent probablement le mieux pour les milieux à températures ambiantes élevées, sont le HFC-32 et les mélanges nouvellement conçus ayant des propriétés semblables à celles du R-410A (tels que le R-446A et le R-447A). Leur PRG se situe entre

450 et 675, valeurs nettement plus faibles que celles du R-410A; leur inflammabilité est également moindre (2L). Les données dont on dispose déjà sont peu nombreuses en ce qui concerne les caractéristiques de fonctionnement de ces systèmes à températures ambiantes élevées, mais on compte qu'elles seront meilleures que celles du R-410A. Il convient de noter que le HC-290 pourrait n'être utilisé que dans un petit nombre de cas à températures ambiantes élevées en raison de la limitation des charges imposée tandis que le R-744 n'aura vraisemblablement pas une efficacité suffisamment grande. Pour les climatiseurs multiblocs de petite et moyenne capacités, les réfrigérants de moindre inflammabilité sont vraisemblablement conformes aux normes de sécurité actuelles. On ne sait pas encore s'il est possible d'utiliser des réfrigérants de moindre inflammabilité dans les appareils air-air (à débit de réfrigérants variable, par exemple). Il est nécessaire d'entreprendre d'autres travaux pour comprendre les questions de sécurité en jeu. On a estimé qu'il pourrait être possible d'opter pour des refroidisseurs d'eau dans le cas de systèmes de plus grande capacité, mais certains participants ont indiqué que cela aurait pour effet de réduire l'efficacité. Ce point mérite aussi d'être clarifié.

24. **Options à faible PRG pour les refroidisseurs** : il existe une série de solutions de remplacement à faible PRG pour les refroidisseurs, comme cela est indiqué plus haut. On s'est généralement accordé sur le fait que ces refroidisseurs pourraient être conçus pour donner de bons résultats à température ambiante élevée.

25. **Réseaux de froid** : les réseaux de froid pourraient fournir une solution de grande efficacité qui permettrait d'éviter d'avoir à installer un grand nombre de petits appareils, et ce faisant de traiter certaines des difficultés indiquées plus haut. S'il a été convenu que ces systèmes pourraient être mis en place dans certaines conditions (par exemple, lorsqu'un important ensemble immobilier a été planifié), il est vraisemblable qu'ils ne pourront constituer une solution pour la majorité des petits systèmes. On a aussi souligné que la mise en place de réseaux de froid pourrait ne pas être possible dans les régions connaissant des pénuries d'eau.

26. Il importe de noter que les participants ne se sont pas accordés sur la question de savoir si certaines des solutions indiquées plus haut peuvent convenir à des températures ambiantes élevées. Certains ont été d'avis que l'on ne disposait d'aucune solution pour ces situations, tandis que d'autres ont fourni des éléments de preuve montrant que des solutions à faible PRG étaient disponibles.

27. **Entretien** : il importe et il est possible, avec les technologies courantes reposant sur les HFC, d'améliorer l'entretien pour un meilleur confinement des réfrigérants; ce faisant on sera assuré de réduire les incidences sur le climat car un moindre volume de gaz frigorigènes sera libéré dans l'atmosphère.

C. Obstacles et difficultés à prendre en considération

28. Les points ci-dessous ont été considérés comme d'importants aspects à prendre en compte en ce qui concerne les obstacles et les difficultés :

a) **Choix, conception et installation des nouvelles technologies et appareils** : il est nécessaire d'étudier tous les aspects des technologies de remplacement pour s'assurer de leur grande efficacité et de leur fonctionnement sans danger. Il se pourrait aussi que dans certains cas on ne puisse disposer de tous les composants nécessaires lorsque l'on a opté pour de nouveaux réfrigérants.

b) **Normes et codes de sécurité restrictifs** : alors que l'on s'est accordé sur le fait que des solutions de remplacement utilisant des substances inflammables telles que le HC-290 dans les systèmes air-air de faible capacité se traduirait par un accroissement de l'efficacité énergétique (d'environ 5 à 10 % dans le cas des climatiseurs résidentiels), des codes et des normes rigoureuses limitant les charges de produits inflammables pourraient avoir pour effet de réduire la capacité de refroidissement et de chauffage;

c) **Caractère disparate de la législation nationale ou absence de législation nationale** : l'absence de législations ou de réglementations nationales crée un vide qui limite le développement de nouvelles technologies ou les innovations. Cette question a été l'une de celles à laquelle les représentants de l'industrie ont accordé le plus d'importance;

d) **Formation axée sur l'évolution technologique et la sensibilisation du public** : les exploitants et l'ensemble des parties prenantes, à tous les niveaux, doivent être sensibilisés à la totalité des aspects des nouvelles technologies à faible PRG, notamment celles recourant à des produits inflammables. Il est nécessaire de mettre en place des programmes de formation tant dans le secteur de la fabrication que dans celui de la maintenance et de mener des programmes de sensibilisation destinés au grand public;

e) **Harmonisation des normes** : il est nécessaire que les organisations internationales fixant les normes s'emploient à les réviser de manière à harmoniser les approches concernant l'application des technologies de remplacement des HFC à faible PRG, en particulier dans les pays Parties visés à l'article 5.

D. Mesures pouvant faire l'objet de la mise en œuvre la plus rapide possible pour favoriser des changements à brève échéance pour réduire la consommation de HFC

29. Les débats qui ont lieu durant la session ont permis de résumer comme suit les mesures que l'on estime pouvoir mettre en œuvre rapidement pour favoriser à bref délai une évolution entraînant la réduction de la consommation de HFC dans le secteur de la climatisation fixe :

- a) Innover et améliorer les appareils de manière à parvenir à une plus grande efficacité énergétique et à réduire l'emploi de réfrigérants;
- b) Adopter des solutions de remplacement à faible PRG pour les nouveaux appareils des sous-secteurs et régions géographiques pour lesquels ces solutions existent déjà ou sont sur le point d'être mises sur le marché. Vers 2020, cela concernerait les climatiseurs autonomes de petite capacité et les climatiseurs multiblocs et les refroidisseurs à eau de petite capacité dans tous les pays Parties non visés à l'article 5 et dans nombre dans ceux qui le sont;
- c) Il faut d'urgence procéder à des évaluations des techniques, des modèles et des améliorations pour favoriser l'adoption de solutions de remplacement à faible PRG. Il convient en particulier de s'intéresser à deux domaines essentiels :
 - i) Utilisation des réfrigérants inflammables : il convient de mieux cerner la question de la taille et du type de systèmes pouvant utiliser sans danger a) des solutions de remplacement reposant sur des produits inflammables tels que le HC-290; et b) des solutions de remplacement utilisant des produits moins inflammables tels que le HFC-32;
 - ii) Utilisation de solutions de remplacement à faible PRG à des températures ambiantes élevées : il convient de mieux cerner la question des obstacles techniques s'opposant à l'utilisation de solutions de remplacement à faible PRG à des températures ambiantes élevées, en tenant compte des cas particuliers où la demande de systèmes de refroidissement est forte et de la nécessité d'obtenir une grande efficacité énergétique;
- d) Actualiser les législations et les règlements des différents pays pour faciliter les progrès en matière de transferts de technologies, notamment entre fournisseurs de technologies des pays non visés à l'article 5 et leurs clients dans les pays visés à cet article, lorsque ces instruments pourraient actuellement nuire à ces transferts;
- e) Harmoniser ou revoir les normes et les codes concernant l'utilisation des réfrigérants inflammables et les technologies y faisant appel dans le but de lever les obstacles s'opposant à l'emploi des technologies fonctionnant au HC-290 et de faciliter, d'une façon générale, l'adoption de technologies reposant sur les HC.

IV. Troisième session

Défis et opportunités présentés par les HFC à fort potentiel de réchauffement global dans le secteur de la climatisation mobile

A. Introduction

30. C'est au début des années 90 que la majorité des nouvelles voitures, dans les pays non visés à l'article 5, ont commencé à utiliser le HFC-134a dans leurs climatiseurs. Actuellement, le HFC-134a demeure le réfrigérant type utilisé dans le monde pour les climatiseurs mobiles de petite et moyenne capacité. Étant donné que cette substance a un PRG très élevé, l'industrie automobile est en quête de nouveaux réfrigérants à faible PRG pour le remplacer.

31. M. Predag Pega Hrnjak a fait un exposé général sur les climatiseurs mobiles destinés aux voitures et aux véhicules de taille plus importante. La liste des quatre présentateurs de la session et de leurs exposés consacrés aux problèmes particuliers soulevés par les solutions de remplacement à faible PRG utilisées pour la climatisation mobile figure dans le programme final de l'atelier reproduit à l'annexe au présent additif.

B. Aperçu général des technologies du secteur

32. Aujourd'hui, tous les climatiseurs modernes des voitures et autres petits véhicules utilisent le HFC-134a comme réfrigérant. Au cours des dernières années, d'importants travaux de mise au point de nouveaux réfrigérants à faible PRG (PRG < 150) comme produits de remplacement du HFC-134a ont été entrepris. Cette évolution a été favorisée par la directive de l'Union européenne sur la climatisation mobile qui interdit l'emploi de réfrigérants ayant un PRG supérieur à 150.

33. Depuis 2006, le CO₂ (R-744, PRG = 1) a fait l'objet de très nombreux essais et un certain nombre de technologies améliorant ses performances (échangeurs de chaleur internes, évaporateurs à microtubes) ont été mis au point pour en améliorer les performances. En 2009, un nouveau réfrigérant, le HFO-1234yf (PRG = 4) a été introduit. Les climatiseurs fixes utilisant le HFO-1234yf ont exploité les technologies visant à améliorer les performances du CO₂ mises au point afin de parvenir à un fonctionnement de même qualité voire de qualité supérieure à celui des climatiseurs de référence fonctionnant au HFC-134a. À la fin de 2014, près de trois millions de voitures en circulation utilisaient le HFO-1234yf. Pour des raisons de brevets, ce réfrigérant n'est fabriqué que par deux sociétés. Actuellement son coût est de 15 à 20 fois supérieur à celui du HFC-134a. Au cours des dix dernières années, l'application des technologies susmentionnées aux climatiseurs fonctionnant au HFC-134a a permis de multiplier par deux leur efficacité énergétique. Quelques fabricants et fournisseurs d'appareils de la première heure ont étudié les hydrocarbures (HC-290, HC-600a) en vue de leur emploi dans les systèmes à expansion directe, et le HFC-152a pour les systèmes à circuit de réfrigération secondaire. La performance thermique de ces produits est satisfaisante mais les fabricants d'automobiles hésitent à les utiliser en raison de leur inflammabilité.

34. Un petit nombre d'autres mélanges de réfrigérants destinés aux climatiseurs fixes ont été mis au point (R-445A, PRG = 120). Des fabricants et des fournisseurs de climatiseurs de la première heure ont procédé à de nombreux essais avec le R-445A pour en déterminer les performances, leur compatibilité avec les matériaux, leur inflammabilité et les risques qu'ils présentent. Toutefois, ces systèmes n'ont pas encore été commercialisés. Pour les véhicules électriques et les véhicules hybrides le chauffage des passagers doit être assuré par des climatiseurs à pompe à chaleur pour lesquels tant le CO₂ que le R-445A ont donné de bons résultats.

35. En ce moment, il semble que le HFO-1234yf soit la principale solution de remplacement à faible PRG et que l'industrie automobile doive continuer à fabriquer des véhicules utilisant ce réfrigérant. Le nombre de voitures utilisant le HFO-1234yf – environ trois millions d'unités aujourd'hui – devrait augmenter jusqu'en 2020 et au-delà. Le principal souci est que ce réfrigérant est aujourd'hui coûteux. Toutefois, son prix devrait diminuer car le secteur de la climatisation mobile l'emploie de plus en plus.

36. En ce qui concerne les climatiseurs des gros véhicules (autobus, trains), l'on n'a pas encore bien identifié les solutions de remplacement possibles comme cela a été le cas pour les petits véhicules. Plusieurs options sont actuellement examinées dont le R-744, le HFO-1234yf et le HFC-32.

C. Adaptations nécessaires pour que la transition technologique soit viable

37. L'adaptation d'un réfrigérant de remplacement aux climatiseurs mobiles dépend d'un grand nombre de variables, notamment la sécurité, l'efficacité énergétique, la conception, le coût, l'utilisation à températures ambiantes élevées et la formation technique du personnel d'entretien. La sécurité est l'un des paramètres les plus importants à prendre en considération pour qu'un réfrigérant puisse être adapté compte tenu des réglementations ou codes en vigueur.

38. S'agissant de la climatisation mobile, le choix idéal devrait se porter sur un réfrigérant qui serait une solution que pourrait adopter tous les constructeurs d'automobiles dans le monde. Les fabricants et les fournisseurs de la première heure s'emploient à trouver une solution viable qui pourrait un jour être adoptée partout dans le monde.

39. Dans les pays ou lieux où la température ambiante moyenne annuelle est élevée, il faut que les véhicules soient dotés de climatiseurs mobiles fonctionnant toute l'année. Remplacer le réfrigérant actuel (HFC-134a) par un réfrigérant à faible PRG aura un immense impact sur les émissions de CO₂ en raison des fuites de réfrigérant. Il est donc impératif que les fabricants d'automobiles et les fournisseurs de climatiseurs recourent à un réfrigérant ayant un faible PRG.

40. Quel que soit le réfrigérant retenu pour les climatiseurs mobiles, le remplacement du frigorigène actuel, le HFC-134a, entraînera d'importants coûts de conversion. De nouveaux composants doivent être conçus et produits; pour la maintenance il faudra mettre au point de nouveaux systèmes de charge et de vidange. Un important financement serait nécessaire pour mettre

en place des programmes de formation de techniciens et délivrer des autorisations aux garages et ateliers qui entretiennent et réparent les climatiseurs mobiles.

41. Les fabricants et fournisseurs auront tendance à retenir un réfrigérant à faible PRG qui n'imposera qu'un minimum de modifications à la conception des composants et des appareils, ce qui va considérablement réduire le coût total de la conversion, faute de quoi l'industrie devra dépenser des sommes considérables pour modifier son outillage. Il se pourrait que cette conversion entraîne des réticences dans les pays en développement en raison de l'incidence financière de la production de véhicules dotés de nouveaux climatiseurs mobiles.

D. Obstacles et problèmes à prendre en considération pour aller de l'avant

42. L'application d'une nouvelle technologie pourrait se révéler très problématique en raison de nombreux obstacles dont : a) les problèmes liés à la conception; b) le fait que différents types de véhicules soient dotés de groupes motopropulseurs différents (systèmes électrique et hybride, par exemple); c) l'utilisation de réfrigérants différents selon qu'il s'agit d'un refroidissement direct ou avec pompe à chaleur; d) le fait qu'un réfrigérant ne soit pas disponible partout dans le monde; e) la multiplicité des choix en matière de réfrigérants; f) l'évaluation des coûts des brevets correspondant aux nouveaux réfrigérants par rapport à ceux prévus initialement par les fabricants de climatiseurs; g) les questions socio-économiques, et h) la formation et les autorisations délivrées aux techniciens chargés de l'entretien et de la réparation des climatiseurs.

43. S'agissant des nouveaux réfrigérants possibles pour les climatiseurs mobiles, d'autres travaux de recherche-développement sont nécessaires pour que le R-445A puisse être validé en tant que réfrigérant. Au cas où le CO₂ serait retenu pour des climatiseurs mobiles de grande capacité, il serait nécessaire de procéder à la validation de leur durabilité.

44. Pour les climatiseurs mobiles de grande capacité utilisant le CO₂ comme réfrigérant de remplacement, des systèmes à éjecteur devraient être utilisés pour accroître la performance des appareils à températures ambiantes élevées.

E. Mesures pouvant faire l'objet de la mise en œuvre la plus rapide possible pour favoriser des changements à brève échéance pour réduire la consommation de HFC

45. Pour la plupart des climatiseurs mobiles utilisés par l'industrie automobile (voitures de passagers et petits fourgons) on a adopté le HFO-1234yf, tant en Europe qu'aux États-Unis d'Amérique. On s'attend à ce que le nombre de véhicules utilisant ce réfrigérant augmente chaque année.

46. En ce qui concerne les climatiseurs mobiles de grande capacité destinés aux autobus, la recherche-développement piétine et très peu de solutions de remplacement à faible PRG sont déjà sur le marché. Toutefois, certains appareils fonctionnant au R-744 sont disponibles. D'autres travaux de recherche-développement sont nécessaires dans ce secteur.

47. En ce qui concerne la climatisation mobile, il faut que le secteur veille à pouvoir disposer des normes et codes nécessaires en ce qui concerne la conception, la sécurité, la manipulation, l'entretien et la récupération des réfrigérants de remplacement à faible PRG en fin de vie des appareils.

48. Le moment est venu d'opter pour des réfrigérants à faible PRG pour la climatisation mobile. Ce secteur est responsable pour 20 % de la totalité des émissions de gaz à PRG. Il est nécessaire de mettre au point des technologies sans danger pour l'environnement, rentables, viables et pouvant être utilisées partout dans le monde.

V. Quatrième session

Défis et opportunités présentés par les HFC à fort potentiel de réchauffement global dans le secteur des mousses

A. Introduction

49. La quatrième session a été consacrée aux défis et opportunités posés par les HFC à fort potentiel de réchauffement global dans le secteur des mousses. M. Igor Croiset a fait un exposé général intitulé « HFCs elimination in foams for domestic and commercial appliances: challenges and opportunities » (élimination des HFC présents dans les mousses des appareils domestiques et commerciaux : difficultés et perspectives). M. Paulo Altoe a alors fait un exposé intitulé « Factors which influence the choice of alternatives » (facteurs influant sur le choix des solutions de

remplacement). Les noms des cinq présentateurs ayant fait part de leurs vues sur des points précis et les titres de leurs exposés figurent à l'annexe au présent additif.

B. Aperçu des technologies du secteur

50. Le secteur des mousses à cellules fermées utilise actuellement une grande variété d'agents gonflants, inflammables ou non. Parmi les agents gonflants inflammables, ce sont les HC qui prédominent (tels que les pentanes et l'isobutane) ainsi que les hydrocarbures oxygénés (HCO) tels que le formiate de méthyle et le méthylal. Le CO₂ et les HFO sont des agents gonflants non inflammables.
51. Dans la mesure du possible, les grandes entreprises ont déjà adopté, par défaut, les HC comme agents gonflants en raison du faible surcoût lié à leur utilisation, et ce malgré le surcoût important de l'investissement initial. Le CO₂ est adopté comme agent gonflant pour certaines applications pour lesquelles les normes en matière d'isolation thermique ne sont pas trop rigoureuses.
52. Les HFC utilisés par les petites entreprises sont les HFC les plus difficiles à éliminer, principalement en raison de l'augmentation des coûts que cela entraîne pour ces entreprises. Elles ne peuvent supporter ni l'augmentation de l'investissement initial dans le cas des HC, ni la forte augmentation des coûts de fonctionnement dans les cas des HFC/HFO. Par conséquent, le choix se porte habituellement, par défaut, sur le CO₂ lorsqu'il est possible de composer en ce qui concerne l'isolation thermique. Lorsque les normes en matière d'isolation thermique sont plus rigoureuses, on utilise conjointement les HFC/HFO associés à un fort pourcentage de CO₂.
53. Le formiate de méthyle et le méthylal sont utilisés dans les pays Parties visés et non visés à l'article 5, notamment pour les mousses à peau intégrée, même si l'instabilité et l'inflammabilité de ces substances soulèvent de problèmes essentiels qu'il va falloir gérer.
54. Le CO₂, les HC ou les HFO utilisés conjointement avec le CO₂ sont les principaux agents gonflants à faible PRG en ce qui concerne les polystyrènes extrudés. Les alcools et les éthers sont souvent utilisés conjointement comme agents gonflants pour certaines propriétés des mousses.
55. L'évaluation des HFO utilisés dans le secteur des mousses se poursuit et ces substances telles qu'actuellement préparées se révèlent fort prometteuses, en raison notamment de leur contribution à l'efficacité thermique, même à de faibles niveaux. Un fabricant s'est déjà lancé dans la production commerciale à titre expérimental et sera vraisemblablement suivi par d'autres au cours des prochaines années. Toutefois, des doutes subsistent en ce qui concerne les coûts des systèmes et leur disponibilité géographique.
56. Ce sont les mousses de polyuréthane projeté qui soulèvent le plus de difficultés, le principal problème étant posé par l'exploitation sans danger de ces systèmes dans les conditions prévalant sur place dans un bâtiment. À ce jour, les HFC demeurent la seule option disponible, bien que l'utilisation du CO₂ soit possible pour certaines applications déterminées. L'adoption des HFO sera très difficile en raison de leur coût actuellement très élevé.

C. Adaptions nécessaires pour qu'un changement technologique soit viable

57. Les HC sont des agents gonflants ayant fait leurs preuves mais la généralisation de leur adoption se heurte à leur inflammabilité. Les prémélanges de HC se sont révélés être des solutions viables pour les entreprises petites et moyennes de certains pays.
58. Les températures ambiantes élevées peuvent être sources de difficultés pour les prémélanges de HC ayant fait leurs preuves en tant qu'options pour certaines entreprises petites et moyennes. Un mélange de polyols ayant fait l'objet d'une nouvelle préparation pour améliorer la solubilité des HC peut être la solution dans certains cas. De plus, il conviendrait de bien former les agents afin qu'ils entreposent et manipulent sans danger les prémélanges de HC.
59. Pour certaines applications, le formiate de méthyle peut s'avérer être une solution de remplacement satisfaisante mais il faut s'attendre à d'importantes difficultés en raison de son inflammabilité et du caractère corrosif de certains mélanges contenant du formiate de méthyle.
60. D'un point de vue technique, les HFO sont des agents gonflants efficaces, quelles que soient les applications considérées, mais leur coût, très élevé, est un obstacle majeur. De plus, certains HFO entrant dans la composition de mélanges ont la réputation de nuire à leur stabilité. Il est donc nécessaire de modifier les préparations pour une utilisation optimale de l'eau et du CO₂ afin de réduire les coûts d'exploitation et, dans le cas de certains HFO, pour faire en sorte que la question de la stabilité du mélange se pose avec moins d'acuité.

D. Obstacles et problèmes à prendre en considération pour aller de l'avant

61. En ce qui concerne les grandes entreprises, l'adoption de solutions à faible PRG s'effectue relativement sans à-coup car la technologie reposant sur les HC a été le plus souvent adoptée en raison de son faible coût d'exploitation, en dépit du montant élevé de l'investissement initial réalisé une fois pour toutes. Toutefois, d'importants problèmes se posent pour les entreprises petites et moyennes en ce qui concerne :

- a) **La sécurité** : l'utilisation des HC et des HCO suscitent de vives préoccupations. Les prémélanges peuvent atténuer la gravité de la plupart des risques. Lorsque la résistance au feu est nécessaire, il faut parfois une nouvelle préparation des polyuréthanes pour garantir cette résistance;
- b) **L'efficacité énergétique** : lorsque l'on n'adopte ni les HC ni les HFO, le CO₂ peut être une option. Lorsque le CO₂ est utilisé comme agent gonflant des mousses, celles-ci ont une faible isolation thermique. L'utiliser comme agent gonflant conjointement avec les HFO pourrait être un moyen de régler ce problème en parvenant à un équilibre satisfaisant entre le coût et la performance;
- c) **Le coût** : lorsque ni les HC ni le CO₂ ne sont la solution, le choix peut se porter sur les HFO. Malheureusement, leur coût est trop élevé pour qu'on puisse les utiliser isolément. De plus, aujourd'hui on ne sait pas vraiment s'ils sont disponibles dans le commerce. Pour atténuer l'augmentation des coûts, on peut, ou l'on devrait, l'adopter comme agent gonflant conjointement avec le CO₂;
- d) **Les températures ambiantes élevées** : lorsque des prémélanges de HC sont utilisés, il est nécessaire de veiller à ce que les conteneurs des prémélanges soient correctement stockés, transportés et manipulés;
- e) **Le pistolage in-situ** : ce secteur demeure particulièrement difficile à gérer. Même si l'utilisation conjointe des HFO et du CO₂ comme agents gonflants peut en partie résoudre le problème, ce ne peut être la solution. Malheureusement, les intervenants ne se représentaient pas clairement la voie à suivre.

E. Mesures pouvant faire l'objet de la mise en œuvre la plus rapide possible pour favoriser des changements à brève échéance pour réduire la consommation de HFC

62. Pour les grandes entreprises, les HC sont une option viable qui permettra d'aller de l'avant. Pour les entreprises de taille moyenne, il conviendrait d'adopter les HC chaque fois que cela est pratique. Pour les petites entreprises, les HFO et les prémélanges de HC pourraient être les deux options entre lesquelles choisir.

63. Lorsque pour certaines applications les HFO sont le seul choix possible, l'industrie devra pouvoir disposer de plus de temps pour prouver l'intérêt de la technologie reposant sur ces substances à grande échelle (stabilité à long terme, par exemple). On ignore encore si les HFO seront disponibles dans le commerce.

VI. Cinquième session

Questions globales et intersectorielles concernant les aspects techniques de la gestion des HFC

A. Introduction

64. La cinquième session a donné la possibilité aux participants d'examiner un grand nombre de questions fondamentales et intersectorielles qui avaient été soulevées lors des quatre précédentes sessions. Les questions abordées étaient les suivantes :

- a) Disponibilité de solutions de remplacement à faible PRG et coût de la conversion;
- b) Droits de propriété intellectuelle;
- c) Efficacité énergétique;
- d) Questions concernant les milieux à températures ambiantes élevées;
- e) Inflammabilité et normes de sécurité;
- f) Réduction des fuites de réfrigérants à PRG élevé et récupération et réutilisation de ces réfrigérants;

g) Formation, outils et renforcement des capacités nécessaires dans le secteur de l'entretien en vue de permettre aux pays visés à l'article 5 d'opter pour des solutions de remplacement à faible PRG.

65. Au début de la session, deux orateurs principaux ont exposé les vues des associations d'industriels s'intéressant aux réfrigérants fluorés et naturels quant à la disponibilité de solutions de remplacement à faible PRG pour remplacer les HFC à PRG élevé.

66. Au cours de la première partie de la session, neuf présentateurs ont traité, pour l'essentiel, les questions de la disponibilité, des coûts, de l'évolution de l'industrie et des droits de propriété intellectuelle. Un présentateur, qui représentait une association industrielle d'un pays visé à l'article 5, a fait état des problèmes auxquels étaient confrontées les sociétés des pays Parties visés à l'article 5 lorsqu'elles entreprenaient d'opter pour des solutions à faible PRG. Des représentants et experts de l'industrie ont fait des exposés sur les coûts et les initiatives que l'industrie prenait de son propre chef, ou en réaction aux législations nationales, en vue d'opter pour des solutions de remplacement à faible PRG. Un spécialiste des droits de propriété intellectuelle a donné son avis sur le rôle que jouaient ces droits en facilitant ou en restreignant l'accès aux technologies à faible PRG.

67. Au cours de la deuxième partie de la session, huit présentateurs ont fait part de leurs vues au sujet des questions touchant les milieux à températures ambiantes élevées, l'inflammabilité et les normes de sécurité, la réduction des fuites de réfrigérants, leur récupération et leur réutilisation ainsi que la formation et le renforcement des capacités. Deux représentants de l'industrie ont abordé la question des options et des difficultés s'agissant du passage à des solutions à faible PRG dans des régions où les températures ambiantes étaient élevées. Deux présentateurs de l'industrie ont fait part de leur opinion au sujet des problèmes auxquels étaient confrontées les industries en raison de la diversité des normes en matière de sécurité et d'inflammabilité qui différaient selon les pays. Un autre représentant de l'industrie s'est intéressé à la question de l'importance que revêtaient les programmes de formation et d'homologation pour garantir une manipulation sans danger et ne portant atteinte à l'environnement des réfrigérants de remplacement à faible PRG. Les trois derniers présentateurs ont abordé l'importante question de la réduction des fuites de HFC, de leur récupération et de leur réutilisation ainsi que celle de la formation et du renforcement des capacités nécessaires au secteur de l'entretien des pays visés à l'article 5.

68. Les noms des présentateurs et les questions qu'ils ont traitées figurent dans le programme final de l'atelier que l'on trouvera en annexe au présent additif.

69. Un exposé expressément consacré à l'efficacité énergétique a été fait au cours de la deuxième session, étant entendu que ce thème transversal serait repris de manière plus approfondie au cours de la cinquième session. La question de l'efficacité énergétique a retenu l'attention de nombreux intervenants.

B. Disponibilité et coûts

70. Les deux orateurs principaux ont souligné qu'il existait aujourd'hui toute une série de technologies pour remplacer les HFC à PRG élevé dans la plupart des secteurs. Dans de nombreux sous-secteurs les solutions de remplacement devenaient de plus en plus rentables et étaient déjà utilisées à l'échelle commerciale dans un certain nombre de régions, y compris dans les pays visés à l'article 5. Nombre de réfrigérants – fluorés et naturels – pouvaient être utilisés dans les secteurs des mousses, de la réfrigération et de la climatisation et un plus grand nombre de réfrigérants étaient encore mis au point. Les options étant toujours plus nombreuses, on allait assister à une concurrence entre les solutions de remplacement et l'industrie choisirait l'option la plus appropriée en prenant en compte de multiples facteurs tels que le coût, l'efficacité et la sécurité.

71. Parmi le groupe d'experts, d'autres intervenants se sont rangés à l'avis des orateurs principaux en ce qui concernait la disponibilité des solutions de remplacement à faible PRG. Des exposés ont été expressément consacrés à la disponibilité des solutions de remplacement à faible PRG dans les secteurs de la climatisation mobile et des mousses et au coût de l'adoption de ces solutions. On a montré que pour les différentes solutions de remplacement divers compromis étaient possibles. Certaines d'entre elles étaient coûteuses, d'autres étaient hautement inflammables et pour d'autres encore de nouveaux travaux de recherche-développement seraient nécessaires pour démontrer leur viabilité dans certaines régions. À partir des débats et des exposés, on peut conclure qu'il n'existe pas de réfrigérant idéal. Les réfrigérants actuels ne sont pas parfaits car ils appauvrissent la couche d'ozone ou ont un PRG élevé ou encore rendent nécessaires d'autres compromis, inévitables pour chacun d'entre eux.

72. Les exposés ont clairement montré que l'adoption de solutions de remplacement nécessiterait différents calendriers selon les régions. On a ainsi souligné qu'en ce qui concernait les régions à températures ambiantes élevées, les solutions visant à remplacer les HFC par des substances à faible PRG étaient parvenues au stade de l'expérimentation pour les climatiseurs multiblocs de grande capacité, et qu'il serait nécessaire de disposer de plus de temps pour mettre ces technologies sur le marché. On a souligné qu'avant de pouvoir transférer une solution de remplacement d'une région à une autre, un certain délai serait nécessaire pour se doter des moyens requis et développer le marché.

73. La question des coûts a également été examinée. À l'heure actuelle, le coût des solutions de remplacement à faible PRG est généralement plus élevé que celui de l'emploi des HFC à PRG élevé. On a indiqué que les dépenses de fonctionnement étaient plus élevées pour les produits chimiques brevetés tels que les HFO tandis que les investissements initiaux étaient plus importants dans le cas de systèmes utilisant des réfrigérants inflammables tels que les HC. Toutefois, on a également souligné que le coût était fonction de l'échelle à laquelle les réfrigérants étaient utilisés et de la concurrence; l'adoption à plus grande échelle de solutions de remplacement à faible PRG et la concurrence entre différentes solutions entraîneraient nécessairement une baisse des coûts comme cela a été le cas en Europe. Des exemples ont été donnés pour de nombreuses applications qui montrent que leur coût peut soutenir la comparaison avec celui des HFC à PRG élevé dans certaines régions.

74. La disponibilité et le coût des solutions de remplacement à faible PRG dépendent aussi des législations nationales ainsi que des initiatives de l'industrie dans certains pays non visés à l'article 5. Un exposé a été fait sur la réglementation des gaz fluorés adoptée par l'Union européenne et sur l'incidence qu'elle aurait sur la disponibilité et le coût des solutions de remplacement à faible PRG. On a souligné que toutes les importations de l'Union européenne devraient se conformer aux prescriptions de la réglementation sur les gaz fluorés, ce qui aurait vraisemblablement pour effet d'inciter à la mise au point de solutions de remplacement à faible PRG dans de grands pays exportateurs comme la Chine.

75. Les approches devant aboutir à l'adoption de solutions de remplacement à faible PRG ont fait l'objet d'un débat (qui n'a pas abouti). Tandis qu'un présentateur d'un pays visé à l'article 5 soulignait la nécessité de passer directement en une seule fois aux solutions de remplacement à faible PRG, un autre estimait nécessaire d'opter pour des solutions de remplacement déjà commercialisées dont le PRG était relativement moins élevé (mais non pas faible) que celui des HFC à PRG élevé actuellement utilisés. Un débat a également porté sur la définition de réfrigérants à faible PRG qui n'a pas abouti.

76. Il ressort clairement des débats que l'adoption de solutions de remplacement à faible PRG à court terme dépendra dans une large mesure du volume de la demande, laquelle sera quant à elle fonction des dispositions réglementaires qu'auront arrêtées les pays aux fins du passage à ces solutions. S'appuyant sur les antécédents du Protocole de Montréal, un présentateur a observé qu'au moment de la négociation du Protocole, les solutions de remplacement disponibles étaient bien moins nombreuses qu'aujourd'hui. Après que les dispositions réglementaires du Protocole de Montréal eurent levé toutes les incertitudes, la disponibilité des solutions de remplacement s'est accélérée. Ce message a également été celui de nombreux autres présentateurs assistant à la séance : il importe que les politiques et les règlements lèvent toutes les incertitudes pour stimuler la mise au point et la commercialisation de technologies à faible PRG.

C. Droits de propriété intellectuelle

77. Au cours des deux jours qu'a duré l'atelier, la question de droits de propriété intellectuelle n'a cessé de revenir sur le tapis. Nombre de participants de pays visés à l'article 5 s'inquiétaient du fait que les droits de propriété intellectuelle auraient une incidence sur les coûts et le transfert des technologies. L'une des questions soulevées durant la session consistait à savoir si les brevets auraient une conséquence défavorable sur le passage aux solutions de remplacement à faible PRG et s'ils entraveraient le transfert de technologies aux pays visés à l'article 5.

78. L'unique intervenant sur ces deux questions a commencé par indiquer que dans le passé les droits de propriété intellectuelle n'avaient aucunement été une question importante lorsqu'il s'était agi de l'adoption de nouvelles substances au titre du Protocole de Montréal. Cela s'expliquait par le fait que certaines technologies étaient fournies par plusieurs fournisseurs, que les principaux réfrigérants n'étaient pas brevetés et que le Fond multilatéral pour l'application du Protocole de Montréal acquittait les surcoûts et le coût du transfert des technologies à destination des pays visés à l'article 5. Toutefois, les brevets pourraient devenir un important enjeu dans le cadre des dispositions relatives à l'élimination des HFC car les brevets concernant les nouveaux réfrigérants fluorés avaient été enregistrés quelques années auparavant seulement et continueraient donc d'exercer un effet dans un proche avenir. Les détenteurs de brevets étaient désireux de tirer le plus grand parti possible de leurs

inventions en cherchant à rendre les solutions de remplacement financièrement avantageuses, ce qui aurait pour effet d'accroître les coûts. La deuxième grande question était celle du maquis que représentaient les brevets qui consistait en une épaisse toile de droits de propriété intellectuelle imbriqués au travers de laquelle une société devait se frayer un chemin pour pouvoir effectivement commercialiser une nouvelle technologie¹. Avec la complexification croissante du contexte technologique, commercial et réglementaire – scénario qui pourrait être celui de l'élimination des HFC – le risque de voir le maquis des brevets se développer est plus grand. On a toutefois également souligné qu'il y avait des raisons d'être optimiste :

- a) Certaines substances essentielles, telles que les réfrigérants naturels, ne sont pas brevetées;
- b) Même si les brevets ou le maquis de brevets entravent la commercialisation ou l'utilisation de certaines technologies, il y aura toujours de nouvelles inventions pour surmonter l'obstacle;
- c) On peut s'attendre à ce que des technologies concurrentes, portées en partie par de nouveaux marchés, et des signaux réglementaires entraînent une baisse des prix des technologies brevetées;
- d) Les brevets ne sont pas permanents, ils viennent à expiration avec le temps;
- e) À moins d'un changement extraordinaire, le Fonds multilatéral continuera d'être mandaté pour financer le transfert des technologies, et notamment l'octroi de licences autorisant l'utilisation de technologies brevetées.

79. Le débat qui a suivi a porté sur les moyens permettant au Fonds multilatéral de faciliter le transfert des technologies; quelles dépenses acquittera-t-il et comment répartir le coût de la transition. Le message qu'il faut en retenir est qu'une meilleure compréhension de la question s'impose. Cependant, il est également apparu que de nouvelles approches pourraient être nécessaires pour faciliter le transfert des technologies, notamment dans des secteurs où les solutions de remplacement sont peu nombreuses.

D. Efficacité énergétique

80. L'efficacité énergétique s'est imposée comme l'un des points les plus importants débattus au cours de l'atelier. L'amélioration de l'efficacité énergétique dans le secteur de la réfrigération et de la climatisation ainsi que l'élimination des HFC ont été considérées, tout au long de l'atelier, comme deux points imbriqués en raison de leur importance.

81. Durant l'atelier le sentiment général a été que l'efficacité des solutions de remplacement à faible PRG était semblable à celle des HFC à PRG élevé voire meilleure. Cependant, on a souligné qu'une stratégie était nécessaire pour faire en sorte que l'élimination se traduise également par d'importantes améliorations en matière d'efficacité énergétique. Les participants à l'atelier ont été particulièrement favorables aux investissements dans le domaine de l'efficacité énergétique dans le but de tirer le meilleur parti possible, sur le plan climatique, de l'abandon des gaz à PRG élevé. De même, on a indiqué que l'on investissait massivement aux fins d'amélioration de l'efficacité énergétique dans le secteur de la réfrigération et de la climatisation sans pour autant chercher à réduire le PRG des réfrigérants. Il était également nécessaire d'inscrire l'élimination des HFC dans ces projets.

82. Les participants à l'atelier ont de plus en plus admis la nécessité de recourir à l'impact sur le climat au cours du cycle de vie pour sélectionner les technologies à faible PRG. Il a été souligné qu'il fallait procéder à une évaluation rigoureuse de la quantité d'énergie utilisée par les solutions de remplacement avant de décider de leur validité.

E. Températures ambiantes élevées

83. Au cours de nombreuses sessions, les préoccupations des pays à températures ambiantes élevées suscitées par l'impossibilité de disposer de technologies éprouvées ont été examinées. Il est apparu qu'en ce qui concerne les secteurs de la réfrigération, de la climatisation mobile et des mousses, les températures ambiantes élevées ne constituent pas un obstacle à l'utilisation des solutions de remplacement à faible PRG actuellement disponibles. Toutefois, il n'en va pas de même pour le secteur de la climatisation. Dans ces pays, on utilise des climatiseurs de grande capacité en raison des

¹ Shapiro, Carl (2001). "Navigating the patent thicket: cross licenses, patent pools, and standard-setting" (PDF). In Jaffe, Adam B. et al. *Innovation Policy and the Economy I*. Cambridge: MIT Press. pp. 119–150. ISBN 0-262-60041-2.

importants écarts de températures entre l'intérieur et l'extérieur des locaux. Les systèmes de grande capacité se heurtent à des difficultés lorsqu'il s'agit d'adopter des technologies recourant à des réfrigérants inflammables.

84. Aux fins du débat sur les questions susmentionnées, deux représentants de l'industrie de régions à températures ambiantes élevées (Moyen-Orient et Afrique du Nord) ont exposé leurs vues sur les solutions de remplacement éventuelles pour le secteur de la climatisation et les problèmes auxquels ils étaient confrontés lors de l'élimination des réfrigérants à PRG élevé. Un représentant a évoqué les problèmes rencontrés au moment du passage à des réfrigérants à faible PRG, tandis qu'un autre a fait état des possibilités offertes par les solutions de remplacement exigeant de nouvelles technologies.

85. On a souligné que pour des milieux à températures ambiantes élevées, la conception des appareils devait être particulièrement soignée pour éviter des températures de condensation trop élevées et se rapprocher de la température critique des réfrigérants. D'autres questions telles que la sécurité, le volume des charges de réfrigérants et l'amélioration de l'efficacité énergétique, que les charges soient partielles ou complètes, devraient être prises en compte. La principale difficulté consistait à parvenir à un équilibre entre l'efficacité énergétique et la charge maximum de réfrigérants compte tenu de la sécurité.

86. Un soin particulier devait être apporté au choix et à la conception des échangeurs de chaleur et des compresseurs. Pour les échangeurs de chaleur, on recommandait d'utiliser des tubes de diamètre plus petit ou des échangeurs à fils fins. On a souligné, s'agissant des appareils de petite et moyenne capacité, que les fabricants de compresseurs offraient des compresseurs à spiral, à piston ou à vis utilisant des réfrigérants à faible PRG tels que le HC-290, le HFC-32 et le HFC-1234yf, dont l'efficacité énergétique pouvait être comparable, voire supérieure, aux niveaux minimum fixés en matière de performance énergétique par les normes en vigueur dans la région du Conseil de coopération du Golfe. Ces compresseurs sont classés parmi les appareils et équipements de protection destinés à être utilisés dans des atmosphères potentiellement explosives (ATEX) homologués pour les réfrigérants inflammables. Les fabricants de climatiseurs des pays à températures ambiantes élevées commencent à opter pour des compresseurs multiples.

87. Des données recueillies lors d'essais dans les conditions fixées par la norme 2681 de la Saudi Arabian Standards Organization (SASO) ont été présentées pour montrer que différentes solutions de remplacement pouvaient être utilisées à températures ambiantes élevées. Il a été souligné que le HC-290 donnait les meilleurs résultats tant du point de vue de sa capacité que de son coefficient de performance. On a constaté qu'à des températures élevées la capacité et le coefficient de performance du R-410A chutaient fortement.

88. Parce que davantage de recherches étaient nécessaires en matière de conception, de choix des composants et de sécurité, un présentateur recommandait qu'un appui financier soit fourni aux fins d'adoption de solutions de remplacement à faible PRG et que plus de temps y soit consacré. Pour que l'on ait confiance en ces technologies, il faudrait en faire la démonstration.

89. Les possibilités offertes par les solutions de remplacement de conception nouvelle, telles que les refroidisseurs par absorption fonctionnant à l'énergie solaire dans des régions à températures ambiantes élevées, ont également été examinées. On a souligné que ces régions jouissaient habituellement d'un ensoleillement optimal (rayonnement solaire moyen élevé, de l'ordre de 5 à 7 kWh/m²), qui convient aux appareils produisant du chaud et du froid fonctionnant à l'énergie solaire. Il y a également une correspondance entre la courbe de charge et l'intensité maximale du rayonnement solaire. Une étude de cas portant sur quatre projets concernant des refroidisseurs par absorption fonctionnant à l'énergie thermique solaire, modifiés pour être installés dans des bâtiments existants en Jordanie dans le but de créer les fondements d'une industrie de la climatisation viable au Moyen-Orient et en Afrique du Nord, a fait l'objet d'un débat. On a souligné que la technologie avait été expérimentée avec succès mais qu'elle s'était avérée très coûteuse. Comparé à un refroidisseur électrique classique, le refroidisseur par absorption fonctionnant à l'énergie solaire nécessite un investissement initial quatre fois plus coûteux et la récupération du capital investi s'échelonne sur une période allant de 7 à 15 ans. Il est nécessaire d'acquérir de nouveaux savoirs et d'innover grâce à la recherche-développement et à des projets de démonstration et les économies d'échelle pourront réduire les coûts.

90. Il ressort des débats de la session que du temps et un appui sont nécessaires pour que l'on puisse adopter des solutions de remplacement à faible PRG pour des climatiseurs de grande capacité dans les pays à températures ambiantes élevées. Il est nécessaire de financer la recherche-développement en matière de conception des appareils, de choix des composants et d'homologation.

Pour que ces solutions puissent être acceptées par un plus grand nombre, il faut en faire la démonstration et former le personnel nécessaire.

F. Inflammabilité et normes de sécurité

91. Les réfrigérants à faible PRG sont hautement ou modérément inflammables. C'est pourquoi les solutions de remplacement les utilisant suscitent des préoccupations en matière de sécurité. Au cours de la session, deux présentateurs ont traité la question de l'inflammabilité des solutions de remplacement à faible PRG et des normes de sécurité applicables à leur utilisation. On a souligné que nombre de ces normes étaient mises au point en sachant que les technologies reposant sur des substances non inflammables s'étaient généralisées. Les normes avaient donc un caractère restrictif. Il était nécessaire de reconsidérer et, éventuellement, réviser et actualiser les normes relatives aux charges de réfrigérants à faible PRG (inflammables), mais aussi de fixer des conditions de fonctionnement et des mesures de sécurité appropriées obligatoires. On a également proposé de recourir à des méthodes d'évaluation des risques et non plus seulement aux normes de sécurité pour décider de l'emploi de réfrigérants à faible PRG inflammables.

92. S'agissant des normes de sécurité, une autre question se posait qui concernait le fait que les normes en matière de sécurité et d'inflammabilité variaient d'un pays à l'autre, ce qui avait pour effet de nuire au développement du marché des solutions de remplacement à faible PRG. Il importait d'harmoniser les normes de sécurité et en matière d'inflammabilité afin que l'industrie s'en fasse une idée précise et ait accès à de nouveaux marchés.

G. Réduction des fuites, récupération et réutilisation

93. Au cours de la session, on a examiné la question de la réduction des fuites des appareils en service et de la régénération et la récupération des réfrigérants à PRG élevé. Cette question s'est avérée être la plus importante pour les pays qui étaient de faibles consommateurs. Il a été recommandé de renforcer le secteur de la maintenance afin de réduire les débits de fuite et de mettre en place des programmes de recyclage et de régénération en vue de récupérer les réfrigérants, durant leur utilisation et en fin de vie. À cet effet, un financement du Fonds multilatéral serait nécessaire car la récupération et le recyclage des réfrigérants étaient fort coûteux.

94. Outre les mesures à prendre en fin de vie, on a également souligné la nécessité, au stade de la fabrication, de tester les appareils pour en déceler les fuites et assurer un meilleur contrôle de la qualité pour les réduire. Il a également été proposé de favoriser l'adoption de législations nationales concernant l'interdiction des rejets à l'air libre, la réduction des fuites, la récupération, la réutilisation et la destruction des réfrigérants à PRG élevé.

H. Formation, outils et renforcement des capacités

95. À chaque session on a reconnu que la formation et le renforcement des capacités étaient importants. Nombre de présentateurs ont souligné les difficultés soulevées par la manipulation de solutions de remplacement recourant à des substances inflammables à faible PRG qui étaient plus grandes que celles présentées par les réfrigérants actuellement utilisés. Des techniciens bien formés seraient nécessaires pour manipuler les réfrigérants inflammables et entretenir les appareils les utilisant et appliquer les normes de sécurité, pour récupérer et recycler les réfrigérants à PRG élevé et pour modifier ou transformer les appareils utilisant des réfrigérants à PRG élevé pour qu'ils fonctionnent avec des réfrigérants à faible PRG.

96. Il était nécessaire, dans les pays visés à l'article 5, où le secteur de la maintenance était un secteur largement informel, d'entreprendre sa structuration et son organisation afin qu'il puisse manipuler les solutions de remplacement utilisant des réfrigérants à faible PRG. Pour cela, la formation de techniciens et l'homologation de leurs compétences revêtaient une importance capitale. On a également souligné que les outils dont aurait besoin le secteur de la maintenance pour manipuler des systèmes de remplacement utilisant des réfrigérants à faible PRG seront différents et devront être fournis. Un appui sera également nécessaire aux pays visés à l'article 5 pour qu'ils développent leurs infrastructures comme les installations de régénération, de recyclage et de destruction.

I. La voie à suivre

97. Certaines des principales recommandations formulées durant la session ont été les suivantes :

a) Faire en sorte que la législation et la réglementation ne laissent subsister aucun doute afin qu'un signal clair soit donné à l'industrie pour qu'elle passe à des solutions de remplacement à faible PRG.

-
- b) Indiquer clairement aux pays visés à l'article 5 les dépenses qu'acquitterait le Fonds multilatéral et comment il faciliterait un transfert technologique équitable et favorable;
 - c) Appuyer la recherche-développement et les initiatives visant à montrer comment utiliser les solutions de remplacement à faible PRG dans le secteur de la climatisation dans les régions à températures ambiantes élevées;
 - d) Investir dans l'efficacité énergétique au titre de l'ensemble des mesures tendant à optimiser les avantages, sur le plan climatique, de l'abandon des HFC à PRG élevé. Choisir les solutions de remplacement en se fondant sur l'impact sur le climat au cours du cycle de vie;
 - e) Revoir et réviser les normes de sécurité concernant les réfrigérants inflammables et harmoniser les normes et les codes;
 - f) Assurer une formation poussée, entreprendre des programmes d'homologation et renforcer les capacités des techniciens dans les pays visés à l'article 5 afin qu'ils puissent manipuler les solutions de remplacement à faible PRG au cours des diverses étapes du cycle de vie des appareils et des réfrigérants;
 - g) Fournir un appui au pays visés à l'article 5 dans le domaine de la formation et du renforcement des capacités ainsi qu'aux fins du développement des infrastructures nécessaires à la récupération, à la réutilisation et à la destruction des réfrigérants.

Annexe

Programme provisoire

Première journée : lundi 20 avril 2015

10 heures – 11 heures	Ouverture de l'atelier
10 heures – 10 h 10	Allocution de bienvenue et présentation des objectifs de l'atelier et du déroulement des travaux par la Secrétaire exécutive du Secrétariat de l'ozone
10 h 10 – 10 h 30	Courte présentation des sujets suivants : a) concentrations atmosphériques actuelles de HFC et projections; et b) demande en HFC actuelle et future (extrapolation) des secteurs et incidences potentielles des mesures d'atténuation M. A.R. Ravishankara, Coprésident du Groupe de l'évaluation scientifique, et Mme Bella Maranion, Coprésidente du Groupe de l'évaluation technique et économique
10 h 30 – 11 heures	Séance d'ouverture et présentation générale des secteurs et sous-secteurs devant être examinés MM. Sukumar Devotta, Ray Gluckman et Lambert Kuijpers

11 heures – 14 heures

Première session : Défis et opportunités présentés par les HFC à fort potentiel de réchauffement global dans le secteur de la réfrigération

<p><i>Modérateur</i> : M. Peter Adler <i>Rapporteur</i> : M. Ullrich Hesse</p>	
<p>Sous-secteurs/systèmes</p> <ul style="list-style-type: none"> • Réfrigération domestique (réfrigérateurs et congélateurs) • Réfrigération commerciale (petits appareils autonomes, condenseurs, systèmes centraux de réfrigération de grande capacité) • Réfrigération industrielle (systèmes de petite, moyenne et grande capacités) • Réfrigération dans les transports (véhicules routiers, conteneurs multimodaux, navires) 	<p>Exposé sur la situation dans le secteur <i>Intervenants (experts)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • M. Reinhard Radermacher • M. Paulo Vodianitskaia
<p>Questions à examiner</p> <ul style="list-style-type: none"> • Disponibilité des composants et incidences pour la conception des systèmes quand sont utilisés des produits chimiques et des mélanges à faible potentiel de réchauffement global dans le secteur de la réfrigération • Solutions technologiques à faible potentiel de réchauffement global pour les systèmes industriels de moyenne et grande capacités dans différentes conditions ambiantes • Solutions technologiques à faible potentiel de réchauffement global pour des applications industrielles et des applications commerciales et locales de grande envergure • Solutions de remplacement pour les vitrines réfrigérées, notamment dans les régions à température ambiante élevée, et pour les distributeurs automatiques • Solutions à faible potentiel de réchauffement global pour les petits équipements commerciaux • Solutions de remplacement à faible potentiel de réchauffement global pour les équipements de réfrigération commerciale construits sur place (notamment les groupes compresseurs-condenseurs); incidences financières et rendement à température ambiante élevée • Solutions (avec ou sans adaptation) pour les systèmes et équipements commerciaux existants (y compris les groupes condenseurs); questions d'entretien • Solutions à faible potentiel de réchauffement global pour les systèmes en cascade des équipements de réfrigération commerciale de moyenne et grande capacités • Transition technologique et obstacles auxquels font face les Parties visées à l'article 5 pour la réfrigération commerciale : point de vue des utilisateurs finals • Rendement des systèmes à faible potentiel de réchauffement global dans les supermarchés dans différentes zones climatiques, y compris dans les zones à température ambiante élevée • Solutions à faible potentiel de réchauffement global et normes relatives à la réfrigération dans les transports, y compris les conteneurs frigorifiques intermodaux, les véhicules routiers et les installations de réfrigération embarquée 	<p>Experts : fournisseurs/utilisateurs de technologies</p> <ul style="list-style-type: none"> • M. Torben Funder-Kristensen, Danfoss (Danemark) • M. Jonathan Ayotte, Carnot Réfrigération (Canada) • M. Éric Delforge, Mayekawa Europe (France) • M. Roy Singh, Arctic King Appliances (Afrique du Sud) • M. Bruno Pussoli, Metalfrio (Brésil) • M. Christian Heerup, Danish Technological Institute (Danemark) • M. Zhang Zhaohui, CRAA (Chine) • M. Paul de Larminat, Johnson Controls (France) • M. Fernando Galant, EPTA (Argentine) • M. Juergen Goeller, Carrier Transicold (Allemagne) • M. Holger Koenig, consultant (Allemagne)

14 heures – 15 heures

Déjeuner

15 heures - 18 heures

Deuxième session : Défis et opportunités présentés par les HFC à fort potentiel de réchauffement global dans le secteur des climatiseurs et pompes à chaleur fixes

<p><i>Modérateur</i> : M. Saleem Ali <i>Rapporteur</i> : M. Richard Abrokwa-Ampadu</p>	
<p>Sous-secteurs/systèmes</p> <ul style="list-style-type: none"> • Petits climatiseurs autonomes (systèmes portatifs, climatiseurs fenêtres, climatiseurs muraux, climatiseurs de type armoire) • Petits systèmes split (single split) • Systèmes split plus grands et autres types de systèmes air-air (single split et multi-split, systèmes VRF/VRF, systèmes avec conduits et de toit) • Systèmes de refroidissement (avec compresseurs volumétriques ou compresseurs centrifuges) • Pompes à chaleur destinées au chauffage (chauffage de locaux, chauffage de l'eau, sèche-linge domestiques, gros systèmes de chauffage de locaux, production de chaleur industrielle) 	<p>Exposé sur la situation dans le secteur</p> <p><i>Intervenants (experts)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • M. Daniel Colbourne • M. Roberto Peixoto • M. Saurabh Kumar (<i>éclairage en matière d'efficacité énergétique</i>)
<p>Questions à examiner</p> <ul style="list-style-type: none"> • Disponibilité de produits chimiques et de mélanges à faible potentiel de réchauffement global et incidences pour la conception et les caractéristiques des systèmes dans le secteur de la climatisation • Substances de remplacement des HFC à fort potentiel de réchauffement global pour la climatisation • Possibilités d'utiliser différentes substances à faible potentiel de réchauffement global dans les climatiseurs single split (y compris à température ambiante élevée) • Disponibilité actuelle et prochaine de réfrigérants à faible potentiel de réchauffement global et obstacles à leur utilisation à grande échelle dans le domaine de la climatisation • Solutions de remplacement appropriées en cas de température ambiante élevée pour les climatiseurs de moyenne capacité • Solutions de remplacement pour les climatiseurs en cas de température ambiante élevée, notamment en ce qui concerne l'efficacité énergétique • Utilisation de réfrigérants autres que les HFC dans le secteur des climatiseurs et des pompes à chaleur de petite et moyenne capacités • Gros appareils de climatisation utilisant différentes solutions à faible potentiel de réchauffement global • Réseaux de froid et de chaleur utilisant des réfrigérants à faible potentiel de réchauffement global et autres sources 	<p>Experts : fournisseurs/utilisateurs de technologies</p> <ul style="list-style-type: none"> • M. Mike Thompson, Ingersoll Rand/Trane, (États-Unis) • M. Jitendra Bhambure, Blue Star (Inde) • M. Li Tingxun, Midea et Université Sun Yat-sen (Chine) • Mme Wang Lei, China Household Electric Appliances Association (Chine) • M. Bassam Elassaad, consultant (Liban) • M. Maher H. Mousa, consultant dans le secteur du chauffage, de la ventilation et de la climatisation, UTC Building and Industrial Systems (Arabie saoudite) • M. Petter Neksa, SINTEF (Norvège) • M. Alaa Olama, consultant (Égypte) • M. Pär Dalin, Devcco (Suède)

18 heures – 18 h 30

Pause-café

18 h 30 – 19 h 30

Troisième session : Défis et opportunités présentés par les HFC à fort potentiel de réchauffement global dans le domaine de la climatisation mobile

<i>Modérateur : M. Saleem Ali</i> <i>Rapporteur : M. Gursaran Mathur</i>	
Sous-secteur <ul style="list-style-type: none"> • Climatiseurs mobiles (voitures et plus gros véhicules) 	Exposé sur la situation dans le secteur <i>Intervenant (expert)</i> <ul style="list-style-type: none"> • M. Predrag Pega Hrnjak
Questions à examiner <ul style="list-style-type: none"> • Répercussions environnementales des climatiseurs mobiles en cas de température ambiante élevée • Systèmes à faible potentiel de réchauffement global, notamment les systèmes utilisant du fuel lourd et du dioxyde de carbone, obstacles perçus, coût, sécurité et rendement à température ambiante élevée • Introduction de substances à faible potentiel de réchauffement global pour remplacer le HFC-134a dans la production de climatiseurs mobiles dans les Parties visées à l'article 5 : coût et sécurité • Solutions pour la conversion des systèmes et installations existants (avec ou sans adaptation) 	Experts <ul style="list-style-type: none"> • M. Pradit Mahasaksiri, Siam Denso (Thaïlande) • M. Enrique Peral-Antúnez, Renault (France) • M. Chen Jianping, Université Jiao Tong de Shanghai (Chine) • M. Sangeet Kapoor, Tata Motors (Inde)

Deuxième journée : mardi 21 avril

10 heures – 11 h 30

Quatrième session : Défis et opportunités présentés par les HFC à fort potentiel de réchauffement global dans le secteur des mousses

<p><i>Modérateur</i> : M. Saleem Ali <i>Rapporteur</i> : M. Enshan Sheng</p>	
<p>Sous-secteur</p> <ul style="list-style-type: none"> Mousses rigides à cellules fermées utilisées pour l'isolation thermique : panneaux de polystyrène extrudé, panneaux de polyuréthane et de résine phénolique, isolation d'appareils au polyuréthane, mousse de polyuréthane projetée, mousse de polyuréthane en bloc ou formée in situ 	<p>Exposé sur la situation dans le secteur</p> <p><i>Intervenants (experts)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> M. Paulo Altoe M. Igor Croiset
<p>Questions à examiner</p> <ul style="list-style-type: none"> Progrès accomplis sur la voie de l'élimination des substances chimiques à faible potentiel de réchauffement global dans différents secteurs des polyuréthanes Solutions de remplacement actuellement disponibles dans l'industrie du polystyrène extrudé, compromis en ce qui concerne les propriétés physiques, limités à la mise en œuvre des processus du fait des coûts Solutions de remplacement à faible potentiel de réchauffement global sûres et viables sur le plan commercial pour les petites, moyennes et micro entreprises dans les Parties visées ou non à l'article 5 Fournisseurs de mélanges et conception de technologies à faible potentiel de réchauffement global Utilisation d'agents gonflants de quatrième génération en remplacement des HFC à fort potentiel de réchauffement global 	<p>Experts : fournisseurs/utilisateurs de technologies</p> <ul style="list-style-type: none"> Mme Kultida Charoensawad (Polyurethane Group, Federation of Thai Industries (Thaïlande)) M. Ashok Chotani, Isofoam (Koweït) M. Samir Arora, Industrial Foams (Inde) M. Stefano Varga, Cannon Afros (Italie) Mme Achara Bowornprasitkul, BASF (États-Unis)

11 h 30 – 13 h 30
et 15 heures – 17 heures

Cinquième session : Questions globales et intersectorielles concernant les aspects techniques de la gestion des HFC (parties 1 et 2)

11 h 30 – 11 h 45

Observations liminaires sur les questions globales et intersectorielles
M. Mack McFarland (Global Fluorochemical Producers' Forum)
M. Marc Chasserot (Shecco)

11 h 45 – 13 h 30

Cinquième session – première partie : Coûts liés aux activités de conversion, droits de propriété intellectuelle, facilité d'accès aux solutions de remplacement à faible potentiel de réchauffement global et délais de disponibilité des nouvelles technologies

<p><i>Modérateur</i> : M. Peter Adler <i>Rapporteur</i> : M. Chandra Bhushan</p>	
<p>Questions à examiner</p> <ul style="list-style-type: none"> • Quels sont, s'agissant des systèmes et secteurs qui utilisent actuellement des substances chimiques à fort potentiel de réchauffement global, les problèmes que doivent régler les entreprises basées dans des Parties visées à l'article 5 pour assurer la transition vers des solutions à faible potentiel de réchauffement global? • Combien coûtent les technologies n'ayant pas recours aux HFC pour la climatisation mobile et quel est le taux d'amortissement prévu de ces technologies? • Les fluorocarbones à faible potentiel de réchauffement global peuvent-ils constituer des solutions rentables pour remplacer les HFC à fort potentiel de réchauffement global utilisés pour le gonflement des mousses? • Incidences des droits de propriété intellectuelle sur le transfert et la mise au point de technologies • Quelles incidences la législation européenne relative aux gaz fluorés (et autres) aura-t-elle sur le marché des technologies liées aux HFC dans le monde, notamment sur le coût et la disponibilité de solutions à faible potentiel de réchauffement global? • Exemples de solutions de remplacement à faible potentiel de réchauffement global que les industries prévoient d'introduire selon un calendrier précis et prévisions de coûts dans les secteurs de la réfrigération et de la climatisation • Études de cas concernant l'utilisation de substances à faible potentiel de réchauffement global et mise en application des politiques par les industries 	<p>Experts</p> <ul style="list-style-type: none"> • M. Ravinder Mehta, RAMA (Inde) • M. Predrag Pega Hrnjak, University of Illinois à Urbana Champaign (États-Unis) • M. Miquel Quintero, consultant (Colombie) • M. Alistair McGlone, consultant (Royaume-Uni) • Mme Andrea Voigt, EPEE (Europe) • M. Rajan Rajendran, Emerson (Australie) • Mr. Kevin Fay, Alliance for Responsible Atmospheric Policy (États-Unis)

13 h 30 – 15 heures

Déjeuner

14 heures – 15 heures

Manifestation parallèle : Les HFC dans les aérosols – inhalateurs-doseurs et aérosols non médicaux

(Intervenant : Mme Helen Tope, débat modéré par M. Ashley Woodcock)

15 heures – 17 heures

Cinquième session – deuxième partie : Efficacité énergétique, sécurité, mise en application par l'industrie des politiques sur les substances à faible potentiel de réchauffement global

Modérateur : M. Peter Adler

Rapporteur : M. Chandra Bhushan

Questions à examiner

- Questions globales concernant la conception de solutions appropriées à température ambiante élevée
- Répercussions de l'adoption de solutions de remplacement sur le plan de l'efficacité énergétique
- Normes de sécurité, évolutions actuelles et prochaines
- Difficultés liées à l'inflammabilité et normes de sécurité correspondantes, possibilité de mettre au point des systèmes compacts limitant les quantités de charge
- Modèles de formation et d'accréditation visant à garantir la manipulation sûre et écologique de réfrigérants à faible potentiel de réchauffement global
- Contribution des organismes d'entretien dans les Parties visées à l'article 5 à la réduction des émissions à fort potentiel de réchauffement global et des problèmes de sécurité liés aux substances à faible potentiel de réchauffement global
- Gestion des HFC par la réduction des fuites et la récupération des substances ayant fui et actions futures en vue de progresser dans cette voie
- Possibilités en matière de réduction des fuites et de récupération des substances ayant fui pour la réduction de la consommation de réfrigérants

Experts

- M. Samir Hamed, Petra Engineering Industries Company (Jordanie)
- Mr. Hisham Mikhi, Millennium Energy Industries (Jordanie)
- M. Paul Fu, Underwriters Laboratories (Chine)
- M. Asbjorn Vonsild, Danfoss
- M. Marco Buoni, AREA, ATF, Galileo
- M. Manuel Azucena, RACTAP (Philippines)
- M. Tetsuji Okada, JRAIA (Japon)
- M. Julio Estéban, Smart Refrigerants (Panama)

17 heures – 18 h 30

Sixième session : Principales conclusions dans le domaine de l'élaboration de politiques sur la gestion technique des HFC

Modérateur : M. Peter Adler

Rapporteurs : Mme Karin Shepardson et M. Stephan Sicars

Présentation des conclusions dégagées des séances par les rapporteurs assignés aux sessions 1 à 5

Sessions 1, 2 et 5 (7 minutes par intervenant); sessions 3 et 4 (5 minutes par intervenant)

Principales questions donnant lieu à l'élaboration de conclusions :

- Difficultés particulières rencontrées dans l'élimination des HCFC et l'élimination progressive des HFC dans les Parties visées à l'article 5, y compris à température ambiante élevée (pour certains secteurs)
- Applications pour lesquelles les HFC à fort potentiel de réchauffement global sont difficiles à remplacer
- Applications pour lesquelles les HFC à fort potentiel de réchauffement global sont faciles à remplacer
- Délais de disponibilité de technologies de remplacement

18 h 30

Clôture de l'atelier