



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

Distr.  
GÉNÉRALE

UNEP/OzL.Pro/ExCom/94/58  
9 mai 2024



FRANÇAIS  
ORIGINAL: ANGLAIS

COMITÉ EXÉCUTIF  
DU FONDS MULTILATÉRAL AUX FINS  
D'APPLICATION DU PROTOCOLE DE MONTRÉAL  
Quatre-vingt-quatorzième réunion  
Montréal, 27 – 31 mai 2024  
Point 10 de l'ordre du jour provisoire<sup>1</sup>

**DOCUMENT SUR LE PROBLÈME DES SOLUTIONS DE REMPLACEMENT DANS LA  
FABRICATION DE MOUSSE DE POLYURÉTHANNE**

(paragraphe 127 du document UNEP/OzL.Pro/ExCom/93/105)

**Contexte**

1. À la 93<sup>e</sup> réunion du Comité exécutif, sous le point de l'ordre du jour « Aperçu des questions soulevées lors de l'examen des projets », le Secrétariat a présenté le sujet des HFC contenus dans les polyols prémélangés importés dans le secteur de la fabrication de la mousse de polyuréthane (PU) pendant la phase I des plans de mise en œuvre de Kigali sur les HFC (KIP). Pendant la discussion qui s'en est suivie, deux membres ont souligné la difficulté que certains pays rencontrent pour trouver des solutions à faible potentiel de réchauffement de la planète (PRG) pour remplacer les HCFC dans le secteur des mousses de PU, incluant les polyols prémélangés, ce qui entraîne des retards dans la mise en œuvre des projets, et l'un d'eux a ajouté que les hydrofluoroléfinés (HFO) ne constituaient pas une solution de remplacement durable à cause de leur décomposition rapide, un facteur qui devrait se retrouver dans la note du Secrétariat. Les membres ont convenu que les solutions de remplacement dans la fabrication de mousse de PU devraient faire l'objet d'une discussion à la 94<sup>e</sup> réunion et que le Secrétariat devrait préparer, à des fins d'examen pour cette réunion, un document séparé présentant des expériences connexes, des pratiques exemplaires et les informations recueillies jusqu'ici.

2. En réponse à cette demande, le Secrétariat a entrepris un examen des données disponibles sur les projets du secteur des mousses de PU mis en œuvre pendant les plans de gestion de l'élimination des HCFC (PGEH) en cours, a discuté avec les agences bilatérales et d'exécution pendant la Réunion de coordination interinstitutions en mars 2024, a sollicité un avis écrit du PNUD, de l'ONUDI et de la Banque mondiale au sujet des projets concernés, et a consulté les rapports du groupe de travail à composition non limitée, de la Réunion des Parties au Protocole de Montréal et le rapport d'évaluation de 2022 du Comité des choix

<sup>1</sup> UNEP/OzL.Pro/ExCom/94/1

techniques pour les mousses. Le présent document a été préparé en tenant compte des renseignements obtenus des sources ci-dessus.

3. Un membre du Comité exécutif, le gouvernement de l'Argentine, a également envoyé de l'information au Secrétariat concernant la situation dans la région de l'Amérique latine. Les informations sur les prix et les délais de livraison sont inclus comme informations techniques dans le présent document et son annexe.

### **Les projets d'élimination des HCFC dans le secteur de la fabrication de mousse de polyuréthane aidés par le Fonds multilatéral**

4. En avril 2024, le Comité exécutif a approuvé, dans le cadre de 48 PGEH, des projets individuels pour la conversion d'entreprises de mousse de PU fabriquant divers types de produits de mousse<sup>2</sup> vers des hydrocarbures (HC) (cyclopentane, pentane, isopentane et polyols prémélangés contenant des HC), le formiate de méthyle, le méthylal, la technologie à base d'eau, des HFO (c.-à-d. le HFO-1233zd(E) et le HFO-1336mzz(Z)) et, dans deux cas pendant la phase I, vers le HFC-245fa.

5. Parmi ceux-ci, les PGEH de plusieurs pays<sup>3</sup> ont aussi inclus des projets pour l'adaptation d'entreprises de formulation locales vers la fabrication de formulations sans polyol prémélangé à base de HCFC-141b et, par cet intermédiaire, la conversion en aval de plusieurs entreprises de fabrication de mousse.

6. La consommation totale de HCFC associée à ces projets s'élevait à 8 792 tonnes PAO, ou 79 932 tonnes métriques (tm), de HCFC-141b et à 27 tonnes PAO (485 tm) de HCFC-22.

7. De plus, le Comité exécutif a approuvé 13 projets pour démontrer des technologies à faible PRG comme substituts aux HCFC dans le secteur de la fabrication de mousse de PU, y compris les HC purs et prémélangés dans les polyols, le formiate de méthyle, le méthylal, le CO<sub>2</sub> supercritique et les HFC (HFO-1233zd(E), HFO-1336mzz(Z)).

8. Dans le contexte de la réduction progressive des HFC, à la 82<sup>e</sup> réunion, le Comité exécutif a approuvé un projet d'investissement spécial pour la conversion du cyclopentane mélangé avec le HFC-245fa (250 tm ou 257 500 tonnes éq. CO<sub>2</sub>) vers le cyclopentane mélangé avec le HFO-1233zd(E) dans la fabrication de panneaux de mousse pour des réfrigérateurs à usage domestique dans une entreprise en Chine (en accord avec la décision 78/3(g)); et à la 93<sup>e</sup> réunion, dans le cadre du KIP pour le Mexique, le Comité a approuvé le plan pour le secteur de la mousse de PU pour l'élimination complète des HFC (596 tm ou 545 791 tonnes éq. CO<sub>2</sub>) avec des HFO comme solution de remplacement sélectionnés.

### **Expérience dans la mise en œuvre de projets, pratiques exemplaires et renseignements sur les solutions de remplacement à faible potentiel de réchauffement de la planète dans le secteur des mousses de polyuréthane**

9. Les agences bilatérales et d'exécution ont partagé des renseignements sur leur implication dans l'assistance aux pays visés à l'Article 5 dans le secteur de la fabrication de la mousse de PU, y compris l'expérience acquise, les principaux défis rencontrés et les pratiques exemplaires suivies par les entreprises et les gouvernements soutenus pour assurer l'adoption durable des technologies à faible PRG.

10. En plus de veiller à l'engagement, et dans certains cas au cofinancement, des entreprises bénéficiaires à se convertir aux technologies sélectionnées, l'assistance fournie aux pays visés à l'Article 5 dans l'adoption des substituts à faible PRG dans le secteur de la mousse de PU impliquait l'assistance

---

<sup>2</sup> P. ex., mousse isolante pour les appareils de réfrigération, panneaux, isolation pour les chauffe-eau, blocs de mousse et mousse à peau intégrée.

<sup>3</sup> Afrique du Sud, Arabie saoudite, Argentine, Brésil, Chili, Colombie, Égypte, Indonésie, Mexique, Nigeria et République islamique d'Iran.

technique et l'accroissement de la capacité sur l'usage de la solution de remplacement sélectionnée, du transfert de technologie et de la démonstration auprès d'autres entreprises, locales ou à l'étranger.

11. Un facteur déterminant qui a permis la transition d'un grand nombre de petites et moyennes entreprises (PME) dans les pays visés à l'Article 5 a été le soutien offert aux entreprises de formulation locales pour élaborer des formules fondées sur des technologies à faible PRG. Ces entreprises de formulation soutenues ont joué un rôle central pour offrir une orientation technique aux PME dans l'adoption de ces technologies.

12. Une pratique efficace pour assurer la durabilité de l'élimination des HCFC dans le secteur continue d'être la promulgation de mesures réglementaires pour appuyer les conversions des entreprises locales vers des substituts à faible PRG, généralement sous forme d'interdiction sur les importations ou sur l'usage de substances réglementées dans les applications ou le secteur de la mousse de PU. Dans plusieurs cas, ces mesures ont été retardées si les solutions de remplacement à faible PRG n'étaient pas disponibles pour des applications particulières (p. ex., des substances ininflammables avec des propriétés isolantes acceptables dans les applications de mousse pulvérisée). Dans certains pays, comme en Chine et en Thaïlande, des mesures couvrant des applications précises ont été promulguées en laissant les autres pour plus tard; dans d'autres, l'interdiction sur le HCFC-141b sous forme pure a précédé celle sur le HCFC-141b contenu dans les polyols prémélangés importés pour donner du temps supplémentaire à l'adoption des substituts, en particulier par les PME.

13. La sélection des solutions de remplacement dépendait des exigences en matière de rendement de l'application particulière (p. ex., performance de l'isolation), de l'infrastructure et des capacités de l'entreprise à adopter des technologies à faible PRG, des coûts d'exploitation de la technologie, de l'emplacement de l'entreprise, ainsi que des politiques locales relatives à la santé et à la sécurité au travail. Voici un aperçu de l'expérience des agences concernant l'adoption de différentes technologies à faible PRG.

#### Technologie à base d'hydrocarbures

14. La technologie basée sur les HC demeure l'option préférentielle pour les plus grandes entreprises, en raison de facteurs comme la qualité du produit et les coûts d'exploitation. La conversion vers la technologie à base de HC implique des surcoûts d'investissement plutôt importants pour les adaptations nécessaires afin de fonctionner avec des agents moussants inflammables. Dans certains cas, les entreprises devaient fournir un cofinancement. Malgré la mise en œuvre généralement harmonieuse des projets, des retards se sont produits, principalement associés à l'achèvement des adaptations en usine concernant la sécurité ainsi que l'obtention de permis pour le fonctionnement avec des agents moussants inflammables dans des emplacements précis.

15. On rapporte également que cette technologie demeure largement inaccessible pour les petites entreprises qui manquent d'expertise technique et de ressources nécessaires. Les HC et les polyols prémélangés à base de HC, toujours très inflammables, ne conviennent pas à la mousse pulvérisée pour des raisons de sécurité. Bien que les polyols prémélangés à base de HC peuvent représenter une solution de remplacement potentielle pour certaines entreprises dans certaines applications, leur vente peut être limitée en raison des exigences strictes en matière de sécurité.

#### Formiate de méthyle et méthylal

16. Les agences d'exécution ont partagé leurs expériences avec le formiate de méthyle et le méthylal avec des résultats positifs dans certaines applications, quoiqu'avec des difficultés techniques déclarées pour certaines formules ainsi que des préoccupations quant à la performance concernant le comportement thermique et d'autres paramètres. Des problèmes de corrosion associés au formiate de méthyle ont été réglés grâce à des changements de matériaux. Les deux agents moussants sont inflammables et ont été utilisés dans

des formules combinées avec d'autres agents moussants pour réduire le coût des formulations de la mousse de PU. Cependant, leur adoption a été généralement limitée.

### Technologie à base d'eau

17. La technologie à base d'eau a été largement utilisée par les PME dans les applications où la performance d'isolation est d'une importance moindre ou lorsque les coûts associés aux mesures de sécurité sont prohibitifs. Toutefois, les formulations à expansion aqueuse présentent une performance thermique inférieure ainsi que des défis associés à l'adhésion et à un rétrécissement considérable une fois que la mousse a refroidi, ce qui entraîne diverses complications dans la transformation de la mousse et l'utilisation du catalyseur. Pour compenser les propriétés sous-optimales de la mousse, de plus grandes quantités de MDI<sup>4</sup> sont nécessaires, ce qui rend les formulations à base d'eau plus coûteuses comparativement au HCFC-141b. Malgré ces défis, il y a eu des rapports d'amélioration dans les formules à base d'eau au fil du temps, et la technologie continue d'être adoptée dans diverses applications, bien que cela soit avec des limitations reconnues en matière de rendement. L'eau a également été utilisée comme agent co-moussant avec le formiate de méthyle, le méthylal ou les HFO.

### Hydrofluoroléfines

18. Les agences ont déclaré que le passage du HCFC-141b aux formulations à base de HFO était relativement simple, avec des processus qui reflètent étroitement les formulations à base de HCFC. Des projets de démonstration financés par le Fonds multilatéral dans divers pays, comme l'Arabie saoudite, la Colombie et la Thaïlande, ont engendré des résultats positifs dans l'utilisation des HFO, qu'ils soient purs ou mélangés avec de l'eau dans des proportions précises<sup>5</sup>. Un défi identifié lors de l'utilisation du HFO-1233zd(E) est son faible point d'ébullition, qui exige un minutieux contrôle de la température pendant le transfert du mélange de polyol du baril vers le réservoir de travail de la machine de moussage, une difficulté également observée dans les applications de mousse pulvérisée. Des préoccupations ont également été soulevées concernant la plus courte durée de vie utile des formulations à base de HFO contenant du chlore, ce qui peut représenter des défis logistiques. Néanmoins, le principal problème identifié dans l'adoption de la technologie à base de HFO demeure la disponibilité et le prix de l'agent moussant, conformément à la description ci-dessous.

19. Pendant la réunion de coordination interinstitutions, une agence d'exécution a fait valoir que les discussions sur les impacts des substances per- et polyfluoroalkylées (SPFA) peuvent avoir soulevé des préoccupations dans certains pays concernant la viabilité à long terme de l'adoption des HFO comme substituts pour la mousse de PU. À ce sujet, à la 45<sup>e</sup> réunion du groupe de travail à composition non limitée, une représentante s'est dite préoccupée par l'utilisation croissante des SPFA, dont bon nombre constituaient des produits de remplacement pour des substances réglementées par le Protocole de Montréal. Les Parties devaient, selon elle, prendre en considération l'ensemble des conséquences potentielles pour le climat et l'environnement lors de l'évaluation de l'utilisation de ces produits de remplacement<sup>6</sup>. Dans sa présentation du rapport périodique de 2023 à la réunion, le Groupe de l'évaluation technique et économique (GETE) a relevé que les SPFA ont été définis différemment par les juridictions nationales et sous-nationales<sup>7</sup>. À la

---

<sup>4</sup> Diisocyanate de 4,4'-diphénylméthane (MDI), agent chimique utilisé dans la fabrication de divers produits de PU.

<sup>5</sup> Les HFO mélangés avec de l'eau pourraient aider à réduire les coûts de production, mais il y a une limite à la proportion d'eau qui peut être introduite dans la formule sans affecter les propriétés de la mousse.

<sup>6</sup> Rapport de la trente-cinquième Réunion des Parties au Protocole de Montréal relatif à des substances qui appauvrissent la couche d'ozone, paragraphe 75.

<sup>7</sup> Des exemples de la manière dont différentes organisations et juridictions remédient au problème des SPFA se trouvent dans le rapport du groupe de travail à composition non limitée des Parties au Protocole de Montréal relatif à des substances qui appauvrissent la couche d'ozone sur les travaux de sa quarante-cinquième réunion, Annexe II, page 80.

35<sup>e</sup> réunion des Parties (octobre 2023), le GETE a indiqué que la réglementation générale en matière de SPFA pourrait limiter l'usage des HFO, ce qui affecterait potentiellement la réduction progressive des HFC<sup>8</sup>.

### Prix et disponibilité des agents moussants

20. Les agences d'exécution ont déclaré que plusieurs pays visés à l'Article 5 avaient conçu leurs plans pour le secteur de la fabrication de la mousse de PU dans l'objectif d'adopter des technologies à base de HFO, en se fondant sur la perspective que les HFO soient entièrement disponibles sur le plan commercial en 2015, comme l'avaient initialement indiqué les fournisseurs. Cependant, la disponibilité de ces substances s'est avérée irrégulière, avec des prix qui varient grandement entre les régions et d'un pays à l'autre, de 18 \$ US/kg aux Émirats arabes unis jusqu'à 25 \$ US/kg au Pakistan pour l'Asie, et de 17 \$ US/kg jusqu'à 35 \$ US/kg en Amérique latine, avec une disponibilité qui dépend du pays.

21. Le rapport d'évaluation de 2022 du Comité des choix techniques pour les mousses<sup>9</sup> a relevé des pénuries des agents moussants à faible PRG autant dans les pays visés à l'Article 5 que dans ceux qui n'y sont pas visés, bien que cela soit moins grave que ce qui avait été communiqué précédemment. Les problèmes dans la chaîne d'approvisionnement sont survenus en 2020 en raison de problèmes logistiques, de pénuries de matières premières, de problèmes de fabrication, des conditions météorologiques et de la demande croissante. Des problèmes de fabrication non divulgués provenant d'au moins un fournisseur de HFO/HCFO ont entraîné des déclarations de force majeure, selon plusieurs fabricants de mousses. Des pénuries de HC suffisamment purs pour être utilisés dans les mousses, comme le cyclopentane, ont également été signalées. Par conséquent, certains pays visés à l'Article 5 utilisent de plus en plus des mélanges de HFC-365mfc/HFC-227ea ou de HFC-365mfc/HFC-245fa, tandis que les pays non visés à l'Article 5 sont revenus aux mélanges de HFC-365mfc et au HFC-245fa en raison de leur disponibilité. Le rapport indiquait également qu'au moins une installation de fabrication d'agent moussant à base de HFC fermerait en 2024 et qu'une capacité supplémentaire de production pour les HFO/HCFO a été mise en service.

22. À la 44<sup>e</sup> réunion du groupe de travail à composition non limitée (juillet 2022), dans son rapport périodique de 2022, le GETE a indiqué que les difficultés concernant la production et l'approvisionnement des produits chimiques pour les agents moussants HCFO et HFO à faible PRG étaient relatives à plusieurs facteurs, y compris les contraintes en matière de production, les brevets restrictifs, les prix élevés concernant les agents moussants de HCFC-141b et de HFC, ainsi que les pénuries régionales de CTC utilisé comme matière première dans le processus de fabrication des HCFO/HFO. La disponibilité d'une nouvelle capacité de production pour les HCFO/HFO était prévue pour 2023<sup>10</sup>.

23. À la 34<sup>e</sup> réunion des Parties au Protocole de Montréal, le GETE a déclaré que des difficultés persistaient, particulièrement pour les PME et les formulations appliquées *in situ*, liées aux prix plus élevés des HFO/HCFO ou à l'investissement en capital visant à répondre aux problèmes de sécurité que posent les HC, qui est potentiellement prohibitif pour les petites entreprises, ainsi que des considérations de sécurité relatives aux mousses appliquées *in situ*, qui limitent les solutions de remplacement. L'offre insuffisante d'agents moussants HFO/HCFO avait retardé les conversions dans certaines Parties ou entraîné la réutilisation des HFC par certaines entreprises<sup>11</sup>.

<sup>8</sup> Rapport de la trente-cinquième Réunion des Parties au Protocole de Montréal relatif à des substances qui appauvrissent la couche d'ozone, paragraphe 75.

<sup>9</sup> [Flexible and Rigid Foams Technical Options Committee 2022 Assessment Report](#) [en anglais seulement]

<sup>10</sup> Rapport de situation de 2022, GETE, disponible au <https://ozone.unep.org/system/files/documents/TEAP%20Progress%20Report%2044th%20OEWG.pdf> [en anglais seulement]

<sup>11</sup> Rapport de la trente-quatrième Réunion des Parties au Protocole de Montréal relatif à des substances qui appauvrissent la couche d'ozone, Annexe I, paragraphes 22 et 25.

24. À la 45<sup>e</sup> réunion du Comité à composition non limité (juillet 2023), le Comité des choix techniques pour les mousses avait signalé, que les stocks des solutions de remplacement, y compris les HFO et les HC, en particulier le cyclopentane, ne suffisaient pas pour répondre à la demande, d'après les données communiquées par plusieurs entreprises. Toutefois, les capacités ont été renforcées ces dernières années, et les mêmes entreprises ont à ce jour indiqué que la situation s'était quelque peu améliorée et que l'offre avait augmenté<sup>12</sup>.

### **Difficultés supplémentaires identifiées**

25. En plus des impacts largement communiqués de la pandémie de COVID-19 sur tous les secteurs de consommations dans les dernières années, un défi considérable a été signalé dans la mise en œuvre des plans du secteur de la mousse de PU, particulièrement en Amérique latine, soit la disponibilité continue des HFC à faible coût (c.-à-d. le HFC-365mfc et le mélange HFC-365mfc/HFC-227ea) combinée au manque de disponibilité des HFO ainsi qu'à leur coût élevé lorsqu'ils sont disponibles. Par conséquent, plusieurs fabricants de mousse, en particulier les PME utilisatrices en aval approvisionnées par des entreprises de formulation, se sont montrés réticents à s'engager à ne jamais utiliser de HFC, aussi longtemps que ceux-ci sont offerts sur le marché. La situation a causé des difficultés quant à la mobilisation des entreprises pour remplacer le HCFC-141b par des substituts à faible PRG ainsi que des retards dans la mise en œuvre de projets, comme cela a été observé dans demandes précédentes de soumission de tranche pour le PGEH présentées par le Brésil<sup>13</sup>.

26. Certaines entreprises de formulation fournissant des polyols prémélangés à base de HFO offrent également des formulations à base de HFC-245fa et de HFC-365mfc à un coût considérablement inférieur à celui des formulations de HFO. Par conséquent, il est difficile de surveiller l'usage constant des polyols prémélangés à base HFO dans les usines converties. Les entreprises de formulation locales continuent d'explorer d'autres options, avec l'assistance technique fournie à leurs utilisateurs en aval afin de faciliter la transition vers d'autres solutions de remplacement à faible PRG, lorsque cela est faisable.

27. La fermeture de la production de HFC-365 pourrait atténuer ce problème, bien qu'il demeure incertain que le HFC-245fa remplacera le HFC-365mfc.

### **Rétroaction par région**

28. Les sous-sections ci-dessous fournissent de l'information sur l'état d'avancement de la mise en œuvre et l'adoption des solutions de remplacement des projets de mousse de PU dans les phases II des PGEH pour plusieurs pays. Ces renseignements ont été obtenus de différentes sources, y compris des avis fournis par l'ONUDI et la Banque mondiale, des renseignements sur les rapports périodiques disponibles au Secrétariat pour toutes les régions ainsi que des avis supplémentaires provenant de l'Argentine pour l'Amérique latine. Les renseignements présentés dans ces sous-sections et dans l'annexe du présent document n'incluent pas tous les pays ayant des projets dans le secteur de la fabrication de la mousse de PU.

#### L'Asie et le Pacifique

29. Un volet de la mousse de PU a été inclus dans les phases II du PGEH de plusieurs pays, notamment :
- (a) En Chine, les plus grandes entreprises de fabrication de mousse de PU se sont converties au cyclopentane et à la technologie à base d'eau, tandis que les entreprises de formulation ont aidé les entreprises de mousse pulvérisée à passer au HFO-1233zd(E); le HFO-1336mzzd n'a été utilisé que dans des applications nichées et plus coûteuses;

---

<sup>12</sup> Rapport du Groupe de travail à composition non limitée des Parties au Protocole de Montréal relatif à des substances qui appauvrissent la couche d'ozone sur les travaux de sa quarante-cinquième réunion, paragraphe 47

<sup>13</sup> UNEP/OzL.Pro/ExCom/88/39

- (b) Pour la République islamique d'Iran, les plus grandes entreprises fabrication de mousse de PU se sont converties au cyclopentane, tandis que les PME se sont converties aux formulations de HC prémélangés et à la technologie à base d'eau. Le nombre d'entreprises aidées a été réduit au fil du temps en raison de problèmes relatifs à l'admissibilité, à l'arrêt de production ou à des conversions autofinancées. Quinze PME ont demandé un changement de technologie, de celle à base d'eau vers les HC prémélangés en raison de problèmes de rendement<sup>14</sup>;
- (c) En Inde, 158 entreprises de fabrication de mousse de PU ont reçu de l'assistance pour se convertir vers une variété de solutions de remplacement à faible PRG. À la 91<sup>e</sup> réunion, 92 d'entre elles étaient entièrement fonctionnelles avec la nouvelle technologie sélectionnée, tandis que les 66 entreprises restantes complétaient leurs essais et leur certification;
- (d) La Jordanie a reçu de l'assistance pour 31 grandes entreprises de fabrication de mousse de PU, afin qu'elles se convertissent au cyclopentane, et pour 43 PME et six entreprises de mousse pulvérisée, afin qu'elles se convertissent aux HFO. Entre la 83<sup>e</sup> et la 87<sup>e</sup> réunion<sup>15</sup>, six entreprises ont changé de technologie, du HFO initialement sélectionné au cyclopentane, et cinq autres ont changé pour la technologie à base d'eau, puisque la technologie à base de HFO n'était pas disponible auprès des entreprises de formulation régionales;
- (e) La Malaisie a reçu de l'assistance pour la conversion de 10 grandes entreprises de fabrication de mousse de PU et 57 PME vers des substituts à faible PRG (HC, HC prémélangés et HFO). Les grandes entreprises et plusieurs moyennes entreprises se sont converties aux HC, mais certaines PME ont eu du mal à trouver un substitut en raison de l'important investissement associé aux HC, du prix et de la disponibilité des HFO, ou du rendement inférieur aux attentes du formiate de méthyle et du méthylal. Quinze des PME se sont retirées du projet pour se convertir aux HFC dans les polyols prémélangés (principalement à base de HFC-365mfc), onze autres se sont retirées du projet en raison de difficultés financières et se sont converties aux HFC prémélangés. Toutes les entreprises de fabrication de mousse de PU actives ont achevé leurs conversions vers les HC, les HC prémélangés, le méthylal (2) et les formulations à base d'eau; aucune ne s'est convertie au formiate de méthyle étant donné la chaîne d'approvisionnement limitée pour cet agent moussant ainsi que des préoccupations concernant les redevances retenues pour les formulations au formiate de méthyle prémélangé. L'industrie de la fabrication de la mousse de PU de la Malaisie a exprimé des préoccupations supplémentaires relatives aux émissions potentielles et aux mesures de contrôle sur les SPFA qui font l'objet de discussions dans divers forums;
- (f) Au Viet Nam, la plupart des entreprises ont cessé d'utiliser des HCFC par elles-mêmes en raison d'une transformation du marché, d'une interdiction sur le HCFC-141b en vrac et d'une politique du secteur de la construction sur les toitures isolées. Les entreprises se sont converties vers la technologie d'expansion aqueuse moins coûteuse qui est la solution de remplacement la plus populaire, particulièrement pour les panneaux de toiture;
- (g) En Thaïlande, la plupart des entreprises de fabrication de mousse de PU qui pouvaient se permettre un investissement en capital élevé se sont converties au cyclopentane. Les plus petites entreprises ont utilisé le HFC-245fa pour les produits nécessitant des propriétés de forte isolation et une technologie à base d'eau pour les produits où la propriété isolante n'est pas cruciale. Pour les applications de mousse pulvérisée, une grande part du marché est

---

<sup>14</sup> Décision 84/74(b)i)

<sup>15</sup> Décisions 83/24(b), 86/25(b) et 87/12(b)

passée aux panneaux de toiture isolés à la mousse de PU. Certaines entreprises de fabrication de la mousse de PU qui n'étaient pas admissibles au financement et celles qui ont décidé de ne pas participer aux activités soutenues par le Fonds ont opté pour le mélange HFC-365mfc/HFC-227ea en raison de son point d'ébullition plus élevé. Même si les HFO sont disponibles, leurs prix sont considérablement plus élevés que ceux des autres agents moussants. Avec l'élimination de la production de HFC-365mfc, plusieurs entreprises se sont converties à l'usage du HFC-245fa.

### Afrique

30. Plusieurs pays de la région africaine ont inclus des projets de mousse de PU dans la phase II de leurs PGEH (c.-à-d. Égypte, Nigeria, Soudan, Tunisie). Les agences d'exécution ont fourni de l'information sur la Tunisie où deux entreprises de mousse de PU ont changé de technologie, du cyclopentane au HFO, étant donné l'important investissement initial requis par les entreprises pour adopter un agent moussant inflammable et la disponibilité de formulations de polyol à base de HFO fournies par une entreprise de formulation locale.

31. Dans le cas du Nigeria, où une entreprise, 37 PME et quatre entreprises de réfrigération commerciale ont reçu de l'assistance pour se convertir au cyclopentane, au formiate de méthyle, aux HFO ou à l'eau, selon l'entreprise et le type d'application, aucun problème particulier n'a été communiqué. Les quatre entreprises de réfrigération commerciale se sont converties à des produits chimiques à base de HFO pour produire de la mousse isolante pour des chambres froides, tandis que les autres conversions sont toujours en cours<sup>16</sup>.

### Amérique latine

32. Plusieurs PGEH dans la région de l'Amérique latine avec une consommation de HCFC dans le secteur de la fabrication des produits de mousse ont proposé des réductions de HCFC au-delà des limites du Protocole de Montréal, avec des activités qui comprenaient les volets de la mousse de PU pour se convertir du HCFC-141b aux HFO. Ces propositions étaient fondées sur la disponibilité et les prix prévus communiqués par les fournisseurs d'agents moussants au moment de la préparation de projet et comprenaient des interdictions sur l'importation et l'usage du HCFC-141b pur ou contenu dans les polyols prémélangés, imposées entre 2018 et 2022, en fonction du temps de mise en œuvre des plans plus le secteur de la fabrication des produits de mousse.

33. La plupart de ces projets rencontrent actuellement des problèmes relatifs à l'approvisionnement et aux prix des HFO, retardant la mise en œuvre et, dans certains cas, conduisant les gouvernements à reporter les interdictions prévues<sup>17</sup>. Les conversions au sein des PME et des entreprises qui travaillent sur des applications comme la mousse pulvérisée de PU ont été affectées par le manque de disponibilité, les longs délais d'approvisionnement et les prix élevés des HFO purs ou contenus dans les polyols prémélangés. Voici un résumé des détails précis sur certains des pays :

- (a) L'Argentine était prête à éliminer complètement le HCFC-141b avant le 1<sup>er</sup> janvier 2022, au moment où l'interdiction sur le HCFC-141b était prévue. Cependant, en raison du manque de disponibilité et des prix plus élevés que prévu des HFO, le projet a accusé du retard et l'interdiction a dû être reportée<sup>18</sup>. Lors de sa 92<sup>e</sup> réunion, le Comité exécutif, au moment d'examiner le PGEH (phase II, troisième tranche) pour le pays, a reconnu les défis considérables auxquels l'Argentine et d'autres pays de la région sont confrontés en raison du manque de solutions de remplacement à faible PRG dans le secteur des mousses et a

---

<sup>16</sup> UNEP/OzL.Pro/ExCom/93/77

<sup>17</sup> Voir l'annexe du présent document pour les renseignements sur les dates prévues des interdictions.

<sup>18</sup> UNEP/OzL.Pro/ExCom/92/21, paragraphe 11



convenu qu'il serait utile d'explorer certaines des questions soulevées dans le document en marge de la présente réunion<sup>19</sup>. Aux 93<sup>e</sup> et 94<sup>e</sup> réunions, l'Argentine a présenté des rapports sur la situation quant à la disponibilité des HFO indiquant qu'il n'y aucun changement important. Selon les renseignements reçus par le gouvernement, l'entreprise Arkema a communiqué une réduction de ses prix, mais elle n'a pas encore commencé à approvisionner l'Argentine. Chemours a déclaré que ses produits n'étaient pas encore disponibles localement, puisqu'il est impossible de prévoir la demande avec son produit vendu à 32 \$ US/kg. Honeywell a fait face à des pénuries d'approvisionnement, mais a indiqué avoir un programme pour les « adeptes précoces », grâce auquel les HFO peuvent être offerts aux entreprises de formulation sélectionnées pour environ 15 \$ US/kg. L'entreprise n'a pas fait la promotion de ce programme dans la région de l'Amérique latine.

- (b) Au Brésil, en 2022, une entreprise et une entreprise de formulation se sont retirées du projet en raison de l'indisponibilité des HFO sur le marché local, combinée à la disponibilité du mélange HFC-365mfc/HFC-227ea à des prix concurrentiels. De plus, trois entreprises de formulation qui s'étaient déjà converties à des solutions de remplacement à faible PRG ont demandé l'autorisation du gouvernement du Brésil pour fournir à certains de leurs clients le mélange de HFC-365mfc/HFC-227ea<sup>20</sup>. Elles ont par la suite déclaré avoir cessé d'utiliser le mélange de HFC, tandis que le PNUD a indiqué des difficultés à mobiliser les PME dans le projet, puisqu'elles préféraient ne pas s'engager à ne plus jamais utiliser de HFC, en raison des préoccupations au sujet du déséquilibre dans l'approvisionnement des HFO. Une entreprise de formulation supplémentaire qui a temporairement utilisé des HFC en raison du prix élevé du HFO gazeux pour une application spécialisée s'est récemment retirée du projet.
- (c) Dans le cas de l'Uruguay, tel que décrit dans un rapport périodique présenté à la réunion en cours<sup>21</sup>, les prix élevés et l'indisponibilité des quantités commerciales de HFO au pays ont conduit une entreprise à se tourner vers le cyclopentane à un coût supplémentaire et les autres entreprises mettent à l'essai la technologie à base d'eau. Comme les tests se sont avérés infructueux, elles ont décidé de se retirer du projet. Au total, sur les 21 entreprises incluses dans le plan, une s'est convertie au cyclopentane, trois se sont converties au HFO et 17 n'ont pas achevé leur conversion en raison du manque de disponibilité des formulations à base de HFO et elles revoient les fonds inutilisés;
- (d) Les autres pays de l'Amérique latine qui ont connu des retards dans l'achèvement de leurs projets en raison de difficultés similaires incluent le Chili, la Colombie et le Costa Rica.

### **Changements de technologie, usage temporaire de solutions de remplacement à fort potentiel de réchauffement de la planète et prolongation de la durée des plans de gestion de l'élimination des HCFC**

34. Lors de différentes réunions du Comité exécutif, des pays visés à l'Article 5 ont exprimé des préoccupations concernant le manque de disponibilité des solutions de remplacement à base de HFO et ont demandé des changements de technologie pour certaines entreprises assistées, des prolongations de la durée de leurs PGEH, ou la permission d'utiliser temporairement des substituts à fort PRG, jusqu'à ce que ceux à faible PRG sélectionnés pour le projet puissent être adoptés adéquatement. Le Comité exécutif a examiné ces cas de façon individuelle, appliquant une souplesse en accord avec les politiques existantes et les

<sup>19</sup> UNEP/OzL.Pro/ExCom/92/56, paragraphe 137

<sup>20</sup> UNEP/OzL.Pro/ExCom/91/18 et décisions 91/26(a)iii) et (c).

<sup>21</sup> UNEP/OzL.Pro/ExCom/94/9

modalités des Accords de PGEH, pour permettre ces ajustements et ces prolongations ainsi que pour veiller au bon achèvement de ces projets<sup>22</sup>.

35. En particulier dans les cas d'usage temporaire de solutions de remplacement à fort PRG, le Comité exécutif demande aux agences d'exécution concernées de continuer à aider le gouvernement en vue d'obtenir l'approvisionnement de technologies de remplacement à faible PRG, à la condition que tous les coûts différentiels d'exploitation relatifs aux conversions (le cas échéant) ne soient pas payés jusqu'à ce que la technologie initialement sélectionnée ou une autre technologie à faible PRG ait été entièrement introduite et de fournir, à chaque réunion jusqu'à ce que la technologie initialement sélectionnée ou une autre technologie à faible PRG ait été entièrement introduite, un rapport de situation sur l'usage temporaire des substituts à fort PRG ainsi qu'une mise à jour des fournisseurs quant aux progrès réalisés pour s'assurer que les technologies sélectionnées, y compris les volets connexes, sont disponibles au pays sur une base commerciale.

### **RECOMMANDATION**

36. Le Comité exécutif pourrait envisager de prendre note du document UNEP/OzL.Pro/ExCom/94/58 sur le problème des solutions de remplacement dans le secteur de la fabrication de la mousse de polyuréthane (PU) et d'examiner les renseignements qui y sont contenus tout en discutant du problème des solutions de remplacement dans le secteur de la fabrication de la mousse de PU.

---

<sup>22</sup> Les pays ayant demandé un changement de technologie, une prolongation de la durée du projet ou un usage temporaire de solutions de remplacement à fort PRG dans le secteur de la mousse de PU incluent notamment l'Argentine, le Brésil, le Chili, l'Égypte, la Jordanie, le Liban, la Malaise et l'Uruguay.

## Annexe I

**Détails sur la mise en œuvre des projets pour la mousse de polyuréthane et la disponibilité des solutions de remplacement dans plusieurs pays visés à l'Article 5**

<b>Pays</b>	<b>Prix locaux des agents moussants (\$ US/kg)</b>	<b>Commentaires sur la disponibilité des solutions de remplacement</b>	<b>Commentaires sur les retards en raison du manque de solutions de remplacement</b>
Argentine	HFO : 20-35 (délais de livraison de 90 à 120 jours)	Chemours n'a pas encore prévu d'achat de HFO de ce volume. Honeywell ne vend pas directement à l'Argentine.	Presque toutes les entreprises de formulation ont effectué des tests et des essais avec les clients; les producteurs sont incapables de fournir les quantités nécessaires à la conversion complète; il est impossible de faire des prévisions avec des prix supérieurs à 25 \$ US/kg. Le projet n'est pas encore achevé (date d'interdiction des HCFC pertinente : 2022, mais reportée).
Bahreïn	HFO : s. o.	Disponible à partir des Émirats arabes unis de chez Honeywell. Fourni par Huntsman comme polyol prémélangé.	Le projet est en cours sans retard.
Brésil	HFO : 18 (délais de livraison de 120 jours)	Solutions de remplacement disponibles.	Les pénuries d'approvisionnement ont entraîné des retards dans les projets de mise en œuvre. Plusieurs entreprises ont retiré leur participation du projet. Le pays prévoit qu'avec la normalisation de l'approvisionnement, les mesures de contrôle sur les HFC et l'arrêt de la production de HFC-365mfc, les entreprises voudront participer au projet (date d'interdiction des HCFC pertinente : 2020).
Chili	HFO : 20 (délais de livraison de 45 jours)	Après quelques retards, la solution de remplacement (HFO) est maintenant disponible en provenance des entreprises de formulation en Espagne ou au Panama.	Au cours de 2021 à 2023, les fournisseurs n'avaient pas la substance; et le prix d'un fournisseur était le double de celui de l'autre. Le manque de catalyseurs abordables a affecté la qualité de la mousse. Deux entreprises ont refusé de participer aux conversions en raison des prix élevés et de la faible disponibilité des HFO (date d'interdiction des HCFC pertinente : 2020).
Chine	Cyclopentane : 1,54 HFO-1233zd(E) : 12-18 HFO-1336mzz(Z) : 18-35 Expansion aqueuse : 1,95-2,00	Solutions de remplacement disponibles à la vente commerciale.	Le projet est en cours sans retard.
Colombie	HFO : 17-19 (délais de livraison de 15 à 45 jours)	Après certains retards, la solution de remplacement (HFO) est maintenant disponible, mais les prix de l'agent moussant, des catalyseurs et des additifs sont toujours préoccupants.	Des retards dans les projets cadres jusqu'à 2020 en raison du manque de HFO; les prix élevés actuels des HFO, des catalyseurs et d'autres additifs sont problématiques (date d'interdiction des HCFC pertinente : 2017).
Costa Rica	HFO : 17 (délais de livraison de 45 à 60 jours)	Solution de remplacement disponible.	La conversion était prévue pour 2022 et les HFO n'étaient pas disponibles à ce moment-là. La conversion a été achevée en 2023.
Égypte	Cyclopentane : 2,50	Solution de remplacement disponible.	Il n'y a pas eu de retard de mise en œuvre découlant du manque de cyclopentane.
Équateur	Polyol à base d'eau : 5,80 Polyol à base de HFO : 8,82	Disponible : Peut-être obtenu uniquement d'un distributeur de produits chimiques.	En raison de l'insuffisance des solutions de remplacement, particulièrement le HFO, les essais ont été retardés. Les essais avec les formulations à base d'eau

Pays	Prix locaux des agents moussants (\$ US/kg)	Commentaires sur la disponibilité des solutions de remplacement	Commentaires sur les retards en raison du manque de solutions de remplacement
	(délais de livraison de 180 jours)		et de HFO ont entraîné quelques lacunes pour une formulation finale qui pourrait être améliorée en matière de densité, de temps de réaction et d'adhérence, mais cela nécessitera des recherches, un développement et des essais plus approfondis. Les entreprises se sont converties du HCFC au HFC en raison du manque de solutions de remplacement.
Indonésie	HFO-1336mzz(Z) : 38,00	Disponible à l'échelle commerciale, mais peu populaire en raison du coût.	Retards pendant la période de COVID-19 et problèmes dans la chaîne d'approvisionnement.
République islamique d'Iran :	Cyclopentane : 3,00 Pentane : 1,50	Les HFO ne sont pas disponibles.	Retards pour les PME en raison des risques associés au malaxage sur le site et de l'absence d'autres solutions de remplacement. Les PME attendent l'approvisionnement d'une entreprise de formulation, qui n'est pas encore entièrement fonctionnelle et qui est incapable de répondre à la demande des consommateurs. L'inflation et le taux de change affectent les importations de matières premières. (date d'interdiction des HCFC pertinente : 2023, mais reportée d'un an).
Jordanie	s. o.	Les HFO sont appliqués au secteur de la mousse pulvérisée.	
Maroc	Cyclopentane : 4,00	Les HFO ne sont pas disponibles en vrac.	Le projet est en cours sans retard.
Pakistan	s. o.	Les HFO sont disponibles comme polyol prémélangé provenant de la Thaïlande.	Le secteur de la vaisselle isotherme fait face à des retards en raison de formulations de mousse inappropriées testées avec une expansion aqueuse, puis avec du HFO et du formiate de méthyle (FM). Les formulations de HFO/par expansion aqueuse ainsi que celle de FM/par expansion aqueuse approchent des exigences en matière de qualité. D'autres secteurs sont achevés.
Soudan	Cyclopentane : 4,00		Le projet a subi des retards en raison d'un conflit interne.
Thaïlande	HFO-1233zd : 24,00+ HFO1336mzz(Z) : 45,00+	Les HFO sont commercialement disponibles pour les grands utilisateurs; les plus petits utilisateurs de mousse pulvérisée sont approvisionnés pour une entreprise de formulation locale, avec une disponibilité commerciale de HFO-1233zd prévue pour mai 2024.	Les entreprises de formulation connaissent des retards en raison de l'indisponibilité d'un catalyseur pour le HFO-1233zd; les entreprises de mousse pulvérisée ont achevé leurs conversions, mais attendent la formule des entreprises de formulation.
Uruguay	HFO : 20-21	Les polyols prémélangés pour les mousses rigides et les appareils de chauffage sont disponibles. La technologie pour la mousse pulvérisée n'est pas encore disponible.	La plupart des fonds devront être renvoyés en raison du manque d'intérêt des entreprises. La plupart des petites entreprises ne se sont pas converties, plusieurs ne sont plus sur le marché ou sont passées d'une production partielle à l'importation de produits, ce qui inclut l'isolation (date d'interdiction des HCFC pertinente : 2024).
Viet Nam	HFO-1233zd : 25-35	Non disponible à l'échelle commerciale.	Aucun retard signalé. Les PME passeront probablement au polyol à base d'eau ou de cyclopentane jusqu'à la normalisation des coûts différentiels pour les HFO.

Pays	Prix locaux des agents moussants (\$ US/kg)	Commentaires sur la disponibilité des solutions de remplacement	Commentaires sur les retards en raison du manque de solutions de remplacement
Tunisie	Cyclopentane : 2,10 HFO : s .o.	Les HC sont disponibles. Les HFO devraient être disponibles en provenance de BASF. Il y a eu des retards pour garantir la disponibilité de l'approvisionnement des HFO en vrac. Selon les prix disponibles pour l'Europe, un prix autour de 20 \$ US/kg est prévu.	La société mère de l'entreprise Le Panneau, SNCI, exploite des chaînes de fabrication en continu de panneaux sandwich utilisant du pentane dans le processus de moussage.