



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

Distr.
GÉNÉRALE

UNEP/OzL.Pro/ExCom/97/55
16 novembre 2025

FRANÇAIS
ORIGINAL : ANGLAIS

COMITÉ EXÉCUTIF
DU FONDS MULTILATÉRAL AUX FINS
D'APPLICATION DU PROTOCOLE DE MONTRÉAL

Quatre-vingt-dix-septième réunion
Montréal, 1-5 décembre 2025
Point 9 d) de l'ordre du jour provisoire¹

PROPOSITION DE PROJET : MONDIAL

Le présent document contient les remarques et les recommandations du Secrétariat concernant la proposition suivante :

Rendement énergétique

- | | | |
|--|------|----------------------|
| <ul style="list-style-type: none">• Projet pilote pour l'amélioration du rendement énergétique des technologies et des équipements de remplacement dans le contexte de la réduction progressive des HFC (activités de non-investissement) : projet de démonstration d'outils numériques de suivi et de gestion visant à améliorer le rendement énergétique et à atténuer les émissions de gaz à effet de serre dans le secteur de la chaîne du froid en Colombie, au Liban et à Trinité-et-Tobago. | PNUD | Examen
individuel |
|--|------|----------------------|

¹ UNEP/OzL.Pro/ExCom/97/1

FICHE D'ÉVALUATION DE PROJET – PROJET NON PLURIANNUEL**Mondial****TITRE DU PROJET****AGENCE BILATÉRALE/D'EXÉCUTION**

Projet pilote pour l'amélioration du rendement énergétique des technologies et des équipements de remplacement dans le contexte de la réduction progressive des HFC (activités de non-investissement) : projet de démonstration d'outils numériques de suivi et de gestion visant à améliorer le rendement énergétique et à atténuer les émissions de gaz à effet de serre dans le secteur de la chaîne du froid en Colombie, au Liban et à Trinité-et-Tobago.	PNUD
--	------

OBJECTIF DU PROJET

L'objectif de ce projet est de démontrer une atténuation de la consommation de HFC et une amélioration de l'efficacité énergétique dans le secteur de la chaîne du froid de trois pays au moyen de solutions numériques. La composante globale de ce projet vise à consolider les données provenant de différents sites afin d'analyser et d'optimiser une plateforme numérique qui pourrait également être utilisée par d'autres pays, générer des connaissances et une expérience pratique pouvant être reproduites dans des applications similaires dans d'autres pays dans le cadre de projets financés par le Fonds multilatéral.
--

AGENCE NATIONALE DE COORDINATION	Unité nationale de l'ozone (UNO) de chaque pays
---	---

DERNIÈRES DONNÉES AU TITRE DE L'ARTICLE 7 (Annexe F)	Année : 2024	Colombie	Liban	Trinité-et-Tobago
	Tonnes métriques (tm)	2 282,45	824,57	1 349,58
	Tonnes eqCO ₂	4 647 025	1 573 653	2 967 132

Détails	Activités de non-investissement		
HFC utilisés dans le secteur de l'entretien (données du programme de pays pour 2024)	Colombie	Liban	Trinité-et-Tobago
(tm)	1 932,16	521,22	1 343,90
(tonnes eqCO ₂)	3 656 574	883 392	2 959 802
Durée du projet (mois) :	36		
Montant initial demandé (\$US) :	1 404 000		
Coût final du projet (\$US) :	1 391 000		
Subvention demandée (\$US) :	680 000		
Coûts d'appui de l'agence d'exécution (\$US) :	47 600		
Coût total du projet pour le Fonds multilatéral (\$US) :	727 600		
Cofinancement (en \$US) :	711 000		
Économies d'énergie (kWh/an) :	239 935		
État du financement de contrepartie (O/N) :	O		
Étapes de suivi du projet incluses (O/N) :	O		
Normes minimales de performance énergétique (NMPE) disponibles pour le secteur concerné (O/N) :	Colombie: O	Liban : En cours d'élaboration	Trinité-et-Tobago : N

RECOMMANDATION DU SECRÉTARIAT	Examen individuel
--------------------------------------	-------------------

DESCRIPTION DU PROJET

Contexte

1. Au nom des gouvernements de la Colombie, du Liban et de Trinité-et-Tobago, le PNUD a présenté, conformément à la décision 91/65, une demande de projet pilote visant à l'amélioration du rendement énergétique des technologies et équipements de remplacement dans le cadre de la réduction progressive des HFC (activités de non-investissement), pour un montant de 1 404 000 \$US, plus 98 280 \$US de coûts d'appui d'agence, comme initialement soumis².

Projet pilote pour le rendement énergétique

2. Les outils numériques contribuent à améliorer l'efficacité des systèmes de réfrigération et de climatisation (R&C). Des composants tels que les capteurs numériques, les compteurs intelligents et les plateformes de suivi hébergées en nuage permettent de surveiller les températures, la pression, la consommation d'énergie et les schémas de fonctionnement. Ces composants peuvent exploiter ces données pour détecter rapidement les problèmes de fonctionnement des équipements et contribuer à améliorer leurs performances. Au lieu de s'appuyer sur des contrôles manuels ou des calendriers fixes, les techniciens peuvent utiliser des tableaux de bord et des alertes pour affiner les performances des équipements, planifier la maintenance en temps opportun et prévenir les pannes avant qu'elles ne se produisent. Toutes ces mesures préventives mises en œuvre à l'aide d'outils numériques et de suivi peuvent se traduire par une amélioration du rendement énergétique des équipements.

Cadre institutionnel, politique et réglementaire

Colombie

3. La Colombie a ratifié l'amendement de Kigali le 25 février 2021. Dans le cadre de la phase I du plan de mise en œuvre de Kigali pour les HFC (KIP), la Colombie s'est engagée à atténuer sa consommation de HFC de 18,3 % par rapport à son niveau de référence (8 652 982 tonnes d'équivalent CO₂) d'ici 2029, comme approuvé à la 95^e réunion³. La phase I du KIP est concentrée sur les conversions technologiques dans les secteurs de la fabrication d'équipements de réfrigération commerciale, ainsi que celui de l'assemblage et de l'installation locaux. Les systèmes de réfrigération centralisés sont largement utilisés dans le sous-secteur commercial en Colombie. En moyenne, les supermarchés et hypermarchés de grande et moyenne taille utilisent trois systèmes de réfrigération centralisés par installation. Ces systèmes constituent une source importante de fuites de réfrigérant, estimées à 37 % par an, ce qui entraîne une surconsommation d'énergie des équipements.

4. Il n'existe pas de normes réglementaires en matière d'efficacité énergétique pour les systèmes de réfrigération centralisés dans les grandes infrastructures de la chaîne du froid, en raison de leur conception sur mesure. Cependant, la stratégie nationale colombienne pour les supermarchés prévoit l'établissement et la mise en œuvre de normes minimales de performance énergétique (NMPE) spécifiques pour les systèmes installés. Les NMPE pour les équipements autonomes s'appliquent lorsqu'ils sont utilisés dans les supermarchés.

Liban

5. Le Liban a ratifié l'amendement de Kigali le 5 février 2020. Dans le cadre de la phase I du KIP, le Liban s'est engagé à atténuer sa consommation de HFC de 15 % par rapport au niveau de référence du pays

² Selon les lettres datées du 19 au 22 août 2025 adressées au PNUD par les ministères concernés des gouvernements de la Colombie, du Liban et de Trinité-et-Tobago.

³ Décision 95/61

(2 556 533 t eqCO₂) d'ici 2029 et de 40 % d'ici 2032, comme approuvé à la 96^e réunion⁴. L'utilisation comme réfrigérant du R-404A dans le sous-secteur de la réfrigération commerciale représente 33 % de la consommation totale de HFC en 2024⁵. Les groupes de réfrigération commerciaux sont utilisés dans les magasins de quartier, les restaurants et les supermarchés de petite et grande taille.

6. Au Liban, la mise en œuvre des NMPE pour les équipements de réfrigération et de climatisation progresse dans le cadre de la transition plus large de ce pays vers un refroidissement durable et économe en énergie. Des évaluations sectorielles récentes indiquent que les NMPE pour les principales catégories de produits, telles que les climatiseurs split, les pompes à chaleur et les réfrigérateurs domestiques, sont encore en cours d'élaboration et n'ont pas encore été officiellement adoptées via un cadre juridique contraignant. Bien qu'il existe des normes volontaires, notamment la norme libanaise de 2011 sur l'efficacité énergétique des équipements de chauffage, de ventilation et de climatisation (CVC), celles-ci n'ont pas encore été adoptées en tant que mesures obligatoires par un décret gouvernemental assorti de mécanismes d'application définis.

7. Le Liban procède actuellement à la révision de son Plan national pour le refroidissement, qui intégrera l'introduction de normes obligatoires en matière de NMPE et d'étiquetage dans l'ensemble du secteur de la R&C. Le ministère de l'Environnement, par l'intermédiaire de l'unité nationale de l'ozone (UNO), participe activement à ce processus en tant que membre clé du comité national CVC, en étroite collaboration avec le LIBNOR (Institut libanais de normalisation) et d'autres entités nationales concernées. Cette collaboration vise à établir le cadre juridique et institutionnel nécessaire à l'adoption et à l'application des NMPE au Liban, favorisant ainsi l'adoption de technologies à haut rendement et à faible potentiel de réchauffement de la planète (PRP), dans le respect des objectifs du Protocole de Montréal et de son amendement de Kigali.

8. En exploitant les technologies modernes comme les outils numériques à des fins de détection et de prévention des fuites de réfrigérant, de suivi de l'efficacité des systèmes et de fourniture d'informations basées sur les données, ce projet pourrait aider les parties prenantes concernées au Liban à assurer le suivi des données relatives à l'efficacité énergétique et à renforcer les capacités des entreprises locales afin de mettre en place un système de chaîne du froid plus résilient et durable.

Trinité-et-Tobago

9. Trinité-et-Tobago a ratifié l'amendement de Kigali le 17 novembre 2017. Dans le cadre de la phase I du KIP, Trinité-et-Tobago s'est engagé à atténuer sa consommation de HFC de 10 % par rapport à son niveau de référence (5 681 787 t eqCO₂) d'ici 2029, comme approuvé à la 93^e réunion⁶. On estime que le secteur du refroidissement résidentiel et commercial représente environ 17 % de la consommation totale d'énergie à Trinité-et-Tobago.

10. Selon le Plan d'action national pour le refroidissement du pays, on manque d'informations fiables et claires sur la performance énergétique des systèmes de climatisation et de réfrigération à Trinité-et-Tobago. En raison de l'insuffisance d'informations et de données, il est difficile pour les régulateurs, les techniciens de maintenance et les consommateurs de prendre des décisions sur la manière d'atténuer les émissions et de réaliser des économies d'énergie dans le secteur du refroidissement. Une réduction de la demande de consommation dans le secteur de l'entretien est essentielle pour atteindre les cibles de conformité au Protocole de Montréal qu'a fixées le pays.

⁴ Décision 96/42

⁵ Données du PP 2024 pour le Liban

⁶ Décision 93/74

11. À l'heure actuelle, il n'existe aucune NMPE pour le secteur de la R&C à Trinité-et-Tobago. Toutefois, le gouvernement envisage actuellement la mise en place d'un tel système.

Consommation de HFC et contexte sectoriel

12. Le Tableau 1 présente la consommation de HFC en Colombie, au Liban et à Trinité-et-Tobago.

Tableau 1 : Consommation de HFC en Colombie, au Liban et à Trinité-et-Tobago (données au titre de l'Article 7 pour 2020-2024)

Consommation de HFC	2020	2021	2022	2023	2024
Tonnes métriques (tm)					
Colombie	2 423,16	2 492,15	4 168,48	2 936,32	2 282,45
Liban	940,70	863,70	803,93	792,48	824,57
Trinité-et-Tobago	1 965,92	2 271,47	2 038,93	2 168,58	1 349,58
Tonnes eqCO₂					
Colombie	5 064 307	5 086 999	9 242 759	6 206 292	4 647 025
Liban	1 743 012	1 604 665	1 532 493	1 518 706	1 573 653
Trinité-et-Tobago	4 425 345	5 201 433	4 597 414	4 967 441	2 967 132

13. On estime que la Colombie compte plus de 2 160 installations de réfrigération centralisées en service, dont environ 94 % utilisent des HFC. Comme rapporté dans le KIP pour la Colombie, en 2023, le sous-secteur de la réfrigération commerciale est le plus diversifié en termes de réfrigérants et de technologies, avec huit réfrigérants différents utilisés, dont le R-507A (48,1 %), le R-404A (34,5 %) et le HFC-134a (12,3 %) étant les plus couramment utilisés dans les unités autonomes, les unités de condensation et les machines à glace.

14. Au Liban, les trois principaux types d'équipements de refroidissement utilisés pour la réfrigération commerciale sont les systèmes centralisés, les groupes de condensation et les groupes autonomes. Comme indiqué dans le KIP pour le Liban, en 2023, les principaux HFC consommés dans le sous-secteur de la réfrigération commerciale sont le R-404A (80,8 %), le R-407C (13,1 %) et le R-507A (5,6 %).

15. À Trinité-et-Tobago, en 2022, les principaux réfrigérants utilisés dans les systèmes centralisés, comprenant des chambres froides et des entrepôts, sont le R-134a (48,8 %), le R-404A (20,1 %) et le R-507C (11,0 %). Ce secteur connaît des niveaux élevés de demande de services et des taux de fuite élevés, et les technologies de remplacement dans ce secteur ne sont pas encore largement disponibles dans le pays. Les systèmes de réfrigération commerciale non centralisés consomment du HFC-134a (63,4 %), du R-407C (26,5 %) et du R-507C (10,1 %), tandis que les systèmes de réfrigération industrielle consomment exclusivement du R-404A.

16. La plupart des systèmes mentionnés ci-dessus dans les trois pays ne sont accompagnés d'aucun outil numérique de suivi et de gestion.

Objectifs du projet

17. L'objectif du présent projet est de démontrer comment l'utilisation de solutions numériques dans ces trois pays peut permettre une atténuation de la consommation de HFC, et donc des émissions, et améliorer l'efficacité énergétique dans le secteur de la chaîne du froid, conformément à leurs stratégies nationales et à leurs plans de mise en œuvre de l'amendement de Kigali. Le projet comporte un volet national pour chacun des trois pays, relatif à l'évaluation, à l'installation d'infrastructures numériques, au suivi et à la formation, ainsi qu'un volet mondial, relatif à l'analyse des données et aux équipements intelligents permettant d'assurer l'appui à la maintenance, comme expliqué au paragraphe 2 ci-dessus.

18. Grâce à sa composante nationale, ce projet permettra de recueillir des données sur l'utilisation du réfrigérant et sur la consommation d'énergie avant et après reconversion ou modernisation, d'utiliser ces informations ainsi que les coûts d'investissement et d'exploitation pour évaluer la faisabilité économique, et de développer une plateforme numérique permettant de reproduire des solutions numériques avec un rapport coût/efficacité satisfaisant. Le projet apportera une solution technique pour les applications personnalisées de la chaîne du froid ne disposant pas d'outils standardisés de suivi, de test et d'établissement de rapports robustes en matière de rendement énergétique. Il permettra de démontrer une approche moderne des pratiques de maintenance, notamment l'utilisation de données en temps réel pour les mesures correctives et l'analyse des données pour la maintenance prédictive, passant ainsi d'une approche corrective traditionnelle à une approche préventive et prédictive, avec l'aide d'outils numériques.

19. La composante mondiale de ce projet vise à consolider les données provenant des différents sites pour l'analyse et l'optimisation de la plateforme numérique en vue de son adaptation à différents contextes, ainsi qu'à générer des connaissances et une expérience pratique pouvant être reproduites dans des applications similaires dans d'autres pays pour d'autres projets financés par le Fonds multilatéral.

Technologie

20. Le projet suggère d'utiliser l'Internet des objets (IoT) ainsi qu'une infrastructure informatique et de communication (IIC) hébergée dans le cloud pour collecter et analyser les données de performance des différents équipements de réfrigération et de climatisation à partir de capteurs intelligents qui seront installés pour collecter des données sur différents paramètres techniques tels que la température, la pression, la vitesse du compresseur et autres. Les données collectées couvriront également les conditions ambiantes telles que les niveaux de température et d'humidité, et ces données seront utilisées pour une analyse supplémentaire des performances de refroidissement et du rendement énergétique dans différentes conditions météorologiques.

21. Il est proposé de développer des outils d'analyse des données afin d'entreprendre des analyses de performance basées sur les données historiques et en temps réel, et d'évaluer la nécessité de mesures correctives pour optimiser la performance, les opérations et la maintenance. Le stockage des données et les applications sont généralement basés sur le cloud, ce qui permet un accès mondial à partir d'une large gamme d'appareils, notamment des ordinateurs, des tablettes et des téléphones mobiles. Une infrastructure numérique ouverte et évolutive garantira une flexibilité à long terme et évitera les contraintes liées à la propriété, permettant ainsi d'adapter les outils numériques aux différentes circonstances locales.

Bénéficiaires

Colombie

22. Trois supermarchés et hypermarchés locaux seront sélectionnés pour représenter les différentes altitudes et conditions météorologiques présentes dans le pays⁷. Chaque bénéficiaire doit répondre à des critères spécifiques, notamment l'utilisation de systèmes de réfrigération centralisés dans des installations d'une superficie supérieure à 1 200 mètres carrés, d'une capacité de refroidissement de 100 kW et installées il y a plus de six ans. Un prestataire de services local agira en tant que partenaire exécutif pour l'appui et l'accompagnement local des projets pendant la période de mise en œuvre.

⁷ Un bénéficiaire dans chaque zone : zone froide (altitude comprise entre 2 000 et 3 000 mètres), zone tempérée (altitude comprise entre 1 000 et 2 000 mètres) et zone chaude (altitude inférieure à 1 000 mètres). Les variations de température dans ces trois zones permettront de recueillir des informations sur l'impact de la température ambiante sur les performances de l'équipement.

Liban

23. Le supermarché Al-Tawfeer a été identifié comme un bénéficiaire approprié pour le projet en raison de son important potentiel d'économies d'énergie et de réplication dans des environnements similaires. Al-Tawfeer compte 38 succursales au Liban et prévoit de poursuivre son expansion. Le site bénéficiaire sélectionné comprend un système de réfrigération centralisé fonctionnant au R404a (45 kW), un système de congélation centralisé fonctionnant au R404a (20 kW) et sept congélateurs à crème glacée (0,3 kW).

Trinité-et-Tobago

24. À Trinité-et-Tobago, NAMDEVCO, une entreprise publique de la chaîne du froid spécialisée dans la réception, la transformation, le stockage et la livraison de produits agricoles locaux, a été identifiée comme un bénéficiaire approprié. Les données recueillies pendant la phase de préparation fournissent une base de référence claire sur l'état actuel des installations, leur conformité aux critères du projet et leur potentiel d'intégration réussie dans l'initiative. Le site bénéficiaire sélectionné comprend deux chambres froides utilisant toutes deux le réfrigérant R-404A et fonctionnant à des températures comprises entre -23 °C et -29 °C.

Plateforme mondiale d'informations sur la R&C

25. Les données recueillies auprès des bénéficiaires sélectionnés dans les trois pays constitueront différents scénarios qui permettront à l'installation pilote de tester, d'optimiser, d'entraîner et d'analyser ces résultats. Cela conduira à la mise en place d'une plateforme mondiale d'information sur la R&C dotée d'un lac de données⁸, où les facteurs de reproductibilité seront identifiés pour des systèmes de refroidissement similaires grâce à des systèmes numériques et à l'intelligence artificielle (IA) pour réaliser des réductions des émissions et des économies d'énergie⁹. La conception et le déploiement de la plateforme d'informations sur la R&C permettront d'aider le projet pilote à s'étendre au-delà des sites sélectionnés et permettra une évolutivité et une reproductibilité, soit au sein du même secteur, soit dans des secteurs similaires. Une équipe technique dédiée et des consultants assureront le fonctionnement de la plateforme afin de garantir un déploiement robuste et une mise en conformité avec les exigences du site pilote pendant une période de deux ans. La maintenance de l'hébergement de la plateforme permettra de poursuivre la collecte de données et le suivi des performances sur l'ensemble des sites pilotes pendant cinq ans après l'achèvement du projet. Cette phase renforcera la reproductibilité et favorisera la coopération Sud-Sud grâce au partage des connaissances et des meilleures pratiques.

Activités proposées

26. Les activités proposées sont décrites ci-dessous et la ventilation des coûts est résumée dans le Tableau 2 (comme soumis initialement) :

- a) *Audit énergétique visant à établir un niveau de référence* : Mesure des performances des composants clés, notamment le rack de compresseurs, le condenseur, les vitrines réfrigérées et les commandes du système ; réalisation de tests de consommation d'énergie et d'identification des fuites utilisés pour calculer la base de référence des impacts directs et indirects du circuit de réfrigération ;
- b) *Plan de modernisation et conception du concept de numérisation* : Recrutement d'un consultant international chargé d'identifier et d'évaluer les outils et technologies

⁸ Un lac de données est un référentiel centralisé qui stocke de grandes quantités de données brutes dans leur format natif, y compris des données structurées, semi-structurées et non structurées, jusqu'à ce qu'elles soient requises.

⁹ Grâce à l'apprentissage automatique, les plateformes épaulées par l'IA peuvent suivre les performances en temps réel, détecter les anomalies, permettre une maintenance prédictive et optimiser dynamiquement les opérations sur la base d'une analyse complète des données.

numériques, notamment les compteurs intelligents, les capteurs, les passerelles de données et les plateformes de suivi ; élaboration d'une méthodologie pour le suivi de la consommation d'énergie et du débit/les fuites de réfrigérant ; définition des exigences relatives aux systèmes de contrôle de supervision et d'acquisition de données (SCADA) ; Appui à la sélection de fournisseurs et d'installateurs sensibilisés aux adaptations ou innovations adaptées aux contextes locaux ; accompagnement de l'installation d'équipements à haute efficacité énergétique, de capteurs IoT et de systèmes de suivi ; collecte et analyse de données pour évaluer les performances et apporter des améliorations itératives ;

- c) *Matériel et installation* : Achat et installation d'un ensemble de compteurs intelligents, de capteurs et de transducteurs¹⁰, passerelles de données et appareils IoT;¹¹ commande de supervision et acquisition de données via la plateforme IoT cloud et le tableau de bord pour le suivi centralisé, l'analyse énergétique, les alarmes et l'hébergement ; installation et mise en service des compteurs, capteurs et autres composants susmentionnés ; et collecte de données à l'aide du système ;
- d) *Appui technique, suivi et coordination* : Installation et configuration technique des composants pilotes tels que les compteurs intelligents, les capteurs, les passerelles de données et les plateformes de suivi, en veillant à leur bonne intégration et à leur bon fonctionnement ; élaboration et mise à disposition de modules de formation destinés aux techniciens du secteur de la R&C, axés sur les solutions numériques et les technologies IoT pertinentes pour le secteur ; organisation d'ateliers visant à promouvoir les avantages de la numérisation du secteur de la R&C et à encourager l'engagement des parties prenantes ; établissement de références pour les équipements existants et suivi continu des performances des équipements, des conditions ambiantes et du fonctionnement des systèmes afin d'évaluer les impacts sur le rendement énergétique et les émissions de réfrigérant ; supervision technique pendant la conception et la mise en service ; analyse des données collectées afin d'affiner les stratégies et de démontrer des résultats mesurables ; et
- e) *Plateforme mondiale d'informations sur la R&C* : Mise en place d'une équipe internationale de développeurs logiciels comprenant un architecte chargé de définir la structure de la plateforme informatique¹², un architecte logiciel, un spécialiste UI, un développeur frontend, un développeur backend et/ou un développeur full stack pour développer la plateforme d'informations¹³, et spécialiste ICT pour fournir un appui à l'intégration¹⁴ aux cinq sites.

¹⁰ L'ensemble de capteurs comprend une sonde de température, un capteur d'humidité et de température, un transducteur de pression, un contact de porte, un capteur de vibrations, un capteur de courant, un compteur d'énergie et un capteur de fuite de gaz/réfrigérant.

¹¹ Les appareils comprennent une connexion Wi-Fi/Ethernet, un module LoRa/LoRaWAN, un modem cellulaire 4G, une antenne et le câblage.

¹² La structure comprend notamment la technologie d'hébergement, la configuration des communications, les fonctionnalités, les services cloud à appliquer, la structure de gestion des accès utilisateurs, la structure d'appui, ainsi que la préparation du programme de développement et de la documentation.

¹³ Le développement comprend notamment la planification, l'analyse des besoins, la conception, le codage, les tests, le déploiement, l'exploitation et la finalisation de la maintenance.

¹⁴ L'intégration comprend notamment la mise en place de l'infrastructure TIC locale, la mise en service, les tests de performance, l'exploitation et la maintenance.

Tableau 2 : Activités et budget total du projet tel que soumis

Activités	Répartition des coûts (\$US)			
	Colombie	Liban	Trinité-et-Tobago	Total
<i>Audit énergétique visant à établir un niveau de référence</i>				
Réaliser un audit énergétique sur le site bénéficiaire sélectionné.	60 000	20 000	15 000	95 000
<i>Plan de modernisation et conception du concept de numérisation</i>				
Conception du plan de modernisation, développement de l'architecture et des exigences techniques et fonctionnelles.	45 000	20 000	20 000	85 000
Tests de consommation d'énergie et identification des fuites.	45 000	15 000	15 000	75 000
Contrôle de supervision et acquisition de données ou plateforme de surveillance.	45 000	15 000	15 000	75 000
Consultant national chargé du suivi technique pendant la conception, l'installation, la mise en service et l'évaluation des données du projet pilote.	120 000	35 000	40 000	195 000
<i>Matériel et installation</i>				
Ensemble de compteurs et capteurs intelligents et ensemble de transducteurs	90 000	30 000	30 000	150 000
Passerelle de données et appareils IoT	60 000	20 000	20 000	100 000
Installation, mise en service, collecte et analyse des données	90 000	30 000	30 000	150 000
<i>Appui technique, suivi et coordination</i>				
Appui technique	45 000	15 000	15 000	75 000
Unité de gestion de projet	48 000	16 000	16 000	80 000
<i>Total pour la composante nationale</i>	648 000	216 000	216 000	1 080 000
<i>Plateforme mondiale d'informations sur la R&C</i>				
Architecture et développement de la plateforme d'information, y compris l'intégration aux projets pilotes.				225 000
Hébergement pendant cinq ans, collecte continue de données et suivi des projets pilotes et d'autres sites de reproduction.				75 000
Unité de gestion du projet (pour la composante mondiale)				24 000
<i>Total pour la composante mondiale</i>				324 000
COÛT TOTAL DU PROJET				1 404 000

Cofinancement

27. Le PNUD, par le biais de son guichet de financement institutionnel et avec l'appui financier des gouvernements du Danemark et du Luxembourg, soutient le Liban et Trinité-et-Tobago dans la promotion de solutions numériques pour le rendement énergétique dans le secteur de la chaîne du froid. Ce mécanisme de financement est axé sur l'expérimentation d'outils numériques de suivi et de gestion visant à optimiser la consommation d'énergie, à atténuer les émissions de gaz à effet de serre et à améliorer les pratiques de maintenance dans les systèmes de la chaîne du froid. Il comprend la réalisation d'audits énergétiques, l'installation et le test de solutions numériques, ainsi que le renforcement des capacités des professionnels du secteur de R&C, en particulier des femmes, en matière de technologies numériques.

28. Les projets relevant du volet financement des entreprises du PNUD comprennent une subvention de 198 000 \$US pour le Liban et de 198 000 \$US pour Trinité-et-Tobago destinée à l'élaboration de supports de communication visant à sensibiliser le public aux avantages de l'utilisation des technologies numériques dans le domaine du rendement énergétique et de l'amélioration des performances ; une formation pratique sur les outils numériques et technologies IoT identifiés ; une enquête nationale sur les niveaux d'automatisation numérique et son efficacité au Liban, et une enquête sur les technologies

numériques dans le secteur de l'enseignement supérieur, axée sur le renforcement des programmes d'études en matière de rendement énergétique à Trinité-et-Tobago.

Coût total du projet pilote

29. Le projet est censé être achevé dans les 36 mois suivant son approbation, entre janvier 2026 et décembre 2028, pour un coût total de 1 404 000 \$US, conformément à la demande initiale.

REMARQUES ET RECOMMANDATIONS DU SECRÉTARIAT

REMARQUES

30. Le Secrétariat a examiné la proposition de projet à la lumière des activités décrites dans les décisions 89/6 et 91/65, ainsi que celles qui sont mises en œuvre au titre de la phase I du KIP dans les trois pays.

Admissibilité en vertu de la décision 91/65

31. Le projet pilote a pour but d'améliorer le rendement énergétique dans le cadre de la réduction progressive des HFC dans les applications de réfrigération identifiées sur les sites des utilisateurs finaux et de contribuer à l'amélioration des pratiques d'entretien et de maintenance des équipements. Le PNUD a confirmé que, pour les trois pays, les autorités chargées du rendement énergétique dans les pays respectifs fourniront leur appui à la mise en œuvre du projet sous la supervision de l'UNO. Les autres parties prenantes impliquées dans le projet comprennent les autorités chargées des normes de rendement énergétique, les représentants de l'industrie et les associations.

32. Conformément à la décision 91/65 b) iv), les gouvernements de la Colombie, du Liban et de Trinité-et-Tobago ont confirmé que si leur gouvernement respectif mobilisait des fonds provenant de sources autres que le Fonds multilatéral pour financer des composantes liées au rendement énergétique dans le cadre de la réduction 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 ; les informations sur l'avancement du projet, ses résultats et les principaux enseignements à en tirer seront communiquées, le cas échéant ; la date d'achèvement du projet sera fixée à 36 mois au maximum après la date d'approbation par le Comité exécutif et un rapport détaillé sur le projet sera présenté au Comité exécutif dans les six mois suivant la date d'achèvement du projet.

Lien avec la réduction progressive des HFC et le plan de mise en œuvre de Kigali pour les HFC

33. En ce qui concerne les activités du KIP dans les trois pays, le PNUD a expliqué que le projet pilote sera mis en œuvre en coordination avec les activités prévues dans le cadre de la phase I du KIP de chaque pays. Des programmes d'études et des appuis de sensibilisation sur mesure ont été élaborés grâce au cofinancement mentionné aux paragraphes 27 et 28 ci-dessus et seront utilisés pour les activités de formation et de vulgarisation à l'adoption des outils numériques. La formation sera dispensée tout au long du projet en collaboration avec le fournisseur d'équipements et le développeur de systèmes informatiques, en mettant l'accent sur les performances énergétiques et l'amélioration du fonctionnement et de la maintenance des équipements. Le matériel de formation sera utilisé dans le cadre d'autres activités de formation liées au KIP pour renforcer les capacités des techniciens de service et des installateurs d'équipements, afin de contribuer à diffuser les avantages des outils numériques dans le secteur du refroidissement auprès des parties prenantes concernées, ainsi que pour la formation pratique à l'installation, au fonctionnement et à la maintenance des équipements.

Promotion de l'adoption des technologies numériques sur le marché

34. Prenant note que les outils de numérisation peuvent améliorer l'efficacité énergétique des équipements de réfrigération commerciale et qu'il convient de promouvoir l'adoption rapide de ces technologies par des mesures politiques et réglementaires, le Secrétariat a consulté le PNUD sur l'impact de ce projet sur l'efficacité énergétique des équipements et l'amélioration des normes. Le PNUD a expliqué que, sur la base des expériences acquises dans le cadre de ce projet, les trois pays élaboreraient des lignes directrices nationales sur les meilleures pratiques et l'utilisation des outils numériques afin d'améliorer le rendement énergétique dans différentes applications de réfrigération commerciale (ou dans le secteur de la vente au détail). Les outils numériques peuvent également permettre de mieux comprendre les normes de performance énergétique des équipements et contribuer à améliorer d'autres programmes, tels que les programmes d'étiquetage pour les équipements de réfrigération commerciale/les utilisateurs finaux.

35. En outre, le PNUD a expliqué que l'évolution de l'IoT et des infrastructures TIC basées sur le cloud contribuera à catalyser une transformation profonde dans le domaine du refroidissement grâce à l'intégration de l'IA, de l'informatique en périphérie de réseau (*edge computing*) et de l'analyse avancée. Cette initiative envisage un « bond stratégique » vers des outils numériques intelligents, durables et adaptables, mettant l'accent sur la maintenance prédictive et basée sur les données, alimentée par le suivi en temps réel, les diagnostics IA et l'optimisation automatisée de l'énergie et des émissions.

Questions techniques et questions liées aux coûts

Sélection des sites pour le projet de démonstration

36. Le Secrétariat a mené des consultations approfondies avec le PNUD sur le nombre de sites choisis en Colombie pour la démonstration des outils numériques utilisés pour atténuer les émissions et garantir le rendement énergétique des équipements grâce à un entretien et une maintenance réguliers. Le PNUD a expliqué que les trois sites avaient été choisis pour la démonstration des outils numériques principalement en fonction du type d'équipement, du type d'utilisateurs finaux et des conditions météorologiques, afin de mettre en évidence les conclusions tirées grâce à la mise en œuvre d'outils numériques par différents types d'utilisateurs opérant dans des conditions.

Sélection des fournisseurs de technologie

37. Concernant la sélection des fournisseurs de technologies, le PNUD a expliqué que, pendant la mise en œuvre, les fournisseurs de technologie spécifiques seront sélectionnés par appel d'offres ouvert, conformément aux règles et règlements du PNUD, et que les prix seront basés sur une enquête menée pendant la préparation du projet sur les coûts technologiques d'équipements similaires. Le PNUD a également indiqué qu'il est proposé de créer un « lac de données » afin de générer des analyses de données dans des applications et de les analyser à l'aide d'outils d'intelligence artificielle et de visualisation. En ce qui concerne la généralisation de l'adoption de cette technologie, sur la base de l'expérience acquise dans le cadre de ce projet, le PNUD vise à étendre l'accessibilité de la plateforme à d'autres projets et programmes pertinents pour l'adoption de technologies et de bonnes pratiques en matière de rendement énergétique, ainsi qu'à explorer le développement de plateformes similaires pour d'autres systèmes de refroidissement.

Audit énergétique et collecte de données en temps réel

38. Concernant la nécessité d'un audit énergétique et de plans de modernisation, le PNUD a expliqué qu'il est essentiel de comprendre les niveaux de consommation d'énergie des équipements de réfrigération, de climatisation et de pompes à chaleur (RACHP), afin d'identifier les domaines d'intervention potentiels pour améliorer les performances de refroidissement et la consommation d'énergie, et d'élaborer un plan pour mettre en œuvre ces interventions.

39. Concernant le suivi constant des outils numériques afin de garantir la disponibilité des données en temps réel, le PNUD a expliqué qu'un appui technique serait fourni, notamment en matière de renforcement des capacités du personnel chargé de l'entretien des équipements RACHP dans les différents sites, et que le personnel technique procéderait à des évaluations ponctuelles à intervalles réguliers afin de vérifier les performances des équipements.

Utilisation d'équipements fonctionnant avec des réfrigérants inflammables à faible PRP

40. Le PNUD a expliqué que ce projet pilote s'inscrivait dans le cadre de la réduction progressive des HFC et que, par conséquent, les sites bénéficiaires utilisant des réfrigérants HFC avaient été sélectionnés. Il est possible d'utiliser les outils de suivi numérique pour les réfrigérants à faible PRP et les équipements qui fonctionnent des solutions de remplacement directes. Le PNUD a également expliqué que la formation, y compris sur les aspects liés à la sécurité lors de l'installation et de l'utilisation des outils, facilitera les opérations et les pratiques de maintenance sûres lors de l'utilisation des outils de suivi numérique.

Adoption de la technologie et évolutivité

41. Concernant l'adoption des technologies par les consommateurs, le PNUD a expliqué que grâce à ce projet de démonstration et aux données collectées en ligne, l'impact d'un entretien et d'une maintenance de bonne qualité en termes d'économies d'énergie et de coûts grâce à la prévention des fuites d'équipements, principalement de HFC, serait diffusé auprès des utilisateurs finaux d'équipements de réfrigération commerciale, ainsi qu'auprès des importateurs et des vendeurs de ces équipements. Ces informations seront également diffusées sur différents forums, notamment les plateformes de communication du PNUD, dans le cadre d'activités de formation destinées au secteur des services et aux installateurs d'équipements, ainsi que lors d'autres réunions régionales et mondiales sur le transfert de technologies liées au rendement énergétique des équipements de climatisation, de réfrigération et de production de glace. Cela contribuera à en étendre l'adoption.

Coûts du projet

42. Le Secrétariat a discuté en détail avec le PNUD des coûts du projet, en tenant compte du nombre de sites d'installation des équipements et de la nécessité de mener différentes activités décrites dans la proposition initiale. À l'issue de ces discussions, les points suivants ont été convenus :

- a) Le coût de l'audit énergétique a été révisé de 95 000 \$US à 65 000 \$US, et celui de la planification de la modernisation/du développement de l'architecture de l'infrastructure numérique a été révisé de 85 000 \$US à 55 000 \$US, en fonction des efforts des experts techniques à mobiliser pour mener à bien ces activités.;
- b) Les coûts liés au matériel, tel que les compteurs intelligents pour le suivi de la consommation d'énergie, les appareils de mesure de la température et de l'humidité, les capteurs de courant et les appareils numériques et IoT pour la collecte et la transmission des données, le contrôle de supervision et une plateforme de suivi incluant des systèmes basés sur le cloud, ont été réduits de 550 000 \$US à 330 000 \$US ;
- c) Les activités d'appui technique, de suivi et de formation qui concernent l'assistance sur site pour le suivi des performances des outils et des infrastructures numériques, la supervision de l'installation des composants tels que les compteurs intelligents, les capteurs, les passerelles de données et les plateformes de suivi, afin de garantir leur bonne intégration et leur bon fonctionnement ; la formation et le renforcement des capacités des techniciens et autres personnels concernés ; la sensibilisation, le partage des connaissances, le suivi et la collecte de données ont été réduits de 270 000 \$US à 80 000 \$US, principalement en tenant compte des niveaux d'appui technique et de formation nécessaires à la mise en œuvre de l'infrastructure ;

- d) La conception de l'architecture du lac de données et son intégration avec des sites pilotes, ce qui comprend la conception de l'architecture pour la collecte et l'analyse des données, le développement de logiciels et d'outils pour l'analyse des données, et la maintenance préventive et prédictive a été réduite de 324 000 \$US à 150 000 \$US sur la base de l'utilisation possible de solutions informatiques vendues par les fournisseurs de services ; et
- e) Les coûts liés à l'unité de gestion de projet ont été supprimés.

43. Le tableau 3 ci-dessous présente un sommaire de la proposition de projet présentée et les coûts finaux convenus à la suite des consultations avec le PNUD.

Tableau 3: Sommaire des activités et des coûts tels que soumis et approuvés

Activités	Demandé (\$US)				Approuvé (\$US)			
	Colombie	Liban	Trinité-et-Tobago	Total	Colombie	Liban	Trinité-et-Tobago	Total
Audit énergétique	60 000	20 000	15 000	95 000	35 000	15 000	15 000	65 000
Plan de rénovation et conception du concept de numérisation	45 000	20 000	20 000	85 000	25 000	15 000	15 000	55 000
Matériel et installation	330 000	110 000	110 000	550 000	198 000	66 000	66 000	330 000
Appui technique, suivi et coordination	165 000	50 000	55 000	270 000	40 000	20 000	20 000	80 000
Unité de gestion de projet	48 000	16 000	16 000	80 000	0	0	0	0
Total de la composante nationale	648 000	216 000	216 000	1 080 000	298 000	116 000	116 000	530 000
<i>Mondial</i> : Conception de l'architecture du lac de données et intégration avec les sites pilotes				324 000				150 000
Coût total du projet				1 404 000				680 000

Cofinancement

44. En ce qui concerne le cofinancement pour le Liban et Trinité-et-Tobago, le PNUD a expliqué que, grâce à son guichet de financement institutionnel et à l'appui financier des gouvernements du Danemark et du Luxembourg, la promotion de solutions numériques pour le rendement énergétique dans le secteur de la chaîne du froid bénéficie d'un soutien conforme à la stratégie de transformation numérique du PNUD, telle que décrite au paragraphe 27 ci-dessus. Ces fonds cofinanceront certaines des activités connexes du projet pilote, notamment l'élaboration de supports de formation destinés aux techniciens, aux utilisateurs finaux et aux entreprises qui installent des équipements de réfrigération et de climatisation dans les deux pays, ainsi que de supports de sensibilisation et de vulgarisation visant à mieux faire comprendre les aspects techniques et opérationnels des outils numériques et les avantages des équipements à haute efficacité énergétique.

45. En outre, le PNUD a également expliqué que les bénéficiaires du projet en Colombie, au Liban et à Trinité-et-Tobago devraient fournir un cofinancement s'élevant respectivement à 140 000 \$US, 50 000 \$US et 50 000 \$US pour réaliser un audit énergétique, concevoir un plan de modernisation et une architecture de numérisation, et fournir un appui technique pour les activités de suivi, d'établissement de rapports et de formation. Grâce aux fonds disponibles dans le cadre de la stratégie mondiale de

transformation numérique du PNUD¹⁵, l'agence devrait fournir 75 000 \$US pour l'infrastructure cloud, la mise en réseau et l'analyse des données pendant une période de cinq ans après l'achèvement de la phase de lancement du projet.

Améliorations en matière de rendement énergétique et estimation préliminaire des économies d'électricité

46. En réponse à la demande du Secrétariat concernant les estimations des améliorations en rendement énergétique et des économies d'électricité, le PNUD a fourni une analyse préliminaire pour les sites sélectionnés dans les trois pays, incluant les réductions d'émissions qui résultent à la fois de la conversion à des alternatives à faible PRP et de la réduction des fuites. Le sommaire de ces retombées est présenté dans le tableau 5.

Tableau 5 : Estimation des retombées directes et indirectes du projet sur les émissions

	Retombées directes de la réduction des émissions de réfrigérant (tonnes eqCO ₂)	Retombées indirectes grâce aux économies d'énergie (kWh/an)	Calcul de la durée des retombées (en années)	Retombées totales sur cinq ans	
				Réduction des émissions directes (tonnes eqCO ₂)	Économies d'énergie indirectes (kWh)
Colombie	439	104 390	5	2 195	521 950
Liban	609	102 970	5	3 045	514 850
Trinité-et-Tobago	78	32 575	5	390	162 875
Total	1 126	239 935		5 630	1 199 675

Durabilité, reproductibilité et évaluation des risques

47. Le Secrétariat prend note que cette technologie est abordable, disponible et facile d'utilisation (c'est-à-dire simple et fiable), ce qui constitue des facteurs clés en faveur de son adoption, qui se fera sous l'impulsion des facteurs du marché. Concernant la durabilité, le PNUD a expliqué que la mise en place de l'infrastructure numérique et l'analyse des données collectées à partir de ces systèmes permettront de mieux comprendre les avantages et le retour sur investissement de la mise en place de cette infrastructure. Le choix de la technologie doit refléter les spécifications des utilisateurs (par exemple, la réfrigération dans les supermarchés) et nécessite une installation et un fonctionnement faciles des équipements. En outre, à mesure que cette technologie continue à se développer, le coût du matériel et des logiciels devrait baisser, atténuant ainsi l'obstacle financier que représente l'adoption des technologies numériques par les différentes entreprises. Les risques potentiels comprennent la capacité technique limitée des utilisateurs finaux, en particulier dans la mise en œuvre des technologies, et il est proposé de les atténuer en faisant appel à un expert international pour soutenir la conception et le déploiement optimaux des outils de suivi et de gestion numériques, ainsi qu'en fournissant un appui à la formation des utilisateurs finaux et de leur personnel de service. Afin de promouvoir et de soutenir l'adoption de ces technologies, un document d'orientation comprenant du matériel de formation sera élaboré sur la base de l'expérience acquise dans le cadre de ce projet. Il sera utilisé dans les trois pays concernés, ainsi que dans d'autres pays à travers le monde, afin d'améliorer le rendement énergétique grâce à l'utilisation des technologies et des outils numériques.

RECOMMANDATION

48. Le Comité exécutif pourrait envisager d'approuver le projet pilote visant au maintien et à l'amélioration du rendement énergétique des technologies et équipements de remplacement dans le contexte de la réduction progressive des HFC (activités de non-investissement) : Projet de démonstration d'outils numériques de suivi et de gestion visant à l'amélioration du rendement énergétique et à la réduction des émissions de gaz à effet de serre dans le secteur de la chaîne du froid en Colombie, au Liban et à Trinité-

¹⁵ <https://digitalstrategy.undp.org/>

et-Tobago, pour un montant de 680 000 \$US, plus les coûts d'appui d'agence de 47 600 \$US pour le PNUD, en prenant note que :

- a) Les gouvernements de la Colombie, du Liban et de Trinité-et-Tobago se sont engagés à respecter les conditions énoncées dans la décision 91/65, sous-paragraphe b) iv) b. à b) iv)d. ;
 - b) Que les gouvernements de la Colombie, du Liban et de Trinité-et-Tobago élaboreront des lignes directrices en matière de rendement énergétique pour les applications de réfrigération commerciale afin d'améliorer le rendement énergétique dans le secteur du commerce de détail une fois le projet achevé ; et
 - c) Que le projet serait achevé sur le plan opérationnel au plus tard le 31 décembre 2028 et qu'un rapport détaillé sur le projet serait présenté au Comité exécutif dans les six mois suivant la date d'achèvement du projet.
-