



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

Distr.
GÉNÉRALE

UNEP/OzL.Pro/ExCom/93/87
5 décembre 2023

FRANÇAIS
ORIGINAL : ANGLAIS



COMITÉ EXÉCUTIF DU
FONDS MULTILATÉRAL POUR LA
MISE EN ŒUVRE DU PROTOCOLE DE MONTRÉAL
Quatre-vingt-treizième réunion
Montréal, 15-19 décembre 2023
Point 9 (d) de l'ordre du jour provisoire¹

PROPOSITION DE PROJET : AFRIQUE DU SUD

Ce document contient les commentaires et la recommandation du secrétariat sur la proposition de projet suivante :

Efficacité énergétique

- Stratégie d'efficacité énergétique pour le plan de mise en œuvre de l'Amendement de Kigali relatif aux HFC

ONUDI

¹ UNEP/OzL.Pro/ExCom/93/1

FICHE D'ÉVALUATION DU PROJET - PROJET NON PLURIANNUEL**AFRIQUE DU SUD****TITRE DU PROJET****ORGANISME BILATERAL/D'EXECUTION**

a) Stratégie d'efficacité énergétique pour le plan de mise en œuvre de l'Amendement de Kigali	ONU/DI
---	--------

PROJET OBJECTIF

<p>Le projet vise à remplacer les refroidisseurs fonctionnant aux HCFC et HFC dans les grands bâtiments publics par des systèmes très efficaces utilisant le R- 290/R-600a, le R- 717 et le HFO-1233zd(E), démontrant ainsi la disponibilité, l'applicabilité et la viabilité des technologies à faible potentiel de réchauffement de la planète dans ce domaine ; les avantages des réductions potentielles des émissions directes et indirectes de gaz à effet de serre ; et les économies de coûts et d'énergie sur les factures de services publics pour les consommateurs découlant de l'efficacité accrue des nouveaux systèmes et de l'amélioration des normes d'entretien et d'exploitation.</p> <p>Le projet permettra également de recueillir le savoir-faire, les données et les outils nécessaires pour aider les parties prenantes et les responsables du secteur de la réfrigération et de la climatisation à mettre en œuvre les réglementations existantes en matière de construction, et servira de plateforme pour l'élaboration de normes minimales de performance en matière d'efficacité énergétique (NMPE) concernant les refroidisseurs et les systèmes de réfrigération et de climatisation des grands bâtiments, conformément au Plan national relatif au refroidissement.</p>

ORGANISME NATIONAL DE COORDINATION	Unité nationale de l'ozone
---	----------------------------

DONNÉES VISÉES À L'ARTICLE 7 LES PLUS RÉCENTES (Annexe F)	Année : 2022	3 618 tm	8 647 454 tonnes eq CO ₂
--	------------------------	----------	-------------------------------------

Rubrique	Activités non-liées à l'investissement	
	Entretien des appareils de réfrigération et de climatisation	
Consommation de HFC dans le secteur de l'entretien :	Non disponible (Plan de mise en œuvre de l'Amendement de Kigali en cours de préparation)	
Durée du projet :	mois	36
Montant initial demandé :	\$US	5 130 000
Coût du projet final :	\$US	1 120 000
Allocation demandée :	\$US	1 120 000
Coûts d'appui à l'agence d'exécution :	\$US	78 400
Coût total du projet pour le Fonds multilatéral :	\$US	1 198 400
Économies d'énergie :	kWh/an	1 730 726
Statut du financement de contrepartie :	O/N	O
Inclusion des étapes du suivi du projet :	O/N	O
NMPE disponibles pour le secteur concerné :	O/N	N

RECOMMANDATION DU SECRÉTARIAT	examen individuel
--------------------------------------	-------------------

STRATÉGIE D'EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE POUR LE PLAN DE MISE EN ŒUVRE DE L'AMENDEMENT DE KIGALI

DESCRIPTION DU PROJET

Contexte

1. Au nom du Gouvernement de l'Afrique du Sud, l'ONUDI a soumis, conformément à la décision 91/65, une demande pour un projet pilote visant à maintenir et/ou améliorer l'efficacité énergétique des technologies et équipements de remplacement dans le cadre de la réduction progressive des HFC, d'un montant de 5 130 000 \$US, plus les coûts d'appui à l'agence de 359 100 \$US, tel qu'initialement soumis.²

Projet pilote sur l'efficacité énergétique

Cadre politique, réglementaire et institutionnel

2. Le Gouvernement sud-africain a ratifié l'Amendement de Kigali le 1er août 2019. Le Ministère des ressources minérales et de l'énergie est l'organisme responsable des questions énergétiques dans le pays. Son livre blanc sur l'énergie (1998) jette les bases de l'amélioration de l'efficacité énergétique dans le pays, tandis que la loi nationale sur l'énergie 33 (2008) autorise *notamment* le Ministère à fixer des niveaux minimaux d'efficacité énergétique dans chaque secteur de l'économie, à définir des procédures pour l'application de technologies efficaces sur le plan énergétique, à imposer l'étiquetage de l'efficacité énergétique des appareils ménagers, des dispositifs et des véhicules à moteur, à interdire la fabrication, l'importation ou la vente de produits électriques et électroniques et d'appareils à combustible dont l'efficacité énergétique est médiocre, et à fixer des normes d'efficacité énergétique pour des technologies, des processus, des appareils, des dispositifs, des véhicules à moteur et des bâtiments spécifiques.

3. Les normes minimales de performance énergétique concernant les climatiseurs split d'une capacité de refroidissement allant jusqu'à 7,1 kW, les réfrigérateurs et les congélateurs sont entrées en vigueur en 2016 sous la forme des normes nationales sud-africaines, complétées par des programmes de sensibilisation, des directives visant à augmenter les taux de conformité, et des révisions introduites en 2020. Bien que ce programme soit le plus complet de la région, il ne prévoit pas de normes pour les grands systèmes centralisés, les refroidisseurs ou les équipements industriels.

4. Le Gouvernement a établi plusieurs normes nationales pour encadrer la gestion de l'énergie, notamment la norme SANS 10400-XA, qui fixe les exigences relatives à la demande annuelle maximale et à la consommation par mètre carré dans les bâtiments. Bien que la mise en œuvre de cette réglementation ait entraîné quelques rénovations de bâtiments, les capacités et compétences limitées des autorités locales ne permettent pas une mise en œuvre cohérente. La mise en place de normes d'efficacité énergétique pour les refroidisseurs et les grands systèmes de climatisation, l'élaboration de matériel éducatif et la sensibilisation des promoteurs immobiliers et des propriétaires de bâtiments contribueront à réduire la consommation d'énergie par mètre carré dans les bâtiments.

Objectif du projet

5. Le projet vise à remplacer les refroidisseurs des grands bâtiments publics par des systèmes très efficaces utilisant des réfrigérants à faible potentiel de réchauffement planétaire (PRP), notamment le R-290/R-600a, le R-717 et le HFO- 1233zd(E), ce qui permettra de réaliser des économies d'énergie grâce à l'efficacité accrue des nouveaux systèmes, à l'amélioration des normes de maintenance et d'exploitation et,

² Conformément à la communication du 22 novembre 2023 du département des forêts, de la pêche et de l'environnement de l'Afrique du Sud à l'ONUDI.

dans certains cas, à l'utilisation de la récupération de chaleur pour compenser la consommation de charbon par les chaudières du site. Les objectifs sont les suivants :

- a) *Réduction progressive des HFC* : Démontrer la disponibilité et l'applicabilité de systèmes de climatisation très efficaces chargés de réfrigérants à faible PRP pour remplacer les systèmes existants fonctionnant aux HFC, ainsi que leur viabilité en tant qu'alternatives aux HFC à PRP élevé- pour remplacer les systèmes fonctionnant aux HCFC- 22 ;
- b) *Efficacité énergétique du côté de la demande et économies de coûts* : Démontrer les avantages potentiels du remplacement des systèmes de réfrigération et de climatisation actuellement en service dans les bâtiments par des systèmes basés sur des technologies à faible PRP- , y compris la réduction des émissions directes et indirectes de gaz à effet de serre- et les économies d'énergie et de coûts pour les consommateurs sur les factures de services publics ; et
- c) *Renforcement des capacités* : Fournir le savoir-faire, les données et les outils nécessaires pour aider les parties prenantes et les fonctionnaires des secteurs de la réfrigération et de la climatisation à mettre en œuvre les réglementations existantes en matière de construction ; et créer une plateforme pour développer des NMPE concernant les refroidisseurs et les systèmes de climatisation des grands bâtiments, conformément au Plan national relatif au refroidissement.

6. Le projet aboutira à l'adoption de technologies à faible PRP dans les installations de grands bâtiments, qui pourront être reproduites dans l'ensemble du secteur, bénéficieront également au secteur de l'entretien des appareils de réfrigération et de climatisation, et aideront le Gouvernement à se conformer aux obligations au titre de l'Amendement de Kigali et à mettre en œuvre des politiques nationales d'efficacité énergétique.

Consommation de HFC et contexte sectoriel

7. La consommation de HFC en Afrique du Sud a été fixée à 13 843 139 tonnes d'équivalent CO₂ (eq-CO₂). Une partie de la consommation nationale de HCFC-22 a déjà été remplacée par des technologies fonctionnant aux HFC. La consommation de HCFC et de HFC dans le pays est présentée dans le tableau 1.

Tableau 1. Consommation de HCFC et de HFC en Afrique du Sud (2018-2022)

Substances		2018	2019	2020	2021	2022
HCFC	tonnes métriques	2 077	2 029	1 779	1 625	1 348
	tonnes métriques	2 214	4 006	3 118	3 856	3 618
	tonnes eq CO ₂	5 329 096	10 074 432	8 221 905	9 164 240	8 647 454

8. La demande la plus importante de réfrigérants HFC utilisés dans le secteur des services provient des grands systèmes commerciaux et industriels avec des charges de réfrigérant relativement élevées. Le HCFC-22 reste le réfrigérant le plus couramment utilisé dans les systèmes de refroidissement des grands bâtiments publics en Afrique du Sud. Alors que des quantités importantes de HCFC-22 ont été progressivement éliminées par le secteur privé, les alternatives les plus adoptées sont les réfrigérants à fort PRP tels que le HFC-134a, le R-410A et le R-407C. Les réfrigérants à faible PRP, tels que le HFC-32 et le R-290/R600a, ont une pénétration limitée en raison de problèmes de sécurité et de formation.

9. Les bâtiments appartenant au secteur public sont équipés de systèmes de réfrigération et de climatisation nombreux et variés, dont beaucoup sont en fin de vie ou proches de la fin de leur cycle opérationnel. Bien que les techniciens d'entretien du secteur public soient généralement formés, ils n'ont

que peu ou pas d'informations sur les dernières évolutions et technologies ou sur les possibilités d'améliorer les performances. Compte tenu de ces limites et des contraintes budgétaires, il est peu probable que les bâtiments publics adoptent volontairement des systèmes à faible PRP très efficaces.

10. Dans les grands bâtiments, le refroidissement est assuré par des refroidisseurs importés (2-2 400 kW), des mini refroidisseurs et des refroidisseurs de petite et moyenne taille (moins de 100 kW), dont le ratio d'efficacité énergétique et le coefficient de performance se situent respectivement entre 2,68 et 5,93 et entre 3,07 et 3,38.

11. L'électricité utilisée pour le refroidissement représente 31 % de toute l'électricité consommée par les bâtiments et 16 % de la consommation totale d'électricité. Dans le secteur commercial, l'électricité de refroidissement représente 26 % de la consommation totale et n'a pas été réglementée à ce jour. La mise en œuvre de normes pour les grandes installations de climatisation devrait entraîner des réductions significatives des émissions de dioxyde de carbone (CO₂) liées aux économies d'énergie.

Consommation de HFC par utilisateur final

12. Plusieurs installations ont été sélectionnées pour une évaluation de base. Les visites de sites et l'évaluation technique initiale ont révélé que les données de performance des systèmes et les paramètres techniques ne sont généralement pas bien compris ou enregistrés, ce qui est un aspect qui devrait être abordé dans le cadre du projet proposé. Les performances actuelles des installations en termes de capacité, d'efficacité et de paramètres de fonctionnement ont été estimées sur la base des informations limitées disponibles et des inspections des systèmes effectuées en préparation de ce projet.

13. La plupart des systèmes de refroidissement évalués se sont révélés inefficaces, que ce soit en raison de leur âge, de la disponibilité limitée des pièces détachées ou d'un contrôle inadéquat de l'équipement et des processus. Parmi les problèmes courants à résoudre, citons l'inexistence de procédures d'enregistrement de l'efficacité énergétique et des fuites, l'absence de système de registre et les réparations effectuées sur la base d'estimations.

14. Une estimation prudente indique qu'une augmentation de 30 % de l'efficacité énergétique pourrait être obtenue en combinant un remplacement par des systèmes à haute efficacité basés sur des réfrigérants à faible PRP et l'adoption d'améliorations opérationnelles. L'utilisation de pompes à chaleur pourrait également avoir un effet positif dans les cas où des systèmes d'eau chaude sont utilisés au même endroit que des systèmes de refroidissement, en raison de la faible efficacité des chaudières à vapeur existantes.

15. Les sites suivants ont été sélectionnés pour la mise en œuvre du projet :

- a) Hôpital Chris Hani Baragwanath (CHB) de Johannesburg : avec 3 400 lits et 6 760 employés, cet établissement est représentatif des 400 hôpitaux publics du pays. Ses systèmes de réfrigération et de climatisation comprennent des refroidisseurs, des unités de climatisation split et des réfrigérateurs chargés en HCFC- 22, R- 410A, R- 407C, HFC- 134a, R- 404A et R- 507A ;
- b) International Convention Centre (ICC) à Durban : l'installation est desservie par trois refroidisseurs HCFC22, chacun ayant une capacité de 1 900 kW et une charge de réfrigérant de 500-600 kg ; les refroidisseurs ont tous été installés en 1997 et doivent être remplacés, très probablement par des systèmes à base de R-410A, car une commande a déjà été passée pour un refroidisseur R-410A dans un autre bâtiment ;
- c) Hôpital militaire de Pretoria : environ 50 unités de climatisation, quatre refroidisseurs HCFC22 et un système de réfrigérant à volume variable au R-410A répondent aux besoins du bâtiment. Les refroidisseurs, d'une charge de 370 kg chacun, ont été installés en 1995

pour desservir quatre salles d'opération et doivent être remplacés ;

- d) Clinique dentaire militaire de Pretoria : le bâtiment est exclusivement refroidi par des unités de climatisation séparées, certaines fonctionnant également comme pompes à chaleur ; le système de ventilation du laboratoire de la clinique n'a jamais fonctionné correctement ; et
- e) Quartier général de l'armée de l'air sud-africaine (SAAF) à Pretoria : le bâtiment dispose de six refroidisseurs en toiture et de trois refroidisseurs pour refroidir le bunker, y compris l'équipement informatique. La charge de HCFC- 22 pour chaque refroidisseur est de 40-60 kg, avec une capacité estimée à 100 kW/an. Les trois refroidisseurs du bunker ne sont actuellement pas opérationnels, car ils sont anciens, en mauvais état, et attendent d'être remplacés, probablement par des systèmes fonctionnant au R-410A.

Technologie

16. Les refroidisseurs des sites sélectionnés seront remplacés par des refroidisseurs et des pompes à chaleur très efficaces au R-290/R-600a afin d'exploiter les avantages en termes d'efficacité du mode chauffage pendant les mois d'hiver. Un projet démontrera l'utilisation du R-717 en combinaison avec une pompe à chaleur séparée générant de la vapeur et utilisant du HFO- 1233zd(E).

Activités proposées

17. Ce projet se concentre sur les grands bâtiments publics, qui représentent une part importante de la charge de refroidissement des bâtiments au niveau national. Les systèmes de réfrigération et de climatisation à remplacer se caractérisent par une efficacité généralement faible et une capacité technique insuffisante en matière de performance et de gestion de l'énergie. Ces systèmes sont très représentatifs d'installations similaires partout en Afrique du Sud, le potentiel de reproductibilité des technologies de remplacement est donc important. Les activités proposées dans le cadre du projet sont les suivantes

- a) Évaluation des performances des systèmes existants sur une période d'au moins six mois ;
- b) Élaboration de spécifications et installation de nouveaux systèmes ;
- c) Installation d'un système de suivi ;
- d) Évaluation des performances des nouveaux systèmes sur une période d'au moins six mois ;
- e) Élaboration de rapports d'évaluation technique et d'études de cas ; et
- f) Formation de 20 techniciens d'entretien du secteur public.

18. Le projet démontrera en outre l'utilisation de la technologie de contrôle et d'évaluation, à la fois appliquée aux systèmes existants pour établir une situation de référence et intégrée aux nouvelles unités, ainsi que les méthodes de contrôle du débit volumétrique (eau froide) pour une détermination précise des charges de refroidissement et de la consommation d'énergie. Cet élément du projet est essentiel pour établir une méthodologie d'évaluation d'autres installations et pour la reproductibilité des systèmes de démonstration.

Remplacement des refroidisseurs

19. Le projet prévoit le remplacement de 19 refroidisseurs sur sept sites, comme décrit ci-dessous. Des informations détaillées sur la situation de base et l'impact attendu du remplacement des refroidisseurs sur ces sites sont présentées à l'annexe I du présent document :

- a) Hôpital CHB (deux sites) : Remplacement de quatre refroidisseurs de toiture HCFC-22 d'une capacité de 231 kW et récupération de chaleur pour l'eau chaude (100 kW) par des refroidisseurs fonctionnant au R-290 avec mode pompe à chaleur et installations de récupération de chaleur, générant une économie d'énergie estimée à 30 % (700 000 \$US) ; et remplacement d'un refroidisseur de salle d'opération HCFC-22 et d'un refroidisseur R404A par des refroidisseurs R-290, représentant une économie d'énergie estimée à 30 % (360 000 \$US) ;
- b) ICC (un site) : Remplacement de trois refroidisseurs d'une capacité nominale de 1 900 kW par un grand système R-290, représentant des économies d'énergie estimées à 30 % (2 020 000 \$US) ;
- c) Hôpital militaire (un site) : Remplacement de quatre refroidisseurs au HCFC-22 par quatre refroidisseurs à eau froide, et remplacement d'une chaudière à charbon utilisée pour les besoins en vapeur par une pompe à chaleur à haute pression chargée au R-717 ou au HFO-1233zd(E), représentant des économies d'énergie estimées à 30 % (\$US 820 000) ;
- d) Clinique dentaire militaire (un site) : Remplacement de plusieurs climatiseurs par un refroidisseur à eau froide, représentant une économie d'énergie estimée à 30 % (\$US 245 000) ;
- e) SAAF (deux sites) : remplacement de six refroidisseurs HCFC-22 au siège de l'entreprise par deux nouveaux refroidisseurs, générant une économie d'énergie estimée à 35% (\$US 360 000); et remplacement de trois refroidisseurs de soute par des unités pouvant potentiellement être configurées pour le fonctionnement de pompes à chaleur et la récupération de chaleur, générant une économie d'énergie estimée à 30% (\$US 535 000).

Contrôle des performances

20. La composante de contrôle des performances (10 000 \$US par refroidisseur) comprend le contrôle en temps réel des refroidisseurs remplacés par la collecte de données pour aider à l'analyse quotidienne, mensuelle et annuelle de l'efficacité des refroidisseurs. Les paramètres mesurés comprennent la température d'évaporation, la température de condensation, la température ambiante, la température de la pièce, la température de l'eau (entrée/sortie de la boucle d'eau), le fonctionnement des vannes d'expansion électroniques, le fonctionnement du compresseur, le débit volumétrique/la température de l'eau froide calculés en kWh de réfrigération, la consommation d'énergie (refroidisseur, pompe), la consommation d'eau (condenseurs à évaporation), la différence de température pour les échangeurs de chaleur, le pourcentage de charge et l'efficacité. Le système comportera également des alertes en cas de perte de réfrigérant, de défaillance de composants ou de variations de température.

Évaluation et rapports

21. La composante évaluation et rapports (10 000 \$US par site) consiste en des rapports à produire après la mise en œuvre du projet, indiquant si les systèmes ont été correctement installés et documentés conformément au contrat (composants, schémas, tests de pression), et si les installations répondaient aux principaux paramètres définis dans le contrat (c'est-à-dire, chute de pression, récupération de chaleur, températures) et fonctionnaient efficacement par rapport aux systèmes précédents, tout en identifiant également les problèmes de sécurité rencontrés (par exemple, dans les évaluations des capteurs, de la ventilation et des alarmes).

Formation

22. La formation de 20 techniciens d'entretien et responsables de la maintenance du secteur public (80 000 \$US) sera axée sur le contrôle des performances et la collecte de données pertinentes sur le projet d'efficacité énergétique, ainsi que sur l'entretien des applications fonctionnant au R-290 avec plus de 500 g de charge de réfrigérant.

Coût total du projet pilote

23. Le projet sera mis en œuvre sur une période de 36 mois. Le tableau 2 présente une ventilation des coûts du projet pour chacune des activités et des composantes connexes sur chacun des sept sites.

Tableau 2. Ventilation des coûts de remplacement de 19 refroidisseurs sur sept sites en Afrique du Sud (\$US)

Rubrique	Hôpital CHB		ICC	Hôpital militaire	Clinique dentaire militaire	SAAF	
	toit	salle d'opération				Bâtiment du siège	bunker
Technologie de base	HCFC-22	HCFC-22/R-404A	HCFC-22	HCFC-22	HCFC-22	HCFC-22	HCFC-22
Technologie de remplacement	R-290 HP	Refroidisseur R-290	Refroidisseur R-290	R-717 R-1233zd(E)	R-290 HP	R-290 HP	R-290 HP
Nombre d'unités de remplacement	4	2	3	4	1	2	3
Coût unitaire	150 000	150 000	600 000	150 000	150 000	150 000	150 000
Coût total de l'équipement	600 000	300 000	1 800 000	700 000	200 000	300 000	450 000
Conception (10%)	60 000	30 000	180 000	70 000	20 000	30 000	45 000
Contrôle des performances	40 000	20 000	30 000	40 000	15 000	20 000	30 000
Évaluation et rapports	10 000	10 000	10 000	10 000	10 000	10 000	10 000
Coût total (\$US)	710 000	360 000	2 020 000	820 000	245 000	360 000	535 000
Formation							80 000
Total général (\$US)							5 130 000

*HP = pompe à chaleur

COMMENTAIRES ET RECOMMANDATIONS DU SECRÉTARIAT

COMMENTAIRES

Coordination institutionnelle et élaboration de normes minimales de performance énergétique

24. L'ONUDI a confirmé que des représentants du Ministère des ressources minérales et de l'énergie seraient associés à l'unité nationale de l'ozone (UNO) au cours de la mise en œuvre du projet. Leur collaboration est considérée comme essentielle par le Gouvernement étant donné leur rôle dans l'élaboration du Plan national relatif au refroidissement de l'Afrique du Sud et du plan de mise en œuvre de l'Amendement de Kigali. Le projet servira de plateforme pour l'élaboration de normes de performance en matière d'efficacité énergétique concernant les refroidisseurs et les systèmes de refroidissement des grands bâtiments, conformément au Plan national relatif au refroidissement. L'un des défis posés par l'élaboration des NMPE pour l'Afrique du Sud est l'exigence d'efficacité des systèmes dans différents climats. Les paramètres tels que les températures ambiantes, l'humidité ou les heures de fonctionnement en Afrique du Sud sont différents de ceux définis dans les NMPE existantes, telles que la directive ECO Design de l'Union européenne. La démonstration d'applications de refroidisseurs dans différentes zones climatiques, y

compris la surveillance appropriée des systèmes, fournira des informations sur ces paramètres afin d'aider à élaborer des NMPE concernant les grands systèmes de climatisation en Afrique du Sud.

Relation avec la réduction progressive des HFC et le plan de mise en œuvre de l'Amendement de Kigali

25. Notant que la plupart des refroidisseurs inclus dans la démonstration étaient basés sur le HCFC-22 plutôt que sur les HFC, le secrétariat s'est inquiété du rôle de ce projet dans le contexte de l'élimination progressive des HFC. L'ONUDI a expliqué que les résultats de ce projet pilote seraient déterminants pour informer le plan de mise en œuvre de l'Amendement de Kigali de l'Afrique du Sud, qui était en cours d'élaboration et qui devrait être soumis en 2024. Le projet pilote vise à démontrer un passage à des réfrigérants à faible PRP sans passer par des HFC de transition, une stratégie clé pour les plans de mise en œuvre de l'Amendement de Kigali. Les démonstrations contribueront à freiner l'augmentation des stocks de HFC installés et la consommation future dans le domaine de l'entretien en incitant les propriétaires de bâtiments à passer à des technologies à faible PRP lors du remplacement des équipements fonctionnant aux HCFC et HFC. Ceci est particulièrement important dans le cas des refroidisseurs, qui restent généralement en service pendant plus de 20 ans. Le projet facilitera également la réalisation d'études de cas et le renforcement des capacités des techniciens et des propriétaires de bâtiments, ce qui facilitera la transition décrite dans l'Amendement de Kigali. Le secrétariat considère que dans le contexte de l'Afrique du Sud, étant donné le nombre important de refroidisseurs HCFC- 22 qui vont être retirés, la démonstration d'alternatives à faible PRP contribuera à éviter l'installation de nouveaux refroidisseurs à base de HFC et la consommation correspondante aux fins de l'entretien.

Questions techniques et liées aux coûts

Champ d'application de la proposition

26. Tel que présenté, le projet propose de remplacer 19 refroidisseurs sur sept sites pour un coût de 5 130 000 \$US. Tous les sites, sauf un, utilisent actuellement des HCFC plutôt que des HFC, et plusieurs sous-projets visent faire la démonstration du remplacement de types d'équipements similaires. L'ONUDI a expliqué que, le projet étant conçu pour démontrer l'adoption de technologies à faible PRP dans des conditions et sous des climats variés, il était difficile de ne sélectionner que quelques activités de démonstration. Toutefois, compte tenu du calendrier de mise en œuvre disponible et de la nature pilote des projets relevant de la décision 91/65, le secrétariat a examiné les approches possibles pour sélectionner un échantillon pilote représentatif de refroidisseurs, à partir duquel des informations suffisantes pourraient être obtenues pour élaborer les NMPE et exposer les économies d'énergie possibles à d'autres utilisateurs.

27. La sélection finale des projets de démonstration s'est fondée sur une combinaison de paramètres, notamment les économies d'énergie potentielles et le rapport coût-efficacité global de l'introduction de systèmes basés sur des réfrigérants à faible PRP ; l'impact sur la réduction progressive des HFC ; la volonté de l'utilisateur final d'investir et de fournir un cofinancement ; la confirmation que l'équipement de base était pleinement opérationnel et que son remplacement représentait des économies d'énergie ; la réduction globale des émissions en tonnes eq CO₂; et le potentiel et la facilité de reproductibilité. Après discussion, l'ONUDI a accepté de maintenir le remplacement d'un refroidisseur au R- 404A et d'un refroidisseur au HCFC- 22 à l'hôpital CHB de Johannesburg, et le remplacement de trois refroidisseurs à l'ICC de Durban, comme suit :

- a) CHB Hospital (site de l'hôpital) : Le projet financera l'un des quatre remplacements de refroidisseurs proposés, y compris la récupération de chaleur pour l'eau chaude (actuellement fournie par des chaudières à vapeur alimentées au charbon). Ce projet permettra de réaliser l'une des plus importantes économies d'énergie en kW/h grâce au refroidissement et à la récupération de chaleur. Il est plus rentable que les autres remplacements et a un fort potentiel de reproductibilité dans d'autres hôpitaux ;

- b) Hôpital CHB (site de la salle d'opération) : Sur les deux refroidisseurs qu'il est proposé de remplacer, le projet financera celui qui utilise du R-404A. Ce projet vise à démontrer l'utilisation de refroidisseurs R-290 dans des conditions de fonctionnement difficiles, car les refroidisseurs remplacés sont enfermés dans des murs et mal ventilés, une situation qui n'est pas rare dans d'autres bâtiments. Ce projet pourrait également être reproduit dans d'autres hôpitaux équipés de refroidisseurs HFC ; et
- c) ICC Durban : Ce site sera maintenu en raison de la rentabilité du projet et de son impact sur les économies d'énergie. Notant que ICC est prêt à remplacer ses refroidisseurs (avec des plans d'adoption d'une technologie R-410A) et à fournir un cofinancement, le projet ne financera qu'un tiers des fonds nécessaires pour un remplacement complet. Ce niveau de financement équivaut à la différence de coût entre le remplacement de trois refroidisseurs utilisant le R-290 plutôt que le R-410A, ou au coût de remplacement d'un des trois refroidisseurs.

Technologie

28. Les seules applications chargées en R-290 actuellement construites en Afrique du Sud sont de petites unités de condensation pour les supermarchés. L'ONUDI a confirmé que des refroidisseurs au R-290 pouvaient être importés et que des fournisseurs étaient disponibles.

Contrôle des performances

29. Notant que l'efficacité des refroidisseurs de référence n'était pas actuellement contrôlée, le secrétariat a demandé plus d'informations à l'ONUDI sur la façon dont elle s'assurerait que l'impact du projet sur les gains d'efficacité énergétique soit correctement mesuré. L'ONUDI a expliqué qu'il était possible de contrôler la consommation d'énergie en mesurant les principaux paramètres techniquement possibles et en effectuant des calculs sur cette base. La période de mesure s'étendrait sur au moins six mois, depuis le démarrage du projet jusqu'à la livraison et l'installation des nouveaux refroidisseurs. Le comptage et le suivi seraient effectués par des experts externes, tandis que les exigences de comptage seraient complétées par l'ONUDI en coopération avec l'unité nationale de l'ozone et les organismes responsables de l'élaboration des NMPE pertinentes.

Coût convenu du projet pilote

30. Le budget du projet a été ajusté en fonction de l'ordre de priorité des refroidisseurs à inclure. L'ajustement le plus important concerne la réduction du nombre de remplacements de démonstration, de 19 refroidisseurs sur sept sites à trois refroidisseurs sur trois sites. Le coût demandé pour la formation a également été ajusté, passant de 80 000 \$US à 50 000 \$US. Le coût total révisé de la proposition est de 1 120 000 \$US. Le tableau 3 présente le calcul du coût révisé et une estimation des économies d'énergie fournies par l'ONUDI.

Tableau 3. Coût convenu pour le projet pilote et estimation des économies d'énergie (\$US)

Rubrique	Hôpital CHB		ICC	Total
	toit	salle d'opération		
Technologie de base	HCFC-22	R-404A	HCFC-22	
Technologie de remplacement	Pompe à chaleur R-290	Refroidisseur R-290	Refroidisseur R-290	
Nombre de refroidisseurs	1	1	1*	3
Coût unitaire	150 000	150 000	600 000	900 000
Total de l'équipement	150 000	150 000	600 000	900 000
Conception (10%)	15 000	15 000	60 000	90 000
Suivi des performances	10 000	10 000	30 000	50 000
Évaluation et rapports	10 000	10 000	10 000	30 000

Rubrique	Hôpital CHB		ICC	Total
	toit	salle d'opération		
Coût total par site	185 000	185 000	700 000	1 070 000
Formation				50 000
Total (\$US)				1 120 000
Impact sur l'efficacité énergétique				
Économies d'énergie dans le domaine du refroidissement (kWh/an)	86 349	86 349	713 314	886 012
Économies d'énergie en chaleur (kWh/an)	844 714	-	-	844 714
Économies totales (kWh/an)	931 063	86 349	713 314	1 730 726

*Le projet financera un tiers du coût (équivalent à un refroidisseur) et le bénéficiaire cofinancera le coût restant.

31. Le secrétariat note qu'en l'absence de lignes directrices sur les coûts pour la réduction progressive des HFC ou les projets liés à l'efficacité énergétique, cette proposition a été examinée au cas par cas, en tenant compte des informations disponibles sur les activités entreprises chez d'autres utilisateurs finaux de grands systèmes de climatisation, et en reconnaissant un certain degré d'incertitude concernant les coûts de remplacement des refroidisseurs dont la taille, la capacité et d'autres caractéristiques varient. Sur la base des informations reçues au moment de l'examen, le secrétariat considère que les coûts convenus constituent la meilleure estimation disponible, tout en notant qu'ils pourraient évoluer à mesure que de nouvelles informations seront disponibles. Le secrétariat considère que l'approbation du projet aux niveaux proposés ci-dessus ne constituerait pas un précédent.

Durabilité et reproductibilité

32. Conformément à la décision 91/65(b)(v), l'ONUDI a confirmé que les résultats du projet de démonstration feraient l'objet d'une large promotion en Afrique du Sud et dans la région afin d'encourager leur reproduction. La stratégie de diffusion comprendra des études de cas détaillant les avantages techniques et économiques obtenus sur chaque site, et la diffusion ultérieure de leurs résultats par le biais d'ateliers, d'associations industrielles, de conférences et des médias ; l'exploitation de la visibilité de sites tels que l'ICC à Durban pour présenter les résultats du projet aux décideurs politiques et aux utilisateurs finaux potentiels ; la formation de techniciens d'autres hôpitaux, de bâtiments commerciaux et de l'industrie à l'installation, au fonctionnement et à l'entretien de refroidisseurs à faible PRP ; un appui en matière de fabrication locale et de disponibilité de refroidisseurs, de composants et d'outils d'entretien basés sur des réfrigérants alternatifs, afin d'en faciliter l'adoption ; l'utilisation des données et de l'expérience acquises dans le cadre du projet pour éclairer l'élaboration de normes et d'indications d'efficacité énergétique concernant les refroidisseurs, afin d'encourager l'adoption de solutions de remplacement à faible PRP ; la promotion de l'intégration de solutions de remplacement à faible PRP dans les normes nationales et les politiques d'approvisionnement sur la base des résultats du projet ; et l'examen d'incitations basées sur les performances telles que les remises et les avantages fiscaux pour les utilisateurs finaux qui passent à des refroidisseurs à haut rendement énergétique utilisant des technologies à faible PRP.

33. Sur la base de l'expérience précédente en matière de remplacement de refroidisseurs mis en œuvre dans le cadre du Fonds multilatéral, le secrétariat note que le projet peut représenter des économies sur les factures d'électricité pour l'utilisateur final. L'ONUDI a confirmé que les économies d'énergie et de coûts significatives attendues de la transition technologique seraient un facteur important favorisant la reproduction du projet. Le système de suivi complet proposé dans le projet quantifiera les économies réelles afin de les exposer à d'autres propriétaires de bâtiments.

Autres exigences précisées dans la décision 91/65

34. Il a été confirmé que, si le Gouvernement sud-africain avait mobilisé ou devait mobiliser des fonds auprès d'autres sources que le Fonds multilatéral pour les composantes relatives à l'efficacité énergétique lors de l'élimination progressive des HFC, le projet n'entraînerait pas de double emploi entre les activités

financées par le Fonds multilatéral et celles financées par d'autres sources ; que les informations sur l'état d'avancement du projet, les résultats et les principales leçons tirées seraient mises à disposition, le cas échéant ; que la date d'achèvement du projet serait fixée à 36 mois au maximum après la date d'approbation par le Comité exécutif ; et qu'un rapport de projet détaillé serait soumis au Comité exécutif dans les six mois suivant la date d'achèvement du projet.

RECOMMANDATION

35. Le Comité exécutif souhaitera peut-être envisager d'approuver le projet pilote visant à maintenir et/ou améliorer l'efficacité énergétique des technologies et équipements de remplacement dans le cadre de l'élimination progressive des HFC en Afrique du Sud, pour un montant de 1 120 000 \$US, plus 78 400 \$US de frais d'appui à l'agence, l'ONUDI, en notant que :

- a) Le Gouvernement de l'Afrique du Sud s'est engagé à respecter les conditions visées dans la décision 91/65(b)(iv)b. à b(iv)d. ; et
- b) Le projet sera achevé sur le plan opérationnel au plus tard en décembre 2026 et un rapport de projet détaillé sera soumis au Comité exécutif dans les six mois suivant la date d'achèvement du projet.

Annexe I

ANALYSE DE LA SITUATION DE BASE ET DE L'IMPACT ET DU COÛT PRÉVUS DU
PROJET, COMME SOUMIS

Rubrique	CHB		ICC	Hôpital militaire	Clinique dentaire militaire	SAAF	
	Toit	Salle d'opération				Bâtiment	Bunker
Technologie de remplacement	R-290 HP	R-290	R-290	R-717 HFO	R-290 HP	R-290 HP	R-290 HP
Coût total (\$US)	710 000	360 000	2 020 000	820 000	245 000	360 000	535 000
Économies d'énergie - refroidissement							
Coefficient de performance	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8
kW par unité	230	230	1 900	500	200	300	250
Puissance frigorifique (kW)	552	276	3 420	1 200	120	360	450
Puissance de chauffage des locaux (kW)	600			600		300	
Consommation d'eau chaude (kW)	100			100		100	
Puissance de vapeur (kW)				100			
Énergie de refroidissement (kWh/an)	1 151 314	575 657	7 133 143	2 502 857	250 286	750 857	938 571
Économies estimées (%)	30	30	30	30	30	30	30
Économies - refroidissement (kWh/an)	345 394	172 697	2 139 943	750 857	75 086	225 257	281 571
\$US/kWh	2.06	2.08	0.94	1.09	3.26	1.60	1.90
Économies d'énergie - récupération de chaleur							
Énergie thermique des locaux (kWh/an)	1 752 000			1 752 000		876 000	
Énergie pour l'eau chaude (kWh/an)	876 000			876 000		876 000	
Énergie vapeur (kWh/an)				876 000			
<i>Énergie thermique totale (kWh/an)</i>	<i>2 628 000</i>			<i>3 504 000</i>		<i>1 752 000</i>	
Énergie équivalente avec pompe à chaleur (kWh/an)	938 571			1 251 429		625 714	
Économies - chaleur (kWh/an)	1 689 429			2 252 571		1 126 286	
Rapport coût-efficacité global et reproductibilité							
Économies - refroidissement (kWh/an)	345 394	172 697	2 139 943	750 857	75 086	225 257	281 571
Économies - chaleur (kWh/an)	1 689 429			2 252 571		1 126 286	
Économies totales (kWh/an)	2 034 823	172 697	2 139 943	3 003 429	75 086	1 351 543	281 571
\$US/kWh	0,35	2,08	0,94	0,27	3,26	0,27	1,90
Reproductibilité	Plus de 400 hôpitaux publics	Plus de 400 hôpitaux publics	Grands bâtiments publics	Modérée, installations similaires	Bâtiments avec climatiseurs split	Bâtiments publics similaires	Bâtiments publics similaires
Facteur de reproductibilité estimé	350	350	30	20	400	100	100
Économies d'énergie totales pour un taux d'absorption de 40 % (MWh/an)	284 875,2	24 177,6	25 679,3	24 027,4	12 013,7	54 061,7	11 262,8
Réductions des émissions de CO ₂ à 0,84 kg/kWh (kilotonnes eq CO ₂)	239,3	20,31	21,57	20,18	10,09	45,41	9,46
Charge de réfrigérant remplacée (kg)	500	250	2 500	1 480	100	100	350

Rubrique	CHB		ICC	Hôpital militaire	Clinique dentaire militaire	SAAF	
	Toit	Salle d'opération				Bâtiment	Bunker
Tonnes équivalentes d'élimination progressive/ d'évitement de l'utilisation des HFC (40 % d'absorption)	70	35	30	12	16	4	14