NATIONS UNIES **EP**

Programme des Nations Unies pour l'environnement

Distr.
GÉNÉRALE

UNEP/OzL.Pro/ExCom/99/35
30 octobre 2026

FRANÇAIS
ORIGINAL : ANGLAIS

COMITÉ EXÉCUTIF
DU FONDS MULTILATÉRAL AUX FINS
D'APPLICATION DU PROTOCOLE DE MONTRÉAL
Quatre-vingt-dix-neuvième réunion
Montréal, 7-11 décembre 2026
Point 9 d) de l'ordre du jour provisoire[1]

PROPOSITION DE PROJET : ANGOLA (L')

Le présent document comporte les observations et la recommandation du Secrétariat sur la proposition de projet suivante :

Efficacité énergétique

• Projet pilote visant à maintenir ou améliorer l'efficacité énergétique des technologies et équipements de remplacement dans le contexte de la réduction progressive des HFC (activités non liées à des investissements) : démonstration d'un système en cascade R-290/R-744 en remplacement du R-404A dans une chambre froide à Angoalissar (décision 91/65)	PNUD	Pour examen individuel

[1] UNEP/OzL.Pro/ExCom/99/1

Les documents de présession du Comité exécutif du Fonds multilatéral aux fins d'application du Protocole de Montréal sont présentés sous réserve des décisions pouvant être prises par le Comité exécutif après leur publication.

FICHE D'ÉVALUATION DE PROJET – PROJET NON PLURIANNUEL

Angola (l')

TITRE DU PROJET	AGENCE
Projet pilote visant à maintenir ou améliorer l'efficacité énergétique des technologies et équipements de remplacement dans le contexte de la réduction progressive des HFC (activités non liées à des investissements) : démonstration d'un système en cascade R-290/R-744 en remplacement du R-404A dans une chambre froide à Angoalissar	PNUD

OBJECTIF DU PROJET
Le projet vise à démontrer que les systèmes de réfrigération en cascade au propane/CO_2 (R-290/R-744) constituent une alternative viable au R-404A dans les chambres froides de petite et moyenne taille, et à promouvoir cette technologie en Angola. Il cherche à réduire les coûts de fonctionnement et la consommation d'énergie tout en effectuant l'élimination progressive du R-404A. Le projet renforcera également la capacité du bénéficiaire à installer et à entretenir en toute sécurité des systèmes en cascade R-290/R-744, en relevant les défis liés à l'inflammabilité et à la haute pression, et à établir un exemple concret contribuant à lever les obstacles nationaux à l'adoption de cette technologie.

ORGANISME NATIONAL DE COORDINATION	Unité nationale de l'ozone, ministère de l'Environnement

DONNÉES RELATIVES À L'ARTICLE 7 (Annexe F)	Année : 2025	596,63 tm	1 228 481 tonnes d'éq. CO_2

DÉTAILS DU PROJET		
Consommation de HFC dans le secteur de l'entretien en 2025 (données du programme de pays)	tm	596,51
	tonnes d'éq. CO_2	1 228 466
Durée du projet	mois	36
Montant de la subvention demandée au Fonds multilatéral	$US	360 000
Montant de la subvention accordée	$US	300 000
Coûts d'appui au projet pour le PNUD	$US	21 000
Coût total du projet pour le Fonds multilatéral	$US	321 000
Cofinancement	$US	180 000
Coût total du projet, cofinancement compris	$US	480 000
Économies d'efficacité énergétique à réaliser grâce au projet	kWh/an	7 600
Financement de contrepartie		Oui
Étapes de suivi du projet incluses		Oui
Des normes minimales de performance énergétique pour les applications concernées sont établies		Non
Les normes minimales de performance énergétique pour les applications concernées sont appliquées		Non

RECOMMANDATION DU SECRÉTARIAT	Pour examen individuel

DESCRIPTION DU PROJET

Résumé de la proposition telle que soumise

1. Au nom du gouvernement angolais, le PNUD, en tant qu'agence d'exécution désignée, a présenté, conformément à la décision 91/65, une demande visant à mettre en œuvre un système en cascade R-290/R-744 en remplacement du R-404A dans une chambre froide à Angoalissar, pour un montant de 360 000 $US, majoré des coûts d'appui de l'agence s'élevant à 25 200 $US, comme initialement soumis.[2]

Contexte

2. L'Angola a ratifié l'Amendement de Kigali le 16 novembre 2020, et la phase I du plan de mise en œuvre de l'Amendement de Kigali relatif aux HFC (KIP) a été approuvée lors de la 97e réunion,[3] le pays s'engageant à réduire sa consommation de HFC de 10 % par rapport à la valeur de référence des HFC d'ici 2030. Lors de la 98e réunion, le Comité exécutif a donné son approbation à une demande de financement pour des activités supplémentaires visant à renforcer l'efficacité énergétique dans le secteur de l'entretien de l'équipement de réfrigération et de climatisation (RAC) et à promouvoir l'utilisation de fluides frigorigènes à haute efficacité énergétique et à faible potentiel de réchauffement planétaire (PRP), conformément à la décision 89/6 b),[4] ainsi qu'un financement pour la préparation d'un projet visant à améliorer l'efficacité énergétique dans le secteur de la réfrigération industrielle au titre de la décision 91/65.

<u>État de la mise en œuvre d'autres activités liées à l'efficacité énergétique</u>

3. Le projet approuvé pour des activités supplémentaires visant à maintenir l'efficacité énergétique dans le secteur de l'entretien de l'équipement de réfrigération, conformément à la décision 89/6, comprend : une coordination renforcée entre les responsables de l'élaboration des politiques en matière d'efficacité énergétique et les autres parties prenantes concernées afin de garantir la prise en compte adéquate des fluides frigorigènes à faible PRP lors de l'élaboration des normes minimales de performance énergétique (NMPE) et des systèmes d'étiquetage ; la formation des techniciens en équipements de réfrigération et de climatisation aux méthodes de maintien ou d'amélioration de la performance énergétique, ainsi que celle des agents du bureau des douanes au suivi et au contrôle des équipements de réfrigération et de climatisation (RAC) à faible PRP et des classifications en matière d'efficacité énergétique ; et la sensibilisation des consommateurs et des utilisateurs finaux, des importateurs et des détaillants aux avantages liés à l'utilisation de technologies RAC à haute efficacité énergétique et à faible PRP. Le projet contribue aux objectifs globaux tant du plan de gestion de l'élimination des HCFC (PGEH) que du KIP, et aide le pays à pérenniser les réductions réalisées en matière de HCFC tout en adoptant des technologies de climatisation et de réfrigération plus efficaces sur le plan énergétique et à faible PRP. En septembre 2026, le projet est en cours de mise en place et devrait engager ses activités d'ici la fin de l'année 2026.

4. Dans le cadre de la phase III du PGEH, le gouvernement a mené une campagne de sensibilisation à l'élimination progressive des HCFC, y compris en matière d'efficacité énergétique, à l'intention des techniciens, des parties prenantes, des utilisateurs finaux et du grand public.

<u>Cadre politique, réglementaire et institutionnel</u>

5. Le ministère de l'Environnement est l'organisme national chargé de la mise en œuvre du Protocole de Montréal en Angola, dans le cadre duquel l'unité nationale de l'ozone (UNO) a été créée pour coordonner les activités liées au Protocole de Montréal. L'Institut de régulation du secteur de l'électricité (IRSE) est

[2] Conformément à la lettre du 27 août 2026 adressée par le ministère de l'Environnement de l'Angola au PNUD.
[3] Décision 97/56
[4] Décision 98/26 a) i)

l'organisme public chargé de la gestion de l'énergie électrique et de l'efficacité énergétique au sein du réseau public. L'Institut national des infrastructures de qualité (INIQ) est chargé de l'élaboration des normes.

Normes minimales de performance énergétique

6. L'Angola ne dispose pas de NMPE obligatoires ni d'un système d'étiquetage énergétique officiellement mis en œuvre pour la plupart des appareils. Les efforts en matière d'efficacité énergétique sont soutenus dans le cadre du programme « Angola Energia 2025 », qui donne la priorité à la durabilité, à la réduction de la consommation d'énergie et à la diversification des énergies renouvelables, et encourage l'adoption de la norme ISO 50001 pour la gestion de l'énergie et la réduction des émissions de CO_2. En tant que membre de la Communauté de développement de l'Afrique australe (SADC), l'Angola participe à l'initiative régionale en faveur de l'éclairage et des appareils électroménagers à haute efficacité énergétique, qui vise à harmoniser les NMPE dans la région afin d'empêcher l'importation d'appareils obsolètes et à forte consommation d'énergie.

7. Les chambres froides (chambres froides et congélateurs-chambres) sont généralement exclues des NMPE, car il s'agit de systèmes conçus sur mesure. Le projet de démonstration collaborera avec les organismes compétents en Angola afin d'élaborer une feuille de route pour la réglementation en matière d'efficacité énergétique des chambres froides, comprenant notamment : des lignes directrices relatives aux marchés publics exigeant un niveau minimum d'efficacité énergétique pour les chambres froides financées sur fonds publics ; une certification et un étiquetage volontaires basés sur le suivi des performances ; un régime favorable d'octroi de licences d'importation pour les composants à haut rendement ; des mesures incitatives pour les installations certifiées efficaces ; et l'adoption de normes ISO comportant des critères d'efficacité énergétique pour la conception de l'entreposage frigorifique.

Consommation de HFC et contexte sectoriel

8. Le niveau de référence de la consommation de HFC pour l'Angola a été fixé à 3 878 000 tonnes d'éq. CO_2. Comme indiqué dans les données du programme de pays (CP), la consommation totale de HFC en 2025 s'élevait à 1 228 481 tonnes d'éq. CO_2, soit 68 % de moins que le niveau de référence. Le tableau 1 présente la consommation de HFC dans le pays pour la période 2021–2025.

Tableau 1. Consommation de HFC en Angola pour la période 2021–2025 (données visées à l'article 7)

Substances	2021	2022	2023	2024	2025
Tonnes métriques (tm)					
Tous les HFC	**350,85**	**2 609,56**	**6 044,65**	**1 722,96**	**596,63**
R-404A	84,74	557,56	853,17	284,00	85,20
Tonnes d'éq. CO_2					
Tous les HFC	**757 864**	**6 040 225**	**13 218 297**	**3 877 981**	**1 228 481**
R-404A	332 316	2 186 527	3 345 793	1 113 734	334 120

9. La consommation de HFC a considérablement diminué en 2021 en raison des restrictions promulguées pendant la pandémie de COVID-19, avant de connaître une forte hausse en 2022 et 2023, liée à la reprise post-pandémique et à l'augmentation de la demande d'importations de HFC pour l'entretien d'équipements de réfrigération et de climatisation supplémentaires. La consommation particulièrement élevée en 2023 pourrait également s'expliquer par la constitution de stocks par les importateurs en prévision du gel de la consommation prévu en 2024. La baisse de la consommation en 2024 et 2025 reflète l'effet combiné de la mise en œuvre du système de licences et de quotas, d'un éventuel ralentissement économique et de l'utilisation des stocks de HFC constitués au cours des années précédentes.

10. Le secteur de la réfrigération commerciale et industrielle est le plus grand utilisateur global de HFC en Angola. Il couvre les systèmes centralisés (grands groupes frigorifiques à compresseurs multiples

desservant les supermarchés, les hypermarchés et les grandes installations de vente au détail de produits alimentaires) ; les unités de condensation (systèmes de taille moyenne destinés à des applications commerciales plus modestes) ; et les refroidisseurs (refroidissement des procédés industriels et climatisation à grande échelle), utilisés principalement dans la transformation des aliments et des boissons, les usines de viande et de volaille, la transformation du poisson et des fruits de mer ; les entrepôts réfrigérés, les centres de distribution et les pôles logistiques. Le fluide frigorigène le plus consommé dans ce secteur est le R-404A, en raison de son PRP élevé et de son volume de consommation (64 % en tonnes d'éq. CO_2 au cours des années de référence), suivi du HFC-134a et du R-507A. L'élimination progressive dans ce secteur pose des défis en raison de la disponibilité limitée de solutions de remplacement rentables à faible PRP, des capacités techniques requises pour installer de tels systèmes, de l'absence de données sur les performances permettant d'attirer des investisseurs potentiels et des coûts d'investissement initiaux élevés.

Présentation du projet

Objectifs du projet et coordination avec la phase I du plan de mise en œuvre de l'Amendement de Kigali relatif aux HFC

11. Ce projet pilote vise à démontrer que les systèmes de réfrigération en cascade R-290/R-744 constituent une alternative viable au R-404A dans les chambres froides de petite et moyenne taille, et à promouvoir cette technologie en Angola. Il vise à réduire les coûts de fonctionnement grâce à une baisse de la consommation d'énergie et à une amélioration de la gestion des fuites de fluides frigorigènes, tout en effectuant l'élimination progressive du R-404A ; il permettra de renforcer les capacités nécessaires à la conception, à l'installation et à la maintenance en toute sécurité des systèmes en cascade R-290/R-744 (en répondant aux défis liés à l'inflammabilité et à la haute pression) et de mettre en place un exemple concret pour aider à lever les obstacles nationaux à l'adoption de cette technologie.

12. La démonstration du système de réfrigération en cascade R-290/R-744 sera mise en œuvre en coordination avec la phase I du KIP afin de générer des données de performance locales dans le climat chaud de l'Angola et de lever les obstacles liés à l'inflammabilité et à la haute pression. Elle renforce les capacités techniques des ingénieurs et techniciens pour installer et manipuler en toute sécurité des systèmes inflammables et à haute pression, grâce à des directives élaborées et intégrées dans les programmes nationaux de formation en réfrigération et climatisation. Le projet vient également compléter le cadre favorable et les activités d'efficacité énergétique prévues dans le cadre du PGEH et du KIP, effectue l'élimination progressive du R-404A au sein de l'entreprise bénéficiaire, fournit un modèle reproductible pour l'introduction de la technologie R-290/R-744 et soutient une transformation plus large du marché vers des technologies à faible PRP dans le secteur de la réfrigération commerciale et industrielle en Angola, ainsi que la mise en conformité du pays avec le Protocole de Montréal. Ses résultats serviront de base à l'élaboration des stratégies pour la phase II du KIP.

Bénéficiaire du projet

13. Le bénéficiaire, Angoalissar Comércio e Indústria Limitada (Angoalissar), est une entreprise à capitaux entièrement locaux fondée en 1992. Elle opère dans le secteur de l'entreposage réfrigéré alimentaire et exploite actuellement plusieurs chambres de congélation fonctionnant au R-404A, avec une consommation totale de HFC de 1 743 tonnes d'éq. CO_2 en 2025. La chambre froide sélectionnée pour la démonstration mesure 8 × 6 × 4 mètres cubes, fonctionne actuellement à −18 °C avec une charge de R-404A de 11 kg et stocke environ 70 tonnes de viande crue, de volaille, de poisson et de fruits de mer congelés.

Activités proposées telles que présentées

14. Le projet comprendra une évaluation technique de la chambre froide au R-404A sélectionnée afin d'établir les conditions de référence préalables au projet ; la conception du nouveau système en cascade R-290/R-744 ; le remplacement du système existant au R-404A par le système en cascade R-290/R-744 ; la

formation de techniciens à la conception, à l'installation et à l'exploitation du nouveau système ; une analyse financière des systèmes existant et de remplacement afin d'identifier les avantages du projet ; et un atelier destiné à diffuser les résultats du projet. Les activités prévues et les coûts proposés pour la mise en œuvre du projet sont les suivants :

a) *Équipement et processus de conversion (380 000 $US)* : coût du système de réfrigération en cascade R-290/R-744 à deux étages (260 000 $US) ; adaptation des structures physiques et travaux de génie civil (60 000 $US) ; assemblage, installation et mise en service (30 000 $US) ; et imprévus (30 000 $US) ;

b) *Assistance technique fournie par un expert international (30 000 $US)* : recrutement d'un expert chargé de réaliser un audit de sécurité de l'installation en cascade R-290/R-744 proposée, portant sur l'examen de la conception, l'évaluation des risques et la conformité aux normes de sécurité applicables aux frigorigènes inflammables et à haute pression ; et

c) *Renforcement de la capacité et élaboration de normes et de lignes directrices (130 000 $US)* : élaboration de cadres de renforcement de la capacité pour les technologies d'entreposage réfrigéré à haute efficacité énergétique (45 000 $US), organisation d'un atelier de validation et de finalisation (30 000 $US), élaboration et adoption de normes techniques et de lignes directrices en matière de sécurité pour les technologies d'entreposage réfrigéré à haute efficacité énergétique (45 000 $US), et imprévus (10 000 $US).

Coût du projet pilote tel que présenté

15. Le coût total du projet est estimé à 540 000 $US, dont 360 000 $US sont demandés au Fonds multilatéral et 180 000 $US seront cofinancés par Angoalissar. Le projet devrait être achevé dans les 36 mois suivant son approbation, soit entre décembre 2026 et décembre 2029. La ventilation des coûts du projet est présentée dans le tableau 2.

Tableau 2. Coûts proposés pour la démonstration d'un système de réfrigération en cascade R-290/R-744 en remplacement du R-404A dans une chambre froide ($US)

Descriptif des activités	Financement du Fonds multilatéral	Cofinancement	Total
Équipement			
Système de réfrigération en cascade à deux étages R-290/R-744	260 000	0	260 000
Adaptation des infrastructures (travaux de génie civil)	0	60 000	60 000
Montage, installation et mise en service	30 000	0	30 000
Imprévus	30 000	0	30 000
Total partiel	***320 000***	***60 000***	***380 000***
Assistance technique			
Expert international pour la conception et l'audit de sécurité	30 000	0	30 000
Élaboration de cadres de renforcement de la capacité pour les technologies d'entreposage réfrigéré à haute efficacité énergétique	0	45 000	45 000
Atelier de validation et de finalisation	0	30 000	30 000
Élaboration et adoption de normes techniques et de lignes directrices de sécurité relatives aux technologies d'entreposage réfrigéré à haute efficacité énergétique	0	45 000	45 000
Imprévus	10 000	0	10 000
Total partiel	***40 000***	***120 000***	***160 000***
Total	**360 000**	**180 000**	**540 000**

OBSERVATIONS ET RECOMMANDATIONS DU SECRÉTARIAT

OBSERVATIONS

16. Le Secrétariat a examiné la proposition de projet à la lumière des décisions 89/6, 91/65 et 95/87 et en tenant compte des activités mises en œuvre dans le cadre de la phase I du KIP du pays.

Admissibilité conformément aux décisions 89/6, 91/65 et 95/87

17. Cette proposition a été présentée avant la 100e réunion du Comité exécutif et répond aux critères d'admissibilité de la décision 95/87 d). Le gouvernement angolais s'est engagé à respecter les conditions visées aux alinéas b) iv) b. à e. et b) v) de la décision 91/65, étant donné que le projet est destiné à être reproduit à l'échelle nationale et que le gouvernement angolais a confirmé que l'UNO coordonnerait ses efforts avec le ministère de l'Environnement, ainsi qu'avec l'INIQ et l'IRSE, afin de faciliter la prise en compte de la transition des fluides frigorigènes lors de l'élaboration des normes d'efficacité énergétique ; que si l'Angola venait à mobiliser des financements provenant de sources autres que le Fonds multilatéral pour les volets relatifs à l'efficacité énergétique dans le cadre de la réduction progressive des HFC, le projet n'entraînerait pas de chevauchement entre les activités financées par le Fonds multilatéral et celles financées par d'autres sources ; que les informations sur l'avancement du projet, ses résultats et les principaux enseignements tirés seraient mises à disposition, le cas échéant ; que la date d'achèvement du projet serait fixée au plus tard 36 mois après la date d'approbation par le Comité exécutif et qu'un rapport détaillé sur le projet serait soumis au Comité exécutif dans les six mois suivant la date d'achèvement du projet.

Normes minimales de performance énergétique

18. L'Angola élaborera et mettra en œuvre des NMPE et un système d'étiquetage énergétique pour les équipements de réfrigération et de climatisation (RAC) afin d'améliorer l'efficacité énergétique dans le cadre du projet approuvé par la décision 89/6 lors de la 98e réunion. Bien que le projet actuellement proposé ne prévoie pas l'élaboration de NMPE pour les chambres froides, il apportera des éléments précieux pour évaluer et calculer l'efficacité énergétique de divers équipements RAC, car les principes fondamentaux et les méthodologies de calcul de l'efficacité énergétique sont largement applicables à différents types d'équipements RAC et à différentes plages de capacité. Les connaissances et l'expertise technique acquises dans le cadre de la décision 89/6 devraient donc soutenir et éclairer l'évaluation des performances en matière d'efficacité énergétique des systèmes de réfrigération de plus grande envergure, y compris les chambres froides.

Questions techniques et relatives aux coûts

19. En ce qui concerne l'élaboration et l'adoption de normes techniques et de lignes directrices de sécurité pour les technologies d'entreposage réfrigéré à haute efficacité énergétique, le PNUD a précisé que le projet produira une feuille de route pour la mise en place des normes et lignes directrices nécessaires afin de traiter les enjeux de sécurité liés à l'utilisation des frigorigènes R-290 et R-744, notamment en identifiant les lacunes, en évaluant les normes internationales adaptables, en recommandant une voie d'adoption au niveau national et en mobilisant les responsables du gouvernement pour s'aligner sur les priorités nationales. L'élaboration proprement dite des instruments réglementaires nationaux sera prise en charge dans le cadre d'un autre projet. Néanmoins, le projet de démonstration permettra d'élaborer des guides techniques pour l'exploitation et la maintenance du système en cascade R-290/R-744, qui seront intégrés au programme de formation des techniciens. Le projet de démonstration proposé permettra de renforcer la capacité nationale en matière d'installation, d'exploitation et de maintenance d'un système en cascade R-290/R-744. Une formation destinée aux ingénieurs et aux techniciens sera mise en œuvre tout au long du projet. Des synergies seront développées avec le KIP angolais en matière de formation dans ce secteur.

20. En ce qui concerne la conversion du système au R-404A, le PNUD a précisé que le projet porterait uniquement sur la conversion du système de réfrigération de la chambre existante, et que les installations physiques resteraient inchangées. Toutefois, une boucle supplémentaire à haute température sera ajoutée pour évacuer la chaleur vers l'atmosphère. Le système en cascade sera spécialement conçu et configuré pour le site, avec notamment des composants R-744 spécialisés, des dispositifs de sécurité R-290, des commandes, un système de surveillance, un dispositif de détection des fuites et d'autres équipements associés.

Sélection de la technologie de remplacement

21. Plusieurs technologies à faible PRP ont été envisagées lors du choix des technologies de remplacement, notamment le système R-717/R-744. La technologie R-290/R-744 a été choisie pour son faible PRP, la compatibilité de ses composants avec les systèmes R-404A existants et des considérations de sécurité. Le système en cascade comprend un circuit R-290 à haute température et un circuit R-744 à basse température fonctionnant exclusivement à une pression sous-critique, avec un échangeur de chaleur reliant les deux boucles. Ce système devrait permettre de réduire la consommation d'électricité de 20 à 30 % par rapport au système de référence au R-404A. Ce projet de démonstration constituera le premier système de réfrigération en cascade R-290/R-744 à être installé et exploité en Angola.

Sélection du bénéficiaire

22. Angoalissar a été sélectionnée à l'issue d'un processus de consultation. En tant que premier importateur alimentaire et distributeur de biens de grande consommation en Angola, Angoalissar dispose d'un vaste réseau de réfrigération en chaîne du froid pour la manutention, le stockage et la distribution de grands volumes de produits surgelés et réfrigérés, comprenant notamment des entrepôts à température contrôlée de grande capacité, des chambres froides au sol et des installations spécialisées dans le stockage des aliments surgelés. L'entreprise exploite 41 chambres froides de congélation. L'entreprise a mis en place une chaîne du froid robuste et autonome dans une région où l'accès au réseau électrique est limité et instable, et où elle doit souvent recourir à d'énormes générateurs diesel sur site pour assurer le fonctionnement continu de ses installations d'entreposage réfrigéré à grande échelle. Angoalissar s'est engagée à mettre en œuvre le projet et présente un fort potentiel de reproduction de la technologie validée.

23. Un accord a été conclu avec Angoalissar au cours de la phase de développement du projet. Angoalissar s'est engagée à cofinancer tous les coûts dépassant le montant approuvé ou non couverts par le projet, à soutenir la mise en œuvre complète du processus de conversion, y compris les essais et la formation des techniciens, et à autoriser les visites d'autres propriétaires d'équipements potentiels sur site à des fins de reproduction.

Surveillance de l'efficacité énergétique

24. En ce qui concerne le suivi de l'efficacité énergétique, le PNUD a expliqué que le bénéficiaire mesurera les valeurs de référence du système R-404A existant et assurera le suivi des systèmes de remplacement. Les mesures de référence du R-404A seront effectuées dans des conditions de fonctionnement représentatives, notamment en ce qui concerne la consommation d'électricité, la température de la chambre, le fonctionnement des compresseurs et les conditions ambiantes. Pour le système de remplacement, les coûts du projet comprennent les compteurs d'énergie, les capteurs et un système de télémétrie/numérisation permettant d'enregistrer en continu la consommation d'électricité et les principaux paramètres de fonctionnement. Les données seront collectées et analysées par l'équipe technique, et les résultats seront comparés afin d'évaluer les économies d'énergie et le pourcentage de réduction de la consommation d'électricité. La comparaison s'appuiera sur le nombre total de kWh avant et après le remplacement, en tenant compte des conditions de fonctionnement pertinentes, notamment la température ambiante, la température de la chambre, les horaires de fonctionnement et la charge de réfrigération, afin de fournir une évaluation pertinente de l'amélioration de l'efficacité énergétique.

Calcul des coûts

25. Le Secrétariat a noté qu'une ventilation détaillée des coûts pour l'équipement du système en cascade R-290/R-744 n'avait pas été fournie dans la demande initiale (montant total de 260 000 $US tel que présenté). Le PNUD a expliqué qu'il était difficile de fournir des coûts individuels fiables pour certains composants, car les spécifications du système ne seraient déterminées qu'au cours du processus de conception. Afin de renforcer l'analyse des coûts, le PNUD a obtenu, à titre de référence, une ventilation détaillée des coûts d'une installation de réfrigération utilisant une configuration en cascade R-290/R-744 similaire, mise en œuvre par Eletrofrio Brasil à l'ETP de Curitiba au Brésil en 2021. À l'issue des discussions, et compte tenu du contexte de mise en œuvre en Angola, le coût de l'équipement a été fixé à 230 000 $US, sans financement pour imprévus. Les coûts liés au montage, à l'installation et à la mise en service, ainsi qu'aux activités d'assistance technique, sont maintenus tels que demandés.

26. Le coût convenu du projet pilote visant à démontrer un système en cascade R-290/R-744 en remplacement du R-404A dans une chambre froide à Angoalissar, en Angola, s'élève à 480 000 $US, dont une subvention du Fonds multilatéral de 300 000 $US et un cofinancement par le bénéficiaire de 180 000 $US, comme l'indique le tableau 3.

Tableau 3. Coûts convenus pour la démonstration d'un système en cascade R-290/R-744 destiné à remplacer le R-404A dans une chambre froide ($US)

Descriptif des activités	Financement demandé au titre du Fonds multilatéral	Financement du Fonds multilatéral convenu	Cofinancement
Équipement			
Système de réfrigération en cascade à deux étages R-290/R-744	260 000	230 000	0
Adaptation de la structure physique (travaux de génie civil)	0	0	60 000
Montage, installation et mise en service	30 000	30 000	0
Imprévus	30 000	0	0
Total partiel	***320 000***	***260 000***	***60 000***
Assistance technique			
Expert international pour la conception et l'audit de sécurité	30 000	30 000	0
Élaboration de cadres de renforcement de la capacité pour les technologies d'entreposage réfrigéré à haute efficacité énergétique	0	0	45 000
Atelier de formation à la validation et à la finalisation	0	0	30 000
Feuille de route pour l'élaboration et l'adoption de normes techniques et de lignes directrices de sécurité relatives aux technologies d'entreposage réfrigéré à haute efficacité énergétique	0	0	45 000
Imprévus	10 000	10 000	0
Total partiel	***40 000***	***40 000***	***120 000***
Total	**360 000**	**300 000**	**180 000**

Améliorations en matière d'efficacité énergétique et économies estimées

27. D'après les informations actuellement disponibles, la consommation électrique annuelle du système existant est estimée à environ 38 000 kWh/an. Sur la base de la littérature publiée concernant des applications de réfrigération comparables, les économies d'énergie réalisées grâce au nouveau système sont estimées entre 20 et 30 %. Les économies préliminaires estimées grâce à l'amélioration de l'efficacité énergétique seraient donc d'environ 7 600 à 11 400 kWh/an.

28. Les économies d'énergie annuelles réelles seront déterminées grâce au dispositif de surveillance et de mesure du projet, à partir des données de référence mesurées et des données post-installation recueillies dans des conditions d'exploitation réelles. Une fois le système conçu, installé et surveillé, le projet disposera

des données nécessaires pour calculer les économies annuelles réelles et la période de retour sur investissement simple qui en résulte.

Durabilité, reproductibilité et évaluation des risques

29. Le projet est conçu pour assurer sa pérennité à long terme et permettre sa reproduction. La réfrigération commerciale et industrielle représente la principale source de consommation de HFC dans le pays ; ainsi, la démonstration, les essais et la promotion réussis de solutions alternatives dans ce secteur pourraient faciliter leur adoption à plus grande échelle dans un large éventail d'applications. Angoalissar s'est engagée à éliminer progressivement le R-404A dans la chambre froide sélectionnée et à reproduire cette technologie, lorsque cela est possible, sous réserve que des gains d'efficacité énergétique soient démontrés. Le gouvernement encouragera également la reproduction de cette initiative par d'autres entreprises en Angola et dans la région, en coordination avec le KIP. La viabilité financière est assurée par un cofinancement substantiel d'Angoalissar, qui atténue le risque lié à un investissement initial élevé. Les risques d'inflammabilité seront traités grâce à l'appui technique d'experts internationaux afin de garantir que la conception et l'installation soient conformes aux normes de sécurité internationales (EN 378, ISO 5149), complétées par une évaluation des risques spécifique au site portant sur la ventilation, les sources d'inflammation et les procédures d'urgence. L'absence de normes techniques nationales a été identifiée comme un obstacle majeur à la reproduction du projet et sera surmontée grâce à une feuille de route visant à élaborer et à adopter des normes techniques et des lignes directrices de sécurité, ainsi qu'à des activités de formation et de renforcement de la capacité destinées à former les techniciens locaux. Le projet assurera également la coordination avec les activités menées dans le cadre du projet approuvé au titre de la décision 89/6 afin de garantir une synergie.

30. Le projet renforcera les capacités techniques du bénéficiaire à installer et à entretenir en toute sécurité des systèmes à faible PRP et devrait servir de modèle reproductible pour des systèmes de réfrigération similaires en Angola et dans d'autres pays visés à l'article 5. L'entreprise bénéficiaire s'est engagée à réaliser l'élimination progressive de sa consommation en reproduisant la technologie sur la base des résultats du projet de démonstration.

RECOMMANDATION

31. Le Comité exécutif pourrait envisager :

a) D'approuver le projet visant à démontrer la faisabilité d'un système en cascade R-290/R-744 en remplacement du R-404A dans une chambre froide à Angoalissar, pour un montant de 300 000 $US, majoré des coûts d'appui de l'agence de 21 000 $US pour le PNUD ;

b) De prendre note :

i) Que le gouvernement angolais s'est engagé à respecter les conditions visées aux alinéas b) iv) b. à b) iv) d. de la décision 91/65 ; et

ii) Que le projet sera achevé sur le plan opérationnel au plus tard le 31 décembre 2029 et qu'un rapport de projet détaillé sera soumis au Comité exécutif dans les six mois suivant la date d'achèvement du projet, y compris une description détaillée des activités entreprises pour diffuser les résultats de la démonstration de la technologie et pour promouvoir l'adoption des technologies de remplacement à haut rendement énergétique sélectionnées.