



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

Distr.  
GÉNÉRALE

UNEP/OzL.Pro/ExCom/90/6  
27 mai 2022

FRANÇAIS  
ORIGINAL : ANGLAIS

COMITÉ EXÉCUTIF  
DU FONDS MULTILATÉRAL AUX FINS  
D'APPLICATION DU PROTOCOLE DE MONTRÉAL  
Quatre-vingt-dixième réunion  
Montréal, 20-23 juin 2022  
Point 6 a) de l'ordre du jour  
Point 6 a) de l'ordre du jour provisoire<sup>1</sup>

**ÉTUDE THÉORIQUE SUR L'ÉVALUATION DES PROJETS DE DÉMONSTRATION SUR LES  
SUBSTANCES DE REMPLACEMENT POSSIBLES À FAIBLE POTENTIEL DE  
RÉCHAUFFEMENT DE LA PLANÈTE DES HCFC**

<sup>1</sup> Document UNEP/OzL.Pro/ExCom/90/1

## TABLE DES MATIÈRES

|  |    |
|--|----|
| SOMMAIRE ANALYTIQUE .....  | iv |
| Contexte et portée de l'étude .....  | iv |
| Méthodologie .....   | iv |
| Principales conclusions .....  | iv |
| Tournés vers l'avenir : Éléments du modèle des projets de démonstration .....  | vi |
| ÉTUDE THÉORIQUE.....   | 1  |
| I.    Introduction.....  | 1  |
| Objectifs de l'étude théorique .....   | 1  |
| Portée et méthodologie .....   | 1  |
| II.   Résultats de l'évaluation de l'étude théorique .....   | 2  |
| Objectifs et conception des projets de démonstration .....   | 4  |
| Choix de technologie, adoption et mise en œuvre des projets de reconversion .....  | 7  |
| Politiques et réglementations.....   | 13 |
| Arrangements institutionnels et gestion .....  | 14 |
| Suivi et évaluation/vérification.....  | 14 |
| Assistance technique et formation.....   | 15 |
| Aspects financiers.....  | 16 |
| Communication et diffusion.....  | 18 |
| Pérennité et reproductibilité .....  | 19 |
| Conclusions générales .....  | 20 |
| Facteurs à prendre en considération dans la conception des futurs projets de démonstration..   | 22 |
| III.  Recommandation .....   | 23 |
| Annexe I : Liste des projets de démonstration approuvés par le Comité exécutif   |    |
| Annexe II : Comptes rendus sur les sommaires des résultats réalisés à ce jour dans les projets de démonstration sur les HCFC approuvés |    |
| Annexe III : Éléments supplémentaires des conditions potentielles d'un cadre pour les projets de démonstration                         |    |
| Annexe IV : Grille d'évaluation  |    |
| Annexe V : Liste des documents examinés  |    |

## ABRÉVIATIONS

|                 |   |
|-----------------|---|
| BM              | Banque mondiale   |
| CFC             | Chlorofluorocarbones  |
| CO <sub>2</sub> | Dioxyde de carbone  |
| ERC             | Équipement de réfrigération et climatisation                    |
| FM              | Formiate de méthyle   |
| HC              | Hydrocarbures   |
| HCFC            | Hydrochlorofluorocarbone  |
| HFC             | Hydrofluorocarbones   |
| HFE             | Hydrofluoroéther  |
| HFO             | Hydroflurooléfine   |
| NH <sub>3</sub> | Ammoniaque  |
| OD              | Oxyde de diméthyle  |
| ODD             | Objectif de développement durable                               |
| ONUDI           | Organisation des Nations Unies pour le développement industriel |
| GETE            | Groupe de l'évaluation technique et économique                  |
| PAO             | Potentiel d'appauvrissement de la couche d'ozone                |
| PGEH            | Plan de gestion de l'élimination des HCFC                       |
| PM              | Protocole de Montréal   |
| PNUD            | Programme des Nations unies pour le développement               |
| PNUE            | Programme des Nations Unies pour l'environnement                |
| PRG             | Potentiel de réchauffement de la planète                        |
| PU              | Polyuréthane  |
| RAP             | Rapport d'achèvement de projet                                  |
| RIC             | Réfrigération industrielle et commerciale                       |
| SH              | Système harmonisé (de classification des biens)                 |
| SAO             | Substance appauvrissant la couche d'ozone                       |
| tm              | Tonnes métriques  |

## SOMMAIRE ANALYTIQUE

### Contexte et portée de l'étude

a. Le Comité exécutif du Fonds multilatéral aux fins d'application du Protocole de Montréal a financé 32 projets de démonstration sur l'utilisation de substances de remplacement des HCFC à faible potentiel de réchauffement de la planète (PRG) (décisions 55/43 et 72/40). Ces projets de démonstration ont été financés dans le but de faciliter la collecte de données C de remplacement des HCFC.

b. L'étude théorique a porté sur des questions relatives à la conception et la mise en œuvre des projets de démonstration, leurs résultats et leur influence/leurs conséquences sur l'adoption à plus grande échelle des technologies de remplacement mises à l'essai dans les secteurs concernés. Le mandat a défini les aspects suivants à aborder dans l'étude théorique : a) conception du projet, b) choix de la technologie, adoption et mise en œuvre du projet de reconversion, c) politiques et réglementations, d) arrangements institutionnels et gestion, e) suivi, évaluation et vérification, f) assistance technique et formation, g) aspects financiers, h) communication et diffusion, et i) pérennité et reproductibilité.

c. La portée et l'étendue de l'étude théorique sont définies dans le mandat approuvé par le Comité exécutif (document UNEP/OzL.Pro/ExCom/86/12/Rev.1). La réalisation de l'étude théorique était une activité à exécuter au cours de la mise en œuvre du programme de travail de suivi et évaluation pour l'année 2022 (document UNEP/OzL.Pro/ExCom/88/11/Rev.1).

### Méthodologie

d. La recherche documentaire a été élaborée à partir de l'examen des documents de projets relatifs aux projets de démonstration et d'informations recueillies auprès des agences d'exécution. L'étude a porté sur des questions clés précises du mandat de l'étude théorique sur l'évaluation de « projets de démonstration sur les substances de remplacement à faible potentiel de réchauffement de la planète des HCFC » approuvée à la 86<sup>e</sup> réunion du Comité exécutif. La grille d'évaluation est jointe à l'annexe IV.

e. Le rapport a été préparé par un consultant international indépendant possédant l'expertise requise sur le sujet technique, sous la supervision de l'Administratrice principale, Suivi et évaluation. Le Secrétaire du Fonds multilatéral et l'Administratrice principale, Suivi et évaluation ont fourni au consultant toute la documentation nécessaire afin qu'il effectue une étude théorique et une analyse détaillées des documents relatifs au projet.

f. Les agences d'exécution ont été consultées et ont fourni des renseignements supplémentaires en remplissant des questionnaires et en participant à des entrevues spéciales, si nécessaire. Elles ont aussi eu la possibilité de fournir des derniers commentaires reposant sur des faits sur la version provisoire avancée du rapport ; elles ont été invitées à communiquer avec les agences bilatérales, si nécessaire, lorsqu'elles ont déjà réalisé des mises en œuvre au nom d'agences bilatérales. Le projet final a été examiné par des pairs au sein du Secrétariat.

### Principales conclusions

g. Conformément aux objectifs établis dans les décisions du Comité exécutif visant à soutenir ces projets de démonstration (décisions 55/43 et 71/51 a)), les projets de démonstration avaient pour but d'évaluer l'utilisation des technologies de remplacement des HCFC.

#### *Pénétration du marché et obstacles*

h. Ces projets ont contribué à repérer le type d'obstacles pouvant nuire à la pénétration du marché par les technologies de remplacement à faible PRG des HCFC démontrées, tels que : le manque de précisions

sur les moyens d'obtenir la technologie et ses coûts (p. ex., possibilité de permis, redevances ou frais de transfert de technologie), viabilité technique de la technologie pour des utilisations particulières, l'absence des substances de remplacement et des composants ou de l'équipement nécessaire sur les marchés locaux, les coûts d'exploitation élevés de certaines technologies de remplacement, et l'absence de normes ou de pratiques d'entretien (surtout concernant la manipulation des substances de remplacement inflammables).

*Conséquences sur l'élaboration des stratégies des PGEH*

i. L'étude théorique a révélé que les pays ont utilisé l'expérience acquise dans le cadre de ces projets de démonstration afin d'élaborer leurs plans de secteur et les stratégies de pays pour les PGEH, ce qui a mené à une adoption à plus grande échelle de certaines technologies telles que le formiate de méthyle (FM), le méthylal et le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) dans le secteur de la mousse de polyuréthane (PU), le HFC-32 pour les climatiseurs, l'ammoniaque (NH<sub>3</sub>)/CO<sub>2</sub> en réfrigération commerciale et le K-6 dans le secteur des solvants.

*Limites d'adoption par le marché de certaines technologies démontrées*

j. L'acceptation sur le marché a été difficile pour quelques technologies (R-290 et HFO), à cause de l'inflammabilité, des coûts associés aux moyens de faire face à l'inflammabilité et aux questions de sécurité, et la disponibilité commerciale de ces technologies. Ces difficultés peuvent avoir nui à l'adoption à plus grande échelle de ces technologies et avoir été, dans certains cas, un obstacle à l'adoption de la technologie démontrée.

*Capacité institutionnelle et rôle du Bureau national de l'ozone*

k. Les faibles capacités des Bureaux nationaux de l'ozone ont parfois été reconnues comme un obstacle institutionnel important. Il y avait une absence de profondeur et d'expertise concernant les enjeux importants associés aux projets de démonstration, car ces activités ont été élaborées au cours des premiers jours de la préparation et de la mise en œuvre du plan de gestion de l'élimination des HCFC (PGEH). Cette conclusion indique que l'évaluation de la capacité existante des Bureaux nationaux de l'ozone pour réaliser un projet de démonstration doit entrer en ligne de compte dès la conception du projet afin de tenir compte de ses conséquences sur la durée et l'efficacité de la mise en œuvre du projet.

*Difficultés technologiques et retards*

l. L'analyse de l'étude théorique sur la documentation relative au projet a révélé que les difficultés technologiques suivantes sont d'importants facteurs ayant influencé ou retardé la mise en œuvre du projet : a) des retards dans l'achat de l'équipement ou du matériel, b) des problèmes d'efficacité observés lors des premiers essais et qui ont nécessité des essais supplémentaires aux fins d'optimisation, c) l'absence de recherche et développement ou de laboratoires d'essai adéquats, d) des inquiétudes quant au volume de la charge de frigorigène et les caractéristiques de sécurité connexes en lien avec l'inflammabilité des frigorigènes et e) l'absence d'expertise technique locale.

*Modèle de projet, évaluation des risques et pérennité*

m. Les activités des projets de démonstration ont été exhaustives et détaillées, et correspondaient adéquatement aux objectifs des projets. Les projets de démonstration ont aussi joué un rôle clé dans le recensement de questions non techniques devant faire l'objet d'études ou de mesures plus poussées afin que les technologies à succès soient adoptées à plus grande échelle. Ces questions portaient sur la disponibilité sur le marché, les normes de sécurité requises et l'amélioration de l'efficacité énergétique associée à l'adoption des technologies de remplacement. Les projets n'avaient pas pour but de pousser l'étude au-delà de la viabilité technologique. Des paramètres supplémentaires pourraient être intégrés lors de la conception des futurs projets afin d'examiner les risques et la pérennité de l'adoption de la technologie

et de la pénétration du marché, ce qui pourrait être fait en actualisant les modèles de proposition de projets afin d'y ajouter des paramètres qui n'avaient pas été pris en compte dans les modèles de projets de démonstration précédents, à savoir, entre autres, les risques d'échec des projets, le suivi de l'adoption sur le marché et l'assimilation.

#### *Période prévue pour la démonstration dans le modèle de projet*

n. Les projets devaient être menés à terme dans les 18 à 24 mois (une échéance moyenne budgétée de 19 mois) afin de fournir des données essentielles pour l'intégration dans le PGEH. Cependant, presque tous les projets de démonstration ont connu des retards (délai d'achèvement moyen de 37 mois). Les documents relatifs aux projets offrent peu d'information expliquant ces retards. Les documents de projet mentionnent certaines causes importantes de retard telles que les délais administratifs et les problèmes d'achat. Ces conclusions révèlent que la conception et la mise en œuvre des projets pourraient être améliorées afin de prévoir les obstacles administratifs et d'achat possibles et d'en tenir compte lors de la conception et de la planification de la mise en œuvre des projets.

#### *Disponibilité du financement*

o. Le financement nécessaire pour faire la démonstration de la viabilité initiale et de l'utilisation de la technologie de remplacement choisie était suffisant. Le cofinancement des projets de reconversion offert par les entreprises dans lesquelles la reconversion a eu lieu a été de l'ordre de 13,2 à 86,7 pour cent. L'étude théorique a relevé des cas où des essais supplémentaires auraient été nécessaires afin de démontrer la faisabilité des substances de remplacement (p. ex., utilisation de HFO ou du formiate de méthyle dans le secteur des mousses), mais les sommes allouées au projet n'étaient pas suffisantes pour effectuer des essais supplémentaires.

#### *Égalité des sexes*

p. La plupart des projets n'offraient pas de suivi ni de rapports sur l'égalité des sexes, ni de données ventilées par sexe, car ils ont été conçus avant l'adoption de la politique d'égalité des sexes par le Comité exécutif à la 84<sup>e</sup> réunion.

#### **Tournés vers l'avenir : Éléments du modèle des projets de démonstration**

q. L'objet et la conception des projets de démonstration pourraient être examinés et élargis afin qu'ils ne portent pas uniquement sur la viabilité de l'utilisation d'une technologie, mais aussi sur d'autres points d'intérêt en vue de leur adoption dans les pays, notamment les difficultés d'adoption sur le marché auxquelles peuvent faire face les produits à base de technologies de remplacement. L'intégration de paramètres contextuels supplémentaires pourrait contribuer à la réalisation d'une évaluation de la faisabilité techno-commerciale complète grâce à la mise en œuvre de projets de démonstration. Des connaissances détaillées des enjeux de la technologie et des marchés aideraient les pays à développer des stratégies plus efficaces pour la réduction des HCFC et des HFC.

r. Les enjeux administratifs et d'achat pourraient sans doute être intégrés à l'évaluation préliminaire à l'étape de la conception. Une telle évaluation pourrait aider à repérer les goulots d'étranglement ou les obstacles possibles dont il faudrait tenir compte lors de la détermination de la durée des projets et la date d'achèvement prévue. Des mécanismes spéciaux favorisant un processus plus souple ayant pour but de raccourcir le délai entre l'approbation du projet et le lancement du projet, dans le cas des projets de démonstration, pourraient aussi contribuer à l'avancement du projet et à la collecte des résultats dans un délai utile, pour le bienfait des parties prenantes et des décideurs.

s. Les projets de démonstration, de par leur nature, peuvent se heurter à des éléments imprévus tels que l'échec des premiers essais ou l'impossibilité d'atteindre les exigences d'efficacité, lors de leur mise

en œuvre. Un financement conditionnel, tel qu'un plan d'urgence répondant à des critères précis, accordant des ressources et du temps supplémentaires, lorsque pertinent, pourrait aider à compléter des essais qui autrement seraient peu concluants. La pratique de financement actuelle ne prévoit pas de telles éventualités, mais celles-ci pourraient être envisagées comme moyen de renforcer l'utilité des projets de démonstration. En accordant une certaine souplesse contrôlée grâce à un poste budgétaire plus élevé pour les urgences ou en concluant une entente avec les entreprises afin d'assurer l'optimisation, ou une combinaison des deux, le Comité exécutif pourrait compter sur des instruments supplémentaires qui permettraient possiblement d'accroître la probabilité de résultats découlant de leur soutien aux projets de démonstration.

t. Compte tenu de l'absence de savoir-faire technique dans le pays ou la région à cause de la faible utilisation de substances de remplacement, les projets devraient avoir largement recours aux experts techniques et aux instituts techniques compétents afin de fournir le soutien technique nécessaire.

u. La conception des futurs projets de démonstration qui soutiendraient les plans de mise en œuvre de l'Amendement de Kigali pourrait inclure des éléments précis pour appuyer les Bureaux nationaux de l'ozone et autres agences gouvernementales compétentes à acquérir et à développer un savoir-faire technique des différentes solutions de remplacement. Ces projets pourraient aussi inclure des questions intersectorielles portant sur l'efficacité énergétique et les normes de sécurité, qui seraient mises de l'avant dans les communications et la diffusion des connaissances grâce à des programmes de sensibilisation des parties prenantes. Ces éléments contextuels, qui dépassent les simples essais technologiques, ouvriraient la porte à une participation accrue des parties prenantes compétentes à l'élaboration de mesures et de normes réglementaires, ou à la promotion de l'adoption des technologies de remplacement sur le marché, ce qui améliorerait la pérennité des résultats du projet au-delà de l'achèvement.

v. La conception des projets de démonstration ne prévoyait pas la présence des associations d'industries parmi les parties prenantes, mais plutôt celle des entreprises individuelles. Les associations d'industrie devraient participer à la conception des futurs projets de démonstration car elles contribueraient ainsi à l'adoption et à la durabilité des technologies démontrées. Elles pourraient aussi participer aux activités de communication et de diffusion, afin de favoriser la reproductibilité et élargir l'adoption de ces technologies.

w. Les outils d'établissement de rapports existants qui permettent de tirer des enseignements de la mise en œuvre des projets, surtout les rapports périodiques et les rapports d'achèvement de projet (RAP), n'ont pas été utilisés à leur plein potentiel. Ces modèles de rapports doivent capter tous les attributs nécessaires du projet, à savoir la réalisation des objectifs du projet, les retards et les enseignements tirés, afin que les perspectives apportées par le projet puissent servir aux futurs projets de démonstration. Les agences d'exécution et les Bureaux nationaux de l'ozone doivent veiller à ce que l'information communiquée soit complète et pertinente. Les données transmises doivent être exactes afin que les impacts puissent être mesurés et qu'elles puissent servir de source d'information aux décideurs pour les futures technologies de remplacement. L'Administratrice principale, Suivi et évaluation pourrait contribuer à la mise à jour des modèles de RAP en évaluant s'il est nécessaire d'ajouter certains enjeux au processus d'établissement de rapports qui permettraient de tirer des enseignements des projets de démonstration.

x. Des ateliers de diffusion des résultats ont été offerts dans certains projets de démonstration. Par contre, le modèle de projet ne prévoyait pas d'évaluation initiale du niveau de connaissances techniques des employés des entreprises. La conception du projet doit prévoir l'intégration d'indicateurs dans le cadre des résultats des projets, afin de définir les connaissances techniques de référence du public cible (de référence) et pouvoir ainsi mesurer les améliorations après la mise en œuvre et l'efficacité des programmes de formation. Ceci permettrait de recueillir des informations sur l'ampleur du développement des nouvelles capacités au pays et dans les secteurs précis visés par le projet, surtout le secteur de l'entretien.

y. Le plan de communication et de diffusion des futurs projets de démonstration doit inclure un protocole de communications régulières afin de communiquer les résultats provisoires du projet de

démonstration aux parties prenantes au cours de la mise en œuvre, et non à la fin du projet. Ceci favoriserait les rajustements progressifs qui permettraient d'améliorer la mise en œuvre, et augmenterait la probabilité d'une démonstration réussie.

z. Le cadre des résultats des projets de démonstration n'offrait aucun suivi actif de l'égalité des sexes ni des questions intersectorielles. L'intégration de l'égalité des sexes fait maintenant partie des orientations du Fonds et à ce titre, cette dimension doit faire l'objet d'un suivi dans la conception du projet, être mesurée grâce à des indicateurs SMART bien définis, et répondre aux orientations du Fonds de faire rapport sur l'égalité des sexes.

## **ÉTUDE THÉORIQUE SUR L'ÉVALUATION DES PROJETS DE DÉMONSTRATION SUR LES SUBSTANCES DE REMPLACEMENT POSSIBLES À FAIBLE POTENTIEL DE RÉCHAUFFEMENT DE LA PLANÈTE DES HCFC**

### **I. Introduction**

1. La dix-neuvième réunion des Parties au Protocole de Montréal a décidé d'accélérer l'élimination des HCFC à cause de l'augmentation de leur consommation à l'échelle mondiale et des bienfaits pour le climat associés à leur réduction.

2. Le Comité exécutif, à sa 55<sup>e</sup> réunion, a invité les agences bilatérales et d'exécution à préparer et à proposer des projets de démonstration au Secrétariat sur différentes utilisations des HCFC (décision 55/43). Ces projets de démonstration avaient pour but de faciliter la collecte de données exactes sur les surcoûts ou économies d'investissement ou d'exploitation, ainsi que d'autres données pertinentes à l'utilisation de technologies.

3. Le Comité exécutif, à sa 72<sup>e</sup> réunion, a examiné le document UNEP/OzL.Pro/ExCom/72/40, « Récapitulatif des projets de démonstration approuvés sur les HCFC et options pour un nombre de projets supplémentaires afin de démontrer des technologies de remplacement des HCFC respectueuses du climat et éconergétiques (décision 71/51 a) ». Afin de faciliter une transition fluide aux solutions de remplacement des SAO à base de technologies à faible potentiel de réchauffement de la planète, le Comité exécutif, dans sa décision 72/40, a accepté d'examiner les propositions de projet de démonstration sur des solutions de remplacement à faible PRG supplémentaires et a invité les agences bilatérales et d'exécution à proposer des projets de démonstration sur la reconversion des HCFC à des technologies à faible PRG.<sup>2</sup>

### **Objectifs de l'étude théorique**

4. Le Comité exécutif, à sa 86<sup>e</sup> réunion,<sup>3</sup> a approuvé le mandat de l'étude théorique sur l'Évaluation des projets sur les solutions de remplacement à faible potentiel de réchauffement de la planète des HCFC. L'étude théorique porte sur des enjeux liés à la conception et à la mise en œuvre des projets, ainsi qu'aux résultats, leur influence/impact sur une adoption plus large des technologies démontrées dans les secteurs pertinents, et leur pérennité et reproductibilité. L'étude évalue si la conception du projet et les technologies adoptées dans ces projets pourraient être appliquées à d'autres projets proposant des utilisations semblables, dans des activités associées à la réduction progressive des HFC.

5. Les résultats de l'étude théorique ont aussi été utilisés pour mettre à jour les annexes II et III du document « Récapitulatif des projets de démonstration approuvés sur les HCFC et options pour un nombre de projets supplémentaires afin de démontrer des technologies de remplacement des HCFC respectueuses du climat et éconergétiques (décision 71/51 a) ».<sup>4</sup> L'information à jour se trouve dans les annexes II et III au présent rapport.

### **Portée et méthodologie**

6. L'étude théorique a été menée de février à mai 2022 et comprenait un processus d'assurance de la qualité afin que les parties prenantes puissent examiner l'ébauche finale. Elle est le résultat d'un examen approfondi de la documentation existante. L'Administratrice principale, Suivi et évaluation et le Secrétariat

<sup>2</sup> Deux agences bilatérales seulement figurent sur la liste des 32 projets de démonstration approuvés. Les agences d'exécution ayant effectué la mise en œuvre en leur nom ont été invitées à coordonner avec les agences bilatérales, selon qu'il convient, lors de l'examen du projet de rapport aux fins de commentaires.

<sup>3</sup> UNEP/OzL.Pro/ExCom/86/12/Rev.1.

<sup>4</sup> UNEP/OzL.Pro/ExCom/72/40.

ont communiqué la documentation relative au projet au consultant expert indépendant, qui a distribué un court questionnaire aux agences d'exécution,<sup>5</sup> suivi d'entretiens téléphoniques avec certaines d'entre elles, afin de compléter les résultats préliminaires de l'étude théorique. L'Administratrice principale, Suivi et évaluation a offert une orientation et de la supervision au consultant, et a échangé avec les agences d'exécution et les représentants du Secrétariat, afin de vérifier les faits.

7. La plupart des projets examinés dans le cadre de l'étude théorique ont été achevés avant 2018 (certains aussi loin qu'en 2010).<sup>6</sup> Plusieurs avancées technologiques et de marché ont eu lieu depuis ces projets, de sorte que certaines informations disponibles pour l'étude théorique pourraient ne pas correspondre exactement à la situation concernant l'adoption des technologies. Le consultant s'est fié aux consultations avec les agences d'exécution et l'examen des récents documents supplémentaires du Fonds multilatéral afin d'obtenir une compréhension sectorielle des technologies adoptées (la liste des documents examinés est jointe à l'annexe V).

8. Un problème est apparu au cours de l'analyse, à savoir que plusieurs RAP de projets de démonstration étaient incomplets. Bien que le rapport d'achèvement de projet porte habituellement sur les aspects techniques et financiers du projet, d'autres éléments portant sur la conception et la mise en œuvre du projet (atteinte des objectifs des activités, niveau d'impact, causes et mesures d'atténuation prises dans le cas de retards, détails sur les modalités de cofinancement, etc.) qui sont normalement inclus dans les RAP n'étaient pas disponibles, ce qui a compliqué la tâche d'évaluer différents aspects de la conception et de la mise en œuvre du projet.

9. L'étude théorique aborde des questions précises concernant les aspects critiques indiqués dans le mandat, notamment les objectifs et la conception du projet, le choix de technologie, l'adoption et la mise en œuvre du projet de reconversion, les orientations et réglementations, les arrangements institutionnels et la gestion, le suivi et l'évaluation/vérification, l'assistance technique et la formation, les aspects financiers, les communications et la diffusion, et la pérennité et reproductibilité. Les résultats de l'évaluation sont présentés ci-dessous pour les différents domaines thématiques ci-dessus.<sup>7</sup>

10. L'Administratrice principale, Suivi et évaluation a transmis la version provisoire avancée aux agences d'exécution aux fins de commentaires et les a invitées à communiquer ces commentaires aux agences bilatérales au nom desquelles elles avaient mis en œuvre les projets de démonstration, si nécessaire. L'Administratrice principale, Suivi et évaluation a mis au point l'ébauche finale en étroite collaboration avec le consultant et le Secrétariat, respectant ainsi son devoir d'assurance de la qualité par le biais d'un processus interne d'examen par les pairs.

## **II. Résultats de l'évaluation de l'étude théorique**

11. Trente-deux projets de démonstration dans les secteurs de consommation de HCFC suivants ont été approuvés après l'adoption des décisions 55/43 et 72/40 : la mousse de polyuréthane (PU) (technologie de référence : HCFC-141b), la mousse de polystyrène extrudé (technologie de référence : HCFC-22/HCFC-142b), la climatisation (technologie de référence : HCFC-22), la réfrigération industrielle et commerciale (RIC) (technologie de référence : HCFC-22), les solvants (technologie de référence : HCFC-141b), et la réfrigération et climatisation (technologie de référence : HCFC-22).

12. Trente des 32 projets approuvés (potentiel de réduction de 93,13 tonnes PAO) ont été menés à terme. Les rapports finaux de ces projets ont été remis au Comité exécutif. Le projet de démonstration sur l'introduction d'une technologie de réfrigération transcritique à base de CO<sub>2</sub> pour les supermarchés, qui devait inclure à l'origine l'Argentine et la Tunisie, n'a été que partiellement achevé à cause de l'annulation

<sup>5</sup> Le PNUD, le PNUE, l'ONUDI et la Banque mondiale. Elles ont toutes répondu au questionnaire.

<sup>6</sup> Voir la liste des projets approuvés à l'annexe I.

<sup>7</sup> L'annexe IV contient la grille d'évaluation, dans laquelle les questions de l'évaluation ont été regroupées, afin d'aborder les différents enjeux présentés dans le mandat.

du volet de la Tunisie.<sup>8</sup> Un projet initialement approuvé pour le Koweït a été annulé et un autre pour le Royaume de l'Arabie saoudite est toujours en cours et devrait prendre fin officiellement en 2022.

13. Ces projets proposent différents choix technologiques mis à l'essai dans différents secteurs de consommation des HCFC. Le tableau 1 présente un aperçu des projets de démonstration approuvés, en précisant les technologies démontrées et la couverture régionale.

**Tableau 1. Aperçu des projets de démonstration par secteur**

|  | Mousse de PU   | Mousse de polystyrène extrudé                                  | Climatisation   | RIC   | Solvants                         | Entretien de l'ERC | Total      |
|--|--|--|---|---|----------------------------------|--------------------|------------|
| Nombre de projets                                | 13   | 2  | 8   | 6   | 1                                | 2                  | 32         |
| Coût total (\$US) <sup>9</sup>                   | 6 214 084  | 2 873 051  | 12 392 580  | 9 367 232   | 371 989                          | 936 600            | 32 155 536 |
| Potentiel prévu de réduction du PAO (tonnes PAO) | 23,28  | 12,3   | 20,19   | 34,30   | 3,06                             | -                  | 93,13      |
| Technologies démontrées                          | Formiate de méthyle<br>Méthylal<br>HC prémélangés<br>CO <sub>2</sub> supercritique<br>HFO-1233zd (E) et HFO-1336mzz (Z) avec CO <sub>2</sub> | HFO-1234ze/<br>DME<br>CO <sub>2</sub> /<br>formiate de méthyle | HFC-32 et R-290<br>HFO  | NH <sub>3</sub> /CO <sub>2</sub><br>R-290<br>R-448A | Iso-paraffine et siloxane (KC-6) | R-290<br>HFC-32    |            |
| <b>Répartition régionale</b>                     |  |  |   |   |                                  |                    |            |
| Afrique  | Afrique du Sud,<br>Égypte (2),<br>Maroc,   |  |   |   |                                  | Mondial            | 5          |
| Asie et Pacifique                                | Arabie saoudite,<br>Chine (2),<br>Thaïlande  | Chine  | Arabie saoudite (2),<br>Chine (3),<br>Koweït,<br>Régional (2) | Chine (2),<br>Maldives                              | Chine                            |                    | 17         |
| Europe et Asie centrale                          |  | Turquie  |   |   |                                  | Régional           | 2          |
| Amérique latine et Caraïbes                      | Brésil (2),<br>Colombie (2),<br>Mexique  |  | Colombie  | Costa Rica,<br>Argentine                            |                                  |                    | 8          |

**Source :** Élaboration personnelle fondée sur l'étude théorique

<sup>8</sup> Le bénéficiaire choisi n'a pas donné suite au projet, malgré les meilleurs efforts du Bureau national de l'ozone et de l'ONUDI, à cause de l'obligation de partager les coûts, comme indiqué au paragraphe 157 du document UNEP/OzL.Pro/ExCom/82/20.

<sup>9</sup> Comprend les valeurs de cofinancement indiquées dans le RAP.

## Objectifs et conception des projets de démonstration

14. Les pays ont déterminé les projets de démonstration des solutions technologiques pour remplacer les HCFC avec l'appui des agences d'exécution et des experts techniques. Les entreprises bénéficiaires, notamment les usines de fabrication, les sociétés de formulation, les instituts techniques et les utilisateurs ont participé aux projets, lorsque ceux-ci prévoyaient la reconversion d'une chaîne de fabrication ou de l'équipement destiné aux utilisateurs.

15. Les associations de l'industrie ont joué un très petit rôle à l'étape de la conception des projets de démonstration, car plusieurs pays ne possédaient pas d'association d'industrie au moment de la conception du projet. De plus, plusieurs projets ont été planifiés directement avec les entreprises du secteur. Le rôle joué par les associations d'industrie est donc peu mentionné dans les documents relatifs aux projets.

16. Ces projets ont été déterminés lors la phase initiale de l'élimination des HCFC (première série de projets avant la phase I et d'autres avant la phase II du PGEH). Les projets de démonstration ont été conçus dans le but d'informer les secteurs, les pays et les régions sur les solutions de remplacement des HCFC qui pouvaient être adoptées afin de respecter les objectifs d'élimination des HCFC, à une époque où ces technologies de remplacement étaient rares sur le marché et peu utilisées dans les pays en développement.

17. L'étude théorique a révélé plusieurs facteurs qui pouvaient nuire à l'adoption à grande échelle des technologies démontrées, tels que : le manque de connaissance de leur viabilité technologique ou commerciale, la difficulté d'accès de la technologie, les coûts associés à son adoption (p. ex., possibilité de permis obligatoire, redevances, frais de transfert de technologie ou coûts d'exploitation), l'absence de savoir-faire technique et les questions de sécurité concernant la manipulation de certaines substances de remplacement inflammables.<sup>10</sup>

18. Les projets de démonstration ont été essentiels à la détermination de la faisabilité technique des solutions de remplacement à faible potentiel de réchauffement de la planète des HCFC dans les pays visés à l'article 5 et à l'estimation des surcoûts d'investissement et d'exploitation. Il est ainsi possible d'affirmer que les projets ont atteint leurs objectifs de correspondance aux objectifs de la décision du Comité exécutif concernant le financement de ces projets de démonstration (décisions 55/43 et 71/51 a)).

19. Ces projets ont créé des connaissances techniques et la confiance de travailler avec les solutions de remplacement démontrées. Les informations sur la faisabilité technologique et l'évaluation des coûts ont aussi aidé les gouvernements, les Bureaux nationaux de l'ozone, les agences d'exécution et les secteurs à décider de la prochaine étape de la planification de l'élimination des HCFC. Les technologies démontrées ont été largement adoptées dans le cadre du PGEH dans les pays et régions où les démonstrations réalisées ont été un succès et les technologies existaient sur le marché (méthylal, formiate de méthyle, KC-6 et HFC-32).

20. De façon générale, deux types de projets de démonstration ont été financés : les projets entraînant des changements sur les chaînes de production ou à l'équipement existant afin de pouvoir utiliser les nouvelles substances en permanence (tableau 2), et les projets d'assistance technique qui comprenaient : l'essai de la technologie par la création de prototypes (p. ex., climatiseurs à base de HFC-32 ou de R-290) ou en menant des essais (p. ex., formules utilisant des agents de gonflage de la mousse à faible PRG dans le secteur des mousses), afin d'évaluer la faisabilité de la technologie comme remplacement des HCFC, ou les projets dans le secteur de l'entretien. Il n'y a eu aucune reprise de la conception ni installation de chaînes de fabrication dans la deuxième catégorie de projets.

---

<sup>10</sup> Cette étude théorique n'a pas abordé la situation actuelle des obstacles à long terme, car aucun suivi n'a été prévu dans le concept des projets de démonstration et ni déclaré dans les documents de projet.

**Tableau 2. Principaux changements effectués dans la reprise de la conception et l'installation de l'équipement des chaînes de fabrication**

| Secteur                       | Principaux changements   |
|-------------------------------|--|
| Mousse de PU                  | Adaptation du distributeur de mousse, entreposage et transport des agents de gonflage de la mousse, adaptation des vaporisateurs et équipement de sécurité.  |
| Mousse de polystyrène extrudé | La chaîne d'extrusion originale a été adaptée afin de pouvoir utiliser des formules de gonflage à base de CO <sub>2</sub> et de formiate de méthyle, et les systèmes de ventilation et de lutte contre les incendies de l'usine de production ont été mis à niveau.  |
| Climatisation                 | Les chaînes de montage des processus de fabrication utilisant des frigorigènes à base de R-290 et de HFC-32 ont dû être modifiées et de l'équipement de sécurité tel que les soupapes de sécurité, des systèmes d'échappement, des outils de détection des fuites, des systèmes d'alarme, etc., a dû être installé. La conception finale du produit a exigé des changements dans la configuration des composants du produit, c'est-à-dire les échangeurs de chaleur et les compresseurs. La conception des compresseurs a dû être modifiée afin de réduire au minimum la pression de la vapeur. Des outils supplémentaires ont été nécessaires pour les essais.  |
| RIC                           | La chaîne de montage du processus de fabrication des systèmes à base de NH <sub>3</sub> /CO <sub>2</sub> a dû être modifiée et de l'équipement de sécurité installé. La configuration des composants des produits, tels que le compresseur, les vaisseaux haute pression pour fonctionner au CO <sub>2</sub> et de nouveaux systèmes de refroidissement pour la technologie en cascade, a dû être changée. Des outils supplémentaires ont été nécessaires pour les essais.<br><br>La conception de la chaîne de montage des systèmes à base de R-290 et de HFC-32 a été reprise et de l'équipement de sécurité a été installé. La structure métallique des condensateurs a été modifiée.<br><br>L'utilisation de R448A dans le secteur des pêches s'est faite de façon directe et n'a exigé aucune adaptation. |
| Solvants                      | Reprise de la conception et installation de l'équipement de production, à savoir le réglage des chaînes de nettoyage des outils de silicification et la modification des procédés sur la chaîne de montage des aiguilles. Modifications à l'atelier, dont l'installation d'équipement de sécurité et modification du processus de production à cause de l'inflammabilité du KC-6.  |
| Entretien de l'ERC            | Offre d'équipement d'entretien, de détecteurs de fuites, d'instruments d'essai et de prototypes d'équipement utilisant différents frigorigènes, aux fins d'essai.  |

**Source :** Élaboration personnelle fondée sur l'étude théorique

21. Les projets comprenaient généralement les activités suivantes : étape préparatoire, reprise de la conception et développement du produit, essais et analyse, installation, assistance technique et dissémination des connaissances. Ces projets avaient pour objet d'examiner la faisabilité technique ainsi que les surcoûts d'investissement et d'exploitation. À cet égard, l'étude théorique confirme que les activités du projet ont adéquatement répondu aux principaux objectifs des projets de démonstration.

22. Presque tous les projets ont connu des retards, car 37 mois, en moyenne, ont été nécessaires à leur achèvement, par rapport à la moyenne d'achèvement de 19 mois (tableau 3). Des explications quant aux causes des retards dans la remise des RAP n'ont été fournies que pour quatorze projets seulement. Même pour ces projets, l'information fournie était trop vague pour permettre une analyse valable des raisons récurrentes ou systémiques des retards. De plus, les documents de rapports liés aux projets n'ont fourni aucune information sur la composition du marché ni l'utilisation continue des technologies démontrées des chaînes reconverties après l'achèvement des projets.

**Tableau 3. Durée de l'achèvement et retards dans les projets selon les secteurs**

| Secteur            | Délai d'achèvement prévu en mois (moyenne) | Délai d'achèvement réel en mois (moyenne) | Retard moyen de l'achèvement des projets en mois |
|--------------------|--|---|--|
| Mousses            | 15,0                                       | 36,5                                      | 21,5   |
| Climatisation      | 22,5                                       | 41,5                                      | 19,0   |
| RIC                | 20,8                                       | 33,2                                      | 12,4   |
| Solvants           | 18,0                                       | 36,0                                      | 18,0   |
| Entretien de l'ERC | 30,0                                       | 40,5                                      | 10,5   |

**Source :** Élaboration personnelle fondée sur l'étude théorique

23. Des raisons ont été fournies dans les documents des projets pour expliquer les retards dans l'achèvement des projets : les retards administratifs (p. ex., le délai entre l'approbation du projet et le décaissement du financement pour la mise en œuvre du projet, et des retards dans la signature des accords avec les bénéficiaires et les fournisseurs de la technologie), des problèmes d'achat et des problèmes techniques. Quelques projets ont aussi accusé du retard pour d'autres raisons telles que l'incertitude politique dans certains pays, des changements au sein du Bureau national de l'ozone ayant créé des postes vacants, et des cas de force majeure, dont des ouragans. L'étude théorique et les entretiens avec les agences d'exécution ont laissé entendre qu'il a fallu parfois compter six mois entre l'approbation du projet et la capacité réelle de lancer le projet à cause des différentes raisons énoncées ci-dessus.

24. Les problèmes entourant les achats ont consisté en des retards de dédouanement des composants et des substances importés, des délais de livraison plus longs que prévu, des retards à trouver les bons entrepreneurs et des retards dans la confirmation des caractéristiques des équipements. Ces raisons liées aux achats et administratives expliquant les retards dans les projets révèlent qu'il y a matière à amélioration en ce qui a trait à la conception et la mise en œuvre des projets, afin de réduire ces retards, d'anticiper le temps nécessaires pour fixer les conditions pour démarrer et mettre le projet en œuvre efficacement.

25. Les agences d'exécution ont fait savoir qu'elles ont fourni des comptes rendus périodiques aux pays et qu'elles ont occasionnellement partagé les résultats provisoires de ces projets avec le Secrétariat du Fonds et le Comité exécutif. Ainsi, les enseignements importants tirés de la situation ont pu être communiqués aux décideurs pendant l'élaboration des plans d'élimination, malgré les retards.

26. Parmi les enseignements tirés des projets de démonstration, dix projets ont mentionné explicitement l'efficacité énergétique comme paramètre pertinent dans le choix de la technologie démontrée.<sup>11</sup> D'autres projets n'ont offert que peu d'information sur la façon dont l'efficacité énergétique ou la conformité aux normes locales ou internationales d'efficacité énergétique ont été prises en compte lors des étapes de la conception et de la mise en œuvre.

27. Plusieurs technologies examinées sont inflammables (p. ex., R-290, HFC-32 et méthylal) ou soulèvent des questions de sécurité, et leur utilisation doit respecter des normes de sécurité pertinentes. Le modèle du projet prévoit une évaluation des normes locales ou internationales en vigueur. Les principales pratiques de sécurité relatives à l'utilisation de ces technologies ont été évaluées pendant la mise en œuvre du projet et les enseignements tirés ont été inclus dans les rapports finaux de projet.

28. Ces projets ont été élaborés avant l'adoption de la politique d'égalité des sexes du Fonds multilatéral. Ainsi, l'égalité des sexes n'a pas été obligatoire dans les projets de démonstration et aucune donnée à ce sujet n'a été relevée.

<sup>11</sup> Ces projets comprennent quatre projets du secteur de la climatisation en Chine, un projet du secteur de la RIC au Costa Rica, un projet pour le secteur des pêches aux Maldives et deux projets dans le secteur de la climatisation en Arabie saoudite, PRAHA I et II.

29. Avec le recul, l'intégration des éléments suivants dans les projets de démonstration pourrait aussi être envisagée :

- a) *Viabilité technique et pérennité* : Les projets ont permis de démontrer la viabilité technique et de recueillir les données financières nécessaires (surcoûts d'investissement et d'exploitation) au cours de l'étape de la mise en œuvre. Il a toutefois été nécessaire d'effectuer un suivi des projets au cours des 12 à 18 mois qui ont suivi l'achèvement, afin de déterminer comment le produit se comportait dans des conditions réelles, l'évolution des conditions du marché et les résultats en matière de viabilité commerciale des technologies existantes. La pérennité des résultats est un aspect clé auquel il faudrait accorder de l'importance au cours de la conception des projets de démonstration, afin d'intégrer la vérification des impacts après la mise en œuvre ;
- b) *Évaluation et acceptabilité sur le marché* : Plusieurs technologies mises à l'essai sont inflammables (telles que le R-290), même si les formules fabriquées à partir de ces substances sont techniquement viables. Ces technologies ne sont pas encore vendues à grande échelle à cause de problèmes d'acceptabilité par les bénéficiaires. Les projets de démonstration pourraient aussi évaluer la question de l'acceptabilité ;
- c) *Sécurité et adoption des normes internationales* : L'adoption de ces technologies pourrait exiger la mise à jour des cadres nationaux, en ce qui concerne la sécurité et les normes environnementales nécessaires sur la manipulation des substances de remplacement inflammables, possiblement pour les faire correspondre aux normes internationales. Les projets de démonstration pourraient fournir des renseignements détaillés sur ces questions en tenant compte du contexte des pays et des régions ;
- d) *Disponibilité sur les marchés et abordabilité des technologies* : Les HFO ont été mises à l'essai dans différents secteurs, dont les mousses et la climatisation. Leur adoption a toutefois été limitée à cause du manque de disponibilité commerciale et des niveaux de coûts inadmissibles. L'évaluation de la disponibilité commerciale au pays ainsi que des obstacles à leur accès aux marchés est essentielle afin d'évaluer la probabilité de l'acceptation de la technologie après la démonstration.

### **Choix de technologie, adoption et mise en œuvre des projets de reconversion**

30. Les choix technologies avaient souvent été décidés à l'avance dans les propositions de projets, sur la base des évaluations préliminaires. Les projets proposés au Comité pour examen et approbation présentaient souvent une comparaison à d'autres solutions possibles. Les choix ont été arrêtés selon les caractéristiques techniques, les coûts d'investissement et d'exploitation, les bienfaits environnementaux (réduction du PAO et des GES), la facilité d'utilisation et la disponibilité. Les principaux critères techniques des choix de technologies à l'étape de la conception variaient selon les secteurs (voir le tableau 4).

**Tableau 4. Critères techniques des choix technologiques à l'étape de la conception**

| Sous-secteur                | Caractéristiques techniques   |
|-----------------------------|---|
| Mousse non isolante         | Friabilité, adhérence à la surface, densité, apparence, inflammabilité, stabilité dimensionnelle  |
| Mousse isolante             | Conductivité technique, force de compression, stabilité dimensionnelle et friabilité  |
| Climatisation résidentielle | Propriétés thermo-physiques du frigorigène, coefficient de rendement, efficacité énergétique, conformité aux normes de sécurité concernant l'inflammabilité |
| Secteur de la RIC           | Efficacité du refroidissement, pression de fonctionnement du frigorigène, toxicité associée au NH <sub>3</sub>  |
| Secteur des solvants        | Point d'ébullition, volatilité, stabilité chimique et efficacité de la silicification   |

**Source :** Élaboration personnelle fondée sur l'étude théorique.

31. Ces projets avaient pour but de faire la démonstration de technologies qui n'étaient pas utilisées à grande échelle sur le marché. On peut donc affirmer que l'évaluation des normes de santé locales et internationales, la sécurité et l'environnement, les exigences et conditions de service après-vente, l'efficacité énergétique et l'acceptabilité du marché étaient des facteurs secondaires examinés pendant la mise en œuvre, mais non développés lors de la conception.

32. Des estimations générales ont été fournies pour les coûts d'investissement. Le rapport coût-efficacité n'a pas été évalué dans les propositions de projets, mais plutôt dans les rapports d'achèvement. Les surcoûts d'investissement et d'exploitation des technologies de remplacement ont été évalués au moyen des données sur les coûts réels obtenues pendant la mise en œuvre. Les données sur les coûts sont habituellement fournies dans les RAP et les rapports finaux. Les surcoûts d'exploitation ont été évalués à partir de la différence entre les coûts ou économies d'exploitation pour les HCFC et les technologies de remplacement.<sup>12</sup>

33. La revue des documents du projet révèle que les délais d'achat des outils, de l'équipement et du matériel, les problèmes d'efficacité présents lors des premiers essais (p. ex., les premières formules, dans le secteur des mousses, n'ont pas atteint les valeurs isolantes requises en matière de densité, ce qui a exigé des essais supplémentaires), ont forcé la tenue d'essais supplémentaires pour l'optimisation ; l'absence d'installations réservées à la recherche et développement ou des laboratoires d'essai (p. ex., le méthylal comme agent de gonflage dans la fabrication de mousses de PU au Brésil) ; des inquiétudes quant à la charge de frigorigènes et les caractéristiques de sécurité liées à l'inflammabilité des frigorigènes ; et l'absence de connaissances techniques locales sur la manipulation des nouvelles substances ont été les plus grandes difficultés associées à la technologie ayant eu des conséquences sur les projets.

34. Ces difficultés ont été atténuées par la tenue d'essais supplémentaires, le recours à des experts pour fournir le savoir-faire technique nécessaire, et le recours à des installations d'essai différentes lorsque les projets exigeaient des installations de recherche et développement que le bénéficiaire ne pouvait pas fournir. Une évaluation préliminaire plus détaillée permettant de recenser les difficultés aiderait à améliorer le processus de mise en œuvre lors de futurs projets de démonstration. Un budget et un échéancier d'urgence permettant d'obtenir plus de temps et de ressources, ainsi qu'une planification détaillée pour la tenue d'essais supplémentaires pourraient être envisagés dans des conditions particulières, afin d'obtenir des résultats concluants, car les projets de démonstration peuvent mettre au jour des éléments surprises qui font en sorte que les essais préliminaires n'atteignent pas les critères d'efficacité requis.

35. Les agences d'exécution ont joué un rôle déterminant dans la réalisation des évaluations technologiques, notamment en offrant un soutien technique et de la validation. Les fournisseurs de

<sup>12</sup> De façon générale, les économies d'énergie ne sont pas prises en compte dans le calcul des surcoûts d'exploitation, car on estime que ces gains profitent aux utilisateurs. Les clients peuvent préférer un produit plus éconergétique même s'il coûte plus cher, mais cela ne réduit pas le coût de l'équipement. Il est également difficile de quantifier les bienfaits de l'amélioration de l'efficacité énergétique dans le calcul des surcoûts d'exploitation.

technologies ont participé activement à la validation des technologies vérifiées par les experts. Les entreprises ont évalué l'efficacité, les enjeux de sécurité et les aspects de fabrication en faisant appel à leurs propres experts et au soutien d'experts techniques de l'extérieur. Les experts de l'extérieur ont aussi confirmé les paramètres d'efficacité. Plusieurs entreprises dans lesquelles la reconversion technologique a eu lieu possédaient de nombreuses années d'expérience en fabrication ou en utilisation d'équipement reconverti. De façon générale, les entreprises ont eu recours à l'expertise interne et à des experts de l'extérieur pour la reconversion. Des experts spécialisés ont aussi été embauchés dans certains cas.

36. Outre les difficultés liées à la technologie, l'acceptabilité sur le marché et la viabilité financière de la technologie se sont aussi révélés d'importants obstacles à l'adoption à grande échelle de certaines technologies. L'élimination de ces difficultés non techniques dépassait toutefois les limites du mandat de ces projets, compte tenu de leurs objectifs techniques et des ressources limitées. Les PGEH sont un meilleur outil pour atténuer ces difficultés en vue d'une adoption à plus grande échelle des technologies de remplacement qui respecteront les objectifs d'élimination et offriront des bienfaits pour le climat.

37. Le tableau 5 présente la liste des principales difficultés et des succès des technologies de remplacement, par secteur. Ces résultats sont fondés sur l'analyse des principaux documents des projets, dont les RAP et les rapports finaux des projets.<sup>13</sup> Le tableau 5 présente les histoires de réussite des projets de démonstration, selon les renseignements recueillis au cours de l'étude théorique. Le document préparé par le Secrétariat pour la réunion (document UNEP/OzL.Pro/ExCom/89/10), que le consultant a aussi utilisé pour enrichir l'analyse du tableau 5, comprend de plus amples renseignements. Les plus récentes données n'indiquent pas nécessairement quelle technologie a été adoptée à la suite du projet de démonstration, mais précisent les cas où certaines de ces technologies ont été adoptées à plus grande échelle.

**Tableau 5. Difficultés techniques et réussites des projets de démonstration**

| Secteur  | Technologie de remplacement                              | Principaux résultats, comprenant les difficultés et les succès  |
|--|--|---|
| <b>Secteur des mousses</b>   |  |   |
| PU : Mousse souple et à pellicule externe incorporée, mousse isolante rigide | Formiate de méthyle, formiate de méthyle/CO <sub>2</sub> | <p>Sécurité : Les sociétés de formulation qui manipulent du FM pur doivent posséder de l'équipement de sécurité. Le danger est toutefois moindre chez les utilisateurs en aval qui utilisent des formules complètes à base de FM dans le respect des limites du contenu.</p> <p>Efficacité : Bonne efficacité pour les mousses à haute densité ; par contre, une optimisation s'impose pour les applications exigeant une densité inférieure à 35 kg/m<sup>3</sup>.</p> <p>Plusieurs entreprises de mousse de PU ont adopté le FM ou FM/CO<sub>2</sub> comme agent de gonflage dans le cadre de leur PGEH. C'est notamment le cas au Brésil, au Mexique, au Cameroun, au Nigeria, en République dominicaine, en Jamaïque, en Égypte, à Trinité-et-Tobago, en Inde et en Afrique du Sud.</p> |
| PU : Mousse non isolante et isolante   | Méthylal   | <p>Sécurité : L'inflammabilité représente un danger inhérent qui pourrait être grandement atténué chez les utilisateurs grâce à des formules prémélangées.</p> <p>Efficacité : Les résultats révèlent que le méthylal convient davantage pour les mousses non isolantes que les mousses isolantes. Les mousses thermiques isolantes à base de méthylal associent les mousses à base de HFCF-141b à une échelle d'instabilité et de densité, au détriment de la valeur isolante, qui peut être réduite d'un maximum de 10 pour cent.</p>   |

<sup>13</sup> Les rapports finaux sont des documents internes du Fonds multilatéral qui font rapport de l'évaluation technique et de la viabilité des technologies démontrées. Ils sont présentés au Comité exécutif après la finalisation des projets de démonstration.

| Secteur                                  | Technologie de remplacement   | Principaux résultats, comprenant les difficultés et les succès   |
|--|-------------------------------|--|
|  |                               | Des entreprises au Mexique, au Brésil et en Inde ont adopté le méthylal.   |
| PU : Mousse rigide, chauffe-eau          | Cyclopentane, n-pentane       | <p>Sécurité : La manipulation des hydrocarbures exige de l'équipement de sécurité et une formation complète.</p> <p>Efficacité : Les formules de cyclopentane prémélangées offrent suffisamment de stabilité et peuvent être utilisées à des fins commerciales. Les formules à base de pentane normal (n-pentane) sont instables et non recommandées pour un usage commercial, sauf lorsqu'elles sont utilisées dans des systèmes à injection directe. En général, les formules de cyclopentane respectent la plupart des exigences d'efficacité.</p> <p>Les formules de cyclopentane prémélangées ont été adoptées en Chine, en Équateur, en Malaisie. La Tunisie a adopté le n-pentane et le cyclopentane. Les échanges entre la Banque mondiale et l'industrie dans la région de l'Europe centrale et orientale ont abouti à l'exportation des formules prémélangées à base d'hydrocarbures.</p>  |
| PU : À vaporiser et panneaux discontinus | HFO                           | <p>Efficacité : Les formules à base de HFO ont respecté les normes de sécurité pendant les essais. Cependant, des essais supplémentaires sont nécessaires pour réduire le HFO-1233zd (E) dans les formules de mousse de PU pour des raisons d'abordabilité et de viabilité commerciale. En ce qui concerne les panneaux en discontinu et autres applications de mousse rigide, les moules devraient être équipés de régulateurs de température, afin d'assurer un bon rendement.</p> <p>Le document UNEP/OzL.Pro/ExCom/89/10 mentionne plusieurs pays dans lesquels des projets de reconversion aux HFO se sont déroulés, dont l'Argentine, le Bahreïn, le Chili, la Colombie, l'Équateur, l'Indonésie, la Jordanie, la Malaisie, le Panama, la Thaïlande, l'Uruguay et le Viet Nam.</p> <p>Les renseignements reçus des agences d'exécution dans le cadre de cette étude théorique indiquent que l'usage des HFO est encore limité à cause de son prix élevé et des problèmes de disponibilité commerciale.</p> |
| PU : Mousse à vaporiser                  | CO <sub>2</sub> supercritique | <p>Le projet de démonstration a révélé que du point de vue technique, cette technologie pourrait être utilisée avec succès dans les pays visés à l'article 5.</p> <p>La technologie à base de CO<sub>2</sub> supercritique est une technologie brevetée appartenant à un pays non visé à l'article 5. L'entreprise bénéficiaire de la Colombie a jugé que les droits de licence étaient trop élevés et a décidé de ne pas choisir cette technologie. La question de la licence pourrait être pertinente pour la future adoption de cette technologie.</p> <p>Le document UNEP/OzL.Pro/ExCom/89/10 ne fait état d'aucun autre projet à part le projet de démonstration en Colombie.</p>   |
| Mousse de polystyrène extrudé            | HFO                           | <p>Une certaine optimisation de la densité et de la surface (petits trous) a été nécessaire afin de rendre la mousse de polystyrène acceptable à des fins commerciales. Les essais ont révélé qu'il y a possibilité de réduire l'inflammabilité du mélange de HFO-12324ze/diméthyl-éther (DME, un produit chimique inflammable) et d'améliorer son efficacité comme isolant thermique en réduisant l'utilisation de DME.</p> <p>Difficultés commerciales : La disponibilité et un prix constants ont été les plus grands obstacles à l'adoption à grande échelle des HFO. Ces questions ont été les principaux enjeux commerciaux relevés lors des</p>   |

| Secteur   | Technologie de remplacement      | Principaux résultats, comprenant les difficultés et les succès   |
|---|----------------------------------|--|
|   |                                  | projets de démonstration qui limitent l'usage des HFO dans les pays visés à l'article 5.   |
| Mousse de polystyrène extrudé   | CO <sub>2</sub> /FM              | <p>Les formules à base de CO<sub>2</sub> et de FM peuvent être utilisées dans la fabrication de mousse de polystyrène extrudé car la conductivité thermique, la force de compression et l'indice critique d'oxygène sont acceptables. La solubilité du FM a causé des inquiétudes, car elle le rend plus difficile à transporter et à entreposer.</p> <p>Les coûts de l'équipement et les coûts de transformation pour la technologie à base de CO<sub>2</sub> et de FM étaient plus élevés que pour les HCFC au moment des projets de démonstration. La diminution possible des coûts à mesure que la technologie acquiert de la maturité pourrait rendre son utilisation possible dans les PME.</p>  |
| <b>Secteur de la réfrigération et de la climatisation</b>   |                                  |  |
| Réfrigération commerciale (supermarchés)  | CO <sub>2</sub> transcritique    | <p>Le système de réfrigération à base de CO<sub>2</sub> transcritique est techniquement viable aux fins d'utilisation en supermarché dans des climats tels que celui de l'Argentine, où un projet pilote a été mené.</p> <p>Le RAP révèle que l'investissement initial du système de réfrigération à base de CO<sub>2</sub> transcritique est plus élevé que celui des systèmes à base de HFC, car la pression plus élevée exige de la tuyauterie plus robuste et un soudage supérieur lors de l'installation ; au prix de l'époque, l'investissement pour un système semblable à base de R-404A était d'environ 20 pour cent de moins que pour un système à base de CO<sub>2</sub> transcritique et 10 à 13 pour cent de moins qu'un système à base de HFC/glycol. Par contre, la consommation d'électricité du système à base de CO<sub>2</sub> transcritique a été évaluée à 27,64 pour cent de moins que le système de référence à base de HCFC-22/R-404A, selon les mesures faites dans les 11 mois précédant et suivant la reconversion en 2017 et 2018.</p>   |
| Réfrigération industrielle et commerciale, chambres frigorifiques, congélation, chambres frigorifiques/commerciales | NH <sub>3</sub> /CO <sub>2</sub> | <p>Les projets de démonstration ont validé l'utilisation de NH<sub>3</sub>/CO<sub>2</sub> dans les systèmes commerciaux. La toxicité du NH<sub>3</sub> est considérablement plus basse dans les systèmes en cascade à base de NH<sub>3</sub>/CO<sub>2</sub> que dans les systèmes de réfrigération à base de NH<sub>3</sub> pur. Les coûts de production du nouveau système sont plus faibles à cause de la réduction de la consommation d'électricité (gain d'efficacité de 10-20 pour cent), du fait qu'il exige moins d'entretien, du fait de ne pas devoir acheter du HCFC-22 pour faire l'appoint des systèmes à cause des fuites survenant pendant le fonctionnement, et l'utilisation de frigorigènes naturels moins onéreux.</p> <p>Les systèmes à base de NH<sub>3</sub>/CO<sub>2</sub> exigent des compétences et un savoir-faire plus avancés de la part des installateurs et des techniciens que les systèmes à base de HCFC-22. Une utilisation plus répandue de cette technologie dans les systèmes plus petits exigerait l'évaluation de la capacité des techniciens locaux à manipuler le NH<sub>3</sub>/CO<sub>2</sub> et du type de réglementations, normes et codes de pratique qui s'appliqueraient.</p> |
| Climatisation commerciale et résidentielle  | HFC-32                           | <p>Le HFC-32 est inflammable, mais les systèmes à base de HFC-32 sont plus faciles à concevoir, mettre en marché et utiliser que les systèmes à base d'hydrocarbures, à cause de l'inflammabilité générale moins élevée. Son PRG (675) est inférieur à celui d'autres HFC tels que le R-410A (PRG 2088).</p> <p>Lors des projets de démonstration, les systèmes à base de HFC-32 ont indiqué des gains en efficacité énergétique par rapport aux autres solutions de remplacement. Le coût des pompes à</p>  |

| Secteur                     | Technologie de remplacement | Principaux résultats, comprenant les difficultés et les succès  |
|-----------------------------|-----------------------------|---|
|                             |                             | <p>chaleur/refroidisseurs à base de HFC-32 était aussi plus élevé que ceux à base de HCFC-22, surtout à cause du coût plus élevé du compresseur et des composants électriques. Une production à grande échelle devrait entraîner une réduction des dépenses d'investissement de l'équipement à base de HFC-32.</p> <p>Au cours des dernières années, l'équipement à base de HFC-32 a commencé à faire son apparition sur le marché dans les pays qui ont profité du projet de démonstration, soit par l'entremise du fabricant local qui a reçu l'assistance du Fonds multilatéral, soit par l'importation par des fournisseurs internationaux de technologie. Les pays tels que le Bangladesh, la Chine, l'Indonésie, le Liban, la Thaïlande et le Viet Nam ont assisté à une augmentation de l'utilisation des climatiseurs à base de HFC-32.</p>   |
| Climatisation résidentielle | R-290                       | <p>La reconversion des chaînes de production et la fabrication de nouveaux appareils ménagers peuvent se faire de façon sécuritaire, malgré l'inflammabilité du R-290, lorsque des mesures convenables sont prises et que des outils et de l'équipement convenables sont utilisés.</p> <p>Les essais ont révélé que l'efficacité énergétique des systèmes à base de R-290 est de 5 à 12 pour cent plus élevée que celle des systèmes à base de HCFC-22.</p> <p>L'absence de normes pertinentes permettant une charge plus élevée dans les climatiseurs, les bonnes pratiques dans l'utilisation des substances inflammables et l'acceptabilité sur le marché sont les principaux obstacles à la commercialisation à grande échelle des appareils à base de R-290.</p> <p>Les agences d'exécution ont indiqué que l'usage de R-290 est limité à l'heure actuelle à cause des raisons énoncées ci-dessus.</p> |
| Climatisation résidentielle | HFO                         | <p>Les frigorigènes à base de HFO offrent l'efficacité de refroidissement requise. Par contre, une disponibilité et des prix constants sont des enjeux commerciaux importants relevés dans les projets de démonstration, car ils limitent l'utilisation des HFO dans les pays visés à l'article 5.</p>  |
| Secteur des pêches          | R-448A                      | <p>Le R-448A est une solution de remplacement directe du HCFC-22 dans le secteur des pêches. Par contre, il présente un PRG élevé de 1 390. Il satisfait aux exigences d'élimination, mais ne convient pas pour réduire les émissions de GES.</p> <p>L'équipe de consultants de MIT a réalisé une étude théorique détaillée sur les frigorigènes à base de R-448A en tant que frigorigènes possibles pour le projet de démonstration. Les essais du R-448A ont été arrêtés à la suite de la recommandation du Comité exécutif à sa 80<sup>e</sup> réunion, à cause de son PRG élevé. Il n'existe toutefois aucune substance de remplacement dans la catégorie des frigorigènes A1.</p> <p>D'autres technologies doivent être évaluées afin de trouver des solutions de remplacement à PRG plus faible.</p>  |
| <b>Secteur des solvants</b> |                             |   |
| Solvants                    | KC-6                        | <p>Le K-6 présente une bonne efficacité environnementale. Il a un point d'ébullition plus élevé et une plus grande stabilité chimique que le HCFC-141b, ce qui facilite la gestion de la réduction des émissions et réduit la consommation.</p> <p>Le projet de démonstration a contribué au programme d'élimination dans le secteur car, à la suite de la démonstration, six entreprises ont</p>   |

| Secteur | Technologie de remplacement | Principaux résultats, comprenant les difficultés et les succès  |
|---------|-----------------------------|---|
|         |                             | choisi le K-6 comme technologie de remplacement et signé des contrats pour éliminer la consommation de HCFC-141b. |

**Source :** Élaboration personnelle basée sur l'étude théorique

38. Les installations de fabrication pour les projets sans reconversion de processus de fabrication ont été choisies lors de la conception des projets. Ces installations ont été utilisées pour la conception du projet et le développement technologique, le développement des prototypes et les essais. Des essais ont été réalisés dans ces installations avec l'aide d'experts de l'extérieur.

39. Plusieurs technologies, dont les technologies à base de HFO, de CO<sub>2</sub> supercritique, de KC-6 et de FM étaient parmi les principales technologies faisant l'objet de droits de propriété intellectuelle (PI). Les détenteurs de la PI ont participé activement aux projets de démonstration. Comme il s'agissait de technologies brevetées, la divulgation des renseignements commerciaux et techniques s'est avérée complexe. Des renseignements détaillés ont été communiqués aux parties prenantes concernées lorsque les droits de PI ont été payés à même les fonds du Fonds multilatéral.

40. Lorsque les droits de PI avaient été payés par les entreprises bénéficiaires, la diffusion des connaissances des projets de démonstration n'a consisté qu'à partager quelques informations sur des tribunes publiques afin de protéger le savoir-faire privatif. Une méthode de partage des informations privatives, telles que la communication de renseignements sur demande seulement, la communication de renseignements après la signature d'accords de non-divulgation et la sollicitation d'aide du fournisseur privé pour la communication directe des données requises, a été développée avec les parties intéressées dans certains cas.

### Politiques et réglementations

41. Les politiques existantes des pays ont été analysées pour tous les projets de reconversions visés par cette étude afin de faciliter la mise en œuvre des projets de démonstration. Ces projets ont mis en évidence la nécessité d'améliorer les normes de sécurité, mais cette tâche ne relevait pas du projet de démonstration.

42. Les documents des projets indiquaient que l'absence de normes convenables a été le plus grand obstacle à la pleine commercialisation des appareils à base de HFC-32 et de R-290. Ces normes consistaient en des normes de sécurité relatives à l'utilisation de frigorigènes inflammables dans les climatiseurs résidentiels et commerciaux, la limite de la charge des frigorigènes à base d'hydrocarbures dans les climatiseurs, les exigences entourant le transport des climatiseurs individuels remplis de frigorigènes inflammables, et les codes de sécurité technique pour l'entretien de l'équipement à base de frigorigènes inflammables. Les documents relatifs aux projets ont précisé que les fabricants hésitaient à vendre leurs produits, même après la reconversion, à cause de l'absence de ces normes. Les systèmes à base de HFC-32 ont quand même commencé à s'approprier une part de marché importante dans certains pays tels que la Chine et la Thaïlande au cours des dernières années. L'utilisation du R-290 demeure toutefois limitée à cause de l'absence de normes permettant des charges plus importantes dans les appareils de climatisation.

43. Des documents pour mettre à jour les normes nationales (NCT 6828) conformes à la norme ISO 5149 ont été développés dans certains projets, et un plan d'appui a été préparé à l'intention des utilisateurs et du secteur de l'entretien. Le besoin de mettre à jour les normes de sécurité et de réviser les charges limite ont été indiqués dans certains projets en Chine.

44. Le projet de démonstration sur la qualité et le confinement des frigorigènes et l'adoption de substances de remplacement à faible PRG (régions de l'Afrique de l'Est et les Caraïbes) ont évalué l'impact des réglementations et des normes sur l'adoption de la technologie dans ces pays. Les parties prenantes ont reçu une formation en utilisation des instruments d'analyse des frigorigènes, identification des frigorigènes

contrefaits et la mesure de l'efficacité de l'équipement de réfrigération et climatisation à base de frigorigènes purs et contrefaits. Les documents de projet de ce projet mentionnent également le besoin d'imposer des mesures légales punitives afin de contrôler l'utilisation de faux frigorigènes.

### **Arrangements institutionnels et gestion**

45. Les Bureaux nationaux de l'ozone et les agences d'exécution ont joué un rôle de premier plan dans la gestion et la coordination des projets. Des experts techniques de l'extérieur ont aussi été embauchés pour la plupart des projets. Les renseignements recueillis au cours des échanges avec les agences d'exécution pendant cette étude théorique indiquent que les Bureaux nationaux de l'ozone ont joué un rôle actif dans la coordination des différentes activités en lien avec les projets de démonstration. En même temps, dans d'autres cas, les agences d'exécution ont dû jouer un rôle plus pratique en coordonnant les principaux aspects des projets lorsque les Bureaux nationaux de l'ozone ne possédaient pas les capacités requises. Les entreprises ont joué un rôle très actif dans les projets portant sur la reconversion des processus de fabrication et de l'équipement pour utilisation finale, surtout lorsque les connaissances techniques entourant les questions critiques portant sur la mise en œuvre de ces projets faisaient défaut.

46. La conception des projets de démonstration a plutôt mis l'accent sur la technologie et moins sur la réforme et les rajustements nécessaires pour faciliter l'adoption de la technologie. Ceux-ci devront être abordés de manière plus efficace lors de la conception de futurs projets de démonstration grâce à des indicateurs qui évalueront la capacité technique des pays à lancer les projets et le soutien préliminaire requis pour une démonstration réussie.

47. Les associations d'industrie n'ont joué aucun rôle dans la mise en œuvre de la plupart des projets. Certaines ont activement participé au volet de la diffusion des connaissances des projets. Des comités de coordination ont été formés dans les projets régionaux et mondiaux, auxquels ont participé les Bureaux nationaux de l'ozone de différents pays, les entreprises participantes et les experts techniques. Ces projets ont aussi profité de la participation des institutions jouant un rôle dans les normes de sécurité et d'efficacité énergétique, des autorités responsables des essais et des institutions techniques. Cet engagement émanait aussi des PGEH en cours.

### **Suivi et évaluation/vérification**

48. Les représentants du gouvernement ont vérifié les étapes des projets avec le soutien des agences d'exécution et des experts techniques. Des visites comprenant des enquêtes immédiates sur place, la vérification des changements apportés au processus de fabrication, la vérification des données de production et la vérification des résultats des essais ont été effectuées pour les projets de reconversion. Le rendement a été vérifié et les résultats indiqués dans les rapports finaux des projets remis au Fonds multilatéral.

49. Les experts de l'extérieur ont vérifié l'adaptation afin de confirmer que l'usine avait reconverti ses opérations à la technologie choisie et que l'ancien équipement avait été abandonné et détruit. Cela n'a toutefois pas été suffisant pour confirmer l'utilisation active de la nouvelle technologie. Il pourrait y avoir eu des situations où la nouvelle technologie n'a pas été utilisée à cause d'une faible acceptation sur le marché ou de l'absence de normes techniques permettant le remplacement de ces produits sur le marché (p. ex., l'utilisation de climatiseurs à base de R-290 pour des raisons de sécurité et d'acceptabilité), malgré la reconversion.

50. L'efficacité des projets a été abordée dans divers documents en lien avec les projets, tels que les rapports périodiques, les rapports finaux et les RAP. Le modèle de rapport périodique comprend généralement un texte expliquant les progrès accomplis dans le cadre du projet au moment des réunions particulières du Comité exécutif. Cependant, en général, le rapport périodique ne comprend pas tous les

détails pour la plupart des projets ou n'offre que des explications limitées. Ce manque de détails ne permet pas une analyse plus approfondie de ce document dans le contexte de l'étude théorique.

51. Le RAP est un modèle de rapport visant à saisir toute l'information pertinente sur un projet, dont l'atteinte des objectifs du projet par le biais de ses différentes activités (partie 2.1 du RAP) et le niveau de résultats (partie 2.2 du RAP). Par contre, les indicateurs de réussite ne sont pas toujours bien définis. Il a souvent été constaté au cours de l'étude que dans la plupart des projets, l'efficacité du projet avait été jugée « hautement satisfaisante » dans le contexte de ces deux parties, sans explication raisonnable de cette évaluation. Idéalement, les indicateurs liés aux activités et les indicateurs liés aux impacts devraient être développés dans les propositions de projets et ensuite suivis dans le RAP. De même, d'autres parties du RAP, notamment concernant les retards, les problèmes et les correctifs apportés (partie 3.2), les enseignements tirés, les faits saillants et les problèmes (partie 5) ne présentaient pas toujours l'information pertinente. L'absence de lignes directrices sur l'élaboration d'indicateurs (pour les activités et les impacts), sur l'évaluation des progrès révélés par ces indicateurs et les renseignements à inclure dans chacune des parties pourrait expliquer le suivi inadéquat. L'Administratrice principale, Suivi et évaluation pourrait tenir compte de ces éléments lors d'une future mise à jour du modèle du RAP.

52. L'adoption à plus grande échelle par les pays ou les secteurs n'a pas fait l'objet d'un suivi dans les projets de démonstration, car le suivi des projets de démonstration ne portait que sur les étapes des projets. Le PGEH fournit un meilleur suivi de l'adoption de la technologie dans les pays et les secteurs, qui ne font pas partie des objectifs du projet.

53. Les projets de démonstration ont aussi assuré un bref suivi visant à découvrir si les technologies de remplacement avaient des effets néfastes sur la santé ou l'environnement. Dans certains cas, les documents de projet ont fait état de conséquences positives, dont des bienfaits possibles pour la santé, et une amélioration des normes, sans toutefois fournir suffisamment de détails pour les inclure dans cette étude.

### **Assistance technique et formation**

54. L'assistance technique, dans le contexte de ces projets, consistait en une assistance pour le transfert de technologie, le fonctionnement de l'usine, la formation des experts, la vérification des installations, le développement des prototypes de produits, l'entreposage et le transport, et les problèmes d'utilisation du produit final et d'entretien.

55. Des experts techniques ont été embauchés pour plusieurs projets, afin d'offrir des conseils techniques pour le choix des solutions de remplacement, les essais d'efficacité, l'optimisation, les questions de sécurité, la reconversion de la chaîne de fabrication, etc. Compte tenu de l'usage limité des technologies démontrées dans les pays/régions, les visites des experts sur le terrain et les ateliers techniques ont été un moyen important d'offrir l'assistance technique.

56. Dans certains cas, les essais d'efficacité ont aussi été réalisés dans des laboratoires de l'extérieur. Par exemple, l'utilisation de mousse à vaporiser à base de HFC dans des circonstances de température ambiante élevée a été évaluée par un laboratoire indépendant de la Finlande, le CETEC (laboratoire accrédité de vérification des chaussures au Mexique) a été retenu pour vérifier les semelles de chaussure à base de FM au Mexique, le laboratoire Intertek a été utilisé pour l'essai de prototypes de PRAHA-I et des laboratoires OTS ont été utilisés pour les essais et l'analyse de PRAHA-II.

57. Les fournisseurs de technologie et les experts techniques ont aussi, à certaines occasions, fourni le savoir-faire nécessaire sur l'utilisation des substances de remplacement. Les fournisseurs d'agent de gonflage (Honeywell et Chemouns) ont offert un soutien actif aux formulateurs des sociétés de formulation pour l'utilisation des HFC et JRAIA a participé à l'élaboration d'un modèle d'évaluation des risques de PRAHA-II. ASHRAE, CHEAA et JRAIA ont collaboré aux activités de renforcement des capacités.

58. Une des questions de cette étude théorique portait sur les exigences pour l'obtention d'un permis de manipulation et d'utilisation de certaines substances de remplacement (telles que les substances de remplacement inflammables). Les permis commerciaux propres aux pays pourraient être nécessaires pour manipuler des substances de remplacement, mais les documents sur les projets contenaient trop peu de renseignements détaillés sur le sujet pour pouvoir déterminer si ces permis étaient nécessaires.

### **Aspects financiers**

59. Les sommes réelles ayant été utilisées pour les projets indiquées dans les rapports correspondaient aux sommes allouées pour la plupart des projets, ce qui permet de conclure que les sommes allouées étaient suffisantes. Il faut toutefois noter que 40 pour cent seulement des RAP ont présenté une ventilation détaillée des coûts. Quant aux autres projets, une comparaison de la somme approuvée et des coûts réels a été fournie, sans détails concernant le type de dépense, ce qui n'a pas permis d'en faire l'analyse pour l'étude théorique.

60. Il a été mentionné dans quelques projets que les sommes n'ont pas été suffisantes pour effectuer d'autres essais d'optimisation, tels que le HFC-1234ze utilisé avec le DME comme agent de gonflage (mousse de polystyrène extrudé en Turquie). Des sommes supplémentaires auraient été nécessaires dans ces projets pour effectuer une optimisation plus poussée ou réaliser des essais supplémentaires. Les sommes initiales ont toutefois été jugées suffisantes pour vérifier la viabilité initiale de la technologie pour ces projets, mais le Fonds multilatéral n'a pas financé de travaux supplémentaires. Des travaux supplémentaires pourraient être nécessaires dans certains projets, afin de mieux comprendre les questions techniques et commerciales. Ce financement pourrait être accordé au cas par cas.

61. Les surcoûts d'investissement et d'exploitation ont été évalués à partir de l'efficacité finale du projet et des coûts réels de la reconversion. Les sommes allouées étaient presque les mêmes que les surcoûts d'investissement définis par ces projets pour la plupart des projets de reconversion, confirmant que les sommes étaient suffisantes. L'estimation des surcoûts d'exploitation a exigé une évaluation des coûts/économies supplémentaire pour les frigorigènes ou les agents de gonflage par rapport aux HCFC.

62. Un cofinancement a été obtenu pour les projets comprenant la reconversion de la chaîne de fabrication et un changement dans l'équipement d'utilisation finale. Dans ces projets, le cofinancement a été assuré par les entreprises bénéficiaires chez lesquelles la reconversion a eu lieu. Les RAP ne déclarent aucun cofinancement gouvernemental pour les projets de démonstration. Aucun document de projet ne mentionne de difficulté importante à obtenir le cofinancement prévu lors de la conception du produit ni comment des obstacles ont été surmontés.

63. De façon générale, le financement de contrepartie a été offert pour la conception du système, l'achat de l'équipement principal et les activités internes de renforcement des capacités. Un soutien financier a été accordé pour les dépenses réelles dans tous ces projets. Les documents de projet étudiés ne précisent pas clairement la nature du financement de contrepartie (investissements de capitaux, prêts, financement à des conditions de faveur, en biens et services, etc.). À cet égard, la création d'un modèle de renseignements minimum à fournir pourrait être utile pour recueillir de l'information dans les futures études.

64. Le tableau 6 indique la valeur du cofinancement attribué aux projets (source : rapports finaux des projets).

**Tableau 6. Cofinancement accordé aux projets de démonstration**

| <b>Projet</b>   | <b>Subvention du Fonds multilatéral (\$US)</b> | <b>Cofinancement (\$US)</b> | <b>Cofinancement en tant que pourcentage de la subvention du Fonds multilatéral (%)</b> |
|---|--|-----------------------------|---|
| Projet de démonstration sur les appareils de compression à vis à fréquence semi-hermétique à base d'ammoniaque dans l'industrie de la réfrigération industrielle et commerciale chez Fujian Snowman Co., Ltd. (Chine)   | 1 026 815                                      | 890 454                     | 86,7  |
| Projet de démonstration sur la reconversion d'une technologie à base de HCFC-22 à une technologie à base d'ammoniaque/CO <sub>2</sub> dans la fabrication de systèmes de réfrigération à deux étages pour l'entreposage à froid et la congélation chez Yantai Moon Group Co. Ltd. (Chine) | 2 490 936                                      | 1 697 694                   | 68,2  |
| Projet de démonstration sur la reconversion d'une technologie à base de HCFC-22 à une technologie à base de HFC-32 dans la fabrication de refroidisseurs de la source d'air/pompes à chaleur commerciaux chez Tsinghua Tong Fang Artificial Environment Co. Ltd. (Chine)                  | 733 530  | 96 814                      | 13,2  |
| Sous-projet de démonstration pour la reconversion de la fabrication de compresseurs de climatiseurs individuels du HCFC-22 au propane chez Guangdong Meizhi (Chine)   | 1 875 000                                      | 1 523 093                   | 81,2  |
| Sous-projet de démonstration pour la reconversion du HCFC-22 au propane chez Midea Room Air-conditioner Manufacturing Company (Chine)   | 4 328 495                                      | 1 679 777                   | 38,8  |
| Projet de démonstration chez les fabricants de climatiseurs, afin de créer des climatiseurs de fenêtre monoblocs à base de frigorigènes à plus faible PRG (Arabie saoudite) <sup>14</sup>   | 513 294  | 616 000                     | 120,0   |
| Projet de démonstration dans les sociétés de formulation en Thaïlande afin de formuler des polyols prémélangés utilisant des agents de gonflage à PRG plus faible pour la mousse de polyuréthane à vaporiser (Thaïlande)  | 274 804  | 45 249                      | 16,5  |
| Projet de démonstration sur les avantages techniques et économiques de l'injection à vide assistée dans une usine de panneaux en discontinu adaptée du HCFC-141b au pentane (Afrique du Sud)  | 222 200  | 244 000                     | 109,8   |
| Démonstration du R-290 (propane) comme frigorigène de remplacement dans la fabrication de climatiseurs commerciaux chez Industrias Thermotar Ltda. (Colombie)   | 500 000  | 153 831                     | 30,8  |
| Projet de démonstration visant à valider l'utilisation d'hydrofluoroléfinés pour les panneaux en discontinu dans les pays visés à l'article 5 Parties grâce au développement de formules économiques (Colombie)   | 248 353  | 52 800                      | 21,3  |
| Démonstration de l'utilisation d'un système de réfrigération à base d'ammoniaque/dioxyde de carbone pour remplacer le HCFC-22 chez le producteur de taille  | 510 161  | 449 000                     | 88,0  |

<sup>14</sup> Un des volets portait sur la création de prototypes de climatiseurs de fenêtre à Saudi Factory for Electrical Appliances Co. Ltd., mais l'entreprise s'est retirée du projet de démonstration. La somme de 200 000 \$US allouée à ce volet du projet a été restituée au Fonds multilatéral.

| Projet   | Subvention du Fonds multilatéral (\$US) | Cofinancement (\$US) | Cofinancement en tant que pourcentage de la subvention du Fonds multilatéral (%) |
|--|---|----------------------|--|
| moyenne et le détaillant Premezclas Industriales S.A. (Costa Rica) |   |                      |  |

Source : Élaboration personnelle fondée sur l'étude théorique

65. Un des objectifs principaux de ces projets était d'effectuer une évaluation technique des substances de remplacement. La plupart des projets ne comprenaient pas de volet sur l'élaboration des politiques et des réglementations nécessaires afin de favoriser l'adoption de substances de remplacement retenues des HCFC dans les pays/régions. Les documents de deux projets seulement ont mentionné la mise en place de normes et que des sommes avaient été allouées à cette activité :

- a) Normes et disponibilité sur le marché de frigorigènes de qualité, mis en œuvre dans six pays de la région de l'Afrique de l'Est : 20 000 \$US alloués pour l'évaluation des cadres de politiques nationaux ;
- b) Démonstration de l'utilisation d'un système à base de NH<sub>3</sub>/CO<sub>2</sub> en remplacement du HCFC-22 chez le fabricant de taille moyenne et détaillant Premezclas Industriales S.A., au Costa Rica : Élaboration de réglementations et de normes : 15 000 \$US. Le rapport final du projet ne fournit pas de renseignements sur les travaux réalisés dans ce volet du projet.

### Communication et diffusion

66. Tous les modèles de projets et leur mise en œuvre prévoyaient des activités de communication et diffusion. Les principaux modes de communication et de diffusion ont été les ateliers techniques, les visites d'études, les lancements de produits, les expositions technologiques et la distribution de livrets. De plus, les agences d'exécution ont fait part de l'expérience acquise dans ces projets lors de différentes conférences et ateliers nationaux et internationaux, notamment lors des réunions de réseaux, dans des webinaires et lors de conférences internationales. Les ateliers s'adressaient généralement à des techniciens participants aux activités des usines, aux Bureaux nationaux de l'ozone, aux experts techniques, aux utilisateurs et aux fournisseurs de technologie.

67. Les rapports finaux des projets ont offert de l'information sur les indicateurs techniques, les caractéristiques des produits finaux, les éléments de coût, les bienfaits environnementaux et les difficultés possibles. Des fiches d'information ont aussi été créées afin de fournir les renseignements essentiels sur les projets aux participants de l'industrie. Ces rapports sont offerts au public sur le site Web du Fonds multilatéral.<sup>15</sup> Des visites d'étude et des ateliers de formation ont été organisés afin de faciliter le transfert de connaissances entre les entreprises. Les agences d'exécution ont aussi diffusé des études de cas utiles sur diverses tribunes internationales telles que les réunions de réseau des Bureaux nationaux de l'ozone, des conférences régionales et des expositions techniques.

68. Les pays ont utilisé les connaissances acquises dans le cadre des projets de démonstration afin de recenser les technologies possibles d'élimination des HCFC pour leur PGEH. Les pays ont aussi commencé à offrir des programmes de formation aux techniciens d'entretien de l'équipement de réfrigération et de climatisation sur la manipulation de substances de remplacement inflammables, ce qui a contribué à diffuser les connaissances acquises aux parties prenantes.

<sup>15</sup> Disponible sur le site <http://www.multilateralfund.org/Our%20Work/DemonProject/default.aspx>.

69. Les documents de projet analysés ont mentionné quelques difficultés dans la communication des enseignements tirés des projets de démonstration, dont l'hésitation des entreprises à partager de l'information concurrentielle sur l'efficacité sur les plus grandes tribunes de l'industrie, la nature trop vaste des programmes régionaux et mondiaux qui limite parfois la capacité de joindre des publics pertinents compte tenu des ressources limitées (temps et budget), et le fait que plusieurs pays ne possèdent pas d'association d'industrie active, ce qui complique la tâche de tenter de joindre un plus grand nombre de participants de l'industrie.

70. En ce qui concerne les activités de communication et de diffusion, les renseignements déclarés ne portent que sur les modalités utilisées (p. ex., ateliers, visites d'étude), le nombre de participants (sans ventilation par sexe) et l'utilisation de la totalité du budget. Les documents de projet ne mentionnent pas de méthode formelle utilisée pour évaluer l'efficacité et l'impact de ces programmes. Ceci pourrait également être pris en ligne de compte pour l'ajout d'indicateurs supplémentaires lors d'une mise à jour éventuelle du modèle de rapports sur les projets de démonstration.

### **Pérennité et reproductibilité**

71. La plupart des technologies choisies pour les projets de démonstration n'étaient pas utilisées de façon importante dans le pays ou la région au moment de la mise en œuvre des projets. Ces projets avaient pour but de faire l'essai et la démonstration de la viabilité des choix technologiques pour l'utilisation à laquelle ils étaient destinés et dans la région. Par exemple, plusieurs projets visaient plusieurs utilisateurs dans le secteur de la réfrigération et climatisation dans des pays à température ambiante élevée, en espérant que les choix technologies viables puissent être reproduits dans tous les pays à température ambiante élevée.

72. Ces projets devaient renseigner les pays sur les technologies viables, les surcoûts d'investissement et d'exploitation, les bienfaits environnementaux et les difficultés liées à l'adoption de ces technologies. Les activités de communication et de diffusion de ces projets avaient pour but de fournir les connaissances nécessaires à l'industrie et aux autorités chargées de la réglementation afin qu'elles puissent collaborer à la promotion des choix ayant fait leurs preuves. On s'attendait à ce que les pays tiennent compte de ces résultats lors de l'adoption à plus grande échelle des technologies pour éliminer les HCFC, dans le cadre de l'élaboration des plans de secteur ou des stratégies de pays.

73. Le financement des PGEH peut servir à reproduire des technologies dans des secteurs où leur efficacité a été démontrée et qu'aucune difficulté commerciale n'existe. L'information fournie par les agences d'exécution révèle que grâce à ces succès, l'utilisation du méthylal, du FM et du cyclopentane dans le secteur des mousses, du K-6 dans le secteur des solvants, du NH<sub>3</sub>/CO<sub>2</sub> dans le secteur commercial, du CO<sub>2</sub> transcritique dans les supermarchés et du HFC-32 dans le secteur de la climatisation a augmenté dans les pays où les projets de démonstration ont eu lieu, comme l'indiquent les renseignements fournis dans les documents de projet examinés.

74. Les sommes allouées par le Fonds multilatéral ont été utilisées pour l'élaboration d'un projet propre au pays, tel que la « Promotion des frigorigènes à faible PRG dans l'industrie de la climatisation en Égypte ». Ce projet a été élaboré à partir des perspectives et des connaissances acquises dans le cadre du projet PRAHA, et a mené à l'approbation de la reconversion du secteur de la climatisation. Voilà un exemple positif de la reproductibilité émanant de méthodologies développées dans le cadre de projets de démonstration.

75. L'utilisation de technologies telles que le propane, les HFO et le CO<sub>2</sub> supercritique a été limitée à cause de problèmes liés à la sécurité, l'absence de normes pertinentes, la disponibilité commerciale et les questions liées aux droits de licence, malgré le fait que la viabilité technique ait été démontrée lors des projets de démonstration. La disponibilité commerciale et les coûts (coûts des produits ou droits de licence) pourraient être des facteurs essentiels pour d'autres entreprises du secteur ou de la région qui envisagent d'adopter une de ces technologies.

76. Les projets portant sur l'utilisation de substances de remplacement inflammables ont aussi mis en évidence la nécessité de normes de sécurité pour la manipulation de frigorigènes inflammables, la révision de la limite de la charge de frigorigènes (pour le R-290) et les normes d'efficacité énergétique, qui ne sont que quelques réglementations habilitantes qui pourraient contribuer à la reproductibilité des technologies ayant été démontrées avec succès. L'élaboration de ces normes peut toutefois être longue et difficile, et a été prise en charge par les PGEH ou les autorités d'efficacité énergétiques des pays, car il ne relevait pas du mandat des projets de démonstration d'élaborer de telles mesures.

77. En ce qui concerne les projets de démonstration sur la reconversion des chaînes de fabrication ou de l'équipement pour utilisation finale, les entreprises devront assurer le fonctionnement de l'usine grâce à un financement interne après avoir reçu le soutien initial du Fonds multilatéral pour les surcoûts d'investissement et d'exploitation. Les surcoûts d'exploitation des projets de reconversion sont fournis après une période de fonctionnement limitée, ce qui peut constituer une mesure d'encouragement pour la pérennité des projets. Par contre, une fois la reconversion terminée, on estime que le fonctionnement à succès de l'entreprise assurera la pérennité du projet, mais ces facteurs ne relèvent pas du mandat des projets de démonstration.

78. Seuls quelques projets ont offert de l'information sur la réduction directe des GES et autres impacts environnementaux à l'étape de la conception et dans leurs rapports finaux. Rappelons que l'objet essentiel de ces projets était de faire la démonstration de la viabilité des choix de remplacement possibles des HCFC offrant un faible PRG. La réduction réelle des GES n'aura lieu que si l'entreprise choisit d'utiliser ces choix technologiques une fois le projet de démonstration terminé. Aucun système de suivi n'a été créé pour demeurer informé du sort des technologies démontrées et leur adoption sur le marché, après l'achèvement du projet. Le lien de causalité entre l'adoption de la technologie et la mise en œuvre d'un projet de démonstration n'a pas pu être évalué après le fait car aucun cadre de résultats n'avait été défini à cet égard lors de la conception et de la mise en œuvre du projet. L'ajout d'une évaluation après le projet pourrait être envisagé à l'avenir en tant qu'élément possible de la conception des projets et des modèles de rapports de projet.

79. Les projets de démonstration ont aussi contribué indirectement au développement des compétences techniques des bénéficiaires. La création d'installations pour les essais utilisées pour évaluer l'efficacité d'un produit dans les industries des mousses et de la réfrigération et climatisation, et le développement des capacités internes par les sociétés de formulation afin qu'elles puissent créer des formules et optimiser des méthodes, ne sont que des exemples. Aucun effet néfaste imprévu des projets de démonstration n'a été signalé dans les documents relatifs aux projets étudiés.

## **Conclusions générales**

80. *Pertinence des projets de démonstration* : Ils jouent un rôle important dans la création et la compréhension des technologies de remplacement, en analysant et en évaluant leur efficacité dans certaines utilisations. Ils offrent aux pays et aux secteurs une orientation pour des choix technologiques viables, et ouvrent ainsi la porte à l'adoption de technologies de remplacement qui favorisent non seulement la réduction des SAO mais aussi des GES.

81. *Facteurs de conception des projets* : Les facteurs suivants de conception des projets de démonstration ont été jugés essentiels à leur succès :

- a) Des indicateurs d'efficacité technique clairement définis ;
- b) La participation de toutes les parties prenantes, y compris les représentants de l'industrie, à la conception, lorsqu'on planifie les essais et les reconversions ;
- c) La participation d'experts techniques ou de fournisseurs de technologie ;

- d) Un plan de communication et de diffusion afin d'informer les parties prenantes du pays et du secteur, avant, pendant et après l'achèvement des projets.

82. Voici d'autres facteurs qui pourraient être inclus dans la conception des futurs projets de démonstration :

- a) Des indicateurs d'intégration de l'égalité des sexes afin d'évaluer l'impact sur l'égalité et la représentation des femmes ;
- b) Une évaluation des risques préliminaires et des scénarios d'urgence (comprenant les coûts) ;
- c) L'amélioration des modèles de proposition de projet et d'établissement de rapports de projet, dont les RAP, afin d'améliorer la collecte de données et les enseignements connexes tirés des projets de démonstration.

83. *Choix de technologie* : D'autres facteurs (tels que l'acceptabilité sur le marché, les enjeux commerciaux, l'absence de normes ou des normes qui interdisent l'utilisation de certaines technologies, les enjeux de sécurité, etc.) peuvent nuire à l'utilisation active de ces technologies, même lorsque la technologie s'est avérée un choix viable et même après qu'elle ait été techniquement validée dans le cadre d'un projet de démonstration. La connaissance des enjeux par les parties prenantes est importante et favorisera l'adoption de choix technologiques à faible PRG.

84. *Essais non concluants* : Aucune conclusion n'a été tirée dans certains projets de démonstration au sujet de la faisabilité de la technologie (p. ex., HFO ou FM dans le secteur des mousses). Des essais supplémentaires auraient été bénéfiques, mais ils n'ont pas été réalisés à cause des contraintes budgétaires. Des approches novatrices telles qu'un financement supplémentaire d'urgence pour des situations très particulières pourraient être examinées au cas par cas, afin que le Fonds multilatéral puisse acquérir de l'information à jour sur les aspects techniques et de structure de coûts, à une fraction du coût d'un exercice de validation avancée (c.-à-d., par rapport à un nouveau projet en bonne et due forme). Les facteurs d'évaluation des risques pourraient être ajoutés à de futures propositions de projets de démonstration afin d'aider à identifier les conditions dans lesquelles un tel financement d'urgence pourrait être envisagé.

85. *Retards dans la mise en œuvre* : La majorité des projets de démonstration ont connu des retards dans la mise en œuvre qui ont presque doublé la période prévue d'achèvement des projets. Les raisons citées comprennent la signature des accords avec les principales parties prenantes et, par conséquent, dans le décaissement des fonds, et autres mesures (achats, etc.). La conception et la planification des projets pourraient être renforcées afin de mieux prévoir et prévenir les retards possibles, et identifier les correctifs d'urgence possibles, afin de pouvoir mieux évaluer la durée réelle des projets et leur date d'achèvement prévue.

86. *Efficacité énergétique* : Certaines technologies de remplacement ont des conséquences positives sur l'amélioration de l'efficacité énergétique. L'adoption de ces technologies pourrait réduire considérablement les émissions de GES. Les gains d'efficacité énergétique réalisés pourraient aussi aider à améliorer la viabilité commerciale des technologies de remplacement dans d'autres secteurs de la réfrigération, de la climatisation et de la mousse de PU lorsqu'elles sont utilisées pour l'isolation thermique.

87. *Enseignements tirés et reproductibilité à partir des projets de démonstration* : L'évaluation des coûts du projet ne doit pas être considérée comme étant représentative d'autres projets, car les paramètres de la démonstration ne sont pas les mêmes que ceux d'une reconversion complète. Par conséquent, bien que les résultats des projets de démonstration jouent un rôle dans la reconversion complète, ils ne doivent pas être un facteur déterminant de la décision finale et de la mise en œuvre des projets d'investissement

réguliers. Une évaluation plus poussée des différents pays et des différentes technologies doit se faire avant de passer à une stratégie totale.

### **Facteurs à prendre en considération dans la conception de futurs projets de démonstration**

88. L'objet et la conception des projets de démonstration pourraient être examinés et élargis afin que leur mise en œuvre contribue à évaluer non seulement la viabilité technique des technologies de remplacement, mais aussi d'autres enjeux concernant leur adoption possible. La conception du projet pourrait inclure des questions telles que les difficultés de l'adoption sur le marché auxquelles peuvent faire face les produits à base de technologies de remplacement, l'abordabilité et le caractère concurrentiel, le savoir-faire et les capacités existantes. Les éléments de remise de rapports continus sur l'adoption de la technologie au pays pourraient être ajoutés à la conception du projet afin que la mise en œuvre des projets de démonstration continue à fournir des informations et jette de la lumière sur les enjeux de la pérennité des réalisations du Protocole de Montréal grâce aux projets du Fonds multilatéral.

89. L'ajout de paramètres contextuels à la conception du projet permettrait aux projets de démonstration de fournir une évaluation plus complète de la faisabilité techno-commerciale associée à leur mise en œuvre. Une connaissance détaillée des questions de technologie et de marché aiderait les pays à élaborer des stratégies de réduction des HCFC et des HFC plus efficaces.

90. Il faut diminuer les retards de mise en œuvre liés à des questions administrative ou d'achat. Une évaluation préliminaire détaillée au moment de la conception du projet aiderait à reconnaître les goulots d'étranglement ou les obstacles possibles à prendre en ligne de compte dans la détermination de la durée du projet et sa date d'achèvement prévue. Des mécanismes spéciaux permettant d'alléger le processus afin de raccourcir la période entre l'approbation du projet et le lancement des projets de démonstration pourraient favoriser une mise en œuvre plus souple et produire des résultats dans un délai utile, pour le bienfait de toutes les parties prenantes et des décideurs.

91. Les projets de démonstration, par leur nature, peuvent comprendre des éléments imprévus tels que des essais préliminaires qui ne satisfont pas aux critères d'efficacité. Des prévisions budgétaires pour du temps et des ressources supplémentaires dans des conditions précises bien définies pourraient aider à mener à terme des essais qui seraient autrement non concluants, pour un coût marginal.

92. Les projets de démonstration menés dans des pays possédant peu de savoir-faire technique sur l'utilisation des substances de remplacement devraient miser fortement sur la participation d'experts techniques et d'instituts techniques compétents pour offrir un soutien technique. Ce volet devrait être abordé à l'étape de la conception du projet.

93. Les cadres de résultats des projets n'ont présenté aucun suivi actif de l'égalité des sexes ni d'aucune autre question intersectorielle. Ces questions devraient être intégrées à la conception du projet en ajoutant des indicateurs, et suivis pendant la mise en œuvre, afin de mesurer la contribution à l'Objectif de développement durable 5, dans le respect de l'application de la politique d'intégration de l'égalité des sexes du Fonds multilatéral.

94. Les futurs projets de démonstration devraient respecter les plans de mise en œuvre de l'Amendement de Kigali pour la réduction progressive des HFC et ces aspects devraient être inclus dans la conception en appui aux Bureaux nationaux de l'ozone et aux autres agences gouvernementales concernées aux fins d'acquisition et de développement des connaissances techniques requises pour les différentes technologies de remplacement. Ils pourraient aussi inclure des questions intersectorielles portant sur l'efficacité énergétique et les normes de sécurité, qui pourraient être utilisées dans les programmes de communication et de diffusion des connaissances chez les parties prenantes.

95. La participation des associations d'industrie n'a pas retenu suffisamment d'attention dans la conception des projets de démonstration et ceux-ci n'ont pas fourni beaucoup d'information sur leur rôle possible dans l'adoption de la technologie démontrée. De plus, plusieurs activités des projets ont été élaborées en collaboration avec des entreprises particulières de l'industrie seulement. Les associations de l'industrie devraient jouer un plus grand rôle dans la conception des futurs projets de démonstration, car leur participation à la mise en œuvre du projet pourrait étendre la portée des activités de communication et de diffusion, et faciliter l'adoption et la pérennité des technologies de remplacement.

96. Les outils d'établissement de rapport définis visant à permettre de tirer des enseignements des projets, à savoir les rapports périodiques et les RAP, n'ont pas été utilisés dans la mesure définie. Ces modèles doivent saisir tous les attributs du projet, dont la réalisation des objectifs du projet, les retards et les enseignements tirés, afin que les enseignements tirés du projet puissent servir aux futurs projets de démonstration. Les modèles de rapports des projets pourraient être révisés et mis à jour afin d'y inclure des domaines pertinents devant faire l'objet de futurs rapports lors des projets de démonstration identifiés dans le cadre de l'étude théorique.

97. Le cadre des résultats de la conception du projet pourrait comprendre des indicateurs permettant de mesurer pleinement les connaissances techniques du public cible et une mesure correspondante semblable à utiliser après la mise en œuvre, afin de mesurer l'efficacité des programmes de formation. Ces mesures permettraient de recueillir de l'information sur le renforcement des capacités chez les bénéficiaires.

98. Le plan de communication et de diffusion des futurs projets de démonstration devrait prévoir un protocole de communications régulières dans le cadre duquel les résultats préliminaires des projets de démonstration seraient communiqués aux parties prenantes au cours de la mise en œuvre et non uniquement après l'achèvement du projet. Ceci faciliterait les modifications qui pourraient se traduire par des améliorations dans la mise en œuvre et accroître les chances d'une démonstration réussie.

99. Les agences d'exécution et les Bureaux nationaux de l'ozone devraient déclarer complètement et avec diligence les informations concernant le projet afin de répondre à toutes les questions de l'outil d'établissement de rapport. Cela améliorerait la qualité de l'information regroupée ainsi que l'évaluation des impacts du projet, et faciliterait le processus de prise de décisions informées des parties prenantes concernées.

### **III. Recommandation**

100. Le Comité exécutif pourrait souhaiter :

- a) Prendre note de l'étude théorique sur l'évaluation des projets de démonstration sur les substances de remplacement possibles à faible potentiel de réchauffement de la planète des HCFC présentée dans le document UNEP/OzL.Pro/ExCom/90/6 ;
- b) Inviter les pays visés à l'article 5, les agences bilatérales et les agences d'exécution, et le Secrétariat à tenir compte, lorsqu'il convient, des conclusions de l'étude théorique dont il est question à l'alinéa a) ci-dessus, lors de la conception, de la mise en œuvre et de l'établissement de rapports des futurs projets de démonstration de technologies associés à la réduction progressive des HFC.



Annexe I

**LISTE DES PROJETS DE DÉMONSTRATION APPROUVÉS PAR LE COMITÉ EXÉCUTIF**

| Secteur/Projet  | Code de référence du projet | Agence          | Pays           | Technologie de remplacement                            | Date d'achèvement du projet <sup>1</sup> |
|---|-----------------------------|-----------------|----------------|--|--|
| <b>Mousse de polyuréthane (PU) (Technologie de base : HCFC-141b)</b>  |                             |                 |                |  |  |
| Projet pilote de validation du formiate de méthyle comme agent de gonflage dans la fabrication de mousse de polyuréthane  | BRA/FOA/56/DEM/285          | PNUD            | Brésil         | Formiate de méthyle                                    | Déc. 2010                                |
| Projet pilote de validation du méthylal comme agent de gonflage dans la fabrication de mousse de polyuréthane   | BRA/FOA/58/DEM/292          | PNUD            | Brésil         | Méthylal   | Déc. 2012                                |
| Projet pilote de validation du formiate de méthyle dans les applications de polyuréthane micro-cellulaire (phase I)   | MEX/FOA/56/DEM/141          | PNUD            | Mexique        | Formiate de méthyle                                    | Nov. 2010                                |
| Options à faible coût pour l'utilisation d'hydrocarbures comme agent de moussage dans la fabrication de mousse PU   | EGY/FOA/58/DEM/100          | PNUD            | Égypte         | Cyclopentane, n-pentane                                | Déc. 2015                                |
| CO <sub>2</sub> supercritique dans la fabrication de mousse PU rigide pulvérisée  | COL/FOA/60/DEM/75           | Japon/<br>PNUD  | Colombie       | CO <sub>2</sub> supercritique                          | Déc. 2014                                |
| Utilisation d'hydrofluorooléfines (HFO) pour des panneaux discontinus dans des pays visés à l'article 5, par le développement de formulations présentant un bon rapport coût-efficacité | COL/FOA/76/DEM/100          | PNUD            | Colombie       | HFO-1233zd(E) et HFO-1336mzz(Z) avec CO <sub>2</sub>   | Avril 2018                               |
| Avantages techniques et économiques de l'injection assistée sous vide dans une usine de panneaux discontinus reconvertie du HCFC-141b au pentane  | SOA/FOA/76/DEM/09           | ONUDI           | Afrique du Sud | Pentane (injection sous vide)                          | Août 2018                                |
| Sociétés de formulation de mousse pour formuler des polyols prémélangés pour des applications de mousse PU vaporisée, en utilisant des agents de gonflage à faible PRG                  | THA/FOA/76/DEM/168          | Banque mondiale | Thaïlande      | HFO-1233zd(E) et HFO-1336 mzz (Z) avec CO <sub>2</sub> | Déc. 2018                                |
| Technologie de moussage du pentane à faible coût pour la mousse PU dans des petites et moyennes entreprises   | MOR/FOA/75/DEM/74           | ONUDI           | Maroc          | Pentane  | Sept. 2019                               |

<sup>1</sup> Dates d'achèvement de projet, compilées à partir des documents du Fonds multilatéral disponibles au 29 avril 2022.

| Secteur/Projet  | Code de référence du projet | Agence          | Pays   | Technologie de remplacement          | Date d'achèvement du projet <sup>1</sup> |
|---|-----------------------------|-----------------|--|--------------------------------------|--|
| Options à faible coût pour la mousse PU chez les très petits utilisateurs   | EGY/FOA/76/DEM/129          | PNUD            | Égypte                                       | Formiate de méthyle, méthylal        | Juillet 2019                             |
| Démonstration de conversion de polyols prémélangés à base de HCFC-141-b à des polyols prémélangés à base de cyclopentane dans la fabrication de mousse de polyuréthane rigide à Guangdong Wanhua Rongwei Polyurethane Co. Ltd.                              | CPR/FOA/59/DEM/491          | Banque mondiale | Chine  | Cyclopentane                         | Déc. 2017                                |
| Conversion de la composante mousse, du HCFC-141b au cyclopentane, à Jiangsu Huaiyin Huihuang Solar Co. Ltd.,  | CPR/FOA/59/DEM/492          | Banque mondiale | Chine  | Cyclopentane                         | Nov. 2012                                |
| HFO comme agent de gonflage pour la mousse PU vaporisée   | SAU/FOA/76/DEM/27           | ONUDI           | Arabie saoudite                              | HFO-1233zd(E), HFO-1336mzz(Z)        | Oct. 2019                                |
| <b>Mousse de polystyrène extrudé (XPS) (Technologie de base : HCFC-22/HCFC-142b)</b>  |                             |                 |  |                                      |  |
| HFO-1234ze comme agent de gonflage dans la fabrication de panneaux de mousse XPS  | TUR/FOA/60/DEM/96           | PNUD            | Turquie                                      | HFO-1234ze/DME                       | Déc. 2011                                |
| Technologie de co-gonflage au CO <sub>2</sub> /formiate de méthyle dans la fabrication de mousse XPS  | CPR/FOA/64/DEM/507          | PNUD            | Chine  | CO <sub>2</sub> /formiate de méthyle | Déc. 2014                                |
| <b>Climatisation (Technologie de référence : HCFC-22)</b>   |                             |                 |  |                                      |  |
| Projet de démonstration sur la conversion de la technologie à base de HCFC-22 à la technologie à base de HFC-32 dans la fabrication de refroidisseurs commerciaux à source d'air froid/de thermopompes à Tsinghua Tong Fang Artificial Environment Co. Ltd. | CPR/REF/60/DEM/498          | PNUD            | Chine  | HFC-32                               | Déc. 2014                                |
| Sous-projet de démonstration sur la conversion du HCFC-22 au propane à Midea Room Air-conditioner Manufacturing Company   | CPR/REF/61/DEM/503          | ONUDI           | Chine  | Propane (R-290)                      | Déc. 2014                                |
| Sous-projet de démonstration sur la conversion du HCFC-22 au propane dans la fabrication de compresseurs pour climatiseurs résidentiels à Guangdong Meizhi Co.  | CPR/REF/61/DEM/502          | ONUDI           | Chine  | R-290                                | Déc. 2013                                |
| Promotion de frigorigènes à faible PRG pour les secteurs de la climatisation dans les pays à  | ASP/REF/69/DEM/56           | PNUE/<br>ONUDI  | Bahreïn,<br>Iraq, Koweït,<br>Oman,<br>Qatar, | Plusieurs                            | Déc. 2016                                |

| Secteur/Projet  | Code de référence du projet | Agence          | Pays                                 | Technologie de remplacement                 | Date d'achèvement du projet <sup>1</sup>                     |
|---|-----------------------------|-----------------|--------------------------------------|---|--|
| température ambiante élevée (PRAHA I)   |                             |                 | Arabie saoudite, Émirats Arabes Unis |   |  |
| Développement de climatiseurs de fenêtre et monoblocs utilisant un frigorigène à faible PRG   | SAU/REF/76/DEM/29           | Banque mondiale | Arabie saoudite                      | HFC-32 et R-290                             | Nov. 2018  |
| Projet de démonstration sur la promotion de frigorigènes à faible PRG, à base de HFO pour le secteur de la climatisation dans les pays à température ambiante élevée  | SAU/REF/76/DEM/28           | ONUDI           | Arabie saoudite                      | R-290 <sup>2</sup>                          | En cours (prorogation demandée à la 90 <sup>e</sup> réunion) |
| Projet de démonstration de la performance d'une technologie à faible PRG et sans HCFC dans des applications de climatisation  | KUW/REF/76/DEM/32           | PNUD            | Koweït                               | R-290, HFC-32                               | Projet a été annulé  |
| Promotion de frigorigènes de remplacement pour les pays à température ambiante élevée (PRAHA II)  | ASP/REF/76/DEM/59           | PNUE/<br>ONUDI  | Régional (Asie occidentale)          | Plusieurs                                   | Déc. 2019  |
| <b>Réfrigération industrielle et commerciale (Technologie de base : HCFC-22)</b>  |                             |                 |                                      |   |  |
| Projet de démonstration sur la conversion de la technologie à base de HCFC-22 à la technologie à base d'ammoniac/CO <sub>2</sub> dans la fabrication de systèmes de réfrigération à deux étages pour des applications d'entreposage frigorifique et de congélation à Yantai Moon Group Co. Ltd. | CPR/REF/60/DEM/499          | PNUD            | Chine                                | Ammoniac (NH <sub>3</sub> )/CO <sub>2</sub> | Déc. 2014  |
| Démonstration de l'application d'un système de réfrigération à base d'ammoniac/dioxyde de carbone en remplacement du HCFC-22 pour un producteur de taille moyenne et un magasin de vente au détail à Premezclas Industriales S.A.   | COS/REF/76/DEM/55           | PNUD            | Costa Rica                           | NH <sub>3</sub> /CO <sub>2</sub>            | Déc. 2017  |
| Projet de démonstration sur des solutions de remplacement à faible PRG et sans HCFC pour la réfrigération dans le secteur de la pêche   | MDV/REF/76/DEM/30           | PNUD            | Maldives                             | R-448A                                      | Déc. 2019  |

<sup>2</sup> Le projet avait été approuvé initialement pour fabriquer, tester et optimiser les climatiseurs pilotes modèles utilisant des mélanges HFO/HFC à faible PRG ainsi que du R-290; toutefois, durant la mise en œuvre, l'entreprise a décidé de se concentrer sur la technologie au R-290 à la suite des tests effectués par l'entreprise et des résultats du projet de démonstration sur la promotion de frigorigènes de remplacement dans les climatiseurs pour les pays à température ambiante élevée (PRAHA-II).

| Secteur/Projet   | Code de référence du projet | Agence               | Pays                    | Technologie de remplacement      | Date d'achèvement du projet <sup>1</sup> |
|--|-----------------------------|----------------------|-------------------------|----------------------------------|--|
| Projet de démonstration de compresseurs à vis semi-hermétique à l'ammoniac avec convertisseur de fréquence, dans le secteur de la réfrigération industrielle et commerciale à Fujian Snowman Co., Ltd. | CPR/REF/76/DEM/573          | PNUD                 | Chine                   | NH <sub>3</sub> /CO <sub>2</sub> | Mars 2018                                |
| Démonstration du R-290 (propane) comme frigorigène de remplacement dans la fabrication de climatiseurs commerciaux à Industrias Thermotar Ltda.  | COL/REF/75/DEM/97           | PNUD                 | Colombie                | R-290                            | Avril 2018                               |
| Projet de démonstration sur l'introduction de la technologie de réfrigération au CO <sub>2</sub> transcritique dans les supermarchés   | GLO/REF/76/DEM/335          | ONUDI                | Argentine <sup>3</sup>  | CO <sub>2</sub> transcritique    | Déc. 2019                                |
| <b>Solvants (Technologie de base : HCFC-141b)</b>  |                             |                      |                         |                                  |  |
| Technologie à l'iso-paraffine et au siloxane (KC-6) comme agent de nettoyage dans la fabrication d'instruments médicaux  | CPR/SOL/64/DEM/511          | PNUD/<br>Japon       | Chine                   | Isoparaffine et siloxane (KC-6)  | Déc. 2016                                |
| <b>Entretien de l'équipement de réfrigération et de climatisation (Technologie de base : HCFC-22)</b>  |                             |                      |                         |                                  |  |
| Europe et Asie centrale : Développement d'un centre régional d'excellence pour la formation et l'accréditation et la démonstration de frigorigènes de remplacement à faible PRG                        | GLO/REF/76/DEM/333          | Fédération de Russie | Europe et Asie centrale | Plusieurs                        | Déc. 2019                                |
| Projet de démonstration sur la qualité, le confinement des frigorigènes et l'introduction de frigorigènes à faible PRG   | EUR/REF/76/DEM/16           | ONUDI/<br>PNUE       | Mondial                 | Plusieurs                        | Juillet 2019                             |

<sup>3</sup> Le projet avait été conçu initialement pour deux pays (Argentine et Tunisie); toutefois, tel qu'indiqué dans la Partie VI du document UNEP/OzL.Pro/ExCom/82/20, le volet Tunisie du projet n'a pas été développé entièrement et le financement a été retourné au Fonds multilatéral (décision 84/16(c)).

Annexe II

**MISES À JOUR DU SOMMAIRE DES RÉSULTATS OBTENUS JUSQU'À PRÉSENT PAR LES PROJETS DE DÉMONSTRATION APPROUVÉS SUR LES HCFC**

1. Conformément à la décision 55/43 sur la présentation d'un nombre limité de projets de démonstration des technologies de remplacement des HCFC, le Comité exécutif a approuvé 32 projets. Les paramètres de la présente étude théorique exigent une mise à jour des informations fournies dans le document UNEP/OzL.Pro/ExCom/72/40 ; cette mise à jour est présentée dans l'Annexe II et l'Annexe III.

2. Sur les 32 projets approuvés (avec une réduction potentielle de 93,13 tonnes PAO), 30 sont achevés. Les rapports finaux pour ces projets ont été soumis au Comité exécutif. Un projet était partiellement achevé et un projet a été annulé. Le sous-projet du projet de démonstration "Introduction de la technologie de réfrigération au CO<sub>2</sub> transcritique dans les supermarchés (Argentine et Tunisie)" n'a pas été mis en œuvre en Tunisie par manque d'intérêt dans le pays.

3. Dix-sept de ces projets ont été approuvés après la décision 72/40 et 14 d'entre eux impliquaient une reconversion technologique ou le test d'une nouvelle technologie. Deux projets faisaient partie du secteur de l'entretien des climatiseurs individuels et un projet a été annulé au Koweït. Étant donné que plusieurs des technologies incluses dans les projets de démonstration ont déjà été sélectionnées par divers pays visés à l'article 5 pour remplacer les HCFC utilisés dans les secteurs des mousses, de la réfrigération et de la climatisation, cette annexe inclut une brève description des résultats des 14 projets de démonstration achevés mais qui n'étaient pas inclus dans l'Annexe II du document UNEP/OzL.Pro/ExCom/72/40.

**Tableau A. Projets de démonstration approuvés non couverts par le document 72/40**

| Secteur/Projet  | Code de référence du projet | Agence          | Pays            | Technologie de remplacement                            | Rapport final |
|---|-----------------------------|-----------------|-----------------|--|---------------|
| <b>Mousse de polyuréthane (PU) (Technologie de base: HCFC-141b)</b>   |                             |                 |                 |  |               |
| Utilisation d'hydrofluorooléfines (HFO) pour des panneaux discontinus dans des pays visés à l'article 5, par le développement de formulations présentant un bon rapport coût-efficacité | COL/FOA/76/DEM/100          | PNUD            | Colombie        | HFO-1233zd(E) et HFO-1336mzz(Z) avec CO <sub>2</sub>   | Avril 2018    |
| Avantages techniques et économiques de l'injection assistée sous vide dans une usine de panneaux discontinus reconvertie du HCFC-141b au pentane  | SOA/FOA/76/DEM/09           | ONUDI           | Afrique du Sud  | Pentane (injection sous vide)                          | Juin 2018     |
| Sociétés de formulation de mousse pour formuler des polyols prémélangés pour des applications de mousse PU vaporisée, en utilisant des agents de gonflage à faible PRG                  | THA/FOA/76/DEM/168          | Banque mondiale | Thaïlande       | HFO-1233zd(E) et HFO-1336 mzz (Z) avec CO <sub>2</sub> | Avril 2018    |
| Technologie de moussage du pentane à faible coût pour la mousse PU dans des petites et moyennes entreprises   | MOR/FOA/75/DEM/74           | ONUDI           | Maroc           | Pentane  | Oct. 2019     |
| Options à faible coût pour la mousse PU chez les très petits utilisateurs   | EGY/FOA/76/DEM/129          | PNUD            | Égypte          | Formiate de méthyle, méthylal                          | Oct. 2019     |
| HFO comme agent de gonflage pour la mousse PU vaporisée   | SAU/FOA/76/DEM/27           | ONUDI           | Arabie saoudite | HFO-1233zd(E), HFO-1336mzz(Z)                          | Juillet 2020  |
| <b>Climatisation (Technologie de base: HCFC-22)</b>   |                             |                 |                 |  |               |

| Secteur/Projet   | Code de référence du projet | Agence          | Pays                           | Technologie de remplacement      | Rapport final |
|--|-----------------------------|-----------------|--------------------------------|----------------------------------|---------------|
| Développement de climatiseurs de fenêtre et monoblocs utilisant un frigorigène à faible PRG  | SAU/REF/76/DEM/29           | Banque mondiale | Arabie saoudite                | HFC-32 et R-290                  | Fév. 2019     |
| Projet de démonstration pour promouvoir des frigorigènes à faible PRG, à base de HFO pour le secteur de la climatisation dans les pays à température ambiante élevée   | SAU/REF/76/DEM/28           | ONUDI           | Arabie saoudite                | Propane (R-290) <sup>1</sup>     | En cours      |
| Promotion de solutions de remplacement des frigorigènes pour les pays à température ambiante élevée (PRAHA II)   | ASP/REF/76/DEM/59           | PNUE/<br>ONUDI  | Régional<br>(Asie occidentale) | HFC-32, propane, mélanges de HFO | Déc. 2019     |
| <b>Réfrigération industrielle et commerciale (Technologie de base: HCFC-22)</b>  |                             |                 |                                |                                  |               |
| Démonstration de l'application d'un système de réfrigération à base d'ammoniac/dioxyde de carbone en remplacement du HCFC-22 pour un producteur de taille moyenne et un magasin de vente au détail à Premezclas Industriales S.A.        | COS/REF/76/DEM/55           | PNUD            | Costa Rica                     | NH <sub>3</sub> /CO <sub>2</sub> | Juin 2017     |
| Projet de démonstration sur des solutions de remplacement à faible PRG et sans HCFC pour la réfrigération dans le secteur de la pêche  | MDV/REF/76/DEM/30           | PNUD            | Maldives                       | R-448A                           | Avril 2018    |
| Projet de démonstration sur des unités semi-hermétiques de réfrigération par compresseur à vis, à base d'ammoniac et à fréquence convertible, dans le secteur de la réfrigération industrielle et commerciale à Fujian Snowman Co., Ltd. | CPR/REF/76/DEM/573          | PNUD            | Chine                          | NH <sub>3</sub> /CO <sub>2</sub> | Déc. 2018     |
| Démonstration du R-290 (propane) comme frigorigène de remplacement dans la fabrication de climatiseurs commerciaux à Industrias Thermotar Ltda.  | COL/REF/75/DEM/97           | PNUD            | Colombie                       | R-290                            | Avril 2018    |
| Projet de démonstration sur l'introduction de la technologie de réfrigération au CO <sub>2</sub> transcritique dans les supermarchés   | GLO/REF/76/DEM/335          | ONUDI           | Argentine                      | CO <sub>2</sub> transcritique    | Juillet 2019  |

#### Utilisation des HFO pour la mousse PU

4. Trois projets pour tester les hydrofluorooléfines (HFO) dans le secteur de la mousse PU ont été approuvés en Colombie (agence d'exécution : PNUD), en Arabie saoudite (agence d'exécution : ONUDI) et en Thaïlande (agence d'exécution : Banque mondiale), à la 76<sup>e</sup> réunion du Comité exécutif.

<sup>1</sup> Le projet avait été approuvé initialement pour fabriquer, tester et optimiser les climatiseurs pilotes modèles utilisant des mélanges HFO/HFC à faible PRG ainsi que du R-290; toutefois, durant la mise en œuvre, l'entreprise a décidé de se concentrer sur la technologie au R-290 à la suite des tests effectués par l'entreprise et des résultats du projet de démonstration sur la promotion de frigorigènes de remplacement dans les climatiseurs pour les pays à température ambiante élevée (PRAHA-II).

5. En Colombie, le projet a été approuvé pour valider des formulations de PU pour des panneaux discontinus avec des HFO réduits (à savoir HFO-1233zd(E) et HFO 1336mzz(z)). En Arabie saoudite, l'utilisation du HFO-1233zd(E) et du HFO-1336mzz(Z) comme agent de co-gonflage avec de l'eau dans les applications de mousse PU pulvérisée dans les milieux à température ambiante élevée a été validée. En Thaïlande, le polyol prémélangé à base de HFO (à savoir HFO-1233zd(E) et HFO-1336mzz(Z)) pour des petites et moyennes entreprises dans le secteur de la mousse PU pulvérisée dans des sociétés de formulation a été validé.

6. En général, la manipulation et le traitement de la formulation réduite en HFO dans l'usine de production étaient comparables à l'utilisation de HCFC-141b; aucune différence statistiquement significative n'a été constatée entre la performance des mousses basées sur les deux types de HFO, (HFO-1233zd(E) et HFO-1336mzz(Z)).

7. Dans les panneaux discontinus, par rapport aux formulations à base de HCFC-141b, les formulations à base de HFO réduit présentaient un meilleur écoulement de la mousse (c.-à-d. un ratio d'écoulement inférieur, entre la densité d'expansion et la densité d'obturation minimale); un facteur-k initial plus élevé de 7 pour cent en laboratoire (injections de Brett; il a été reproduit aussi à l'échelle industrielle dans une usine) et des valeurs similaires ont été mesurées pour le facteur k un mois après injection; des valeurs similaires en laboratoire et en usine pour la résistance en compression, la stabilité dimensionnelle et l'adhésion au métal.

8. Dans le secteur de la mousse pulvérisée dans les milieux à température ambiante élevée, la performance du HFO-1233zd(E) se comparait à celle du HCFC-141b en termes d'adhésion, de conductivité thermique, stabilité dimensionnelle, recouvrabilité, densité générale de la mousse et résistance en compression. La surface recouverte d'une mousse pulvérisée à base de HFO-1233zd(E) présentait plus de petits trous qu'une mousse à base de HCFC-141b mais répondait néanmoins aux attentes des clients.

9. En Thaïlande, les formulations prémélangées de mousse pulvérisée à base de HFO, avec des agents de gonflage à base de HFO représentant 10 pour cent du polyol avec des ajustements dans le choix du polyol et du catalyseur, pouvaient donner des mousses aux propriétés acceptables pour le marché de la mousse pulvérisée dans ce pays. Tandis que la formulation à base de HFO-1233zd(E) démontrait de l'instabilité dans la formulation, le rapport final sur le projet indique que le problème de stabilité a pu être résolu par l'introduction d'un nouveau catalyseur. En termes d'adhésion et de temps de réactivité, les mousses pulvérisées gonflées avec des HFO présentaient une performance d'adhésion et un temps de réactivité acceptables pour le marché. La densité de la mousse pulvérisée produite à partir de formulations à base de HFO était légèrement plus élevée que celle de la formulation de référence à base de HCFC-141b. Une légère augmentation de la résistance en compression a également été observée.

10. D'après les données de validation recueillies jusqu'à présent, la technologie à base de HFO semble avoir de bonnes chances de remplacer les HCFC dans les applications de mousse PU tout en maintenant une performance acceptable. En revanche, les HFO ont un coût élevé par rapport aux HCFC ou autres formulations à base de produits de remplacement, selon les rapports. Les prix élevés et les difficultés d'approvisionnement commercial sont cités comme les principaux obstacles à l'adoption des HFO dans le secteur de la mousse PU.

### **Injection assistée sous vide dans une usine de panneaux discontinus, reconvertie du HCFC-141b au pentane**

11. À sa 76<sup>e</sup> réunion, le Comité exécutif a approuvé le projet de démonstration sur les avantages techniques et économiques de l'injection assistée sous vide dans une usine de panneaux discontinus reconvertie du HCFC-141b au pentane en Afrique du Sud.

12. Le projet de démonstration a révélé que la mousse gonflée au cyclopentane avec la technologie d'injection assistée sous vide possède une bonne stabilité dimensionnelle; permet une réduction de la densité de la mousse pouvant aller jusqu'à 5 pour cent, ce qui pourrait générer des économies considérables en termes de consommation de mousse PU; élimine les vapeurs de cyclopentane et d'isocyanate du lieu de travail, ce qui améliore la santé et la sécurité des travailleurs; et atteint des valeurs  $k$  similaires (entre 20,12 et 20,54 mW/mK) à celles des mousses gonflées au HCFC-141b (20,4mW/mK).

13. De plus, l'utilisation de la technologie d'injection assistée sous vide entraîne des économies en raison de la consommation d'énergie réduite et du temps de démoulage. Combinée à la réduction de la densité de la mousse, la réduction des coûts de main d'œuvre et l'amélioration de la santé et sécurité des travailleurs, ces économies devraient couvrir les dépenses de l'investissement initial dans cette technologie.

### **Méthylal et formiate de méthyle pour la mousse PU chez de très petits utilisateurs**

14. Le projet de démonstration sur les options à faible coût pour de très petits utilisateurs pour les applications de mousse PU en Égypte a été approuvé à la 76<sup>e</sup> réunion. Le projet devait développer une unité distributrice de mousse pour des applications de coulée sur place, utilisées par de très petits utilisateurs, avec un coût inférieur à celui des distributrices disponibles sur le marché; et explorer l'option de formulations de mousse PU préemballées pour certaines applications de mousse qui seraient faciles à utiliser pour ces très petits utilisateurs, avec des unités de gonflage à faible coût.

15. Les résultats du projet ont conclu qu'avec des spécifications très claires des composantes minimales de l'équipement pour les opérations de gonflage, des distributrices de base pourraient être disponibles à un coût inférieur de 30 à 50 pour cent par rapport aux unités standard, donc avec une réduction potentielle des coûts d'équipement pour les futurs projets de mousse financés par le Fonds multilatéral pour des fabricants de mousse petits et très petits. Il faudrait modifier les exigences relatives aux équipements dans certaines circonstances pour permettre l'utilisation de formulations chimiques avec des ratios variables.

### **Technologie de moussage au pentane dans le secteur de la mousse PU**

16. À sa 75<sup>e</sup> réunion, le Comité exécutif a approuvé le projet de démonstration sur l'utilisation d'une technologie de moussage au pentane à faible coût pour la conversion à des technologies sans SAO dans le secteur de la mousse PU dans des PME au Maroc. Le projet avait pour objectif d'explorer la possibilité de réduire le coût d'investissement initial en concevant une machine simple, standardisée, maniable et compacte, capable de fonctionner avec du pentane inflammable, des équipements et des systèmes de ventilation mobiles pouvant servir à plusieurs produits.

17. Les formulations prémélangées à base de cyclopentane sont suffisamment stables et peuvent être utilisées commercialement d'après les résultats du projet de démonstration; il n'y a pas d'inquiétude particulière pour le transport et la distribution en barils des formulations prémélangées à base de cyclopentane. Elles sont livrées comme "produits chimiques dangereux", ce qui entraîne une dépense additionnelle. La qualité de la mousse générée par les formulations à base de cyclopentane est comparable à celle produite par des formulations à base de HCFC-141b; l'utilisation de formulation à base de cyclopentane avec l'équipement fourni ne présentait aucune inquiétude ou difficulté particulière en matière de sécurité.

### **Climatiseurs de fenêtre et monoblocs à base de HFC-32 et R-290 dans des pays à température ambiante élevée**

18. À sa 76<sup>e</sup> réunion, le Comité exécutif a approuvé le projet de démonstration dans deux entreprises de fabrication de climatiseurs en Arabie saoudite : Saudi Factory for Electrical Appliances Co. Ltd (SFEA) et Petra Engineering Industries Co. Ltd. (Petra).

19. Petra a conçu, fabriqué et testé six prototypes de refroidisseurs commerciaux à condensation par air utilisant comme frigorigènes du HFC-32 et du R-290 avec des capacités de refroidissement de 40kW, 70kW et 100kW. Le concept de l'équipement respectait les exigences de sécurité de ISO-514939 et IEC-60335-2-40. Les tests ont été effectués à des températures de 35°C, 46°C et 52°C. Les résultats ont été comparés au R-410A qui avait été testé comme ajout au HFC-32. Dans tous les cas, les unités à base de HFC-32 et de R-290 présentaient une performance similaire ou meilleure (efficacité et capacité de refroidissement) que celles à base de R-410A. Toutefois, les modifications du concept, nécessaires pour atténuer le risque de l'utilisation du R-290, ont entraîné une augmentation importante du coût de l'équipement. L'augmentation de coût était minimale dans le cas du HFC-32.

20. L'enquête a révélé que les exigences de sécurité actuelles limiteraient considérablement l'utilisation de frigorigènes combustibles comme le R-290 dans la plupart des applications commerciales. Le coût de remplissage des unités était de 50 à 57 pour cent moindre avec le HFC-32 et de 25 à 44 pour cent plus élevé avec le R-290 en raison de la charge de frigorigène plus faible et du prix, comparé au R-410A. Le coût plus élevé du R-290 est dû au coût plus élevé du frigorigène (12,25 \$US/kg) comparé au R-410A (6,55 \$US/kg). La transition du R-410A au HFC-32 a entraîné une légère augmentation du coût des principales composantes, soit une augmentation de 11 à 13 pour cent selon la taille de l'unité. La différence de coût entre le HFC-32 et le R-290 pour la plupart des composantes était mineure, sauf pour le compresseur qui était trois fois plus cher, entraînant des augmentations substantielles du coût de l'unité par rapport au HFC-32. Un détecteur de fuites, requis pour le R-290 mais apparemment pas pour le HFC-32, a contribué aussi à cette différence. Ces coûts sont des estimations fournies au moment de la mise en œuvre du projet et il se peut qu'ils ne soient plus valides.

### **Frigorigènes à faible PRG, à base de HFO pour le secteur de la climatisation dans les pays à température ambiante élevée**

21. À sa 76<sup>e</sup> réunion, le Comité exécutif a approuvé le projet en Arabie saoudite afin de fabriquer, tester et optimiser des climatiseurs pilotes modèles à base de mélanges de HFO/HFC à faible PRG et de R-290; entreprendre un cycle de production de démonstration; et convertir la chaîne de production. Toutefois, durant la mise en œuvre, l'entreprise a décidé de se concentrer sur la technologie à base de R-290 à la suite des tests menés dans l'entreprise et des résultats du projet de démonstration sur la promotion de frigorigènes de remplacement dans la climatisation pour les pays à température ambiante élevée (PRAHA-II).

22. Le Comité exécutif a décidé de reporter, à titre exceptionnel, la date d'achèvement du projet au 15 mars 2022 en raison des impacts de la pandémie de COVID-19 et des progrès marqués déjà accomplis (décision 88/27). Un rapport périodique a été remis à la 90<sup>e</sup> réunion, sur la base duquel un autre report de la date d'achèvement a été demandé. Par conséquent, le rapport final n'est pas disponible en temps voulu pour analyse et examen dans le cadre de cette étude théorique.

### **Promotion des frigorigènes de remplacement pour les pays à température ambiante élevée (PRAHA-II)**

23. PRAHA-II a été approuvé à la 76<sup>e</sup> réunion par le Comité exécutif. Le projet visait, en s'appuyant sur les progrès du projet de démonstration PRAHA-I, à promouvoir des solutions de remplacement à faible PRG pour le secteur de la climatisation dans les pays à température ambiante élevée en Asie occidentale. PRAHA-II comportait trois éléments principaux : accroître la capacité de l'industrie locale pour concevoir et tester de l'équipement de climatisation utilisant des frigorigènes inflammables à faible PRG; évaluer et optimiser les prototypes construits pour PRAHA-I et construire un modèle d'évaluation des risques pour les pays à température ambiante élevée.

24. Les résultats de l'optimisation des prototypes de PRAHA-I ont démontré qu'il était possible d'améliorer la performance du système par la modélisation, la conception et la sélection des composantes. La refonte des composantes s'est concentrée sur le compresseur, le condensateur et la valve d'expansion.

Des tests avec les unités optimisées ont démontré une réduction considérable de la consommation d'énergie dans des conditions de test à température ambiante élevée (46°C). L'analyse de simulation a démontré que les frigorigènes avec des courbes de saturation plus larges tendent à fournir une plus grande efficacité et une charge moindre lorsqu'aucune modification n'est apportée au matériel. Toutefois, les résultats ont démontré que par une sélection de composantes appropriées, telles que des compresseurs avec des volumes de déplacement plus grands et un débit de masse plus élevé, les capacités de refroidissement et la performance globale des autres frigorigènes étaient du même ordre de grandeur.

25. Les résultats des tests de produits de remplacement à taux de glisse élevé ont révélé que le fractionnement démontré par les tests de fuites, ne semble pas être une préoccupation majeure car le changement de la capacité de refroidissement observé était inférieur à 2 pour cent après la recharge du système et on s'attend à des changements minimes dans l'efficacité énergétique.

### **Utilisation de l'ammoniac/(NH<sub>3</sub>)/CO<sub>2</sub> dans le secteur de la réfrigération industrielle et commerciale**

26. À sa 76<sup>e</sup> réunion, le Comité exécutif a approuvé aussi le projet visant à démontrer l'application d'un système de réfrigération au NH<sub>3</sub>/CO<sub>2</sub> au lieu du HCFC-22 pour un producteur de taille moyenne et un magasin de vente au détail à Premezclas Industriales, S.A. au Costa Rica. Le projet a été approuvé pour démontrer l'utilisation d'un système de réfrigération<sup>2</sup> à deux étages, à base de NH<sub>3</sub>/CO<sub>2</sub>, dans les magasins de vente au détail pour remplacer de manière viable un système à base de HCFC-22 qui faisait fonctionner un système d'entreposage à froid d'une capacité de 50 tonnes de réfrigération.

27. L'utilisation du NH<sub>3</sub>/CO<sub>2</sub> en cascade (avec de la saumure recyclée de type CO<sub>2</sub>) est une méthode nouvelle et pratique pour les entreprises industrielles de taille moyenne. Le nouveau système de refroidissement pour la chambre de produit complète qui utilise la technologie en cascade, économise de l'énergie (le fonctionnement du nouveau système pendant deux mois s'est traduit par une réduction de 10 pour cent des coûts d'électricité). Selon les estimations, le nouveau système pourrait permettre d'économiser jusqu'à 20 pour cent sur les coûts d'électricité; et générer aussi des économies sur la production car il utilise moins d'électricité, exige moins d'interventions d'entretien et ne requiert pas l'achat de HCFC-22 pour compléter le système, en raison de fuites durant son fonctionnement et il utilise des frigorigènes naturels moins coûteux.

28. Le personnel technique pourrait avoir besoin d'une formation supplémentaire, en fonction de l'expérience accrue dans le fonctionnement, l'entretien et le service du nouveau système en cascade; des procédures de service devraient aussi être développées selon l'expérience acquise du fonctionnement du nouveau système. Le CO<sub>2</sub> comme le NH<sub>3</sub> requièrent des compétences et un savoir-faire plus avancés chez les installateurs et les techniciens, par rapport à un système à base de HCFC-22. Une plus vaste utilisation de cette technologie dans des systèmes plus petits exigerait un examen de la capacité des techniciens locaux pour manipuler du CO<sub>2</sub> et du NH<sub>3</sub> et des règlements, normes et codes de pratique qui seraient applicables.

29. À sa 76<sup>e</sup> réunion, le Comité exécutif a approuvé le projet de démonstration sur des unités semi-hermétiques de réfrigération par compresseur à vis, à base de NH<sub>3</sub> et à fréquence convertible dans le secteur de la réfrigération industrielle et commerciale à Fujian Snowman Co.Ltd., en Chine. Le projet proposait de démontrer l'adaptabilité des unités semi-hermétiques de réfrigération par compresseur à vis, à base de NH<sub>3</sub> et à fréquence convertible, au CO<sub>2</sub> comme fluide caloporteur secondaire dans des systèmes de réfrigération industrielle et commerciale de petite et moyenne taille. La chaîne de production pour les machines à glace et les machines de stockage de la glace a été modifiée pour la mise en œuvre de ce projet.

30. La démonstration a révélé que le frigorigène NH<sub>3</sub> possède une pression opérationnelle inférieure à celle du HCFC-22, exigeant une charge de frigorigène moindre dans le système de réfrigération au NH<sub>3</sub>.

---

<sup>2</sup> Le NH<sub>3</sub> est présent dans le système à haute température et le CO<sub>2</sub> dans le circuit à basse température activé par des pompes où le CO<sub>2</sub> est utilisé comme fluide caloporteur (saumure).

Dans les systèmes de réfrigération, le compresseur à base de NH<sub>3</sub> peut remplacer le compresseur à base de HCFC-22. L'expérience a démontré que des compresseurs semi-hermétiques à base de NH<sub>3</sub> peuvent être utilisés pour l'entreposage à froid. Le système semi-hermétique de réfrigération et le compresseur à base de NH<sub>3</sub> présentés minimisaient les fuites de frigorigène à base NH<sub>3</sub> qui est un produit toxique et légèrement inflammable, par comparaison au type de compresseur ouvert à base de NH<sub>3</sub>, ce qui améliore la sécurité du système de réfrigération. Le PNUD, à titre d'agence d'exécution du projet, a ajouté que le système à base de NH<sub>3</sub>/CO<sub>2</sub> possède maintenant un coefficient de performance plus élevé à la suite d'une amélioration du concept et des caractéristiques éconergétiques.

### **Produits de remplacement sans HCFC à faible PRG pour la réfrigération dans le secteur de la pêche**

31. À sa 76<sup>e</sup> réunion, le Comité exécutif a approuvé le projet de démonstration sur des produits de remplacement sans HCFC à faible PRG pour la réfrigération dans le secteur de la pêche aux Maldives. Le projet a été approuvé pour identifier des technologies à faible PRG pour remplacer les HCFC, utilisés dans l'équipement de réfrigération, avec une charge de 150 à 200kg de frigorigène dans le secteur de la pêche. Il inclut la reconversion de l'équipement de réfrigération à base de HCFC-22 sur trois bateaux, à des technologies à faible PRG.

32. D'après les critères mentionnés ci-dessus et tel que démontré par une étude théorique entreprise, il a été constaté que le R-448A reste le meilleur frigorigène pour remplacer le HCFC-22 utilisé dans les systèmes de réfrigération sélectionnés qui utilisent les bateaux de pêche aux Maldives. La performance du frigorigène semblait adéquate pour reconverter les systèmes sans affecter leur performance et avec des modifications limitées du système; et le soutien technique disponible pour la reconversion, fourni par le fabricant du frigorigène était adéquat.

33. Concernant l'évaluation technique du R-448B (frigorigène A2L), le PNUD, à titre d'agence d'exécution du projet, a mentionné que même si l'évaluation a été entreprise, le secteur de la pêche était réticent à l'adoption de cette substance car c'est un frigorigène légèrement inflammable et son utilisation sur les bateaux de pêche présente des risques potentiels.

34. Le R-448A n'est pas essentiellement une solution de remplacement du HCFC-22 à faible PRG puisqu'il a un PRG de 1 386. Étant donné son PRG élevé, d'autres explorations sont requises pour identifier des options à faible PRG dans le secteur de la pêche.

### **Utilisation du R-290 dans le secteur de la climatisation commerciale**

35. À sa 75<sup>e</sup> réunion, le Comité exécutif a approuvé le projet de démonstration sur l'utilisation du propane (R-290) comme frigorigène de remplacement dans la fabrication de climatiseurs commerciaux à Industrias Thermotar Ltda., en Colombie. Le projet a été approuvé pour démontrer l'utilisation sécuritaire du R-290 comme frigorigène à faible PRG dans le secteur de la fabrication de climatiseurs commerciaux avec des puissances variant de 3,5kW (1TR) à 17,5 kW (5TR).

36. Les modifications suivantes ont été apportées au produit pour l'utilisation du R-290 comme frigorigène : réduction du diamètre du tube d'échangeur de chaleur (condensateur), réduction de la charge de R-290, modification de la structure métallique (cabinet) des unités de condensation, modification de la structure métallique de l'unité de manipulation, et installation d'un cycle de vidange. Des mesures de sécurité ont aussi dû être apportées sur la nouvelle chaîne de fabrication.

37. D'après les rapports sur le projet de démonstration, l'entreprise a effectué des tests comparatifs de la consommation énergétique sur des équipements à base de R-410A et de R-290 (5TR). L'équipement à base de R-290 consomme 15 pour cent moins d'énergie que l'équipement à base de HCFC-22 et 13 pour cent de moins que l'équipement à base de R-410A. Ces systèmes fournissaient aussi une performance de refroidissement selon les conditions climatiques locales. À la 88<sup>e</sup> réunion, il a été signalé que l'entreprise

avait été en mesure de fabriquer et de vendre environ 28 unités à base de R-290, incluant plusieurs qui avaient été exportées dans la région<sup>3</sup>.

### **Technologie de réfrigération au CO<sub>2</sub> transcritique pour les supermarchés**

38. À sa 76<sup>e</sup> réunion, le Comité exécutif a approuvé le projet de démonstration sur l'introduction d'une technologie de réfrigération au CO<sub>2</sub> transcritique pour les supermarchés. Le projet de démonstration inclut l'introduction d'un système de réfrigération au CO<sub>2</sub> transcritique dans certains supermarchés en Argentine. La capacité de réfrigération du nouveau système est de 78,32kW (68,79kW pour le circuit à température moyenne et 9,53 kW pour le circuit à basse température), ce qui est légèrement plus faible que le système original de 82,14 kW (72,09 kW pour les cabinets et les chambres froides à température positive, à base de HCFC-22, et 10,05 pour les cabinets et les chambres froides à basse température, à base de R-404A).

39. Le système de système de réfrigération au CO<sub>2</sub> transcritique est viable techniquement pour des applications dans des supermarchés avec des conditions climatiques similaires à celles de l'Argentine et où toutes les composantes utilisées dans le système sont disponibles au niveau local ou international, à un prix raisonnable. D'après l'expérience industrielle et la documentation technique, l'investissement initial pour un système de réfrigération au CO<sub>2</sub> transcritique est supérieur à celui d'un système à base de HFC en raison de la pression élevée qui requiert une tuyauterie plus solide et un meilleur soudage durant l'installation; avec les prix actuels, l'investissement pour un système similaire à base de R-404A est inférieur de 20 pour cent à l'investissement pour un système de réfrigération au CO<sub>2</sub> transcritique et inférieur de 10-13 pour cent si on utilise un système au HFC/glycol.

40. La consommation d'électricité avec un système de réfrigération au CO<sub>2</sub> transcritique était inférieure de 27,64 pour cent par rapport à la consommation du système de base au HCFC-22/R-404A, selon des relevés effectués sur une période de 11 mois. D'après les informations présentées dans le rapport final, le coût plus élevé de l'investissement initial peut être compensé, sur une période de temps raisonnable, par les économies provenant d'une réduction de la consommation d'électricité et d'une diminution éventuelle des fuites de frigorigène durant le fonctionnement.

---

<sup>3</sup> <http://multilateralfund.org/88/Français/1/8844.pdf>

### Annexe III

## ÉLÉMENTS ADDITIONNELS AUX CONDITIONS-CADRE POTENTIELLES POUR LES PROJETS DE DÉMONSTRATION

1. À sa 86<sup>e</sup> réunion, le Comité exécutif a approuvé le mandat de l'étude théorique sur l'évaluation des "projets de démonstration sur les solutions de remplacement possibles à faible PRG pour les HCFC". Une des tâches incluses dans le mandat est la mise à jour de l'Annexe III du document "Récapitulatif des projets de démonstration approuvés sur les HCFC et options pour un nombre de projets supplémentaires afin de démontrer des technologies de remplacement des HCFC respectueuses du climat et éconergétiques (décision 71/51(a))"<sup>1</sup>.

2. Les critères généraux identifiés ci-dessous ont été mis à jour à partir des conclusions de l'étude théorique. Ces conclusions peuvent fournir des enseignements précieux à inclure dans des projets de démonstration futurs qui pourraient être entrepris dans le cadre des plans de mise en œuvre de l'Amendement de Kigali. Ils pourraient contribuer à améliorer la conception et l'utilité de projets de démonstration futurs qui tiendraient compte des enseignements tirés de cette étude théorique.

#### *Critères généraux pour la conception et la mise en œuvre des projets de démonstration*

3. Pour être considéré comme un projet de démonstration dans le secteur de la fabrication, une proposition de projet devrait offrir des améliorations importantes dans la compréhension actuelle d'une technologie de remplacement (options à faible PRG) ou de son application.

4. L'accent devrait être mis sur la démonstration d'options à PRG nul ou quasi-nul afin d'éviter des doubles reconversions futures lorsque la technologie démontrée initialement n'est plus en mesure de respecter les objectifs de conformité pour la réduction progressive des HFC.

5. Les projets de démonstration devraient pouvoir tester les conditions dans lesquelles la technologie testée peut être adoptée dans les pays/régions dans une période de trois à cinq ans à partir de la date d'approbation, avec un potentiel d'utilisation pour plusieurs activités.

6. Ces conditions pourraient inclure, entre autres, la faisabilité technique, la disponibilité commerciale, la conformité aux normes de sécurité, les gains potentiels en efficacité énergétique, l'acceptabilité sur le marché et autres aspects importants tels que les besoins d'entretien après l'installation. Il est important de faire une évaluation complète de tous ces facteurs dans les pays afin de prendre une décision éclairée pour la sélection de la technologie.

7. Étant donné qu'une période de mise en œuvre courte est essentielle pour les projets, une entreprise admissible devrait avoir été identifiée. Cette entreprise devrait s'engager à reconvertir ses procédés de fabrication à une nouvelle technologie et à cesser d'utiliser la substance à PRG élevé. Les critères devraient aussi inclure une solide garantie de communication des résultats en temps voulu, afin qu'ils puissent servir à une prise de décision en temps réel.

8. De plus, la durée de mise en œuvre du projet devrait être limitée à trois ans, sauf en cas d'entente différente au moment de l'approbation du projet. Toutefois, du temps supplémentaire pourrait être accordé si les résultats initiaux des tests suggèrent la nécessité d'autres tests pour prouver la faisabilité technique ou l'optimisation de la technologie en vue de réduire les coûts ou d'améliorer l'acceptabilité sur le marché.

9. Pour de futurs projets de démonstration, le plan de communication et de diffusion devrait inclure un protocole de communication régulière selon lequel les résultats provisoires émanant des projets de

---

<sup>1</sup> Document UNEP/OzL.Pro/ExCom/72/40

démonstration seraient partagés avec les parties prenantes concernées sans attendre un partage de l'information uniquement lorsque le projet est terminé.

10. Conformément à la nouvelle politique d'intégration de l'égalité des sexes du Fonds multilatéral (décision 84/92(d)), tous les projets devraient aussi envisager l'égalité des sexes dans toutes les phases de la conception à la mise en œuvre et dans les rapports. Cette mesure garantirait l'intégration de l'égalité des sexes dans la conception du projet et ultimement, la mise en œuvre a une incidence positive sur l'égalité et l'émancipation des femmes dans les pays et les secteurs où les projets sont réalisés.

## Annexe IV

## MATRICE D'ÉVALUATION

| Critères questions d'évaluation essentielles   | Sous-questions (d'après le document UNEP/OzL.Pro/ExCom/86/12/Rev.1)   | Indicateurs  | Outils/méthodes de collecte de données, sources d'information majeures/contraintes   |
|--|---|--|--|
| <b>Pertinence du projet</b>  |   |  |  |
| <p>À quel point les objectifs du projet étaient-ils conformes à la décision du Comité exécutif?</p> <p>Quelle a été la valeur globale des projets de démonstration pour la mise en œuvre de l'élimination des HCFC et de la prochaine réduction progressive des HFC?</p> | <p>Comment la conception du projet envisageait les résultats de la démonstration qui pourraient informer des projets similaires dans le cadre du PGEH?</p> <p>Comment le projet a-t-il contribué à la conformité globale du pays au Protocole de Montréal et au remplacement durable d'une technologie à base de HCFC par une technologie de remplacement à faible PRG?</p> <p>En quoi ce projet était-il nécessaire? Comment a-t-il été identifié? Quelles étaient les conditions locales, régionales et internationales dans ce secteur impliquant qu'un tel projet pourrait être mis en œuvre avec succès et servir à démontrer la technologie, de manière efficace pour d'autres entreprises?</p> <p>Quels sont les principaux enseignements et défis associés à ce choix technologique et à la transition vers la nouvelle technologie?</p>                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Résultats du projet</li> <li>• Situation existante de l'utilisation de la technologie au moment de la conception du projet</li> <li>• Critères pour la sélection des technologies et l'évaluation de leurs performances</li> <li>• Impact des technologies sélectionnées en termes de PRG et SAO</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Étude théorique de la documentation du projet, incluant les propositions de projet, les évaluations de projet, les rapports périodiques, les rapports d'achèvement de projet (RAP), les fiches de projet et les rapports finaux</li> <li>• Documents du Fonds multilatéral (FML), incluant la décision 55/43 et les documents 55/47, 72/40, 73/8, 74/9, 75/9, 80/10, 82/11, 82/12, 84/11, 88/10 et 89/10</li> </ul> |
| <p>Dans quelle mesure la conception du projet était adéquate pour atteindre les objectifs visés par la démonstration des technologies?</p>   | <p>Dans quelle mesure la série d'activités sélectionnées durant la conception du projet a-t-elle favorisé la réussite de la démonstration ? Quelles activités étaient inutiles et quelles activités nécessaires n'ont pas été incluses?</p> <p>Quelles étaient les institutions responsables de la gestion et de la coordination du projet? Y-a-t-il eu des changements dans la gestion (en termes de structure ou de composition) durant la durée de vie du projet et comment ont-ils affecté sa mise en œuvre? Quel était le rôle de l'Unité nationale de l'ozone?</p> <p>Rétrospectivement, quels éléments additionnels devraient être pris en compte au moment de la conception des projets de démonstration de technologie à faible PRG à l'avenir, pour garantir leur réussite et leur influence pour une adoption plus large de la technologie sélectionnée?</p> |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rapports de situation et rapports sur les projets comportant des exigences particulières de rapports (documents de réunion du Comité exécutif 62/09, 63/15, 65/12, 66/17, 67/06, 72/11, 73/17, 76/10, 81/10, 83/11, 84/22, 85/09)</li> <li>• Questionnaires et, le cas échéant pour compléter l'information, des entrevues à distance avec les agences d'exécution</li> </ul>                                       |

| Critères questions d'évaluation essentielles  | Sous-questions (d'après le document UNEP/OzL.Pro/ExCom/86/12/Rev.1)   | Indicateurs  | Outils/méthodes de collecte de données, sources d'information majeures/contraintes  |
|---|---|--|---|
| <b>Efficacité des projets démonstration</b>   |   |  |   |
| <p>Les projets de démonstration ont-ils effectivement atteint les objectifs pour lesquels ils avaient été conçus?</p>                         | <p>Dans quelle mesure le projet a-t-il influencé la stratégie arrêtée et le choix technologique dans le PGEH?</p> <p>La démonstration a-t-elle eu des résultats positifs et/ou négatifs qui n'avaient pas été envisagés durant la conception du projet? Le projet a-t-il eu des effets sur des politiques plus vastes et sur d'autres entreprises pour l'utilisation des nouvelles solutions de remplacement à faible PRG?</p> <p>Quelles sont les technologies prometteuses qui ont donné des résultats positifs dans la démonstration? Quelles technologies n'ont pas rempli les exigences de performance pour des applications spécifiques?</p> <p>Quel équipement de la chaîne de fabrication a dû être reconçu et installé, le cas échéant, pour ce projet?</p> <p>Le projet impliquait-il certains droits de propriété intellectuelle, et si oui, de quels aspects s'agissait-il et comment ont-ils été résolus? Quelles mesures ont été prises pour garantir que les résultats du projet étaient largement disponibles en ce qui concerne les problèmes de propriété intellectuelle, le cas échéant?</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Inclusion des technologies efficaces dans les PGEH</li> <li>• Degré d'adoption des technologies dans le secteur/la région</li> <li>• Inclusion de détails sur la performance technologique dans les documents de projet</li> </ul> <hr/> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Performance de la technologie dans différentes applications</li> <li>• Surcoûts d'investissement et d'exploitation pour l'adoption de la technologie</li> <li>• Caractéristiques techniques des technologies pour certaines applications</li> </ul> | <p>Étude théorique de la documentation du FML (pour tous les projets) :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rapport périodique, rapport final, fiches de projet et RAP</li> <li>• PGEH propres aux pays</li> <li>• Contribution des agences d'exécution par le biais de questionnaires et/ou d'entrevues à distance</li> </ul> |
| <p>Les projets ont-ils été terminés selon la durée spécifiée?</p>   | <p>Le calendrier alloué durant la conception du projet était-il suffisant pour achever toutes les activités reliées à la démonstration? Si non, comment le calendrier de mise en œuvre pourrait-il être mieux fixé?</p>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Durée prévue du projet par rapport à la durée réelle</li> </ul>   | <p>Étude théorique des RAP</p>  |
| <p>Dans quelle mesure le projet a-t-il inclus le soutien institutionnel dans la conception et comment l'a-t-il utilisé durant la phase de</p> | <p>Quels mécanismes ont été mis en œuvre pour la coordination avec les parties prenantes concernées par le projet (par ex. associations industrielles, société civile, autorités techniques et responsables des normes) et comment fut-elle réalisée? Si de nouvelles institutions spécialisées ont dû être impliquées dans le projet, comment les mécanismes de sensibilisation et de coordination ont-ils été mis en</p>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Durée prévue du projet par rapport à la durée réelle</li> <li>• Implication des parties prenantes</li> </ul>  | <p>Étude théorique des propositions de projet, fiches d'évaluation par le Secrétariat du FML, rapports finaux des projets, et contributions des agences d'exécution par le biais des</p>  |

| Critères questions d'évaluation essentielles   | Sous-questions<br>(d'après le document UNEP/OzL.Pro/ExCom/86/12/Rev.1)  | Indicateurs   | Outils/méthodes de collecte de données, sources d'information majeures/contraintes  |
|--|---|---|---|
| mise en œuvre?                                 | <p>place avec ces institutions (par ex. autorités responsables des normes de sécurité, normes d'efficacité énergétique et autorités chargées des tests)?</p> <p>Comment les associations professionnelles (par ex., associations de fabricants de mousse, d'équipement de climatisation, de réfrigération) ont-elles été consultées dans la phase de conception du projet et comment leurs contributions ont-elles été intégrées?</p> <p>Quels ont été les principaux défis institutionnels rencontrés pour assurer l'achèvement du projet de démonstration de manière effective et dans les délais prévus, le cas échéant? Comment ces défis ont-ils été abordés?</p>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Défis et facteurs de réussite</li> </ul>   | questionnaires et/ou entrevues à distance   |
| <b>Efficacité du financement</b>               |   |   |   |
| Ces projets sont-ils efficaces financièrement? | <p>Les surcoûts d'investissement et d'exploitation ont-ils été bien estimés dans la conception du projet? Le projet a-t-il connu des problèmes de financement durant sa mise en œuvre? Le financement était-il adéquat pour le projet de démonstration? Si non, en quoi le financement était-il inadéquat et quelles étaient les variances?</p> <p>En cas de différences entre le financement prévu et requis, quelles étaient les raisons de ces différences? Si non, décrivez comment le financement a été jugé suffisant? Y-avait-il des composantes qui n'étaient pas financées adéquatement et si oui, expliquez pourquoi? Lorsque des politiques et des règlements étaient nécessaires dans le pays pour introduire la technologie démontrée, le budget allouait-il des fonds à cette activité?</p> <p>Quelles étaient les modalités de cofinancement envisagées, incluant les détails des composantes spécifiques qui ont été cofinancées? Quelles étaient les sources du cofinancement et la proportion d'éléments cofinancés (par ex. financement provenant de sources en dehors du FML, des ressources internes de l'entreprise)? S'il y a eu cofinancement, quelles formes précises a-t-il pris (par ex. prêts, financement concessionnel)?</p> <p>Quels furent les défis rencontrés pour l'obtention du cofinancement? Comment ces défis ont-ils été abordés?</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Surcoûts d'investissement et d'exploitation projetés</li> <li>• Budget du projet et utilisation réelle du financement</li> <li>• Détails du cofinancement (sources et valeur)</li> </ul> | <p>Étude théorique : Document de conception du projet, rapport périodique et rapports finaux du projet</p> <p>Contraintes: De nombreux projets n'incluaient aucune information détaillée sur le cofinancement dans les rapports de projet finaux.</p> |

| Critères questions d'évaluation essentielles  | Sous-questions (d'après le document UNEP/OzL.Pro/ExCom/86/12/Rev.1)   | Indicateurs  | Outils/méthodes de collecte de données, sources d'information majeures/contraintes   |
|---|---|--|--|
|   | Quels étaient les incitatifs financiers obtenus de la part du gouvernement pour la mise en œuvre du projet, le cas échéant?   |  |  |
| <b>Impact des projets</b>   |   |  |  |
| Les projets de démonstration ont-ils été en mesure d'influencer l'élaboration d'une politique propice à une adoption plus large des technologies? | <p>Quels changements ont été requis dans les politiques existantes et dans le cadre réglementaire pour la mise en œuvre du projet, le cas échéant? Combien de temps a pris la mise en œuvre de ces changements? Des normes ont-elles été introduites pour faciliter l'adoption de cette technologie, en matière de sécurité, d'efficacité énergétique ou autre?</p> <p>Quels furent les principaux défis rencontrés d'ordre politique et réglementaire pour assurer l'achèvement du projet de démonstration de manière effective et dans les délais voulus, le cas échéant? Comment ces défis ont-ils été abordés?</p> <p>Quelles mesures légales étaient prévues/conçues pour assurer la pérennité quand la technologie démontrée était répliquée?</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Politiques et règlements requis pour l'adoption de la technologie</li> <li>• Efficacité énergétique et normes de sécurité</li> </ul>  | Étude théorique du projet final et rapports d'achèvement   |
| Les projets de démonstration sont-ils en mesure d'influencer l'élaboration d'une politique propice à une plus vaste adoption des technologies?    | <p>Quels étaient les impacts estimés sur des réductions directes des gaz à effet de serre et autres impacts environnementaux identifiés durant la conception du projet et comment ont-ils été traités durant la mise en œuvre ?</p> <p>Quels ont été les avantages obtenus grâce à ce projet, en plus de la démonstration de la technologie à faible PRG (par ex. avantages pour le secteur de la santé, amélioration des normes en lien avec une technologie spécifique)?</p> <p>Quelle est la réduction attendue de SAO grâce aux projets de démonstration?</p>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Réduction potentielle de SAO d'après la proposition de projet et les fiches de projet</li> <li>• Réduction potentielle de GES d'après la proposition de projet et les fiches de projet</li> <li>• Rapport sur d'autres aspects, incluant l'efficacité énergétique, la santé, les normes et les questions environnementales</li> </ul> | Étude théorique: documents de conception de projet, RAP, fiches de projet, rapports de projet finaux et questionnaires remplis par les agences d'exécution |
| Les projets ont-ils été en mesure de fournir l'assistance technique   | Quels étaient les besoins d'assistance technique durant la mise en œuvre et comment ont-ils été satisfaits (par ex. formation de personnel technique, formation d'experts nationaux, audits environnementaux et   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Activités de formation rapportées par les</li> </ul>  | Étude théorique: documents de conception des projets, RAP, fiches de projet, rapports de projet  |

| Critères questions d'évaluation essentielles   | Sous-questions (d'après le document UNEP/OzL.Pro/ExCom/86/12/Rev.1)   | Indicateurs   | Outils/méthodes de collecte de données, sources d'information majeures/contraintes  |
|--|---|---|---|
| requis pour le fonctionnement des nouvelles technologies?  | de sécurité des installations)?<br>Comment les ateliers de formation ont-ils été planifiés et tenus? Où s'est déroulée la formation? Quels indicateurs ont été utilisés pour mesurer le succès de la formation donnée?  | agences d'exécution<br>• Aucun indicateur spécifique n'avait été défini en dehors de la référence aux formations données, incluses dans les rapports  | finaux, questionnaires et entrevues avec les agences d'exécution  |
| <b>Pérennité et reproductibilité des réalisations</b>  |   |   |   |
| Ces projets ont-ils été conçus et mis en œuvre pour soutenir des résultats de projet à long terme (par ex. réaliser l'élimination des HCFC par l'utilisation de produits de remplacement des HCFC à faible PRG)? | Les résultats obtenus grâce au projet correspondaient-ils aux objectifs?<br>Comment la pérennité du projet de démonstration (par ex. adoption de la technologie) et ses réalisations dans le pays/la région a été prise en compte dans la conception du projet?<br>Quels facteurs reliés à la conception et à la mise en œuvre de la technologie/des processus du projet ont permis la reproductibilité?<br>Quels aspects du projet que l'on s'attendait à pouvoir reproduire, n'ont pu l'être et pourquoi?<br>Des solutions ont-elles été explorées pour utiliser le financement interne de l'entreprise afin d'assurer la pérennité? Y-a-t-il des exemples de reproductibilité qui découlent des résultats du projet?<br>Y-a-t-il eu des mécanismes de suivi ou des incitatifs pour faire le suivi de la pérennité de ces projets? Si oui, comment?<br>À l'achèvement du projet de démonstration, quels furent les principaux défis rencontrés pour parvenir à une adoption plus vaste de la technologie à faible PRG sélectionnée, au-delà du projet de démonstration? Dans quelle mesure ces défis ont-ils été résolus dans les PGEH et par la technologie adoptée dans le pays? Certains de ces défis auraient-ils pu être traités par une conception différente du projet de démonstration? Une fois la technologie adoptée par le bénéficiaire, comment les différents aspects de la technologie ont-ils été évalués (par ex. performance, sécurité, impact environnemental, degré de difficulté de l'application au niveau de la fabrication, de l'utilisabilité au niveau de l'utilisateur final)? Le projet incluait-il des évaluations | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Activités incluses dans la proposition de projet pour la pérennité et la reproductibilité</li> <li>• Cadre de suivi pour évaluer la démonstration de la technologie</li> <li>• Liens entre les projets de démonstration et les PGEH</li> </ul> | Étude théorique: documents de conception du projet, RAP, fiches de projet, rapports de projet finaux, PGEH des pays et le document "Étude théorique sur l'évaluation de la pérennité des réalisations du Protocole de Montréal"<br>UNEP/OzL.Pro/ExCom/84/12<br>Contraintes: Aucun suivi systématique inclus dans la conception du projet pour évaluer la pérennité des réalisations après l'achèvement du projet; aucune information cohérente disponible sur les projets pour tirer des conclusions sur la pérennité dans son ensemble |

| Critères questions d'évaluation essentielles  | Sous-questions (d'après le document UNEP/OzL.Pro/ExCom/86/12/Rev.1)   | Indicateurs  | Outils/méthodes de collecte de données, sources d'information majeures/contraintes   |
|---|---|--|--|
|   | indépendantes et suivait-il des méthodologies standard pour ces évaluations?  |  |  |
| Comment les plans de communication ont-ils été associés à ces projets pour diffuser la connaissance des résultats?              | <p>Quels outils et plateformes de communication ont été utilisés pour diffuser les résultats du projet (par ex. information sur la disponibilité et les caractéristiques spécifiques d'utilisation de la nouvelle solution de remplacement; conception technique du produit et procédé de fabrication; développement et tests du produit; adoption du produit par les consommateurs et rétroaction sur sa performance; conférences sur le lancement du produit incluant la participation des associations industrielles au niveau national et régional; impact environnemental de l'adoption du produit) auprès des parties prenantes au niveaux national et régional ?</p> <p>Dans les cas où plus d'une entreprise était impliquée dans le projet (par ex. dans le secteur de l'entretien), comment le concept et le plan de mise en œuvre du projet ont été communiqués aux différentes parties prenantes pour obtenir leur collaboration et assurer une mise en œuvre harmonieuse?</p> <p>Quels ont été les défis rencontrés dans la communication des enseignements tirés de cette expérience?</p> <p>Les résultats des efforts de communication ont-ils été utiles pour influencer l'élaboration de politiques et encourager l'adoption des technologies et des méthodologies démontrées, à l'échelle nationale, régionale et mondiale?</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Programmes et activités de diffusion des connaissances (conçus et mis en œuvre)</li> <li>• Budget et allocation des ressources</li> <li>• Résultat final des activités de communication</li> <li>• Défis mis en lumière dans les documents de projet</li> </ul> | Étude théorique: Documents de conception de projet, RAP, fiches de projet, rapports de projet finaux et questionnaires aux agences d'exécution |
| Les projets ont-ils été en mesure de fournir l'assistance technique requise pour le fonctionnement des nouvelles technologies ? | <p>Quels étaient les besoins d'assistance technique durant la mise en œuvre et comment ont-ils été satisfaits (par ex. formation de personnel technique, formation d'experts nationaux, audits environnemental et de sécurité des installations)?</p> <p>Comment les ateliers de formation ont-ils été planifiés et menés? Où s'est déroulée la formation? Quels indicateurs ont été utilisés pour mesurer le succès de la formation dispensée?</p>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Activités de formation rapportées par les agences d'exécution</li> <li>• Aucun indicateur spécifique n'avait été défini en dehors de la référence aux formations données et incluses dans les rapports</li> </ul>   | Étude théorique: Documents de conception de projet, RAP, fiches de projet, rapports de projet finaux et questionnaires aux agences d'exécution |

| Critères questions d'évaluation essentielles   | Sous-questions (d'après le document UNEP/OzL.Pro/ExCom/86/12/Rev.1)  | Indicateurs   | Outils/méthodes de collecte de données, sources d'information majeures/contraintes  |
|--|--|---|---|
| Comment ces projets ont-ils été reproduits dans le secteur/la région à partir du résultat positif de la démonstration? | <p>Quelle a été l'étendue de l'adoption de ces technologies, une fois la démonstration réussie terminée?</p> <p>Quels sont les enjeux typiques qui ont un impact pour une utilisation plus vaste de ces technologies?</p> <p>Les opérateurs et les techniciens dans les usines de fabrication reconverties ou le personnel responsable de l'entretien de l'équipement utilisant la technologie nouvelle doivent-ils détenir un permis ou une accréditation spécifique? Comment ont-ils été octroyés?</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Adoption réelle des technologies réussies dans le secteur/la région</li> </ul>   |   |
| <b>Intégration de l'égalité des sexes</b>  |  |   |   |
| Intégration de l'égalité des sexes dans la conception et la mise en œuvre du projet                                    | <p>Comment la conception du projet a-t-elle tenu compte des éléments de l'intégration de l'égalité des sexes? Quels indicateurs ont été identifiés pour mesurer l'intégration de l'égalité des sexes?</p> <p>Quel a été l'impact du projet sur les paramètres de l'intégration et de la pérennité de l'égalité des sexes dans le secteur/l'industrie?</p>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Inclusion (ou pas) des éléments de genre dans le concept du projet</li> <li>• Cadre de suivi pour signaler les questions de genre</li> <li>• Prise en compte de la dimension du genre durant la mise en œuvre</li> </ul> | <p>Étude théorique: Documents de conception de projet, RAP, fiches de projet, rapports de projet finaux et questionnaires aux agences d'exécution</p> <p>Contrainte : les projets de démonstration ont été approuvés avant la politique d'intégration de l'égalité des sexes du FML.<br/>Information disponible limitée</p> |



Annexe V

**LISTE DES DOCUMENTS EXAMINÉS**

| Numéro du document/ Source   | Titre/Description  |
|--|--|
| <b>Documents du Comité exécutif</b>  |  |
| UNEP/OzL.Pro/ExCom/55/47   | Analyse révisée des questions pertinentes relatives aux coûts du financement de l'élimination des HCFC (décisions 53/37(i) et 54/40)   |
| UNEP/OzL.Pro/ExCom/72/40   | Récapitulatif des projets de démonstration approuvés sur les HCFC et options pour un nombre de projets supplémentaires afin de démontrer des technologies de remplacement des HCFC respectueuses du climat et éconergétiques (décision 71/51(a))   |
| UNEP/OzL.Pro/ExCom/73/8  | Étude théorique sur l'évaluation des projets d'élimination des HCFC dans le secteur des mousses  |
| UNEP/OzL.Pro/ExCom/62/9<br>UNEP/OzL.Pro/ExCom/63/15<br>UNEP/OzL.Pro/ExCom/65/12<br>UNEP/OzL.Pro/ExCom/66/17<br>UNEP/OzL.Pro/ExCom/67/06<br>UNEP/OzL.Pro/ExCom/72/11<br>UNEP/OzL.Pro/ExCom/73/17<br>UNEP/OzL.Pro/ExCom/76/10<br>UNEP/OzL.Pro/ExCom/81/10<br>UNEP/OzL.Pro/ExCom/83/11<br>UNEP/OzL.Pro/ExCom/84/22<br>UNEP/OzL.Pro/ExCom/85/9 | Rapports de situation et rapports sur des projets comportant des exigences particulières pour la remise des rapports   |
| UNEP/OzL.Pro/ExCom/75/9  | Étude théorique sur l'évaluation des projets d'élimination des HCFC dans le secteur de la fabrication des équipements de réfrigération et de climatisation   |
| UNEP/OzL.Pro/ExCom/82/11   | Rapport final de l'évaluation du secteur de l'entretien de l'équipement de réfrigération   |
| UNEP/OzL.Pro/ExCom/84/12   | Étude théorique sur l'évaluation de la pérennité des réalisations du Protocole de Montréal   |
| UNEP/OzL.Pro/ExCom/89/10   | Analyse sur les surcoûts d'investissement et les surcoûts d'exploitation et sur leur durée, et le rapport coût-efficacité de tous les projets d'investissement approuvés dans les secteurs et sous-secteurs de fabrication concernés (décision 84/87(a))   |
| Documents internes du Secrétariat du Fonds multilatéral reliés à des projets spécifiques   | Pour chaque projet de démonstration : Présentation du projet par les agences, proposition de projet et fiche d'évaluation remises au Comité exécutif, rapport périodique, rapport d'achèvement de projet, fiche de projet, rapport final du projet, observations du SFML sur le rapport final du projet, rapport de situation et rapports sur des projets comportant des exigences particulières pour la remise des rapports |
| Réponses écrites aux questionnaires  | Les agences d'exécution ont rempli les questionnaires préparés pour l'étude théorique et ont eu aussi des discussions de suivi avec le consultant, au besoin   |
| <b>Rapports du Groupe de l'évaluation technique et économique</b>  |  |
| Rapport du panel d'évaluation technique et économique, mai 2021  | Volume 4: Décision XXXI/7 – Poursuite de la diffusion d'informations sur les technologies à haut rendement énergétique utilisant des substances à faible potentiel de réchauffement global   |
| RTOC 2018  | Rapport du Comité des choix techniques pour la réfrigération, la climatisation et les pompes à chaleur, 2018.<br><a href="https://ozone.unep.org/sites/default/files/2019-04/RTOC-assessment-report-2018_0.pdf">https://ozone.unep.org/sites/default/files/2019-04/RTOC-assessment-report-2018_0.pdf</a>   |